



OKTATÁSI, KUTATÁSI ÉS KÖZGYŰJTEMÉNYI INFRASTRUKTÚRÁK ÉS TARTALMAK: DIGITÁLIS TRANSZFORMÁCIÓ FELSŐFOKON

**NETWORKSHOP 2025
34. Országos Informatikai Konferencia**

**2025. május 13–15.
Széchenyi István Egyetem, Győr**

OKTATÁSI, KUTATÁSI ÉS KÖZGYŰJTEMÉNYI INFRASTRUKTÚRÁK ÉS TARTALMAK: DIGITÁLIS TRANSZFORMÁCIÓ FELSŐFOKON

**NETWORKSHOP 2025
34. Országos Informatikai Konferencia**

**2025. május 13–15.
Széchenyi István Egyetem, Győr**

Szerkesztette: Tick József, Kokas Károly, Holl András

**HUNGARNET Egyesület
Budapest, 2025**



HUN-REN
Magyar Kutatási Hálózat

NETWORKSHOP

Szerkesztette: Tick József, Kokas Károly, Holl András

Tipográfia és tördelés: Vas Viktória

Korrektúra: Danyi Melinda

Angol nyelvi lektor: Cseresnyés Dorottya

Networkshop 2025 konferencia előadásainak közleményei

Széchenyi István Egyetem, Győr

2025. május 13–15.

ISBN 978-615-6792-15-0

DOI: <https://doi.org/10.31915/NWS.2025>

Kiadja a HUNGARNET Egyesület
az MTA Könyvtár és Információs Központ közreműködésével

Budapest

2025

Borítókép: [freepik.com](https://www.freepik.com)

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	5
Király Krisztina, Király Roland, Király Sándor Neurális hálózatok valósághű reprezentációja.....	7
Király Sándor, Balla Tamás, Király Roland SQL programozási felmérők fejlesztése oktatási játékokkal: Egy gamifikált megközelítés	14
Albert Ágota Hogyan csökkenthetjük az informatikusok és a jogászok közötti kommunikációs problémákat az MI alkalmazása során az oktatási szektorban?	22
Pfeiffer Szilárd, Balsai Péter Ha a második faktor TOTP, akkor minden rendben... Egy hiedelem vizsgálata	31
Bor Balázs, Nyitrai Nóra, Fazekas-Paragh Judit Egykapus kutatástámogatás a gyakorlatban: A Tudóstér új dimenziói	39
Micsik András, Tanácsi Roland, Kukucska Ákos, Nagy Kadosa Tudományosztályozás az MTMT-ben: MI és más lehetőségek	47
Dobás Kata, Szekrényes István Az ITIdata szemantikus adatbázis új keresőfelületei	58
Molnár Sándor Vizuális technikák használata a projekttervezés és vezetői döntéstámogatás során az SZTE Klebelsberg Könyvtárban	66
Tóth Bálint, Juhász Zoltán A Wavelet-transzformáció párhuzamosítása multi-GPU környezetben a Komondor szuperszámítógépen	76
Balogh Anikó, Vetési Erika A munka és a család melletti tanulás, a szülők támogatása a felsőoktatásban	85
Seprenyi Péter, Gordon Ákos, Tarczali Tünde Termékpárosítás machine learning eszközökkel	94
Soós Gábor, Ormos Pál, Gutti Zoltán, Csuha Júlia Borbála Úton az 5G-SA felé	101
Antal Péter Oktatás és kompetenciaváltozások a mesterséges intelligencia korában	109

Dömölki Bálint[†], Havass Miklós, Langer Tamás, Holl András Az NJSZT Informatikatörténeti Fórum honlapjának megőrzése az "örökkévalóság" számára	122
Radics Krisztina Az online szabadulósobák didaktikai lehetőségei a tanulási motiváció mérésére és fejlesztésére	131
Hajdu Krisztián A mesterséges intelligencia szerepe és szabályozása a felsőoktatásban	141
Aczél-Partos Adrienn A plágium digitális transzformációja	149
Gráf-Szabó Veronika Egyéni tanulási útvonalak kialakítása a Canvas keretrendszerben	164
Bolya Mátyás Zene és szöveg digitális munkakörnyezetben – Jelrendszerek hatékony konverziója	175
Vida Bence, Sebestyén Ádám Wikitext az ELTEdata adatbázisban – Bethlen Miklós kancellár levelezésének szemantikus feldolgozása	184
Kalcsó Gyula A magyar webtér aratásával kapcsolatos kurátori feladatok	194
Hoczopán Szabolcs, Nagy Gyula Adatrepozitórium projekt a Szegedi Tudományegyetemen	202
Mihály Eszter A digitális kritikai szövegkiadások kihívásai és lehetőségei	213
Ungváry Rudolf A ChatGPT felhasználása a MARC21 fordítására	222
Pap Martin Felicián, Kovács Ákos Feltáró kutatás a hiperparaméterek szerepéről a CNN-alapú eszköz azonosításban HPC alkalmazásban	232

ELŐSZÓ

Tisztelt Olvasó!

Az idei Networkshop májusban került megrendezésre, az idei kötet mégis hamarabb jelenik meg a szokottnál.

Köszönet a szerzőknek, lektoroknak, közreműködőknek! A tanulmányok száma egyel marad el a tavalyitól: 25 előadás szerzői választották ezt a kötetet eredményeik publikálására.

A konferenciakiadványok kevésbé becsült publikációs formák, mégsem kell rossz minőségűnek lenniük. A minőség fontos biztosítéka a bírálók munkája. A szerkesztők igyekeznek a határidőket biztosítani, az alapossághoz azonban lelkiismeretes munkára van szükség. A Networkshop konferenciakötet esetében idén is, az elmúlt években is kaptunk visszajelzéseket a szerzőktől, a bírálók munkáját dicsérve. Ritka ajándék a szerkesztőknek, bírálóknak, ha a szerző elárulja: jobb lett a cikk a bírálat eredményeképp – ilyen előfordult idén is.

Budapest, 2025. október 22.

A szerkesztők

NEURÁLIS HÁLÓZATOK VALÓSÁGHŰ REPREZENTÁCIÓJA

Király Krisztina EKKE (kiraly.krisztina@uni-eszterhazy.hu)

Király Roland EKKE IK (kiraly.roland@uni-eszterhazy.hu)

Király Sándor, EKKE IK (kiraly.sandor@uni-eszterhazy.hu)

Absztrakt

Ebben a tanulmányban egy olyan modellt szeretnénk bemutatni, aminek a felhasználásával képesek vagyunk merőben új megközelítéssel neurális hálózatok létrehozására és megjelenítésére. A modell azok számára segít a hálózatok és a hozzájuk szorosan kapcsolódó mélytanuló algoritmusok megértésében és tanításában, akik nem szakértői az informatika tudományterületnek, lehetőséget kínálva a különböző szakterületek művelőinek, hogy munkájuk során alkalmazni tudják a neurális hálózatokat. Amennyiben a téziseink igazolást nyernek, a neurális hálók tanulási algoritmusait képesek leszünk összehasonlítani egyes emberi tanulási és nyelvtanulási stratégiákkal, ami segítheti a modell tökéletesítését, de segítségünkre lehet az emberi tanulási módszerek hatékonyabb megértésében és finomításában is.

Abstract

Realistic Representation of Neural Networks

In this article, a novel neural network model is proposed, which facilitates the creation and representation of neural networks through a unique approach. The overarching objective of the model is twofold: firstly, to enhance the comprehension and dissemination of neural networks and their associated deep learning algorithms; and secondly, to provide practitioners across various disciplines with the opportunity to incorporate neural networks into their respective fields. In the event of the underlying theses being validated, a comparison may be drawn between the learning algorithms of neural networks and various human learning and language acquisition strategies. Such comparisons may contribute to enhancements of the model and to a deeper understanding of human learning processes.

Bevezetés

A vizualizációnak központi szerepe van az összetett modellek megértésében. A modern informatika tudományban használt mélytanuló algoritmusok, vagyis a gépi tanulási módszerek hasonlóságot mutatnak némely emberi tanulási módszerrel. Különösen igaz ez a nyelvtanulás, azon belül is a szótanulási és a szövegmemorizálási feladatokra. Mivel a modellünk követi a biológiai neurális hálózatok felépítését, segíthet a tanulási folyama-

tok hatékonyabb megfigyelésében, és megértésében. Ezáltal a gépi tanulási módszereket és az emberi szó- és nyelvtanulási módszereket nagyobb hatékonysággal tudjuk összehasonlítani, ami reményeink szerint lehetőséget kínál mindkét oldalon a tanulási módszertanok és metódusok javítására.

Habár az általunk készített modell pontosan modellezi az emberi idegrendszert, önmagában nem elegendő a tesztek és a mérések végrehajtására. Ezért létrehoztunk egy keretrendszert, ami lehetővé teszi a hálózat real-time monitorozását azok számára, akik az idegrendszer működését, vagy a mélytanulási algoritmusokat szeretnék vizuálisan megfigyelni.

A problémát nem mátrixok, vagyis súlyok és bemeneti adatok mátrixainak pontszorzatára vezettük vissza, ahogy azt a neurális hálózatok implementációja során látni szoktuk. A neurális háló csomópontjaira önálló egységekként tekintünk, amelyek egy számítógépen futnak. A neuronok közötti kapcsolatok üzenetküldéssel (Message Passing) valósulnak meg.

A gráf-alapú neurális hálók (GNN-ek) üzenetküldés segítségével dolgozzák fel a gráfstruktúrájú adatokat, hatékony mintafelismerést téve lehetővé olyan modellekben, mint a GCN vagy GAT [1][2]. Az Erlang-alapú rendszerek, mint az „Erlang-Shen” vagy az ERLANN, a neuronokat párhuzamos folyamatokként kezelik, üzenetküldéssel modellezve a tanulást [3][4]. A mi megközelítésünk mindkét módszertől eltér, vagyis nem tenzoros számítást alkalmaz, hanem valódi csomópontokat hoz létre vizualizálható, valóság-hű hálózatként. Míg a GNN-ek [5] a teljesítményre, a mi módszerünk inkább modellérthetőségre és emberi tanulási analógiákra törekszik.

Neurális hálózatok

A neurális hálózatok általános matematikai megközelítése meglehetősen egyszerű annak ellenére, hogy absztrakt matematikai modelleket kell használnunk. A modell alapja egy több rétegből álló hálózat, amelynek első rétege kezeli a bemenetet, a második és harmadik réteg legtöbbször a súlyozásért felelős, a kimenetek pedig a hálózat számítási eredményét adják, amely egy vagy több kimeneten megjelenő százalékos érték vagy egyszerű adat (kategóriák indexei). Az így kapott értékekből következtetni lehet arra, hogy a hálózat hogyan reagált az adott problémát leíró input adatokra. Ebben a rendszerben a súlyokat a számítási folyamat finomhangolására használjuk. Azok megfelelő beállításával betaníthatjuk a hálózatot arra, hogy az adott bemenet alapján a helyes döntést hozza meg (számítsa ki). A tanítás nem manuálisan történik, ami azt jelenti, hogy a hálózat súlyait megfelelő statisztikai-matematikai függvények segítségével tudjuk betanítani a súlyok beállítására. A tanulási folyamat eredménye az, hogy a neurális hálózat egy tanulási adatbázison futtatva mintegy magától beállítja a megfelelő súlyértékeket és képes lesz önállóan döntéseket hozni.

A neurális hálókat olyan matematikai függvények segítségével képzik ki, amelyek célja, hogy a belső paramétereiket optimális teljesítményre állítsák be. A hibák minimalizálására használt függvényt veszteségfüggvénynek vagy költségfüggvénynek nevezik. A hiba minimalizálására egy olyan optimalizációs algoritmust alkalmazunk, mint a Gradient Descent [6], ami a hálózat súlyait és torzításait a veszteségfüggvény gradienseinek (részleges deriváltjának) kiszámításával állítja be minden egyes neuronhoz tartozó súlyra. A hálózat a backpropagation [7] segítségével rétegenként számítja ki a gradienseket, így a kimeneti rétegből visszafelé haladva a hibát a korábbi rétegek felé továbbítja. Ennek a folyamatnak minden egyes iterációja fokozatosan csökkenti a hibát, gyakorlatilag „betanítva” a hálózatot arra, hogy pontosabb előrejelzéseket készítsen.

A hálózat minden rétege lineáris transzformációt alkalmaz (szorzás egy súlymátrixszal és egy vektor hozzáadása) a bemeneti adatokra (adattranszformáció). Ezt a folyamatot a tenzorok reprezentálják, amelyek mind a bemeneti értékeket, mind a tanult paramétereket (súlyok és torzítások) tartalmazzák [8]. Az ún. aktiválási függvényeket, mint például ReLU vagy szigmoid [9], a lineáris transzformáció után alkalmazunk az adatokra. Ez a nemlinearitás lehetővé teszi a hálózat számára, hogy az összetett minták és a komponenseik közötti kapcsolatokat is képes legyen megtanulni.

A modell bemutatása

A fentiekkel ellentétben a mi modellünk, különösen annak gyakorlati megvalósítása, nem mátrixszorzásokon alapul. Helyette a neurális hálózat elemeit önálló node-okként reprezentálja. Minden egyes ilyen neuron egy számítógépen futó program, vagyis egy Erlang node [10]. Ezek a neuronok képesek matematikai (statisztikai) függvényeket végrehajtani, bemenetet kezelni és kimenetet generálni. Más szóval, pontosan úgy működnek, mint a valódi biológiai rendszerekben található neuronok (pl. a perceptron). Ugyanez a tulajdonságuk teszi alkalmassá őket a vizuális megjelenítésre is. Minden neuron amikor üzenetet küld, vagy éppen üzenetet fogad, esetleg az aktivációs függvénye kiszámol egy adatot, elmenti ezeket a mozzanatokat egy elosztott adatbázisba, majd a rendszer publikálja az így kapott információt a kliens alkalmazás felé. A csomópontok üzenetküldéssel kommunikálnak egymással, és az üzenetküldéssel oldják meg a fentebb bemutatott layerek közötti adatáramlást. Összefoglalva, a modell megtartja a feedforward neurális hálók [11] topológiáját, de a számítási lépéseket üzenetküldésként valósítja meg. Az egyértelműség kedvéért formalizáljuk a modellt. Legyen a hálózat egy L rétegből álló előre terjesztő hálózat, ahol minden réteget indexszel jelölünk: 1, 2, .. L . Minden l -edik réteg neuronok halmazát tartalmazza, amelyek a következőképpen írhatók le:

$$V^{(l)} = \{v_1^{(l)}, v_2^{(l)}, \dots, v_n^{(l)}\} \quad (1)$$

ahol $n^{(l)}$ a rétegben lévő neuronok száma. Az üzenetküldés szabályozott és csak az egymást követő rétegek között megengedett. Így minden egyes $v_i^{(l)}$ neuron csak a következő rétegben lévő $V^{(l+1)}$ neuronokkal kommunikálhat. Minden $l^{(l+1)}$ -edik réteg egy súlymátrixszal reprezentálható:

$$W^{(l+1)} \in R^{n^{(l+1)} \times n^{(l)}} \quad (2)$$

ami meghatározza az l -edik rétegben lévő neuronok által küldött üzenetek hatását. Minden réteghez tartozik egy bias vektor, $b^{(l)}$. A fentiek alapján a neurális hálózatunk egy irányított gráf. A gráf megvalósítása pedig nem egy tenzorok szorzását használó matematikai modellen alapul, helyette a tényleges hálózat csomópontokból épül fel, ahol a csomópontok független entitások (node-ok vagy processzek a megvalósítástól függően). A jelenlegi implementáció Erlang-alapú, így ún. Erlang node-okat használtunk a neuronok elkészítésére. A fentiek alapján tehát a neurális hálózat egy irányított gráf, amelyet $G = (V, E)$ jelöl, ahol:

$$V = \bigcup_{l=1}^L V^{(l)} \quad (3)$$

a gráf csomópontjainak (csúcsainak) halmaza, és L a rétegek száma. Minden $V^{(l)} \subset V$ a l -edik réteget képviseli, amely $n^{(l)}$ neuront (csomópontot) tartalmaz. Az első réteg a bemeneti réteg ($V^{(1)}$), az utolsó réteg a kimeneti réteg ($V^{(L)}$), a köztes rétegek pedig a rejtett rétegek ($V^{(2)}, V^{(3)}, \dots, V^{(L-1)}$).

$$E \subset V \times V \quad (4)$$

az irányított élek halmaza, ami a neuronok közötti kapcsolatokat jelöli. Minden él:

$$(v_i^{(l)}, v_j^{(l+1)}) \in E \quad (5)$$

az l -edik réteg $v_i^{(l)}$ neuronja üzenetet küld a következő réteg $v_j^{(l+1)}$ neuronjának. Minden élhez egy súlyt rendelünk, ahol az élek halmaza:

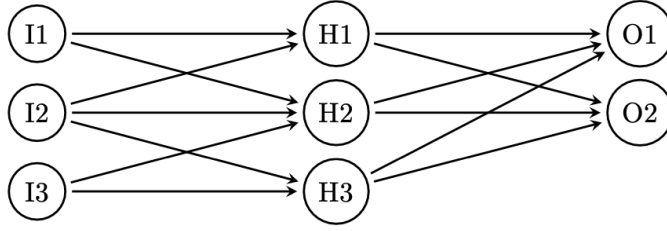
$$W^{(l+1)} \in R^{n^{(l+1)} \times n^{(l)}} \quad (6)$$

a $V^{(l)}$ és $V^{(l+1)}$ rétegek közötti kapcsolatokat reprezentáló súlymátrix. Minden csomóponthoz egy $f^{(l)}$ aktiválási függvény tartozik $f^{(l)}: R \rightarrow R$, amelyet minden egyes neuron alkalmaz a bemeneteire.

$$s_i^{(l)} = f^{(l)} \left(\sum_{v_k^{(l-1)} \in V^{(l-1)}} \mathbf{w}_{ki}^{(l)} \cdot s_k^{(l-1)} + b_i^{(l)} \right) \quad (7)$$

Az implementáció

A modell implementációját RKNet-nek [12] neveztük el. A lényege, hogy a számítási feladatokra épített modellekkel ellentétben nem a számítási kapacitás és a hálózat mélytanulási tulajdonságainak maximalizálására összpontosít. Ehelyett a biológiai neurális hálózatok szerkezetét modellezi, ezáltal lehetővé téve a vizuális reprezentációt.

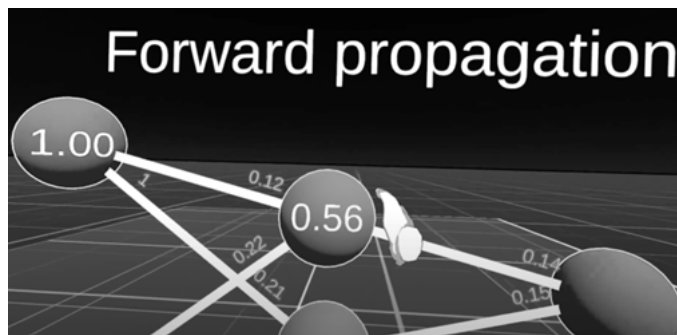


1. ábra Útvonalak a neurális hálózatban

A modell implementációjához az Erlang nyelvet választottuk az elosztott támogatás és a nagyfokú hibatűrés miatt. Az Erlang lehetővé teszi több ezer vagy akár több millió egyidejű folyamat létrehozását minimális számítási többletköltséggel. Az 1. ábrán szemléltettük a neurális hálózatban az utakat, amelyeket üzenetküldéssel valósítottunk meg. A nyelvben minden folyamat független és üzeneteken keresztül kommunikál egymással, ami lehetővé teszi, hogy a cikkben bemutatott modellt könnyedén megvalósíthassuk a segítségével.

A modell felhasználási területei

Térjünk vissza a vizuális megfigyelés kérdéseire és a modell azon jellemzőihez, amelyek magát az emberi tanulási folyamatot támogatják, valamint a neurális hálózatok működésének megértését a vizuális alrendszer segítségével.



2. ábra A neurális háló VR reprezentációja működés közben

Az implementációt kiegészítettük egy FAST API-alapú rendszerrel és egy Python nyelven készült socket kezelő rendszerrel. Az így készített neuronhálózat neuronjai működés közben az API-n keresztül elérhetővé teszik, azaz megosztják a kliens programokkal a neuronok minden olyan attribútumát, ami ahhoz szükséges, hogy azokat a virtuális térben megmutassuk, vagy kiterjesztett valóságot használó eszközökön kezeljük őket (ahogy az a 2. ábrán is látható). A socket kezelő alrendszer segítségével folyamatosan lehetőségünk van a hálózatban végbemenő változásokat követni. A rendszerhez készült kliens alkalmazások valós időben mutatják meg az éppen futó neurális hálózatokat a virtuális térben, legyen az egy VR-sisak, vagy egy mobiltelefonon futó kiterjesztett valóságot használó program.

Konklúzió

A bemutatott neurális hálózati modell segítségével tehát olyan rendszereket lehet tervezni, amelyek megközelítik a természetben előforduló rendszerek viselkedését. Így olyan tanulási módszereket is megvizsgálhatunk, amelyek kiegészítik vagy kiterjesztik a gépi tanulást. Modelllezhetjük azokat a tanulási módszereket, amelyeket az emberek és állatok tanítására használnak. A szerzett tapasztalatokat felhasználhatjuk arra, hogy a gépi tanulást hatékonyabbá vagy gyorsabbá tegyük. A folyamat ezen részének megértése érdekében olyan tanulási módszereket vizsgáltunk, mint a perceptuális tanulás [13], az immerzív tanulási módszerek [13], az AI-támogatott tanulás és a megerősítéses tanulás egyes formái emberi alanyok segítségével és kérdőívekkel kiegészítve. A kutatás ezen részének elvégzéséhez kutatókat vontunk be, akik a terület szakértői. A kapott eredményeket szeretnénk beépíteni a bemutatott modell tanítási folyamataiba, és felhasználni annak továbbfejlesztésére. Jelenleg megfigyeléseket végzünk, és dokumentáljuk a tapasztalatainkat, amelyeket jelen tanulmány folytatásában közlünk.

Irodalomjegyzék

- [1] W. Wu *et al.*, „A Comprehensive Survey on Graph Neural Networks,” *arXiv preprint*, arXiv:1901.00596, 2020. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1901.00596>
- [2] J. Zhou *et al.*, „Graph Neural Networks: A Review of Methods and Applications,” *arXiv preprint*, arXiv:1812.08434, 2018. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1812.08434>
- [3] Lenail and S. Bhatia, *Erlang-Shen*. [Online]. Available: <https://github.com/alexlenail/Erlang-Shen>
- [4] Perroquet, *ERLANN*. [Online]. Available: <https://perroquet.github.io/erlann>
- [5] Z. Ying, D. Bourgeois, J. You, M. Zitnik and J. Leskovec, “GNNExplainer: Generating Explanations for Graph Neural Networks,” in *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, vol. 32, 2019. [Online]. Available: <https://cs.stanford.edu/people/jure/pubs/gnnexplainer-neurips19.pdf>
- [6] M. R. Izadi, Y. Fang, R. Stevenson, és L. Lin, “Optimization of Graph Neural Networks with Natural Gradient Descent,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Big Data (BigData)*, pp. 171–179, Dec. 2020, doi: 10.1109/BigData50022.2020.9378063.
- [7] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, és R. J. Williams, „Learning representations by back-propagating errors,” *Nature*, vol. 323, pp. 533–536, 1986.
- [8] A. Géron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*, 2nd ed., Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2019.
- [9] S. R. Dubey, S. K. Singh és B. B. Chaudhuri, “Activation Functions in Deep Learning: A Comprehensive Survey and Benchmark,” *arXiv preprint arXiv:2109.14545*, 2021. https://arxiv.org/abs/2109.14545?utm_source=chatgpt.com
- [10] M. Maartz, “A Feed-Forward Neural Network in Erlang/OTP,” *GitHub repository*, 2024. [Online]. Available: GitHub – Maartz/NN: A Feed Forward Neural Network in Erlang. <https://www.offerzen.com/blog/my-case-for-erlang-connecting-human-reality-and-computer>
- [11] S. Haykin, *Neural Networks and Learning Machines*, 3rd ed., Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2009.
- [12] R. Kiraly, S. Kiraly, and M. Palotai, „Investigating the usability of a new framework for creating, working and teaching artificial neural networks using augmented reality (AR) and virtual reality (VR) tools,” *Education and Information Technologies*, vol. 29, pp. 13085–13104, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12349-5>
- [13] V. Meher and S. Meher, „Immersive Learning Environments in Education: Application, Effect and Challenges,” *Asian Journal of Education and Social Studies*, vol. 50, no. 4, pp. 150–161, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.9734/ajess/2024/v50i41314>

SQL PROGRAMOZÁSI FELMÉRŐK FEJLESZTÉSE OKTATÁSI JÁTÉKOKKAL: EGY GAMIFIKÁLT MEGKÖZELÍTÉS

Király Sándor, Balla Tamás, Király Roland

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Informatikai Kar

kiraly.sandor@uni-eszterhazy.hu

balla.tamas@uni-eszterhazy.hu

kiraly.roland@uni-eszterhazy.hu

Absztrakt

Az oktatási játékok széles körű érdeklődést váltottak ki a tanárok és kutatók körében különböző tudományterületeken, mivel képesek bevonni a diákokat, elősegíteni az aktív részvételt és javítani a tanulási eredményeket. Míg a programozás gyakran az algoritmikus gondolkodást helyezi előtérbe, a Strukturált Lekérdező Nyelv (SQL) egy eltérő, deklaratív megközelítést igényel. Ennek támogatására egy SQL tanulási weboldalt fejlesztettünk ki, amely hat oktatási játékot tartalmaz. Weboldalunk átfogó tananyagot kínál azoknak a hallgatóknak, akik szeretnék elsajátítani az SQL különböző utasításait, beleértve a SELECT, UPDATE, DELETE és egyéb parancsokat. Ez a tanulmány azt vizsgálja, hogy ezek a játékok milyen hatást gyakorolnak a hallgatók teljesítményére egy gamifikált online oktatási platform programozási értékeléseiben. A kutatásban összesen 251, 19 és 24 év közötti egyetemi hallgató vett részt. A hallgatók négy zárthelyi dolgozatot írtak. Az első kettő során jelentősen jobban teljesítettek a játékokban, mint a hagyományos környezetben végzett negyedik dolgozatban. Érdekes módon a harmadik dolgozatok eredményei nagyban hasonlítottak a negyedik dolgozat eredményeihez. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy az oktatási játékok nemcsak hatékony előkészítő eszközként alkalmazhatók az SQL zárthelyi dolgozatokban, hanem alternatív módszerként is szolgálhatnak azok elvégzésére.

Kulcsszavak: SQL-programozás, oktatási játékok, játékosítás, programozási felmérők

Abstract

Enhancing SQL Programming Assessments Through Educational Games: A Gamified Approach

Educational games have gained widespread interest among teachers and researchers across various fields due to their capacity to engage students, foster active participation, and improve learning outcomes. While programming often emphasizes algorithmic thinking, Structured Query Language (SQL) requires a distinct, declarative approach. To address this, we developed an SQL learning website featuring six educational games. Our website

offers comprehensive learning materials for students wishing to acquire proficiency in various SQL statements, including SELECT, UPDATE, DELETE and more. This study examines the impact of these games on students' performance in programming assessments within a gamified online teaching platform. A total of 251 undergraduate students, aged 19 to 24, participated in the research. The students completed four assessments. They performed significantly better in the games during the first two assessments compared to the traditional setting of the fourth test. Interestingly, the results of the third assessment closely mirrored those of the fourth. These findings suggest that educational games can be effectively utilized not only as preparation tools for SQL assessments but also as an alternative method for conducting them.

Keywords: SQL programming, educational games, programming assessments

1. Bevezetés

Az SQL (Structured Query Language) egy széles körben használt nyelv a relációs adatbázisok elérésére és kezelésére. A szoftverfejlesztők számára az SQL ismerete ugyanolyan kritikus, mint a magas szintű programozási nyelvekben való jártasság. Az SQL elsajátítása azonban időigényes és kihívásokkal teli folyamat lehet a hallgatók számára, ami gyakran frusztrációhoz és motivációvesztéshez vezethet. Ez pedig negatívan befolyásolhatja jövőbeli karrierlehetőségeiket.

Ebben az összefüggésben a komoly játékok (serious games) – különösen az oktatási célú játékok – értékes eszközként jelentek meg az oktatási folyamatban. A játékok oktatásba való beépítése bizonyítottan növeli a diákok motivációját [2], elkötelezettségét és tanulmányi eredményeit. Az oktatási játékok különösen előnyösek a programozás oktatásában, amely kognitívan megterhelő tantárgyként jelentős kihívásokat jelent a tanulók számára. Potenciáljuk ellenére – amint arra Silva és Silveira [5] rámutat – viszonylag kevés tanulmány készült a programozás oktatására szánt oktatási játékokról.

A jelen cikkben ismertetett kutatás célja, hogy hozzájáruljon a témában fellelhető korlátozott számú irodalomhoz, és megvizsgálja az oktatási játékok alkalmazásának eredményeit egy online SQL-oktatóportál keretében, amely az adatbázis-tervezés és az SQL-programozás elsajátítását támogatja. A tanulmányban feltett kutatási kérdések a következők:

(RQ₁) Hogyan módosíthatók az oktatási játékok, hogy alkalmasak legyenek SQL-értékelésre?
(RQ₂) Hatékonyan használhatók-e az SW/HP SQL Games az SQL-értékelések összefüggésében?

2. Irodalmi előzmények

2.1. Meglévő eszközök az SQL programozás tanításához és tanulásához

Az SQL-programozás oktatásának kihívásaira válaszul a kutatók az 1990-es évek végén és a 2000-es évek elején különféle eszközöket fejlesztettek ki az SQL-szintaxis hatékony tanításának elősegítésére. Egy figyelemre méltó példa az SQLTutor, amely elemzi a lekérdezések tartalmát, és visszajelzést ad a logikai problémákról [4]. Egy másik rendszer, az eSQL, az SQL-problémák megoldásához szükséges lépésről lépésre haladó folyamatokra összpontosít, vizuális segédeszközökkel illusztrálva a végrehajtási sorrendet. A Learn-SQL egy online eszköz, amely automatikusan ellenőrzi a felhasználók megoldásainak logikai helyességét, így értékes forrást jelent az online SQL-tanuláshoz. Al-Shuaily és Renaud [1] az SQL-minták alkalmazását támogatták, míg Mitrovic egy tudásalapú oktatási rendszert fejlesztett ki az SQL tanítására.

2.2. Játék alapú és gamifikált SQL-tanulás

A játék alapú tanulás esetében maga a játék jelenti a tanulási élményt, míg a gamifikáció során játékos elemeket adnak a hagyományos oktatáshoz. A fő különbség az, hogy a gamifikáció játékmecanizmusokat alkalmaz a hagyományos e-learning elköteleződésének fokozására, míg a komoly játékok teljes értékű játékok, amelyek nem csupán szórakoztatóak, hanem oktatási értéket is hordoznak. A gamifikáció játékos elemek hozzáadását jelenti egy oktatási kurzushoz, míg a komoly játékok célja az oktatási tartalom beépítése a játékba.

Ugyanakkor, amint arra Langlands és Trujillo [3], valamint Trujillo és García-Mireles [7] rámutattak, kevés kutatás foglalkozik kifejezetten az SQL játékokon keresztüli tanulásával. Soflano et al. [6] az adaptív játék alapú tanulás SQL-oktatásban való alkalmazását vizsgálták, amely a tanulók egyéni tanulási stílusaihoz igazodik. Eredményeik azt mutatták, hogy a játékok jobb tanulási eredményekhez vezettek, mint a hagyományos papíralapú módszerek.

Az irodalom áttekintése alapján nem található nyilvánosan elérhető oktatási portál, amely kifejezetten fiatalabb diákok számára tanítaná az SQL-t. Ennek a hiánynak az orvoslására a szerzők egy olyan portált fejlesztettek ki, amely átfogó tananyagot kínál azoknak a diákoknak, akik szeretnék elsajátítani az SQL különböző utasításait, beleértve a SELECT, UPDATE, DELETE és egyéb parancsokat. Ebben a tanulmányban a fejlesztett játékok közül háromnak a programozási értékelésekben való alkalmazását vizsgáljuk.

3. Módszerek

3.1. A kutatás kontextusa – a portál

Az sqlsuli.hu weboldal lehetőséget biztosít a diákok számára különféle SQL-utasítások elsajátítására, beleértve a SELECT, UPDATE és DELETE utasításokat, különös hangsúlyt fektetve a SELECT utasításra.

A rendszer a kurzusokat fejezetekbe szervezi, amelyek a tartalomkezelés strukturális egységeiként szolgálnak. Minden fejezet több leckét tartalmaz, amelyek egy-egy tanítási egységet képviselnek, és egy képernyőn jelennek meg a diákok számára. A leckeiket három típusba sorolja a rendszer:

- Önálló tananyag (feladat nélkül),
- Önálló feladat (tananyag nélkül),
- Tananyag feladatokkal együtt.

A rendszerben a diákok egy kijelölt szövegmezőbe írják be SQL-megoldásaikat, majd feltöltik azokat értékelésre.

A rendszer naplózza az összes felhasználói tevékenységet, így lehetőség van elemezni, hogy egy adott feladat megoldásához hány próbálkozásra volt szükség, és milyen típusú hibákat követtek el a diákok a megoldás során.

3.2. A kutatás kontextusa – Az oktatási játékok

Portálunkhoz összesen hat oktatási célú komoly játékot (serious game) fejlesztettünk ki, amelyek a Harry Potter és Star Wars témájú adatbázisokra épülnek. Ezek a játékok (SW SQL Game Episode I–III, HP SQL Game Episode I–III) kifejezetten oktatási szimulációs játékok, melyek interaktív és elmélyült tanulási élményt nyújtanak. A játékok során a diákoknak SELECT utasításokat kell megfogalmazniuk a feladatléírás alapján, miközben láthatják azokat a táblákat is, amelyekből az adatokat ki kell válogatniuk. Minden epizód 10 feladatot tartalmaz, és minden sikeresen megoldott feladat után a program felfed egy részt a letakart képből (lásd 1. ábra). A játék végén az utolsó kérdés mindig az: „Ki vagy mi látható a képen?”



1. ábra. Képernyőmentés a SW SQL Game Episode I játékról

Az első játékban a diákoknak egyszerű SELECT utasításokat kell írniuk, nem szükséges még az adatcsopontosítás ismerete. A második játékban viszont már elvárt a GROUP BY és HAVING záradékok használata. Ezekben a játékokban a SELECT utasítás kulcsszavai megjelennek a képernyőn. A harmadik játékban a diákoknak már JOIN műveleteket és beágyazott lekérdezéseket kell használniuk, azonban ebben az epizódban nem jelennek meg előre a SELECT utasítás kulcsszavai.

Bár ezek a játékok eredetileg önálló értékelésre készültek, később úgy módosítottuk őket, hogy integrálhatók legyenek a portál értékelési rendszerébe. Integrált formában a portál értékelő funkcióit használják.

3.3. A kutatás kontextusa – A vizsgálat menete

A Star Wars és Harry Potter SQL-játékokat kombináltuk, így az eredeti hat játék helyett három epizódból álló sorozat készült. A megoldások beküldése után a diákok nem kaptak visszajelzést, és a játékból hiányzott a „Ki van a képen?” kérdés. A beadott megoldásokat a rendszer automatikusan pontozta. A tanulók négy felmérésben vettek részt. Az első három értékelés során a játékok segítségével dolgoztak, és ezekre egyenként egy óra állt rendelkezésükre. A negyedik értékelés két részből állt. Az első részben a diákoknak SELECT utasításokat kellett használniuk feladatok megoldására (1 óra alatt), A második részben pedig DML- és DDL-utasításokat kértünk számon (30 perc alatt). A programozási környezetet tekintve a diákoknak az Oracle SQL Server és az SQL Developer szoftvereket kellett használniuk.

3.4. A kutatás kontextusa – a résztvevők

A vizsgálat a második félévben, az Informatikai Karon meghirdetett „Adatbázis-rendszerek I.” kurzus keretében valósult meg. A tantárgyat kifejezetten a 2023/2024-es és a 2024/2025-ös tanév tavaszi félévében kínálták a hallgatók számára.

Összesen 251 hallgató (140 és 111 fő a két tanévben) vett részt a bevezető szintű Adatbázis-rendszerek kurzuson, és teljesítette a négy értékelési feladatot. A résztvevők közül 105 hallgató (72%) férfi, míg 35 fő (28%) nő volt.

A kutatás elsődleges adatforrása a hallgatók teljesítménye volt a négy beadandó feladatban. A beküldött megoldásokat a portál automatikusan elmentette, így lehetőség nyílt az utólagos elemzésre. Az 1–4. értékelés (zárthelyi dolgozat) eredményeit százalékos formában rögzítettük (lásd az 1. táblázatot).

4. Eredmények

A 251 hallgatóból 92-en sikeresen teljesítették az első oktatójátékot, míg a második játékot 70-en. A harmadik játékban mindössze 45 hallgató ért el maximális pontszámot. Az 1. táblázat részletesen bemutatja az egyes értékelésekhez kapcsolódó feladatokat, amelyeket a hallgatók a félév során teljesítettek. Összességében a hallgatók minden játékban jobban teljesítettek, mint a negyedik értékelés során.

	1. felmérő	2. felmérő	3. felmérő	4. felmérő	
	SW/HP SQL játékok			1. rész	2. rész
Tartalom	SELECT utasítás	SELECT utasítás + GROUP BY és HAVING	SELECT GROUP BY HAVING + JOINS és allekérdezések	SELECT utasítás	DDL, DML utasítások
Environment submissions	SW/HP SQL játékok az LMS-ben	SW/HP SQL játékok az LMS-ben	SW/HP SQL játékok az LMS-ben	SQL Developer + Oracle SQL Server	SQL Developer + Oracle SQL Server
Hibátlan	92	70	45	0	12
A hallgatók teljesítménye	86,12%	73,21%	66,75%	55,25%	72%
Átlag	86,12%	73,21%	66,75%	55,25%	72%
Std. szórás	0,12	0,11	0,12	0,15	0,13
Median	82%	69%	63%	54%	70%

	1. felmérő	2. felmérő	3. felmérő	4. felmérő	
	SW/HP SQL játékok			1. rész	2. rész
Minimum	61%	59%	46%	38%	49%
Maximum	100%	100%	100%	98%	100%
50% alatt teljesítő diákok száma	0	0	1	31	1

1. táblázat. Az felmérések eredményei

5. Összegzés

Kutatásunk célja tehát az volt, hogy feltárjuk, milyen hatékonysággal alkalmazhatók a portálunkra fejlesztett oktatójátékok valós környezetben, azaz egy kötelező egyetemi „Adatbázis-rendszerek I.” tantárgy keretében, azok módosított változatával. A játékokat HTML5 és JavaScript felhasználásával fejlesztettük, és eredetileg saját értékelőrendszerrel rendelkeztek, amely nem tudta elmenteni a megoldásokat. Ennek érdekében a játékokat módosítottuk, hogy illeszkedjenek a webes portálunk értékelőrendszeréhez. Az összehasonlíthatóság érdekében eltávolítottuk az azonnali visszajelzést, és időkorlátot állítottunk be a megoldásokra. A hallgatók egy órát kaptak 20 feladat megoldására (RQ1). A hallgatók szignifikánsan jobban teljesítettek a portálon elérhető játékokban.

Eredményeink megerősítik, hogy az oktatójátékok nemcsak az SQL-értékelésekre való felkészítésben, hanem magukban az értékelésekben is hatékonyan alkalmazhatók. Ezért a második kutatási kérdésünkre igennel válaszolhatunk: alkalmazhatók-e hatékonyan az SW/HP SQL játékok az SQL-értékelések során (RQ2).

6. Következtetések és jövőbeli tervek

A kutatás célja annak vizsgálata volt, hogy a portálra fejlesztett oktatójátékok módosításukat követően, hogyan teljesítenek valós oktatási környezetben, különösen egy kötelező „Adatbázis-rendszerek I.” egyetemi kurzus keretében. A hallgatók jelentősen jobb eredményeket értek el a módosított játékokban az első két értékelés során, mint a hagyományos környezetben lezajlott negyedik teszten. Ez arra enged következtetni, hogy az oktatójátékok nemcsak az SQL-értékelésekre való felkészülést segíthetik, hanem maguknak az értékeléseknek a lebonyolításában is hatékony eszközök lehetnek.

A jövőben célunk a hallgatók véleményének összegyűjtése a játékokról. Kíváncsiak vagyunk arra, hogy hogyan értékelik a játékelményt és a rövid távú tanulási eredményeket az oktatójátékokban.

Irodalomjegyzék

- [1] Al-Shuaily, H., Renaud, K., SQL Patterns-A new approach for teaching SQL, Proceedings of the 8th International Workshop on Teaching, Learning and Assessment of Databases, 29–40, 2010. Available online: <https://rke.abertay.ac.uk/ws/files/9116027/TLAD2010Proceedings.pdf>. A letöltés időpontja: 2024. június 1.
- [2] Connolly, T.M., Boyle, E.A., MacArthur, E., Hainey, T., Boyle, J.M. (2012) A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. Comput. Educ. 2012, 59, 661–686. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- [3] Langlands, E., Morales-Trujillo, M. (2023). Learning from Errors: An Empirical Study on the Impact of Gamification on SQL Query Formulation. Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1 June 2023. Pages 341–347. <https://doi.org/10.1145/3587102.3588821>
- [4] Nadeem, M., Oroszlanyova, M., & Farag, W. (2023). Effect of digital game-based learning on student engagement and motivation. Computers, 12(9), 177. <https://doi.org/10.3390/computers12090177>
- [5] Silva, J.; Silveira, I. (2020). A Systematic Review on Open Educational Games for Programming Learning and Teaching. Int. J. Emerg. Technol. Learn. (IJET) 2020, 15, 156–172. <http://doi.org/10.3991/ijet.v15i09.12437>
- [6] Soflano, M.; Connolly, T.M. and Hainey, T. (2015). An application of adaptive games-based learning based on learning style to teach SQL. Comput. Educ. 2015, 86, 192–211. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.015>
- [7] Trujillo, M.E.M., and Garcéa-Mireles, G.A. (2020). Gamification and SQL: An Empirical Study on Student Performance in a Database Course. ACM Transactions on Computing Education 21(1):1–29. <https://doi.org/10.1145/3427597>

HOGYAN CSÖKKENTHETJÜK AZ INFORMATIKUSOK ÉS A JOGÁSZOK KÖZÖTTI KOMMUNIKÁCIÓS PROBLÉMÁKAT AZ MI ALKALMAZÁSA SORÁN AZ OKTATÁSI SZÉKTORBAN?

Albert Ágota

dralbertagota@gdprszakszeruen.hu

Karinthy Frigyes Gimnázium

*„A fekete lyukak ott keletkeznek, ahol az informatikusok és a jogászok beszélgetni kezdenek”
(meg nem nevezett jogász)*

Absztrakt

A mesterséges intelligencia (MI) fejlődése új típusú együttműködést követel meg az informatikusok és a jogászok között – különösen az oktatás területén. A technológiai és jogi megközelítések azonban gyakran ütköznek, ami veszélyeztetheti a projektek jogszerűségét, etikai megfelelését és társadalmi elfogadottságát.

A tanulmány azt vizsgálja, hogyan segíthetik elő a már rendelkezésre álló eszközök – például az adatvédelmi és alapvető jogi hatásvizsgálatok, a kiberbiztonsági felkészülés, a belső szabályozás és a célzott oktatás – a két szakma közötti hatékonyabb együttműködést. A cél olyan MI-megoldások megvalósítása, amelyek nemcsak technikailag, hanem jogilag és emberileg is helytállnak.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, informatikusok és jogászok, oktatási szektor, adatvédelem, GDPR, MI jogszabály (AI Act), adatvédelmi hatásvizsgálat, alapvető jogi hatásvizsgálat, kiberbiztonság, megfelelés

Abstract

How Can We Reduce Communication Problems Between IT Professionals and Lawyers in the Application of AI in the Education Sector?

*“Black holes emerge where computer scientists and lawyers start talking to each other.”
(Unnamed lawyer)*

The development of artificial intelligence (AI) demands a new kind of collaboration between IT professionals and legal experts—especially in the field of education. However, technological and legal perspectives often come into conflict, jeopardizing the legal soundness, ethical integrity, and public acceptance of AI projects.

This paper explores how existing tools—such as data protection and fundamental rights impact assessments, cybersecurity preparedness, internal policies, and targeted training—can support more effective cooperation between the two professions. The ultimate goal is to develop AI solutions that are not only technically sound, but also legally and ethically robust.

Keywords: artificial intelligence, IT professionals and lawyers, education sector, data protection, GDPR, AI Act, data protection impact assessment, fundamental rights impact assessment, cybersecurity, compliance

Mit okozhat a kommunikációs szakadék?

Egyre több oktatási, könyvtári vagy muzeális projektben jelenik meg az MI, legyen az vizsgáztatórendszer, tanulási útvonal-ajánló, vagy automatizált tartalomkereső. Azonban ezek a rendszerek nem technológiai buborékban léteznek, ugyanúgy vonatkoznak rájuk az adatvédelemmel, vagy éppen az alapvető jogokkal kapcsolatos jogszabályok, mint bármely más hagyományos IT projektre. Az MI projektek új kihívásokat támasztanak és a megvalósítás során gyakran tapasztalható információs szakadék az informatikusok és jogászok között, ez pedig eredményezheti a projekt kudarcát, jelentős pénzügyi veszteséget vagy akár komoly reputációs kárt is.

Számos olyan esetet ismerünk, amikor egy már működő MI-rendszer nem felelt meg a követelményeknek és az illetékes adatvédelmi hatóság szankcionálta is azt. Egy olasz egyetem¹ például MI-alapú vizsgarendszert vezetett be, amely jelentősen sértette az adatvédelmi szabályokat, de az a múzeumi projekt² sem bizonyult sikeresnek, amelyben biometrikus adatok³ gyűjtésével figyelték meg a látogatók reakcióit, azaz azt, hogy mit éreztek-gondoltak egy adott műalkotással kapcsolatban. A közös a két projektben, hogy

1 Ordinanza ingiunzione nei confronti di Università Commerciale “Luigi Bocconi” di Milano – 16 settembre 2021 [9703988]. Garante per la protezione dei dati personali

2 Provvedimento del 13 aprile 2023 [9896808]. Garante per la protezione dei dati personali

3 „biometrikus adat”: egy természetes személy testi, fiziológiai vagy viselkedési jellemzőire vonatkozó minden olyan sajátos technikai eljárásokkal nyert személyes adat, amely lehetővé teszi vagy megerősíti a természetes személy egyedi azonosítását, ilyen például az arckép vagy a daktiloszkópiai adat [GDPR 4. cikk 14. pont]

- nem végeztek megfelelő, a GDPR 35. cikke szerinti adatvédelmi hatásvizsgálatot⁴,
- a diákok/múzeum látogatók nem kaptak megfelelő tájékoztatást az adataik kezelése tekintetében,
- szükségtelen, illetve aránytalan adatgyűjtés történt, köztük a személyes adatok különleges kategóriájába tartozó (biometrikus) adatok gyűjtése.

Mindkét eset megelőzhető lett volna, ha a projektben résztvevő szakterületek képviselői – ideértve különösen az informatikusokat és a jogászokat – adatvédelmi hatásvizsgálat kerekében átgondolják, milyen adatokat szeretnének gyűjteni és felhasználni, és ehhez milyen jogi kereteket kell szükségszerűen figyelembe venni.

Miért olyan gyakori ez a kommunikációs probléma? Képzeljük el azt a helyzetet, ahogy egy informatikus és egy jogász beszélget.

Az informatikus panaszkodik a jogásznak: „Nagyon nehéz informatikusként dolgozni, állandó a nyomás, minden működjön tökéletesen, és még a felhasználók is elégedettek legyenek.”

Mire a jogász: „Jogászként én is hasonló cipőben járok, meg kell felelnem a jogszabályoknak és a kockázatokat is minimalizálnom kell.”

Mire az informatikus: „Talán össze kellene fognunk és megalkotnunk egy „Code of Law”-t, hogy könnyebben tudjunk együtt dolgozni.”

Mire a jogász: „Akkor először határozzuk meg, hogy a „Code” szó melyik jogi kategóriába tartozik.”

Ez a létező sztereotípiákon alapuló párbeszéd rávilágít arra az alapproblémára, amely az eltérő definíció-használatból ered. Olyan kérdések okozhatnak félreértést, mint például:

- Mi az az elektronikus információs rendszer? [A jogász szerint az, amit a jogszabály annak minősít.]
- Mi az a „nagy mennyiségű” adat? [A jogász szerint ez jogszabályban meghatározott kockázati szint.]
- Mit jelent az összeférhetetlenség jogi és kiberbiztonsági szempontból?
- Ki dönti el, hogy mi az MI? [A jogász szerint az MI az, amit a jogszabály annak minősít⁵ függetlenül attól, mi a véleménye az adott rendszerről egy IT szakembernek.]

4 data protect impact assessment; DPIA

5 AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2024. június 13-i (EU) 2024/1689 RENDELETE a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok megállapításáról, valamint a 300/2008/EK, a 167/2013/EU, a 168/2013/EU, az (EU) 2018/858, az (EU) 2018/1139 és az (EU) 2019/2144 rendelet, továbbá a 2014/90/EU, az (EU) 2016/797 és az (EU) 2020/1828 irányelv módosításáról (a mesterséges intelligenciáról szóló rendelet, továbbiakban AI Act).

Az eltérő szaknyelvek használata óhatatlanul kommunikációs problémákhoz vezet, az MI-projektekben pedig alapvető cél az ebből adódó kockázatok minimalizálása.

Hogyan építhető híd a kommunikációs szakadék felett?

A problémát egy svéd gyermekvers⁶ fogalmazza meg:

*A felnőttek
furcsák néha.*

*Azt hiszik, elég összetereelni
két „alkalmas korú” gyereket,
és a két gyerek
automatikusan jó haver lesz.*

*Szeretném összetereelni
papát találomra egy „alkalmas korú” bácsival
és megnézni, összehaverkodnak-e (...)*

Az MI-projektek sikerességének követelménye a nyitottság és a tolerancia, és a közös cél érdekében le kell számolni az olyan sztereotípiákkal, mint például az informatikusok „kockák”, a jogászok meg „karót nyeltek”, a közös pedig az bennük, hogy „földi halandó nem érti meg, hogy miről beszélnek”. Az esetek többségében a projekt résztvevői nem választhatják meg, hogy kivel kell együtt dolgozniuk, éppen ezért időt és esélyt kell adniuk arra, hogy megismerkedjenek egymással.

Mely területeken fontos az informatikusok és a jogászok együttműködése?

Az MI-projektekben számos olyan részterület van, ahol elengedhetetlen az informatikusok és a jogászok közös munkája, például a megmagyarázhatóság, az átláthatóság, valamint a hibák azonosítása.

A **megmagyarázhatóság** esetében az informatikus a technikai részletekre helyezi a hangsúlyt és algoritmusokban és adatokban gondolkodik, míg a jogásznak az a feladata, hogy érthetően megmagyarázza az érintetteknek, hogyan is működik a rendszer, például milyen logika mentén jut arra a döntésre, amire jut, és ez a döntés hogyan érinti az érintettek jogait és szabadságait.

Az **átláthatóság** esetében az informatikusnak meg kell oldania, hogy a felhasználó számára kiderüljön, MI-vel került kapcsolatba (például egy chatbot esetében), illetve a jogász feladata az, hogy a felhasználóknak részletes tájékoztatást biztosítson, mi is történik az adataikkal és a rendszer működése milyen következményekkel jár az ő szempontjukból.

6 Ingrid Sjöstrand: A felnőttek furcsák néha, részlet

A hibák detektálása és kiküszöbölése esetében előfordulhat, hogy míg az informatikus szerint egy adott hiba nem hiba, hiszen a rendszer tökéletesen működik, a jogász szerint a rendszer működése aggályos, mivel diszkrimináció történhet. A hibák (torzítások) világa olyan terület, amelyen az informatikai és jogi szakembereknek mindenképpen együtt kell működniük.

Milyen lehetőségek vannak az együttműködésre?

Számtalan olyan eszköz áll már ma is rendelkezésre, amely rákényszeríti a projekt résztvevőit az ismerkedésre, a definíciók tisztázására, valamint a közös nyelv kialakítására. Ilyen például a kockázatmenedzsment keretében a kockázatértékelés és kockázatkezelés, az adatvédelmi hatásvizsgálat, az alapvető jogi hatásvizsgálat⁷, az érdekmérlegelési tesztek készítése⁸, a kiberbiztonsági audit⁹, valamint belső szabályzatok és eljárásrendek alkotása (folyamatok leírása, kritikus pontok meghatározása stb.), az oktatás (workshop, közös esetmegoldások, tanulságok keresése stb.) és a támogató keretrendszerek, pl. MI-fejlesztési etikai kódexek, compliance struktúrák.

A közös nyelv kialakítása az alapvető jogi-, illetve adatvédelmi hatásvizsgálat során

Az MI-projektek esetében a hatásvizsgálatokat célszerű úgy kezelni, mint hidakat, amelyek az álláspontok okozta szakadék felett ívelhetnek át.

Az alapvető jogi hatásvizsgálat¹⁰ olyan hatásvizsgálati keretrendszer, amely segít felismerni azokat a kontextusokat és alkalmazásokat, ahol egy MI-rendszer súlyos kockázatot jelenthet az emberi jogokra, a demokratikus működésre vagy a jogállamiságra. Például, ha egy intézmény MI-megoldást vezet be az oktatásban, a kérdés nem csak az, hogy működik-e a rendszer, hanem az is, hogy az érinti-e az egyenlő hozzáférést, hozhat-e hátrányba bizonyos csoportokat, illetve átlátható-e a rendszer működése. A hatásvizsgálat a folyamatos párbeszédet biztosítva vezeti végig a projekt résztvevőit az érintettek azonosításán, a kockázatok feltárásán, valamint ezen kockázatokat mérséklő intézkedések kidolgozásán úgy, hogy a dokumentálás is átlátható legyen (1. táblázat).

7 AI Act 27. cikk

8 GDPR 5. és 6. cikk

9 2024. évi LXIX. tv. Magyarország kiberbiztonságáról

10 például a HUDERIA (Human Rights, Democracy and the Rule of Law Impact Assessment for AI Systems), mely az Európa Tanács és az Alan Turing Intézet közös projektje [CAI(2024)16rev2]

Lépések	Kérdés	Szükséges tudás
1. Érintettek felmérése	Kit érint az MI?	IT + helyismeret
2. Érintett jogok felmérése	Milyen alapjogokat érint a rendszer?	Jogászi értelmezés
3. Kockázatok felmérése, elemzése	Mit okozhat az MI?	Közös elemzés
4. Kockázatok enyhítése	Mit tegyünk a kockázatok csökkentése érdekében?	Közös stratégia
5. Dokumentálás	Ki és hogyan viszi tovább a projektet?	Intézményi gyakorlat

1. táblázat: Alapvető jogi hatásvizsgálat főbb lépései

Kockázatok biometrikus adatok kezelése esetében

Számtalan MI-rendszer kezel biometrikus adatokat, többek között ujjlenyomat¹¹, illetve arcfelismerésre épülő rendszer¹² keretében. Az adatvédelmi hatóságok szankcionálási gyakorlata rámutat arra, hogy az MI-projektek esetében számtalan kockázatot kell kezelni, különös tekintettel a diákok, valamint a tanárok és egyéb munkavállalók jogait és szabadságait érintő kockázatokra (2. táblázat).

Kockázati tényező	Diákokra vonatkozó kockázat	Tanárokra / munkavállalókra vonatkozó kockázat
Jogellenes adatkezelés	Gyermekek adatainak kezelése különösen érzékeny.	Biometrikus adatok csak szigorúan indokolt esetben kezelhetők.
Hozzájárulás érvényessége	Szülői hozzájárulás gyakran formális, nem önkéntes vagy nem történt előzetes tájékoztatás.	Munkaviszonyban nehéz valódi önkéntességet biztosítani – a hozzájárulás gyakran kikényszerített.
Átláthatóság hiánya	A diákok/szülők nem kapnak érthető, részletes tájékoztatást az adatkezelésről.	A munkavállalók nem tudják pontosan, ki, mikor, mire használja a biometrikus adataikat.

¹¹ Procedimiento N°: PS/00131/2020. Agencia Española de Protección de Datos

¹² PS 49/2019. Autoritat Catalana de Protecció de Dades

Kockázati tényező	Diákokra vonatkozó kockázat	Tanárokra / munkavállalókra vonatkozó kockázat
Adatbiztonsági kockázat	Arcfelismeréssel vagy ujjlenyomattal kapcsolatos adatok kiszivárgása súlyos, visszafordíthatatlan kockázat.	A biometrikus adatok nem cserélhetők – ellopásuk esetén a munkavállaló végleg elveszíti a rendelkezését az adatai felett.
Hatásvizsgálat (DPIA) hiánya	Nincs előzetes elemzés a gyerekekre gyakorolt hatásokról, ezért a jogsértés kockázata nő.	Nem történik mérlegelés arról, hogy az adatkezelés szükséges-e és arányban van-e az elérni kívánt célokkal.
Külső szolgáltatóval való megállapodás hiánya	Ha a rendszert „külsős” üzemelteti és nincs szerződés, az intézmény a felelős.	A munkáltató teljes felelősséget visel a rendszerhibákért és jogsértésekért, ha nincs írásos megállapodás.

2. táblázat: Az MI-projektekben a diákok és a tanárok/munkavállalók tekintetében felmerülő főbb kockázatok

A biometrikus adatokat kezelő MI-rendszerek esetében is jól körülhatárolhatóak a feladatkörök és felelősségek (3. táblázat).

Kockázati tényező	Jogász(ok) feladata „Mit kell biztosítani?”	IT szakemberek feladata „Hogyan valósítjuk meg?”
Jogellenes adatkezelés	Meghatározni, van-e jogalap és kivétel (pl. jogszabály, szerződés, jogos érdek stb.), és ez alkalmazható-e biometrikus adatra is.	Csak akkor építeni vagy üzemeltetni rendszert, ha van jogi felhatalmazás és az adatkezelés célhoz kötött.
Hozzájárulás érvényesítése	Biztosítani, hogy a hozzájárulás önkéntes, tájékoztatáson alapuló és bármikor visszavonható legyen.	Olyan rendszer kialakítása, ahol a hozzájárulás hiánya esetén is van alternatív azonosítási lehetőség.
Átláthatóság hiánya	Közérthető tájékoztatót készíteni: mi történik az adatokkal, meddig, miért.	Interfészek, adatfolyamok, rendszerleírások dokumentálása → ellenőrizhető és transzparens legyen az adatkezelés.
Adatbiztonsági kockázat	Elvárni a minimális biztonsági szinteket (pl. titkosítás, jogosultságkezelés, naplózás).	Implementálni a biztonsági funkciókat: titkosítás, naplózás, zárolás, törlés, rendszer-hozzáférések.

Kockázati tényező	Jogász(ok) feladata „Mit kell biztosítani?”	IT szakemberek feladata „Hogyan valósítjuk meg?”
Adatvédelmi hatásvizsgálat hiánya	Koordinálni és dokumentálni az adatvédelmi- és alapvető jogi hatásvizsgálatot, ahol ez kötelező.	Technikai kockázatelemzésben közreműködni: adatfolyamok, sérülékenységek, rendszerek bemeneti pontjai.
Külső szolgáltatóval való megállapodás hiánya	Adatfeldolgozói megállapodás készítése és ellenőrzése [GDPR 28. cikk].	Ellenőrizni: ki, mikor, mihez fér hozzá. Tesztelni a szolgáltató rendszerét. Kizárólag a szerződésnek megfelelően üzemeltetni.

3. táblázat: A jogászok és az IT-szakemberek feladatai az MI használatából adódó főbb kockázatok kezelése során

A kockázatok feltárása a nagy nyelvi modellekben

Az Európai Adatvédelmi Testület (EDPB) kiadványa¹³ alapvető útmutatóként szolgálhat a nagy nyelvi modellekkel kapcsolatos adatvédelmi kockázatok felméréséhez az oktatással kapcsolatos MI-projektek esetében is (4. táblázat).

Problémák	Mit jelent az oktatásban?
Átláthatatlanság	Nem tudjuk, mit tanácsol a modell pontosan a hallgatónak
Adatszivárgás	Visszakövethető lehet az intézmény vagy a felhasználó
Tévedés, torzítás	Jogtalan elutasítás vagy hibás ajánlás
Nincs pontos adatkezelő	Ki a felelős a hallgató panaszáért, kihez fordulhat?

4. táblázat: Az alapvető jogi hatásvizsgálat főbb lépései

A projektek résztvevőinek át kell gondolniuk az adatvédelmi kockázatokat is (5. táblázat).

¹³ Isabel Barberá: AI Privacy Risks & Mitigations - Large Language Models (LLMs) EDPB 2025

Kockázat típusa	Az informatikus szerepe	A jogász szerepe
Torzítás, adat-minőség, hallucináció	Adatforrások kiválasztása, annotálás.	Diszkrimináció elkerülése, jogszerűség (téves információk, téves döntések stb.).
Black box működés	Technikai dokumentáció, naplózás.	Átláthatóság, érintetti jogok biztosítása.
Pre-trained modellek	Validálás, statisztikai követés.	Tudományos érvényesség, felelősség.
Adat-aggregáció	Struktúra és hozzáférés kialakítása.	Adatvédelmi hatásvizsgálat.
Reprodukálhatóság	Tesztelési lehetőség megteremtése.	Jogosultság, elszámoltathatóság.
Profilozás	Implicit módon személyes adatok feldolgozása és abból következtetések levonása.	Rejtett adatkezelés, érintetti jogok sérelme, illetve érvényesíthetetlensége.

5. táblázat: Az informatikusok és a jogászok szerepe az MI-projektek főbb adatvédelmi kockázatainak kezelésében

A kiberbiztonsági audit

A kockázatmenedzsment keretrendszer védelmi intézkedéseinek implementálása szintén olyan feladat, amely igényli a különböző szakterületek együttműködését. A kiberbiztonsági audit követelményrendszere¹⁴ a NIST Special Publication 800-53A Revision 5¹⁵ dokumentumra épül, ezért az MI-rendszerek kockázatelemzésénél célszerű a NIST MI-rendszerekre vonatkozó iránymutatás¹⁶ alkalmazása.

Záró gondolatok

A mesterséges intelligencia fejlesztésében és alkalmazásában nem kerülhetők meg a jogi és technológiai szempontok összehangolásának kihívásai. Az MI-rendszerek akkor lehetnek hosszú távon sikeresek, ha értékalapúak, jogszerűek és társadalmilag elfogadhatók. Ez azonban nem valósulhat meg úgy, ha a projekt egyik szereplője dominálni akarja a másikat.

Az MI-projektek során valódi együttműködésre van szükség: jogászból informatikusokra és informatikusabb jogászokra. Csak így hozhatunk létre hidat a két szakma között – fekete lyuk helyett.

¹⁴ a kiberbiztonsági audit lefolytatásának rendjéről és a kiberbiztonsági audit legmagasabb díjáról szóló 1/2025. (I. 31.) SZTFH rendelet 5. melléklet

¹⁵ NIST SP 800-53A Rev. 5 Assessing Security and Privacy Controls in Information Systems and Organizations

¹⁶ NIST AI Risk Management Framework (AI RMF)

HA A MÁSODIK FAKTOR TOTP, AKKOR MINDEN RENDBEN...

Egy hiedelem vizsgálata

Pfeiffer Szilárd – mailbox@pfeifferszilard.hu

Balsai Péter – balsai.peter@mithrandir.hu

Absztrakt

Tanulmányunkban az Ügyfélkapu+ kétlépcsős azonosításában alkalmazott időalapú egyszer használatos jelszó (TOTP) megoldást vizsgáljuk. Célunk annak bemutatása, hogy még egy egyszerűnek tűnő technológia is hordozhat biztonsági kockázatokat. Ismertetjük a TOTP előállításához szükséges fő paramétereket, valamint az ezekkel szemben támasztható biztonsági és használhatósági követelményeket. Elemzésünk során kitérünk arra is, hogy az Ügyfélkapu+ és a legnépszerűbb kliensalkalmazások mennyiben felelnek meg ezeknek. Rámutatunk, hogy a TOTP jelenléte önmagában nem garantál teljes körű biztonságot, szélsőséges esetekben pedig csupán annak illúzióját kelti.

Kulcsszavak: ügyfélkapu+, mfa, 2fa, otp, hotp, totp, hmac, freeotp

Abstract

If the Second Factor is TOTP, then Everything is Fine...

Testing a belief

In this paper, we examine the use of time-based one-time passwords (TOTP) in the two-factor authentication mechanism of Ügyfélkapu+. Our goal is to demonstrate that even seemingly simple technologies can pose significant security risks. We outline the key parameters required for TOTP generation, as well as the related requirements for security and usability. We also assess how Ügyfélkapu+ and the most popular client applications meet these requirements. Our findings highlight that the presence of TOTP alone does not guarantee comprehensive security and, in extreme cases, may merely create the illusion of it.

Keywords: Ügyfélkapu+, MFA, 2FA, OTP, HOTP, TOTP, HMAC, FreeOTP

1. Bevezetés

Az informatikai biztonság teljes története még egy fél évszázadra sem tekint vissza, mégis legendák lengik körül. Amikor egy hiedelem kellően régóta áll fenn, kellően sokan hisznek benne, és elég nagy súllyal, tekintéllyel, erővel hirdetik, akkor dogmává válik. Egy a dogmák

közül, hogy ha két-, vagy többfaktoros azonosítást (2FA¹ / MFA²) alkalmazunk, az egyszer használatos jelszavak (one-time password, OTP) – amik jellemzően időalapúak (TOTP³) – használata minden körülmények között jobb, mint ha a megoldást nem alkalmazzánk.

Ez azonban nem feltétlenül igaz, mivel a TOTP biztonságát alapvetően határozza meg paramétereinek biztonsága, illetve az OTP-t kezelő kliens szoftver fejlesztése során alkalmazott biztonságtudatosság mértéke. Mindezek vizsgálatára apropóul az Ügyfélkapu szolgáltatás 2FA kiegészítése (Ügyfélkapu+) szolgált. Pontosabban az apropót a második faktor (TOTP) kezelésére használt alkalmazás ([FreeOTP](#)) biztonsági figyelmeztetése⁴ adta[1]. A figyelmeztetést az Ügyfélkapu+ regisztráció során kapott QR-kód⁵ – ami a TOTP-paramétereket tartalmazza – beolvasása során kaptuk. Ennek hatására kezdtünk vizsgálni:

1. A FreeOTP forráskódjának tanulmányozása révén megállapítottuk, hogy több TOTP-paramétertípus nem megfelelő értékei esetén is kaphatunk figyelmeztetést.
2. A QR-kódból a TOTP-paraméterek kinyertük, és előállítottunk hasonló QR-kódokat, amik csak egy-egy paraméterben térnek el az eredetitől, így a hibaüzenet pontos oka megállapíthatóvá vált.

Mielőtt azonban a megállapításokra kitérnénk, tisztáznunk kell, mik a TOTP paraméterei és azok milyen biztonsági jelentőséggel bírnak.

2. Többtényezős hitelesítés

A 2FA / MFA alapvetése, hogy a felhasználónév-jelszó párossal történő azonosítás nem kellően biztonságos, mivel a jelszó megszerzése/kitudódása kompromittálja a felhasználói fiókot. Márpedig a jelszavak többfelől is támadhatóak, akár egyszerre is.

- **Kliens oldalon:** mind az asztali, mind a mobil készülékek biztonsága hagy(hat) kívánnivalót maga után – érheti támadás a jelszavakat, akár tárolás⁶, akár használat⁷ közben. Rossz példa a tárolásra jelszavak szöveges dokumentumban való mentése, vagy egy hasonló célú cetli a monitoron.

1 two-factor authentication (2FA)

2 multi-factor authentication (MFA)

3 one-time password (OTP)

4 ha a TOTP paraméterek kriptográfiai szempontból gyengék

5 quick-response (QR) code

6 data at rest

7 data in use

- **Szerver oldalon:** a tárolás – szélsőséges esetben szöveges formában, vagy gyenge kriptográfiai hasítófüggvénnyel⁸, esetleg só/bors⁹ alkalmazása nélkül kódolva történhet. Ezen túl használat közben (pl.: memória analizáló támadó szoftverek) is jelentkeznek kockázatok. Probléma, hogy az alkalmazott megoldások jóságára nincs befolyásunk és a megvalósítás ellenőrzésére sincs módunk.
- **Az átvitel során:** lehallgatással megszerezhetőek a szöveges formában továbbított jelszavak (ez az általános gyakorlat). Ennek a lehetőségét a csatornatitkosítás – például TLS (korábban SSL) – elterjedése és használata csökkenti.

Végiggondolva nem meglepő, hogy az informatikai biztonság fejlődő gyakorlata, valamilyen más vagy kiegészítő biztonsági lépés bevezetését találta a jelszavak helyett/mellett szükségesnek, melyre számos megoldás született[2]. Ezek egyike lett az OTP.

2.1. Egyszer használatos jelszavak

Egy OTP előállításához szükséges kód viszonylag egyszerű, könnyen implementálható. Kiindulópontja egy titok (kulcs) – amit mind az azonosító-, mind az azonosított fél ismer –, amiből aztán az OTP-t származtatjuk. A származtatás egy kriptográfiai hasítófüggvény-alapú üzenetellenőrző kód¹⁰ (HMAC) segítségével történik, melynek bemenete a titok és egy plusz paraméter, ami a kimenet változékonyságát biztosítja. Az eltérést ez egyes módszerek között ez a plusz paraméter adja.

2.2. Hasítófüggvény és időalapú OTP

A legkézenfekvőbb megoldás egy számláló alkalmazása (HOTP¹¹ – RFC 4226[3]), amit minden használat után megváltoztatunk – pl. növeljük eggyel – így biztosítva az OTP nehéz megjósolhatóságát (tehát nem egyediségét!). A HMAC kimenetét – ami a hash függvénytől függően lehet 160–512 bit (49–155 decimális számjegy) – nem közvetlenül alkalmazzuk. A sok karakter helyes beírásának megkövetelése ugyanis a használatot ellehetetlenítené, ezért a HMAC kimenetének egy dinamikusan csonkolt változatával (32 bit – 10 számjegy) dolgozunk.

A HOTP hátránya, hogy nem csak a titkot kell tárolnunk, hanem a számlálót is, amit a két oldalon szinkronban kell a tartani. Aszinkronitás esetén az azonosítás sikertelen lesz. Kézenfekvő megoldás a tárolás, és az egymással szinkronban tartásának elkerülésére,

⁸ cryptographic hash

⁹ cryptographic salt / pepper

¹⁰ hash-based message authentication code (HMAC)

¹¹ HMAC-based One-Time Password (HOTP)

a számláló helyett az idő alkalmazása (TOTP¹² – RFC 6238[4]). A teljesen azonos idő persze csak illúzió, de ebben a felállásban elég ha kellő tűréssel azonos.

2.3. HOTP-algoritmus paraméterek

Az inicializáció során kapott QR-kódban lévő URI[5] a következő HOTP-algoritmus paramétereket (alapértelmezések félkövéren kiemelve) tartalmazza:

1. **titok (kulcs):** véletlen bitsorozat
 - a. mindkét fél ismeri
 - b. a HMAC egyik bemenete
2. **hasítófüggvény:** a HMAC paramétere (pl.: SHA-1, SHA-256, ...)
3. **időkorlát:** ezen belül az OTP nem változik (pl.: 30, vagy 60 másodperc), biztosítva
 - a. a megadáshoz egy időkeretet
 - b. sebességhatárolás¹³ egy esetleges támadás esetén
4. **számjegyek száma:** a HMAC dinamikusán rövidített változatát 10 – a számjegyek számának (pl.: 6–8) megfelelő – hatványával maradékosan osztjuk

3. Biztonsági problémák

3.1. Titok

Két jelentőséggel bíró ismérve van:

1. **Hossz:** ami meghatározó egy nyers erővel történő támadás esetén. Ha a támadónak sikerül megszereznie néhány TOTP-értéket a hozzájuk tartozó idővel együtt, akkor kisebb méretű titok esetében lehetőség nyílna a titok minden értékének végigpróbálására. Mivel a HMAC számolása nem igazán erőforrás-igényes, illetve azt a titok hossza érdemben nem befolyásolja, nincs praktikus ok kisebb kulchosszak alkalmazására, főként hogy a titok méretének egy bittel történő növelése a nyers erővel történő törés teljesítményigényét duplázza.
2. **Minőség:** azaz a megfelelő entrópia. Ma általunk nem ismert olyan támadás, ami lehetővé tenné a TOTP feltörését 80 bit méretű kulcs esetén, de a klasszikus mérnöki szakmákban megszokott túlbiztosítás itt is indokolt. A mérnökök az anyaghibák (és használati előírások be nem tartása), az informatikusok az entrópia csökkenését okozó hibák miatt kell, hogy túlméretezzenek. Adott esetben a kulcs hossza ugyan megfelel az elvárásoknak (pl.: >128 bit), de az entrópia csökkenése

¹² Time-based One-Time Password (TOTP)

¹³ rate-limiting

(pl.: hibás véletlenszám-generátor) miatt annak tényleges biztonsága¹⁴ a vártnál/kívántnál kisebb lehet. A környezet változása – mint a processzorok sebességének folyamatonövekedése, hatékonyabb algoritmusok, vagy technológiák megjelenése – szintén jelent kockázatot.

Fentiek miatt logikus, hogy a vonatkozó RFC már 2005-ben elvárta (MUST) a 128 bitnyi kulcshosszt, és ajánlotta (RECOMMEND) a 160 bites kulcsok alkalmazását¹⁵. Az [NIST SP](#)¹⁶ 800-57 első változata már 2006-ban 80 bitnyi kulcshossz meglétét írta elő¹⁷ 2010 előtti használat esetén, míg 2030-ig 112, utána pedig 128 bitet vár el. Ezen értékek az aktuális kiadásban (Rev. 5[6]) változatlanok. Kulcsok esetén a kulcshossz és a bitben vett biztonság azonos, vagyis az elvárás a minimum 112 bites kulcsok használata. Ha egy szolgáltatást 2030-at követően is terveznek használni (ennek 2022-ben, mikor a közigazgatás számára¹⁸ az Ügyfélkapu+ megvalósították realitásnak kellett lennie), célszerűbb lett volna a 80 bit helyett már induláskor legalább 128, de inkább 160 bites, vagy még hosszabb kulcsokat használni, betartva az ajánlást és elkerülendő a “közeli” nemmegfelelőséget.

3.2. Hasítófüggvény

A TOTP leírása csak az SHA-1 algoritmus használatát taglalja, bár az SHA-2 algoritmus ismertetője már az RFC megjelenése előtt 3 évvel szerepelt egy kiadványban (FIPS 180-2). A HOTP leírása nem csak az SHA-1, de az SHA-2 algoritmusok használatát is engedi (MAY), igaz nem kívánja meg az SHA-2 preferálását az SHA-1 algoritmussal szemben. Ezek fényében nem meglepő, hogy az URI-formátum definiálásakor is az SHA-1 lett az alapértelmezett érték.

Tudható ugyanakkor, hogy az SHA-1 kapcsán 2017-ben napvilágot látott egy támadás (SHattered attack), ami kifejezetten hatékony, emiatt közvetlenül már nem használjuk ezt a kriptográfiai hasítófüggvényt (pl.: digitális aláírás). Ám a mai tudásunk szerint ez nem jelent kockázatot, amennyiben közvetve, a HMAC-algoritmus részeként alkalmazzuk, mivel HMAC nem érzékeny az olyan ütközéses támadásokra, mint a SHattered. Ezzel együtt az NIST vonatkozó dokumentuma (SP 800-131A Rev. 3[7]) 2030-ig elavultnak¹⁹ tekin-

14 security strength

15 A szerzők egyikének tájékoztatása szerint egy sejtés, melyet alaposan nem vizsgáltak, is okozta, hogy a 160 bit lett az ajánlott, mert ez a hossz már annak helyessége esetén is elégségesnek tűnt..

16 Special Publication

17 5.6.2 Defining Appropriate Algorithm Suites

18 egy közigazgatás emberöltőkben (ma már 50-100 évben kell(ene), hogy gondolkozzon).

19 deprecated

ti, ezt követően nem engedélyezi²⁰ az SHA-1 alkalmazását HMAC esetén, tehát 2022-ben egy nehezen magyarázható döntés volt a közigazgatásban a “közeli” tiltás miatt az SHA-1 használata.

3.3. Időkorlát

Ez határozza meg, hogy egy adott TOTP-kód meddig érvényes. Ez idő alatt az érték nem változhat, mivel csak így valósítható meg az ellenőrzés. Ez úgy biztosítható, hogy az TOTP értékének számításakor az aktuális idő²¹ – az időkorlát értékének megfelelő – alsó egész részét használjuk a HMAC bemenetül.

A valóságban a két fél órája egyaránt lehet pontatlan, és a hálózati átvitel ideje sem kalkulálható. Ennek kezelésére az RFC értelmében az ellenőrző fél korábbi és későbbi értékeket is elfogadhat, bár ajánlott (RECOMMEND), hogy az időablak mérete ne legyen nagyobb egynél (az időablak 1 értéke is azt jelenti, hogy 3 db olyan TOTP van, amit az ellenőrzőnek el kell fogadni, ami 2-es időablak esetén már 5 db lenne).

A biztonságot javító előírás az RFC-ben, hogy a sikeres azonosítást után az adott TOTP-érték többször már nem fogadható el²².

3.4. Számjegyek száma

A számjegyek száma nagy mértékben befolyásolja a TOTP támadhatóságát. Ha kisebb a számjegyek száma akkor kevesebb azon variációk száma is, amit egy támadónak ki kell próbálnia egy sikeres támadáshoz. Az időkorlát szintén módosítja a támadó lehetőségeit; az alapértelmezett értékek mellett (6 számjegy, 30 s) például 1 millió variációt kell végigpróbálni, ami ~33 ezer próbálkozást jelent másodpercenként. Ha a szomszédos időablakokban érvényes OTP is elfogadandó az harmadolja az értéket, tehát ~11 ezerszer kell próbálkozni a támadónak másodpercenként.

Belátható, hogy a próbálkozások sebességének korlátozása mindenképpen indokolt az ellenőrző oldalon, és az időkorlát is inkább csökkentendő, míg a számjegyek száma inkább növelendő. A számjegyek számának növelésének van a humán korlátja, mivel az az elgépelek valószínűségét növeli, tehát bizonyos számjegyszám felett egyre több ember számára nehézkesen használható (az ismételt, de inkább a többszöri próbálkozásnak is hasznos elférnie az időablakban).

²⁰ disallowed

²¹ az 1970. 01. 01. 00:00 óta eltelt másodpercek száma

²² Az előadás óta felfedeztük, hogy az Ügyfélkapu+ TOTP-szerű szolgáltatása ezt sem tartja be.

4. Ügyfélkapu+

A rendszer a TOTP beállításakor az alábbi paramétereket tartalmazó QR-kódot mutat fel:

- **Titok:** 80 bit
- **HMAC:** SHA-1
- **Időkorlát:** 30 s
- **Számjegyek száma:** 6

Látható, hogy olyan esetben, ahol a paraméternek van alapértelmezett érték, ott a szolgáltatás azt használja, illetve a titok hossza 80 bit.

Az eddigiek alapján két beállítás lehet problémás.

1. **Titok hossza:** A 80 bites érték nem jelent általunk ismert kihasználható sérülékenységet, de az NIST megfeleléségi szempontból problémás lehet, amennyiben az Ügyfélkapu+-ra az valamilyen okból vonatkozik, illetve sem az RFC ajánlásainak, sem a mérnöki alapvetésként szanált túlméretezésnek nem felel meg.
2. **HMAC:** az NIST-ajánlás, illetve a mérnöki túltervezés kapcsán hasonló a helyzet.

A vizsgálat eddig nem publikált része nem csak a szolgáltatás által ajánlott paraméterekre, de az Android platform legnépszerűbb – valamint a [NISZ saját fejlesztésű](#) – TOTP alkalmazásainak képességeire is kiterjedt. A tanulsága kettős:

1. A legnépszerűbb alkalmazások implementációja is hiányos.
 - a [Google Authenticator](#) nem támogatja az alapértelmezettől való eltérést az időkorlátnál, a [Microsoft Authenticator](#) pedig egyik paraméter esetében sem.
 - A Microsoft eszközt használva a HMAC okozta kockázat nem mitigálható.
 - A NISZ alkalmazása teljes körű támogatást ad, ennek használata mellett minden paraméter maximális biztonságú lehet.
2. Az esetleg kockázatot hordozó beállításokra egyedül a FreeOTP figyelmeztet, de magyarázat nélkül teszi.

5. Konklúzió

Az Ügyfélkapu+, illetve tágabb értelemben véve a TOTP mint biztonsági szolgáltatás vizsgálata több tanulsággal is járt.

1. A klasszikus mérnöki szakmák gondolkodásmódja a szabványokhoz, ajánlásokhoz való viszonya, a túlbiztosításhoz, a jövőállósághoz való igénye nem mutatkozik meg az informatika, illetve az informatikai biztonság területén. Erre adekvát példa a hajlandóság arra, hogy biztonsági funkciókat rontsunk (HMAC), vagy implementációs hiányosságokat tűrjünk (időkorlát, számjegyek száma) még a

legnagyobb gyártók (Google, Microsoft) alkalmazásai esetén is. A kompatibilitás (felesleges) fenntartása miatt, olyan algoritmusokat, paramétereket alkalmazzunk, melyek nem jövőállóak (pl.: SHA-1), vagy felesleges kockázatot hordoznak (80 bites titok), úgy, hogy ezt sem teljesítményproblémák, sem a felhasználói igények nem indokolják, sőt még a vonatkozó ajánlásokkal is ellentétesek.

2. A nem hiába emlegetett biztonságtudatosság támogatása sem történik meg, lévén a TOTP-alkalmazások – egy kivételével (FreeOTP) – nem figyelmeztetik felhasználóikat az alkalmazott algoritmusok, paraméterek esetleges hiányosságaira, potenciálisan hozzájárulva egy hamis biztonságérzet kialakulásához.
3. Feleslegesen történnek implementációk, hiszen adottak olyan szabadon, kötetmek és költségek nélkül használható szoftverek, melynél adott esetben a márkaváltás²³ is megoldható, ha szükséges, de javítások, fejlesztések mindenképp eszközölhetők. Jelen esetben ez a szoftver a FreeOTP, ami nemcsak hogy szabad szoftver, de teljes funkcionalitást ad, és egy neves gyártó (RedHat) áll mögötte.

6. Hivatkozások

- [1] P. Balsai and S. Pfeiffer, “Az ügyfélkapu plusz technológiája és biztonsága,” Zenodo, Jan. 2025.
- [2] S. Pfeiffer, “Miért ne becsüljük le a kisbetűs jelszavakat?,” Bitport. Dec. 2025.
- [3] D. M’Raihi, M. Bellare, F. Hoornaert, D. Naccache, and O. Ranen, “HOTP: An hmac-based one-time password algorithm,” RFC Editor, Dec. 2005.
- [4] D. M’Raihi, S. Machani, M. Pei, and J. Rydell, “TOTP: Time-Based one-time password algorithm,” RFC Editor, May 2011.
- [5] İ. Y. Eroğlu, “Usage specification of the otpauth URI format for TOTP and HOTP token generators,” IETF Datatracker.
- [6] E. Barker, “Recommendation for key management:,” National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, May 2020.
- [7] E. Barker and A. Roginsky, “SP 800-131A Rev. 3, Transitioning the Use of cryptographic algorithms and key lengths,” CSRC.

EGYKAPUS KUTATÁSTÁMOGATÁS A GYAKORLATBAN: A TUDÓSTÉR ÚJ DIMENZIÓI

Bor Balázs (bbor@lib.unideb.hu, ORCID: [0000-0001-8141-1896](https://orcid.org/0000-0001-8141-1896))

Nyitrai Nóra (nyitrainora@lib.unideb.hu)

Fazekas-Paragh Judit (jparagh@lib.unideb.hu, ORCID: [0000-0003-0364-2423](https://orcid.org/0000-0003-0364-2423))

Debreceni Egyetem Egyetemi és Nemzeti Könyvtár

Absztrakt

A Debreceni Egyetem Egyetemi és Nemzeti Könyvtára (DEENK) egy integrált, egykapus kutatótámogatási rendszert fejlesztett, amely egységes keretbe foglalja a kutatási és publikációs folyamatokat. Az infrastruktúra célja, hogy egyetlen átlátható felületen biztosítsa a kutatók és oktatók számára a szükséges szolgáltatásokat, miközben csökkenti az adminisztratív terheket és elősegíti az Open Science elveinek gyakorlati megvalósítását.

Az egykapus rendszer több összekapcsolt platformból áll, amelyek támogatják a kutatási ciklus minden szakaszát.

Ezek az új funkciók nemcsak csökkentik a kutatók adminisztratív terheit, hanem elősegítik az adatok hatékonyabb feldolgozását és elemzését is. Az egykapus rendszer folyamatos fejlesztés alatt áll, hogy a legújabb technológiai és tudományos trendekhez igazodva egy, még hatékonyabb és fenntarthatóbb kutatótámogatási környezetet biztosítson a Debreceni Egyetem kutatói számára.

Kulcsszavak: kutatótámogatás; nyílt tudomány; FAIR; repozitórium

Abstract

One-Stop Research Support in Practice: New Dimensions of the Tudóstér System

The University of Debrecen University and National Library (DEENK) has developed an integrated one-stop research support system, designed to unify research and publication processes within a single, transparent framework. This infrastructure aims to provide researchers and faculty members with essential services on a single platform while reducing administrative burdens and promoting the practical implementation of Open Science principles.

The one-stop system consists of multiple interconnected platforms that support all stages of the research life cycle. These new features not only reduce the administrative workload for researchers, but also improve data processing and analysis capabilities. The one-stop system is continuously evolving to align with the latest technological and scientific trends, ensuring a more effective and sustainable research support environment at the University of Debrecen.

Keywords: research support; Open Science; FAIR; repository

Bevezetés

A nemzetközi és hazai kutatási környezet egyre nagyobb hangsúlyt helyez a nyílt tudományra, az adatok FAIR elvekre¹ épülő kezelésére és a kutatói adminisztráció egyszerűsítésére. A Debreceni Egyetem válaszként hozta létre az Egykapus Kutatástámogatási Ökoszisztémát, amelynek központi eleme a Tudóstér². A cél: egyetlen felületen lefedni a teljes kutatási életciklust a publikálástól a pályázati jelentésekig.

Az integrált szolgáltatások térképe

A DEENK olyan egyedi rendszerek segítségével végzi ezeket évek óta, mint az egyetemi tudományos kibocsátást reprezentáló Tudóstér, a kutatási adatokat Dataverse rendszerben kezelő Adattár³, az egyetem cikk-eljárási díj támogatását segítő, valamint szintén a DE Publikációs Tudománytámogatási Programját támogató saját fejlesztésű rendszerünk⁴, illetve az OJS alapokon nyugvó dEjournals publikálási platform⁵.

Ez a szerteágazó rendszerinfrastruktúra kiindulásként meglehetősen fragmentált, így fontos cél a felhasználók és a szolgáltatást nyújtó szakemberek, valamint adminisztrátorok számára is egységessé tenni a rendszert, hogy mind a szolgáltatási felület, mind pedig a publikációs tevékenységet valós időben monitorozó háttér hatékonyan működjön.

Az egykapus ökoszisztéma

Ennek az integrációs folyamatnak a végpontját egykapus rendszernek neveztük el, amely a következő kulcsfunkciók megvalósítását biztosítja:

- növeli a láthatóságot
- elősegíti a minőségi publikálást,
- valós idejű rálátást biztosít, ami elősegíti a megalapozott döntéshozatalt
- csökkenti az adminisztrációs terheket mind a kutatók, mind pedig a szolgáltatást nyújtó kutatástámogatást végzők számára.

1 Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Sci Data 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

2 Tudóstér <https://tudoster.unideb.hu/> [Megtekintve: 2025.06.27.]

3 Adattár University of Debrecen <https://adattar.unideb.hu> [Megtekintve: 2025.06.27.]

4 Open Access Támogatás | Publikációs Tudománytámogatási Program <https://tamogatasok.lib.unideb.hu> [Megtekintve: 2025.06.27.]

5 dEjournals <https://ojs.lib.unideb.hu/> [Megtekintve: 2025.06.27.]

A fentieket egyrészt az eredetileg is Tudóstérhez köthető, valamint az abba már becsatornázott szolgáltatásokon kívül a létező, de integrálható, valamint a tervezett, jövőbeli szolgáltatásokkal kívánjuk megvalósítani. Tekintsük át a szolgáltatásleltárt ebben a felosztásban.

1. ábra A Tudóstér szolgáltatási felülete

Tudóstér szolgáltatásai

- Publikációk teljes szövegének archiválása és szolgáltatása
- Publikációk adatainak ellenőrzése és kezelése
- Hitelesített publikációs listák készítése
- Affiliációk kezelése, historikus organogram
- Scopus adattisztítás és adatbetöltés
- Statisztikai adatszolgáltatás, adatelemzés
- Pályázati elszámolás

Egykapus szolgáltatások, melyeket a Tudóstérbe csatornáztunk

- MTMT-adatkezelés és adatfeltöltés
- OA-publikálás támogatása (OA APC)
- Publikációs Tudománytámogatási Program (PTP)
- Kutatási adatok tárolása, kezelése (Adattár)

- Egyetemi publikációk retrospektív digitalizálása
- Publikáláshoz köthető kutatói kompetenciák fejlesztése

További már működő, de Tudóstérbe csatornázható szolgáltatások

- Hol publikáljak? – Segítséget nyújt abban, hogy a kutatás témájához leginkább illeszkedő, megfelelő színvonalú és elérhetőségű tudományos folyóiratot találjon a szerző a publikáláshoz.
- dEjournals folyóiratok – A Debreceni Egyetem által szerkesztett és kiadott folyóiratok gyűjteménye, ahol egyetemi kutatók saját szakterületükön tudnak cikket megjelentetni.
- Plain language summary – Olyan összefoglaló, amely tudományos közlemény tartalmát egyszerű, szakzsargonmentes nyelven mutatja be a laikus érdeklődők számára.

A jövőben létrehozni tervezett szolgáltatásaink

- ORCID-integráció
- Innovációs tartalmak kezelése
- Nyelvi lektorálás
- Tördelés
- Illusztráció készítése
- CoARA-támogatás – irányelvek implementálása

Bács Zoltán szűrhető publikációs listája

1995 - 2025

OA státusz

tudományosság

Scimago besorolás

nyelv

Scopus, WoS

szerzőség

beállítások

☒ könyv
 ☒ könyvrészlet
 ☒ folyóiratcikk
 ☒ szabadalom
 ☒ időszaki kiadvány

feltöltött közlemény: 218

Open Access: 86

2025

1. Karim, M. M., Amin, M. B., Bhuiya, I. I., Abdullah, M., Ahammad, I., **Bács, Z.**: Contributions of emotional intelligence to social entrepreneurial intention: Evidence from an emerging nation. *Int. rev. appl. sci. eng.* Online first, 1-9, 2025.

Folyóirat-mutatók: Q2 Architecture (2024)
Q3 Engineering (miscellaneous) (2024)
Q3 Environmental Engineering (2024)
Q3 Information Systems (2024)
Q4 Management Science and Operations Research (2024)
Q3 Materials Science (miscellaneous) (2024)

2. Lyeonov, S., Sheliemina, N., Szpakowska, Z., **Bács, Z.**: How vulnerable employment and public health quality shape labour productivity: A comparative study of European economies. *J. Int. Stud.* 18 (1), 232-253, 2025.

Folyóirat-mutatók: Q3 Business and International Management (2024)
Q3 Economics and Econometrics (2024)
Q2 Political Science and International Relations (2024)
Q2 Social Sciences (miscellaneous) (2024)
Q2 Sociology and Political Science (2024)

3. Bácsné Bába, É., Lengyel, A., Pfau, C., Müller, A. É., Bartha, É. J., Balogh, R., Szabados, G., **Bács, Z.**, Ráthonyi, G. G.: Physical activity, the key to life satisfaction - correlations between physical activity, sedentary lifestyle, and life satisfaction among young adults before and after the COVID-19 pandemic. *Front. Public Health.* 13 (13), 1-11, (cikkazonosító: 1486785), 2025.

Folyóirat-mutatók: Q1 Public Health, Environmental and Occupational Health (2024)

2. ábra Szűrhető publikációs lista

Az új Tudóstér fejlesztése

Technikai háttér

A 2012 óta folyamatosan fejlesztett, kutatói profiladatbázisként működő Tudóstér 2023-ra kinőtte az addig használt Drupal keretrendszer⁶. A számos egyedi fejlesztés után megállapítottuk, hogy nem szükséges Drupal-alapon gondolkodni, hiszen a tartalomkezelő rendszer korlátait hangsúlyosabban tapasztaltuk, mint az előnyöket. A rendszer átírása Laravel⁷ PHP keretrendszer segítségével történt, a megjelenítéshez Tailwind CSS⁸ frameworkot használunk az egyetemi megjelenéshez igazított, teljesen reszponzív felület születik a segítségével, valamint Elasticsearch⁹ segíti a hatékonyabb statisztikai lekérdezéseket.

Így a rendszer teljesíti a modern fejlesztési és üzemeltetési követelményeket a korszerűbb, rugalmasabb technológiai megoldások segítségével, olyan skálázható fejlesztői környezetet biztosít, melyben a kód könnyen karbantartható és zökkenőmentesebben lehet kiszolgálni az új fejlesztési igényeket egy reszponzív és esztétikus felhasználói felületen.

Az Elasticsearch a korábbi XML-alapú adatkezeléssel szemben gyorsabban és adattakarékosabban kezeli az integrált könyvtári rendszerből (Corvina) és a nemrég megújult intéz-

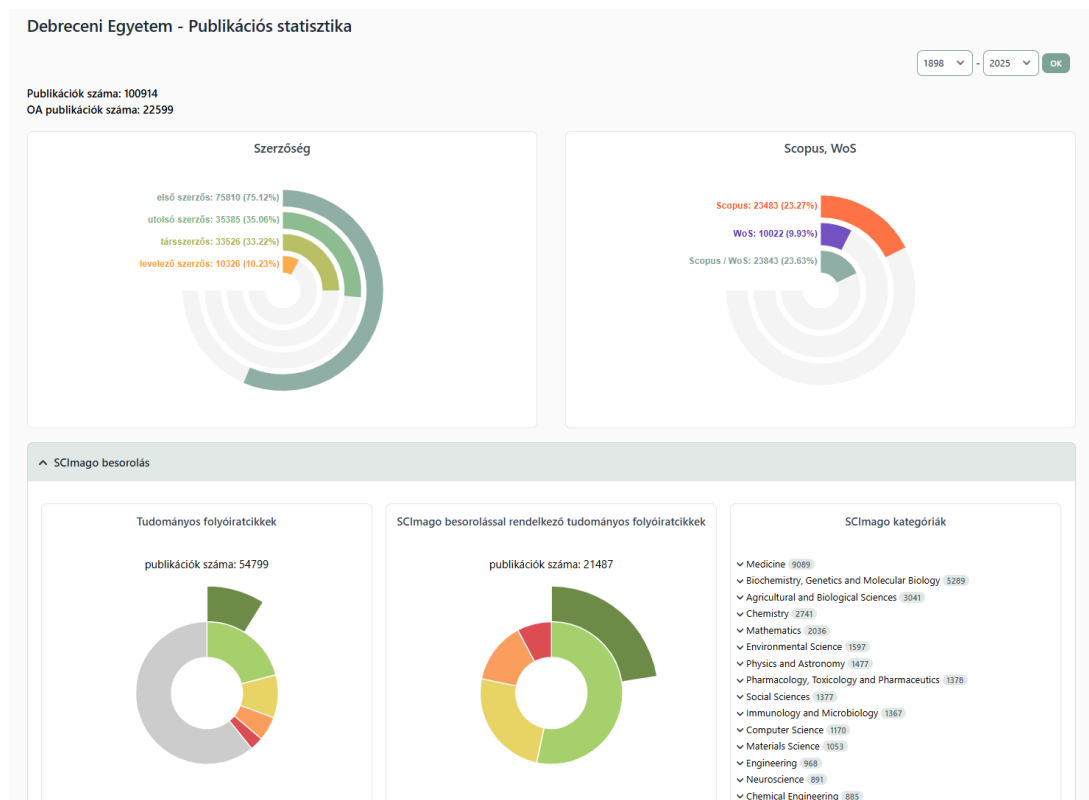
6 Drupal CMS <https://new.drupal.org/drupal-cms> [Megtekintve: 2025.06.27.]

7 Laravel <https://laravel.com> [Megtekintve: 2025.06.27.]

8 Tailwind CSS <https://tailwindcss.com> [Megtekintve: 2025.06.27.]

9 Elasticsearch <https://www.elastic.co/elasticsearch> [Megtekintve 2025.06.27.]

ményi repozitóriumból (DSpace¹⁰ 7.6) aggregált adatokat. Így az ezekben az adatokban való való idejű keresési, szűrési lehetőségek növelik a felhasználói élményt is.



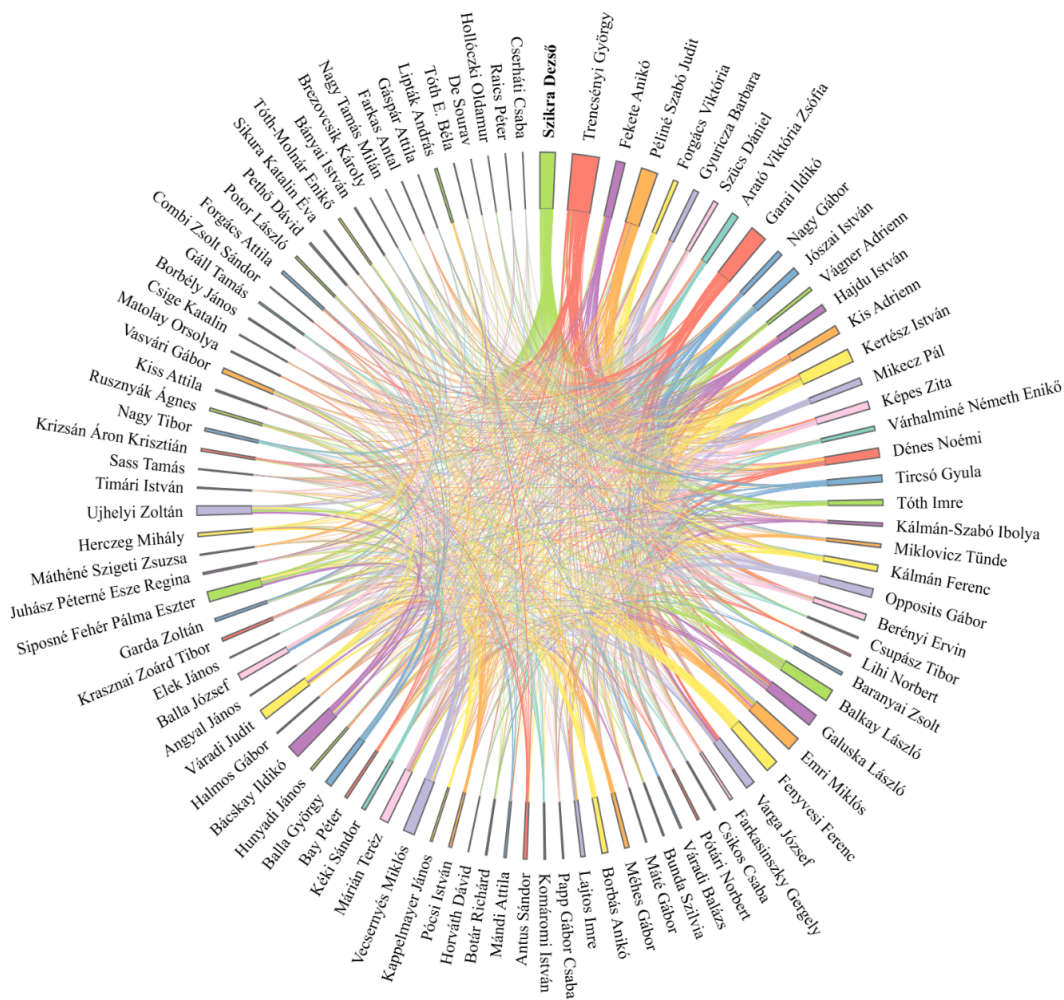
3. ábra: A Debreceni Egyetem publikációs statisztikája

Eredmények

A felhasználó - legyen az kutató vagy egyetemi döntéshozó - a gördülékeny és gyors működés mellett egy korszerű, bővített adatkört megjelenítő, interaktív statisztikai felületet kap. Itt a tudományértékelés szempontjából fontos paraméterek szerint szűrheti publikációs listáit, amelyeket RIS formátumban¹¹ le is tölthet a különböző referenciakezelőkbe történő importáláshoz. Vizualizálva megtekintheti társszerzőivel alkotott kapcsolati hálóját is.

¹⁰ DSpace <https://dspace.org> [Megtekintve: 2025.06.27.]

¹¹ RIS (file format) [https://en.wikipedia.org/wiki/RIS_\(file_format\)](https://en.wikipedia.org/wiki/RIS_(file_format)) [Megtekintve: 2025.06.27.]



4. ábra Kutatók kapcsolati hálójának vizualizációja

A szolgáltatást nyújtó kutatástámogató könyvtáros vagy adminisztrátor pedig rugalmas üzenetbeállításokkal aktualizálhatja a portálon folyó kommunikációt, egyedi, tematikus publikációs listákat hozhat létre (pl. Highly cited¹² vagy Hot papers¹³ oldalak). A különböző adminisztrátorok számára a Tudóstér workflow-kezelő része cizellált jogosultságkiosztást biztosít (jelenleg 23 különböző jogosultságot definiáltunk, ami rugalmasan tovább alakítható a szolgáltatás indukálta igények szerint), a különböző, publikációkhoz kapcsolódó adatokat pedig exportálhatja CSV-formátumban további feldolgozásra.

¹² Essential Science Indicators - Highly Cited Papers <https://webofscience.help.clarivate.com/Content/esi-highly-cited-papers.html> [Megtekintve: 2025.06.27.]

¹³ Essential Science Indicators - Hot Papers <https://webofscience.help.clarivate.com/Content/esi-hot-papers.html> [Megtekintve: 2025.06.27.]

2025	
1. Kocsis, I., Burján, M. B., Balajti, I.: A comprehensive review of key cyber-physical systems, and assessment of their education challenges. <i>IEEE Access</i> . 13, 8898-8911, 2025.	
doi	IDEA Scopus
Folyóirat-mutatók:	Q1 Computer Science (miscellaneous) (2024) Q1 Engineering (miscellaneous) (2024) Q2 Materials Science (miscellaneous) (2024)
2. Aldabbas, A. K. A. E., Mustafa, Z., Gál, Z.: Advanced Trajectory Analysis of NASA's Juno Mission Using Unsupervised Machine Learning: Insights into Jupiter's Orbital Dynamics. <i>Future Internet</i> . 17 (3), 1-30, (cikkszám: 125), 2025.	
doi	IDEA WoS Scopus
Folyóirat-mutatók:	Q2 Computer Networks and Communications (2024)
3. Talbi, D., Gál, Z.: AI-Driven Insights into 5G/6G MAC Mechanisms: A Comprehensive Analysis. <i>Internet of Things</i> . 31, 1-43, (cikkszám: 101571), 2025.	
doi	IDEA WoS Scopus
Folyóirat-mutatók:	Q1 Artificial Intelligence (2024) Q1 Computer Science Applications (2024) Q1 Computer Science (miscellaneous) (2024) Q1 Engineering (miscellaneous) (2024) Q1 Hardware and Architecture (2024) Q1 Information Systems (2024) Q1 Management of Technology and Innovation (2024) Q1 Software (2024)
4. Domokos, I., Pálincás, S.: A mesterséges intelligencia alkalmazása a mezőgazdasági gépészetben. In: OGÉ 2025 - XXXIII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia: 33rd International Conference on Mechanical Engineering / Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Nagyvárad, 155-162, 2025.	
IDEA	

5. ábra Tematikus publikációs lista

További tervek

Fontos fejlesztési terv a korábbi, mára elavult (Google Web Toolkit) technológián alapuló feltöltőőrlap leváltása az új rendszer integráns részeként. Kiemelt szerepet szánunk az MTMT adatkapcsolatok kialakításának, valamint annak, hogy a statisztikai modult a felmerülő és változó igényeknek megfelelően folyamatosan optimalizáljuk. Terveink között szerepel az ORCID-integráció kialakítása is.

Kihívást jelent az AI-trendek által generált új igények kiszolgálása a folyamatosan változó, ám hitelességet elváró kutatástámogatási elvárások mellett, valamint a munkafolyamatok automatizálása a kutatástámogatásban résztvevők magas és egyre növekvő leterheltsége tükrében.

Azzal, hogy a Tudósteret új technológiai alapokra helyeztük, és egységesen kezeljük a kutatástámogatási szolgáltatásokat, a korábbi kihívások most már fejlődési potenciált és lehetőséget jelentenek a könyvtár és az egyetem számára.

Irodalomjegyzék

Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data* 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

TUDOMÁNYOSZTÁLYOZÁS AZ MTMT-BEN: MI ÉS MÁS LEHETŐSÉGEK

Micsik András, Tanácsi Roland, Kukucska Ákos, Nagy Kadosa
HUN-REN Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

Absztrakt

A Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) 2.0 rendszere 2018-as indulása óta az OECD által gondozott Frascati-hierarchia szerinti kategorizálást támogatja a tudományterületi besorolásokhoz. A tudományosztályozás adatmező kitöltése a szerző vagy az adminisztrátor feladata, azonban ez a lépés gyakran kimarad, ami alacsony számú kategorizált forrásközleményhez vezet.

Kutatásunk során kimerítő vizsgálatokat végeztünk arra vonatkozóan, hogyan lehetne a hiányzó tudományterületi besorolásokat nagy számban pótolni. Különböző mesterséges-intelligencia- (MI) és statisztika alapú módszereket, valamint a már létező tudományterületi besorolásokat használtuk fel. Itt bemutatjuk az elvégzett kísérletek eredményeit.

Kulcsszavak: tudományosztályozási rendszerek, automatikus klasszifikáció, mesterséges intelligencia, BERT-modellek, nagy nyelvi modellek

Abstract

Scientific Classification in the Hungarian Science Bibliography (MTMT): AI and Other Possibilities

Since its launch in 2018, the Hungarian Science Bibliography (MTMT) has supported categorization according to the Frascati hierarchy maintained by the OECD for scientific field classifications. Filling out the scientific classification data field is the responsibility of the author or administrator; however this step is often omitted leading to a low number of categorized publications. In our research, we conducted exhaustive investigations into how missing scientific field classifications should be supplemented in large numbers. We utilized various artificial intelligence- (AI) and statistics-based methods, as well as existing scientific field classifications. Here, we present the results of the experiments conducted.

Keywords: research classification, classification with AI, training dataset preparation, BERT, LLM

Bevezetés

A Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) keretein belül a kutatóknak lehetőségük van megadni közleményeik témaköri besorolását. Ezt az adatot többféleképpen is fel lehetne használni, de a legfontosabb talán az lenne, hogy az egyes tudományterületek újdonságait nyomon lehessen követni, a terület dinamikáját fel lehessen mérni.

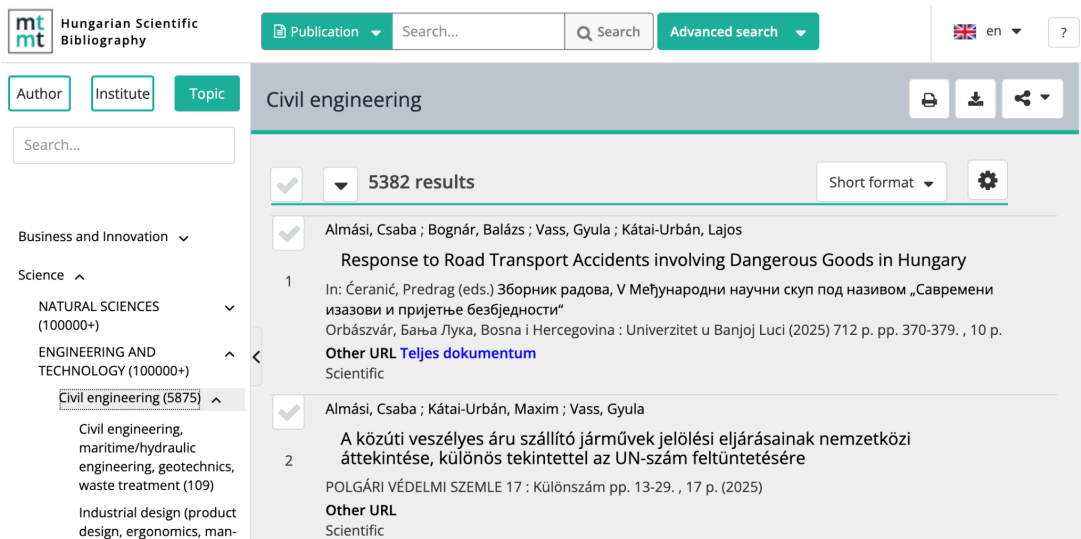
Sajnos a mai napig a forrásközlemények (tehát a magyar szerzőségű publikációk) 80%-a nincs besorolva tudományágakba, és az idéző közleményeknél még sokkal rosszabb ez az arány. Célul tűztük ki ezen besorolások tömeges és visszamenőleges pótlását, amelyhez számos mesterséges intelligencia nyújtotta módszert is megvizsgáltunk az alkalmazhatóság szempontjából, és ezen eredményeinkről számolunk be itt.

Az MTMT az OECD által gondozott Fields of Research and Development taxonómiát (másik nevén Frascati-hierarchiát) alkalmazza. Ez a taxonómia a tudományágakat 6 hierarchiaszinten több, mint 3000 különböző tudományos alterületre bontja, amelynek felső két szintjét a lábjegyzetben megadott forrásban tekinthetjük át¹. A Frascati kézikönyv² a kutatás-fejlesztési (K+F) statisztikák gyűjtésének és felhasználásának nemzetközileg elismert módszertana, amelynek első verzióját az olaszországi Frascatiban alakította ki egy szakértői csoport, innen ered tehát az elnevezés.

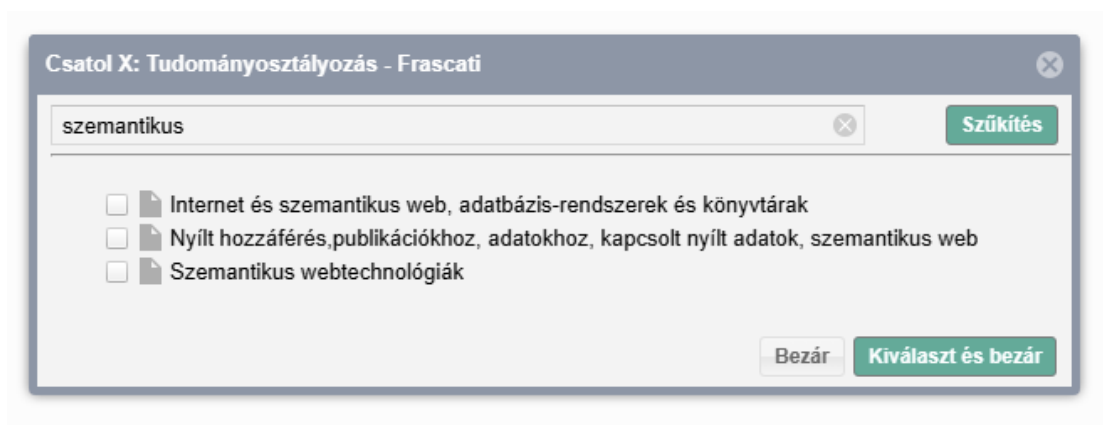
Az MTMT-ben rendelkezésre áll a teljes Frascati-rendszer angol és magyar nyelven is. A nyilvános felületen böngészhető a hierarchia (1. ábra), és az egyes területekhez rendelt közlemények számát is látjuk a neve mellett. A névre kattintva megtekinthetjük a közleménylistát a legfrissebbtől a régebbiek felé haladva. A szerkesztői felületen menüből indítható művelettel utólag, vagy már a felvitel közben is kiválaszthatjuk a megfelelő tudományterületeket, legfeljebb ötöt kijelölve. Akinek a teljes hierarchialista nehezen kezelhető, keresés alapján is meg tudja találni a témaköröket. A 2. ábra is szemlélteti azt a problémát, hogy a szakértőnek sem mindig egyszerű a megfelelő elemeket azonosítani a találatok között.

1 <https://www.arrs.si/en/gradivo/sifranti/sif-frascati.asp>

2 <http://oe.cd/frascati>



1. ábra. Tudományosztályozás szerinti böngészés az MTMT nyilvános felületén



2. ábra. Tudományosztályozás megadása az MTMT szerkesztői felületén

Mivel a szerzőket nem sikerült megfelelően ösztönözni a Frascati-besorolások kitöltésére, más megoldások után kellett néznünk. Az egyik lehetőség az lett volna, hogy más rendszerekből szerezzük be ezeket az információkat, azonban a Web of Science és a Scopus is más-más besorolási rendszereket használ, emellett ezek a besorolások sem megbízhatóak, mivel leginkább a publikáló folyóirat témakörein alapulnak és nem a konkrét cikk tartalmán.

A másik lehetőség egy mesterségesintelligencia-alapú automatizált klasszifikációs rendszer fejlesztése, amely a már meglévő osztályozások mintázatai alapján képes a hiányzó tudományosztályozásokat pótolni. Az ilyen klasszifikációs rendszerek fejlesztése az alábbi tipikus szakaszokból áll:

1. A megfelelő minőségű és mennyiségű tanító- és tesztadatok előállítása;
2. MI-modellek betanítása, azok minőségi teljesítményének mérése (ezt ismételve mindaddig, amíg az elvárásainknak megfelelő modelleket nem kapunk);
3. A legjobb modellek alapján a tömeges osztályozási módszer alkalmazásának megtervezése és végigvitele.

A továbbiakban az 1. és 2. lépés részletes ismertetésével foglalkozunk.

A tanítóadatok összeállítása

A gépi tanulási projektek sikeressége nagymértékben függ a tanítóadatok minőségétől, előkészítésétől és tisztításától (ezt a saját bőrünkön mi is megtapasztalhattuk). A kiindulási adatbázist az MTMT-ben már besorolt rekordok képezték, amelyek elemzése során több kihívással is szembesültünk. Az elsődleges probléma a Frascati-besorolások egyenlőtlen lefedettsége volt. Míg egyes tudományterületekhez több százezer közlemény tartozott, addig más, specifikusabb témakörökben alig vagy egyáltalán nem szerepelt rekord. Ezenkívül a meglévő besorolások jelentős része túlságosan általános, jellemzően 3. szintű kategóriákat tartalmazott (pl. Medical and Health Sciences).

Az alulreprezentált kategóriák adatainak pótlására a **Web of Science (WoS)** platformját használtuk fel. A WoS-kategóriák egyetlen hierarchia nélküli listában majdnem 300 elem-ből állnak. Ezek az elemek a Frascati-hierarchiában 4., 5. vagy 6. szinten álló taxonómia elemeknek feleltethetők meg. Hozzávetőleg 30 elem esetében nem találtunk megfelelő Frascati-besorolást (pl. development studies). Sok esetben csak megfogalmazásbeli eltérések voltak, mint pl. “Engineering, chemical” vs. “Chemical engineering”. Komolyabb eltérésre példa a “Media and communications” vs. “Communication”.

A tanító- és tesztadatok végleges összeállítása a következőben leírt szempontok alapján történt. Elsősorban a Frascati-hierarchia 4. szintjén található 41 tárgyszót választottuk, mint lehetséges tudományos osztályozási kimenetet, amelyeket a 6 fő, 3. szintű szülőtematika szerint csoportosítottunk (ezek: Bölcsészettudományok, Mezőgazdaság-tudományok, Műszaki és technológiai tudományok, Orvos- és egészségtudományok, Társadalomtudományok, Természettudományok). A finomabb, 5. és 6. szintű besorolásokat a 4. szintre vezettük vissza. Minden közleményhez egyetlen legjellemzőbb területet társítottunk. Ahol több terület is egyértelműen érintve volt, azokat a megfelelő multidiszciplináris kategóriákba tettük, vagy ha ilyen nem volt, akkor elhagytuk. Az egyetlen osztályt eredményező klasszifikációs feladatot **többsztályos osztályozásnak** (angolul **multiclass classification**) nevezzük, míg ahol több osztályt is lehet választani egyszerre, az a **többcímkes osztályozás** (multilabel classification). Ez utóbbi esetben biztosítani kell, hogy a kettő- és háromelemű osztálykombinációkból is elegendő számban legyenek tanítóadatsorok (az MTMT

rendszerében maximum hármat lehet hozzárendelni egy közleményhez), különben a kombinációs eseteket nem tudja a modell megtanulni.

A modellek tanító adataiként a közlemények címe és a hozzájuk tartozó kulcsszavak szolgáltak, mivel ezek általában rendelkezésre állnak. Olyan adatokra alapoztuk a tanítást, melyek általában szerepelnek az MTMT adatbázisában, és ez nem mondható el a kivonatokról (elérhetőség <25%). A folyóiratok, könyvek címének felhasználásával is próbálkoztunk, de azt tapasztaltuk, hogy túl sok a kivétel ezek esetében, amikor ezek a plusz adatok félre viszik a tanulást (pl. a folyóirat multidiszciplináris fókusza miatt).

Felismertük, hogy mind az MTMT, mind a WoS besorolási adatai tartalmaznak ún. zajt, azaz olyan eseteket, amelyek nehezítik vagy félrevezetik a tanítási folyamatot. Egyszerűbb esetben ide tartoznak a nagyon rövid címek, vagy ha hiányoznak a kulcsszavak. De ugyanígy félrevezető és zajnak tekintendő, ha túl sok kulcsszó van a cikkhez (pl. 15 vagy több). Erre az egyik legjobb példa az analízis kulcsszó használata olyan esetben, amikor bármilyen adatot elemezni kellett. Ilyenkor az MI előszeretettel tanulja meg, hogy a matematikához sorolja ezeket a publikációkat.

A szerző vagy adminisztrátor által megadott besorolások is lehetnek hibásak vagy félrevezetőek, egyrészt gondatlanságból, másrészt – amint egy korábbi példában mutattuk – a szakértőnek is nehéz lehet a megfelelő besorolás kiválasztása. Az ilyen esetek számát csökkenteni akartuk a tanítás hatékonysága érdekében, ezért létrehoztunk kétféle adatminőségi szűrőt. Az első Python-kód, amely egyszerű szabályok alapján szűri a tanító adat-sorokat (pl. túl sok kulcsszó, túl rövid cím, nem angol nyelvű kulcsszavak stb.). A második szűrő egy nagy nyelvi modellt (LLM) alkalmaz, amely elbírálja, hogy egyértelmű-e a besorolás. Az LLM feladata volt annak ellenőrzése, hogy a bemeneti szöveg és a hozzárendelt címke tartalmilag konzisztens-e. A későbbiekben az eredményeket ismertető táblázatokban a tisztított elnevezést használjuk a fenti két módon szűrt tanító adatok esetében.

Automatikus osztályozási módszerek

A feladat egy szöveg osztályozási (text classification) probléma, amelyre számos megoldás létezik, és ezekből próbáltuk a főbb megoldástípusokból a legígéretesebbeket adaptálni a tudományos publikációk automatikus osztályozására. A projekt során alkalmazott módszereket három fő csoportba sorolhatjuk:

1. Célszoftver alkalmazása (pl. Annif) [1]
2. Sequence classification feladatra specializált Transformer-modellek finomhangolása (pl. SciBERT) [2]
3. Általános célú nagy nyelvi modellek (LLM) alkalmazása system prompt segítségével (pl. Llama3, Gemma) [3]

A vizsgált módszerek közös jellemzője, hogy mindegyik egy előtanított modellen alapszik. Az előtanítás során használt korpusz alapvetően befolyásolja, hogy a modell a kiválasztott célra megfelelően finomhangolható-e. Az általános szövegeken (pl. Wikipédia, hírek) tanított modellek (pl. BERT) szignifikánsan gyengébb eredményeket értek el, mert alig találkoztak még a tudományos nyelvezettel és terminológiával. Ez igaz abban az esetben is, hogyha újabb modellekről van szó, például a 2024 végén megjelent **ModernBert**-ről, amely a feladatunkat a legjobb esetben is csak 0,57 **F1-értékkel** tudta megoldani [4].

Annif

Az Annif egy nyílt forráskódú szoftver, amelyet a Finn Nemzeti Könyvtár fejlesztett ki automatizált osztályozásra. Az eszköz MI- és gépi tanulási algoritmusok segítségével javasol tárgyszavakat vagy osztályozási azonosítót digitális dokumentumokhoz. Működése során a bemeneti szöveget elemzi, és egy előre definiált szótár (tezaurusz) alapján tesz javaslatot a besorolásokra. A szoftver nagy előnye a rugalmasság, mivel többféle algoritmust és modellt támogat, sőt ezeket kombinálni is tudja az ún. Ensemble-modellek segítségével.

SciBERT

A SciBERT a Google BERT architektúrájára épülő nagy nyelvi modell, amelyet kifejezetten tudományos szövegek feldolgozására specializáltak. A modellt egy hatalmas és sok tudományterületet lefedő publikáció-korpuszon tanították. Ennek köszönhetően a SciBERT lényegesen jobban kezeli a tudományos zsargont és a komplex szakterületi kontextusokat, mint az általános célú modellek. Fő alkalmazási területei a tudományos entitások felismerése, a szövegosztályozás, valamint a szakirodalmi összefoglalók készítése.

Általános célú előtanított LLM-ek

Itt egy általános célú nagy nyelvi modellt (pl. Llama3) egy specifikus **system prompt** segítségével utasítunk a tudományos közlemények osztályozására. A prompt egyértelműen definiálja a feladatot, a lehetséges kimeneti osztályokat (pl. „natural sciences”, „engineering and technology” stb.) és a válasznak a formátumát. A módszer előnye, hogy nem igényel külön modelltanítást, így azonnal alkalmazható [3]. Hátránya viszont a jelentős hardverigény lokális futtatás esetén, illetve a drága előfizetés, ha üzleti megoldást alkalmazunk. További korlátot jelenthet, hogy a modell általános célú előtanítása során arányaiban jóval kevesebb tudományos szöveggel találkozott.

Kísérleteink

A klasszifikációs modellek teljesítményét leginkább a tanítóadatok minősége és mennyisége befolyásolja, különös tekintettel az adathalmaz zajszintjére és a kimeneti osztályok eloszlásának kiegyensúlyozottságára. A különböző módszerek objektív összehasonlítása érdekében az összes kísérletet egységesített és gondosan előkészített adathalmazokon végeztük el. A kísérleti adathalmazok minden osztályból 1026 példányt tartalmaztak a tanító- (train) és 116 példányt a kiértékelő (eval) részben. Összesen 7 különböző tanítóadat-halmazt hoztunk létre, amelyek a Frascati kézikönyvben meghatározott Fields of Science and Technology főcsoportjait, valamint a 6 főcsoport alcsoportjait fedték le³.

Az **Annif** esetében a szoftver rendkívül érzékenynek bizonyult a tanítóadatok zajosságára és kiegyensúlyozatlanságára. Korábbi, szűretlen adatokon végzett kísérleteink során a modell hajlamos volt a leggyakoribb osztályt (Biological sciences) prediktálni, mivel a tanítóadat-halmazban ez az osztály dominált. A szoftver nem biztosít lehetőséget az osztályok súlyozására, amellyel a kiegyensúlyozatlanság hatása kompenzálható lenne. A legjobb eredményt egy **nn-ensemble** backend adta, amely egy **TF-IDF** és egy **omikuji-bonsai** modellt kombinált. Az 1. táblázatban látható eredmény egy hiperparaméter optimalizálást követően a 3. ábrán olvasható paraméterekkel lett előállítva.

A **SciBERT** finomhangolása a széles körben elterjedt Transformer architektúrának köszönhetően egyszerűen megvalósítható és testreszabható volt. Lehetőség nyílt többek között a loss függvény módosítására többcímkes osztályozáshoz (esetünkben **BCEWithLogitsLoss**), valamint az osztályok súlyozására az adathalmaz kiegyensúlyozatlanságának kezelésére. Emellett a kiértékelési folyamat is rugalmasan alakítható egyedi metrikák definiálásával. A loss függvény egy olyan matematikai függvény a gépi tanulásban, ami számszerűsíti, hogy a modell előrejelzése mennyire tér el a tényleges értéktől. Esetünkben a **Trainer** objektum leszármaztatásában meg tudtunk változtatni a tanítás során használt egyes műveleteket, például a **compute_loss** eljárásban az alapértelmezettől eltérő loss függvényt választottunk; multiclass esetben **CrossEntropyLoss**⁴ és multilabel esetben pedig **BCEWithLogitsLoss**⁵ függvényt.

3 https://en.wikipedia.org/wiki/Fields_of_Science_and_Technology

4 [CrossEntropyLoss — PyTorch 2.8 documentation](#)

5 [BCEWithLogitsLoss — PyTorch 2.8 documentation](#)

```

[tfidf-frascati]
name=frascati tfidf
language=en
backend=tfidf
analyzer=snowball(english)
vocab=frascati
access=private

[omikuji-bonsai-frascati]
name=frascati Omikuji Bonsai
language=en
backend=omikuji
analyzer=snowball(english)
vocab=frascati
cluster_balanced=False
cluster_k=100
max_depth=3
access=private

[nn-ensemble-frascati]
name=NN ensemble frascati tfidf-bonsai
language=en
backend=nn_ensemble
sources=tfidf-frascati:1,omikuji-bonsai-frascati:8
vocab=frascati
nodes=392
dropout_rate=0.4809760681960051
epochs=50
learning_rate=0.0010379317530691426

```

3. ábra. *projects.cfg* tartalma az Annif-hoz

A finomhangolás során a SciBERT-nél nem alkalmaztunk hiperparaméter keresést, mivel tapasztalatilag ezek csak egy nagyon kis mértékben tudták növelni a modell pontosságát, ellenben roppant időigényesek voltak. Ehelyett úgynevezett default értékeket alkalmaztunk a paraméterekre a következők szerint:

- epoch=100,
- batch_size=2,
- gradient_accumulation_steps=1,
- learning_rate=2e-05,
- weight_decay=0.01,
- warmup_ratio=0.1.

A tanítás során annak érdekében, hogy ne menjen feleslegesen 100 iterációt, úgynevezett Early stoppingot alkalmaztunk, amely azt figyelte, hogy az előző 5 tanítási cikluson belül az F1-érték alapján történik-e javulás, és ha nem, akkor leállította az egész tanítási folyamatot. Megfigyeltük, hogy általában 10–12 epoch után az esetek nagy részében a tanítási folyamat leállt, és szinte soha nem érte el a 20. iterációt. A tanítások a HUN-REN Cloud GPU-s virtuális gépén futottak (NVIDIA V100, 16GB VRAM-al). A VRAM használat főként

a *batch_size* értékétől függött: 2-es értéknél kb. 4 GB volt. Az 1. és 2. táblázatban szereplő tanítások átlagosan 30-45 perc alatt fejeződtek be, például a 2. táblázatban a természettudományi modell tanítása ~5000 tanító sorral kb. 45 percig tartott.

Az általános célú LLM-ek esetében a modell tanítás nélkül, úgynevezett **zero-shot** módon hajtja végre az osztályba sorolást [3]. Bár ezen modellek finomhangolása lehetséges, a rendkívül magas számítási erőforrásigény miatt ezt a megoldást elvetettük. A kísérleteket a HUN-REN GenAi4Science⁶ szolgáltatáson keresztül, egy specifikus system prompt segítségével végeztük, az elterjedt prompt megfogalmazási alapelvek szerint⁷. Megfigyelhető volt, hogy a modellek, különösen a kisebb paraméterszámúak, rendkívül érzékenyek a prompt megfogalmazására.

A modellek teljesítményét, vagyis hogy mennyire sikeresen találják meg a megfelelő Frascati-besorolást, az általánosan elterjedt F1-metrikával⁸ mértük. Kísérleteink főbb eredményeit az 1. és 2. táblázat foglalja össze. A főcsoport szintű osztályozás során (1. táblázat) a SciBERT-moddal a tisztított adathalmazon érte el a legmagasabb, **0,97-es F1-értéket**. Nem sokkal maradt le az Annif és a Mistral, és itt kiemelendő, hogy a Mistral tanítás nélkül érte el a 0,90-es F1 értéket. A mérések során a többosztályos (multiclass) tanítások rendre jobb eredményeket hoztak, amely az 1. táblázatban is látszik, ahol a legjobb eseteket tüntettük fel.

Módszer	Adatok	Legjobb modell	Legjobb F1
Annif	Tisztítatlan, 3-as szint, multiclass	nn_ensemble(tfidf:1,omikuji:8)	0,81
Annif	Tisztított, 3-as szint, multiclass	nn_ensemble(tfidf:1,omikuji:8)	0,90
BERT	Tisztítatlan, 3-as szint, multiclass	SciBERT	0,88
BERT	Tisztított, 3-as szint, multiclass	SciBERT	0,97
LLM	Tisztítatlan, 3-as szint, multiclass	Llama3.3:70B	0,75
LLM	Tisztított, 3-as szint, multiclass	Mistral-Small3.1:24B	0,90

1. táblázat: 3-as szintű Frascati-besorolások klasszifikációs eredményei

A 4. szintű, részletesebb klasszifikációs eredmények (2. táblázat) szintén a tisztított, LLM-mel validált adathalmazok fölényét mutatják. A modellek teljesítménye minden vizsgált témakörben szignifikánsan javult a zajosnak feltételezett adatok kiszűrésével.

⁶ <https://science-cloud.hu/genai4science>

⁷ [Build A LLM-Based Text Classifier| Prompt Engineering](#)

⁸ [Egyéni szövegbesorolási értékelési metrikák - Azure AI services | Microsoft Learn](#)

Témakör	Legjobb modell	Tisztítatlan adatok, F1	Tisztított adatok, F1
természettudományi	SciBERT	0,85	0,92
mérnöki	SciBERT	0,59	0,82
orvosi	BiomedBERT	0,68	0,85
mezőgazdasági	SciBERT	0,80	0,91
társadalomtudományi	SciBERT	0,59	0,78
bölcsészettudományi	SciBERT	0,71	0,87

2. táblázat: 4-es szintű Frascati-besorolások BERT-alapú klasszifikációs eredményei

A második feladatnál kipróbáltuk az egyes tudományterületekre specializált BERT-modellek teljesítményét is, azt remélve, hogy így még jobb eredményeket érhetünk el. Az adott témakörre specializált BERT-modellek között leginkább orvosi témakörben voltak elérhető és működő modellek, mint például a Microsoft BiomedBERT (régebbi nevén PubMedBERT [5]) vagy a DMIS LAB BioBERT modellje. Ebben a vetélkedésben végül a BiomedBERT 0,5 %-kal megelőzte a SciBERT-et.

A mérnöki és a társadalomtudományi területeken elért alacsonyabb F1-értékek magyarázata, hogy ezekben a kategóriákban több mint 10 lehetséges alosztály található, ami növeli az osztályozási feladat komplexitását. Várhatóan ezen területek esetében a modellteljesítmény további, nagyobb mennyiségű tanítóadat bevonásával javítható lesz.

Összefoglalás

Az itt ismertetett kísérletekhez szükségünk volt tanítási és értékelési adatokra, különben az eredmények nem lettek volna mérhetőek, összehasonlíthatóak. Azt tapasztaltuk, hogy ezen adatok minőségének és mennyiségének biztosítása kulcsfontosságú a jó eredmények eléréséhez. Ezért automatikus módszerekhez folyamodtunk a tanítóadatok letöltése, válogatása, ellenőrzése során. Saját fejlesztésű szűrőkódok, valamint LLM igénybevételelvel biztosítottuk, hogy a tanítóadatok egyértelműek, jellemzőek és egyenletes eloszlásúak legyenek. A megfelelő osztályozási megoldás kiválasztása is nehéz volt, mivel a tudomány nyelvezete nagyon változatos, szókincse dinamikusan bővül. A felhasznált modellek „alap-tudása” a döntő, esetünkben csak a tudományos szövegeken tanult modelleket tudtuk megfelelően finomhangolni. Mivel azt láttuk, hogy a BERT-jellegű modellek osztályozó képessége korlátozottabb, ezért két lépésre osztottuk a feladatot: először a fő tudományági besorolást adja meg a modell, majd azon belüli alkategóriára tesz javaslatot a második modell. Így összesen hét modellt kellett betanítani, de ezeknek a kisebb modelleknek a betanítása és kezelése egyszerűbb és gyorsabb, mint egy nagy, monolitikus modell esetében.

Az itt ismertetett megoldást még nem tartjuk elég jónak ahhoz, hogy tényleges alkalmazásba kerüljön, akár csak olyan szinten, hogy a szerzők számára a felhasználói felületen javaslatot tegyen a tudományterület rovat kitöltésére, de tovább folytatjuk erőfeszítéseinket ennek a nem egyszerű feladatnak a jobb megoldására.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a HUN-REN Cloud felhő és GenAI4Science szolgáltatásainak használatáért [6], amely segített nekünk a jelen cikkben közzétett eredmények elérésében.

Bibliográfia

- [1] Golub, K., Suominen, O., Mohammed, A.T., Aagaard, H. and Osterman, O. (2024), „Automated Dewey Decimal Classification of Swedish library metadata using Annif software”, *Journal of Documentation*, Vol. 80 No. 5, pp. 1057–1079. <https://doi.org/10.1108/JD-01-2022-0026>
- [2] Beltagy, I., Lo, K. and Cohan, A., 2019. SciBERT: A pretrained language model for scientific text. arXiv preprint <https://doi.org/10.48550/arXiv.1903.10676>
- [3] Wang, Z., Pang, Y., and Lin, Y., 2023. “Large Language Models Are Zero-Shot Text Classifiers”, arXiv preprint, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.01044>
- [4] Philipp Schmid: Fine-tune classifier with ModernBERT in 2025, <https://www.philpschmid.de/fine-tune-modern-bert-in-2025>
- [5] Yu Gu, Robert Tinn, Hao Cheng, Michael Lucas, Naoto Usuyama, Xiaodong Liu, Tristan Naumann, Jianfeng Gao, and Hoifung Poon. 2021. Domain-Specific Language Model Pretraining for Biomedical Natural Language Processing. *ACM Trans. Comput. Healthcare* 3, 1, Article 2 (January 2022), 23 pages. <https://doi.org/10.1145/3458754>
- [6] Héder, M., Rigó, E., Medgyesi, D., Lovas, R., Tenczer, Sz., Török, F., Farkas, A., et al. “The Past, Present and Future of the ELKH Cloud.” *Információs Társadalom* 22, no. 2 (August 31, 2022): 128. <https://doi.org/10.22503/infars.xxii.2022.2.8>

AZ ITIDATA SZEMANTIKUS ADATBÁZIS ÚJ KERESŐFELÜLETEI¹

Dobás Kata

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont Irodalomtudományi Intézet

dobas.kata@abtk.hu

ORCID: [0009-0009-7632-8276](https://orcid.org/0009-0009-7632-8276)

Szekrényes István

Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Digitális Bölcsészeti Tanszék

Debreceni Egyetem, Filozófia Intézet

szekrenyes.istvan@btk.elte.hu

ORCID: [0009-0000-3503-8402](https://orcid.org/0009-0000-3503-8402)

Absztrakt

Az ITIdata (https://itidata.abtk.hu/wiki/Main_Page), a HUN-REN BTK Irodalomtudományi Intézet és a DigiPhil szemantikus adatbázisa az elmúlt három év során számos irodalomtudományos projekt metaadatainak adott helyet. Felhasználói oldalról érkeztek olyan igények, amelyek a beépített SPARQL lekérdező felület helyett könnyebben kezelhető keresők létrehozását inspirálták.

A Python nyelven implementált keresőalkalmazás célja egy egységes és rugalmas keresőmotor létrehozása volt, amely valamennyi ITIdata adatbázis számára könnyen kezelhető és testre szabható megoldást biztosít. Az alkalmazás lehetővé teszi a különböző adatbázis-specifikációkhoz való egyszerű adaptációt, beleértve a keresési opciók struktúráját, az eredménytáblák rendezési elveit és a lekérdezési módokat. Az alkalmazás egy JavaScripttel vezérelt webes interfészen keresztül érhető el, amely JSON konfigurációs fájlokat, SPARQL-lekérdezéseket, valamint szükség esetén MySQL-sémákat használ az egyes adatbázisokhoz való illeszkedéshez.

Tanulmányunkban három olyan kereső bemutatására vállalkozunk, amelyek mindegyike egy-egy irodalomtudományos projekt, *A magyar irodalomtörténet bibliográfiája*, a *Századfordulós sajtóbibliográfia*, valamint a *Krúdy Gyula-bibliográfia* köré szerveződik.

Kulcsszavak: bibliográfiai adatbázis, szemantikus adatbázis, keresőfelület, SPARQL, MySQL

¹ 2022-2.1.1-NL-2022-00009-es számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2022-2.1.1-NL pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Abstract

New Search Interfaces for the ITIdata Semantic Database

ITIdata (https://itidata.abtk.hu/wiki/Main_Page), the semantic database of the HUN-REN BTK Institute for Literary Studies and DigiPhil, has hosted the metadata of numerous literary research projects over the past three years. User feedback indicated a need for more user-friendly search tools as an alternative to the built-in SPARQL query interface.

The goal of the search application, implemented in Python, was to develop a unified and flexible search engine that offers an easily manageable and customizable solution for all ITIdata databases. The application allows for straightforward adaptation to various database specifications, including the structure of search options, sorting principles for result tables, and query methods. The tool is accessible through a JavaScript-driven web interface, which uses JSON configuration files, SPARQL queries, and, where necessary, MySQL schemas to integrate with individual databases.

In this paper, we present three search engines, each developed for a specific literary research project: *Bibliography of Hungarian Literary History*, *Bibliography of Hungarian Belle Époque Press*, and the *Gyula Krúdy Bibliography*.

Keywords: bibliographic database, semantic database, search interface, SPARQL, MySQL

Az ITIdata a HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont Irodalomtudományi Intézetének, valamint a DigiPhil csoportnak az adatbázisa. 2022-ben jött létre a Wikidata mintájára. A szolgáltatás az ELTE BTK TI Digitális Bölcsészet Tanszékén létrehozott ELTEdata² mintáját követi, az ott fejlesztett Wikibase-alapú szoftverre épül. Felépítésében is követi a Wikidata-t, az állítások (property), illetve a különböző projektek specifikációi tekintetében is. Az adatbázisban a DigiPhil és az Irodalomtudományi Intézet irodalomtudományos projektjei kapnak helyet, ideértve a digitális kritikai kiadásokhoz kapcsolódó bibliográfiai elemeket, valamint a különböző (irodalom)tudományos kutatások eredményeit, bibliográfiai rekordjait.³

A legfrissebb adatok szerint az adatbázisban 280 342 személynév rekord, 17 778 település rekordja, valamint 2590 foglalkozás, tisztség, rangnév rekordja található. Az ezen felül megtalálható bibliográfiai rekordokkal együtt összesen 490 700 rekordra lehet most keresni az Irodalomtudományi Intézet és a DigiPhil szemantikus tudásgráfiában. Az ITIdata-hoz –

² https://eltedata.elte-dh.hu/wiki/Main_Page

³ Lásd erről még, az egyes kutatások adatairól is: Dobás Kata – Fellegi Zsófia – Palkó Gábor, *A kis gömböc meséje – az ITIdata irodalomtudományos adatbázis fejlesztése 2022–2023-ban*, In: Új technológiákkal, új tartalmakkal a jövő digitális transzformációja felé: 32. Networkshop országos konferencia: 2023. április 12–14. Pannon Egyetem, Veszprém, HUNGARNET Egyesület, Budapest, 2022, 192–198.

a Wikidata-hoz hasonlóan – egy beépített keresőfelület tartozik, ahol SPARQL-lekérdezések segítségével lehet különböző kereséseket végrehajtani.⁴

A közel húsz irodalomtudományos projekt közül jelenleg háromhoz kapcsolódik saját fejlesztésű keresőfelület: *A Magyar irodalomtörténet bibliográfiájához* (MIB), a *Századfordulós sajtóbibliográfiához*, valamint a *Krúdy Gyula-bibliográfiához*.

A Magyar irodalomtörténet bibliográfiájának migrációjáról 2024-ben írtunk részletesen Tüskés Anna kollégámmal.⁵ Közel 110 000 rekord került át a migráció során egy korábbi felületről⁶ az ITIdata-ba. Az adatbázisban a bibliográfiai rekordokon túl található egy kiterjedt sajtóbibliográfia is, amely a bibliográfiában található, periodikákban fellelhető (tudományos) cikkek entitásalapú állításokhoz sorolása miatt jött létre; valamint kiadók, településnevek és az új szakrendhez szükséges elemek.⁷ Ez a legkiterjedtebb rekordszámú irodalomtudományos projekt az ITIdata-ban, szakmai vezetője Császtvay Tünde.⁸ Fontos kiemelni továbbá, hogy a másik két projekthez képest ez egy folyamatosan bővülő bibliográfia, a gyűjtési munkálatokat, a folyóiratok szemlélését az Irodalomtudományi Intézet Bibliográfiai osztályának munkatársai végzik.⁹

A Századfordulós sajtóbibliográfia elnevezésű projekt szakmai felelőse Wirágh András, az ő gyűjtésére alapozódott a sajtóbibliográfia.¹⁰ Nevéből következően a századfordulón létezett lapok rekordjait tartalmazza. Összesen 2280 sajtótermék került leírásra.

A Krúdy Gyula-bibliográfia Krúdy Gyula életében megjelent műveinek rekordjait tartalmazza – egyelőre az 1918-ig terjedő időszak szövegeit – amelyek kötetekben, periodikákban jelentek meg.¹¹ Összesen 5635 rekord található a bibliográfiában, a projekt szakmai felelőse szintén Wirágh András.

4 <https://query.itidata.abtk.hu/>

5 Dobás Kata – Tüskés Anna, *A magyar irodalomtörténet bibliográfiájának migrációja az ITIdata szemantikus adatbázisba. Gyakorlatok és tanulságok* In: Tick, József; Kokas, Károly; Holl, András (szerk.) *Az oktatás, a kutatás és a közgyűjtemények digitális transzformációja felsőfokon : NETWORKSHOP 2024*: 33. Országos Informatikai Konferencia: 2024. április 3–5. Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Eger, Budapest, Magyarország: Hungarnet Egyesület, 2024, 87–95.

6 <http://www.iti.mta.hu/mib/index.html>

7 Ez utóbbira néhány példa: tárgyszavak, temporális korszakolási fogalmak, történeti és földrajzi elhelyezkedés szerinti, illetve nyelvi alapú besorolások, elméleti és módszertani tudományos irányzatok, szemléleti elvek, vizsgálati módszerek stb.

8 A projekt nyitóoldala, ahol a keresőfelület linkje is megtalálható: https://itidata.abtk.hu/wiki/A_Magyar_Irodalomt%C3%B6rt%C3%A9net_bibliogr%C3%A1fi%C3%A1ja

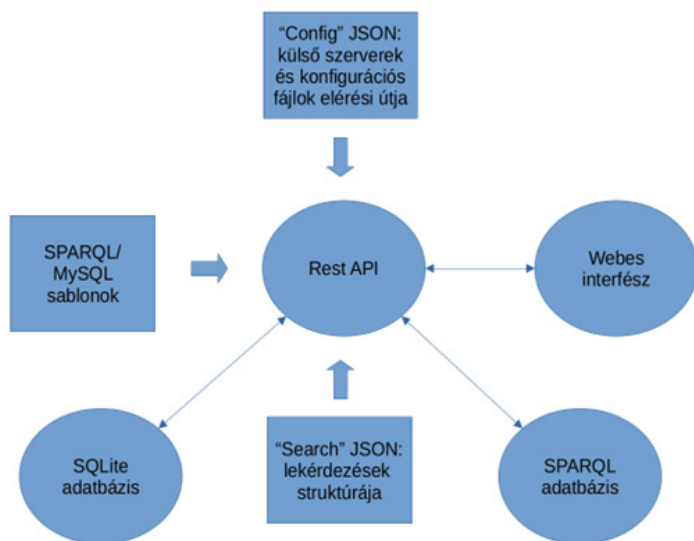
9 Erről lásd még részletesen: <https://kattatudomanyra.hu/az-irodalom-rejtett-halozatai/wikidata/>

10 Nyitóoldal keresőfelülettel: https://itidata.abtk.hu/wiki/Sz%C3%A1zadfordul%C3%B3s_sajt%C3%B3bibliogr%C3%A1fia

11 Nyitóoldal keresőfelület linkjével: https://itidata.abtk.hu/wiki/Kr%C3%BAdy_Gyula-bibliogr%C3%A1fia

Miért volt szükség új keresőfelületekre, amikor rendelkezésre állt a SPARQL lekérdező-felület? Az ITIdata felhasználóinak köre elsősorban irodalomtörténészekből, bölcész kutatókból áll. Elsősorban erről az oldalról érkeztek hozzánk olyan kérések, amelyek ezt indokolták. A SPARQL lekérdezőnyelv nem volt mindenkinek komfortos, hiába volt hozzá beépített lekérdezősegéd. Az egyik lehetőség az lett volna, hogy példa-lekérdezésekkel segítjük elő a különböző projektek nyitóoldalain a kereséseket, de végül új felületek létrehozása mellett döntöttünk. A cél az volt, hogy egy minden projekt számára könnyen adaptálható felületet hozzunk létre, biztosítva az átjárást is az egyes irodalomtudományos kutatások eredményei között.

Technikai oldalról ennek megvalósításához egy egyszerűen konfigurálható keretrendszer létrehozására volt szükség, ami a felhasználók részére egy webes interfészen HTML-űrlapok segítségével biztosítja a keresési paraméterek megadását, majd az automatikusan generált SPARQL-lekérdezések eredményének átlátható formában történő megjelenítését. A keretrendszer központi alapját egy Python nyelven implementált REST API jelenti, ami a keresőfelület testreszabásához szükséges információkat JSON konfigurációs állományokból olvassa ki, a lekérdezéseket pedig az interfészen megadott paraméterek, illetve SPARQL-sablonok segítségével állítja össze és továbbítja a SPARQL-végpont felé. Néhány speciálisabb projekt esetében, entitásazonosítókat tartalmazó, illetve az eredeti Wikibase adatbázisból migrált SQLite-adatbázisokkal is kommunikál. A kapott eredménytáblákat a JSON konfigurációs fájlok beállításai szerint dolgozza fel, végül továbbítja őket az interfész felé. Maga a megjelenítés Javascriptek és CSS-stíluslapok segítségével történik. A keretrendszer moduljai közötti kapcsolatot az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: A keretrendszer felépítése

A legalapvetőbb beállításokat (végpontok URL-címe, SPARQL-sablonok és a további konfigurációs fájlok elérési útja) a *config.json* nevű állomány tartalmazza, illetve egy külön JSON-fájlban található az egyes projektek specifikációinak leírásai. Utóbbi akár többféle, az interfészen választható kereséstípust is (pl. keresés személyekre, helyekre, kiadványokra valamelyik gyűjteményben) tartalmazhat a *search* attribútum listaelemként.

Az alábbi példa a Krúdy Gyula-bibliográfia specifikációján szemlélteti a JSON konfigurációs állomány szerkezetének egy részletét:

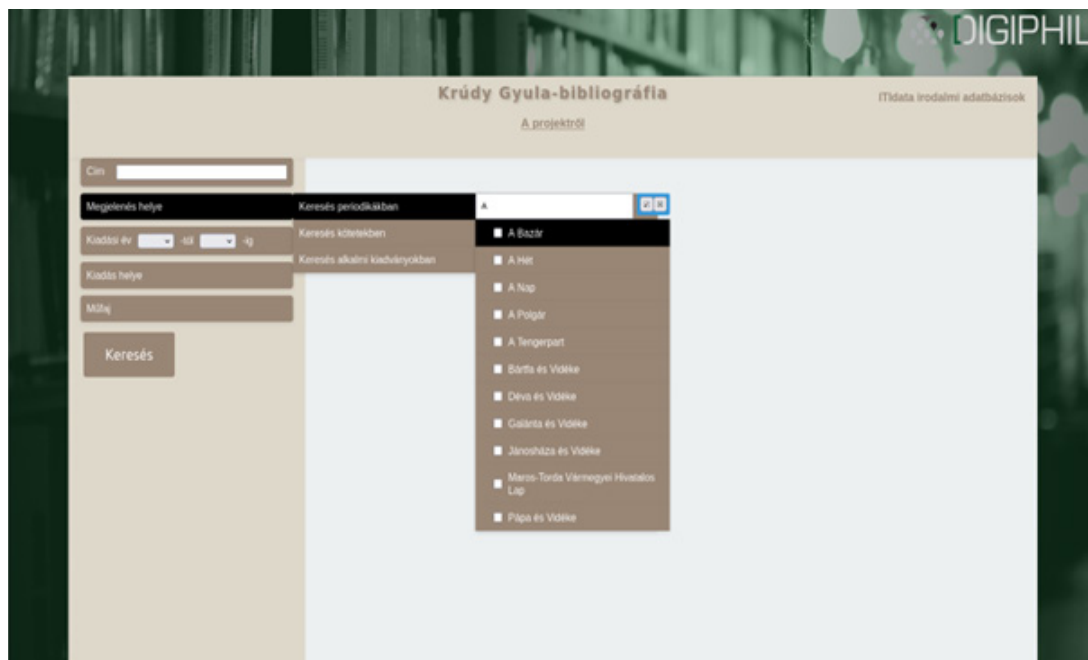
```
{
  „title”:”Krúdy Gyula-bibliográfia”,
  „link”:”https://itidata.abtk.hu/wiki/Kr%C3%BAdy_Gyula-bibliogr%C3%A1fia”,
  „search”: [
    {
      „id”:”search1”,
      „label”:”Kiadványok keresése”,
      „type”:”sparql”,
      „params”: {
        „itemLabel”:”,
        „yearFrom”:”1892”,
        „yearTo”:”1918”,
        „placeOfPublicationLabel”:[],
        „publishedINLabel”:[],
        „genreLabel”:[]
      },
      „defaultOrder”:”itemLabel”,
      „sparqlTemplate”:”q1”,
      „results”:{
        „format”:”table”,
        „items”: [
          {
            „type”:”url”,
            „label”:”Cím”,
            „src”:”item”,
            „text”:”itemLabel”
          }
        ]
      }
    }
  ]
}
```

Az egyes kereséstípusok különféle tulajdonságai közül (azonosító, a weboldalon megjelenítendő címke, a lekérdezés típusa/nyelve stb.) a *params* attribútum sorolja fel a felhasználó által megadható paramétereket, többségüket üres értékkel, de alapértelmezés (mint pl. a kiadvány megjelenési évének tartománya) beállítására is van lehetőség. A *results* attribútum tartalmazza az eredmények megjelenítéséhez szükséges információkat, a táblázat

egyes oszlopait és a bennük szereplő értékek jellemzőit (hiperhivatkozás vagy szimpla szöveg), illetve hogy melyik paraméterből olvashatók ki. A *defaultOrder* a sorok rendezésének alapértelmezett alapját, a *sparqlTemplate* tulajdonság pedig a kereséshez tartozó SPARQL-sablon azonosítóját adja meg.

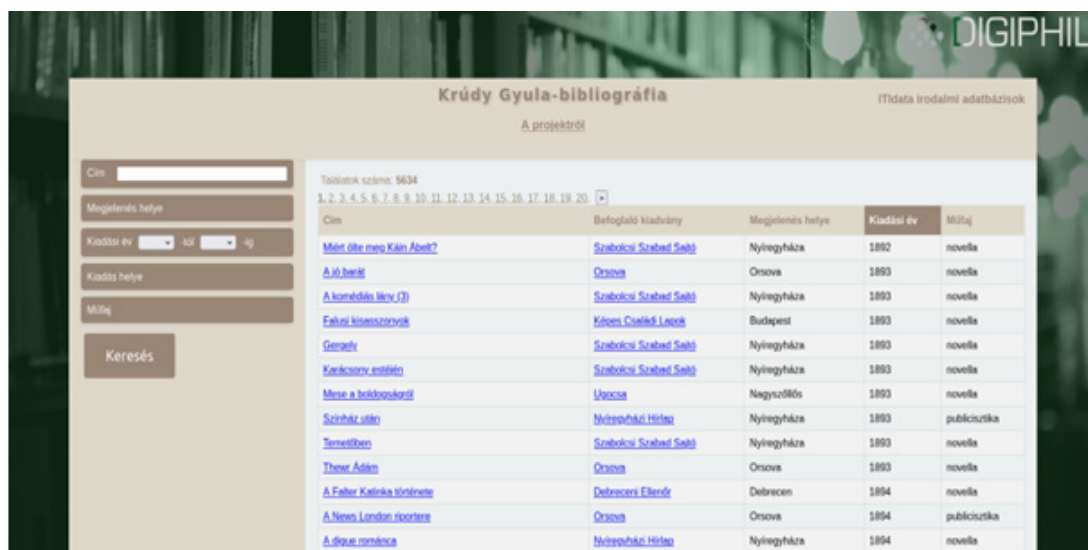
A keresési paraméterek beállítására szolgáló HTML-űrlapok struktúráját a *menuStructure* attribútum írja le. Mint az alább következő példában látható, többszintű menürendszerek létrehozására is van lehetőség. A példában az *itemLabel* paraméternél szimpla szöveggént megadhatjuk a keresett kiadvány címét, vagy annak egy részletét, a „Megjelenés helye” (PublishedINLabel paraméter) esetén pedig az interfészen megnyitható egy almenü, ahol periodikák, önálló kötetek, illetve alkalmi kiadványok közül választhatunk. Ezeket nem szükséges a JSON-fájlban felsorolni, helyette a *subquery* attribútummal meghívhatunk egy SPARQL-lekérdezést, ami ebben az esetben a lehetséges megjelenítési helyek listájával fog visszatérni. Ha a *subsearch* tulajdonság értéke *true*, akkor a webes felületen kereshetünk is közöttük (lásd 2. ábra).

```
„menuStructure”: [
  {
    „optionName”:”Cím”,
    „param”:”itemLabel”,
    „inputType”:”text”
  },
  {
    „optionName”:”Megjelenés helye”,
    „subOptions”: {
      „class”:”submenu”,
      „optionList”: [
        {
          „optionName”:”Keresés periodikákban”,
          „subOptions”: {
            „class”:”subsubmenu”,
            „subSearch”:true,
            „param”:”publishedINLabel”,
            „startID”:1,
            „type”:”sparql”,
            „subquery”:”periodic”
```



2. ábra: Keresés a beágyazott lekérdezés eredményei között

A beállított limitet meghaladó számosságú találat esetén az eredménytáblát több oldalon lapozhatjuk, a sorokat az oszlopnevekre kattintva van lehetőség növekvő vagy csökkenő sorrendbe átrendezni. A 3. ábrán a kiadási év szerint növekvő sorba rendezett találatok első oldalát láthatjuk.



3. ábra: A találatok megjelenítése és rendezése

További terveink között szerepel a webes interfész funkciónak bővítése (keresési eredmények különböző fájlformátumokban történő mentése, kiválasztott szűrők megjelenítése és törlése stb.), az SQLite-adatbázisokba történő migráció és frissítés automatizálása, adatvizualizációs technológiák integrálása.

Összegzésként elmondható, hogy az ITIdata-keretrendszerre épülő, Python-alapú keresőmotor sikeresen hidalja át a SPARQL-felület meredek tanulási görbáját, miközben megőrzi a szemantikus adatbázisok rugalmasságát. A bemutatott példákon keresztül igazoltuk, hogy a JSON-konfigurációkon alapuló REST API és a JavaScript-vezérelt webes interfész minimális fejlesztői beavatkozással adaptálható eltérő projektigényekhez. Eredményeink azt mutatják, hogy az új felület nemcsak gyorsabb és intuitívabb keresést tesz lehetővé az irodalomtörténészek számára, hanem elősegíti az egyes adatbázisok közötti átjárhatóságot is. A jövőben az automatikus SQLite-migráció, a valós idejű frissítés és az interaktív adatvizualizáció integrálása tovább erősítheti az ITIdata szerepét a hazai digitális bölcsészet infrastruktúrájában.

Bibliográfia

Dobás Kata – Fellegi Zsófia – Palkó Gábor, *A kis gömböc meséje – az ITIdata irodalomtudományos adatbázis fejlesztése 2022–2023-ban*, In: Új technológiákkal, új tartalmakkal a jövő digitális transzformációja felé: 32. Networkshop országos konferencia: 2023. április 12–14. Pannon Egyetem, Veszprém, HUNGARNET Egyesület, Budapest, 2022, 192–198.

Dobás Kata – Tüskés Anna, *A magyar irodalomtörténet bibliográfiájának migrációja az ITIdata szemantikus adatbázisba. Gyakorlatok és tanulságok* In: Tick, József; Kokas, Károly; Holl, András (szerk.) *Az oktatás, a kutatás és a közgyűjtemények digitális transzformációja felsőfokon : NETWORKSHOP 2024*: 33. Országos Informatikai Konferencia: 2024. április 3–5. Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Eger, Budapest, Magyarország: Hungarnet Egyesület, 2024, 87–95.

A keresőfelületek linkjei:

<https://mibkereso.iti.abtk.hu/>

<https://sajtokereso.iti.abtk.hu/>

<https://krudykereso.iti.abtk.hu/>

VIZUÁLIS TECHNIKÁK HASZNÁLATA A PROJEKT-TERVEZÉS ÉS VEZETŐI DÖNTÉSTÁMOGATÁS SORÁN AZ SZTE KLEBELSBERG KÖNYVTÁRBAN

Molnár Sándor

Szegedi Tudományegyetem Klebelsberg Könyvtár és Levéltár

sandor.molnar@ek.szte.hu

Absztrakt

A könyvtár mindennapi működése során gyakran szembesül új feladatokkal. A megoldások keresése, és a különböző vélemények megvitatása során nagy segítségünkre lehetnek olyan grafikai eszközök, amelyek vizuális megjelenítéssel segítik egy-egy probléma gondos kivizsgálását.

Az absztrakció segítségével egyszerűbbé válik egy feladat különböző szintjeinek és kapcsolódási pontjainak megismerése, úgymint a folyamat komponenseinek lehetséges kimenetei vagy egyes alkotóelemeinek viselkedése.

Esettanulmányok segítségével illusztrálom, hogy a szóba kerülő grafikai eszközök hogyan támogatják a munkaszervezést, a döntéshozatalt, valamint a munkatársak tájékoztatását. A munkaszervezésben folyamatábrák használata segít meghatározni az egyes kapcsolódási pontokat. A bemutatott háromdimenziós modelleket a közelmúltban használtuk egy raktárköltöztetés okán, a tervezés és az egyeztetések folyamatában. A vizuális megközelítés hatékonyabbá tette a kommunikációt, különösen az intézményen kívüli szereplőkkel. A könyvtár belső munkafolyamatait időszakonként izometrikus grafika segítségével tettük átláthatóbbá munkatársaink számára. Ezek az ábrák nem a pontosságról, hanem inkább a humorról szóltak, és céljuk az volt, hogy a projekten dolgozóknak megmutassuk a nagyobb képet, és ezzel motiváljuk őket.

Kulcsszavak: könyvtári menedzsment, számítógépes grafika, mindennapi számítástechnika

Abstract

Use of Visual Techniques in Project Planning and Management Decision Support at the SZTE Klebelsberg Library

In the course of its daily work, the library is often confronted with a previously unknown task. In the search for a solution and in the discussion of several different opinions, graphic tools are a great help in creating illustrations that help you to investigate a problem carefully.

Abstraction makes it easier to understand the different levels and interfaces of a task, such as the possible outcomes of the components of a process or the behaviour of its constituent parts.

I will illustrate, through case studies, how the graphical tools at stake help to organise work, support decisions and inform staff. The use of flowcharts in work organisation helps to identify the interfaces. 3-dimensional models were recently used for a recent warehouse relocation, during planning and discussions. The visual approach made communication more effective, especially with actors outside the institution. We periodically use isometric graphics to make the internal workflow of the library more transparent for our staff. These graphics are not about accuracy but rather about humour, and their aim is to show project staff the bigger picture and thus motivate them. **Keywords:** library management, computer graphics, everyday computing

A könyvtár mindennapi működése során gyakran szembesül új feladatokkal. Ezek a váratlan kihívások tesztelik és ösztönzik a könyvtárosok kreativitását. A megoldás tervezése folyamán gyakran használunk vizuális eszközöket, a cikkben ennek okait és magukat az eszközöket mutatom be.

A vizuális eszközök használatát egyrészt generációs okok teszik elengedhetetlenné, hiszen látványosabb, ha egy-egy probléma megoldásait vizuálisan jelenítjük meg. Nem szeretném a generációs marketing oldaláról megközelíteni ezt a kérdést, de annyi bizonyos, hogy a munkatársak között is tetten érhető a Marc Prensky által frappánsan megfogalmazott¹ digitális bevándorló és digitális bennszülött közti különbség, illetve a globális médiaváltozás is oka, hogy a hatékony együttgondolkodásra általában jótékonyan hat egy-egy vizuális segédanyag.

Az absztrakció szintén kiemelt fontosságú, hiszen egy-egy problémát kisebb részletekre bontani, felfedezni a különbözőségeket, és megkeresni a kapcsolódási pontokat mind segítenek megérteni a másik felet.

A rugalmas tervezés szintén elengedhetetlen, ezért úgy válogattam össze a bemutatott alkalmazásokat, hogy azok mindegyike rendelkezzen olyan munkafájl-exportálási lehetőséggel, melyek utólag is könnyen módosíthatók. Könyvtárunkban a bevett gyakorlat szerint a tervezés folyamán bemutatott modellt a résztvevők egy megbeszélés során véleményezik, és ennek alapján készül egy módosított verzió. A szoftverek segítségével alternatív ábrák is viszonylag könnyen készíthetők, ha a tervezés során többféle jó megoldás is elképzelhető. A tervezés fázisában az erőforrás-menedzsmentre is gondolni kell, hiszen egy-egy alternatív beépítést virtuálisan bemutatni jóval egyszerűbb, mint a valóságban újraprendezni.

1 Marc Prensky (2001): Digital Natives, Digital Immigrants, On the Horizon, 2001. October 05. <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Parti.pdf> (Utolsó letöltés: 2025.06.29.)

Mivel a közgyűjteményi környezetben viszonylag limitált erőforrásokkal dolgozunk, kiemelten fontossá válik ezen erőforrások produktívabb felhasználása is. Ezért a bemutatásra kerülő programok mind vagy szabadon hozzáférhetők, vagy korlátozott funkcionalitással, de ingyenesen is használhatók.

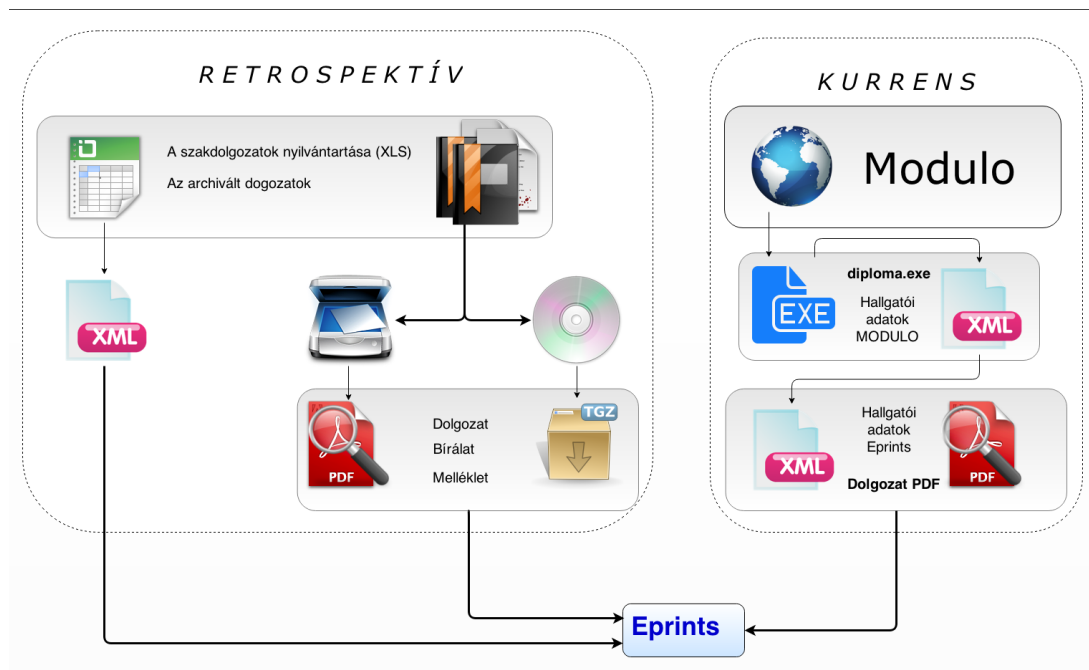
Diagrams.net

Az első alkalmazás, a diagrams.net², a korábbi draw.io. A program hivatalos neve az előbbi, de az utóbbi címen érhető el a szolgáltatás. Maga a program egy böngészőben futó rajzoló-program, melyben a bal oldali menüből *drag and drop* módszerrel lehet alakzatokat hozzáadni a rajzhoz. A program különlegessége, hogy az egyes ábrák között lehet kapcsolatokat kialakítani, és ezen kapcsolatok dinamikusan változtathatók. Amikor egy összetettebb ábrát készítünk, az elhelyezés közben a program segédvonalakkal segíti a pontos elhelyezést. Az alkalmazás dinamikus rajzlappal dolgozik, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy ha elérjük a munkalap szélét, akkor a program automatikusan kiegészíti azt. Az elkészült ábrákat el lehet menteni XML-formátumban, melyek így a későbbiekben is szerkeszthetők, valamint lehetőség van különböző képfarmátumokba is exportálni azokat.

A tervezés során különböző, előre definiált sablonokból lehet választani, és ezekhez kapcsolódóan többféle ikonkészletből lehet válogatni az elektronikában használt kapcsolási rajztól egészen az épület alaprajzig. A beépített ikonkészletek az évek során változtak, de a program ad lehetőséget külső forrásból származó, akár saját tartalmak feltöltésére is.

A könyvtárunkban van egy MediaWiki-alapú, belső hálózatról elérhető eljárásgyűjtemény, az úgynevezett WorkWiki, melyben megtalálhatók a munkához kapcsolódó folyamatleírások. Ezek jellemzően hosszú szövegek, melyek minimális képanyagot tartalmaznak. A bemutatott folyamatábra (1. ábra) célja az, hogy vizuálisan szemléltesse a könyvtárban történő szakdolgozat-feldolgozás munkamenetének szöveges leírását.

² A diagrams.net hivatalos oldala: <https://app.diagrams.net/?src=about>

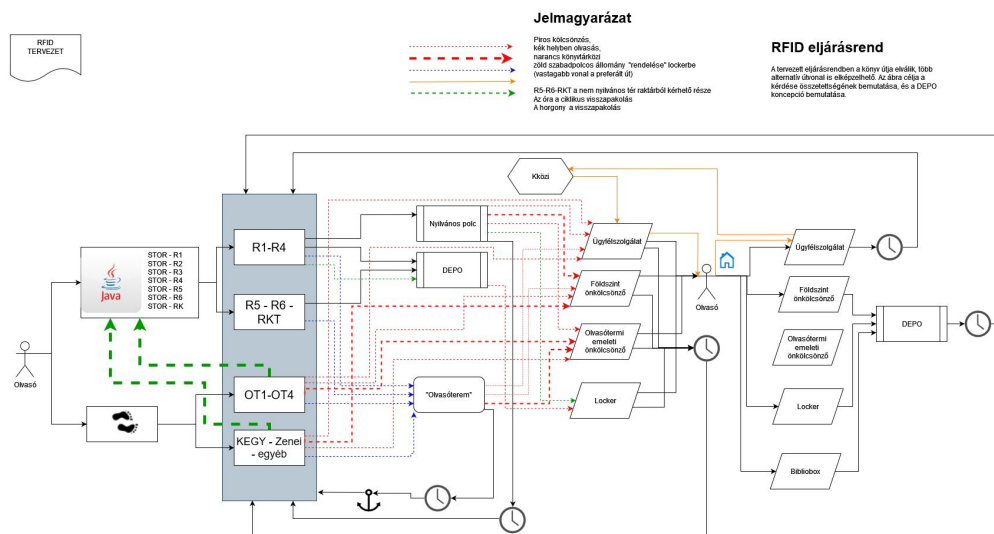


1. ábra: Szakdolgozat-feldolgozás sematikus folyamatábrája

Az utóbbi időben ez a fajta technika kiterjed egy másik belső hálózatban használt szoftverre is. A könyvtárban egy Redmine³-alapú feladatmenedzselő szolgáltatást használunk, ezt belső elnevezéssel agendának hívjuk. A kollégák nemcsak szóban kapnak feladatot, hanem az agendában egy taszkot, és ez alapján végzik a munkájukat. A szakreferensi rendezőpolc nevű feladathoz készült egy ábra, amely bemutatja az adott munkát és annak folyamatát. Ebben az esetben a munkafolyamat vizsgálata során például kiderült, hogy a munkatársak úgy tudnak hatékonyan dolgozni, ha elválasztjuk egymástól a döntéshozatalt és a logisztikát.

A draw.io-t használjuk vezetői döntéstámogatásra is, jelen esetben az éppen folyamatban lévő RFID-ra történő átállás kapcsán (2. ábra). Könyvtárunkban jelenleg egy helyen történik kölcsönzés, és ez az ábra azt mutatja be, hogy a könyv milyen úton jut el a raktárból vagy az olvasóteremből a felhasználóhoz, és onnan milyen úton kerül vissza a helyére.

3 A Redmine hivatalos oldala <https://www.redmine.org/>



A folyamatban lévő projektben több önkiszolgáló eszközt fogunk telepíteni különböző helyszínekre, így némileg összetettebbé válik az olvasószolgálat logisztikai munkája. Az ezzel kapcsolatos vezetőségi közös gondolkodás során ez az ábra jól illusztrálta, hogy milyen kihívásokra kell felkészülni, és az egyes eszközöket – például a horgonnyal jelölt szakolvasótermi helyben használatot mérő dokkolót – a folyamat melyik pontján kell használni, hogy az ne keveredjen össze a kölcsönzésre kért, ám végül a kölcsönzőben felejtett, „át nem vett” dokumentumokkal.

3D

A folyamatábrák mellett a könyvtárban kísérleteztünk 3D-ábrákkal is, ugyanis vannak olyan összetettségű feladatok, melyek ábrázolásához a két dimenzió kevés. Az első ilyen kísérlet 2012-ben történt, amikor elkészült a könyvtár épületének 3D-modellje az akkor elérhető Google SketchUp segítségével. Később a Blender⁴ programmal készült egy könyvtárrészlet, mely dinamikusan tudott változni (azaz volt lehetőség egyes polcok megjelölésére, ami segíthette volna az intézményen belüli navigációt).

A fenti 3D-modellekről összességében elmondható, hogy ezek a programok kicsit az „ágyúval löni verébre” kategóriába tartoznak, ugyanis a modell elkészítése aránytalanul nagy munka és az elkészült séma is nehezen hasznosítható.

2019-ben egy szervezeti- és működési szabályzatváltozás miatt a könyvtár egyik osztálya a könyvtári szervezeten kívülre került, és ezzel együtt járt az is, hogy az épületen belüli költözködéssel több munkaszoba funkciója megváltozott. Azt a feladatot kaptam, hogy

4 A Blender hivatalos oldala <https://www.blender.org/>

készítsek egy tervet a bútorzat átköltözésére úgy, hogy a lehető leghatékonyabban használjuk fel a meglévő bútorelemeket, és a lehető legkevesebbet kelljen selejtezni. A feladat megoldásakor a Sweet Home 3D⁵ nevű tervezőprogramot használtam, melyet a készítői alapvetően lakberendezéshez találtak ki. A program egy saját fájlformátumba menti az elkészült modelleket, melyek a programba később is visszatölthetők és szabadon szerkeszthetők. A program nagy előnye, hogy mérethelyes modelleket lehet benne készíteni, a méretezett bútorokat pedig a *drag and drop* módszerrel lehet elhelyezni.

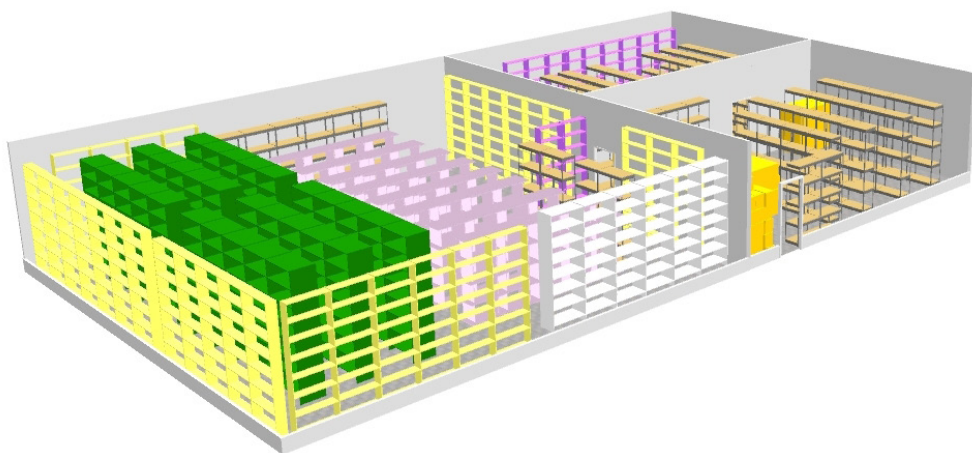
Ennek a programnak a tavalyi évben több alkalommal is nagy hasznát vettük. A könyvtár földszintjén működő hírlapolvasó 2022-ben, a szegedi egyetemi könyvtár 100 éves évfordulóján a centenáriumi megemlékezés kapcsán átalakult, és itt készült el a BiblioTéka kiállítóter. Tavaly tavasszal fenntartói döntés alapján ennek helyén került kialakításra az SZTE Karikó Katalin-kiállítás⁶. A funkcióváltás során a korábbi hírlaptároló szekrényeket és a földszinti teret úgy kellett átalakítani, hogy a funkciók a lehetőségekhez képest megmaradjanak. Az ott található mintegy 30 szekrény 6 különböző típusból állt, ezek a pár centis eltérések pedig befolyásolták a lehetséges elrendezést. Természetesen a harminc szekrény mozgatása messze meghaladja a lehetőségeinket, így kiemelt szerepe volt a különböző elrendezési lehetőségek megvitatásakor annak, hogy az alternatív beépítésekről modell- és látványterv is készült.

A tavalyi év legnagyobb volumenű logisztikai feladata a könyvtár külső raktárának költöztetése volt. Korábban egy nagyjából 300 m²-es raktárban 140.000 kötetet tároltunk, mindent hat különböző típusú polcrendszeren. A könyvállomány egy része kartondobozokban volt, és az egész terület névleges kapacitása 2600 folyómétert tett ki. A költözés során biztosítottak a könyvtár számára egy másik telephelyet, és a költözés logisztikai részét egy külső vállalkozás kapta, de a terület berendezését és az állomány költözési sorrendjét a könyvtár munkatársai koordinálták.

A különböző állományrészek egyben tartása miatt fontos volt előzetesen lépésről lépésre megtervezni a költözés folyamatát, főleg úgy, hogy az új telephelyen nem volt bútorzat, vagyis az állványzat is költözött. Az állományok gyakran más típusú polcokra kerültek mint korábban, így a költözés során a polcfolyómétert át kellett váltani műanyag rekeszre, majd azt visszahelyezni a polcra. Ebben a munkában nélkülözhetetlen eszköz volt az elkészült modell (3. ábra). A költözés során több partnerrel egyeztettünk, és a közös kommunikációban nagy segítséget nyújtott a vizuális megközelítés.

5 A Sweet home 3d hivatalos oldala <https://www.sweethome3d.com/> <https://sourceforge.net/projects/sweethome3d/>

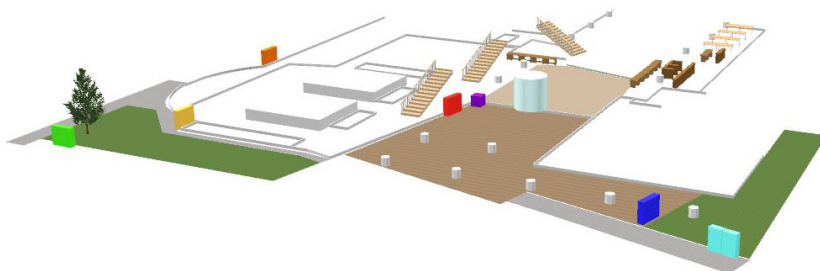
6 Panek Sándor (2024): Kibővült és lenyűgöző lett az SZTE Karikó Katalin-kiállítása, *SZTEhírek*, 2024. szeptember 08. <https://u-szeged.hu/sztehitek/2024-szeptember/kibovult-felujitott-kariko-katalin-kiallitas-szte> (Utolsó letöltés: 2025.06.29.)



3. ábra: A külső raktár modellje

Jelenleg a már említett RFID-projekt tervezése során is nagy hasznát vesszük a modelleknek. A könyvtár tervez beszerezni egy ún. lockert, amely leginkább egy csomagautomatához hasonló eszköz, melybe könyveket lehet kölcsönzésre kihelyezni, és azokat onnan átvenni.

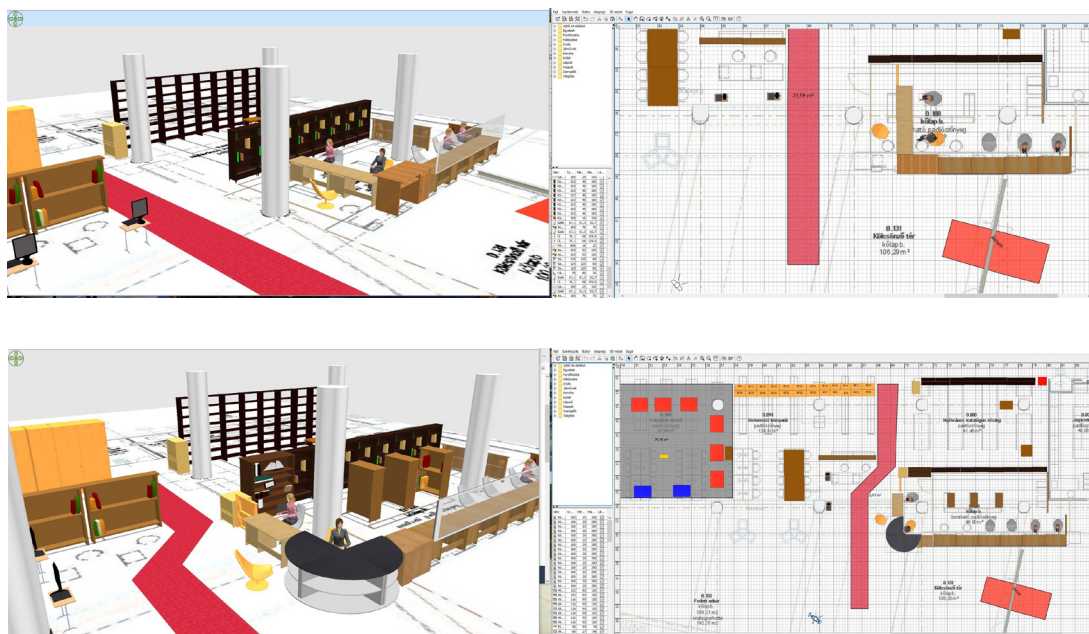
Az ábrán látható színes téglalapok a locker elhelyezési alternatívákat mutatják be, és az egyeztetések során ezt a munkaanyagot használták fel a különböző alternatív színhelyek megvitatásakor (4. ábra).



4. ábra: Épületen kívüli lehetséges kiszolgálási helyszínek

Szintén az RFID-projekt kapcsán, az önkiszolgáló kölcsönző eszközök megjelenésével jelentős térátalakítás történik. Jelen pillanatban ennek a folyamatnak a felénél tartunk, majd csak a teljes olvasótermi állomány címkézése után tudunk áttérni az önkiszolgáló eszközökre.

A térátalakítás kapcsán egy helyszínre került a korábban külön működő kölcsönző- és tájékoztató pult. Ennek kialakítására több különböző látványterv készült – részben a meglévő bútorzat felhasználásával –, de készültek olyan alternatívák is, ahol új berendezés látható (5. ábra).



5. ábra: Tértervezés Sweet Home 3D-vel

A felső ábra egy alternatív, csökkentett méretű pultot, míg az alsó egy még csak elméletben létező körpultot mutat, ez utóbbit hívjuk a munkanyagokban bástya koncepciónak. Érdekessége a modellnek, hogy az asztalra helyezett monitorok, melyek az önkiszolgáló eszközöket szimbolizálják, más-más irányba néznek a két eltérő koncepción, valamint a modellalkotás közben derült ki, hogy az elhelyezésen is változtatni kell, illetve a piros szőnyeggel jelzett fő közlekedési útvonal is megváltozik.

Icograms

A harmadik eszköz az Icograms⁷ nevű program, mellyel izometrikus grafikát lehet létrehozni. Ezek olyan térhatású vetületek, ahol nem érvényesül a perspektíva, így a távolsá-

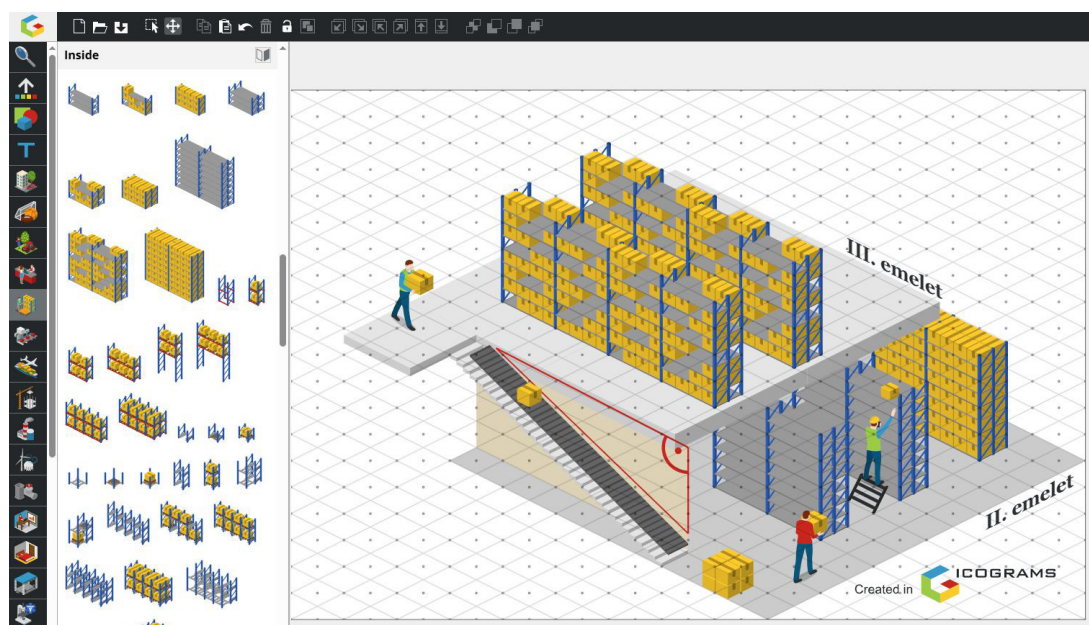
7 Az Icograms hivatalos oldala: <https://icograms.com/>

gok mindenhol egyenlőek maradnak. Ezek az ábrák alapvetően a látvány felől mutatják be az adott problémát, olyan szintű pontos tervezés, mint a Sweet Home 3D esetében, nem lehetséges, viszont az elkészült ábra mindenki számára könnyen befogadható.

A program böngészőben fut, limitált funkcionalitással bejelentkezés nélkül is használható, de ha szerkeszthető módon szeretnénk menteni a munkánkat, akkor már szükségünk lesz egy basic-szintű regisztrációra.

Az alkalmazás JSON-formátumban ment, és ezt visszatöltve lehet később is szerkeszteni az elkészült ábrát. A kimentett képernyőképen látható a szerkesztő felület, ahol a már jól ismert *drag and drop* módszerrel lehet újabb elemekkel gazdagítani az ábrát. Ezt a technikát alapvetően belső használatra, a belső hálózaton elérhető blogra történő megjelenítésre használom, leginkább szórakoztató jelleggel. Ez a munkatársakat motiválása szempontjából fontos eleme a projekttervezésnek.

A mellékelt képen az látszik, hogy hogyan épült csúszda a könyvraktár két emelete között a hátsó lépcsőházban (6. ábra). A lejtő szükséges hosszúságát a Pitagorasz-tétel segítségével sikerült kiszámolni, ezután a módszer a gyakorlatban is sikerrel vizsgázott, több mint 10.000 kötetet sikerült átmozgatni.



6. ábra: IcoGrams kezelőfelülete

Bízom benne, hogy a bemutatott technológiák egyfajta inspirációt adnak mindazoknak, akik hasonló tervezőmunkát végeznek.

Irodalomjegyzék

- Marc Prensky (2001): Digital Natives, Digital Immigrants, *On the Horizon*, 2001. October 05. <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> (Utolsó letöltés: 2025.06.29.)
- Panek Sándor (2024): Kibővült és lenyűgöző lett az SZTE Karikó Katalin-kiállítása, *SZTE hírek*, 2024. szeptember 08. <https://u-szeged.hu/sztehitek/2024-szeptember/kibovult-felujitott-kariko-katalin-kiallitas-szte> (Utolsó letöltés: 2025.06.29.)

A WAVELET-TRANSZFORMÁCIÓ PÁRHUZAMOSÍTÁSA MULTI-GPU KÖRNYEZETBEN A KOMONDOR SZUPERSZÁMÍTÓGÉPEN

Tóth Bálint

*Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar
Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék
toth.balint@phd.mik.uni-pannon.hu*

Juhász Zoltán

*Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar
Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék
juhasz.zoltan@mik.uni-pannon.hu*

Absztrakt

Az agyi EEG-mérések feldolgozásának egyik fontos lépése a Wavelet-transzformációval elvégzett idő-frekvencia elemzés, ami a nagy mennyiségű mérési adat miatt időigényes folyamat. Ennek oka az EEG-ben alkalmazott nagy számú mérőelektroda és a magas mintavételezési frekvencia, ami több száz csatornát és csatornánként több millió adatpontot eredményez. A számítási időt tovább növeli a megfelelő frekvencia felbontás biztosítása miatt szükséges, csatornánként több száz Wavelet-transzformáció végrehajtása. Mindezek miatt szükségessé vált több, az EEG előfeldolgozás során használatos algoritmus párhuzamos GPU megvalósítása szuperszámítógép környezetben. Cikkünkben bemutatjuk a párhuzamos Wavelet-transzformáció algoritmus megtervezésének és CUDA GPU implementációjának főbb lépéseit, valamint a Komondor szuperszámítógépen végzett mérésekre alapozva az elkészült multi-GPU program skálázhatóságát.

Kulcsszavak: Nagyteljesítményű számítás, EEG, GPU, Digitális jelfeldolgozás

Abstract

A Multi-GPU Parallel Implementation for the Wavelet Transform in HPC Environment Using the Komondor Supercomputer

The Wavelet transform-based time-frequency analysis is an important step of EEG data processing. High sampling rate and high-density electrode layouts results in measurements producing hundreds of MBs of data. Coupled with high frequency resolution requiring hundreds of Wavelet transforms to be executed per electrode, the execution time quickly becomes prohibitive. For these reasons, a need for parallel GPU versions has emerged for frequently used EEG algorithms that can be used in HPC environments. In this paper, we

present the main steps of the design and development of the CUDA GPU implementation of the parallel Wavelet transform algorithm and the scalability results of the multi-GPU version executed on the Komondor supercomputer.

Keywords: High Performance Computing, EEG, GPU, Digital Signal Processing

Bevezetés

A szuperszámítógépek napjaink elengedhetetlen tudományos eszközei, amik nélkül szimulációalapú kutatások nem lennének lehetségesek. Számos tudományterület új eredményei köszönhetők nagy teljesítményű számítógépeknek. A High Performance Computing (HPC) több módon is támogathatja a korszerű kutatásokat. Egyrészt, szimulációkkal nagy pontossággal tervezhetők előre kísérletek, amiknek az eredményei a későbbiekben valós eszközökkel igazolhatók, másrészt a mérések és kísérletek során keletkező adatmennyiséget szuperszámítógépek nélkül gyakran beláthatatlanul hosszú idő lenne feldolgozni. A továbbiakban az agykutatásban használt, elektroencefalográfia (EEG) segítségével szerzett mérési adatok feldolgozása során alkalmazott Wavelet-transzformáció párhuzamosítása kerül bemutatásra. Az EEG segítségével – noninvazív módon – nagy időbeli (< 1 ms) felbontású információ nyerhető az agykéregben lezajló bioelektromos folyamatokról. A nagy idő- és térbeli felbontás eléréséhez jellemzően magas mintavételezési frekvenciát ($< 1\text{--}2$ kHz, esetenként akár 32 kHz) és minimum 64 vagy 128 mérőelektrodát használnak. Ennek következtében egy néhány perces EEG-mérés több száz MB feldolgozandó adatot is generálhat, hosszabb vizsgálatoknál pedig már GB méretű adatfájlokról beszélünk. Ezek feldolgozása az EEG-kutatóközösségben tipikusan MATLAB-alapú keretrendszerekkel történik (példa EEGLAB [1]), ami órás nagyságrendű futási időket eredményez egy-egy komplexebb feldolgozási lépés végrehajtása során. Csoportos vizsgálatok esetén nem ritka a többnapos futási idő.

A párhuzamos GPU-implementációnk a Komondor szuperszámítógép [2] architektúráját figyelembe véve készült, ami 4,51 PFlop/s teljesítményével jelenleg a leggyorsabb számítógép Magyarországon. A számítógép négy partícióból (CPU, GPU, BigData, AI) áll. A GPU-partíció 58 számítási node-ot tartalmaz, mindegyikben egy AMD EPYC Milan processzor és négy darab Ampere architektúrájú NVIDIA A100 grafikus kártya található. A node-on belül a GPU-k NVLink kapcsolattal vannak összekötve, a node-ok közti kapcsolatot pedig a Slingshot interconnect technológia biztosítja.

A Wavelet-transzformáció és a kiindulási GPU-algoritmus

A Wavelet-transzformáció idő-frekvencia elemző módszer, amely átmenet a jelek idő- és frekvenciatarománybeli leírása között. Az idő-frekvencia határozatlansági reláció következtében mindkét tartomány egyidejű pontos ismerete nem lehetséges, ennek ellenére

számos közelítő módszer létezik idő-frekvencia elemzésre. Az egyik ilyen a Wavelet-transzformáció, amelyet kifejezetten a Fourier-transzformáción alapuló módszerek hátrányainak kiküszöbölése érdekében fejlesztettek ki. A fő eltérés a Fourier-transzformációtól az alkalmazott bázisfüggvények és a frekvenciával változó időablak hossz. Míg a Fourier-transzformáció esetén a szinusz- és koszinuszfüggvények végtelenek, a wavelet véges energiájú, rövid időtartamú oszcilláció.

$$W\{f(t)\}(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (1)$$

$$\Psi(t) = e^{j\omega_0 t} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (2)$$

Matematikailag a wavelet-transzformáció a vizsgált jel és a bázis-wavelet különböző skálázott változatai közötti konvolúciót jelenti. A művelet során az alkalmazott bázis-waveletet a vizsgálni kívánt frekvenciákra skálázzuk, az így előálló jelhalmazt wavelet-családnak nevezzük. A transzformáció folytonos esetben konvolúciós integrállal (1) írható fel, amelyben $\Psi(t)$ egy tetszőleges bázis-wavelet [3]. A skálázás miatt wavelet-ek hossza dinamikusan változik, amely egyfajta sávszűrőként működik, ami a kiválasztott frekvenciát ereszti át. A wavelet olyan függvény, ami teljesíti a véges energia (3) és zérus átlag (4) feltételt. Számos gyakran használt bázis-wavelet létezik, az EEG-feldolgozás során többnyire a Morlet-féle waveletet használjuk, de a GPU-algoritmusunk kialakítása lehetővé teszi egyéb bázis wavelet-ek megvalósítását is. A Morlet-wavelet egy haranggörbével tompított komplex szinuszoid (2).

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(t)|^2 dt \neq \infty \quad (3)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t) dt = 0 \quad (4)$$

A vizsgálandó frekvenciakomponensek száma és értéke az algoritmus hiperparamétereiből következik. Az időtartomány mintavételezéséhez hasonlóan, a minimum, maximum frekvencia és a komponensek száma alapján állíthatók elő a frekvenciakomponensek, amelyek alapján végrehajtható a bázis-wavelet skálázása. A szekvenciális kiinduló algoritmus az előbbi integrál diszkrétizálásával jön létre (1. algoritmus). A konvolúció számítás-

igényes művelet, azonban hatékonyan párhuzamosítható, mivel az eredmény minden eleme egymástól függetlenül kiszámítható. Az algoritmus által végrehajtott műveletek száma függ a bemeneti jel méretétől (M), a vizsgált frekvenciakomponensek számától (F), a csatornák számától (C) és a bázis-wavelet hosszától (N). Az algoritmus $O(CFN(M+N-1))$ lépést hajt végre.

input

w : Wavelet family in row-major layout
 N : Wavelet length
 s : Input signal in row-major layout
 M : Input signal length
 C : Number of channels
 F : Number of frequency bins

output

wxx : Channel results

begin

```

 $acc \leftarrow 0$ 
for  $c \leftarrow 0$  to  $C$  do
  for  $f \leftarrow f_{min}$  to  $F$  do
    for  $m \leftarrow 0$  to  $M+N-1$  do
       $acc \leftarrow 0 + j0$ 
      for  $n \leftarrow 0$  to  $N-1$  do
         $acc \leftarrow acc + w[c, f, n] * s[c, m-n]$ 
      end for
       $wxx[c, f, m] \leftarrow acc$ 
    end for
  end for
end for
end

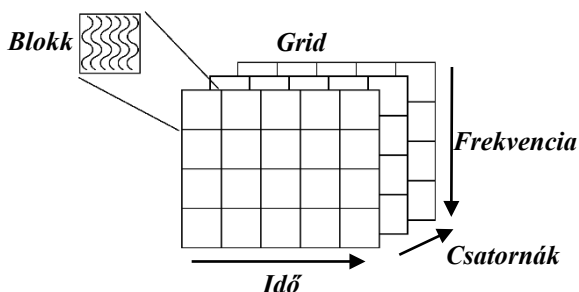
```

1. algoritmus: Wavelet-transzformáció

A szekvenciális algoritmus GPU párhuzamosítása az NVIDIA CUDA programozási modellen keresztül történik [4]. A CUDA-modell szorosan illeszkedik a GPU hardver hierarchiájára, így lehetővé teszi a GPU által nyújtott nagyfokú párhuzamosság maximális kihasználását. A hardver architektúrában az elemi végrehajtási egység a számítási mag, ebből több ezer található egy processzorban. Ez a programozási modellben egy utasításszál formájában jelenik meg. Az egy szál által elvégzett műveleteket az ún. kernel függvény adja meg. A számítási magok *Streaming Multiprocessor* egységekbe szerveződnek, ami magába foglalja a magok mellett a gyorsítótárakat és a regiszter fájlt. Ez a szint a programozási modellben a szálakból felépülő *Block* formájában jelenik meg. Egy blokk lehet egy-, kettő- és háromdimenziós. Blokkokból tevődik össze a *Grid*, ami az egész processzort magába foglalja és logikailag szintén lehet többdimenziós.

A Wavelet-transzformáció esetén az eredmény minden eleme függetlenül számítható, amely egy kernel formájában került megvalósításra. A bemeneti adat sorfolytonosan tartalmazza a csatornák (elektródok) adatait, azonban a kimenet a frekvenciakomponensek

miatt már háromdimenziós. A grid és a benne lévő blokkok kétdimenziósak, a kimenet utolsó kettő dimenziója (a frekvenciakomponensek részeredményei) egybe redukálva, sorfolytonos indexeléssel történt (1. ábra). Ennek oka a későbbi multi-GPU kiterjesztés esetén a kommunikációs műveletek csökkentése. A kernel alapja az 1. algoritmus, ebben két ciklus található. A belső végzi el a konvolúciót, a külső a frekvenciakomponenseken iterál. A szekvenciális algoritmus c és m ciklusát ily módon párhuzamosság váltotta fel (1. ábra). A wavelet családot egy külön kernel a GPU memóriájába generálja a transzformáció előtt. Miután a Morlet-wavelet komplex értékű függvény, a wavelet generáló és a transzformációt elvégző kernelekben is komplex aritmetika került alkalmazásra.



1. ábra: A CUDA-szállhierarchia leképezése a Wavelet-transzformációra

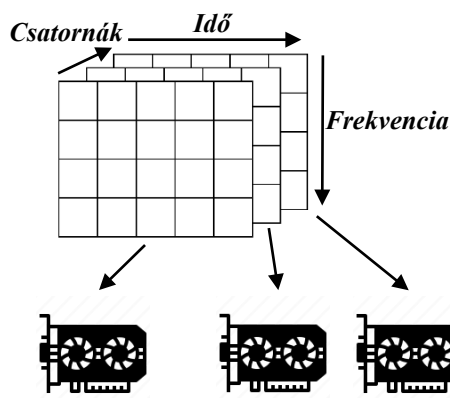
A multi-GPU algoritmus

Az elkészült CUDA-program többféleképpen integrálható multi-GPU rendszerekbe attól függően, hogy az alkalmazási környezet milyen párhuzamosságot tesz lehetővé. EEG-feldolgozás esetén további párhuzamosság adódik a csoportos mérések esetén a kísérleti alanyok mérési eredményeinek szétosztásával. Ilyenkor az algoritmus implementációja semmiben nem változik, a számítógép ütemezője segítségével párhuzamosan futtatunk job-okat, ahol egy alany feldolgozása egy GPU-n történik. A gyorsulás mértéke ilyenkor megegyezik a GPU-k számával, azonban a párhuzamosság korlátozott, további gyorsulás csak több alany hozzáadásával érhető el, így a módszer gyengén skálázható.

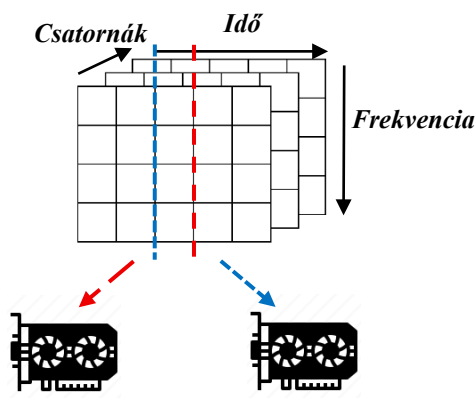
A további gyorsulás elérése érdekében szükséges az egy alanyra jutó adatok további szétosztása a GPU-k között. Ennek megvalósítására a Komondor szuperszámítógépen elérhető a *Message Passing Interface* (MPI) grafikus kártyákat támogató verzióját használtuk, aminek segítségével a node-on belüli és node-ok közti kommunikáció is megvalósítható. A CUDA-aware MPI egy lépésben képes közvetlenül egy GPU memóriájából a másikba adatot továbbítani a node központi memóriájának megkerülésével. Viszont az MPI használatának az a hátránya, hogy a kommunikációt kizárólag CPU-oldali kódból lehet megindítani, így minden adatcsere során az abban résztvevő összes GPU szinkronizációjára van szükség.

A kommunikációs hálózat közbeiktatása jelentősen nagyobb késleltetéssel jár, mint a PCI-e buszon keresztül elvégzett központi- és GPU-memória közötti másolás, ezért a GPU-k és node-ok közti kommunikációt így kizárólag akkor érdemes használni, ha a program futási ideje többszöröse az adatcsere idejének. A javított multi-GPU implementációnk működésének alapja, hogy egy node-on megtörténik az adatok beolvasása, ezután egy kollektív MPI-művelettel a kártyáknak kiosztott adatrészek szétosztása. Minden GPU az előzőekben bemutatott kernelt hajtja végre, miután a kiinduló node egy kollektív művelettel összegyűjti az eredményeket.

A hosszú jeleken elvégzett konvolúció elosztott rendszereken történő kiszámítására ismert megoldás az overlap-add és az overlap-save módszer. Az overlap-add egyenlő részekre osztja a jelet, így a szegmenseken egymástól függetlenül több folyamat elvégezheti a konvolúciót, azonban az eredmény nem teljes. A szegmensek határain lévő értékek előállításához a teljes wavelet-re szükség van, ami azonban a GPU számára nem lenne elérhető, emiatt az eredmények begyűjtésekor szükséges egy újabb összeadás. Mindezek miatt a módszert nem célszerű alkalmazni multi-GPU algoritmus esetén. Overlap-save konvolúció során a jelet átlapolódó ablakokra osztjuk fel. Ebben az esetben a kommunikációs mintázat aszimmetrikus, azonban az eredmények összeillesztéséhez egyetlen begyűjtő kollektív művelet szükséges. Ennek megfelelően a szétosztás során minden GPU megkapja az összes csatorna egy szeletét és azon hajtja végre a többcsatornás konvolúciót. A módszer a szükséges minimumnál jelentősen nagyobb adatmennyiséget cserél ki a GPU-k közt, emellett a csatornák memórián belüli elhelyezkedése miatt az egy GPU-ra jutó adat szegmentált. A módszer előnye elvileg abban áll, hogy a GPU-k számának elméleti korlátja az adatsor hosszával arányosan nő, azonban az extra kommunikáció miatt a gyakorlatban nem alkalmazható hatékonyan.



2. ábra: Csatornaalapú multi-GPU adatszétosztás



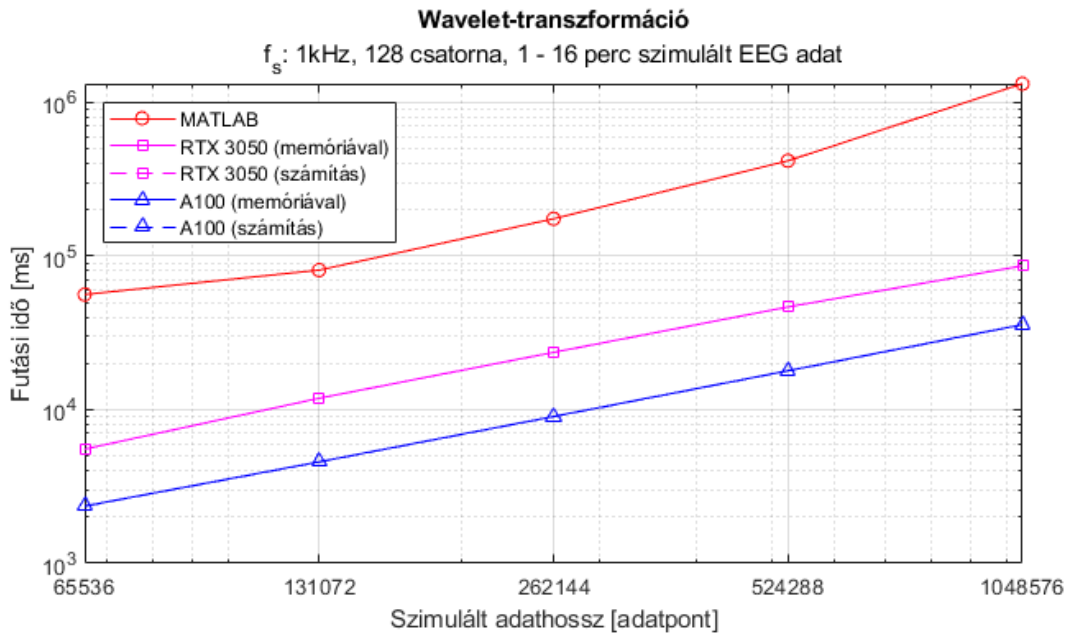
3. ábra: Overlap-save multi-GPU adatszétosztás

Az EEG-mérések struktúrájából következik a csatornák alapján történő GPU-k közötti szétosztás. A módszer lehetővé teszi legfeljebb annyi GPU használatát, amennyi csatornát fel szeretnénk dolgozni. Több száz csatorna esetén ez az elméleti korlát nem jár a várható teljesítmény jelentős visszaeséssel. Az implementációnk a csatornák adatait sorfolytonosan tárolja a memóriában, így a szétosztás- és begyűjtésműveletek az overlap-save és overlap-add módszerekkel ellentétben nem töredeztettek. A minta további előnye, hogy amennyiben a csatornák száma megegyezik a rendelkezésre álló GPU-kártyákkal, a műveletvégző kernel egy csatornára optimalizálásával a teljesítmény tovább javítható. Mindezek miatt a multi-GPU algoritmusunk ezt a módszert használja.

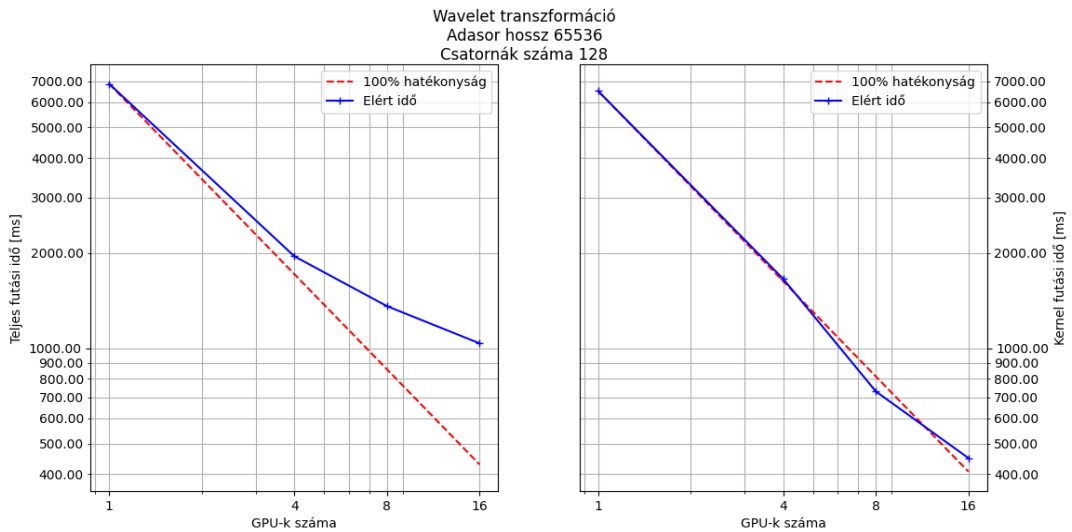
Eredmények

Az elkészült algoritmus GPU-változata két GPU-kártyán lett megvizsgálva. Az első egy NVIDIA RTX3050 mobil GPU, a második a Komondor szuperszámítógépben megtalálható NVIDIA A100 datacenter GPU. A numerikus pontosság ellenőrzése a MATLAB Signal Processing Toolbox implementációja alapján történt, amely egyben szekvenciális futási idő referenciaként is szolgált, mivel az EEG adatfeldolgozási gyakorlatban általános a MATLAB használata. A 4. ábra látható a három hardver környezetben mért futási idő 128 csatorna esetén a bemeneti jelhossz függvényében.

Az RTX3050-kártyán elvégzett részletes teljesítménymérések alapján a transzformációs kernel számításokorlátos, így a konvolúciók kiszámítása jelentősen tovább tart, mint a memória olvasása. A multi-GPU futási időmérések során bebizonyosodott, hogy az algoritmus teljes futási ideje a párhuzamosság növelésével csökken. A teljes futási idő az első szétosztási művelet megkezdésétől az utolsó összeggyűjtési művelet végéig az 5. ábra bal oldalán, a kizárólag az egy GPU-kártyára jutó számítás ideje pedig a jobb oldalán látható. A multi-GPU algoritmus futási idejében a számítási idő dominál, így az szinte teljes mértékben elfedi a kommunikációs időt egészen 16 GPU-ig, amikor az egy GPU-ra eső adatmennyiség lecsökken és további jelentős gyorsulás már nem érhető el.



4. ábra: Az algoritmus futási idői a tesztkörnyezetekben, szimulált jelen mérve



5. ábra: A multi-GPU algoritmus gyorsulása a használt kártyák függvényében

Összefoglalás

Cikkünkben az EEG-adatfeldolgozás során használt Wavelet-transzformáció idő-frekven-
 cia elemző módszer GPU és multi-GPU implementációját mutattuk be. Mindkét változat
 jelentős gyorsulást ért el a szekvenciális MATLAB referencia implementációhoz képest és
 a multi-GPU kiterjesztésnek köszönhetően tovább skálázható, így hatékonyan alkalmazható

szuperszámítógép környezetben is. Az elkészült implementáció jelentősen felgyorsítja majd az EEG idő-frekvencia elemzések és a konnektivitási hálózatok számításának elvégzését.

Irodalomjegyzék

- [1] A. Delorme and S. Makeig, "EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis," *J Neurosci Methods*, vol. 134, no. 1, pp. 9–21, Mar. 2004, doi: [10.1016/j.jneumeth.2003.10.009](https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009).
- [2] "Komondor Documentation." Accessed: Jun. 28, 2025. [Online]. Available: <https://docs.hpc.kifu.hu/>
- [3] L. Chun-Lin, "A tutorial of the wavelet transform," *NTUEE, Taiwan*, vol. 21, no. 22, p. 2, 2010.
- [4] "CUDA Programming Guide." Accessed: Jun. 28, 2025. [Online]. Available: <https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/contents.html>

A MUNKA ÉS A CSALÁD MELLETTI TANULÁS, A SZÜLŐK TÁMOGATÁSA A FELSŐOKTATÁSBAN¹

Balogh Anikó

Kutatóprofesszor

Edutus Egyetem, Közgazdasági és Módszertani Alapozó Tanszék

balogh.aniko@edutus.hu

Vetési Erika

doktorandusz

ELTE PPK Neveléstudományi Doktori Iskola

vetesi.erika@kancellaria.elte.hu

Absztrakt

A munka és a család melletti tanulás, a szülők támogatása a felsőoktatásban

A felsőoktatásban egyre szélesebb körben jelennek meg azon hallgatók, akik a munkájuk és családjuk mellett szülőként vállalkoznak a felsőoktatásba való bekapcsolódásba.

Az Edutus Egyetemen a hatékony tanulást lehetővé tevő rugalmas oktatási módszereket alkalmazunk. 2024-ben végzett kutatásunk szerint a hallgatók aktívan használják a webináriumi rendszert, amely jelentős hatással van tanulási szokásaikra és módszereikre. A digitális oktatási eszközök integrálása elengedhetetlen a modern oktatásban, mivel ezek jelentősen növelik a hallgatók tanulási élményét és eredményességét.

A Digitális Oktatásfejlesztési Kompetencia Központ Tudatosság a kisgyermeknevelésben – Digital Parenting Training alprojektje a szülői szerepet gyakorló hallgatók számára biztosít lehetőséget a szülői digitális nevelési eszköztárak bővítésére. A digitális térben a gyerekek védelme, a kockázatok és a veszélyek csökkentése mellett a gyerekek digitális jóllétére kell törekednünk. Cikkünkben bemutatjuk az előnyök mellett a szülők digitális nevelési tudatosságát növelő legfontosabb tématerületeket, kihívásokat és lehetőségeket.

Kulcsszavak: szülők támogatása, webinárium, tanulási szokások, digitális nevelés, szülői tudatosság

Abstract

Studying While Having a Job and Family: Supporting Parents in Higher Education

In higher education, an increasing number of students enrol who decide to start their studies as parents, while balancing work and family responsibilities.

¹ A tanulmány a 2022-1.1.1-KK-2022-00003 kódszámú „Digitális Oktatásfejlesztési Kompetencia Központ” c. projekt keretén belül készült.

At Edutus University, flexible teaching methods and technological solutions are implemented, enabling effective learning. According to the research results conducted in 2024, students actively use the webinar system, which significantly impacts their learning habits and methods. Integrating digital education tools are essential in modern education, greatly enhancing students' learning experience and success.

The Digital Education Competence Centre's sub-project, „Awareness in Early Childhood - Digital Parenting Training” provides an opportunity for students, who are parents as well, to expand their digital parenting toolkit. Digital transformation significantly impacts family life, necessitating efforts to protect children, mitigate risks, and ensure children's digital well-being. In this paper, besides discussing these advantages, key topics, challenges and opportunities are also addressed, all of which enhance parents' digital education awareness.

Keywords: parental support, webinar, learning habits, digital parenting, parental awareness

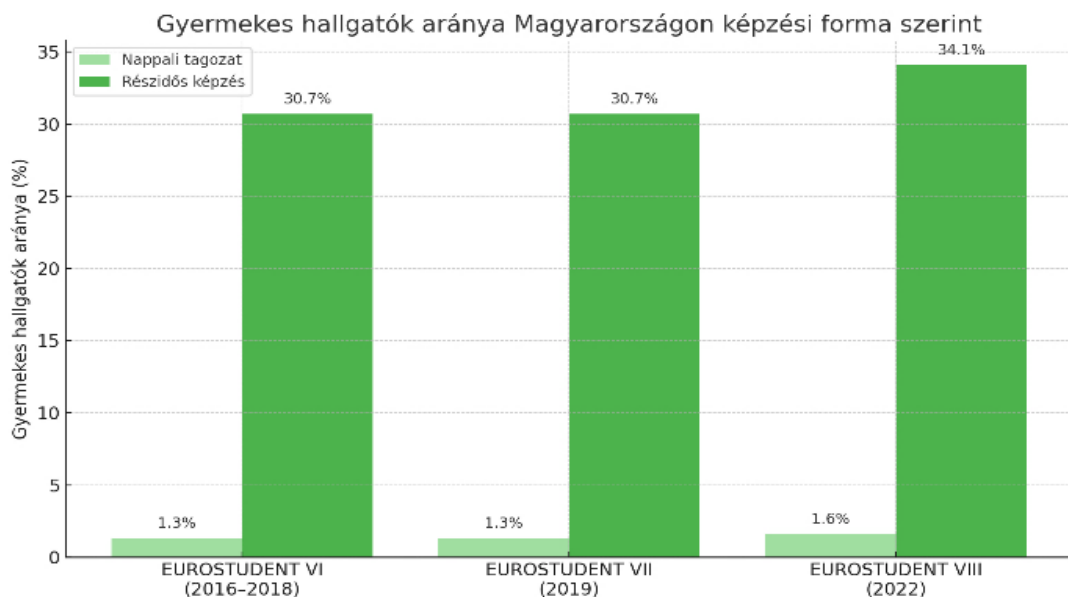
Bevezetés

A felsőoktatásban egyre szélesebb körben jelennek meg azon hallgatók, akik a munkájuk és családjuk mellett, szülőként vállalkoznak a felsőoktatásba való bekapcsolódásra. Tanulmányunkban bemutatunk két olyan lehetőséget, amivel különböző módon segíthetjük a hallgatók ezen csoportját.

Növekvő kihívások a felsőoktatásban

A felsőoktatás az elmúlt évtizedben jelentős átalakuláson ment keresztül. A hallgatók összetétele egyre sokszínűbbé vált: egyre többen vállalnak munkát a tanulmányaik mellett, sokan pedig kisgyermeket nevelnek a diploma megszerzése közben. Bár a munka melletti tanulásról 2010 óta rendelkezésre állnak statisztikai adatok (Központi Statisztikai Hivatal, 2025), a családos hallgatók körére vonatkozóan a KSH nem gyűjt külön adatokat.

Az EUROSTUDENT VI és VII (Hauschildt et al, 2018) és EUROSTUDENT VIII (Hauschildt et al, 2022) vizsgálatok szerint a nappali tagozatos hallgatók körében a gyermeket nevelők aránya körülbelül 1,3% volt, míg a levelezős hallgatóknál ez az arány elérte a 30,7%-ot. Az EUROSTUDENT VIII adatai enyhe növekedést mutatnak: a nappalis hallgatók körében 1,6%-ra, míg a részidős képzésben résztvevők körében 34,1%-ra emelkedett a gyermeket nevelők aránya.



1. ábra: Gyermekes hallgatók aránya Magyarországon képzési formák szerint. Forrás: Hauschildt, K., Gwosc, C., & Vögtle, E. M. (2018). Eurostudent adatok alapján saját szerkesztés

A szülőként tanulók speciális igényei között kiemelten jelenik meg az időhiány miatti rugalmas tanulmányi lehetőségek iránti igény. A levelező képzésekben részt vevő hallgatók egyharmada gyermeket nevel, sokan közülük kisgyermekes szülők, akik különösen leterheltek a családi és munkahelyi kötelezettségek mellett. Számukra az időbeosztás rugalmassága és az adminisztratív kedvezmények létfontosságúak.

Kvantitatív és kvalitatív kutatás, 2024

Az alábbi eredmények a Digitális Oktatásfejlesztési Kompetencia Központ (DOKK) című projekt keretein belül zajló kutatás egyik projektfeladatának eredménytermékei.

A webinárium rendszer

A kutatás középpontjában a 2012 óta működő webinárium rendszerünkben használt tananyagok (rögzített tanórai videofelvételek) hatékonyságának vizsgálata állt a hallgatói eredményekre gyakorolt hatás szempontjából. A Microsoft Teams platformon keresztül az előadások online, interaktív módon követhetők. A Coospace rendszer lehetővé teszi az előadások visszanézését is, ezáltal támogatva a saját tempóban történő tanulást.

Közel 200 tantárgyhoz érhető el digitális tananyag, amelyek az előadások felvételeire épülnek. Emellett például a matematika tárgyakhoz külön videósorozatok is rendelkezésre állnak, amelyek lépésről lépésre segítik a típusfeladatok megértését. Ezek a rendszerek bár-

milyen eszközről – mobiltelefonról, tabletről vagy laptopról – hozzáférhetők, így biztosítva a tanulás helytől és időtől független rugalmasságát.

Módszertan

A vizsgálat primer kutatási módszerek alkalmazásával történt. Kérdőíves megkérdezést végeztünk a hallgatók körében online kérdőív alkalmazásával, illetve mélyinterjűket készítettünk a hallgatókkal. Ugyanakkor a Coospace rendszerben megtalálható webinariumi videótananyagok használatát a Neptunból és a Coospace-ből gyűjtött adatok (hallgatói vizsgaeredmények és a videófelvételek használata) összekapcsolásával is megvizsgáltuk. A kutatás előkészítése és az adatgyűjtés 2023 áprilisától 2024 februárjáig tartott, majd az adatok tisztítása, a kérdőívek feldolgozása, és az adatok és mélyinterjűk elemzése következett kvantitatív statisztikai adatelemzési-, illetve kvalitatív módszerekkel.

Az Edutus Egyetem hallgatóinak demográfiai és tanulmányi jellemzői

Az adatok szerint a vizsgált időszakban a levelező munkarendben tanulók jelentős többséget képviseltek, ami arra utal, hogy az egyetem hallgatói közül sokan dolgozó felnőttek, akik az egyetemi tanulmányaikat munkájuk mellett végzik. A képzési szintek megoszlása alapján a hallgatók 83%-a alapképzésben tanult, a többi hallgató felsőoktatási szakképzésre, vagy mesterképzésre járt. A tudományterületek tekintetében a gazdasági képzések domináltak, a hallgatók 63%-a ezen a területen folytatta tanulmányait. A tanulmányok kezdési időpontjait vizsgálva kiderült, hogy a vizsgált időszakban a hallgatók túlnyomó többsége (65%) 2023-ban kezdte meg tanulmányait az egyetemen.

Összességében elmondható, hogy 2024 tavaszán az Edutus Egyetem hallgatói bázisa főként levelező munkarendben tanuló, alapképzésben résztvevő és gazdasági tudományterületen tanuló hallgatókból állt, akik nagy része 2023-ban kezdte meg tanulmányait.

Az Edutus Egyetem Coospace rendszerének hallgatói használati szokásai

A Coospace használatát két módszerrel vizsgáltuk.

Az első módszerrel a Coospace színterek használatát elemeztük. Ennek során készítettünk egy lekérdezést a Coospace-ben, amely listázta, hogy az egyes tárgyakhoz tartozó színterek mikor jöttek létre. Azoknak a tárgyaknak a tanulmányi átlagát hasonlítottuk össze, amelyek már 2018-ban is tartalmaztak videótananyagot, és 2024-ben is futottak a Coospace-ben mint aktív tantárgyak. Így a Coospace- és Neptun-adatok összekapcsolásával a tantárgyi átlag és teljesítési arány is elemezhetővé vált.

A lekérdezésben összesen 253 tantárgy szerepelt. Ezek közül 57 tantárgyhoz nem tartozott videó, míg 196 tantárgyhoz igen. A 196 tárgy közül 76-nál a szintér 2019 és 2023 között jött

létre, ezek közül 10 volt új tantárgy, így nem rendelkezett az összehasonlító elemzéshez szükséges korábbi átlaggal. A fennmaradó 66 tantárgy esetében a szintér 2018-ban még nem létezett, csak később került kialakításra.

A további elemzésekhez készítettünk egy Neptun-lekérdezést, amely megmutatta a 2018-as és a 2023-as teljesítményeket. Így lehetőség nyílt a 66 tantárgy 2018-as és 2023-as eredményeinek összehasonlítására.

2023-ban a tavaszi (2022/23/2 félév) és az őszi félévben (2023/24/1 félév) összesen 254 tantárgy volt az intézményben. Ezek közül a tárgyak közül 180 tantárgy szerepelt 2018-ban a hasonló tavaszi (2017/18/2), illetve őszi (2018/19/1) félévekben. A többi tárgy valamilyen tantervi változás, megújulás, új szak indítása miatt 2018-ban még nem létezett.

A 180 tárgyból 34 esetében még 2023-ban sem volt videó. 114 tárgy esetében már 2018-ban is volt videó. 31 olyan tárgy maradt tehát, ahol 2018-ban még nem volt videó, de 2023-ban már igen.

Következtetés: a 2018 és 2023 között videósított tárgyak olyan tárgyak voltak, melyek átlaga, teljesítési aránya volt a legjobb az intézményben. A videósítás hatására ezen tárgyak eredményei romlottak, de még mindig felette vannak az intézményi átlagnak.

A mesterképzésen a tárgyak elvégzésének aránya és a tárgyat teljesítő hallgatók jegyeinek átlaga is emelkedett, míg a másik két képzésen ez csökkent. Ez azt támasztja alá, hogy a videósítás igazán azoknak a hallgatóknak segítség, akik már rendelkeznek felsőoktatási tapasztalattal, és világos számukra, hogy a videók nem helyettesíthetik a tanórákat, viszont hasznos kiegészítői azoknak. Ezért fontos kommunikálni a hallgatók felé, hogy ne kényelmesítse el őket, hogy bármikor megnézhetik a felvételeket. Az órákon való megjelenést, az órák esetleges távoli követését, a folyamatos készülést nem tudja kiváltani az a lehetőség, hogy „majd a vizsgaidőszakban megnézem a videókat”. A mesterképzéses hallgatók, akik már évek óta tanulnak a felsőoktatásban, ezzel tisztában vannak, ezért náluk ténylegesen eredménynövelő hatása volt a videóknak.

A második módszer során felmérést végeztünk az Edutus Egyetem hallgatói körében a Coospace használatáról. A 167 hallgató által kitöltött kérdőív eredményei – bár nem reprezentatívak – a kvantitatív kutatással együtt átfogó képet adnak az Edutus Egyetem hallgatóinak tanulmányi jellemzőiről.

A hallgatók jelentős többsége (97%) már használta a Coospace rendszerét a videófelvételek megtekintésére. Ez a majdnem 100%-os arány arra utal, hogy a digitális tananyagok és felvételek elérhetősége és használata szerves részévé vált az egyetemi életnek. A felmérés arra is rávilágított, hogy a levelező munkarendben tanuló hallgatók körében különösen elterjedt a rendszer használata, míg a nappali tagozatos hallgatók között valamivel kevesebben használják a rendszert.

A hallgatók eszközhasználati szokásai is sokféleséget mutatnak. Legtöbbször laptopon nézik a felvételeket, de jelentős arányban használják a mobiltelefonokat is. A felvételek megtekintésének módja szintén változó. Bár sok hallgató inkább egyben nézi meg a teljes felvételt, sokan használják a gyorsított lejátszást vagy az ugrálás lehetőségét a lényeges részek megtalálásához. A felmérésből kiderült, hogy a hallgatók többsége a szorgalmi időszakban is szívesen visszanézi azokat a felvételeket, amelyeken személyesen is részt vett, és nem csak a vizsgaidőszakban használja a rendszert.

Összefoglalva, az Edutus Egyetem hallgatói aktívan használják a Coospace rendszerét, és ez a használat jelentős mértékben befolyásolja tanulási szokásaikat és stratégiáikat. A hallgatók számára a Coospace nem csupán egy vizsgaidőszaki segédeszköz, hanem a folyamatos tanulás és a tudás elmélyítésének fontos eszköze.

A hallgatói elégedettségfelmérés

A kutatás eredményei szerint a hallgatók 81%-a hasznosnak tartja a digitális tananyagok és felvételek elérhetőségét, amelyek különösen a levelező és alapképzéses hallgatók számára jelentenek nagy segítséget a vizsgára való felkészülésben. A rövid, 15–30 perces videókat részesítik előnyben, fontosnak tartják a kiegészítő írott anyagokat, online próbateszteket és a kereshetőséget a felvételekben, míg a feliratozás és a jegyzetelési lehetőség kevésbé lényeges számukra. A képzési szint szerint is mutatkoztak eltérések: az alapképzésesek nagyobb előnyt látnak a felvételekben, a FOKSZ-hallgatók viszont kevésbé. A hallgatók jobban kedvelik az előre felvett, szerkesztett videóanyagokat az órán rögzített felvételekkel szemben, és megosztottan ítélik meg az élő közvetítések hasznosságát. A tudományterület és az egyetemen eltöltött évek száma nem befolyásolja jelentősen a véleményeket.

Összességében az eredmények azt mutatják, hogy a hallgatók változatos, de jól azonosítható preferenciákkal rendelkeznek: a rugalmasságot, a kiegészítő tananyagot és az interaktív lehetőségeket értékelik leginkább, ami megerősíti a tananyagok és oktatási módszerek folyamatos fejlesztésének szükségességét.

„Nagy segítség számomra, hogy a szorgalmi időszakban meg tudom nézni azokat az órákat, amiken nem voltam ott.” (Hallgatói vélemény a webináriumról)

A digitális tananyagok elérhetőségén kívül az Edutus Egyetem egyéb gyakorlati támogatási formákkal is segíti hallgatóit. A 14 év alatti gyermeket nevelő hallgatók számára a személyes foglalkozásokon való részvétel nem kötelező, így hiányzásuk nem jár adminisztratív hátránnyal. Az Egyetem tatabányai campusa baba-mama szobával is támogatja a szülőként tanuló hallgatókat. Ezen túlmenően a tanuló szülők számára elérhetők különböző ösztöndíjak és szociális kedvezmények is.

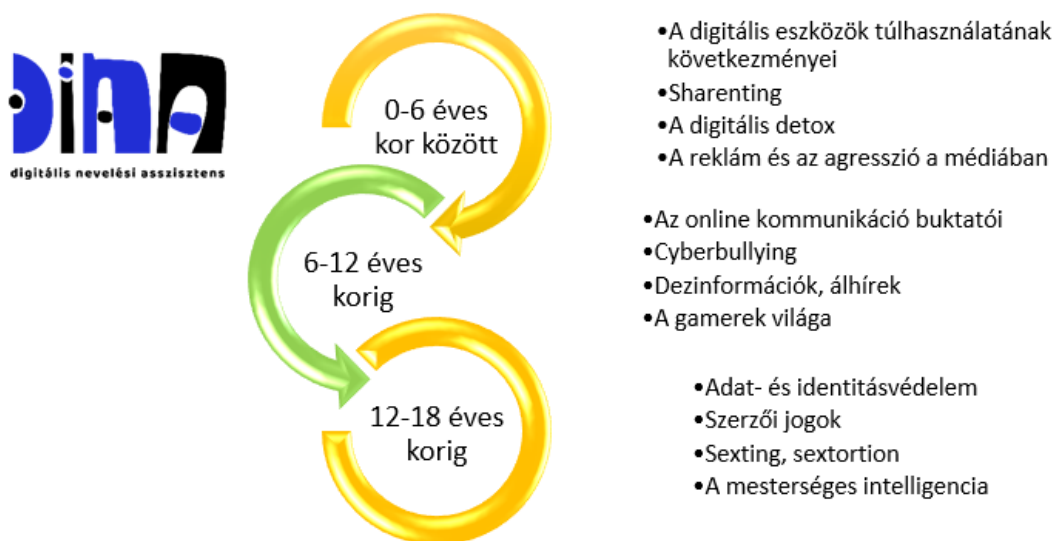
Digitális szülői szerepvállalás

A hallgatóként gyermeket nevelő szülőknek a tanulmányi előmenetelük mellett saját gyerekeik digitális jelenlétének felügyelete is nagy kihívást jelent. A digitalizáció körülveszi a családok életét, nem könnyű ma szülőnek lenni ebben a környezetben. A technológiai újdonságok megjelenése a rádiótól a televízió át az internet, az okoseszközök, jelenleg pedig a mesterséges intelligencia megjelenésével mindig is aggodalmakat okoztak a szülőknek (Wartella & Jennings, 2000).

Az aggodalmak mellett mindenképpen szükség van azoknak a helyzeteknek a feltárására, amelyek a digitális tér előnyeit igyekeznek feltérképezni. Modecki és munkatársai tanulmányukban kiemelik azokat az alacsony szocioökonómiai státuszban lévő amerikai családokat, ahol a digitális tér előnyei megjelennek a kapcsolatteremtésben, a kreatív felfedezésben, a sikeres tanulmányi eredményekben vagy a jelen-, illetve a jövő karrierlehetőségeiben. (Modecki et al., 2022)

Digital Parenting Training

A Digitális Oktatásfejlesztési Kompetencia Központ Tudatosság a kisgyermeknevelésben – Digital Parenting Training alprojektje olyan szülőket támogató képzési program létrehozását célozza meg, amely a különböző korosztályba tartozó gyerekek neveléséhez, a digitális térben való jóllétéhez kíván hozzájárulni úgy, hogy figyelembe veszi a digitális tér veszélyeit és lehetőségeit egyaránt. A 2. ábrán látható korosztályokhoz tartozó főbb témákhoz egyenként digitális előadások tartoznak. Ehhez első körben audiófelvételek készültek.



2. ábra: A Digital Parenting Training program témái (Forrás: saját készítésű ábra)

Mesterséges intelligencia a fejlesztésben

A stúdiófelvételek adták az alapot a következő lépésben az AI avatar asszisztensek létrehozásához. Az IIElevenLabs és a HeyGen nevű alkalmazások lehetővé teszik azt, hogy a legmodernebb AI-technológia segítségével újabb digitális előadások készüljenek, de újabb stúdiófelvételek és azok költségei nélkül.

Novianti és munkatársai tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy az általuk vizsgált szülőket segítő programok legtöbbször vizuális információátadási technikákat alkalmaznak. A szülői programok felhasználóinak visszajelzései alapján azt mondják, hogy ez megfelelő módnak tűnik a szülők megszólítását tekintve, amelyben még további fejlesztési potenciál is megtalálható (Novianti et al., 2023).

A kutatás-fejlesztési projekt fő célja, hogy válaszokat kínáljon a különböző korosztályokba tartozó gyerekek szülői dilemmáit okozó kérdéseire a legújabb neveléstudományi kutatások eredményeire támaszkodva, a legmodernebb technológia bevonásával.

Összegzés

A tanulmányban a felsőoktatásban szereplő speciális csoport, a gyereket nevelő szülők számára nyújtott két különböző lehetőség került bemutatásra. Az Edutus Egyetem webináriumai rendszere, valamint a Digitális Oktatásfejlesztési Kompetencia Központ Tudatosság a kisgyermeknevelésben – Digital Parenting Training alprojektje keretén belüli digitális előadások jellemzői egyaránt biztosítják a szülők szabadságát. Mindkét lehetőség, a webináriumok és a digitális előadások is megadják a szülők számára a függetlenséget az időtől és a tértől. Jobb idővel és erőforrással való gazdálkodást tesznek lehetővé, elősegítve egyrészt a szülők sikeres felsőoktatási tanulmányait, másrészt a szülők digitális nevelési kérdésekben való támogatását.

Irodalomjegyzék

- [1] K. Hauschildt, C. Gwosc és E. M. Vögtle, *Social and Economic Conditions of Student Life in Europe: Eurostudent VI 2016–2018; Synopsis of Indicators*. WBW, 2018. [Online]. Elérhető: https://www.eurostudent.eu/download_files/documents/EUROSTUDENT_8_Synopsis_of_Indicators.pdf. [Letöltve: 2025. jún. 26.].
- [2] K. Hauschildt, C. Gwosc, H. Schirmer, S. Mandl és C. Menz, *Social and Economic Conditions of Student Life in Europe: EUROSTUDENT 8; Synopsis of Indicators, 2021–2024*. WBW, 2024. [Online]. Elérhető: <https://www.wbv.de/shop/detail/bc4e4ff9d85539978723be17abf4593c>. [Letöltve: 2025. jún. 26.].
- [3] D. Kardefelt-Winther, „A conceptual and methodological critique of internet addiction research: Towards a model of compensatory internet use,” *Comput. Human Behav.*, vol. 31, pp. 351–354, 2014.

- [4] Központi Statisztikai Hivatal, *Magyar statisztikai zsebkönyv*, 2024, 8.12., 217. Budapest: Központi Statisztikai Hivatal, 2025. [Online]. Elérhető: https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/zsebkonyv/magyar%20statisztikai%20zsebkonyv_2024.pdf. [Letöltve: 2025. jún. 26.].
- [5] K. L. Modecki, R. E. Goldberg, P. Wisniewski és A. Orben, „What Is Digital Parenting? A Systematic Review of Past Measurement and Blueprint for the Future,” *Perspect. Psychol. Sci.*, vol. 17, no. 6, pp. 1673–1691, 2022, doi: [10.1177/17456916211072458](https://doi.org/10.1177/17456916211072458).
- [6] R. Novianti *et al.*, „Internet-based parenting intervention: A systematic review,” *Heliyon*, vol. 9, no. 3, p. e14671, 2023, doi: [10.1016/j.heliyon.2023.e14671](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14671).
- [7] E. A. Wartella és N. Jennings, „Children and Computers: New Technology. Old Concerns,” *Future Child.*, vol. 10, no. 2, pp. 31–43, 2000, doi: [10.2307/1602688](https://doi.org/10.2307/1602688).

TERMÉKPÁROSÍTÁS MACHINE LEARNING ESZKÖZÖKKEL

Seprenyi Péter

Virgo Systems Kft.

seprenyi.peter@virgo.hu

Gordon Ákos

Virgo Systems Kft

gordon.akos@virgo.hu

Tarczali Tünde

Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék

tarczali.tunde@mik.uni-pannon.hu

Absztrakt

Az e-kereskedelmi rendszerek egyik központi kihívása a különböző forrásokból származó termékleírások automatikus összevetése és azonosítása. Jelen közlemény egy *RePrice* nevű hibrid termékpárosító rendszert mutat be, amely szöveges jellemzők, strukturált attribútumok és képi információk együttes feldolgozásával végzi az egyezésvizsgálatot. A módszert különböző e-kereskedelmi platformokon végzett kísérletek során értékeltük, amelyek azt mutatják, hogy a kombinált megközelítés jelentősen javítja a párosítási pontosságot a kizárólag szövegalapú vagy képalapú modellekhez képest. Az eredmények azt jelzik, hogy a *RePrice* rendszer hatékonyan alkalmazható dinamikus árfigyelő és versenytárslelemző rendszerek fejlesztésében.

Kulcsszavak: termék párosítás, árazási intelligencia, gépi tanulás, CLIP (Contrastive Language-Image Pre-Training) modell, e-kereskedelmi adat integráció

Abstract

Product Matching with Machine Learning Tools

One of the central challenges in e-commerce is the automatic identification of whether different product listings from various sources refer to the same real-world item. This paper presents *RePrice*, a hybrid product matching system that integrates textual features, structured attributes, and visual data for comprehensive similarity analysis. The proposed method was evaluated through experiments conducted on multiple e-commerce platforms. Results demonstrate that the hybrid approach significantly outperforms models relying solely on textual or image-based information. These findings suggest that the

RePrice system can be effectively utilized in the development of dynamic price monitoring and competitor intelligence applications.

Keywords: product matching, price intelligence, machine learning, CLIP (Contrastive Language-Image Pre-Training) model, e-commerce data integration

Bevezetés

Az e-kereskedelmi árfigyelő rendszerek egyik alapvető funkciója annak meghatározása, hogy két különböző terméklistázás ugyanarra a valós termékre vonatkozik-e. Ez az egyezésfelismerés kulcsszerepet játszik a duplikált bejegyzések konszolidálásában, az árak összehasonlíthatóságában és a készletmenedzsmentben [1], így pontos megoldása alapvető fontosságú az ár-összehasonlítás, a készletkövetés és a termékszintű elemzés szempontjából is. A feladatot ugyanakkor jelentősen nehezíti az adatok heterogenitása és hiányossága: a globális azonosítók gyakran hiányoznak, az elnevezések pedig nem egységesek.

A hagyományos szövegalapú technikák, mint például a fuzzy string matching, korlátozott hatékonysággal működnek, mivel nem képesek megbízhatóan kezelni a szemantikai különbségeket. A modern, transzformer-alapú nyelvi modellek – mint a BERT – kontextusérzékeny szövegreprezentációt alkalmaznak, amely jelentősen javítja az egyezés pontosságát [2]. Kiegészítő információforrásként strukturált attribútumok (pl. márka, modell, műszaki jellemzők) is rendelkezésre állnak, bár ezek megbízhatósága és teljessége nem garantált [3].

A vizuális jellemzőkön alapuló összevetés különösen hasznos az olyan kategóriákban, ahol a termékek megjelenése alapján jól elkülöníthetők. A CLIP-modellhez hasonló, a több modalitást – képi és szöveges adatokat – egyesítő architektúrák lehetővé teszik ezen információk hatékony kihasználását [4]. A legjobb teljesítmény ugyanakkor multimodális rendszerekkel érhető el, amelyek képesek integrálni a különböző típusú adatokat, miközben tolerálják az adatminőséggel kapcsolatos problémákat [5].

Jelen cikk célja egy ilyen hibrid megközelítésű rendszer, a *RePrice* bemutatása, amelyet valós piaci környezetre optimalizáltunk.

Módszerek és eredmények

A termékazonosítás gyakorlati megvalósítása összetett feladat, amely többféle adatforrást és elemzési szempontot igényel [6]. Ebben a fejezetben részletesen bemutatjuk a *RePrice* rendszerben alkalmazott hibrid megközelítést, amely különféle egyezési technikákat integrál egyetlen, több lépcsőből álló feldolgozási láncba.

A termékazonosítási folyamat első lépése strukturált adatokra épül. Elméletileg a globális termékazonosítók – például a GTIN-, EAN- vagy UPC-kódok – egyértelmű párosítást tennének lehetővé [3], gyakorlati alkalmazhatóságuk azonban korlátozott, mivel ezek az

azonosítók a nyilvánosan elérhető termékoldalakon jellemzően hiányoznak. Alternatív megoldásként a gyártó- és modellnévmezők információtartalma hasznosítható, különösen a műszaki cikkek esetében, ahol ezek az attribútumok viszonylag gyakran elérhetők [7]. Ugyanakkor más termék kategóriákban – például a ruházati vagy lakásfelszerelési termékeknél – ezen mezők hiányossága gyakori. Az ilyen típusú strukturált mezők alapján végzett egyezésvizsgálat találati aránya általában alacsony, jellemzően 1–5% közötti értéket mutat.

A feldolgozás következő lépéseként, a rendszer skálázhatóságának növelése érdekében névalapú egyezésvizsgálatot alkalmazunk. Mivel a terméknevek minden listázásban rendelkezésre állnak, először normalizáljuk ezeket – többek között kisbetűsre alakítással és a felesleges írásjelek eltávolításával –, majd fuzzy string matching eljárásokkal – például Levenshtein-távolság vagy token-alapú metrikák segítségével – mérjük az egyezést.

Azonban a különböző weboldalakon szereplő terméknevek jelentős eltérést mutathatnak, még az azonos termékek esetén is, ezért elengedhetetlen a kategóriaspecifikus szótárak, referenciatáblák és távolságküszöbök kialakítása. E módszer önmagában körülbelül 35–40%-os egyezési arányt képes biztosítani, ami meglehetősen jó eredménynek számít ilyen adatminőség mellett.

A pontosabb egyezés elérése érdekében további strukturált attribútumokat is bevonunk az elemzésbe. Ilyen jellemzők például a szín, méret, digitális termékek esetében a memória, valamint az ár, amelyeket kiegészítő információként használunk a névalapú hasonlóság finomítására [8]. Ugyanakkor ezen jellemzők bevonása növelheti a hamis pozitív egyezések kockázatát – különösen olyan esetekben, amikor eltérő termékek hasonló ár kategóriába esnek, vagy részleges átfedést mutatnak a specifikációkban. Ennek ellenére a szöveges és attribútum-alapú információk integrálása már 45–50%-os találati arányt is eredményezhet.

A nyilvánosan elérhető webes adatok nemcsak hiányosak, hanem gyakran strukturálatlanok és zajosak is, ezért a párosítási pontosság további javítása érdekében képalapú összehasonlítást is beépítünk a rendszerbe. Ennek során minden termékhez tartozó képet letöltünk, egységes méretre és formátumra normalizálunk, majd a CLIP-modell segítségével vektortérbeli reprezentációt (beágyazást) képzünk [10]. A CLIP-modell előnye, hogy a képi és szöveges információkat közös szemantikus térben ábrázolja, így lehetővé teszi a vizuális hasonlóság kvantitatív értékelését.

A képpárok közötti hasonlóságot koszinusz-távolság alapján számítjuk, és az alábbi háromlépcsős döntési szabályrendszert alkalmazzuk:

- 0,85 feletti hasonlósági érték esetén az egyezést automatikusan elfogadjuk;
- 0,70–0,85 közötti tartományban kézi ellenőrzésre jelöljük ki;
- 0,70 alatti értékeknél az egyezést elutasítjuk.

Ez a képalapú módszer kategóriafüggetlen 54–67%-os párosítási arányt eredményezett, különösen hatékonynak bizonyulva a divatcikk és elektronikai termékek esetében.

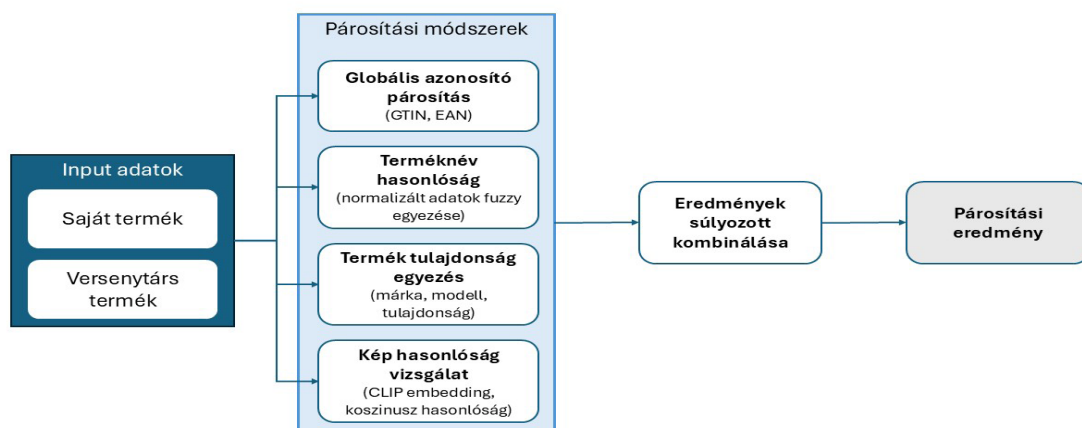
A fentiek alapján egyértelmű, hogy egyik modalitás sem képes önmagában megfelelő megbízhatóságot biztosítani. A vizsgálatok eredménye alapján megoldásunkban a végső egyezés meghatározása multimodális, súlyozott modell alapján történik. Ez a megközelítés lehetővé teszi a különböző típusú jelek mérlegelését: a determinisztikus tényezők (például a globális termékazonosítók megléte) biztos támpontot nyújtanak, míg a valószínűségi jellegű komponensek (például beágyazásokból származó hasonlósági pontszámok) a bizonytalanabb, de informatív összefüggések felismerését segítik. A kettő kombinációja így megbízhatóbb és robusztusabb döntéshozatalt tesz lehetővé [9][11].

A *RePrice* rendszer integrációs modulja ezek kombinációját alkalmazza egy előre definiált súlyozási séma szerint, amely az egyes jellemzők informatív értékén alapul. A rendszerben alkalmazott modulokat az 1. ábra reprezentálja.

Az alkalmazott súlyarányokat az alábbiak szerint állítottuk be:

- Globális azonosítók egyezése (GTIN, EAN): 0,40
- Névalapú fuzzy egyezés: 0,20
- Strukturált attribútumok (pl. márka, modell): 0,10
- CLIP-alapú vizuális hasonlóság: 0,20
- Árközeliség: 0,10

A modell együttes pontszámot képez az egyes forrásokból származó részpontszámok súlyozott összegeként, és ennek alapján végzi el az egyezés eldöntését egy küszöbérték szerint. A súlyok értékét empirikusan kalibráltuk, valós adathalmazokon végzett szisztematikus tesztek során.



1. ábra: A rendszer sematikus architektúrája

A különböző modalitások integrálásán alapuló kombinált megközelítés jelentős mértékben javította a rendszer általános teljesítményét. A modell értékelését egy 29 000 termékleírást tartalmazó tesztalmazon végeztük, amely 23 különböző e-kereskedelmi platformról származott, és olyan termékkategóriákat foglalt magában, mint az elektronikai eszközök, ruházat, gyorsan forgó fogyasztási cikkek (FMCG), valamint háztartási termékek. A vizsgálati mintában 5200 előre validált, egyező termékpár szerepelt.

A kizárólag névalapú egyezésvizsgálat alkalmazása esetén a rendszer precizitása 0,37, a recall értéke 0,49, az így számított F1-mutató pedig 0,42 volt. Ezzel szemben a teljes, multimodális megközelítés alkalmazásával a precizitás 0,86-ra, a recall 0,66-ra, az F1-érték pedig 0,75-re emelkedett. Az F1-mutató – mint a precizitás és a recall harmonikus átlaga – jól jellemzi az osztályozási rendszer általános hatékonyságát.

Az alábbi 1. táblázat néhány termékkategóriára kibontva jeleníti meg a vizsgálati eredményeket.

Termékkategória	Termékek száma	Képek száma	Név alapú egyezés			Súlyozott kombinált egyezés		
			Precizitás	Recall	F1	Precizitás	Recall	F1
Szórakoztató elektronika	2365	12342	0,41	0,49	0,45	0,83	0,63	0,72
Fashion	1681	27931	0,32	0,53	0,40	0,74	0,66	0,70
Barkács	658	5223	0,45	0,58	0,51	0,88	0,66	0,75
Háztartás	871	3776	0,42	0,47	0,44	0,87	0,71	0,78
FMCG	342	3889	0,31	0,53	0,39	0,87	0,68	0,76

1. táblázat: A RePrice rendszer által adott eredmények összefoglalása különböző termékkategóriák esetén

Az eredmények azt mutatják, hogy a különböző típusú adatok együttes használata számottevő előnyt biztosít: a rendszer képes tolerálni az egyes modalitásokban előforduló hiányosságokat vagy zajokat, miközben a rendelkezésre álló további jellemzők révén megerősíti az egyezések megbízhatóságát. A képalapú beágyazások különösen hatékonynak bizonyultak azokban a termékkategóriákban – elsősorban az elektronikai cikkeknel és divatáruknál –, ahol a vizuális megjelenés domináns szerepet játszik a termékek megkülönböztetésében.

Következtetések és további irányok

Jelen cikk az online árfigyelési rendszerekben kulcsszerepet játszó termékazonosítás problémáját vizsgálta. A cél annak meghatározása volt, hogy különböző forrásokból származó, eltérő szerkezetű és minőségű adatok alapján megállapítható-e, hogy két terméklistázás ugyanarra a valós árucikkre vonatkozik. Bár a feladat jelentős kihívást jelentett az adatok heterogenitása és hiányosságai miatt, az e-kereskedelemben alapvető fontosságú az ár-összehasonlítás, készletmonitorozás és termékszintű elemzés lehetővé tételéhez.

A vizsgálat során három fő adatmodalitás – szöveges leírások, strukturált attribútumok és képi megjelenítés – szerepét elemeztük a termékpárosítási feladatban. A szövegalapú megközelítések magas precizitást kínálnak, de érzékenyek a nem szabványos, hiányos vagy zajos elnevezésekre. Az attribútumalapú azonosítás akkor lehet hatékony, ha az adatok teljessége és konzisztenciája biztosított. A képalapú egyezés – különösen a CLIP-modellek által előállított beágyazások alkalmazásával – a vizuálisan könnyen elkülöníthető termékcsoportoknál, például a divatárúk és elektronikai eszközök esetén bizonyult kiemelkedően hatékonnak.

Az említett modalitások integrálásával kialakított hibrid döntési modell egyértelműen a legjobb teljesítményt nyújtotta. Eredményeink azt mutatják, hogy a multimodális információfeldolgozás képes kiegyenlíteni az egyes adatforrások hiányosságait, és robusztus, megbízható teljesítményt biztosít gyakorlati környezetben is. A *RePrice* rendszer, amely ezen elvek mentén került megvalósításra, ipari környezetben is bizonyította alkalmazhatóságát, lehetővé téve a többplatformos termék- és ármonitorozást.

Kísérleteink megerősítik, hogy még zajos, strukturálatlan webes környezetben is megvalósítható a pontos termékazonosítás egy jól felépített, mesterséges intelligenciát alkalmazó hibrid megközelítéssel. A bemutatott rendszer megbízható alapként szolgálhat fejlett árfigyelő megoldások, ajánlórendszerek, valamint termékanalitikán alapuló döntéstámogató rendszerek számára.

Jelenlegi megoldásunkban az egyes adatmodalitásokhoz rögzített, heurisztikusan meghatározott súlyokat rendeltünk. Ugyanakkor valószínűsíthető, hogy a rendszer teljesítménye tovább javítható lenne, ha a súlyok optimalizálását felügyelt tanulás révén végeznénk. Ha rendelkezésre állna egy címkézett tanulókészlet ismert egyező termékpárokkal, akkor például logisztikus regresszióval vagy gradiens alapú boosting technikákkal meghatározhatók lennének az optimális súlyparaméterek.

Jövőbeli munkánkban olyan tanulható integrációs rétegek fejlesztését tervezzük, amelyek akár teljesen kiválthatják, vagy dinamikusan finomíthatják a jelenlegi súlybeállításokat. Ez új lehetőségeket nyithat meg az intelligens e-kereskedelmi alkalmazások – például személyre szabott árfigyelő rendszerek, termékajánlók és dinamikus kategória-rendszerezések – fejlesztése előtt.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az „Intelligens, gépi tanuláson alapuló termékár- és népszerűség-elemző alkalmazás tervezése és fejlesztése” című projekt támogatta, projektazonosító: 2019-1.1.1-PIA-CI-KFI-2019-00254.

Irodalomjegyzék

- [1] A. de la Comble, A. Dutt, P. Montalvo, and A. Salah, “Multi-modal attribute extraction for e-commerce,” arXiv preprint [arXiv:2203.03441](https://arxiv.org/abs/2203.03441), 2022.
- [2] S. Gheewala, S. Xu, S. Yeom, and S. Maqsood, “Exploiting deep transformer models in textual review-based recommender systems,” *Expert Systems with Applications*, vol. 235, p. 121120, 2024.
- [3] K. Gupte, L. Pang, H. Vuyyuri, and S. Pasumarty, “Multimodal product matching and category mapping: Text+Image based deep neural network,” in *Proc. 2021 IEEE Int. Conf. on Big Data (Big Data)*, Orlando, FL, USA, 2021, pp. 4500–4505.
- [4] M. Hovsepyan, “Deep learning models for product mapping,” M.S. thesis, Faculty of Mathematics and Physics, Charles Univ., Prague, Czech Republic, 2024.
- [5] M. Jia, L. Shen, L. A. Tuan, M. Chen, and J. Xu, “MuJo-SF: Multimodal joint slot filling for attribute value prediction of e-commerce commodities,” *IEEE Transactions on Multimedia*, vol. 26, pp. 10354–10366, 2024.
- [6] Y. Jiang, K. Liao, S. Lin, H. Qiao, K. Yu, C. Yang, and Y. Chen, “Self-supervised multimodal representation learning for product identification and retrieval,” in B. Luo, L. Cheng, Z. G. Wu, H. Li, and C. Li, Eds., *Neural Information Processing (CCIS, vol. 1965)*. Singapore: Springer, 2024, pp. 579–594.
- [7] S. Mallapragada, Y. Xie, V. R. Chawan, Z. Hailat, and Y. Wang, “Multi-modality transformer for e-commerce: Inferring user purchase intention to bridge the query-product gap,” in *Proc. 2024 IEEE Int. Conf. on Big Data (BigData)*, Washington, DC, USA, 2024, pp. 589–598.
- [8] A. Nawaz, “ASIF: Attention-based sentiment inquiry framework for profound product recommendations,” *Multimedia Tools and Applications*, vol. 84, pp. 9689–9712, 2025.
- [9] B. Zhang, C. Xu, H. Tang, C. Wei, and Y. Jin, “ACE-BERT: Adversarial cross-modal enhanced BERT for e-commerce retrieval,” in X. Song, R. Feng, Y. Chen, J. Li, and G. Min, Eds., *APWeb-WAIM 2023 (LNCS, vol. 14334)*. Singapore: Springer, 2024, pp. 294–311.
- [10] S. Tóth, S. Wilson, A. Tsoukara, E. Moreu, A. Masalovich, and L. Roemheld, “End-to-end multi-modal product matching in fashion e-commerce,” arXiv preprint [arXiv:2403.11593](https://arxiv.org/abs/2403.11593), 2024.
- [11] J. Pollack, H. Köpcke, and E. Rahm, “Intermediate fusion for multimodal product matching,” in *Proc. of the Workshop on AI for Fashion at AAI 2024 (CEUR Workshop Proc., vol. 3710)*, 2024, pp. 131–137.

ÚTON AZ 5G-SA FELÉ

Soós Gábor

Magyar Telekom Nyrt. Technology Unit

soos@tmit.bme.hu

Ormos Pál

HUN-REN SZTAKI – Department of Network Security and Internet Technologies

ormos.pal@sztaki.hun-ren.hu

Gutti Zoltán

Magyar Telekom Nyrt. Technology Unit

gutti.zoltan@telekom.hu

Csuha Júlia Borbála

BALASYS IT

julia.csuha@balasys.eu

Absztrakt

A mobilhálózatok fejlődése új technikai igényeket és felhasználói elvárásokat hozott, amelyekre a 4G-rendszerek már nem mindig adnak hatékony választ. Tanulmányunk áttekinti a 4G-től az 5G-ig tartó evolúció főbb állomásait, különös tekintettel a nem önálló (NSA) és az önálló (SA) architektúrák lehetőségeire. Bemutatjuk egy hazai szolgáltató 5G-fejlesztéseit, valamint gyakorlati tapasztalatokat és esettanulmányokat, amelyek alátámasztják az 5G-SA előnyeit. Kitérünk az ipari, kutatási és társadalmi igényekre, valamint a Campus 5G bevezetésének sajátosságaira. Elemzésünk rámutat, hogy az 5G-SA nem csupán technológiai előrelépés, hanem kulcsfontosságú válasz a jövő konnektivitási kihívásaira.

Kulcsszavak: 5GSA, mobilhálózat, IoT, Privát hálózat, felhasználási esetek

Abstract

Advancing Toward 5G Standalone

The evolution of mobile networks has introduced new technical requirements and user expectations that 4G systems can no longer fully address. This study reviews the key milestones from 4G to 5G, with a particular focus on the opportunities enabled by Non-Standalone (NSA) and Standalone (SA) architectures. We present the 5G developments of a Hungarian operator alongside practical experiences and case studies that highlight the benefits of 5G-SA. Special attention is given to industrial, research, and societal demands,

as well as the specific characteristics of Campus 5G deployments. Our analysis demonstrates that 5G-SA is not merely a technological advancement but also a critical response to the connectivity challenges of the future.

Keywords: 5GSA, mobile network, IoT, Campus network, use-cases

1. Bevezetés

Az 5G-alapú mobilhálózati kommunikáció mára alapvetővé vált mind a lakossági, mind az üzleti felhasználásban. Míg a korábbi mobilgenerációk elsősorban a lakossági igényeket szolgálták ki, az 5G megjelenésével az üzleti szféra elvárásai is teljesíthetővé váltak, köszönhetően a nagyobb sávszélességnek, a megbízható lefedettségnek és a fejlett hálózati paramétereknek.

Az 5G lehetőséget teremtett privát (Campus) hálózatok kialakítására, ahol a hozzáférési rétegek szétválasztása biztosítja a nagy adatforgalom kezelését és az alacsony késleltetésű kommunikációt. Az 5G-NSA (Non-Stand Alone) jelenleg a legelterjedtebb forma, ugyanakkor az 5G-SA (Stand Alone) laboratóriumi környezetben már elérhető és alapjaiban változtatja meg a mobilhálózati szolgáltatások spektrumát.

Míg az 1G-től az 5G-NSA-ig a fejlődés fokozatosan bővítette a szolgáltatásokat (hangátvitel, adatkapcsolat, videóhívás, szélessávú internet), az 5G-SA teljes szeparációt és parameterezhetőséget kínál. Ezáltal képes egyszerre kiszolgálni emberek és gépek kommunikációját, akár teljesen eltérő követelmények mellett.

Az 5G-SA fő képességei közé tartozik:

- valós idejű adatátvitel („connect everything” koncepció),
- üzleti és gazdasági alkalmazások támogatása,
- dedikált hálózatok és garantált szolgáltatások biztosítása (pl. válaszidők, adatátviteli kapacitás),
- hálózati minőségi paraméterek (QoS) finomhangolása, mint a sávszélesség, késleltetés vagy megbízhatóság.

A hálózati szeletelés (Network Slicing) révén az 5G-SA párhuzamos, egymástól független logikai hálózatokat hozhat létre ugyanazon fizikai infrastruktúrán belül. Ez lehetővé teszi például, hogy egy vállalat kritikus alkalmazásaihoz dedikált szeletet kapjon, miközben a lakossági ügyfelek másik szeletet használnak. Így a hálózat dinamikusan oszthatja és optimalizálhatja az erőforrásokat, növelve a hatékonyságot és a szolgáltatásminőséget.

Tanulmányunk felépítése a következő: a 2. fejezet áttekinti a mobilhálózatok evolúcióját, a 3. fejezet bemutatja az 5G hazai fejlesztéseinek tapasztalatait, míg a 4. fejezet az 5G-SA nyújtotta új lehetőségekre összpontosít.

2. A mobilhálózatok fejlődése

Az elmúlt évtizedekben a mobilkommunikáció robbanásszerű fejlődésen ment keresztül. Az 1G-től az 5G-ig tartó generációváltások nemcsak az adatátviteli sebességet növelték, hanem új szolgáltatásokat, felhasználási módokat és gazdasági modelleket is teremtettek [4][5].

1G – az analóg korszak

Az 1980-as évek elején megjelent első generációs hálózatok (pl. AMPS, NMT, TACS) [1] kizárólag analóg hangátvitelre voltak alkalmasak. A gyenge hangminőség, az alacsony adatsebesség és a biztonság hiánya miatt gyorsan elavulttá váltak.

2G – a digitális forradalom

Az 1990-es években bevezetett GSM-hálózatok [3] már digitális technológiát alkalmaztak, javítva a hangminőséget és a kapacitást. Újdonság volt az SMS, majd az MMS, később pedig a GPRS és EDGE, amelyek megalapozták a mobilinternet korai szakaszát.

3G – a mobilinternet megjelenése

A 2000-es évek elején indult UMTS- és HSPA-hálózatok [10] lehetővé tették a böngészést, az e-mailt, a videóhívást és a multimédiás szolgáltatásokat. A 3G volt az okostelefonok tömeges elterjedésének alapja.

4G – a nagysebességű adatátvitel

A 2010-es években bevezetett LTE-hálózatok [9] már teljesen IP-alapúak, VoLTE-technológiával. A nagy sebesség és alacsony késleltetés elhozta a HD streaminget, az online játékokat és a felhőalapú szolgáltatásokat. A 4G-ökoszisztéma része az NB-IoT is, amely kis fogyasztású IoT-eszközök tömeges kiszolgálását tette lehetővé.

5G – az NSA és SA korszak

A 2020-as évek elején megjelent 5G [2][6] akár 10 Gbit/s sebességet és 1 ms alatti késleltetést kínál, kulcsfontosságúvá téve a technológiát olyan területeken, mint az autonóm járművek, a robotika vagy a távsebészet. Az NSA-változat a 4G-infrastruktúrára épít gyors bevezetést biztosítva, de korlátozott képességekkel. Az SA ezzel szemben teljes értékű 5G-architektúrát kínál, lehetővé téve a hálózati szeletelést, az ultra-alacsony késleltetésű kommunikációt (URLLC) és a masszív gépi kommunikációt (mMTC) [11][12].

Összességében a mobilhálózatok néhány évtized alatt az analóg hangátviteltől eljutottak a valós idejű, ipari és társadalmi alkalmazásokat támogató rendszerekig, és a digitális gazdaság, az IoT és az okosvárosok alpinfrastruktúrájává váltak [7][8].

3. Elért eredmények, 5G alkalmazási területek esettanulmányai

Az 5G-Stand Alone (5G-SA) architektúra egyik fő előnye, hogy nagyon eltérő kommunikációs igényeket képes egyetlen, rugalmas infrastruktúrán belül kiszolgálni. Az alábbi két példa szemlélteti, hogyan valósíthatók meg kritikus szolgáltatások 5G segítségével.

3.1 Mobilhálózat-alapú fizetési szolgáltatások

A készpénzmentes fesztiválok és rendezvények Magyarországon is egyre elterjedtebbek. Itt kiemelten fontos, hogy a terminálok és mobiltelefonok gyorsan, biztonságosan és nagy megbízhatósággal bonyolítsák le a kis összegű tranzakciókat. A fő követelmények: rendkívül magas megbízhatóság (>99,999%) és alacsony adatforgalom (<1 Mbit/s) mellett, ideiglenes és rugalmas hálózatkiépítés, valamint széles lefedés.

Hagyományos hálózat esetén gondot okozhat a tömeg miatti túlterhelés, a prioritás hiánya és a lassú bázisállomás-telepítés. A Campus 5G-NSA ezzel szemben on-demand hálózati szeleteket biztosít a pénzügyi forgalom számára, elkülöníti a lakossági adatokat, garantált késleltetést és sáv szélességet nyújt, hordozható bázisállomásokkal gyorsan telepíthető, és edge computing révén lokálisan dolgozza fel a tranzakciókat [13].

3.2 VIP-események és tömegrendezvények

Nagy rendezvényeken egyszerre kell kiszolgálni VIP-vendégeket, médiát, biztonsági erőket és több tízezer civil látogatót. A fő igények: nagy sáv szélesség (streaming), kritikus, titkosított biztonsági kommunikáció, garantált kapacitás a VIP-vendégek és a média részére, valamint nagy területi lefedettség.

Hagyományos hálózathoz ilyenkor túlterhelés, prioritás hiánya és kiszámíthatatlan késleltetés jelent problémát. 5G-SA esetén több, eltérő paraméterezésű szelet hozható létre: dedikált VIP-szelet, média szelet, biztonsági szelet, valamint lakossági felhasználói szelet. Így minden szereplő a számára optimális hálózati jellemzőkkel rendelkezhet, miközben az esemény teljes infrastruktúrája egyetlen 5G-SA hálózaton működik [13].

3.3 Sportesemények – Nagy területen mozgó streaming szolgáltatás

Egy Balatonon zajló vitorlásverseny során a hajók fedélzetéről kellett folyamatos videóstreamet biztosítani. A fő követelmények: stabil sáv szélesség, 1–2 másodperces késleltetéstűrés kimaradások nélkül, valamint nagy terület lefedése mozgó eszközökkel.

A hagyományos hálózatok a nem homogén lefedettség és gyakori cellaváltások miatt nem voltak alkalmasak. A Campus 5G-hálózat ezzel szemben dedikált streaming szelettel, nagy kiterjedésű lefedettséggel biztosította a megbízható közvetítést [13].

3.4 Ipari automatizálás – időkritikus vezérlés

Egy autóipari beszállító gyártósorain kis mennyiségű, de időkritikus M2M-kommunikáció zajlik (robotkarok, szenzorok, ellenőrző rendszerek között). A követelmények:

milliszekundumos URLLC-késleltetés, rendkívül magas megbízhatóság, stabil jitter- és interferenciamentes kapcsolat. A fenti tapasztalatok alapján hasonló adatforgalommal kísérleteztünk a kutatási SZTAKI Ipar4.0 laborjaiban.

A hagyományos 4G/5G-NSA hálózatok nem tudják egyszerre garantálni a kis késleltetést és a magas megbízhatóságot. A Campus 5G szeletelés révén URLLC-re optimalizálható, a kritikus adatforgalom prioritást élvez, és az edge computing csökkenti a válaszidőt [13].

Az esettanulmányok alapján az 5G-SA értéke nem pusztán a nagy adatsebesség, hanem a testreszabható szolgáltatások és kritikus alkalmazások támogatása. A network slicing, edge computing és dinamikus erőforrás-kezelés révén egyszerre teljesíthetők az ipari automatizálás, pénzügyi tranzakciók, a tömegrendezvények és a streaming alkalmazások eltérő követelményei [13].

3.5 4G-limitációk

3.5.1 Terminálok elavulása és frissítések hiánya

Az 5G-NSA a 4G vezérlősíkra épül, így a régi eszközök egyre kevésbé kompatibilisek az új hálózati funkciókkal. Sok olcsó készülék csak NSA-t támogat, frissítés hiányában nem képes 5G-SA kapcsolatra. Ez a szolgáltatások bevezetésének és a felhasználói élménynek komoly korlátja [7].

3.5.2 Privát hálózatok terjedése

A privát mobilhálózatok (Campus 4G, Private 5G-NSA) iparban, bányákban, kikötőkben már működnek, de csak egyedi, tökeigényes beruházásokként. A tömegpiac inkább a lakossági és IoT-megoldások felé mozdul, ahol a nyilvános hálózat gazdaságosabb. Az NSA ugyanakkor nem kínál rugalmas szeparációt ezekre az esetekre [8].

3.5.3 Heterogén igények és QoS-szeparáció

A felhasználói igények széles skálán mozognak: eMBB videostream, URLLC gépi vezérlés, mMTC szenzoradat. Ezek nemcsak technológiailag, hanem üzletileg is eltérő értéket képviselnek. Az NSA ezt nem kezeli megfelelően, míg az SA natív slicing és QoS-támogatást biztosít [9].

3.5.4 Késleltetés és sebességcélok realitása

Az 5G-NSA gyakran hivatkozott ígéretei – 1 ms késleltetés és 10 Gbit/s – laboratóriumi maximumok. A valós NSA-hálózatokban a késleltetés 20–40 ms, a sebesség 100 Mbit/s – 1 Gbit/s. Mivel az NSA LTE-alapú, ezek a célok csak SA-architektúrával és edge computing révén közelíthetők meg [10].

4. Mobilhálózati architektúrák

4G LTE (EPC + eNodeB)

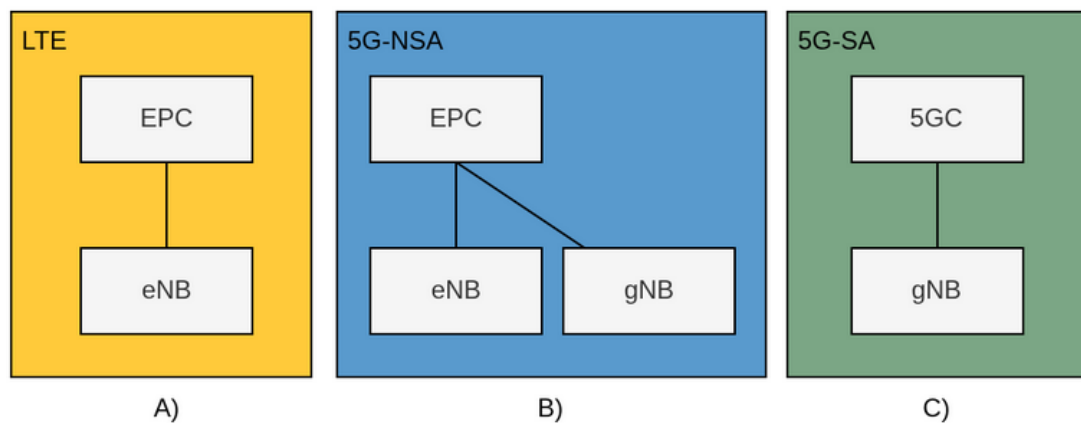
Az 1. ábra A részében szereplő architektúra rámutat, hogy a 4G-hálózatok az EPC-re épülnek, amely a vezérlési és felhasználói sík kezeléséért felel. Az eNodeB közvetlenül kapcsolódik az EPC-hez (MME, SGW, PGW). A modell stabil és globálisan elterjedt [11].

5G-NSA (EPC + eNB + gNB)

Az 1. ábra „B” részén bemutattuk, hogy az NSA hibrid architektúra: az eNB adja a vezérlést, a gNB kezeli az 5G-adatforgalmat. Bár biztosítja az 5G-rádiót, a core 4G-alapú, így nincs valódi alacsony késleltetés, slicing vagy edge integráció [12].

5G-SA (5GC + gNB)

Az 1. ábra „C” részén pedig rámutattunk, hogy az SA natív 5G-architektúra, ahol a gNB közvetlenül a 5GC-hez kapcsolódik. Az SBA-alapú core támogatja a slicinget, QoS-t, edge computingot és URLLC-t [13].



1. ábra Mobilhálózati architektúrák

Network Slicing túlterhelt hálózatban

A hálózatokat nem csúcsterhelésre méretezik, így forgalmi torlódások előfordulhatnak. A slicing logikailag elkülöníti az erőforrásokat, így például egészségügyi vagy ipari vezérlési szolgáltatás elsőbbséget kaphat egy háttérben futó frissítéssel szemben.

A slicing end-to-end működik: a RAN-tól az IP-hálózaton és a core-on át egészen az alkalmazásig. A 5GC felel a szeletek profiljáért, QoS-éért és erőforrásainak menedzsmentjéért. Ez nemcsak technológiai rugalmasságot, hanem üzleti differenciálást is lehetővé tesz, mivel a szolgáltatók külön SLA-ket kínálhatnak különböző ügyfeleknek.

5. Új lehetőségek

A 4G statikus PLMNID–core mappingje és a korlátozott QoS-osztályok (2–3) nem teszik lehetővé a szolgáltatások finomhangolt, felhasználói csoportonkénti kezelését. A szolgáltatások többsége azonos kezelési szinten működik, így az erőforrás-allokáció korlátozott.

Az 5G-SA natív dinamikus network slicing lehetővé teszi logikailag független szeletek létrehozását, saját QoS-profilokkal. A szeletek paraméterei dinamikusan módosíthatók a forgalmi helyzet, földrajzi terhelés vagy üzleti szabályok szerint.

Újítások és lehetőségek:

- **Felhasználó-/csoportszintű szelet-hozzárendelés:** vállalati ügyfelek vagy IoT-eszközparkok dedikált slice-okba szervezése.
- **Földrajzilag célzott erőforrás-hozzárendelés:** adott régiókban slice-ok preferálása vagy tiltása sportesemény, katasztrófa vagy ipari alkalmazás támogatására.
- **Ügyfélszolgálati eseményekre reagáló újrakonfigurálás:** szeletek paramétereinek automatikus módosítása hiba, upgrade vagy díjcsomag-váltás esetén.
- **Local Breakout és Edge Computing:** szelet forgalma lokálisan feldolgozható, csökkentve a késleltetést, és növelve az adatbiztonságot.

6. Összefoglaló

Tanulmányunk áttekintette a mobilhálózatok fejlődését 1G-től 5G-SA-ig. Rámutattunk, hogy míg a 4G és az 5G-NSA a humán központú kommunikációt szolgálja, a jövő hálózatai egyre inkább gépi (IoT, M2M) igényekre épülnek. Az 5G-NSA-architektúra korlátai – LTE-alapú vezérlés, korlátozott QoS – az 5G-SA felé vezető utat jelölik.

Az 5G-SA natív network slicing, dinamikus QoS-kezelés és lokális forgalomkicsatolás révén lehetővé teszi a hálózat személyre szabását, az erőforrások valós idejű, rugalmas kezelését, különösen túlterhelt szakaszokon.

Bár a gyakorlati alkalmazás még kísérleti vagy korlátozott üzleti fázisban van, a technológiai eszköztár már számos új üzleti és alkalmazási lehetőséget kínál. A következő időszak kulcskérdése a platform képességeinek optimalizált és validált üzleti hasznosítása lesz, különös tekintettel az ipari, társadalmi és digitális infrastruktúrák átalakulására.

Szerzői közreműködés

A bevezetést és az 5G-SA üzleti lehetőségeket Soós Gábor írta. A mobilhálózatok evolúcióját Gutti Zoltán dolgozta ki. Az elért eredményeket és szolgáltatásokat Ormos Pál foglalta össze. Az ábrákat és a lektorálást Csuha Júlia Borbála végezte. Az összefoglalót a szerzők közösen készítették.

Hivatkozások

- [1] J. D. Gibson, The Mobile Communications Handbook, 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2012.
- [2] A. Osseiran, J. F. Monserrat and P. Marsch, 5G Mobile and Wireless Communications Technology, Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2016.
- [3] 3GPP, “3rd Generation Partnership Project,” [Online]. Available: <https://www.3gpp.org>. [Accessed: Jun. 4, 2025].
- [4] ITU, “International Telecommunication Union – Radiocommunication Sector (ITU-R),” [Online]. Available: <https://www.itu.int>. [Accessed: Jun. 4, 2025].
- [5] GSMA, “Global System for Mobile Communications Association,” [Online]. Available: <https://www.gsma.com>. [Accessed: Jun. 4, 2025].
- [6] Ericsson, “Ericsson Mobility Report,” [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report>. [Accessed: Jun. 4, 2025].
- [7] Nokia, “5G White Papers and Technical Resources,” [Online]. Available: <https://www.nokia.com/networks/portfolio/5g>. [Accessed: Jun. 4, 2025].
- [8] Huawei, “5G Technology White Papers,” [Online]. Available: <https://www.huawei.com/en/technology-insights/5g>. [Accessed: Jun. 4, 2025]
- [9] Tasher Ali Sheikh, “Evolution of Mobile Communication Networks” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/353795623_Evolution_of_Mobile_Communication_Networks [Accessed: August, 2020]
- [10] Md Hasan Mahmud, „Cellular Mobile Technologies (1G to 5G) and Massive MIMO.” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/349493734_Cellular_Mobile_Technologies_1G_to_5G_and_Massive_MIMO [Accessed: July, 2019]
- [11] Osama AlQahtani, „AI-powered network optimization for next-generation wireless connectivity: exploring 5G/6G networks” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/392560015_AI-powered_network_optimization_for_next-generation_wireless_connectivity_exploring_5G6G_networks [Accessed: June, 2025]
- [12] Ahmed Solyman, Khalid Yahya, „Evolution of wireless communication networks: from 1G to 6G and future perspective” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/362397204_Evolution_of_wireless_communication_networks_from_1G_to_6G_and_future_perspective [Accessed: August, 2022]
- [13] Halima Chaouki, Radouane Iqdour, Mohamed Boulouird, „Enhancing 5G Networks with Edge Computing: An Overview Study” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/387025572_Enhancing_5G_Networks_with_Edge_Computing_An_Overview_Study [Accessed: June, 2025]

OKTATÁS ÉS KOMPETENCIAVÁLTOZÁSOK A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KORÁBAN

Antal Péter

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Digitális Technológia Intézet

antal.peter@uni-eszterhazy.hu

ORCID: [0009-0006-0112-7195](https://orcid.org/0009-0006-0112-7195)

Absztrakt

A ChatGPT a mesterséges intelligencia világába való belépésével új korszakot nyitott az oktatásban. Elkerülhetetlenül az oktatási környezet részévé vált, új lehetőségeket és kihívásokat is magával hozva. A teljes oktatási szférára gyakorolt hosszú távú hatások még mindig ismeretlenek. A felmerülő kérdések széles spektrumú válaszokat igényelnek, előtérbe helyezve a technikai, emberi, etikai, módszertani, méltányossági és mentális egészségügyi kérdéseket.

A vizsgálandó területek a következők:

- Az újonnan megjelenő MI-technológiák etikai, jogi és erkölcsi szabályozása nemzeti és társadalmi szinten.
- A szabályozás mielőbbi kidolgozása és integrálása az oktatási színtérbe.
- Az új technológia etikai, kritikai és problémamegoldó megközelítése.
- Hogyan támogatja a MI az új típusú tanulási környezetek fejlesztését.
- Milyen pedagógiai tevékenységekben alkalmazzák a MI-megoldásokat.
- A digitális készségek szintjének felmérése és a MI-vel kapcsolatos kompetenciarendszer kidolgozása tanárok és diákok számára.
- Megfelelő módszertan kidolgozása a közoktatás számára.

Előadásomban ezekről a kérdésekről és dilemmákról szeretnék bővebben beszélni, és a nemzetközi és hazai tapasztalatok összehasonlításával bemutatni a felmerülő kérdéseket és a lehetséges válaszokat.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, oktatás módszertan, digitális kompetencia

Abstract

Education and Shifts in Competencies in the Age of Artificial Intelligence

ChatGPT has opened a new era in education with its entry into the world of artificial intelligence. It has inevitably become part of the educational environment, bringing with it new opportunities and challenges. The long-term effects on the entire educational sphere

are still unknown. The questions that arise require a wide range of answers, highlighting technical, human, ethical, methodological, equity and mental health issues.

The areas to be examined are:

- Ethical, legal, and moral regulation of emerging AI technologies at national and societal levels.
- Early development and integration of regulation into the educational arena.
- Ethical, critical, and problem-solving approaches to new technology.
- How AI supports the development of new types of learning environments.
- In which pedagogical activities are AI solutions used.
- Assessment of the level of digital skills and the development of an AI-related competency system for teachers and students.
- Developing an appropriate methodology for public education.

In my presentation, I would like to discuss these issues and dilemmas in more detail and present the emerging questions and possible answers by comparing international and domestic experiences.

Keywords: artificial intelligence, education methodology, digital competence

Bevezetés

A technológia fejlődése az oktatásban is szinte követhetetlen, hiszen az utóbbi két évtizedben sorra jelentek meg azok az új módszerek, eszközök melyek gyökeresen változtatták meg a tanulási környezetet, az iskolai infrastruktúrát, a tanításhoz-tanuláshoz szükséges kompetenciákat minden szereplőre kiterjedően.

A mesterséges intelligencia oktatási környezetben történő vizsgálata számos fogalmi és módszertani kihívással jár. Elsősorban maga az MI fogalma is homályos, hiszen magában foglalja az automatizációt, a robotikát és az öntanuló szoftvereket egyaránt. Másodszor, az MI oktatási potenciálja nagyban függ annak képességeitől - a Kurzweil által leírt „erős” mesterséges intelligencia még nem része technológiai környezetünknek, míg a „gyenge” MI-ágensek (mélytanuló algoritmusok, okostelefonos alkalmazások) már jelen vannak a mindennapokban.

A kutatások két fő irányba haladhatnak: vizsgálhatják a jelenlegi gyakorlati alkalmazásokat vagy a jövőbeli lehetőségeket, amelyek gyakran a jelenlegi tendenciák extrapolálásán alapulnak. Ez a kettősség tovább bonyolítja a kutatási keretek meghatározását és a megfelelő módszertan kiválasztását.

Ezeket figyelembe véve ugyanakkor viták és találgatások tárgyát képezi, hogy az MI milyen módon és keretek között fog beépülni az oktatási folyamatokba, és hogyan tudjuk majd valóban hasznossá és minden szinten kezelhetővé tenni.

A technológia segíthet olyan újabb módszertani elemek fejlesztésének a támogatásában is, mint például a gamifikáció. A gamifikáció használata az oktatásban azt a célt szolgálja, hogy az egyre inkább passzív befogadókká vált tanulókat aktiválja és interaktivitásra készítse (Lengyelne, Racsko & Szűts, 2021).

A mesterséges intelligencia tanításba és tanulásba való hatékony integrálása terén jelentős kihívást jelent a legtöbb jelenlegi oktatási MI-alkalmazás profitorientáltsága. A mesterséges intelligencia fejlesztői ugyanakkor keveset tudnak a tanulási folyamatokról és hiányoznak a pedagógiai, módszertani ismeretek a hatékony megvalósításához a tanításban (Luckin & Cukurova, 2019).

Így az új technológia rázúdult az oktatásra anélkül, hogy figyelembe venné a tanárok attitűdjét, felkészültségét, módszertani kompetenciáit az MI irányába, nem beszélve a tanárképzés felkészültségéről.

A tanárok tehát a mesterségesintelligencia-alapú tanítás legfontosabb érintettjei, ezért nézeteiket, tapasztalataikat és elvárásaikat figyelembe kell venni a mesterséges intelligencia sikeres iskolai alkalmazásához. Alapvető fontosságú, hogy az MI pedagógiaiilag releváns legyen, fel kell tárni a tanárok számára kínált előnyöket és azokat a kihívásokat, amelyekkel a tanárok szembesülnek az MI-alapú tanítás során.

A mesterséges intelligencia hatásai az oktatásban

Az oktatás lehetősége és egyben kötelező feladata is az új technológiák adaptálása a tanítási ökoszisztémába. Ez a folyamat azonban lassú, hiszen több tényező is befolyásolja. Az egyik, az új technológia ára, melyekre a bevezetéskor magas bekerülési költségek jellemzők és csak a multinacionális cégek, kutatóközpontok képesek megfizetni. A másik az elterjedtsége, általánossá válása, amely nagyban függ az első feltételtől. A harmadik tényező a technológia-módszertani beágyazódása, vagyis az alkalmazásnak, eszköznek a pontos pedagógiai és didaktikai alapelvekkel megerősített támogatottsága.

A mesterséges intelligencia megjelenésével kicsit felborult a sorrend, hiszen már alkalmazunk MI-t az oktatásban, de a harmadik tényező nem teljesült, komoly módszertani és etikai kérdések merültek fel, és ma már látható az a bizonytalanság, amely a mesterséges intelligencia oktatásra tett hatásait övezi a kezdeti eufóriát követően.

Az oktatás digitális evolúciója nem jelenti azt, hogy az embereknek kevesebb tanárra lesz szükségük a jövőben (Dillenbourg, 2016). Ahelyett, hogy azon spekulálnánk, hogy a mesterséges intelligencia leváltja-e a tanárokat, ésszerűbb megérteni azokat az előnyö-

ket, amelyeket a mesterséges intelligencia kínál a tanároknak, és hogy ezek az előnyök hogyan változtathatják meg a tanárok szerepét az osztályteremben (Hrastinski et al., 2019). A mesterséges intelligenciával kapcsolatban, Holstein és munkatársai (2019) azt javasolták, hogy a jövőben a tanárok az MI-alapú gépek segítségével/használatával a tanulási és tanítási folyamatnak úgynevezett „hangszerelői” legyenek, vagyis az MI koordinációját ellátó szerepet töltsenek be. Ahhoz azonban, hogy az MI valóban ily módon tudjon segíteni a tanároknak, először meg kell tanulnia a tanulás és a tanítás hatékony összehangolását a tanárok adataiból. A hatékony tanítás ugyanis attól függ, hogy a tanárok képesek-e megfelelő pedagógiai módszereket alkalmazni az oktatásban (Tondeur et al., 2020). Ezzel a pedagógiailag hasznos és produktív tanítási módszereik modellként szolgálhatnak az MI-alapú oktatási rendszerek számára (Prieto et al. 2018). Vagyis a tanárok által kialakított jó gyakorlatokból gyűjtött adatok képezik az MI-alapú tanítás alapját.

Ezek a kutatások előremutatók, de még nem általánosan elterjedtek, viszont a mesterséges intelligencia mint technológia már ledöntötte a kapukat és természetesen megjelentek az első modern luddisták, akik pálcát törtek a mesterséges intelligencia oktatási alkalmazása felett. Ilyen reakció volt New York város oktatási főosztályvezetője részéről, aki a következőket nyilatkozta és egyben be is tiltotta a ChatGPT használatát a tankerületéhez tartozó intézményekben 2023 elején, a ChatGPT megjelenése után három hónappal.

„Tanulására gyakorolt negatív hatások, valamint a tartalom biztonságával és pontosságával kapcsolatos aggodalmak merültek fel.”

„Nem fejleszti a kritikai gondolkodást és a problémamegoldó készségeket, amelyek elengedhetetlenek a tanulmányi és élethosszig tartó sikerhez.”

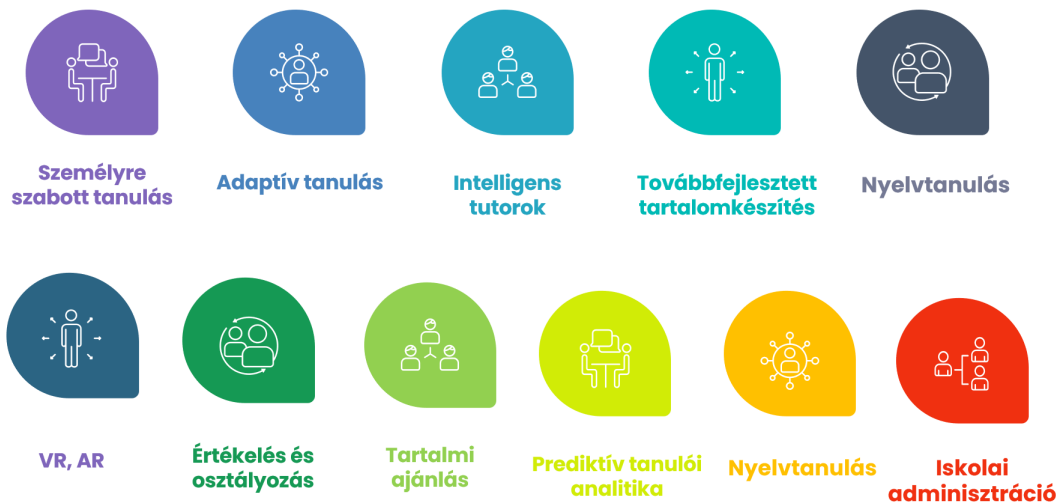
Azonban – ennek ellenére – vannak jó gyakorlatok melyek segítenek megérteni az új technológia működését, megőrizve a szellemi fölényt és a kritikai gondolkodás erősítését a tanulók számára.

A mesterséges intelligencia lehetőségei az oktatásban

A mesterséges intelligencia jelentős teret nyert az oktatási szektorban, innovatív megoldásokat kínálva a tanítási és tanulási folyamatok javítására, amely számos új eszközt és technikát foglal magában.

Ezek közoktatási bevezetése még illuzórikusnak tekinthető, különösen Magyarország vonatkozásában, hiszen rendszerszerűen még nem jelentek meg, bár sok alkalmazás már működőképes modellt kínál.

Nézzük, milyen a lehetséges alkalmazási területek jöhetnek szóba.



1. ábra A mesterséges oktatási lehetőségei

Személyre szabott tanulás: A személyre szabott tanulás az MI kulcsfontosságú eleme az oktatásban. Az MI-algoritmuskok értékelik a tanulók tempóját, tanulási stílusát, erősségeit és hiányosságait. Ezen adatok alapján személyre szabottan az egyes tanulókhoz igazodnak a tanulási információk. A személyre szabás lehetővé teszi, hogy a tanulók a saját tempójukban tanuljanak, így a tanulás élvezetesebbé és sikeresebbé válik. Például a matematikával nehezen boldoguló diákok extra gyakorló feladatokat és magyarázatokat kaphat, míg egy kiválóan teljesítő diák haladó témákat tanulhat.

Adaptív tanulás: Az adaptív tanulás megerősíti a személyre szabott tanulást azáltal, hogy a tanuló teljesítménye alapján módosítja a tartalom nehézségét. Azzal, hogy a tanulókat képességeiknek megfelelő tartalomhoz juttatja, a mesterséges intelligencia segít fenntartani a motivációt és attitűdöt. Ezzel szemben, ha egy tanulónak nehézséget okoz egy téma, a rendszer további támogatást nyújthat neki a felzárkózáshoz (Zhang, & Zheng, 2023).

Intelligens tutorok: A mesterséges intelligencia által vezérelt intelligens tutorok azonnali visszajelzést és segítséget nyújtanak a tanulóknak a tananyaggal kapcsolatban. Ezek a digitális tutorok a nap 24 órájában rendelkezésre állnak, és következetes támogatást és útmutatást nyújtanak. Válaszolni tudnak a kérdésekre, meg tudják magyarázni az összetett fogalmakat, sőt, lépésről lépésre megoldásokat is tudnak adni a problémákra. Ez az igény szerinti támogatás segít a diákoknak az önálló tanulásban bármikor, amikor csak szükség van rá.

Továbbfejlesztett tartalomkészítés: A tartalomkészítésben a mesterséges intelligencia segít a tanároknak vonzóbb, a tanulók számára adekvátabb tartalmak létrehozásában. Ilyen lehet például az interaktív szimulációk, virtuális laborok és adaptálható tankönyv-

vek létrehozása. A diákoknak segíthet interaktív módon a természettudományos tárgyak mélyebb elsajátításában. A mesterséges intelligencia képes együttműködni akár komplex kísérletek szimulációjában. Ezek az eszközök szórakoztatóvá és hatékonyabbá teszik a tanulást. (Tzanova, 2020).

Értékelés és osztályozás: A mesterséges intelligencia automatizálja az osztályozási és értékelési folyamatokat, csökkentve ezzel a tanárok terheit és gyorsabb visszajelzést képes adni a diákoknak (Moat & Martins, 2023). Ez nemcsak időt takarít meg, hanem lehetővé teszi a pedagógusok számára, hogy a tanulókkal való tartalmasabb interakciókra összpontosítsanak, mint pl. útmutatás és támogatás nyújtása. A diákok számára előnyös, hogy azonnali betekintést nyerhetnek a teljesítményükbe, segít nekik nyomon követni a fejlődésüket és a fejlesztendő területeket (Cope et al., 2021).

Prediktív analitika: A mesterséges intelligencia segítségével hasznosított prediktív analitika hatékony eszközként szolgál az oktatási intézményekben. A tanulók teljesítményét felölelő különféle adatalemzésével az MI hatékonyan előre jelezheti a diákok teljesítménycsökkenését (Cope et al., 2021). Az ilyen előrejelzések képessé teszik az intézményeket arra, hogy proaktív intézkedéseket tegyenek és személyre szabott támogatást nyújtsanak garantálva, hogy a diákok időben segítséget kapjanak.

Nyelvtanulás: A mesterséges intelligenciát használó nyelvtanulási alkalmazások valós idejű fordítási és kiejtési segítséget nyújtanak. A kiejtésre és a szövegértésre vonatkozó gyors visszajelzés javítja a nyelvtanulás hatékonyságát. (Tomić et al., 2022; Cope et al., 2021).

Virtuális valóság (VR) és kiterjesztett valóság (AR): A virtuális valósággal és a kiterjesztett valósággal kombinált mesterséges intelligencia magával ragadó oktatási élményeket eredményez. A diákok virtuális kirándulásokat tehetnek, tanulmányozhatják a történelmet, vagy virtuális laboratóriumokban kutathatnak. Az ilyen élmények érdekesebbé és interaktívabbá teszik a tanulást, lehetővé téve a tanulók számára, hogy a hagyományos oktatási módszereken túlmenően interaktív módon vizualizálják a bonyolult fogalmakat. (Bailey, 2019; Cope et al., 2021)

Tartalmi ajánlás: A tanulók érdeklődése, teljesítménye és előrehaladása alapján az MI algoritmusa könyveket, cikkeket és online kurzusokat, forrásokat tud ajánlani a tanulónak. Ezek a javaslatok ösztönzik a tantárgyak felfedezését és megértést. (Tomić et al., 2022).

Hozzáférhetőség: A mesterséges intelligencia által vezérelt oktatási eszközök javíthatják fogyatékkal élő diákoknak az esélyegyenlőséget, biztosítva, a tananyaghoz való hozzáférést. Ilyen eszközök, például a beszédfelismerő, a szöveget beszéddé alakító funkciók, (Denes, 2023).

Iskolai adminisztráció: A mesterséges intelligencia kulcsfontosságú lehet az iskolai adminisztrációban. A mesterséges intelligencia képes kezelni a diákok adminisztrációs gondjait, az iskolalátogatási és teljesítmény adatait. Ez az adatvezérelt stratégia javítja az

adminisztrációt és a döntéshozatalt. Segít az egyetemeknek az erőforrások elosztásában, a tantervi változások megtervezésében, és a stratégiai analitika tervezésében és kivitelezésében. (Tahiru, 2021; Denes, 2023).

A mesterséges intelligencia használatának kritikái az oktatásban

Az Európai Bizottság 2024-es MI törvényében a követelmények, szabályok széles körét határozza meg az MI tekintetében négy biztonsági szinten, a kockázatkezelést és az átláthatóságot tekintve elsődleges szempontnak. Az EU-s szabvány elsősorban a magas kockázatú MI alkalmazásokra összpontosít. Ebben a kategóriában említi meg az oktatást, elsősorban olyan alkalmazásokra koncentrálva, melyek veszélyeztetik valakinek az oktatáshoz való hozzáférését és szakmai életútját (pl.: vizsgák értékelése).

A mesterséges intelligencia oktatásban történő használatának és bevezetésének láthatóan vannak etikai és szakmai, módszertani árnyoldalai is. Amellett, hogy a fent említett előnyök, lehetőségek, pozitív előnyökkel járhatnak az oktatás teljes spektrumára, ezek tömeges, és konstruktív, módszertanilag megalapozott bevezetésére még nem készültünk fel megfelelően. Egyrészt tisztázni kell a tanárok megváltozott szerepét, az MI-vel támogatott tanulási környezet feltételeit. Fel kell készíteni őket, technológiai, pedagógiai és módszertani szempontból is az MI alkalmazására.

Az elsődleges probléma a mesterséges intelligencia iskolai alkalmazásának, az emberi tényezőkre tett hatása. Magyarországon jellemzően 40 év feletti a tantestületek többsége, akik nem minden esetben azonosulnak az új technológiai vívmányok használatával, és nincsenek felkészülve az igen gyors változásokra. A másik probléma, hogy magát az oktatást a gépi intelligencia nem tudja mindenre kiterjedően segíteni, sok etikai és tudománykritikai kérdés merül fel használatuk során. A mesterséges intelligencia oktatásra tett vegyes hatásait tekintve pedig, hosszútávon az általános emberi gondolkodás, logika elhagyását eredményezheti.

Ezzel szemben azonban, az MI-t használó alkalmazások száma egyre nő, anélkül, hogy kontrollálva lenne hasznosságuk vagy, esetleges hátrányaik az oktatás szereplőire nézve. A következőkben tekintsük át részletesen az esetleges hátrányokat és negatív előrejelzéseket.



2. ábra A mesterséges intelligencia oktatásra tett negatív következményei

A személyközi kommunikáció hiánya: A tanárok a diákok érzelmi és szociális szükségleteinek kielégítését nem biztosítja, nem képes például bátorítást nyújtani, vagy barátságos tanulási légkört teremteni amikor szükséges (Beck et al,1996). A pedagógusok szituációnak megfelelően segítik a tanulókat az erkölcsi, az etikai, kérdésekben, a lelkiismeretesség és a találékonyság fejlesztésében. A mesterséges intelligencia nem képes tökéletesen reprodukálni az iskoláztatás ezen alapvető jellemzőit (Beck et al, 1996). Az oktatók jelenléte elősegíti a kritikus gondolkodást, megkönnyíti a beszélgetéseket, és olyan eszméket támogatnak, (erkölcs) amelyek túlmutatnak az akadémiai ismereteken.

A kontextuális ismeretek hiánya: A mesterséges intelligencia kontextusfelismerése alacsonyabb lehet, mint az emberé. A mesterséges intelligencia felismeri az adatmintákat, de az ok okozati összefüggéseket nem, ez korlátozza a képességét, hogy újszerű körülmények között megbízható következtetéseket vonjon le. Az MI feltanítása is feladat- és kontextusspecifikus, ami akadályozhatja az alkalmazását, új tananyagok létrehozásában. Így például a tanulás nagy része a korábbi leckék kontextusában történik.

A magyarázó képesség hiánya: A mesterséges intelligencia a magyarázó képesség hiányától szenved. Az oktatási célú mesterséges intelligenciák megmutatni képesek, de elmagyarázni nem, a feladatok megoldási lépéseit. Például képesek megoldani egy matematikai feladatot, így a tanulók az eredményt megkapják ugyan, de a megoldás logikai lépéseit már nem képes interpretálni, ami az MI használat hatékonyságát csökkenti. (Dayal et. al. 2024).

A túlzott technológiai függés: A mesterséges intelligenciára és a technológiára való túlzott támaszkodás csökkentheti a diákok kritikai gondolkodását és problémamegoldó képességét.

gét. Ha a diákok túlságosan függővé válnak a mesterséges intelligenciától a válaszok tekintetében, akkor nem fogják fejleszteni ezeket az alapvető kognitív készségeket. Ezek a trendek a ChatGPT megjelenésével kezdődően aggályosak lehetnek.

Elfogultság: A mesterséges intelligencia csak a feltanított adatokra támaszkodik, így fel erősítheti és terjesztheti a káros előítéleteket, a komplex magyarázatok és vélemények hiánya miatt. Szükség van az MI-t ellenőrző rendszerek fejlesztésére, a lehetséges torzítások vagy hibás kimenetek tekintetében. Ez azt jelenti, hogy a tanulók által tanult ismeretek torzítottak és pontatlanok lehetnek, a véleményformálás így csak egy bizonyos szemléletet tükröz, ami az elfogultság mértékét növeli és demokratikus elvek érvényesülését csökkenti (Nguyen, 2023).

A tanárok és a személyzet ellenállása: Előfordulhat, hogy a pedagógusok vagy az oktatási személyzet más tagjai ellenzik a mesterséges intelligencia iskolai alkalmazását. Aggódalomra adhat okot, hogy elveszíthetik az állásukat, ha nem alkalmazzák az új technológiát. (Siau, 2017; Siau, 2018; Rainie és Anderson, 2017), A másik ok, a mesterséges intelligenciát támogató eszközök sikeres alkalmazásához szükséges képzettség és tapasztalat hiánya az oktatók körében. A mesterséges intelligencia megjelenése potenciálisan zavart okozhat, és az új technológiához való hozzászokás nagy idő- és energiabefektetést igényelhet, ami frusztrációhoz vezethet.

Az egészségre és a jólétre gyakorolt negatív hatás: Mind a túlzott mennyiségű képernyőidő, mind a testmozgás hiánya negatív hatással lehet a diákok és az oktatók egészségére és jóllétére egyaránt. (Sehgal, et.al.,)

Digitális írástudásra gyakorolt hatások: A mesterséges intelligencia (MI) potenciálisan hasznos technológia lehet, azonban helyesen kell alkalmazni. Néhány ember és MI közötti együttműködés kudarccal végződhet, mert az érintett emberek nem tudják kihasználni a mesterséges intelligenciát, vagy azért, mert nem rendelkeznek az ehhez szükséges szakértelemmel, vagy azért, mert maga a mesterséges intelligencia nem megfelelően lett megtervezve (Holstein et al. 2019).

Az új technológia általános megjelenése: A mesterséges intelligencia megjelenése újszerű akadályokat generál oktatásban való alkalmazása során. Az MI általános használata, háttérbe szorítja az emberi gondolkodás gyakorlását, aminek eredményeként az analitikai és problémamegoldó gondolkodás elhagyása következhet be társadalmi szinten.

Etikai aggályok: Az MI-rendszerek etikai kihívásokat és veszélyeket rejtenek magukban, ellentmondva a marketing állításoknak, hogy az algoritmusok objektívek és értéksemlegesek. Az algoritmusok lényegében a nagyhatalmú tervezőik ideáljait tükrözik (Hrastinski, S., et.; Garret et al., 2020; Holmes et al., 2022). Az emberek hozzák létre az algoritmikus előítéleteket azáltal, hogy olyan adatokat hoznak létre, (nem szándékosan) amelyek a társadalom történelmi és szisztematikus előítéleteit képviselik. Annak ellenére, hogy az elő

ítéletek tervezés nélkül ágyazódnak be a számítási modellbe, számos nemi és faji előítélet megtalálható az AI-alapú rendszerekben. (Stahl & Wright, 2018)

Költségek: A mesterséges intelligencia drága az intézmények számára, mivel sok számítógépes teljesítményt és időt igényel. A mesterséges intelligencia szoftverek drága számítógépeket és jó minőségű számítógépes rendszereket igényelnek. A mesterséges intelligencia fenntartása és frissítése megfelelő infrastruktúrához és szakképzett személyzetet igényel. Az MI-oktatás nagyobb költségvetést igényel, amivel sok intézmény nem biztos, hogy rendelkezik.

A technológia használatának mellékhatásai

Az utóbbi két évtized kutatásai azt mutatják, hogy egyre fiatalabb korban kezdve és egyre nagyobb időintervallumban használják a kiskorúak a mobil eszközöket és számítógépeket. Az Amerikai Pszichiátria Társaság szerint 0-3 éves kor között, nulla perc a javasolt képernyőhasználati idő, 3-6 éves kor között, maximum 20 perc naponta. A túlzott képernyőhasználat hatásai: indulatkezelési problémák, figyelem és koncentrációzavar, döntéshozó képesség hiánya, testérzékelés hiánya, amit az erős stimulus okoz. Gyakorlatilag transzba esnek a villódzó fények hatására. Ebben az életkorban az agy még nagyon fejletlen. Elsősorban az érzékszervi alapú, taktilis, és a mozgásos stimulálás fejleszti az agyat a legeredményesebben. Ma már bizonyított, hogy a mozgáshiány és a tanulási zavarok között, komoly összefüggés van, hiszen ugyanazokat az agyterületeket stimulálja, mint a könnyű drogok. 6-12 éves korban az indulatkezelési problémák, koncentrációzavar a legjellemzőbb tünetek.

A serdülők számára sem hoz megváltást a túlzott képernyőhasználat. Ezek hatásai az alfa generáció körében már ismertek, a szülőkről való későbbi leválás, az okostelefonok nyújtotta passzív tapasztalatszerzés, aszekszualitás, stb. (Twenge, 2018).

A túlzott képernyőhasználat bármilyen formában a fiatal felnőttek körében mentális betegséget alakíthat ki, mely tünetegyüttest digitális demenciának nevezünk. A Spitzer (2014) által leírt mentális betegség a kognitív készségek összeomlásához vezet.

A mesterséges intelligencia megjelenése, elsősorban a ChatGPT megjelenése, további problémákat vethet fel, mivel használata nem a kritikai gondolkodásra, adatszelekcióra serkenti a fiatal használókat.

Konklúziók

A mesterséges intelligencia, mint technológiai hullám, hasznossága vitathatatlan, de túl gyors ütemben való terjedése nincs szinkronban a társadalomba való beágyazódásával, ami néhány éven belül komoly társadalmi, gazdasági, és szociális problémákat okozhat.

Az oktatásba hasonlóan gyors ütemben tört be a mesterséges intelligencia rengeteg szolgáltatással és új lehetőséggel, profitorientált módon, viszont a tanárok mentális, szakmai, pedagógiai és módszertani felkészítése még nincs folyamatban, ami hátráltathatja az alkalmazásának hatékonyságát és nem számol a lehetséges negatív következményekkel. Hatására megváltoznak az aktív tanítási, tanulási stratégiák, változik a tanulási környezet. A tanulók felkészítése a lehetséges etikai, jogi következményekre és az esetleges mentális hatásokra, analitikus gondolkodás, kritikus gondolkodás és elemzés, komplex problémamegoldás háttérbe szorulása) talán a legfontosabb teendő a jelen időszakban.

Éppen ezért fontos feladat a megjelenő MI technológiák etikai, jogi gazdasági szabályozása, beépítése az oktatás színtereibe társadalmi és kormányzati szinten.

Fontos digitális készségek kialakítása az MI irányába tanárok, tanulók számára egyaránt.

Irodalom

- [1] Beck, J., Stern, M., & Haugsjaa, E. (1996): Applications of AI in education. Cross-roads, 3(1), 11–15. DOI:[10.1145/332148.332153](https://doi.org/10.1145/332148.332153)
- [2] ChatGPT: The Future of Learning or the Death of Critical Thinking? https://site.nyit.edu/ctl/blog/chatgpt_the_future_of_learning_or_the_death_of_critical_thinking (2024. 10. 21.)
- [3] Cope, B., Kalantzis, M., & Sears, D. (2021): Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. Educational Philosophy and Theory, 53(12), 1229–1245. DOI:[10.1080/00131857.2020.1728732](https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732)
- [4] Dayal, Gopali, Verma, Pooja és Sehgal, Shallu (2023): *A Comprehensive Review on the Integration of Artificial Intelligence in the Field of Education*. In: Leveraging AI and Emotional Intelligence in Contemporary Business Organizations, 331–349. DOI:[10.4018/979-8-3693-1902-4.ch020](https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1902-4.ch020).
- [5] Denes, G. (2023): A case study of using AI for General Certificate of Secondary Education (GCSE)
- [6] Dillenbourg: The Evolution of Research on Digital Education International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26 (2), 544–560. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0106-z>
- [7] Grade prediction in a selective independent school in England. Computers and Education: Artificial Intelligence, 4, 100129. DOI:[10.1016/j.caeai.2023.100129](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100129)
- [8] Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022): Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 32(3), 504–526. DOI:[10.1007/40593-021-00239-1](https://doi.org/10.1007/40593-021-00239-1)

- [9] Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019): *Designing for Complementarity: Teacher and Student Needs for Orchestration Support in AI-Enhanced Classrooms*. In: Isotani, S., Millán, E., Ogan, A., Hastings, P., McLaren, B., Luckin, R. (eds) Artificial Intelligence in Education. AIED 2019. Lecture Notes in Computer Science, volu625. Springer, Cham. DOI:[10.1007/978-3-030-23204-7_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23204-7_14)
- [10] Holstein, K., McLaren, B. M. és Aleven, V. (2019): Co-Designing a Real-Time Classroom Orchestration Tool to Support Teacher–AI Complementarity. *Journal of Learning Analytics*, 6 (2), 27–52. <https://DOI.org/10.18608/jla.2019.62.3>
- [11] Hrastinski, S., Olofsson, AD, Arkenback, C., Ekström, S., Ericsson, E., Fransson, G., Utterberg, M. (2019): *Critical Imaginaries and Reflections on Artificial Intelligence and Robots in Postdigital K-12 Education*. In: Postdigital Science and Education, 1 (2), 427–445. <https://DOI.org/10.1007/s42438-019-00046-x> (2024.10.22.)00129. DOI:[10.1016/j.caeai.2023.100129](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100129)
- [12] Lengyel, M. T., Racsko, R., & Szűts, Z. (2021): A kommunikációs kompetencia fejlesztésének új lehetőségei: digitális történetmesélés LEGO® eszközzel. *Gyermeknevelés: Online Tudományos Folyóirat*, 9(1), 327–339. <http://doi.org/10.31074/gyn-tf.2021.1.327.339> (2024.11.20.)
- [13] Luckin, R. és Cukurova, M. (2019): Oktatási technológiák tervezése a mesterséges intelligencia korában: Tanulási tudományok által vezérelt megközelítés. *British Journal of Educational Technology*, 50 (6), 2824–2838. <https://DOI.org/10.1111/bjet.12861>
- [14] Nguyen, Nathan. (2023): Exploring the role of AI in education. *London Journal of Social Sciences*. DOI:[10.31039/ljss.2023.6.108](https://doi.org/10.31039/ljss.2023.6.108)
- [15] Prieto, LP, Sharma, K., Kidzinski, Ł, Rodríguez-Triana, MJ és Dillenbourg, P. (2018): Multimodal teaching analytics: Automated extraction of orchestration graphs from wearable sensor data. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34 (2), 193–203. <https://DOI.org/10.1111/jcal.12232> (2024.10.20.)
- [16] Rainie, L., & Anderson, J. (2017): The Future of Jobs and Jobs Training. Pew Research Center. [https://](https://www.pewresearch.org/future-of-jobs/)
- [17] Sehgal, S. & Singh, L. (2023): Delve into the Impact of Technology on the Modern Education System. Swaniman Sunirmit Publications of Research, 3(3), 62–67.
- [18] Siau, K. (2017): Impact of Artificial Intelligence, Robotics, and Automation on Higher Education. Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2017), Boston, MA. Siau, K. (2018). Education in the Age of Artificial Intelligence: How will Technology Shape Learning? *The Global Analyst*, 7(3), 22–24.
- [19] Spitzer M. (2014): Digitale Demenz - Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen, Droemer/Kanur Ltd. ISBN: 9783426300565)
- [20] Stahl, B. C., & Wright, D. (2018): Ethics and privacy in AI and big data: Implementing responsible research and innovation. *IEEE Security and Privacy*, 16(3), 26–33. DOI:[10.1109/MSP.2018.2701164](https://doi.org/10.1109/MSP.2018.2701164)

- [21] Tahiru, F. (2021): AI in education: A systematic literature review. [JCIT]. Journal of Cases on Information Technology, 23(1), 1–20. DOI:[10.4018/JCIT.2021010101](https://doi.org/10.4018/JCIT.2021010101). IGI Global. DOI:[10.4018/978-1-7998-7630-4.ch014](https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7630-4.ch014)
- [22] Tomić, B. B., Kijevčanin, A. D., Ševarac, Z. V., & Jovanović, J. M. (2022): An AI-based Approach for Grading Students' Collaboration. IEEE Transactions on Learning Technologies.
- [23] Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. és Baran, E. (2020): Enhancing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): a mixed-method study: Educational Technology Research and Development, 68 (1), 319–343. [https://DOI.org/10.1007/s11423-019-09692-1](https://doi.org/10.1007/s11423-019-09692-1) (2024.10.20.)
- [24] Twenge Jean M. (2018): iGeneráció – Akik közösségi médián és okostelefonon nevelkedtek. Édesvíz Kiadó 2018. ISBN 9789635298723
- [25] Tzanova, S. (2020): Revolution by evolution: How intelligent tutoring systems are changing education. In Revolutionizing Education in the Age of AI and Machine Learning (pp. 50–74). IGI Global. DOI:[10.4018/978-1-5225-7793-5.ch003](https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7793-5.ch003)
- [26] Zhang, L., Zheng, L., (2023). Making strides towards AI-supported regulation of learning in collaborative knowledge construction. *Computers in Human Behavior*, 142, 107650. doi:[10.1016/j.chb.2023.107650](https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107650)

AZ NJSZT INFORMATIKATÖRTÉNETI FÓRUM HONLAPJÁNAK MEGŐRZÉSE AZ „ÖRÖKKÉVALÓSÁG” SZÁMÁRA

Dömölki Bálint†

Havass Miklós

Langer Tamás

Neumann János Számítógép-tudományi Társaság, Informatikatörténeti Fórum

Holl András

Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ

Absztrakt

A Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Informatikatörténeti Fóruma (iTf) adatokat gyűjt egy Adattárba (iTÁ) a magyar informatikatörténet tényeiről. A gyűjtött adatokat egy WordPress rendszeren alapuló honlapon mutatja be napjaink érdeklődőinek. A több mint 15 éves gyűjtőmunka során sok ezer adat került az adattárba, a hazai informatika történetében szerepet játszó személyekről, intézményekről, termékekről, a lebonyolított rendezvényekről, valamint a keletkezett írásokról és videókról. Felmerült bennünk a kérdés, hogy számolva a használt eszközök, intézményi formák változásával, mit kell tenni azért, hogy az információk minél tovább megmaradjanak, elérhetőek legyenek az utókor számára. A probléma nyomán közös projektet („örökkévalóság” projekt néven) indított az iTf a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központtal (MTAK), amely során az iTÁ teljes tartalma megfelelő formában elhelyezésre került az MTAK repozitóriumban. Előadásunk ennek a megoldásnak az elveit, „almanach”-okon alapuló technológiáját és egyes lényegi lépéseit ismerteti, valamint utalunk a megőrzés további lehetőségeire.

Abstract

Preserving the Website of the IT History Forum (iTf) of the John von Neumann Computer Society “for Eternity”

The IT History Forum (iTf) of the John von Neumann Computer Society collects data for a data archive (iTÁ) on the facts of Hungarian IT history. The collected data is presented to today's interested audiences on a website based on a WordPress system. Over more than 15 years of data collection, several thousand entries have been gathered in the repository – about individuals, institutions, and products that played a role in the history of Hungarian computing, as well as events, written works, and videos produced over time. This long-term effort raised the question: given the changes in tools and institutional frameworks, what

must be done to ensure that this information remains accessible and preserved for future generations. As a response to this challenge, the iTF launched a joint project – named the “Eternity Project” – in collaboration with the Library and Information Centre of the Hungarian Academy of Sciences (MTAK). As part of this project, the entire content of the iTA was transferred, in an appropriate format, to MTAK’s repository. Our presentation outlines the principles behind this solution, the technology based on “almanacs,” and the key steps involved. We also touch upon further possibilities for long-term preservation.

Előzmény

A magyar számítástechnikusok 1968-ban alapították meg első tudományos egyesületüket, a Neumann János Számítógép-tudományi Társaságot (NJSZT). A Társaság célja, hogy intézményektől független szakmai fórumként segítse hazánkban, illetve a magyar nyelvterületeken a számítástechnikai, informatikai kultúra elterjedését, lehetőséget biztosítson a hazai számítástechnikusok közötti eszmecserék számára. A Társaság szakosztályokban, területi szervezetekben fejti ki tevékenységét.

Néhányan a Társaság tagjai közül önálló szakosztályként 2009 januárjában létrehozták az Informatikatörténeti Fórumot (iTF), abból a célból, hogy tagjai életpasztalataik, emlékeik segítségével gyűjtsék, rendszerezék és bemutassák a magyar informatikatörténet eseményeit. A Fórum kiemelt feladatának tekinti, hogy bemutassa a múltban fontos szerepet játszó személyeket, intézményeket, termékeket, rendezvényeket és írásokat. A „rovatokba” gyűjtött és rendszerezett információkat a Fórum digitális Adattárba (iTA) szervezi, és egy WordPress rendszeren alapuló honlapon (itf.njszt.hu) mutatja be. Az Adattárban az információk Adatlapok formájában a következő Rovatokba vannak rendezve: Személyek, Intézmények, Termékek, Írások, Rendezvények, Videótár.

Az információk gyűjtése mellett a Fórum emlékkonferenciákon mutatja be a magyar számítástechnika jelentősebb műhelyeit, fontosabb szakterületeinek történetét, az előadások videófelvevételeinek és prezentációinak publikálásával (iTF Események), és videóriportokat készít kiemelkedő, meghatározó teljesítményt nyújtó szakemberekkel (Arcképek a magyar informatika történetéből).



1. ábra: Az iTF honlapjának szerkezete

A történeti adatok és információk bemutatása céljából – amíg az NJSZT és azon belül az iTF fennmarad – az iTF üzemelteti a fent említett honlapot. A honlap szerkezetét az 1. ábra szemlélteti. Korunk gyors ütemű változásai Társaságunkat is átalakulásra (például egyesülés, osztódás, megszűnés) készíthetik. Az Adattárban összegyűjtött és feldolgozott adatok hosszú távú megőrzését azonban az iTF szerkesztősége függetleníteni szeretné a Társaság élettartamától, ezért azokat olyan szervezetre szeretné bízni, amelynek hosszú távú fennmaradását önálló nemzeti létünk szavatolja. Ennek szellemében megállapodást kötött az MTA Könyvtár és Információs Központtal (a továbbiakban MTAK) abból a célból, hogy az iTA adatait a MTA repozitóriumába telepítsék, biztosítva a nemzetközi szabványok szerinti hosszú távú visszakeresés lehetőségét.

Az MTAK repozitóriuma, a REAL (Holl, 2013) egy jelenleg nyolc gyűjteményből álló, az EPrints szoftveren alapuló digitális könyvtári rendszer, mely túlnyomó részben nyílt hozzáférésű dokumentumokat szolgáltat teljes szöveggel. A repozitórium (a digitális könyvtári katalógussal együtt) a könyvtár alapszolgáltatása, amelyet hosszú távon fenn kíván tartani. A hosszú távú megőrzés eszköze a PDF/A dokumentumformátum alkalmazása. A szolgáltatott dokumentumok láthatóságát a REAL-szolgáltatásra mutató hivatkozások jelentős száma, illetve a nemzetközi és hazai repozitóriumi hálózatokba való integráltság biztosítja.

Az áttelepítés lépései

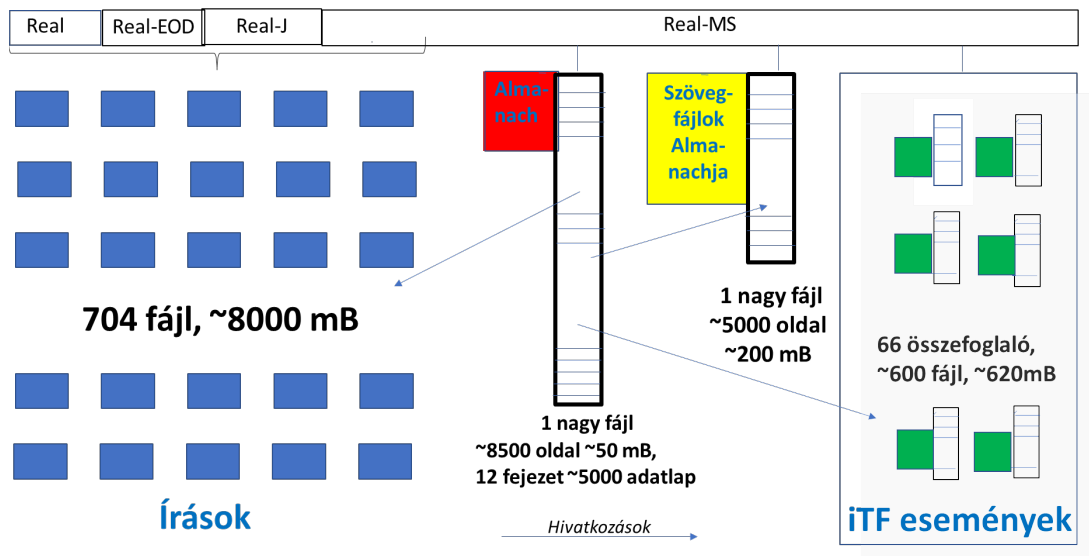
Az MTAK számára átadott fájlok az ott levő repozitóriumi gyűjtemények (REAL, REAL-MS, REAL-EOD, REAL-J) egyikébe kerülnek, és egy Leíró weboldal keletkezik róluk, amelynek tartalmából megismerhető a fájl MTAK-beli elérhetősége és az összes metaadata.

Informatikatörténeti munkánk az MTAK-ban a következő módokon jelenik meg:

1. Adattárunk Írások rovatának legtöbb eleme önálló tételként felkerült az MTAK repozitóriumába (például <https://real-ms.mtak.hu/29433/>).
2. Ugyancsak egyedenként, egy-egy fájlba tömörítve elhelyezésre kerültek a repozitóriumba az egyes Emlékkonferenciákra (iTF eseményekre) vonatkozó tartalmi információk (a program, az előadások prezentációi és a videófelvételekre történő YouTube-hivatkozások, például <https://real-ms.mtak.hu/29948/>),
3. Az Adatlapokon hivatkozott és a honlapunkon fellelhető egyéb kisebb dokumentumok (önéletrajzok, nekrológok, publikációs jegyzékek, rövidebb cikkek stb.) a Szövegfájlok Almanachjában kerültek összegyűjtésre. Ez az almanach is felkerült az MTAK repozitóriumába (<https://real-ms.mtak.hu/29253/>).
4. Adattárunk videótárának elemeit (a videóriportokat, az iTF-események videóit és az egyéb általunk összegyűjtött videókat) a YouTube-on tároljuk, amelytől azt reméljük, hogy üzemeltetője hosszú távon gondoskodik ezeknek az anyagoknak a folyamatos elérhetőségéről.

5. Valamennyi rovat valamennyi Adatlapjának a másolata a Magyar Informatikatörténeti Almanachba (a továbbiakban Almanachba) került összegyűjtésre, és egyben tárolásra az MTAK repozitóriumában (<https://real-ms.mtak.hu/30173/>). Annak érdekében azonban, hogy az Almanach a honlapunk létezése nélkül is használható legyen, az adatlap másolatokon valamennyi, az itf.njszt.hu médiatárjába mutató linket az MTAK környezetébe mutató URL-lé kell átalakítani. Ez a következő módon történik:
- A rovatok (személyek, intézmények, termékek, rendezvények, írások, videótár) egymás közti hivatkozásai az Almanachon belüli hivatkozásokkal vannak helyettesítve;
 - Az MTAK repozitóriumába felvitt írások (ld. 1. pont) hivatkozásai az MTAK-beli Leíró URL-jével vannak helyettesítve;
 - Az iTF eseményeken elhangzott előadásokra való hivatkozások az adott eseményt tömörítő fájl (ld. 2. pont) MTAK-beli Leírójának URL-jével vannak helyettesítve;
 - A Szövegfájlok Almanachjában összegyűjtött fájlokra (ld. 3. pont) való hivatkozások a Szövegfájl Almanach MTAK-beli leírójának URL-jével vannak helyettesítve. Az MTAK-beli Leíróban a könnyebb tájékozódás kedvéért egy táblázatban feltüntetjük, hogy az egyes szövegfájlok a Szövegfájlok Almanachjának hányadik oldalán kezdődnek. Például egy Kalmár Lászlóval kapcsolatos szövegfájltra történő hivatkozást a <https://real-ms.mtak.hu/29253/#page=2869> URL-lel helyettesítünk. Ezen keresztül eljutunk a Szövegfájl Almanach MTAK-beli leírójához. Innen letöltve a Szövegfájl Almanachot (download) megtudjuk annak az URL-jét, azaz jelen esetben <https://real-ms.mtak.hu/29253/12/SzovegfajlAlmanach.pdf>. Ehhez hozzátéve az oldalszámot eljutunk a megfelelő szöveghez: <https://real-ms.mtak.hu/29253/12/SzovegfajlAlmanach.pdf#page=2869>;
 - Az ezektől különböző, az itf.njszt.hu médiatárján kívülre mutató hivatkozások esetében helyettesítés nem történik. Ide tartoznak a 4. szerinti YouTube-linkek. Ezek a hivatkozások addig élnek, amíg az illető tartalom a az adott szolgáltatónál fellelhető.

Az Almanach és az általa hivatkozott kapcsolódó elemek elhelyezkedését az MTAK repozitóriumában a 2. ábra szemlélteti. Fontos megjegyezni, hogy a repozitóriumban elhelyezett Almanach feladata nem az iTF honlapjának helyettesítése, még ha az Almanachban lévő adatlapok meghívásával a honlapon lévő valamennyi adat megjeleníthető is. Ez azonban nem teljesen felhasználóbarát módon történik, de az Almanach célja a megőrzés az „örök-kévalóság” számára, és nem feltétlenül a felhasználói kényelem.



2. ábra: Az Adattár elemeinek elhelyezése a repozitóriumban

Az MTAK-változat előállítása

Az Almanach létrehozásától szinte függetlenül folyamatosan történt és történik az írá-
sok felvitele az MTAK repozitóriumába. Ez, nagyobb csoportokat összeváruva, úgy zajlik,
hogy először a honlap Írások rovatának tartalmát exportáljuk egy Excel-táblába, majd ezt
átalakítjuk az MTAK által kíván formátumba, amiből az MTAK-ban működő algoritmus
automatikusan elvégzi az elhelyezést a megfelelő repozitóriumi gyűjteménybe, a táblából
kinyert fájlnev alapján csatolva magát a dokumentumot is. Ezután valamennyi kézimun-
kát igényel annak a táblázatnak az előállítása, amely összepárosítja az illető írás honlapbe-
li címét az MTAK-beli Leíró URL-jével.

A kihívást a PDF-formátumú Almanach és a Szövegfájlok Almanachjának létrehozása jelentet-
te. Az Almanach esetében össze kellett gyűjteni a több mint ötezer adatlapot egyetlen PDF-fájl-
ba és működőképpessé kellett tenni a PDF-fájlon belül az adatlapok közötti, valamint az írásokra,
az iTF-eseményekre és a szövegfájlokra az MTAK repozitóriumába mutató hivatkozásokat.

Hasonlóképpen össze kell gyűjteni egy Szövegfájlok Almanachja PDF-fájlba az összes, mint-
egy ezer darab szövegfájlt, és egy táblázatot létrehozni arról, hogy melyik szövegfájl hánya-
dik oldalon kezdődik. Ez utóbbira azért van szükség, hogy a megfelelő fájl megtalálását
a Szövegfájlok Almanachján belül segítsük.

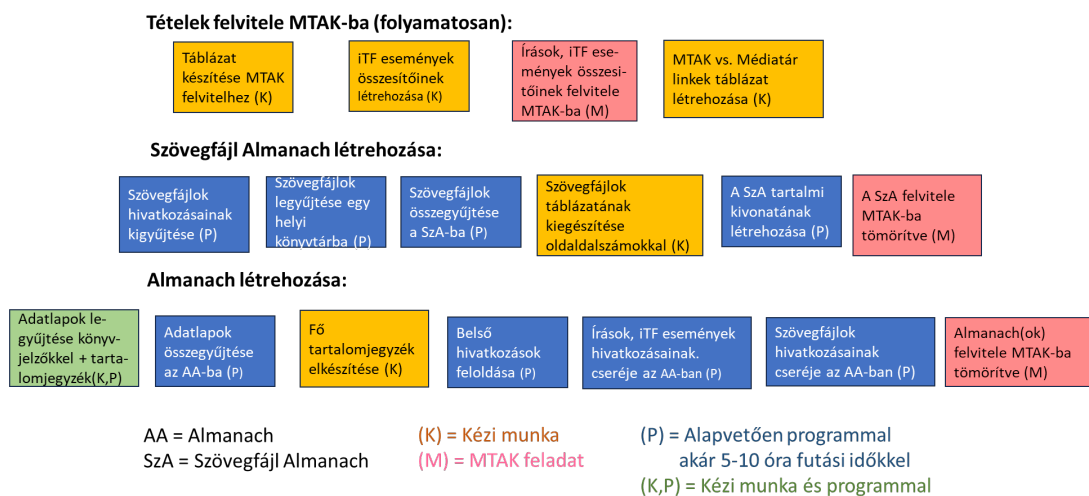
Feladat még az egyes iTF-eseményekhez tartozó összes információ összegyűjtése, azaz az
iTF-esemény adatlapja, kiegészítve a meglévő prezentációkkal az iTF-eseményt összefog-
laló PDF-fájlba úgy, hogy az adatlapból mintegy tartalomjegyzékből egy kattintással eljus-
sunk a megfelelő prezentációhoz.

A fentebb leírt feladatok automatizálható részét programmal, a nem automatizálható vagy nehezen automatizálható feladatokat kézi módszerrel oldottuk meg. Akkor is kézi módszerrel, ha az automatizálása több ráfordítást igényelt volna, mint kézzel végrehajtani (akár többször is) az adott lépést.

Az automatizált megoldás mintegy 2000-2500 sornyi Excel- és Word- (Visual Basic) makrót jelentett Word, Excel és Adobe Acrobat Pro használatával. Érdekesség: az egyes makrókat általában a ChatGPT-vel írtuk meg, néhány iteráció után elvezetve őt a megfelelően működő makró kódjához.

Az automatizált kilenc lépés az adathalmaz mérete miatt több órás-, esetenként akár teljes éjszakai futást jelentett, de a notebook-on a gépidő rendelkezésre állt, és a futtatás közben lehetett rajta mást is csinálni. A kézi megoldások (öt lépés) összességében jó néhány napot vettek igénybe. Egy új Almanach és Szövegfájlok Almanachja változat létrehozása mintegy két emberhétnyi munkát igényelt.

Az előállítás lépéseit a 3. ábra szemlélteti.



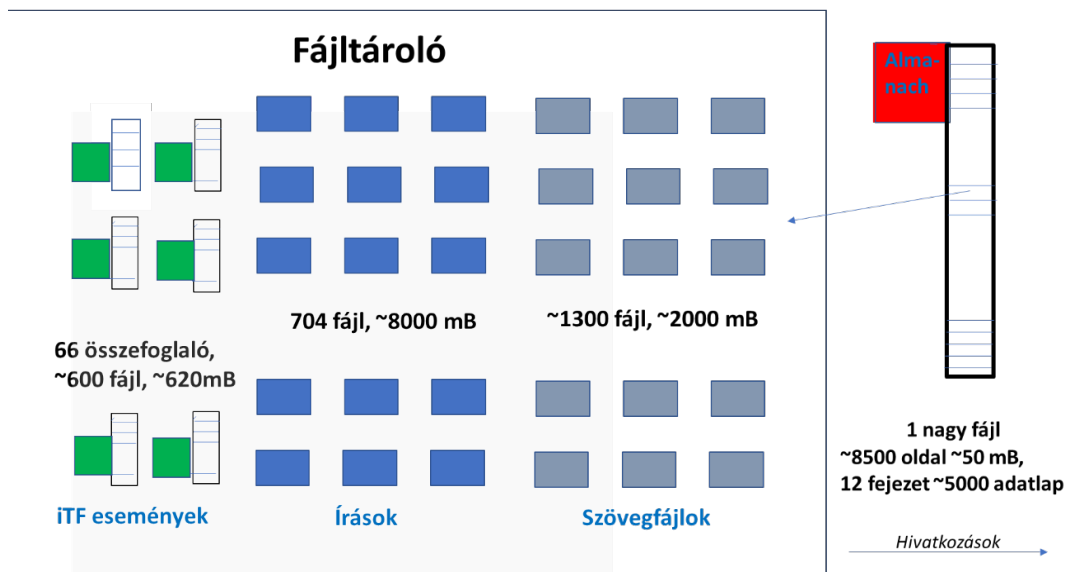
3. ábra: Előállítás lépései

Alternatív lehetőségek

Feltételezésünk, hogy ha véges energiával minél több megoldást találunk a honlapunk megmentésére az „örökkévalóság” számára, annál inkább nő az esélye, hogy utódaink valamelyikbe beleakadnak.

Alternatív lehetőség egy **Stand-alone** változat létrehozása. Egy csomagba összegyűjtjük magát az Almanachot, az írásokat, a szövegfájlokat, a prezentációkat és iTF-eseményeket egyenként külön-külön PDF-fájlokban. Az Almanachban a többi elemre való (nem belső)

hivatkozásokat a csomagban szereplő megfelelő fájl névre cseréljük. A Stand-alone változat különböző PDF-orientált archívumokba helyezhető el (például Zenodo, Figshare, Internet Archive). A Stand-alone változat szerkezetét a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: A Stand-alone változat szerkezete

Egy másik alternatív lehetőség a webhely statikus honlapként (HTML-oldalak gyűjteményeként), azaz a honlap oldalairól készülő pillanatképek halmazaként való előállítás. A statikus honlap mentésre és hosszú távú megőrzésre azért alkalmas, mert nem igényel háttérrendszert (például adatbázist vagy szerveroldali futtatást), így egyszerűen archiválható, elhelyezhető alapvetően nem archiválási célokra létrehozott különböző szervereken. A fenti alternatív lehetőségek esetében megfontolható valamilyen időtálló fizikai adathordozóra való elhelyezés és letétbe helyezés valamilyen erre kész tárolóhelyen.

A különböző megoldások összehasonlítását az 1. táblázat mutatja.

Megoldás	Előnye	Hátránya
MTAK-változat	Értékes elemek (írások, iTF-események) már napjainkban is használhatóak; az ügy iránt elkötelezett együttműködő magyar partner.	Kifejezetten egy könyvtárra szabott megoldás.
Stand-alone változat	Egy csomagban átadható/eltehető archívumokba.	Értékes elemek (írások, iTF-események) külön fellelhetősége megszűnik.
Statikus honlap	U.a. mint a stand-alone változatnál + pontos lenyomata a dinamikus honlapnak.	U.a. mint a stand-alone változatnál + a PDF-orientált archívumok nem fogadják be.

1. táblázat

E két lehetséges megoldással kapcsolatban az iTF további vizsgálatokat tervez a jövőben.

Összefoglalás

A 2024. évben megvalósult az iTF-honlap az év nyári állapota szerinti tartalmának áttelepítése és tárolása az MTA repozitóriumában. A tartalmak megőrzése egy proaktív stratégia szerint történt, ahol a REAL mint archiválásra és szolgáltatásra szolgáló repozitórium, valamint a PDF/A médiaformátum használata lehetővé teszi az iTF tartalmainak hosszú távú megőrzését. A megőrzésen kívül a repozitóriumi tárolás haszna az egyes elemek jelen idejű megtalálhatóságának javításában is megnyilvánul (pl. Google Scholar-elérés).

A repozitóriumi tárolás előállításának fentiekben leírt folyamatát lehetőség szerint célszerű (legfeljebb) évente megismételni, amennyiben a honlapon időközben bekövetkezett változások ezt indokoltá teszik.

Irodalomjegyzék

Breuer Pál, Dömölki Bálint, Havass Miklós (2025): A Data Archive about History of Informatics in Hungary, IEEE HISTELCON 2025 -Knowing the Past for Preparing the Future conference proceedings (megjelenés alatt)

Dömölki Bálint (2018): Structure of a historical data archive, Budapest (Kézirat) Hozzáférés: 2025.09.30. <https://real-ms.mtak.hu/27480/>

Havass Miklós (2024): Az iTF első 15 éve. NJSZT iTF., Budapest (Kézirat) Hozzáférés: 2025.09.30. <https://real-ms.mtak.hu/29425/>

- Holl, András (2013): *Az Akadémiai Könyvtár repozitóriuma, a REAL bővítése, gyarapítása, fejlesztése*. Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 60 (4). pp. 198-199. Hozzáférés: 2025.09.30. <https://real.mtak.hu/5830/>
- Magyar Informatikatörténeti Adattár. Megvalósítási rendszerterv. (2014). Budapest (kézirat) Hozzáférés: 2025.09.30. <https://ita.njszt.hu/objektum/magyar-informatikatortetneti-adattar/>

AZ ONLINE SZABADULÓSZOBÁK DIDAKTIKAI LEHETŐSÉGEI A TANULÁSI MOTIVÁCIÓ MÉRÉSÉRE ÉS FEJLESZTÉSÉRE

Radics Krisztina

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Digitális Technológia Intézet

radics.krisztina@uni-eszterhazy.hu

Absztrakt

A tanulási motiváció a pedagógia egyik jelentős, aktívan kutatott területe. A tanulási motiváció erősítése hozzájárul a tanulók teljesítményének növeléséhez, illetve a lemorzsolódás csökkentéséhez (Falus & Szűcs, 2022). Az oktatásban egyre nagyobb teret hódító didaktikai módszerek a gamifikáció (játékosítás), illetve a játék-alapú oktatás (game-based learning), amelyek jelentős potenciállal bírnak a tanulói motiváció növelésében és a bevonódás fokozásában (Friedrich, 2023). Ennek kapcsán a szabadulósobák oktatásban való megjelenése és elterjedése is megfigyelhető, mint az aktív tanulásra építő hatékony módszer. Az online szabadulósobák a hagyományos szabadulósobák kognitív előnyeit (pl. logikus gondolkodás, kollaboráció, kommunikáció, problémamegoldás, kritikus gondolkodás fejlesztése) integrálják az online tér sajátosságaival. Ezáltal a tanulási folyamat helyfüggetlenné és széles körben hozzáférhetővé válik, egyúttal támogatva a digitális kompetenciák fejlődését.

A tanulmány megjelenését a Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-24 Egyetemi Kutatási Ösztöndíj-programja támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap forrásából.

Kulcsszavak: gamifikáció, tanulási motiváció, digitális kompetencia, logikus gondolkodás

Abstract

The Didactic Potential of Online Escape Rooms for Measuring and Developing Learning Motivation

Learning motivation is a significant and actively researched area within pedagogy. Enhancing learning motivation contributes to increased student achievement and reduced drop-out rates (Falus & Szűcs, 2022). Gamification and game-based learning, which are increasingly prevalent didactic methods in education, hold significant potential for increasing student motivation and engagement (Friedrich, 2023). In this context, the emergence and spread of escape rooms in education can also be observed as an effective method based on active learning. Online escape rooms integrate the cognitive benefits of traditional escape rooms (e.g., development of logical thinking, collaboration, communication, prob-

lem-solving, and critical thinking) with the specific characteristics of the online space. This makes the learning process independent of location and widely accessible, while also supporting the development of digital competencies.

The study was supported by the EKÖP-24 University Research Fellowship Program of the Ministry for Culture and Innovation from the source of the National Research, Development and Innovation Fund.

Keywords: gamification, learning motivation, digital competence, logical thinking

1. Bevezetés

Napjaink tudásalapú társadalmi berendezkedésében, információs társadalmában rendkívül fontos kérdéssé válik a tanulás hatékonysága. Az átalakuló munkaerőpiaci környezetben újabb és más jellegű elvárásoknak kell megfelelni, így a szükséges készségek, kompetenciák is változnak. (Lengyelné Molnár, 2022) A folyton változó elvárásoknak való megfelelés nehéz, hiszen ma nem tudhatjuk, hogy a felnövekvő generációra milyen konkrét kihívások várnak majd. Ezért is fontos, hogy a tanulókat felkészítsük az önálló tanulásra, megerősítsük az élethosszig tartó tanuláshoz szükséges készségeiket. Ebben a környezetben kulcsfontosságúvá válik a tanulási motiváció, amely hozzájárul a tanulók teljesítményének növeléséhez és a lemorzsolódás csökkentéséhez (Falus & Szűcs, 2022). Ennek egyik hatékony eszköze lehet a játékok vagy játékosított elemek használata, hiszen „a játékok nem csupán öncélú, szórakoztató szabadidős tevékenységek, hanem olyan potenciális értékteremtő eszközök, amelyek az élet minden területét képesek átalakítani, hatékonyra tenni...” (Fromann, 2016, p.12)

2. Tanulási motiváció

A tanulási motiváció alapvető szerepet játszik az oktatási célok elérésében és a tanulók sikerességének előmozdításában. A magas szintű motiváció a tanulók elkötelezettségének, kitartásának és végső soron a tanulási eredményeinek kulcsfontosságú előjelezője.

Réthy (2001) szerint a tanulási motiváció olyan belső feszültség, amely a tanulási tevékenységre ösztönöz. Ez a belső feszültség felelős a tanulás energetizálásáért, aktivizálásáért, irányításáért és integrálásáért. A tanulási motiváció kialakulása a különböző belső dinamikus hajtóerők és a külső tényezők közötti összefüggésben valósul meg.

A tanulási motiváció kiemelt szerepe a modern társadalmakban tovább erősödik, hiszen a folyamatos tanulás iránti igény közvetlenül hatással van egy adott társadalom működésére és állapotára. A motivációkutatás emellett számos kiaknázatlan lehetőséget rejt magában az oktatástudomány fejlődése szempontjából is, további mélyebb megértést és innovatív megoldásokat kínálva a hatékony tanulás elősegítésére (Fejes, 2015).

A tanulási motiváció vizsgálata kapcsán jellemzőek a dichotóm megközelítések, mint

például a külső-belső motiváció, azaz az intrinzik és extrinzik motiváció szembeállítás (Fejes, 2015). Előbbi esetén a tevékenység önmagában való élvezete, érdeklődés, belső jutalom (pl. kíváncsiság, fejlődés iránti vágy) a jellemző. Ezzel szemben az extrinzik motiváció inkább a külső jutalmakért vagy büntetések elkerüléséért végzett tevékenység (pl. osztályzatok, dicséret, elismerés).

3. A játék szerepe az oktatásban

Az oktatásban egyre nagyobb teret hódító didaktikai módszerek, mint a gamifikáció (játékosítás) és a játék-alapú oktatás (game-based learning), jelentős potenciállal bírnak a tanulói motiváció növelésében és a bevonódás fokozásában (Friedrich, 2023). A két fogalom azonban nem ugyanazt jelenti, fontos különbséget tennünk köztük: míg a gamifikáció játékelemeket használ nem játékos környezetben, a játék-alapú tanulás tényleges játékokat alkalmaz oktatási célokra.

A játékos tanulás jellemzően élménygazdag, figyelemfelkeltő, aktivitásra, gyakorlásra és közösségi interakciókra sarkall. Ebben rejlik hatékonysága. „A játékosított oktatás a tanulási élmény fokozását, a tanulás affektív (érzelmi) oldalának erősítését segítheti elő” (Szentesi, 2025 p.12). A tanulási motivációra való pozitív hatását a következő tényezőkkel indokolhatjuk:

- Növekvő belső motiváció: A tanulók belső motivációját növeli azáltal, hogy autonómia, mesterré válás és céltudatosság érzetét kelti.
- A kudarcból való félelem csökkentése: A játékok alacsony tétellel járó környezete csökkentheti a kudarcból való félelmet, ösztönözve a tanulókat a kockázatvállalásra és a kísérletezésre.
- “Flow” állapot: Flow-élményt idézhetnek elő, ahol a tanulók teljesen elmerülnek a tevékenységben.
- Személyre szabott tanulás: A különböző tanulási stílusokhoz és preferenciákhoz igazítható, személyre szabottabb tanulási élményt nyújtva.

A gamifikáció (vagy játékosítás) a játéktervezés elemeinek használata játékon kívüli környezetben. Az oktatásban egyre népszerűbb folyamatszerző módszer a diákok motivációjának és bevonódásának növelésére. Lényege, hogy játékos elemeket épít be a tanulásba, így élvezetesebbé és izgalmasabbá téve a folyamatot. Nem tényleges játékok használata történik, hanem a játéktervezés elemeinek alkalmazásával próbáljuk fokozni a tanulási folyamatban az élményszerűséget. Ilyen elemek lehetnek például a versenyhelyzet, a jutalmak (pontok, jelvények), a kihívások, szintek és interaktivitás.

Többféle megközelítés mentén is felosztható a gamifikáció a szakirodalom alapján. Az egyik ilyen, amely szerint megkülönböztethetünk tartalmi és strukturális gamifikációt

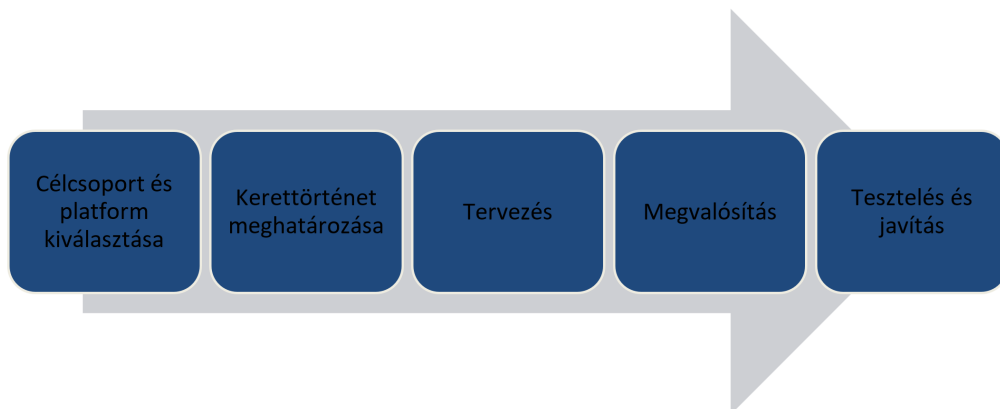
Kapp és munkatársai (2013) nevéhez fűződik. A strukturális gamifikáció a tanulás külső kereteibe épít be játékelemeket, anélkül, hogy magát a tananyagot megváltoztatná. Gondoljunk pontokra, jelvényekre, ranglistákra, célokra és szabályokra, vagy egy jutalmazási rendszerre. Ezek az elemek arra hivatottak, hogy felkeltsék a tanulók érdeklődését és motivációját, ám ez jellemzően külső, extrinzik motivációt eredményez, ami a kritériumok teljesítésére fókuszál. Ennek a módszernek az előnye, hogy egyszerűbben és kevesebb időráfordítással megvalósítható. Ezzel szemben a tartalmi gamifikáció mélyebbre megy, és nemcsak a keretet, hanem magát a tanulmányi tartalmat is játékosá teszi. Itt már olyan elemek jelennek meg, mint a történetek, kihívások, rejtélyek és kíváncsiságot ébresztő feladatok, vagy akár karakterek. Központi szerepet kap a keretnarratíva, amely hidat képez a tananyag és a játékos elemek között, így a tanulási célokat figyelembe véve szervezi egy-egybe a különböző játékelemeket (Fridrich, 2023). Ez a megközelítés a belső motivációra épít, és mélyebb bevonódást tesz lehetővé.

A gamifikáció tanulási motivációra gyakorolt hatása az utóbbi években egyre szélesebb körben kutatott terület, amely nemzetközi viszonylatban is komoly figyelmet kap. A szisztematikus áttekintések és metaanalízisek eredményei általánosságban azt mutatják, hogy a gamifikáció pozitív hatással van a tanulók tanulási motivációjára különböző oktatási szinteken (Diaz & Estoque-Loñez, 2024; Mula-Falcón és mtsai., 2022; Oliveira és mtsai., 2021; Puspitasari & Arifin, 2023; Wang, 2021).

4. Szabadulószobák

Az elmúlt években rendkívül népszerűvé vált szabadidős tevékenységgé nőtték ki magukat a szabadulószobák (escape room). Ezek a kooperációra épülő játékok fejtörők, logikai rejtvények és egymásra épülő feladatok révén kínálnak szórakoztató kikapcsolódást. A szabadulószobák alapvetően a logikus gondolkodásra és a részletekre való odafigyelésre építenek, emellett kiemelten fejlesztik a kollaborációs készséget, a hatékony kommunikációt, a problémamegoldó képességet és a kritikus gondolkodást. Népszerűségüknek köszönhetően megjelentek az online szabadulószobák is. Az online térben a „kijutás” a feladatok sikeres teljesítésén, különböző kihívások és rejtvények megoldásán keresztül történik. Mind a hagyományos mind az online szabadulószobák, illetve ezek alapjain nyugvó egyszerűbb „szabadulós játékok” alkalmazása az oktatásban is egyre elterjedtebbé válik. Az iskolai (vagy informális tanulási) környezetben való felhasználásuk jelentősen növeli a tanulási hatékonyságot azáltal, hogy a játékalapú tanulás és az aktív tanulás elveit valósítják meg. Az oktatási szektoron túl a könyvtárak is egyre inkább felismerik és kihasználják az online (és a hagyományos) szabadulószobákban rejlő lehetőségeket. Ezek az eszközök kiválóan alkalmasak az olvasásnépszerűsítésre, interaktív és élvezetes módon vonja be a látogatókat a könyvek és az irodalom világába.

4.1 Szabadulószoza készítése



1. ábra Szabadulószozák készítésének folyamata

Amikor szabadulószozákat készítünk vagy tervezünk, különösen oktatási célra, elengedhetetlen, hogy a végeredmény átgondolt, a tanulási célokkal összhangban álló, a célcsoporthoz illeszkedő és tematikusan egységes legyen. Fontos figyelembe venni a rendelkezésre álló időt és eszközöket. Bár ez a hagyományos, fizikai szabadulószozák esetében kiemelten fontos, az online környezetben jóval egyszerűbb a helyzet. Itt a siker kulcsa a megfelelő platform kiválasztásában és az alkalmazott módszerekben rejlik, hiszen ezek határozzák meg a lehetőségeinket a digitális térben. Egy jól megválasztott online eszköz széles skáláját kínálhatja az interaktív feladatoknak, melyekkel hatékonyan támogatjuk a tanulási folyamatot. Használhatjuk erre a célra akár a *Google Űrlapok (Forms)* felületét is, vagy például a *Genial.ly* nevű online platformot. (Lengyelne Molnár és mtsai., 2024)



2. ábra Online szabadulószoza feladat Genial.ly alkalmazással (saját forrás)

Az alábbi példa egy, a *Genial.ly* felületén készült online szabadulószoftvert mutat be. A keretnarratíva a könyvtárak köré épül, amelyhez egy rövid felvezető történet után könyvtári témákkal, terekkel, ill. könyvekkel kapcsolatos feladványok társulnak. Egy-egy feladvány sikeres megoldása tovább visz egy következőhöz. Amennyiben téveszt a játékos, újra próbálkozhat. Igénybe vehet segítséget, amely interaktív elemekként kisebb szöveges tippet, esetleg képi segítséget jelent. A feladványok között is találkozunk rövid, a történetet tovább szövő szövegekkel. A feladványok jellemzően a fenti ábrához (2. ábra) hasonlatos, feleletválasztós típusba tartoznak – a változatosság inkább a tartalomban rejlik – azonban megtalálunk a játékban egyéb típusú, akár beágyazott feladatokat is. Például egy külső oldalról beillesztett kirakós játék, vagy egy másik szabadulás játék beágyazva a jelenlegibe.



3. ábra Játék a játékban - *Genial.ly* feladat (saját forrás)

Utóbbit a kerettörténet teszi lehetővé. A beágyazott játék megoldása is további nyomként szolgál a fő játékmenetben. A jelenlegi verziója a játéknak közepes nehézségű, amely a célcsoport jellemzőihez igazodik. Amennyiben idősebb korosztályra szeretnénk adaptálni, úgy lehetőség van kevesebb vagy kevésbé egyértelmű segítségeket, nyomokat adnunk, illetve több beágyazható tartalommal bővíthetjük, mint például az alábbi feladatban képernyőkép helyett a könyvtári katalógus linkjét használhatjuk, így a keresést is a játékos végezheti.



4. ábra Részlet a játékból, könyvtári katalógus használata (saját forrás)

A bemutatott online szabadulószoza játék teljes verziója elérhető az alábbi linken, illetve a QR kód segítségével (5. ábra).

<https://view.genially.com/68234efe326e-4038dad34dda/interactive-content-az-ar-nyak-konyvtaranak-rejtelye>



4.2 A szabadulósobák pozitív hatásainak összefoglalása

A szabadulósobák kiválóan fejlesztik a problémamegoldó képességet, hiszen a játékosoknak folyamatosan új kihívásokkal és rejtvényekkel kell szembenézniük, amelyek megoldásához kreatív és logikus gondolkodásra van szükség. Ezzel szoros összefüggésben ösztönzik a stratégia kidolgozást és a gondolkodás tanulását, vagyis azt, hogy a résztvevők tudatosabban elemezzék a helyzeteket. A szabadulósobák alapvetően kollaboratív munkára épülnek, ami elősegíti a társadalmi interakciót és a kommunikációt. A feladatok megoldásához elengedhetetlen az egymás közötti egyeztetés, ötletelés és a szerepek megosztása, ami fejleszti a csapatszellemet és az együttműködési készségeket. Továbbá a játékos elemek és a kihívások fenntartják a motivációt és a tanulási kedvet, ami közvetlenül hozzájárul a tanulás javításához. Az élményalapú aktív részvétel révén a tananyag vagy a feladatok sokkal emlékezetesebbé válnak. Végül, de nem utolsósorban, a szabadulósobák serkentik a képzelőerő fejlesztését azáltal, hogy elmerítik a résztvevőket egy tematizált környezetben, és ösztönzik őket a „dobozon kívüli” gondolkodásra, valamint erősítik a kritikai gondolkodást, hiszen a rejtvények sokszor több rétegűek és alapos elemzést igényelnek a helyes megoldáshoz.



6. ábra Szabadulósobák pozitív hatásai

Összegzés

A tanulási motiváció jelentősége a folyamatos tanulást igénylő modern társadalmakban felértékelődik, hiszen közvetve a társadalom egészének működésére és állapotára is kihat a személyek tanuláshoz való viszonya. A motiváció erősítésére egyre nagyobb teret hódítanak az oktatásban a gamifikációs (játékosítási) módszerek. Ezek a megközelítések a játék elemeit építik be a tanulási folyamatba, jelentős potenciállal bírva a tanulói motiváció és bevonódás növelésében. Ennek a trendnek szerves részét képezik a szabadulósobák (escape room), amelyek az utóbbi években váltak népszerű szabadidős programból hatékony oktatási eszközzé. A szabadulósobák – akár fizikai, akár online formában – kollaboráción alapuló feladatokkal, fejtörőkkel és logikai rejtvényekkel fejlesztik a problémamegoldó képességet, a kollaboratív munkát, a kommunikációt és a kritikai gondolkodást. Az online szabadulósobák különösen alkalmasak a játékalapú és aktív tanulás megvalósítására, növelve a tanulási hatékonyságot. Emellett az olvasásnépszerűsítés eszközeként is alkalmazzák őket könyvtári környezetben.

Támogatás

A tanulmány megjelenését a Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-24 Egyetemi Kutatási Ösztöndíj-programja támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap forrásából.

Irodalomjegyzék

- Díaz, A. F., & Estoque-Loñez, H. (2024). A Meta-Analysis on the Effectiveness of Gamification on Student Learning Achievement. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(5), 1236–1253. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4185>
- Falus, I., & Szűcs, I. (Szerk.). (2022). *A didaktika kézikönyve*. Akadémiai Kiadó. <https://doi.org/10.1556/9789634548454>
- Fejes J. B. (2015). *Célok és motiváció. Tanulási motiváció a célorientációs elmélet alapján*. Gondolat Kiadó. <https://real.mtak.hu/33021/>
- Fridrich M. (2023). A gamifikáció összetevői, modelltípusai és továbbgondolásuk: Az oktatásban alkalmazott gamifikáció komplex modellje. *Iskolakultúra*, 33(4), Article 4.
- Fromann R. (2016). *Homo Ludens társadalmi küszöbén* [Eötvös Loránd Tudományegyetem]. <https://doi.org/10.15476/ELTE.2016.203>
- Kapp, K. M., Blair, L., & Mesch, R. (2013). *The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice*. John Wiley & Sons. https://books.google.com/books?hl=hu&lr=&id=cDtnAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR25&ots=lvpd8qrQuB&sig=KHqePmrSGW-74GM5qvvuFS2gL_Ys
- Lengyelne Molnár, T. (2022). *A könyvtárak digitális ökoszisztémája*. Gondolat Kiadó; MTMT. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/32149852>
- Lengyelne Molnár, T., Nagy, R., Hajdu, K., & Radics, K. (2024). *Kollaborációs tér, oktatástechnikai innováció, mesterséges intelligencia*. Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Digitális Technológia Intézet; MTMT. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/35720852>
- Mula-Falcón, J., Moya-Roselló, I., & Ruiz-Ariza, A. (2022). The Active Methodology of Gamification to Improve Motivation and Academic Performance in Educational Context: A Meta-Analysis. *Review of European Studies*, 14(2), 32. <https://doi.org/10.5539/res.v14n2p32>
- Oliveira, W., Pastushenko, O., Rodrigues, L., Toda, A. M., Palomino, P. T., Hamari, J., & Isoni, S. (2021). *Does gamification affect flow experience? A systematic literature review* (arXiv:2106.09942). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.09942>
- Puspitasari, I., & Arifin, S. (2023). Implementation of Gamification on Learning Motivation: A Meta-Analysis Study. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 40(1), 356. <https://doi.org/10.52155/ijpsat.v40.1.5596>

- Réthy, E. (2001). A tanulási motiváció elemzése. In B. Csapó & T. Vidákovich, *Neveléstudomány az ezredfordulón: Tanulmányok Nagy József tiszteletére*. (o. 153–161). Tankönyvkiadó.
https://www.researchgate.net/profile/Krisztian-Jozsa/publication/305332223_Az_elsajátitási_motiváció_es_a_kognitív_kompetencia_fejlesztése/links/578a6ade08ae5c86c99e3e29/Az-elsajátitási-motiváció-es-a-kognitív-kompetencia-fejlesztése.pdf#page=151
- Szentesi, P. Á. (2025). *A Játékosítás lehetőségeinek és hatásának vizsgálata az üzleti felsőoktatásban [védés előtt]*. <https://phd.lib.uni-corvinus.hu/1422/>
- Wang, Y. (2021). *A meta-analysis: Gamification in education* [Masters Theses]. Missouri University Of Science And Technology.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA SZEREPE ÉS SZABÁLYOZÁSA A FELSŐOKTATÁSBAN

Hajdu Krisztián

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Digitális Technológia Intézet,

Humáninformatika Tanszék

hajdu.krisztian@uni-eszterhazy.hu

Absztrakt

A mesterséges intelligencia (MI) rohamos terjedése a felsőoktatásban egyszerre jelent új lehetőségeket és komoly kihívásokat. Míg az MI olyan előnyökkel kecsegtet, mint a személyre szabott tanulás, a virtuális asszisztensek és az adaptív módszerek (Európai Bizottság, 2022; Chen et al., 2020) addig a hallgatói plagizálás, az MI-alapú értékelés (Szűts, 2024), a források megbízhatatlansága és az adatvédelmi aggályok komoly problémákat vetnek fel. Ez a kutatás azt vizsgálja, hogy a hazai és nemzetközi felsőoktatási intézmények milyen szabályokkal és irányelvekkel igyekeznek kezelni az MI hallgatói és oktatói szintű felhasználását. Nyilvánosan elérhető intézményi dokumentumok elemzésével a cél egy átfogó helyzetkép készítése a jelenlegi szabályozási gyakorlatokról, valamint a hallgatókat és oktatókat érintő kihívások bemutatása.

A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-24 kódszámú Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, tartalomelemzés, szabályzatok, javaslatok, felsőoktatás

Abstract

The Role and Regulation of Artificial Intelligence in Higher Education

The rapid proliferation of artificial intelligence (AI) in higher education presents both new opportunities and serious challenges. While AI offers benefits such as personalized learning, virtual assistants, and adaptive methods (European Commission 2022; Chen et al., 2020), issues like student plagiarism, AI-based assessment (Szűts, 2024), the unreliability of sources, and data privacy concerns pose significant problems.

This research examines the regulations and guidelines that domestic and international higher education institutions are implementing to manage the use of AI by students and

instructors. By analyzing publicly available institutional documents, the aim is to provide a comprehensive overview of current regulatory practices and to present the challenges facing both students and educators.

Supported by the EKÖP-24 University Research Fellowship Program of the Ministry of Culture and Innovation from the source of the National Research, Development and Innovation Fund.

Keywords: artificial intelligence, content analysis, policies, proposals, higher education

1. Bevezetés

A mesterséges intelligencia (MI), különösen az olyan generatív alkalmazások, mint a Chat-GPT, a Gemini vagy a Grok robbanásszerű terjedése alapvetően formálja át az akadémiai életet, hatással van hallgatókra, oktatókra, kutatókra és adminisztrátorokra egyaránt. Mindez számos módon támogatja az oktatást és a tanulási folyamatokat, többek között személyre szabott tanulási élményt nyújtva segíti a hallgatókat (Racsko & Kis-Tóth, 2019) az ötletelésben, szövegek rendszerezésében, nyelvtani és stilisztikai ellenőrzésében, a fordításban, továbbá az adatelemzésben és a szakirodalom keresésében (Szűts & Námesztovszki, 2023), miközben csökkenti az oktatók adminisztratív terheit (Lengyelné Molnár & mtsai, 2024) és fejleszti a jövő munkaerőpiacán alapvető fontosságú kompetenciákat. Ugyanakkor kettős potenciállal is rendelkezik, mivel bizonyos esetekben alááshatja a tanulmányok célját, sürgetővé téve egy strukturált szabályozási felsőoktatási keretrendszer kialakítását.

A felsőoktatási intézmények ahelyett, hogy tiltanák az MI-eszközök használatát, oktatják és támogatják azok használatát ésszerű keretek, szabályozások között. Hosszú távon az MI-eszközöket megfelelően alkalmazó hallgatók munkaerőpiaci előnyre tehetnek szert, kompetenciáik gazdagodnak ezért az egyetemek célja, hogy a hallgatók megismerjék és elsajátítsák az MI használatához szükséges készségeket, és felelősségteljesen alkalmazzák azokat. (Károli Gáspár Református Egyetem, 2024). A szabályozás szükségszerű az akadémiai normák fenntartása, az etikus felhasználás biztosítása, az adatvédelem garantálása, valamint a visszaélések (pl. plágium, torzítások) minimalizálása érdekében. Mindemellett cél az, hogy az MI-ben rejlő potenciált az oktatás, a tanulás és a kutatás minőségének javítására használják fel.

Az Európai Unió élen jár a mesterséges intelligencia szabályozásában, olyan keretrendszereket hozva létre, amelyek jelentős hatással vannak a tagállamokra, így Magyarország felsőoktatási intézményeire is. Az EU MI Törvénye (AI Act az (EU) 2024/1689 rendelet): Ez a jogszabály (Európai Parlament és a Tanács, 2024) mérföldkőnek számít, egy átfogó, kockázatalapú megközelítést vezet be. Hatálya székhelytől függetlenül kiterjed minden MI-rendszereket kínáló szolgáltatóra az EU piacán, biztosítva a globális szereplők euró-

pai normáknak való megfelelését. A törvény négy kockázati kategóriát határoz meg: elfogadhatatlan-, magas-, korlátozott- és minimális kockázatú. Az elfogadhatatlan kockázatú, emberi jogokat sértő alkalmazások, mint például a társadalmi pontozás, tiltottak. A magas kockázatú rendszerekre – például a vizsgáztatás vagy a közlekedésirányítás terén – szigorú előírások és kötelező emberi felügyelet vonatkoznak. Az oktatás szempontjából különösen releváns, hogy tiltja az MI alkalmazását társadalmi pontozásra vagy érzelmefelismerésre oktatási környezetben, és a vizsgáztatás is magas kockázatú területnek minősül, szigorú követelményeket támasztva. A korlátozott kockázatú kategóriában – ahová a chatbotok és a deepfake-ek tartoznak – az átláthatóság a kulcs, így a felhasználókat tájékoztatni kell az MI-vel való interakcióról. Végül a legtöbb mai alkalmazás, mint például a spamszűrők, a minimális kockázati szintbe esik, ahol a szabályozás csupán önkéntes magatartási kódexek követését ösztönzi. Az AI Act fokozatosan lép hatályba, teljes körű alkalmazása 2026 közepétől várható. Az érvénybelépése előtt a hazai és a külföldi felsőoktatási intézmények saját MI-szabályzást alkotnak.

2. Nemzetközi körkép az MI-használatról és -szabályozásról a felsőoktatási intézményeknél

A világ vezető egyetemei, felismerve a mesterséges intelligencia (MI) megkerülhetetlenségét, proaktív stratégiákat dolgoznak ki annak felelős integrálására a felsőoktatási környezetbe, túllépve a plágiummal kapcsolatos kezdeti, védekező jellegű aggodalmakon. A szabályozás terén két domináns irányítási modell körvonalazódik. Az egyik az Európában és az Egyesült Királyságban jellemző, elveken alapuló, központosítottabb megközelítés. Ennek ékes példája a brit Russell Group öt alapelvre (MI-írástudás támogatása, oktatók felkészítése, oktatás és értékelés adaptálása, akadémiai integritás fenntartása, közös fejlesztés) épülő nyilatkozata (Russell Group, 2023), melyet olyan intézmények is követnek, mint az Imperial College London és a University of Oxford. Ezzel szemben az Egyesült Államok elit egyetemein, mint a Stanford és a Harvard, a decentralizált, oktatói autonómiára épülő szabályozás a jellemző. Ez a modell a kari szabadságot helyezi előtérbe, lehetővé téve, hogy az egyes oktatók maguk határozzák meg a kurzusaikra vonatkozó MI-használati feltételeket (Massachusetts Institute of Technology, n.d). Létezik hibrid megoldás is, mint a svájci ETH Zurich esetében, ahol az erős központi iránymutatások felhatalmazást adnak az oktatóknak a konkrét felhasználás meghatározására. (ETH Zurich, 2024)

Az intézményi szabályzatok sokfélesége ellenére egy egyetemes etikai kódex van kialakulóban, amely a felelős MI-használat globális szabványává válik. Ennek három központi pillére van. Az első a felelősség és elszámoltathatóság, amely kimondja, hogy a felhasználó (legyen az hallgató, oktató, kutató vagy egyetemi dolgozó) a végső felelős az MI segítségével létrehozott tartalom pontosságáért, eredetiségéért és integritásáért. Az MIT, az ETH Zurich és az Oxford is expliciten figyelmeztet az MI által generált téves információk, azaz

„hallucinációk” és a megbízhatatlan forráshivatkozások veszélyére (ETH Zurich, n.d.; Massachusetts Institute of Technology, n.d.; University of Oxford, n.d.). A második pillér az átláthatóság és a használat deklarálása: minden egyetem alapkövetelményként írja elő az MI-használat egyértelmű és explicit jelölését. Részletes útmutatókat adnak az MI-eszközökre való hivatkozásra, gyakran a meglévő tudományos hivatkozási stílusok (pl. APA, MLA) adaptálásával. A National University of Singapore (NUS) például megköveteli a hallgatóktól, hogy részletesen dokumentálják, melyik eszközt, a munkafolyamat melyik pontján és milyen parancsszavakkal (prompt) használták (National University of Singapore, 2024). A harmadik pillér az adatvédelem és titoktartás, amely szigorúan tiltja a bizalmas, személyes vagy jogvédett adatok nyilvános MI-eszközökbe való bevitelét, és az intézmények által biztosított, biztonságos, zárt rendszerek használatát részesíti előnyben (Massachusetts Institute of Technology, n.d.; Stanford University, 2023).

Az akadémiai visszaélések, különösen a plágium kezelése terén az intézmények felismerték a generatív MI jelentette új kihívásokat. A hagyományos plágiumellenőrző szoftverek hatékonysága korlátozott az MI által létrehozott szövegekkel szemben. Vezető intézmények közül többen nyíltan elismerik, hogy az MI-detektáló szoftverek megbízhatatlanok, és a téves pozitív eredmények kockázata miatt nem alapoznak fegyelmi eljárásokat kizárólag ezek eredményeire. (Stanford University, 2023). A technológiai korlátokra válaszul egyre elterjedtebbé válik a szóbeli vizsga alkalmazása a gyanús esetek kivizsgálására. Amennyiben egy hallgató nem képes megvédeni vagy részletesen elmagyarázni a beadott munkáját, az már önmagában megalapozhatja az akadémiai visszaélés megállapítását. A szabályzatok egyértelműsítik, hogy az MI-eszközök jelöletlen használata plágiumnak minősül.

Az MI az oktatás és kutatás területén is mélyreható változásokat hoz. Egyrészt virágoznak a specializált képzések (pl. MI mesterképzések a Cambridge-i Egyetemen és az Imperial College-ban), másrészt az MI-kompetenciákat horizontálisan integrálják minden tudományterületre, mivel az MI-írástudás alapvető készséggé válik minden diplomás számára. Erre jó példa a University of Michigan és a Google partnersége, mely több mint 66 000 hallgatónak biztosít ingyenes hozzáférést MI-képzésekhez (University of Michigan, 2024).

3. Hazai körkép az MI-használatról és -szabályozásról a felsőoktatási intézményeknél

A magyar felsőoktatási intézmények is felismerték a szabályozás szükségességét, és különböző szinteken és formákban elindultak az MI-használat kereteinek meghatározása felé. Egységes, nemzeti szintű szabályozás hiányában az egyetemek autonóm módon, eltérő mélységű és jellegű dokumentumok – ajánlások, irányelvek, kötelező szabályzatok – mentén alakítják ki saját gyakorlatukat.

Ezen a spektrumon kiemelkednek azok az intézmények, mint a Károli Gáspár Reformá-

tus Egyetem (KRE) Budapesti Corvinus Egyetem (BCE) (Budapesti Corvinus Egyetem, 2025; Budapesti Corvinus Egyetem, é. n.) Szegedi Tudományegyetem (SZTE) (Szegedi Tudományegyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Kar, 2023), amelyek részletes és kötelező érvényű szabályzatokat vezettek be. A KRE átfogó útmutatója a felelős és értékalapú felhasználásra, az adatvédelemre és a pedagógiai módszerek adaptálására fókuszál, míg az SZTE Bölcsész- és Társadalomtudományi Kara a plágiumszabályzatát kiegészítve rögzítette, hogy az MI jelöletlen használata plágiumnak minősül, és a szakdolgozatokhoz kötelező nyilatkozatot ír elő a felhasznált parancsok (promptok) dokumentálásával. Ettől eltérő, kevésbé centralizált megközelítést alkalmaznak más egyetemek, például az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) (Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Kar, 2023) ahol inkább kari szintű ajánlások és segédletek az irányadók. Az ELTE Gazdaságtudományi Kara (Eötvös Loránd Tudományegyetem Gazdaságtudományi Kar, 2025) explicit módon tiltja az MI használatát a dolgozatok kulcsfontosságú, önálló mérlegelést igénylő részeinél. A szabályozási modellek harmadik csoportját azok az intézmények képviselik, amelyek központi állásfoglalást adtak ki, de a részletszabályok kidolgozását alacsonyabb szervezeti szintre delegálták. A Debreceni Egyetem (DE) (Debreceni Egyetem Bölcsészettudományi Kar, 2024) egyetemi szinten bátorítja az etikus használatot, a konkrét előírások betartását azonban a kari szabályzatokhoz köti. Hasonlóan, az Eszterházy Károly Katolikus Egyetem (EKKE) (Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, 2024) ajánlása a hivatkozás nélküli felhasználást etikai vétségként definiálja, és az oktatók felelősségévé teszi a kurzus-specifikus szabályok lefektetését.

Néhány hazai felsőoktatási intézmény MI-szabályozásának főbb jellemzői az 1. táblázatban láthatók.

Intézmény	Szabályzat állapota	Főbb előírások és jellemzők
BCE	Ajánlás / Segédlet	Oktatói hatáskör, jelölés javasolt, detektorok korlátozottak, munkafolyamat követése (Draftback).
BME	Irányelv	Részletes jelölési kötelezettség, oktatóknál bírálatnál tilos, MI-mesterképzés indítása.
DE	Állásfoglalás	Jelöletlen használat = plágium, hallgatói felelősség, szóbeli számonkérés felértékelődése.
ELTE	Kari ajánlás/iránymutatás	Részletes jelölés, detektorok nem javasoltak, kulcsrészeknél (pl. diszkusszió, következtetések) tilos a használata. MI-kurzusok indítása.
EKKE	Ajánlás	Hivatkozás hiánya etikai vétség, oktató határozza meg a kurzus szabályait.

Intézmény	Szabályzat állapota	Főbb előírások és jellemzők
KRE	Kötelező útmutató	Részletes hivatkozási példák, detektorok megbízhatatlanok, adatvédelem (csak intézményi MI használata.). Minden egyetemi polgárra (oktató, hallgató, adminisztrátor) kiterjed.
PTE	Irányelvek	Hivatkozás kötelező, hiánya plágium, rövid ciklusú MI-képzést kínál.
SZTE	Szabályzat kiegészítés	Nagyon részletes szabályozás, jelöletlen használat = plágium, kötelező nyilatkozat promptokkal.

1. táblázat Mesterséges intelligencia szabályozása néhány hazai felsőoktatási intézménynél (Forrás: szerző)

Az általános trendek közé tartozik az MI elkerülhetetlenségének felismerése és a tiltás helyett az iránymutatások kidolgozására való törekvés. Egyetemi szintű etikai kódexek jönnek létre vagy módosulnak az MI-specifikus kérdések kezelésére, és konkrét MI-használati szabályzatok készülnek, különösen az akadémiai munkák, például szakdolgozatok és beadandók vonatkozásában. Emellett új, MI-fókuszú képzések, kurzusok és szakirányok indulnak, és nagy hangsúlyt fektetnek az MI etikus és hatékony használatának oktatására, beleértve a promptolási technikákat és az MI által generált eredmények kritikus értékelését.

4. Összefoglalás

A mesterséges intelligencia (MI), különösen a generatív eszközök elterjedése alapvető paradigmaváltást idéz elő a felsőoktatásban, ahol az intézmények a kezdeti tiltó magatartás helyett a felelős és transzparens integrációra helyezik a hangsúlyt. A változás kulcseleme a strukturált szabályozási keretrendszer kialakítása, amelyek előírják a hallgatói MI-használat egyértelmű jelölését, ennek hiányát pedig plágiumként vagy etikai vétségként szankcionálják. A szakmai konszenzus ugyanakkor elveti az MI-detektáló szoftverek kizárólagos alkalmazását a fegyelmi eljárásokban, azok megbízhatatlansága miatt. A szabályozással párhuzamosan a pedagógiai fókusz a lexikális tudás méréséről a magasabb rendű kognitív képességek – mint a kritikai gondolkodás, kreativitás és reflexió – fejlesztésére helyeződik át. Ez átformálja az oktató szerepét az információközvetítőtől a mentori, facilitatori pozíció felé, amelynek célja a hallgatók munkaerőpiaci relevanciájú MI-kompetenciáinak fejlesztése. Ezt új értékelési módszerekkel (pl. szóbeli vizsgák, projekt munkák) és a tantervek adaptálásával érik el.

A magyar felsőoktatási intézmények, az európai uniós AI Act és egy 2025-ös kormányzati határidő nyomán, aktívan fejlesztik saját MI-stratégiáikat. A fő kihívások az innováció és az etika egyensúlyának megteremtése, a méltányos technológiai hozzáférés biztosítása, valamint az oktatók folyamatos képzése. Bár a hallgatók nyitottak az új technológiákra,

aggodalmakkal küzdenek az ismerethiány, az adatvédelem és az etikai kérdések miatt. Az intézmények közös célja ezen aggodalmak kezelése és a hallgatók felkészítése az MI felelősségteljes, kompetens alkalmazására.

Finanszírozás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-24 kódszámú Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Felhasznált források

- Budapesti Corvinus Egyetem. (2025). *A mesterséges intelligencia alkalmazásával támogatható és nem támogatható hallgatói tevékenységekről, a mesterséges intelligencia alkalmazásának jelöléséről és az annak megszegése esetén alkalmazandó intézkedésekről* szóló 1/2025. (V. 29.) ORH rendelkezés. https://www.uni-corvinus.hu/downloads/aa25_goojvj/1-2025-orh-rendelkezes-mi-hasznalat-oo-ai-1.pdf
- Budapesti Corvinus Egyetem. (n. d.). *Segédlet a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásának használatához*. Elérés: 2025. június 30., forrás: <https://www.uni-corvinus.hu/downloads/quah.azge7z/mib-ajanlas-iii.melleklet-hallgatoi-segedlet.pdf>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Debreceni Egyetem Bölcsészettudományi Kar. (2024). *Irányelvek a mesterséges intelligencia alapú rendszerek használatához a Debreceni Egyetemen*. https://btk.unideb.hu/sites/default/files/inline-files/Ir%C3%A0nyelvek%20a%20mesters%C3%Agges%20intelligencia%20alap%C3%BA%20rendszerek%20haszn%C3%A1lat%C3%A1hoz%20a%20Debreceni%20Egyetemen_1.pdf
- ELTE Gazdaságtudományi Kar. (2025). *Irányelvek a mesterséges intelligencia hallgatói használatához az ELTE Gazdaságtudományi Karon*. Elérés: 2025. június 30., forrás: <https://gtk.elte.hu/content/iranyelvek-a-mesterseges-intelligencia-hallgatoi-hasznalatahoz-az-elte-gazdasagtudomanyi-karon.t.46001>
- ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar. (2023). *A mesterséges intelligencia alkalmazása a PPK-n: Dékáni utasítás*. <https://www.ppk.elte.hu/dokumentumok/mesterseges-intelligencia>
- Eszterházy Károly Katolikus Egyetem. (2024). *Ajánlás a mesterséges intelligencia (továbbiakban: MI) alapú eszközök és források használatához és ennek dokumentálásához az EKKE-n*. Elérés: 2025. június 30., forrás: <https://uni-eszterhazy.hu/cms/tartalom/megtekint/ajanlas-a-mesterseges-intelligencia-tovabbiakban-mi-alapu-eszkozok-es-forrasok-hasznalatahoz-es-ennek-dokumentalasahoz-az-ekke-n>
- ETH Zurich. (2024). *Generative AI in teaching and learning: Guidelines*. Elérés: 2025. június 30., forrás https://ethz.ch/content/dam/ethz/main/eth-zurich/education/ai_in_education/Generative%20AI%20in%20Teaching%20and%20Learning%20-%20Guidelines%20ETH.pdf

- ETH Zurich. (n.d.). *Academic integrity*. Elérés: 2025. június 30., forrás <https://ethz.ch/en/the-eth-zurich/education/ai-in-education/academic-integrity.html>
- Európai Parlament és a Tanács (EU) 2024/1689 rendelete (2024. június 13.) a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok megállapításáról (a mesterséges intelligenciáról szóló rendelet). (2024). *HL L*, 2024/1689. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/hun>
- Károli Gáspár Református Egyetem. (2024). *Útmutató a mesterséges intelligencia (MI) tudományos és tanulmányi célú felelős használatához*. https://portal.kre.hu/images/doc/ikt/MI_utmutato_20240628.pdf
- Lengyelné Molnár, T., Nagy, R., Radics, K., & Hajdu, K. (2024). *Kollaborációs tér, oktatástechnikai innováció, mesterséges intelligencia* [online tananyag]. Elérés: 2025. június 30., forrás: https://pegazus.uni-eszterhazy.hu/tankonyv/kollaboracios_ter_oktatastechnikai_innovacio_mesterseges_intelligencia/
- Massachusetts Institute of Technology. (n.d.). *Guidance for use of Generative AI tools*. Information Systems & Technology. Elérés: 2025. június 30., forrás <https://ist.mit.edu/ai-guidance>
- National University of Singapore. (2024). *Policy for use of artificial intelligence (AI) in teaching and learning*. <https://ctl.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2024/08/Policy-for-Use-of-AI-in-Teaching-and-Learning.pdf>
- Racsko, R., Kis-Tóth, L. (2019). A technológia szerepe a 21. századi tanár kompetenciájának fejlesztésében. *Katolikus Pedagógia*, 8(1–2), 49–65.
- Russell Group. (2023). *Russell Group principles on the use of generative AI in education*. <https://www.russellgroup.ac.uk/sites/default/files/2025-01/Russell%20Group%20principles%20on%20generative%20AI%20in%20education.pdf>
- Stanford University. (2023, április 26). *Guidance on technology tools for academic integrity*. Teaching Commons. <https://teachingcommons.stanford.edu/news/guidance-technology-tools-academic-integrity>
- Szegedi Tudományegyetem Bölcsészet- és Társadalomtudományi Kar. (2023). *A plágiumról és annak következményeiről (Plágiumszabályzat)*. <https://arts.u-szeged.hu/karunkrol/szabalyzatok/plagiumsuzabalyzat>
- Szűts, Z. (2024). A mesterséges intelligencia hatásai: remények, félelmek, forgatókönyvek és megoldások. *Educatio*, 33(1), 24–33. <https://doi.org/10.1556/2063.33.2024.1.3>
- Szűts, Z., & Námesztovszki, Z. (2023). A digitalizáció kihívásai a civil, mindennapi felhasználó szemszögéből: Fejleszti vagy kiváltja az egyént a mesterséges intelligencia használata az oktatásban? *Civil Szemle*, 20(5), 57–66. <https://real.mtak.hu/174919/>
- University of Michigan. (2024, május 22). *U-M partners with Google to provide all students free access to Google Career Certificates and AI training*. U-M News. <https://news.umich.edu/u-m-partners-with-google-to-provide-all-students-free-access-to-google-career-certificates-and-ai-training/>
- University of Oxford. (n.d.). *Use of generative AI tools to support learning*. Elérés: 2025. június 30., forrás: <https://www.ox.ac.uk/students/academic/guidance/skills/ai-study>

A PLÁGIUM DIGITÁLIS TRANSZFORMÁCIÓJA

Aczél-Partos Adrienn

Pázmány Péter Katolikus Egyetem Jog- és Államtudományi Kar

acz-el-partos.adrienn@jak.ppke.hu

Absztrakt

A technológiai fejlődés alapjaiban változtatta meg a plágiumról való gondolkodást a felsőoktatásban. Jelen tanulmány a plágium fogalmának történeti átalakulását vizsgálja az infokommunikációs korszakok tükrében, különös figyelemmel arra, miként változott a szerzőség és az eredetiség értelmezése az egyes időszakokban. A hazai felsőoktatási intézmények szabályozása ezen a téren széttagolt képet mutat, ami fokozza a plágium értelmezésével és kezelésével kapcsolatos bizonytalanságokat. A tanulmány célja kettős: egyrészt feltárni a plágium fogalmának alakulását a digitális és mesterséges intelligenciával átszőtt tudáskörnyezetben, másrészt összehasonlító módon elemezni öt hazai egyetem plágiumszabályzatát.

Kulcsszavak: felsőoktatás, mesterséges intelligencia, akadémiai integritás, plágium, szabályzatok

Abstract

The Digital Transformation of Plagiarism

Technological advancement has fundamentally transformed the discourse surrounding plagiarism in higher education. This study examines the historical evolution of the concept of plagiarism through the lens of successive infocommunication eras, with particular emphasis on how notions of authorship and originality have shifted across different periods. In the Hungarian context, institutional regulations on plagiarism remain highly fragmented, contributing to interpretive and procedural ambiguities in its handling. The aim of this paper is twofold: first, to explore the conceptual transformation of plagiarism within a digitally and AI-mediated knowledge environment; second, to conduct a comparative analysis of the plagiarism policies adopted by five Hungarian universities.

Keywords: higher education, artificial intelligence, academic integrity, plagiarism, institutional policies

Bevezetés

A plágium veszélyezteti az (felső)oktatás¹ hitelességét és működésének megbízhatóságát.² A problémakör messze túlmutat az egyéni hallgatói felelősségen³, a hazai felsőoktatási intézmények többsége jogszabályi rendelkezésekre hivatkozva⁴ közelít a plágium jelenségéhez, jóllehet maga a plágium nem jogi kategória.⁵ Etikai természetű normasértésről van szó, amely sajátos helyet foglal el a jogi, erkölcsi és oktatáspolitikai határterületek metszéspontjában. A tanulmány célja megvizsgálni a plágium fogalmi környezetének történeti alakulását az ókortól egészen a mesterséges intelligencia (MI) korszakáig, feltárva annak jelentéstartalmi és értelmezési változásait az egyes infokommunikációs technológiai fordulópontok tükrében. Az információkeresés és -feldolgozás⁶ radikális leegyszerűsödése, különösen az internet megjelenésével, gyökeresen átalakította a szerzőséghez és eredetiséghez való viszonyt. A korábbi korszakokban a plágium főként tudatos másolásként jelent meg, ahol a források azonosítása még lehetővé tette a visszakövetést. Az internet és digitális tartalmak elterjedésével⁷ azonban a másolt szövegek mennyisége és forrásainak sokfé-

- 1 Bár a tanulmány elsősorban a felsőoktatás kontextusában vizsgálja a plágium jelenségét, a megállapítások egy része érvényes lehet a közoktatási környezetben is, ahol a szellemi önállóság normáinak megsértése szintén tetten érhető. A hazai szakirodalom is alátámasztja, hogy a plágium már a köznevelés szintjén is megjelenő probléma. Orosz Gábor – Farkas Dávid: Csalás a középiskolában. Magyar Pszichológiai Szemle, 2011/4., pp. 605–630. <https://doi.org/10.1556/mpszle.66.2011.4.3>
- 2 A jelenség az akadémiai integritás fogalomkörén belül értelmezhető, amely a felsőoktatásban érvényesülő közös normák és értékek rendszereként szolgál. Az akadémiai integritás tartalmi elemeinek részletesebb bemutatására a tanulmány későbbi fejezetében kerül sor.
- 3 Király Gábor, Géring Zsuzsanna, Chandler Nick, Miskolczi Péter, Kovács Kinga, Lovas Yvett, Csillag Sára: Csalással az élre? A hallgatói csalás vizsgálata az üzleti felsőoktatásban. Vezetéstudomány – Budapest Management Review, 2018/3., pp. 30, 36. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2018.03.04>
- 4 Néhány példaszerű eset kiragadásával szemléltetve:
Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Plágiumszabályzata, <https://uni-eszterhazy.hu/api/media/file/76b0b0bc088cdcgeba0d3d9bead46391631eafa7>,
SOTE Egészségügyi Közzolgálati Kar Hallgatói plágiumszabályzata, https://semmelweis.hu/emk/files/2022/09/SE_EKK_Plágiumszabalyzat_20221001.pdf,
Corvinus Plágiumszabályzata, https://www.uni-corvinus.hu/contents/uploads/2023/03/1.20_Plágiumszabalyzat_2018_junius_19.eei.pdf
- 5 Mezey Barna: A tudományetikai felelősség kérdései a magyar felsőoktatásban: Az egyetemi és tudományos élet etikai szabályozása – az egyetemi etikai kódexek. Magyar Tudomány, 2014/6., pp. 655–666.
- 6 Ungváry Rudolf – Vajda Erik: Könyvtári információkeresés. Budapest, 2002. pp. 22–28. <https://mek.oszk.hu/05000/05030/>
- 7 A digitális tartalmak terjedésével a plágium ugyanolyan gyorsan és egyszerűen másolhatóvá vált. Ez azt jelzi, hogy az informatikai eszközök potenciális visszaélési felületként is szolgálhatnak. Lásd: James A. Buczynski: Using Information Retrieval Technology to Combat IT Mediated Plagiarism. Internet Reference Services Quarterly, 2005/2., pp. 95–99. https://doi.org/10.1300/J136v10n02_09

lesége jelentősen megnőtt, megnehezítve ezzel az ellenőrzést.⁸ Az MI elérhetővé válása ezt a problémát új szintre emelte, hiszen ez a rendszer, néhány jól megfogalmazott prompt⁹ alapján másodpercek alatt képes összefüggő, koherens szövegeket létrehozni, miközben a felhasznált források gyakran rejtve maradnak vagy nem azonosíthatók. Könnyen generálhatnak olyan szövegeket, amelyek részben vagy egészben átfedésben lehetnek más forrásokkal, anélkül, hogy világos lenne, honnan származnak az információk. Ez új típusú, „szürkezónás” plágiumhoz vezet, amely nem feltétlenül illeszkedik a hagyományos definíciókhoz. Ma már nem elegendő csak a másolás azonosítására koncentrálni, hanem új normákat kell kialakítani a szerzőség, a forrásmegjelölés és a mesterséges intelligencia szerepének tekintetében is. Az MI alkalmazása átformálja a szerzőség fogalmát, már nem evidens, hogy egy szöveg kizárólag emberi munka eredménye. Például, ha egy hallgató ChatGPT segítségével írja meg dolgozatát, felmerül a kérdés, hogy a szöveg szerzője az ember, az MI, vagy ketten együtt? Emellett a forrásmegjelölés is problémássá válik, hiszen a gépi rendszerek nem hagyományos módon idéznek, gyakran nem tüntetik fel világosan, honnan származnak az információik.¹⁰ Új etikai és szakmai irányelvek kidolgozása vált szükségessé annak érdekében, hogy világosan megkülönböztethessük az MI szerepét mint írástámogató eszközt attól az esetektől, amikor az MI (szinte) teljes egészében kiváltja a tanulói vagy kutatói teljesítményt. Ez a különbségtétel különösen fontos az oktatásban és a tudományos kommunikációban, ahol az eredetiség és a szerzői felelősség alapvető értékek. A felsőoktatási intézmények legfőbb küldetése, hogy tudást hozzanak létre, a plágium ezzel szemben akadályt jelent az egyetemek alapvető célkitűzései tekintetében. Egy tudományos vagy tudományos jellegű kutatás alapvető feltétele az eredetiség és a hitelesség. A plágium ezt a két pillért súlyosan sérti, melynek következményeként megrendülhet

8 Naziya Hasan – Naved Hassan Khan: Internet and Increasing Issues of Plagiarism. *Shrinkhla Ek Shodhparak Vaicharik Patrika*, 2018/12., pp. 125–127. https://www.researchgate.net/publication/332696789_Internet_and_Increasing_Issues_of_Plagiarism

9 A prompt olyan utasítás, kérdés vagy szöveges input, amelyet a felhasználó ad meg egy MI-alapú nyelvi modellnek, irányítva annak válaszát. A hatékony prompt meghatározza a generált szöveg pontosságát, relevanciáját és minőségét.

10 Gyakori jelenség, hogy az LLM-ek nem jelölnek meg automatikusan forrásokat a válaszadás során, csak akkor, ha erre külön utasítást kapnak, azonban ilyen esetekben sem feltétlenül támaszkodnak megbízható adatokra. Különösen magyar nyelvű források esetében fordul elő, hogy a rendszer ún. hallucinációt produkál, vagyis valószerűnek tűnő, de valójában nem létező hivatkozásokat generál. Egy friss kutatás szerint a ChatGPT által megadott tudományos referenciák mindössze 14 %-a bizonyult valósnak, míg az idézetek akár 30–60 %-a kreált forrás. <https://www.psypost.org/chatgpt-hallucinates-fake-but-plausible-scientific-citations-at-a-staggering-rate-study-finds/>

11 A nemzeti felsőoktatásról szóló 2011. évi CCIV. törvény preambuluma értelmében: Az Országgyűlés a nemzet iránt érzett felelőssége tudatában, az Alaptörvényben foglalt hitvallás szerint egyetértve a nemzet lelki és szellemi megújulásának szükségességével, bízva az egyetemi polgárrá váló fiatal nemzedékek elhivatottságában, továbbá azt a hitét kinyilvánítva, hogy gyermekeink és unokáink tehetségükkel, kitartásukkal s lelkierejükkel ismét felemelik Magyarországot, a nemzeti felsőoktatás szabályozására új törvényt alkot.

az oktatási rendszer iránti társadalmi bizalom.¹² A jelenség nemcsak etikai problémákat generál, hanem gátolja az önálló, kritikai gondolkodást, és a kreatív problémamegoldás képességeinek kibontakozását, amelyek a felsőoktatásban rendkívül fontos készségek¹³. A felsőoktatási intézményeknek kiemelt felelősségük van abban, hogy világos és hatékony plágiummegelőzési stratégiákat alakítsanak ki, amelyek intézményi szabályzatokban rögzítik az elvárt etikai normákat és eljárásokat. A tanulmány empirikus részében – a terjedelem szabta korlátokra tekintettel – öt hazai felsőoktatási intézmény plágiumszabályozási gyakorlatát vizsgálom meg összehasonlító elemzés keretében. Fontos megjegyezni, hogy nem minden felsőoktatási intézmény rendelkezik önálló, dedikált plágiumszabályzattal, számos esetben az idevonatkozó rendelkezések csupán néhány bekezdésben jelennek meg a tanulmányi és vizsgaszabályzatban (TVSZ), gyakran általános jelleggel és részletszabályok nélkül. Az elemzésbe bevont intézmények: a Budapesti Corvinus Egyetem¹⁴ (BCE), a Semmelweis Egyetem Egészségügyi Közzolgálati Kara¹⁵ (SE EKK), a Szegedi Tudományegyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Kara¹⁶ (SZTE BTK), az Eszterházy Károly Katolikus Egyetem¹⁷ (EKKE), valamint a Színház- és Filmművészeti Egyetem¹⁸ (SZFE). A vizsgálat célja annak feltárása, hogy a kari vagy egyetemi szabályzatok miként definiálják a plágiumot, milyen megelőzési, ellenőrzési és szankcionálási mechanizmusokat alkalmaznak. Releváns kérdés az is, hogyan viszonyulnak a felsőoktatási intézmények az MI-alapú tartalomgenerálás és a plágium közötti összefüggésekhez.¹⁹ Mivel a hazai szerzői jogi szakértők körében sem alakult még ki egységes álláspont arra vonatkozóan, hogy az MI által előállított tartal-

12 A felsőoktatási intézmények tanulmányi és vizsgaszabályzataiban a szakdolgozatok és diplomamunkák tudományos jellegére vonatkozó elvárások nem egységesek, ami jelentős intézményi eltérésekhez vezet a tartalmi és módszertani követelmények értelmezésében.

13 Képzési és Kimeneti Követelmények (KKK) <https://kormany.hu/dokumentumtar/kepzesi-es-kimeneti-kovetelmenyek-2>

14 https://www.uni-corvinus.hu/contents/uploads/2023/03/L20_Plagiumszabalyzat_2018_junius_19.ee1.pdf

15 https://semmelweis.hu/emk/files/2022/09/SE_EKK_Plagiumszabalyzat_20221001.pdf

16 <https://arts.u-szeged.hu/karunkrol/szabalyzatok>

17 <https://uni-eszterhazy.hu/api/media/file/76bobobco88cdcgebaod3d9bead46391631eafa7>

18 <https://szfe.hu/wp-content/uploads/2024/05/Plagiumszabalyzat.pdf>

19 SZTE BTK Plágiumszabályzata (Szabályzat a hallgatói plágiumról (SZHP)) III. (4) a plágiummal azonos elbírálás alá esik a mesterséges intelligencia bármely formájával – részben vagy egészben – készült munka. <https://arts.u-szeged.hu/karunkrol/szabalyzatok>
EKKE Plágiumszabályzata 4. § (5) A plágiummal megegyező elbírálás alá esik továbbá a (3) pontban leírtak megsértése, valamint a Mesterséges Intelligencia (AI) használatával részben vagy egészben készült Munka is. <https://uni-eszterhazy.hu/api/media/file/76bobobco88cdcgebaod3d9bead46391631eafa7>

mak plágiumnak minősülnek-e²⁰, így mind a jogi, mind az intézményi megközelítések egyaránt vizsgálatra, újbóli keretezésre szorulnak. A plágiumszabályzatok létrehozása elengedhetetlen az akadémiai integritás biztosítása érdekében, ugyanakkor önmagukban nem nyújtanak teljes körű megoldást. A hatékony megelőzés érdekében szükséges egy preventív szemléletmód érvényesítése is, amely néhány felsőoktatási intézmény gyakorlatában már megfigyelhető.²¹ A hivatkozott dokumentumok egy része hangsúlyozza, hogy a plágium visszaszorításának egyik leghatékonyabb eszköze a kutatómódszertani oktatás kötelezővé tétele, különösen a szakdolgozati és tudományos munkák előkészítő szakaszában. A tantárgy keretein belül a hallgatók elsajátíthatnák a forráskritika, a megfelelő hivatkozási gyakorlat és a tudományos felelősségvállalás alapelveit, amelyek alapvető feltételei az önálló és etikus tudományos munkának.

20 Vö. Grad-Gyenge Anikó: A mesterséges intelligencia által generált tartalmak értelmezésének lehetőségei a szerzői jog útján. *Magyar Jog*, 2023/6., pp. 337–345.

Grad-Gyenge Anikó – Tomasovszky Edit: *Az AI és a szerzői jogi kihívás. In: Mesterséges Intelligencia - felelősségteljes fejlesztések.* Budapest, Wolters Kluwer, 2024.

Mezei Péter: You Ain't Seen Nothing yet - Arguments against the Protectability of AI-generated Outputs by Copyright Law. In: Maurizio Borghi – Roger Brownsword (szerk.): *Law, Regulation and Governance in the Information Society.* London, Routledge, 2023. pp. 126–143.

Pogácsás Anett: A plágium új jelentésrétege? A „társszerzőség” útjai és megítélése a mesterséges intelligencia vonatkozásában. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle*, 2024/5., pp. 139–155.

<https://www.sztnh.gov.hu/sites/default/files/files/kiadv/szkv/szemle-2024-5/10-pogacsas.pdf>

21 EKE Plágiumszabályzata 5. § (5) A tudományos hivatkozás hallgatóra vonatkozó részletes és konkrét szabályait az egyes tudományterületek maguk határozhatják meg (pl. az intézetek szakdolgozatkészítési útmutatóiban). Az egyes tudományterületek által meghatározott részletszabályokat a tanulmányi követelmények részeként a minden alapszakos és osztatlan képzésben résztvevő hallgató számára kötelező Kutatómódszertan c. kurzus keretében ismertetni szükséges.

<https://uni-eszterhazy.hu/api/media/file/76b0b0bc088cdc9eba0d3d9bead46391631eafa7>

BCE Plágiumszabályzata 8. § (1) Az Egyetem kiemelt feladatának tekinti, hogy megismertesse a hallgatókkal a tanulmányaik során keletkező kutatási eredményeik mások számára történő bemutatásának módszertanát. Ennek érdekében a karok megteszik a szükséges intézkedéseket annak érdekében, hogy a hallgatók számára – tantervi keretek között – megteremtsék a tudományos hivatkozás szabályai elsajátításának lehetőségét. A karok a tantervek ötévenkénti felülvizsgálata során külön figyelmet fordítanak ezen ismeretek tantárgyként való megjelenítésére. https://www.uni-corvinus.hu/contents/uploads/2023/03/L.20_Plagiumszabalyzat_2018_junius_19.eei.pdf

SZFE Plágiumszabályzata 7. § (1) Az Egyetem kiemelt feladatának tekinti, hogy megismertesse a hallgatókkal a tanulmányaik során keletkező kutatási eredményeik mások számára történő bemutatásának módszertanát. Ennek érdekében a hallgatókat képző Intézetek megteszik a szükséges intézkedéseket annak érdekében, hogy a hallgatók számára – tantervi keretek között – megteremtsék a tudományos hivatkozás szabályai elsajátításának lehetőségét. <https://szfe.hu/wp-content/uploads/2024/05/Plagiumszabalyzat.pdf>

SE EKK Plágiumszabályzata 6. § (1) A Kar kiemelt feladatának tekinti, hogy megismertesse a hallgatókkal a tanulmányaik során keletkező kutatási eredményeik mások számára történő bemutatásának módszertanát. Ennek érdekében az Intézetek tantervi keretek között biztosítják a hallgatók számára a tudományos hivatkozás szabályai elsajátításának lehetőségét.

https://semmelweis.hu/emk/files/2022/09/SE_EKK_Plagiumszabalyzat_20221001.pdf

A plágium történeti és fogalmi átalakulása a digitális korszakig

A plágium, vagyis mások szellemi termékeinek jogosulatlan átvétele és sajátként való feltüntetése, korántsem a modern kor terméke.²² A plágium szinte egyidős a nyelv és a művészet megjelenésével, mióta léteznek szavak és alkotások, azóta fennáll azok másolásának lehetősége.²³ Nemcsak jogi vagy erkölcsi, hanem kulturálisan és történetileg is jelentős kérdés, amely mindig valamilyen korhoz kötött értékrendet és társadalmi viszonyt tükröz vissza.²⁴ Az első dokumentált plágiumesetek Kr. e. 1. századra vezethetők vissza.²⁵ A szerzői minőség, a szerzőséghez kapcsolódó erkölcsi normák már az ókorban megjelentek.²⁶ Maga a kifejezés a latin *plagiarius* (gyermekrabló, lélekkufár) szóból ered, eredetileg gyermekrablót jelent,²⁷ átvitt értelemben a szellemi tulajdon eltulajdonításának analógiájaként értelmezhető. A plágium, egy közösség alapértékeit, mint az eredetiséget, az átláthatóságot és a hitelességet sértő, mélyen etikai természetű cselekmény, amely során a plagizáló tudatosan²⁸ visszaél a közösség bizalmával, mások szellemi munkáját sajátjaként feltüntetve, személyes előnyök megszerzése érdekében. Az ókorban a plágiumot elsősorban a hamisítás egy formájaként értelmezték, amely nem jogi, hanem erkölcsi normák alapján került megítélésre.²⁹ A plagiátort tolvajnak, cselekedetét pedig lopásnak bélyegezték a rómaiak. *Martialis epigrammáiban*³⁰ többször megjelenik a plagiátor személye. Az antik szerzők csak a nyilvánosság erejére támaszkodhattak, hiszen jogi eszközökkel nem tudták megvédeni alkotói státuszukat. A visszaélésre adott válasz a szégyen és a társadalmi megbélyegzés eszköze volt.³¹ A klasszikus antik világban a könyvek másolása elsősorban diktálásos

22 Legeza Dénes: A plágium kérdéséhez: Az utánnymástól az etikai kérdésig. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi szemle*, 2015/4., pp. 98–112., pp. 98–101.

23 Elizabeth Rawson: The Eastern Clientelae of Clodius and the Claudii. *Historia: Zeitschrift für Alte Geschichte*, 1973/2., pp. 219–239. <https://www.jstor.org/stable/4435331?seq=1>

24 Giles Constable: *Culture and Spirituality in Medieval Europe*. Routledge, 1996. I. Chapter Forgery and Plagiarism in the Middle Ages. p. 1.

25 Lendvai Zsófia: Szerzői jog az ókorban. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle*, 2008/5., pp. 75–77.

26 Az alkotóknak igényük volt arra, hogy nevüket a saját műveikkel összefüggésben elismerjék. Benárd Aurél – Tímár István (szerk.): *A szerzői jog kézikönyve*. Budapest, KJK, 1973. p. 11.

27 <https://lexiq.hu/plagium>

28 A nem szándékos plágium körébe tartozik például a figyelmetlenségből elmaradt forrásmegjelölés vagy a nem megfelelően hivatkozott parafrázis. Kutatások igazolják, hogy még a tudományos fokozattal rendelkező hallgatók is gyakran bizonytalanok a hivatkozási szabályok alkalmazásában és a szövegek szakszerű kezelésében. Chris Park: In Other (People's) Words: Plagiarism by university students – literature and lessons. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 2003/5., pp. 471–488. <https://doi.org/10.1080/02602930301677>

29 Nótári Tamás: *A magyar szerzői jog fejlődése*. Szeged, Lectum, 2010. p. 18.

30 Csengery János: *Marcus Valerius Martialis epigrammáinak tizennégy könyve a Látványosságok Könyvével*. Budapest, MTA, 1942. pp. 70., 75.

31 Innen származik a modern értelemben vett jelentése is a plágiumnak, amely a francia nyelvből terjedt el a 18. században.

technikával történt, vagyis egy személy, aki jellemzően rabszolga volt, hangosan felolvasta a szöveget, miközben több másoló – szintén rabszolgák – egyidejűleg kézzel jegyezte le azt. Magas szintű műveltségük, valamint szövegkezelési kompetenciáik révén ezek a képzett rabszolgák nemcsak a szövegek reprodukciójában, hanem kulturális örökségük továbbadásában is kiemelkedő szerepet játszottak. A Római Birodalom korai szakaszában a hivatásos nevelők többsége szintén ilyen görög származású, művelt rabszolgák közül került ki.³² Ebben a korban a szerzőség még nem jelentett kizárólagos tulajdonjogot a szöveg fölött, a tudás és a műveltség gyakran az antik tekintélyek utánzásán alapult. Az eredetiség fogalma másodlagos volt az imitációval és az átvétellel szemben.³³

A római kortól egészen a 17. századig az eredetiséggel szemben a szakértelmet és a művészi kivitelezést értékelték magasabbra, így a másolás még neves alkotók mint Shakespeare³⁴ vagy Leonardo da Vinci esetében³⁵ is elfogadott gyakorlat volt. A nyomtatás feltalálása előtt az írástudás alacsony szintje miatt a művek terjesztése nehézkes volt, mivel a másolás volt a tudás és művészet átörökítésnek elsődleges eszköze, a szellemi tulajdon fogalma még nem létezett ekkor, a gondolatokat és szavakat nem tekintették személyes tulajdonnak. A középkortól a könyvnyomtatás elterjedéséig a szerzői művek közönséghez való eljuttatásának alapvető mechanizmusa a szabad felhasználás volt, amely a mai értelemben vett szerzői jogi szabályozás hiányában egy rendezetlen, decentralizált működésmódot eredményezett. Ebben a környezetben a művek felhasználása nem igényelte a szerző hozzájárulását, és nem járt díjazással sem, mivel a szerzői jog fogalma, különösen annak vagyoni aspektusa nem létezett.³⁶ Ez a szemléletmód az írástudás és a nyomtatás elterjedésével, valamint az egyéni szerzősége épülő új filozófiai gondolkodásmód kibontakozásával kezdett megváltozni. A humanizmus és a könyvnyomtatás feltalálása fordulópontot jelentett a szerzőség felfogásában is, amit a szövegek könnyebb terjeszthetősége, valamint a szerzői név státuszának növekedése alapozott meg. Maga a könyvnyomtatás³⁷ alapjaiban írta

32 Gloviczki Zoltán – Zsinka László: *Nevelés és iskola az antik és középkori Európában*. Piliscsaba, PPKE BTK, 2014. pp. 72–73.

33 Katharina de la Durantaye: Origins of the Protection of Literary Authorship in Ancient Rome. *Boston University International Law Journal*, 2007., p. 77. <https://www.bu.edu/ilj/archives/25-1/>

34 <https://www.theguardian.com/books/2018/feb/09/shakespeare-plagiarism-software-george-north>

35 Leonardo da Vinci és kortársai gyakran használtak mintakövetést, másolást, akár önmaguk korábbi alkotásaiból is. Ez nem eredetiséghiányból fakadt, hanem a művészi tanulás és újrateremtés eszköze volt. <https://hyperallergic.com/497448/copies-fakes-and-reproductions-printmaking-in-the-renaissance-blanton-museum-of-art/>

36 Part Krisztina Katalin: A szerzői jogi szabályozás kialakulása Angliában, Németországban és az Egyesült Államokban. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle*, 2006/4., p. 141. <https://www.sztnh.gov.hu/kiadv/ipsz/200608-pdf/08-part-krisztina.pdf>

37 A könyvnyomtatás feltalálását a „mesterséges írás” művészetének megteremtésének is nevezték. Ezzel (is) egy új korszak kezdődött a gondolatközlés és a könyv történetében egyaránt. Fülöp Géza: *A KÖNYVKULTÚRA a könyvnyomtatás kézműipari időszakában. (Gutenbergről a francia forradalomig)* <https://mek.oszk.hu/01600/01625/01625.pdf>

át a tudás előállításának és terjesztésének módját. A nyomtatott könyvek gyors terjedése azonban nemcsak a műveltség növekedéséhez, hanem közvetve a plágium új formáinak megjelenéséhez is hozzájárult. A szövegek tömeges előállítása és terjesztése lehetővé tette a tartalmak géppel történő másolását, így a szellemi tulajdon védelme is aktuálisabbá vált. A plágiumot a szemelvényezési technikához hasonlították, leginkább úgy értelmezték, mint amikor egy-egy műből kisebb szövegrészeket vesznek át és illesztenek bele a saját szövegeikbe. Nem egyszerűen hivatkozásnélküliséget értettek alatta, sokkal inkább intellektuális függést az adott tudományterület kollégáitól.³⁸ A korszak szemléletváltása hozzájárult ahhoz, hogy az egyéni kreativitás, valamint a szerzői identitás elismerése középontba kerüljön, amely nemcsak a plágium iránti újfajta érzékenységekben nyilvánult meg, hanem a jogi szabályozásban is. Az 1710-es Anna-törvény³⁹ (Statute of Anne) jelentette az első modern szerzői jogi aktust, amely áttörést hozott azáltal, hogy a szerzőt – nem pedig a kiadót – ruházta fel a művei feletti elsődleges rendelkezési joggal, ezzel megerősítve az alkotói tulajdonhoz való jog alapelvét. A 18. századra az irodalmi plágium⁴⁰ jogi fogalomként is meghatározást nyert.⁴¹

Az internethez való széleskörű hozzáférés egy újabb korszakot nyitott meg a plágium történetében. Az információ szabad áramlása, a digitális szövegek másolhatósága és a keresőmotorok térhódítása megkönnyítette ugyan az anyaggyűjtést, de ezzel együtt megnövelte az idézésnélküliséget is. Az internetes korszakban megszerzett információ csak akkor vált valódi tudássá, ha az információs műveltség magas színvonala társult hozzá. Ez a tudatosság, amely az információ keresésére, értékelésére és etikus felhasználására vonatkozik, ma legalább olyan meghatározó, mint a technológia fejlődése önmagában.⁴² Míg korábban a könyvtár mint fizikai térrendszer kizárólagosként szolgált a hiteles tudás eléréséhez, addig az online térben bárki közzé tehetett bármit, így az információforrások hitelének

38 Daniel, Fulda: Plagieren als wissenschaftliche Innovation? Kritik und Akzeptanz eines vor drei Jahrhunderten skandalisierten Plagiats im Zeitalter der Exzerpierung. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 2020/43., pp. 218–238. <https://doi.org/10.1002/bewi.201900028>

39 Az a koncepció, miszerint az egyén tulajdonjogot vagy szerzői jogi jogosultságot gyakorolhat a saját szellemi alkotásai, elsősorban a nyelvi formában rögzített művek felett, ez a modern szerzői jogi szabályozás alapvető jogelveként jelent meg. https://avalon.law.yale.edu/18th_century/anne_1710.asp

40 A magyar irodalom első plágium-ügye az ún. Íliász-pör. Ennek kapcsán először rögzítik a más szerzőre való hivatkozás szabályait.

41 1740-ben A. Leyser, a wittenbergi egyetem oktatója, a római jogi előzményekre építve bevezette a plagium litterarium, azaz az irodalmi plágium fogalmát, amelynek keretében büntetőjogi védelmet kívánt biztosítani a szerzők számára. Ez a megközelítés a korábbi, erkölcsi alapú értelmezésektől eltérően a plágiumot jogilag szűkebben definiálta. Kizárólag az minősült plágiumnak, ha valaki szerzői jogi védelem alatt álló művet teljes egészében vagy részleteiben, formájában vagy tartalmában, tudatosan és saját neve alatt vett át. Ezzel szemben nem tekintette plágiumnak, ha a felhasználó egy másik mű ötletét saját, önálló és eredeti módon dolgozta fel. Benárd – Tímár, i. m. p. 12.

42 Rab Árpád – Z. Karvalics László: Harmadik generációs információs írástudás-fejlesztés a gyermeki életesélyek javításáért. *Információs Társadalom*, 2017/2., pp. 69–77. <http://dx.doi.org/10.22503/infvars.XVII.2017.2.5>

igazolása nem automatikus, hanem aktív kritikai eljárást igényelt. A copy-paste-technikák, az online elérhető tanulmányok, az ún. diplomagyarak⁴³, valamint az önplágium terjedése, amikor a szerző saját korábbi művét új kontextusban adja le, komoly kihívás elé állította a felsőoktatási intézményeket. A plagizálás tendenciája ebben az időszakban egyértelműen emelkedett.⁴⁴ A különböző források közötti gyors váltás, valamint a szerzőkre történő hivatkozás fokozatos elhagyása, egyfajta elmosódást okozott a szerzőség határaiban.⁴⁵ A 19–20. századra a tudományos szövegalkotás normái egyre részletesebbé és formalizáltabbá váltak. A hivatkozás, az idézés, a parafrázis stiláris és etikai szabályait szigorúan szabályozni kezdték, az akadémiai közösségek a plágiumot egyre inkább a tudományos normarendszer megsértéseként értelmezték. Az akadémiai integritás a felsőoktatási közösség alapvető etikai értékeinek – mint az átláthatóság, felelősség és tisztesség – összessége, amely a tudományos munka hitelességét biztosítja.⁴⁶ A 2000-es évektől kezdődően a tudományos kutatások digitalizálása és azok nyilvános, online elérhetősége (pl. repozitóriumok, nyílt hozzáférésű folyóiratok) elősegítette a tudomány demokratizálódását, ugyanakkor még inkább felerősítette a plágium veszélyeit. A digitális tartalmak másolása, újrafelhasználása, illetve a forrásmegjelölés hiánya olyan új típusú visszaélésekhez vezetett, amelyek sokszor a tudatlanságból, máskor a tudatos, szándékos csalásból fakadtak.⁴⁷ A 2010-es évekre az oktatási intézmények világszerte elkezdtek bevezetni a szövegegyező-séget vizsgáló szoftvereket (pl. Turnitin, Urkund, iThenticate), amelyek a szöveghasonlóság elemzésével segítik a tartalom eredetiségének vizsgálatát. Ezek az eszközök azonban nem minden esetben képesek a kontextus értelmezésére vagy a nem szó szerinti átvételek azonosítására.

43 Ziegler Dezső Tamás: Szakdolgozatok béríratása. Ki mit követ el, mi a szankció és hogyan szankcionálандó e cselekmény? *MTA Law Working Papers*, 2014/6., pp. 1–21. https://real.mtak.hu/120070/1/2014_06_Ziegler.pdf

44 James A. Buczynski: Using Information Retrieval Technology to Combat IT Mediated Plagiarism. *Internet Reference Services Quarterly*, 2005/2., p. 96. https://doi.org/10.1300/J136v10n02_09
Chris Park: In Other (People's) Words: Plagiarism by University Students – Literature and Lessons. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 2003/5., pp. 471–488. <https://doi.org/10.1080/02602930301677>

45 Ebben az időszakban kezdett elterjedni az a fals nézet, miszerint az interneten talált adatok közkinccnek számítanak, így hivatkozni sem kell a forrásra.

46 Szabó-PRIEVARA Dóra Katalin – Tarkó Klára: A problémás mértékű internethasználat gyermekek körében – az Internet Addiction Test for Families (IAT-F) magyar nyelvű alkalmazása. *Iskolakultúra*, 2023/1–2., pp. 77–92. <https://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/issue/view/2490/397>

47 Vinu Sankar Sadasivan – Aounon Kumar – Sriram Balasubramanian – Wenxiao Wang – Soheil Feizi: Can AI-Generated Text be Reliably Detected? Stress Testing AI Text Detectors Under Various Attacks. *Transactions on Machine Learning Research*, 2025/1., pp. 1–37. <https://openreview.net/pdf?id=OOgsAZdFOt>
Shushanta Pudasaini – Luis Miralles-Pechuán – David Lillis – Marisa Llorens Salvador: Survey on AI-Generated Plagiarism Detection: The Impact of Large Language Models on Academic Integrity. *Journal of Academic Ethics*, 2024/ November, pp. 1–34. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10805-024-09576-x>

Az LLM-ek beépülése a tudományos gyakorlatba nemcsak az alkotás módját alakítja át, hanem a plágiumról való gondolkodást is újabb és folyamatos kihívások elé állítja, folytatva azt a tendenciát, hogy minden jelentős technológiai változás újraírja az eredetiség határait. Ezek a technológiák képesek grammatikailag helyes, tartalmilag koherens, és stílusában tudományosnak tűnő szövegek előállítására, sok esetben akár az emberi teljesítménnyel összehasonlítható módon.⁴⁸ Az MI-rendszerek nyomán az önálló szellemi teljesítmény és az eredetiség mint az akadémiai integritás két fundamentuma, gyökeresen új értelmezési térbe kerülnek, amelyben a hagyományos meghatározások már nem tarthatók fenn.⁴⁹ A generatív MI-eszközök lehetőséget teremtenek arra, hogy a felhasználók különböző tárgyi tudás vagy kutatási háttér nélkül teljes bekezdéseket, fejezeteket vagy akár egész dolgozatokat generáltassanak. Az így keletkező szöveg nem másolt⁵⁰, tehát hagyományos értelemben nem tekinthető plágiumnak.⁵¹ Ezt a jelenséget nevezi az irodalom láthatatlan plágiumnak vagy gépi eredetiségnek, amely új kihívásokat jelent a plágiumészlelés és az értékelés szempontjából. Ez nemcsak a hagyományos plágiumellenőrző rendszerek hatékonyságát kérdőjelezi meg, hanem újraértelmezi a szerzőség, az alkotás és az etikus felhasználás fogalmait is.⁵² A szerzőség kérdését illetően a jogi és etikai álláspont jelenleg egybehangzó, miszerint szerző kizárólag természetes személy lehet, aki nemcsak az alkotás jogait élvezi, hanem viseli annak teljes felelősségét is. Ennek következtében minden, az MI által generált tartalomért a felhasználó tartozik felelősséggel. A transzparencia, így különösen az MI-használat nyilvánossá tétele, a technikai részletek dokumentálása

48 Gyertyánfy Péter A hollywoodi takácsok és a szerzői jog. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle*, 2024/5., pp. 221–228. <https://www.szttnh.gov.hu/sites/default/files/files/kiadv/szkv/szemle-2024-5/15-gyertyanfy.pdf>

49 Jan Philip Wahle – Terry Ruas – Frederic Kirstein – Bela Gipp: How Large Language Models are Transforming Machine-Paraphrase Plagiarism. *Proceedings of the 2022 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 952–963. <https://aclanthology.org/2022.emnlp-main.62.pdf>

50 Yavar Bathaee: The Artificial Intelligence Black Box and the Failure of Intent and Causation. *Harvard Journal of Law & Technology*, 2018/2., pp. 889–938.

51 Ezt támasztja alá Mezei Péter szerzői jogász is, akinek álláspontja szerint a ChatGPT alkalmazása nem minősül plágiumnak, mivel a plágium definíciójának elengedhetetlen eleme egy másik természetes személy szellemi alkotásának jogosulatlan felhasználása vagy másolása. Ugyanakkor felhívja a figyelmet arra, hogy az MI-eszközök oktatási célú használata komoly következményekkel járhat a hallgatók számára. Mezei a szankcionálás helyett inkább egy párbeszédre alapuló megközelítést tartana indokoltnak, személyes konzultáció keretében megvitatva a felmerülő dilemmákat és következményeket. Tekintettel arra, hogy az MI egy viszonylag új technológia, amelynek határai és lehetőségei sokak számára még nem egyértelműek, fontosnak tartja a hallgatók tudatosítását a használat etikai és szakmai implikációjáról. Ezért ahelyett, hogy automatikusan elutasítaná az MI által generált szöveget, lehetőséget biztosítana a hallgatónak a dolgozat újraírására, ezáltal támogatva a tanulási folyamatot és az önálló, hiteles tudásépítést. In: Mike Nimród - Karsai Krisztina - Orbán Gábor - Bubelényi Alexandra: MI-asszisztencia és a jogi oktatás: ChatGPT alkalmazása a joghallgatók kritikai gondolkodásának fejlesztésében. *FORVM. Acta Juridica et Politica*, 2024/1., p. 169. https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/35324/1/Karsai_FORUM.pdf

52 Fajt Balázs – Kállai Balázs József: (Nem) gondolkodom, tehát ChatGPT-zek? Egyetemi hallgatók plágiummal és ChatGPT-val kapcsolatos véleményei. *Iskolakultúra*, 2024/12., pp. 75–96. <https://doi.org/10.14232/iskult.2024.12.75>

(promptok) és a gépi tartalom világos elkülönítése kulcsfontosságú az akadémiai integritás szempontjából. Az MI-vel készült szövegek stílusukban gyakran nehezen megkülönböztethetők az ember által írt munkáktól, így a plágiumdetektáló szoftverek is csak korlátozott hatékonysággal képesek kiszűrni az ilyen tartalmakat. Több eszköz is megjelent az MI által generált szöveg felismerésére (pl. GPTZero, DetectGPT), ezek megbízhatósága jelenleg nem kielégítő, különösen a rövid szövegrészek vagy nyelvileg stilizált tartalmak esetén adnak nem valós eredményt.⁵³ Ugyanakkor az MI nemcsak problémát jelent, hanem újfajta pedagógiai és kutatómódszertani lehetőségeket is kínál.⁵⁴ Ha a hallgatók tudatosan és etikusán használják ezeket a technológiákat, például ötleteléshez, kérdésformáláshoz, vázlatkészítéshez vagy források rendszerezéséhez, akkor az MI támogathatja a tanulási folyamatot, nem pedig kiváltja azt. Egyes nemzetközi irányelvek, mint például az ENAI⁵⁵ 2023-as ajánlása már nem tiltással, hanem transzparens használattal kívánják szabályozni az MI alkalmazását. Ennek alapelvei közé tartozik az átláthatóság, hiszen a hallgatónak fel kell tüntetnie, ha MI-t használt (pl. külön nyilatkozatban vagy lábjegyzetben); a felelősség, amely azt jelenti, hogy a végső tartalomért a szerző vállalja a felelősséget, függetlenül attól, milyen eszközöket vett igénybe; a kritikai kontroll alatt az MI által generált tartalmak validálását, forráskritikai ellenőrzést mint elvárt tevékenységet értjük. A generatív MI által előállított tartalmak kapcsán a szerzői jog két szempontból is problematikus. A nagy nyelvi modellek hatalmas mennyiségű szöveges adatot használnak fel, amelyek közül sok szerzői jogi védelem alatt áll. E szövegek engedély nélküli feldolgozása – különösen kereskedelmi célú rendszerek esetében – jogsértést eredményezhet.⁵⁶

Lehetséges oktatási válaszok a módszertani tudatosság és integritásnevelésen keresztül

A felsőoktatásnak leginkább technikai jellegű válaszai vannak a plágiumra, többek között ilyen a plágiumszűrő (pontosabban szövegegyezőséget vizsgáló) rendszerek bevezetése, dolgozatok szűrőpróbaszerű ellenőrzése, MI-detektorok tesztelése, használata. Ezek azonban önmagukban nem oldják meg az oktatási kihívásokat. Az MI-eszközök megjelenése új pedagógiai stratégiákat igényel, elsősorban a kutatómódszertani tudatosság erősítését.

53 David Gewirtz: I found 5 AI content detectors that can correctly identify AI text 100% of the time. *ZDNET*, 14/07/2025 <https://www.zdnet.com/article/i-found-5-ai-content-detectors-that-can-correctly-identify-ai-text-100-of-the-time/>

54 Sarah Elaine Eaton: Postplagiarism: transdisciplinary ethics and integrity in the age of artificial intelligence and neurotechnology. *International Journal for Educational Integrity*, 2023/ 23., pp. 1–10. <https://edintegrity.biomedcentral.com/articles/10.1007/s40979-023-00144-1>

55 <https://www.academicintegrity.eu/wp/>

56 Mezei Péter: Szöveg- és adatbányászat és generatív mesterséges intelligencia – az inputoldal szerzői jogi kihívásai. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle*, 2024/5., pp. 101–102. <https://www.sztnh.gov.hu/sites/default/files/files/kiadv/szkv/szemle-2024-5/07-mezei.pdf>

A problémafelismerés, a kérdésfeltevés, a forráskritika, az érvelési logika és a szövegalkotás továbbra is emberi kompetenciák, amelyek fejlesztése elengedhetetlen. Jelen tanulmány egy nemzetközi szakirodalmi modell alapján⁵⁷ hat szempont mentén közelíti meg a plágium fogalmát, annak érdekében, hogy árnyalt és átfogó értelmezési keretet biztosítson az egyetemi szabályzatok elemzéséhez. A modell, a plágium értelmezését hat egymással összefüggő dimenzió mentén vizsgálja: (1) a plágium tárgyát képezhetik akárcsak izolált nyelvi egységek, egyes szavak, kifejezések, mondatok, de nagyobb szövegrészek is; (2) az eltulajdonítást kifejező terminusok, például „elvenni”, „felhasználni”, „másolni”, „bemutatni”, „hamisan ábrázolni”, nemcsak nyelvi szinten, hanem jogi és etikai jelentéstartalommal is bírnak; (3) a plágium forrásainak spektruma túlmutat a hagyományos, nyomtatott és digitális szövegeken, magában foglalva akár audiovizuális anyagokat, online tartalmakat, kreatív alkotásokat és egyéb dokumentumokat is; (4) az elkövető személye tipikusan a hallgató, ugyanakkor számos szabályzat az oktatói és kutatói körre is kiterjeszti a felelősség körét; (5) a forrásmegjelölés elmulasztása különböző formákban jelenhet meg, melyek mind a hivatkozás adekvát módjára vonatkozó elvárásokkal állnak szemben; (6) végül a szándékosság kérdésköre, amely a plágium megítélésének egyik legösszetettebb és legvitatottabb eleme. A fentiekben felvázolt fogalmi keret mentén kerül sor az öt kiválasztott hazai felsőoktatási intézmény plágiumszabályzatának⁵⁸ összehasonlító elemzésére.

Szempont	SZTE	EKKE	SE EKK	SZFE	BCE
1. Mi minősül a plágium tárgyának?	Úgy használja fel mások szellemi termékét, hogy nem ismeri el, nem jelöli meg annak eredeti forrását.	Más munkáját sajátjaként tünteti fel. Tartózkodás a tudományos hivatkozás szabályainak megsértésétől.	Más ötletnek, tudományos eredménynek, szövegeinek forrásmegjelölés nélkül, sajátként való feltüntetése.	Más szellemi termékét sajátjaként feltünteteti fel.	Más munkáját sajátjaként tünteti fel. Mások szerzői jogát tartsa tiszteltben.

57 Diane Pecorari: Good and original: Plagiarism and patchwriting in academic second-language writing. *Journal of Second Language Writing*, 2003/4., pp. 317–345. <https://doi.org/10.1016/j.jslw.2003.08.004>

58 A tanulmányban vizsgált öt felsőoktatási intézmény plágiumszabályzatának kiválasztását elsősorban az a szándék vezérelte, hogy különböző tudományterületeket reprezentáló egyetemek szabályozási gyakorlatát lehessen összevetni. Az amúgy is korlátozott számú, nyilvánosan elérhető intézményi szabályzatok közül a kiválasztás részben véletlenszerűen, részben reprezentativitási szempontok alapján történt. A cél az volt, hogy az összehasonlító elemzés során betekintést nyújtsunk abba, hogyan jelenik meg a plágium kérdésköre eltérő profilú egyetemeken, így humán, társadalomtudományi, orvostudományi és művészeti irányultságú intézmények dokumentumai kerültek vizsgálat alá.

Szempont	SZTE	EKKE	SE EKK	SZFE	BCE
2. Milyen szavakkal írja le az eltulajdonítást?	Más személy szellemi tulajdonával visszaél.	Átvett, szabálytalanul átvett, be/átemelés.	Átvétel, beadni, be/átemelés, felhasználás.	Átvett, eltulajdonítás, közreadás, közzététel.	Átvétel, szabálytalanul átvett, be/átemelés, beadni.
3. Milyen típusú forrásokat említ?	Szöveg, adat, ábra, illusztráció, MI-tartalom.	Szövegrészlet, ábra, táblázat, adat, programkód, vizuális, audiovizuális tartalom.	Szöveg, ábra, táblázat, adat, vizuális tartalom, audiovizuális tartalom, MI-tartalom.	Ötlet, vélemény, szöveg, ábra, grafika, kép, fénykép, statisztika, adat, képlet.	Ötlet, tudományos eredmény, szerzői mű, ábra, programkód, vizuális, audiovizuális tartalom
4. Ki követheti el?	Hallgató	Szerzők (egyetemmel jogviszonyban lévő polgárok).	Hallgató (a preambulumban egyetemi polgárokat említ)	Hallgató, Oktató (óraadó is), Kutató	Hallgató, Oktató (óraadó is), Kutató
5. Mi számít hivatkozási hibának?	Saját szellemi teljesítményeként tünteti fel másnak a művét.	Forrásmegjelölés, bibliográfiai adatok hiánya.	Forrásmegjelölés hiánya, névfeltüntetés jogának megsértése.	Forrásmegjelölés hiánya, névfeltüntetés jogának megsértése.	Forrásmegjelölés hiánya és névfeltüntetés jogának megsértése.
6. Szándék kérdése	Tudatosan és nem tudatosan is megvalósul.	Nem tér ki rá.	Tudatosan és nem tudatosan is megvalósul.	Nem tér ki rá.	Nem tér ki rá.

1. táblázat: Plágiumszabályzatok vizsgálata: hat szempontos összehasonlítás

A plágium tárgyának meghatározása mindegyik vizsgált intézmény esetében viszonylag tág értelmezést tükröz, mivel magában foglalja a szó szerinti idézeteket, a parafrázisokat, az adatátvételeket, valamint az egyéni gondolatok másoktól való átvételét is. Külön figyelmet érdemel az SZTE és az EKKE szabályzata, melyek kifejezetten nevesítik az MI által generált tartalmakat, azokat a plágiummal azonos elbírálás alá vonják, és ezzel kiterjesztik a plágiumfogalom érvényességi körét a legújabb tartalomgeneráló technológiákra is. A plágiumra vonatkozó fogalomhasználat a szabályzatokban visszafogott, szakmai nyelvezettel operál. A „lopás” vagy „csalás” kifejezések elkerülése következetesnek tűnik, helyette olyan terminusok fordulnak elő, mint az „átvétel”, „átfogalmazással történő beemelés” vagy „forrásmegjelölés hiánya”. A Corvinus, az SZFE és az EKKE dokumentumaiban ez a megközelítés jogi keretek közé van helyezve, míg például az SZTE vagy az SE EKK sza-

bályzatai inkább didaktikus, oktatási célú megfogalmazásokkal élnek. A hivatkozási hibák értelmezésénél a szabályzatok különbséget tesznek súlyos és kevésbé súlyos esetek között, valamint felsorolják, hogy mi nem minősül plágiumnak. A forrásanyagok típusa minden intézménynél széles spektrumot ölel fel, ideértve a szöveges dokumentumokat, az adatokat, ábrákat, táblázatokat, vizuális- és audiovizuális forrásokat is. A szándékosság kérdése vitatott, az SZTE és az SE EKK világosan kijelentik, hogy a plágium megállapításához nem szükséges a szándékosság bizonyítása, a jogsértés ténye elegendő. Ezzel szemben a többi intézmény nem foglal egyértelműen állást a szándék relevanciáját illetően, ami jogértelmezési bizonytalansághoz vezethet. Ez különösen fontos lehet abban az esetben, ha hallgatói fellebbezések vagy vitás ügyek merülnek fel. A hazai plágiumszabályzatokban egyre hangsúlyosabban jelenik meg a preventív szemlélet, mely nemcsak a szankciókra és az utólagos következményekre koncentrál. Kiemelt szerepet kap az oktatók és intézményi szereplők edukációs felelőssége a hallgatók tudatos felkészítésében a forráskezelést, a hivatkozási normák, valamint az etikus tudományos gyakorlatok elsajátítását illetően. Ebben a körben külön említést érdemel a könyvtári szakterület alakuló szerepe, hiszen az elmúlt évek során a könyvtárosok a hagyományos gyűjteménymenedzseri funkcióból fokozatosan a hallgatók és kutatók kritikai iránytűivé válnak. Olyan támogató szakemberekké, akik eligazítást nyújtanak a hiteles források világában, segítik a hivatkozási rendszerek értelmezését, a forráskritikai gondolkodás kialakítását, és általában véve hozzájárulnak az etikus információhasználat kultúrájának megerősítéséhez. Ez a komplex intézményi szemléletváltás arra utal, hogy a plágium kezelése nem kizárólag fegyelmi, hanem pedagógiai és intézményi kultúra szintjén is értelmezendő. A felsőoktatási intézményeknek éppen ezért olyan irányelveket és képzéseket kell kidolgozniuk, amelyek nem tiltják, hanem értően keretezik az MI-használatot a szakdolgozatírás, a tudományos publikáció és a kutatásmódszertani képzés területén. Összegzésként megállapítható, hogy az öt intézményi plágiumszabályzat azonos etikai alapelveket követ, amelyek középpontjában az eredetiség, a hitelesség és a tudományos integritás áll.

Befejezés

A plágium fogalmának történeti és technológiai kontextusban való vizsgálata rávilágít arra, hogy a szerzőség, eredetiség és tudományos integritás jelentése folyamatosan változik. Míg a múltban a közösségi tudásmegosztás és utánzás elfogadott volt, a modernitással az egyéni szellemi teljesítmény vált normává. A digitális korszak és különösen a mesterséges intelligencia térnyerése azonban új kihívások elé állítja a felsőoktatást, mivel elmosódnak a határok az önálló alkotás és algoritmikus szöveggenerálás között. A plágium intézményi kezelése ezért nem korlátozódhat pusztán technikai megoldásokra vagy szankciókra, hanem átfogó, integrált stratégiai megközelítést kíván. Ez magában foglalja a szabályozási környezet korszerűsítését, az MI-használat világos irányelvek mentén történő szabályo-

zását, valamint a kutatásmódszertani oktatás megerősítését. Az oktatási gyakorlatoknak lehetőséget kell biztosítaniuk az MI etikus alkalmazásának elsajátítására. Ebben a folyamatban kiemelt szerepet kaphatnak a támogató szolgáltatások, különösen a könyvtári és kutatótámogatási szakemberek, akik nemcsak információs forrást biztosítanak, hanem a tudományos integritás formálásának aktív szereplőivé is válnak. Az intézményi kultúra is változást igényel, ahol az etikai értékek pozitív megerősítése, például mentorprogramok vagy műhelymunkák révén az integritásnevelés szerves részévé válik. Összességében a plágium kérdésköre az MI korában új megközelítést kíván, amely a szabályozást, az oktatást és az etikai kultúrát egységes rendszerként kezeli. Csak egy ilyen holisztikus, értékalapú intézményi környezet képes fenntartható módon garantálni a hiteles, autonóm tudásépítést és a tudományos felelősség érvényesítését.

EGYÉNI TANULÁSI ÚTVONALAK KIALAKÍTÁSA A CANVAS KERETRENDSZERBEN

Gráf-Szabó Veronika

Eötvös Loránd Tudományegyetem,

Oktatási Igazgatóság

graf-szabo.veronika@oktig.elte.hu

Absztrakt

A digitális technológia gyökeresen átalakította a tanulás természetét és a tanulói elvárásokat, új kihívások elé állítva az oktatási rendszert. A tanulók egyre nagyobb mértékben önszabályozott, személyre szabható tanulási élményeket igényelnek, miközben a hagyományos tanulásközpontú modellek egyre kevésbé tudják követni ezt a változást. Kutatásunk az önszabályozó tanulás támogatásának lehetőségeit vizsgálja a felsőoktatási online tanulási környezetekben, különös tekintettel az LMS-rendszerek (Canvas, Moodle) kurzusdesignjára. Projektünk célja olyan módszertani és technológiai megoldások kidolgozása, amelyek elősegítik a differenciált, tanulóközpontú tanulási útvonalak kialakítását. A tanulás személyre szabhatóságát, az önálló, rugalmas tanulási formák megvalósíthatóságát a Canvas-rendszer differenciálási lehetőségein, valamint a Mastery Paths-funkción keresztül demonstráljuk gyakorlati példák által is szemléltetve.

Kulcsszavak: tanulási útvonalak, differenciálás, adaptív tanulás, személyre szabhatóság, LMS-rendszerek, módszertan, önálló tanulás, lifelong learning

Abstract

Creating Personalized Learning Paths in the Canvas Framework

Digital technology has fundamentally transformed the nature of learning and student expectations, posing new challenges for educational systems. Learners increasingly demand self-regulated and personalized learning experiences, while traditional instruction-centered models struggle to keep pace with these shifts. Our research explores ways to support self-regulated learning within higher education online environments, focusing on course design in LMS platforms (Canvas, Moodle). Our project aims to develop methodological and technological solutions that enable differentiated, learner-centered learning paths. We demonstrate the potential of personalized learning and the feasibility of independent, flexible learning formats through Canvas's differentiation features and the Mastery Paths feature, illustrated with practical examples.

Keywords: learning pathways, differentiation, adaptive learning, personalization, LMS systems, methodology, self-directed learning, lifelong learning

A technológia alapvetően átrendezte az életünket, megreformálta hogyan kommunikálunk és hogyan tanulunk, ami azt is jelenti, hogy a régi tanulási elméletek már nem feltétlenül tükrözik a digitális kor társadalmi környezetét (Siemens, 2004). A felnövő generációk csoportja új kihívást jelent az oktatók számára, akiknek ügyelniük kell arra, hogy a fiatalabb generáció technikailag könnyen elmaradottá teheti őket (Anderson, 2008). Ez az új tanulói generáció könnyebben tanul és dolgozik csapatban, célorientált, jól érzi magát vizuálisan gazdag környezetben, igényli az interaktivitást, és inkább cselekvésen keresztül tanul, mintsem elmélkedés útján (Oblinger & Oblinger, 2005). Rendkívül jártas a technológiában, hozzászokott a multitaskinghoz és elvárja, hogy ő irányítsa, mit, mikor és hogyan tanul (Tapscott, 1998).

Már a század elején felismerték, hogy az új, felnövekvő generáció tudáselsajátítási és -feldolgozási módja, valamint tanulási környezete is megváltozott: előtérbe került a digitális eszközhasználat és az online tanulási tér, a hagyományos, személyes oktatásra jellemző passzív, befogadó tanulási mód helyett pedig megkezdődött az aktív, önszabályozó részvételre (SRL – *self-regulated learning*) való áttérés (Andreson, 2008). Ezt a hatást még inkább erősítette a COVID-19 világjárvány idején bevezetett vészhelyzeti távoktatás, amely sok egyetemi oktató számára szükségessé tette, hogy megismerkedjen az intézménye online tanulásmenedzsment-rendszerével (LMS) és beépítse oktatási gyakorlatába (Faza, 2025).

Az LMS röviden így határozható meg: “a web-based software application that is designed to handle learning content, student interaction, assessment tools and reports of learning progress and student activities” (Kasim & Khalid, 2016, p. 55), vagyis egy olyan webalapú rendszer, amely a tananyagkezelést, a hallgatói interakciókat, az értékelési eszközöket és a tanulási folyamat követését is támogatja, és ezáltal a tantermi tanulási környezetet az online térben is képes megvalósítani.

Az LMS egyaránt támogatja a szinkron, aszinkron és hibrid kurzusmegjelenítési formákat (Sulun, 2018), valamint lehetővé teszi a hallgató–oktató, illetve a hallgató–hallgató közötti kommunikációt is (pl. fórum, csoportos feladatok). Az online tanulási környezet megköveteli az önálló, önszabályozott tanulást (Ally, 2004; Papp-Danka, 2014), hiszen ebben a környezetben a tanulás kevésbé strukturált, a tanuló kevesebb segítséget és támogatást kap az anyag feldolgozásához, ezért a hagyományos tanulási környezethez képest nagyobb szükség van arra, hogy saját tanulását önállóan, önmaga szervezze (Faragó, 2015). Az irányítás olyan dimenziókban, mint az idő, a tér, a tempó és a médiumválasztás, mind a tanuló felé tolódik (Paulsen, 1993). Felértékelődik a személyes kezdeményezőkézség, a kitartás és az alkalmazkodóképesség (Zimmerman, 2002). Ezek mind olyan tulajdonságok, készségek, melyek a lifelong learning koncepcióját támogatják, vagyis az állandóan változó környezethez, a modern világhoz való adaptálódást, ahol a tudás exponenciálisan nő, de élettartama számos területen csak hónapokban mérhető. A tudásnak ez a folyamatos változása elvárja a tanulóktól, hogy megtanulják, hogyan kell tanulni és értékelni az új információkat (Anderson, 2008).

A hangsúlyeltolódást a digitális tananyagoknak is ki kell szolgálniuk: rugalmasnak, fenntarthatónak kell lenniük, hogy különböző tanulók és eltérő tanulási környezetek számára is át lehessen alakítani, valamint, hogy képesek legyenek alkalmazkodni a különféle tanulási kultúrákhoz, stílusokhoz és motivációkhoz. (Anderson, 2008). Előtérbe kell helyezni a tanulóközpontú tervezést, vagyis azt, hogy a tanulók aktívan, önszabályozó módon, belső motivációval, felelősségteljesen építsék fel saját tudásukat. A tanár ebben a környezetben pedig a facilitátor szerepet kapja, aki támogatja, ösztönzi és irányítja a diákok tanulását (Anderson, 2008).

Ezeket a változásokat figyelembe véve kezdtük el vizsgálni azt, hogy miként támogatható az önszabályozó tanulás és valósítható meg a személyre szabhatóság az egyetemi online tanulási térben, vagyis az LMS-rendszerek kurzusaiban. Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen 2018 óta két, saját üzemeltetésű (self-hostolt) LMS-rendszer támogatja párhuzamosan az oktatást (Moodle és Canvas). A rendszerek közti átjárhatóság projektünkben is okoz nehézséget, hiszen fejlesztéseinkben nem utolsó szempont az univerzalitás és a fenntarthatóság.

A projekt keretei

2024 májusában a Digitális Kompetencia Központ (röviden: DOKK) által támogatott Nyelvhasználat Felsőfokon ernyőprojekt keretében kezdtük el kutatói-fejlesztői munkánkat. Az ernyőprojekt célja az oktatók és hallgatók szakmai nyelvi készségeinek fejlesztése. Projektünk a fejlesztésnek azt a részét vállalta, mely az LMS-rendszerekhez kapcsolódik, vagyis, hogy módszertanilag, pedagógiailag, valamint kurzusdesign szempontból olyan kurzusok felépítésében segít, mely támogatja az önálló tanulást, a differenciálást, valamint a felelősségvállalást és döntéshozatalt a saját tanulási folyamatban.

Mintakurzusainkat a Canvas Instructure¹ globális tanulási felületén hoztuk létre, a *Canvas Free-for-Teacher* verzióban, amely az LMS-rendszer alapvető funkcióit és szolgáltatásait kínálja², de a fenntarthatóság szempontjából törekszünk a platformfüggetlen kurzustervezésre.

Differenciálási lehetőségek a Canvas keretrendszerben

Jelenleg Egyetemünk a Canvas ingyenes verzióját használja, melyben a következő lehetőségek állnak rendelkezésre differenciálás szempontjából. Természetesen vannak hasonlóságok a Moodle rendszerrel, így az ilyen funkciókkal fejlesztett tananyagok a Moodle-re is érvényesek:

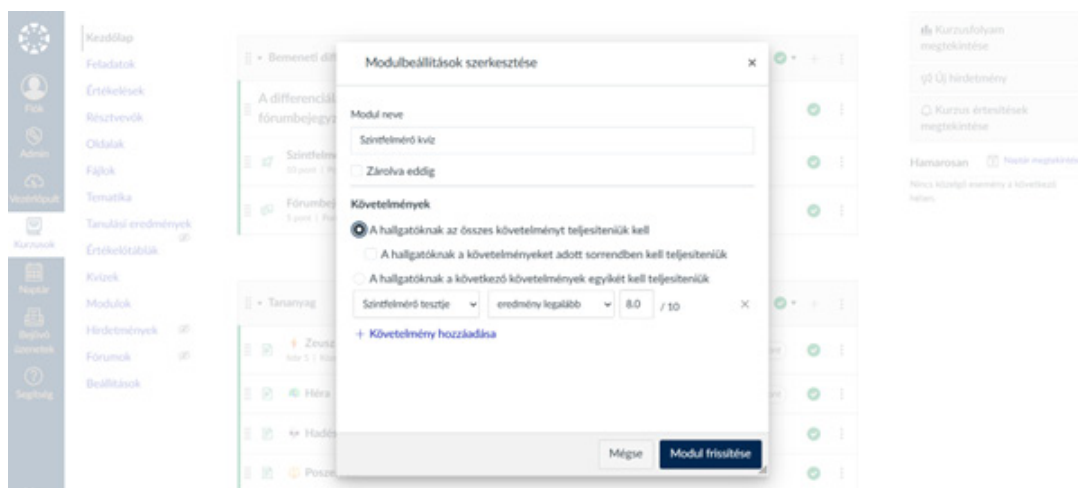
¹ <https://canvas.instructure.com/>

² A felület használata regisztrációhoz kötött, de ingyenes. Ugyanakkor a funkciók elérhetősége korlátozottabb, mint a fizetős intézményi verziókban.

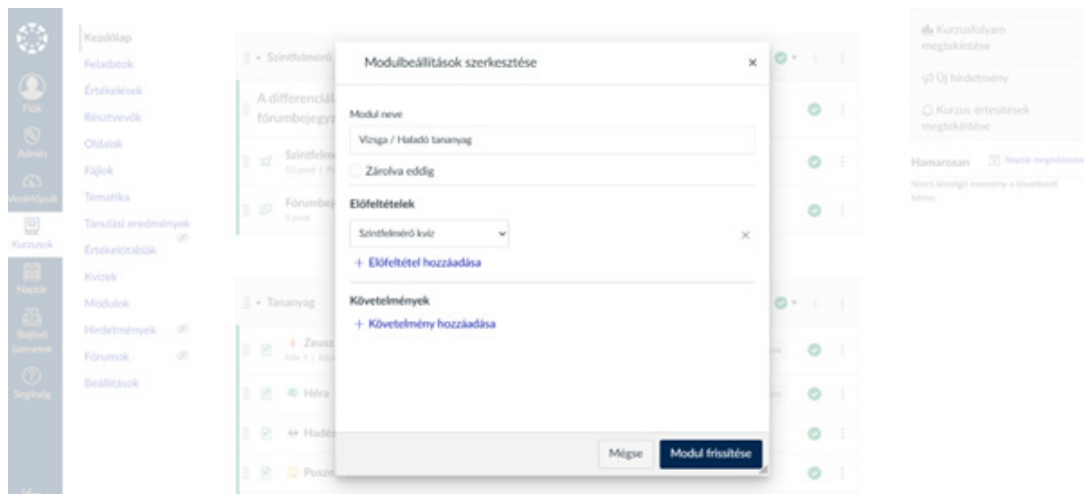
1. Előfeltételek, követelmények;
2. Különböző határidők elérhetőségi dátumok;
3. Manuális hozzárendelés;
4. Kvíz beállítási lehetőségek;
 - Hozzáférési kód, jelszó;
 - Extra próbálkozás és/vagy kitöltési idő megadása.

Előfeltételek és követelmények beállításával már készíthetünk egyszerűbb tanulási útvonalakat a diákok számára. Ügyelnünk kell, hogy ezek a beállítások modul szinten működnek, így a célzott tartalmakat aszerint kell csoportosítani, hogy kiknek szeretnénk láthatóvá tenni. A következőkben három egyszerűbb tanulási útvonalat mutatok be, mely előfeltételek, követelmények beállításával készült:

1. Készíthetünk a kurzusunk elejére egy szintfelmérő kvízt, vagy feladatot tartalmazó modult, melyhez viszonyítva meghatározhatjuk, hogy a teszten/feladaton elért eredmény alapján látható-e a következő modul. Ezt a beállítást az első modulban követelményként, a rákövetkezőben pedig előfeltételként kell megszerkesztenünk.



1. ábra. Szintfelmérő teszt beállítása követelményként, minimum pontszám meghatározásával



2. ábra. Következő modulban a Szintfelmérő teszt előfeltételként való beállítása.

Ezt a fajta szerkesztést használhatjuk például „beugrós” vizsgáztatás esetén, ahol a vizsga eléréséhez egy meghatározott minimum pontszámmal kell teljesíteni a beugró tesztjét, de használhatjuk „haladó tananyagok” hozzáférhetőségéhez is, amihez azok kapnak megtekintési jogosultságot, akik egy bizonyos pontszámot elértek a Szintfelmérő teszten.

2. A kurzus bármely pontján elhelyezhetünk olyan teszteket, melyek meghatározott minimum pontszámossal teljesítése kötelező. A tesztek különlegessége, hogy többször kitölthetők, a továbbhaladásnál a legmagasabb elért pontszám számít. A tesztek célja a gyakorlás, a felzárkóztatás, a tanultak rögzítése. A kurzus közepén elhelyezkedő elem, nemcsak teszt lehet, de lehet akár egy feladat is, amelyekben például a továbbiakhoz fontos tevékenységet kell elvégezni (pl. szakirodalomgyűjtés). Ebben az esetben is addig kell megismételni a feladat beadását, ameddig a megfelelő pontszámot el nem éri a tanuló.

Kvíz típusa Gyakorlókvíz

Beállítások

☒ Válaszok összekeverése

☐ Időkorlát perc

☒ Többszöri próbálkozás engedélyezése

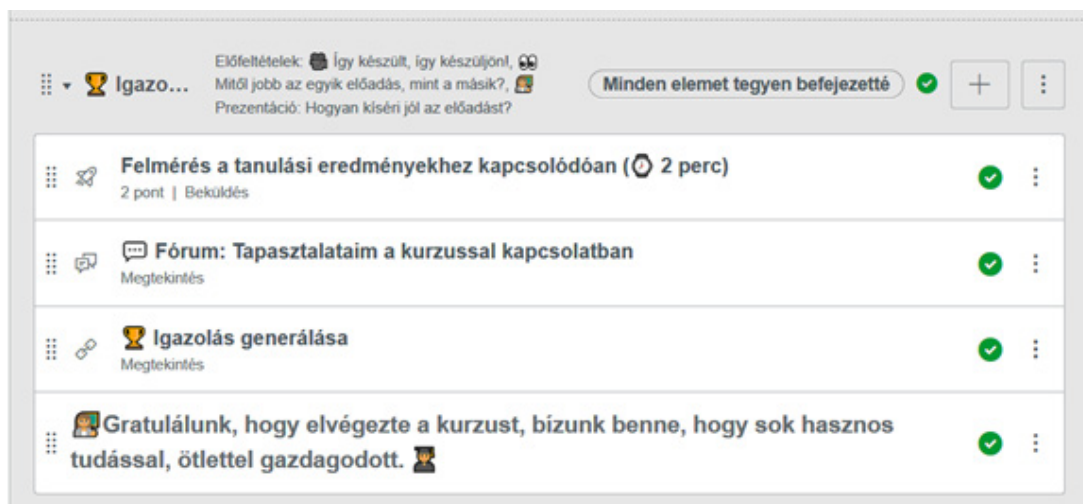
A megtartani kívánt kvízeredmény Legmagas:

☐ Próbálkozás engedélyezése --

3. ábra: Gyakorlókvíz beállítása a Canvas szerkesztő felületén

Ezzel a fajta tervezéssel megtörhetjük a kurzusok linearitását, rövidebb egységekre tagolhatjuk a kurzus anyagát, rész-előfeltételeket szabhatunk meg az év végi teljesítéshez.

3. Nemcsak a kurzus elejére, de a végére is készíthetünk olyan modult, melynek előfeltétele a korábbi modulokban a tevékenységek elvégzése (pl. elemek elolvasása, tesztek/kvízek bizonyos pontszámmal való teljesítése, fórumbejegyzés írása stb.), ebben az utolsó modulban szerepelhet az év végi vizsga feladatsora, de akár egy önjáró képzés esetében a kurzusteljesítését igazoló oklevél is.



4. ábra. Önjáró kurzus végén az utolsó modul, mely a letölthető igazolást tartalmazza, csak az előfeltételek teljesítése esetén nyílik meg

A Canvas Mastery Paths funkciója

A Mastery Paths a Canvas LMS-rendszer funkciója, amely lehetővé teszi az oktatók számára, hogy a teljesítmény alapján differenciált tanulási élményeket, személyre szabott tanulási útvonalakat hozzanak létre, amelyeken a hallgatók végighaladhatnak. Ahelyett, hogy minden diák ugyanazt a tananyagot kapná, a Mastery Paths lehetővé teszi, hogy a diákok a tudásuk szintjétől függően különböző tanulási utakon haladjanak. Ez azt jelenti, hogy a haladóbb diákok több/nagyobb kihívást jelentő anyagot kaphatnak, míg azok, akiknek segítségre van szükségük, további támogatást és gyakorlást.

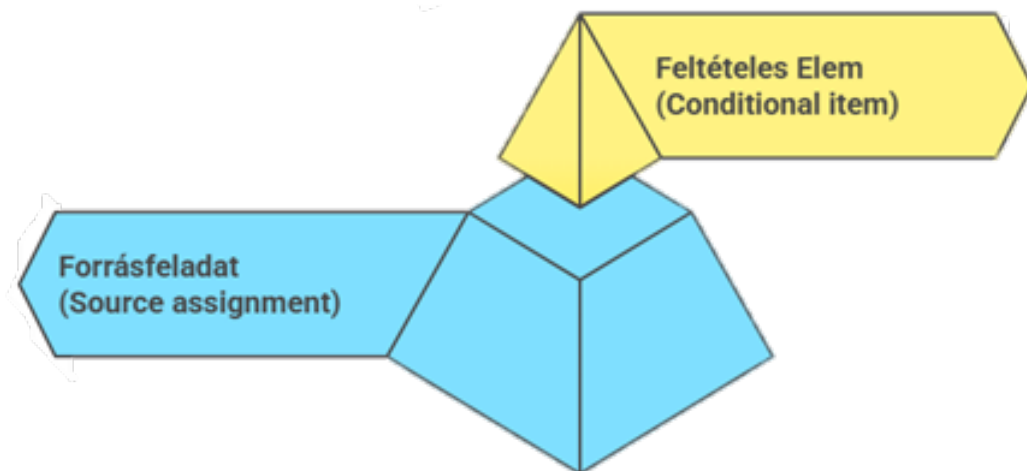
A „Mastery Paths” útvonalak alapját a hallgatók feladatokon elért eredménye képezi. Ha a megfelelő előfeltételek (meghatározott pontszámok) teljesülnek, akkor automatikusan megjelennek a következő elemek, tananyagok a kurzusban. A tanulási folyamat azáltal válik személyre szabottá, hogy a hallgatók csak bizonyos tartalmakkal lépnek interakcióba, attól függően, hogy mennyire sajátították el az adott anyagot.

A kurzuson belül létrehozott elágazások alkalmazása módszertani, kurzusszervezési lehetőségek szélesebb palettáját kínálja.



5. ábra: A Mastery Paths funkció előnyei

A Mastery Paths funkciót a Canvas fizetős verziója tartalmazza, de a Canvas Instructure³ Canvas Free-for-Teacher verziójában ez is ingyenesen használható⁴. Ez egy beépített funkció, mely a Beállítások menüponton keresztül aktiválható, majd a kijelölt forrásfeladatoknál szerkeszthető.



6. ábra. A Mastery Paths építőkövei: forrásfeladat és feltételes elem

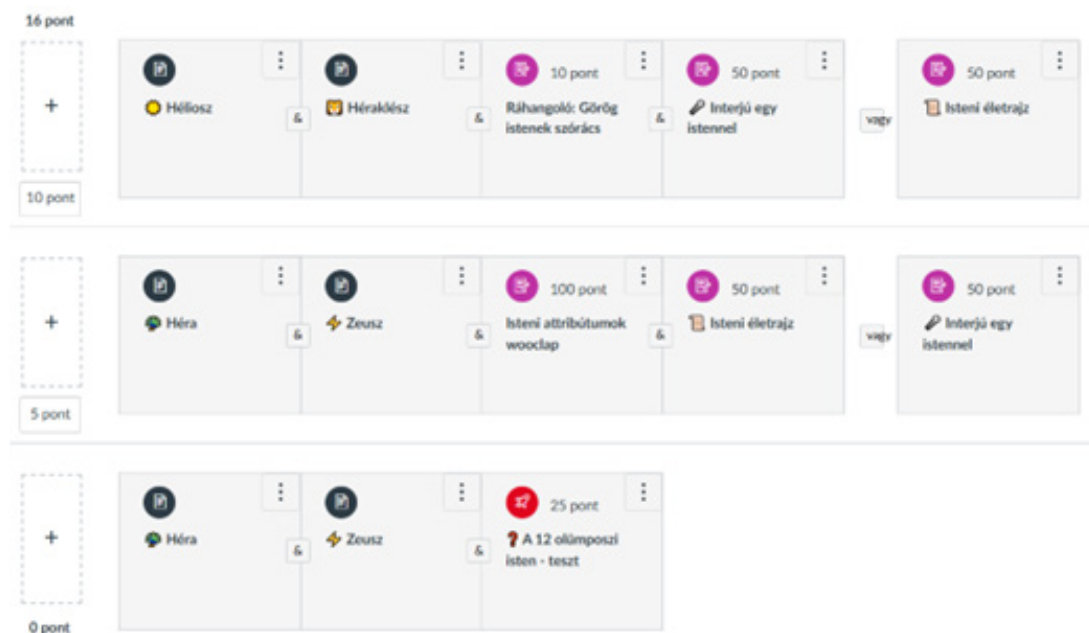
³ <https://canvas.instructure.com/>

⁴ A felület ingyenes, de használata regisztrációhoz kötött.

A Mastery Paths ösvények beállítása egy **forrásfeladattal (Source assignment)** kezdődik, amelyet minden diáknak el kell végeznie. A forrásfeladat eredményei alapján a hallgatókat különböző pontszám-tartományokba sorolhatjuk, ezek fogják a tanulási útvonalak alapját képezni. Forrásfeladat lehet bármilyen oktató által kijelölt osztályozható / értékelhető elem, vagyis lehet kvíz, feladat vagy fórum is az útvonalak alapja.

A **feltételes elem (Conditional item)** az a tartalom, amely attól függően válik elérhetővé, hogyan teljesített a tanuló a forrásfeladat során. Egy útvonalon belül több feltételes elem is szerepelhet: ezek lehetnek tartalomoldalak, kvízek, feladatok, fórumok; ugyanakkor fájlok, URL-címek, külső eszközök (Quizlet, Kahoot) is szerepelhetnek az ösvényeken, csak ehhez oldalba ágyazva kell azokat megjeleníteni.

Egy-egy forrásfeladathoz maximum három ösvény készíthető, melyekbe a feltételes elemek szabad sorrendben és/vagy kapcsolatokkal összefűzve helyezhetőek el. A vagy-vagy kapcsolatok által választási lehetőséget kínálhatunk a hallgatóknak az ösvények egyes pontjain.



7. ábra. A forrásfeladat szerkesztőfelülete, az útvonalak kialakítása előre meghatározott pontszámtartományokhoz kapcsolódik

Mire használható a Mastery Paths?

A Mastery Paths alapvetően a differenciált tanítást-tanulást segíti elő, de a funkció segítségével különböző tanulásszervezési módokon alapuló személyre szabott tanulási útvonalat készíthetünk:

- A mintakurzusok készítése során azt tapasztaltuk, hogy már egy forrásfeladaton alapuló ösvényrendszer bonyolulttá teszi az átláthatóságot, a nyomonkövethetőséget, ezért mintakurzusainkat folyamatábraként is modelleztük a Microsoft Visio segítségével.



5 <https://www.instructure.com/events/2020/canvascon?wchannelid=nuemzoxgac&wmediaid=8ez061edwa>

A kutatás következő szakasza

A kutatási szakasz lezárultával most egy új, gyakorlati mérföldkőhöz érkezünk: a tartalmak kurzusokká formálása és a tanulási útvonalak kialakítása következik. Bízunk benne, hogy ezek az útvonalak nemcsak strukturált, logikus fejlődési lehetőséget biztosítanak a hallgatók számára, hanem hosszú távon is hasznos és alkalmazható elemei lesznek az egyetemi oktatásnak. Célunk, hogy a létrejövő tananyagok és képzési struktúrák fenntartható módon illeszkedjenek az intézményi működésbe, és valódi értéket képviseljenek a jövő oktatási kihívásai között is.

A tanulmány a 2022–1.1.1-KK-2022–00003 projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2022-1.1.1.-KK-2022 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Ally, M. (2004): Foundations of educational theory for online learning. In: Anderson, T. (szerk.): *The theory and practice of online learning*. Athabasca University Press, Edmonton, CA. pp. 3–31.
- Anderson, T. (szerk.) (2008): *The theory and practice of online learning*. Athabasca University Press. https://www.researchgate.net/publication/44833801_Theory_and_Practice_of_Online_Learning (2025.szeptember 2.)
- Faragó, B. (2015): Tanuláselmélet, tanulásmódszertan. In: Ollé, J., Kocsis, Á., Molnár, E., Szablik, H., Pápai, A., Faragó, B.: *Oktatástervezés, digitális tartalomfejlesztés*. Líceum Kiadó, Eger.
- Faza, A., Lestari, I. A. (2025): Self-Regulated Learning in the Digital Age: A Systematic Review of Strategies, Technologies, Benefits, and Challenges. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 26(2), 23–58. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v26i2.8119> (2025.szeptember 3.)
- Kasim, N. N. M., Khalid, F. (2016): Choosing the right learning management system (LMS) for the higher education institution context: a systematic review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(6). <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i06.5644> (2025. szeptember 3.)
- Oblinger, D., Oblinger, J. (2005): Is it age or IT: First steps towards understanding the Net Generation. In: Oblinger, D., Oblinger, J. (szerk.): *Educating the Net Generation*. EDUCAUSE, Washington, DC. https://www.researchgate.net/publication/228698646_Educating_the_Net_Generation (2025. szeptember 2.)
- Papp-Danka, A. (2014): *Az online tanulási környezettel támogatott oktatási formák tanulásmódszertanának vizsgálata*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Paulsen, M. (1993): The hexagon of cooperative freedom: A distance education theory attuned to computer conferencing. *DEOS*, 3(2).

- Siemens, G. (2004): Connectivism: A learning theory for the digital age. *Elearnspace*. https://jotamac.typepad.com/jotamacs_weblog/files/connectivism.pdf (2025. szeptember 2.)
- Sulun, C. (2018): The evolution and diffusion of learning management systems: The case of Canvas LMS. In: *Driving Educational Change: Innovations in Action*, p. 86. <https://kb.osu.edu/server/api/core/bitstreams/3f93f57a-0136-4e63-a8a4-d580aba4077f/content#page=92> (utolsó letöltés: 2025. szeptember 2.)
- Tapscott, D. (1998): *Growing up digital: The rise of the Net Generation*. New York: McGraw-Hill.
- Zimmerman, B. J. (2002): Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2 (2025. szeptember 2.)

Mastery Paths útmutatók:

<https://community.canvaslms.com/t5/Canvas-Basics-Guide/What-are-Mastery-Paths/ta-p/404483>
<https://www.instructure.com/resources/blog/quick-guide-creating-mastery-paths>

ZENE ÉS SZÖVEG DIGITÁLIS MUNKAKÖRNYEZETBEN JELRENDSZEREK HATÉKONY KONVERZIÓJA

Bolya Mátyás

Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem (Budapest)

Népzene Tanszék Népzenei Kutatócsoport

bolya.matyas@zeneakademia.hu

ORCID: [0000-0002-6145-663X](https://orcid.org/0000-0002-6145-663X)

Absztrakt

Bármely digitális munkafolyamat fontos előfeltétele a jó minőségű digitális alapanyag. E folyamatok tervezésénél az egyik legnagyobb kihívás ezen állományok gyors és hatékony létrehozása. Nagy adatbázisok és/vagy munkaigényes adatstruktúrák esetén stratégiai jelentőségű az alapadatok előállításának időtartama és ezzel összefüggésben a végtermék minősége. Az elmúlt években hatalmas fejlődés tapasztalható a digitális szövegek előállítása terén, főként a mesterséges intelligencia térnyerésével. Ezek a technológiák párhuzamba állíthatók egy sokkal szűkebb célcsoport igényeit kiszolgáló adattípussal, a digitális zenei adatok előállításának folyamatával. Hogyan kamatoztathatók a szöveges adatok előállításának tanulságai zenei adatok esetén? Vajon melyek a leggyorsabb beviteli módok? Hangfelismerés, kézírás, közvetlen kódolás? Van-e egyedül üdvöztető út e két jelrendszer hatékony digitális konverziójára? Milyen tényezőket kell figyelembe venni egy projekt-szemléletű digitális munkakörnyezet kialakítása során? Hogyan tervezhető többlépcsős gyártásfolyamat? Az előadás ezekre a kérdésekre keres választ projekteken szerzett gyakorlati tapasztalatok alapján, a piacon található célszoftverek és hardverek általános elemzésével kiegészítve.

Kulcsszavak: digitális munkakörnyezet, jelrendszerek konverziója, digitális alapanyag, zenei adatok előállítása, hangfelismerés, kézírás, kódolás, munkafolyamat tervezés

Abstract

Music and Text in a Digital Environment – Efficient Conversion of Code Systems

An important part of any digital workflow is good quality digital raw material. One of the biggest challenges in designing these processes is to create these files quickly and efficiently. In the case of large databases and/or labour-intensive data structures, the time required to produce the raw data, and therefore the quality of the final product, is of strategic importance. In recent years, there have been huge advances in the production of digital texts, mainly due to the rise of artificial intelligence. These technologies can be compared to the process of producing digital music data, a type of data that serves a much narrower target

group. How can the lessons learned from text data production be applied to music data? What are the fastest methods of input? Voice recognition, handwriting, direct encoding? Is there a single way to digitally convert these two code systems efficiently? What factors should be considered when designing a project-oriented digital workspace? How can a multi-stage production process be designed? The presentation will answer these questions based on practical experience in projects, complemented by a general analysis of the target software and hardware.

Keywords: digital environment, code systems conversion, digital raw material, music data production, voice-recognition, handwriting recognition, direct encoding, workflow design

1. Bevezetés¹

Bármely digitális munkafolyamat kulcsfontosságú előfeltétele a jó minőségű digitális alapanyag. Az ilyen állományok gyors és hatékony létrehozása jelenti az egyik legnagyobb kihívást ezen munkafolyamatok tervezése során. Különösen nagy adatbázisok és/vagy munkaigényes adatstruktúrák esetén stratégiai jelentőséggel bír az alapadatok előállításának időtartama és ezzel összefüggésben a végtermék minősége. Az elmúlt években hatalmas fejlődést tapasztalhattunk a digitális szövegek előállítása terén, főként a mesterséges intelligencia térnyerésével. Ezek a technológiák párhuzamba állíthatók egy sokkal szűkebb célcsoport igényeit kiszolgáló adattípussal: a digitális zenei adatok előállításának folyamatával.

Írásomban arra keresem a választ, hogy a zene és a szöveg hogyan viselkedik digitális munkakörnyezetben. Ez szorosan összefügg azzal a kérdéssel, hogy hogyan lehet hatékony a zenei és a szöveges jelrendszerek digitális konverziója. A cikk nem egy adott projekt bemutatása, inkább módszertani témák gyakorlati megközelítése. Ebből a szempontból egy kutatási melléktermékről van szó, hiszen gyakran látjuk intézmények éves terveiben, vezetői koncepciókban a következőket: „digitalizálás” vagy „digitális kompetenciák fejlesztése”. De mindez hogyan valósítható meg a gyakorlatban? A kiindulási kérdés az volt, hogy milyen gyors a szövegbevitel valós helyzetben, illetve valóban összehasonlítható-e a szövegbevitel a zenebevitellel. Melyek a leggyorsabb beviteli módok? Van-e egyedül üdvöztető út e két jelrendszer hatékony digitális konverziójára? Milyen tényezőket kell figyelembe venni egy projektszemléletű digitális munkakörnyezet kialakítása során, és hogyan tervezhető egy többlépcsős gyártási folyamat?

¹ A cikk a Győrben megrendezett NETWORKSHOP 2025 országos informatikai konferencián 2025. május 15-én elhangzott előadás leírt és szerkesztett változata. Az előadáshoz tartozó prezentáció megtekinthető itt: https://docs.google.com/presentation/d/1DQhZsSiMc-glXlzsL-gXzezhWtPvkx_eMOOhPPaxg/edit?usp=sharing

Pontos szoftver- és hardvermegoldásokon keresztül mutatom be a legjobb megoldásokat, majd jutunk el az első hallásra talán meglepő végeredményhez. Az itt leírt tapasztalatok kulturális adatbázisok építése és terepmunkák során gyűltek össze, ahol mindig kulcsfontosságú szempont volt a gyors, azonnali és pontos adatbevitel. Fontos kiemelni, hogy elsősorban szövegek és zenei anyagok *real time* bevitelével foglalkozom, tehát az azonnali adatrögzítést vizsgálom. Nyomtatott vagy kéziratos anyagok szkennelése és feldolgozása egy utólagos digitalizálási folyamat, így nem tartozik szorosan a tárgyhoz.²

2. Jelrendszerek: szöveg vs. zene

Amikor a zenei és szöveges adatok digitális konverziójáról beszélünk, fontos megértenünk a két jelrendszer közötti alapvető különbségeket. Az egyik legfontosabb, hogy nem feltétlenül kell értenünk a szöveg tartalmát ahhoz, hogy azt leírjuk. Akár hiányosan is le lehet jegyezni, de ettől még a leirat érvényes marad. A szöveges karakterfelismerés jellemzően nem lép túl a betűk és szavak azonosításán, tehát egy alapvonalhoz igazodó, egydimenziós információolvasásról van szó.

Ezzel szemben a zene csak kontextusban értelmezhető. Ez a különbség alapvetően befolyásolja a digitális kódolás megközelítését. Amikor egy zenét lejegyzünk, valójában értelmezzük azt, figyelembe véve az ütemvonalakat, előjegyzéseket és egyéb zenei konvenciókat, és ezt az értelmezést nem lehet szétválasztani a lejegyzés folyamatától. A zeneírásnak tehát speciális nyelvtana van, amely nélkül lehetetlen a dekódolás.³ Van még egy jellegzetesség: a kotta lényegében egy hangmagasság-idő függvény képi ábrázolása. Azonban a hangértéket kifejező szimbólumok grafikai elhelyezése nem arányos a hangértékkel. A gyakorlati ábrázolás tehát eltér a matematikai szabályoktól az olvashatóság érdekében.

Fontos továbbá megérteni és megtanulni a különböző beviteli eszközök sajátos nyelvét, amely eltérhet a megszokott gyakorlattól. Ez azt jelenti, hogy alkalmazkodnunk kell ahhoz, ahogyan a szoftver vagy hardver értelmezi a bemenetet. Például a kézírásnál el kell hagyunk bizonyos megszokott jegyzetelési módszereket, vagy beszédfelismerés esetén didaktikusabban és lassabban kell beszélnünk. Ez az alkalmazkodás mindkét jelrendszer esetében elengedhetetlen a hatékony és pontos adatbevitelhez.

2 Ennek ellenére az előadáson – a szövegbeviteli jó gyakorlatok o. pontjaként – elhangzott, hogy terepmunka során, ahol a gyors adatgyűjtés kulcsfontosságú, és az információhordozó (például egy könyv vagy kézirat) nem vihető el, a gyors szkennelés stratégiai jelentőségű lehet. Ilyenkor nem a szkennelés minősége a valódi választás, hanem hogy egyáltalán megvalósul-e az adatgyűjtés. Ilyen helyzetben egy lézeres könyvszkennер (pl. Czur ET16 pro) rendkívül hatékony, akár 600 oldal/óra teljesítményre is képes, egy fázisban és gyorsan készít szövegfelismert PDF-et, bár nem archivális minőségben. CZUR ET Smart Book Scanner <https://www.czur.com/product/ETscanner>.

3 Bolya Mátyás: *Kéziratos dallamjegyzések feldolgozása MI-vel támogatott digitális környezetben* In: Tick, József; Kokas, Károly; Holl, András (szerk.) Valós térben - az online térért : Networkshop 31. országos konferencia. 2022. április 20–22. Debreceni Egyetem. Budapest, Magyarország : Hungarnet, MTA Könyvtár és Információs Központ (2022) 364 p. pp. 310–323. 315. https://real.mtak.hu/155525/1/40_NWS_2022_Bolya.pdf

3. Szövegbeviteli módok

3.1. Közvetlen kódolás

A közvetlen kódolást a közbeszédben egyszerűen gépelésnek vagy vakírásnak hívják. Utóbbi elnevezés arra utal, hogy gépelés közben nem kell állandóan nézni a billentyűzetet vagy a monitort, amely csökkenti a szem fáradását és növeli a hatékonyságot. Különösen hasznos, ha egy harmadik forrásról, például egy könyvből kell adatot bevenni. Más módszerekkel összehasonlítva a legkevesebb utómunkát igényli. Hátránya, hogy megköveteli a tízujjas gépelés elsajátítását, amely néhány hetes tanulási folyamat. A rutinszerű beidegződés akár hónapokat is igénybe vehet, főleg akkor, ha az adatbevivő vissza-visszatér a korábbi, szakszerűtlen gépelésre. Léteznek az emberi kézre fejlesztett ergonomikus billentyűzetek a kényelmesebb gépelésért, azonban a tapasztalat szerint nem életszerű egy ilyen hardver folyamatos mozgatása. Az internet és a mobil eszközök elterjedésével a gépelési feladatok egyre inkább nem helyhez kötöttek.

A gépelési sebességet leggyakrabban szó/percben (Words Per Minute, WPM) mérik. A mérési protokoll szerint egy szó átlagosan öt billentyűleütésnek felel meg, beleértve a szóközöket és az írásjeleket is. A WPM kiszámításához a begépelte karakterek teljes számát elosztják öttel, majd a kapott értéket elosztják a gépeléssel töltött percek számával. A tízujjas gépeléssel elérhető sebesség nagyban függ a gyakorlástól és az egyéntől, de az átlagos felhasználók jellemzően 43 és 80 WPM közötti sebességgel dolgoznak. Egyes munkakörökhöz 80–95 WPM-re is szükséges lehet, míg a haladó gépelők akár 120 WPM feletti sebességet is elérhetnek. A közvetlen kódolás pontossága magas (90–100%). Itt nincs kompromisszum: valóban azt és úgy írjuk le, ahogyan szeretnénk.⁴

3.2. Kézírás felismerése

Egy digitális tollal készült kézírás felismerésének sebessége általában 10–20 szó/perc (WPM). Pontossága változó, több tényezőtől is függ, és alkalmazkodnunk kell az adott eszköz beviteli módszeréhez. Például a felsorolásokat, akár több szintes hierarchiában is jól felismeri, de bekeretezett tartalommal, nyilakkal és vonalakkal ábrázolt gondolattérképekkel, egyszerűbb infografikákkal általában nem tud mint kezdeni a célszoftver. Növeli a hatékonyságot, ha szépen írunk.⁵

4 Finn kutatók rendkívül érdekes mérést végeztek, összefüggést keresve a gépelési technika és a beviteli sebesség között. Anna Maria Feit, Daryl Weir, Antti Oulasvirta. 2016. *How We Type: Movement Strategies and Performance in Everyday Typing*. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '16). ACM, New York, NY, USA, 4262–4273. <https://userinterfaces.aalto.fi/how-we-type/>

5 A kézírás neurológiai hatásairól lásd: Marano, G., Kotzalidis, G. D., Lisci, F. M., Anesini, M. B., Rossi, S., Barbonetti, S., Cangini, A., Ronsisvalle, A., Artuso, L., Falsini, C., Caso, R., Mandracchia, G., Brisi, C., Traversi, G., Mazza, O., Pola, R., Sani, G., Mercuri, E. M., Gaetani, E., & Mazza, M. (2025). *The Neuroscience Behind Writing: Handwriting vs. Typing—Who Wins the Battle?* *Life*, 15(3), 345. <https://doi.org/10.3390/life15030345>

Az ilyen bevitelhez célszerű monokróm felületeket, e-ink eszközöket használni.⁶ Ezek számos előnnyel rendelkeznek: nem vonják el a figyelmet, hosszú üzemidőt biztosítanak, akár két hétig sem kell feltölteni terepmunka során. Egyre jobban imitálják a papírra írás érzését, és tárgyalási vagy gyűjtési szituációban más beszélgetési attitűdöt tesz lehetővé. A kapcsolatépítés szempontjából stratégiai jelentőséggel bír, ha nem bújunk egy laptop mögé. AI-vezérelt OCR-rel képes szöveges fájlt és kereshető PDF-et exportálni, interjú jegyzetknél akár 96%-os felismerési arányt is elért.

3.3. Mozdulatalapú érintőképernyős bevitel

Ez a módszer érintőképernyők esetén alkalmazott adatbeviteli technológia, amelyet a Swype Inc. fejlesztett ki 2009-ben. A felhasználó az ujját vagy tollát húzva írja le a szavakat, anélkül, hogy felemelné a képernyőről, és a szoftver hibajavító algoritmusok és egy nyelvi modell segítségével találja ki a beírt szót. A Swype három fő összetevőből áll: beviteli út elemző, szókereső motor adatbázissal, és testre szabható interfész. A Swype létrehozóinak becslése szerint a felhasználók akár több mint 50 szó/perc beviteli sebességet is elérhetnek, míg az átlagos sebesség 20–25 szó/perc (WPM). Az ötlet annyira zseniális és sikeres, hogy a Google is átvette.⁷

Aktív toll használatával a pontosság és a sebesség drámaian megnő. A dupla betűket például az adott betű satírozásával lehet beírni. Lehetővé teszi a gyors jegyzetelést telefonon is, amely sokszor feleslegessé teszi a tablet vagy laptop használatát. Általános szöveg esetén a prediktív mód hatékony, szakszövegek vagy irodalmi igényű szövegnél romlik a hatékonyság.⁸ Kis kitérő, de kevesen tudják, hogy a digitális rajztáblák és a toll kombinációja forradalmasíthatja a korábban egérrel végzett digitális munkát.⁹ Az egérrel ellentétben a toll pozíciója és a monitorfelület között kölcsönösen egyértelmű hozzárendelés van, ami precízebb és kényelmesebb munkát tesz lehetővé.¹⁰

6 Az előadáson bemutatott eszköz az Onyx BOOX Note Air volt <https://shop.boox.com/collections/all/products/notear2>.

7 Gboard <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.inputmethod.latin&hl=hu>

8 Kseniia Palin, Anna Maria Feit, Sunjun Kim, Per Ola Kristensson, and Antti Oulasvirta. 2019. *How do People Type on Mobile Devices? Observations from a Study with 37,000 Volunteers*. In Proceedings of ACM MobileHCI conference (MOBILEHCI'19). ACM, New York, NY, USA. https://userinterfaces.aalto.fi/typing37k/resources/Mobile_typing_study.pdf

9 Az előadáson javasolt eszköz a Wacom Intuos Pro S volt. <https://wacominfo.hu/wacom-rajztabla.php?rajztabla=wacom-intuos-pro>.

10 Prattichizzo, Domenico & Meli, Leonardo & Malvezzi, Monica. (2015). *Digital Handwriting with a Finger or a Stylus: A Biomechanical Comparison*. IEEE transactions on haptics. 8. 10.1109/TOH.2015.2434812. https://www.researchgate.net/publication/277413654_Digital_Handwriting_with_a_Finger_or_a_Stylus_A_Biomechanical_Comparison

3.4. Beszédfelismerés

Az átlagos beszédsebesség körülbelül 120–150 WPM. A promóciós anyagok előszeretettel hangoztatják, hogy ez a beviteli mód háromszor gyorsabb, mint a gépelés. A szükséges utómunkát is beleszámolva már nem olyan jó értékeket kapunk. A beviteli pontosság nagyon változó, az eredmény technika- és felvételi környezetfüggő, általában sok hibával dolgozik.¹¹ Meg kell tanulni az adott szoftver központosági módszerét, például be kell mondani, hogy „pont”, „soremelés”, „új bekezdés”. Viszonylag monoton és lassabb, nem természetes beszéd móddal fokozható a feldolgozás pontossága.¹²

A hangvezérlés a jövő eszköze, különösen a világ keleti régióiban, ahol hatalmas néptömegek első találkozása a digitális eszközökkel a mobiltelefon volt. Ekkora felvevő piac mellett teljesen józan üzleti magatartás, ha a fejlesztések ilyen irányban folynak tovább. Ebből a nézőpontból a digitális írásbeliség csupán egy konzervatív, európai hagyomány.

4. Kottabeviteli módok

4.1. Közvetlen kódolás

Kottairás esetén a közvetlen analóg kódolás digitális megfelelője a speciális kottagrafikai szoftverek használata. Ezekkel a programokkal a hangokat billentyűzetről vagy valamilyen MIDI-interfészről lehet bevinni. Ezzel a módszerrel igen magas pontosság (100%) érhető el. A kottagrafikai programokat elsősorban kész zenei gondolatok grafikai megfogalmazására találták ki, de az újabb kiadásokban egyre nagyobb teret kapnak a kreatív zeneszerzési funkciók is. Jelenleg a kottagrafikai szoftverek piacán jelentős változások zajlanak. A Finale, amely hosszú ideig piacvezető volt, bejelentette a fejlesztés leállítását. Ez is jelzi, hogy mennyire összetettek ezek a zene programok annak ellenére, hogy a jelrendszer kevesebb szimbólumból áll, mint az ábécé.

4.2. Kézírás felismerése

A kézírás felismerésére is léteznek megoldások a kottairásban, ilyen például a Staffpad alkalmazás.¹³ Ez a szoftver teljesen új szemléletmódot hozott a piacra. Például felhőalapú és online megosztási lehetőségeket is kínál. Azonban itt is, akárcsak a szöveges kézírás esetén, meg kell tanulni úgy írni a kottát, hogy a program helyesen tudja értelmezni. Ezt követően a kézírás felismerésének pontossága magas lehet. Bár a bemutató videók látvá-

11 Pernarčić, Marko. *Testing the efficiency of voice recognition software in translation*. Master's thesis, 2019. <https://repozitorij.ffos.hr/islandora/object/ffos:4933>

12 Az előadáson elhangzott a magyar nyelvre optimalizált kiváló szoftver, az Alrite, amely 98%-os hatékonysággal dolgozik, felismeri a beszélőket és jól tagolja a szöveget <https://alrite.io/ai/>.

13 A StaffPad egy díjnyertes alkalmazás, amelyet digitális tollra és érintőképernyőre terveztek, kifejezetten zeneszerzőknek <https://www.staffpad.net>.

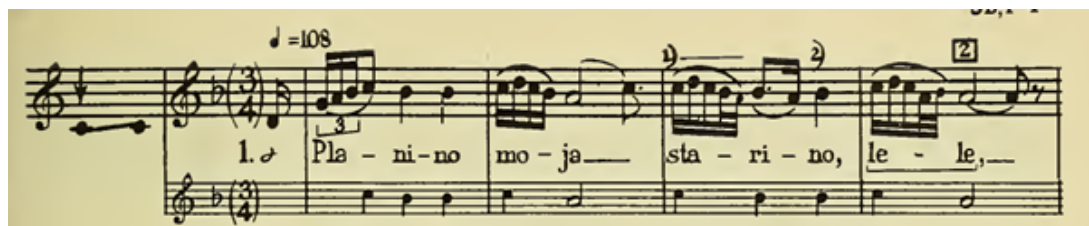
nyosak, mégis vannak hiányosságai az alkalmazásnak, különösen a népzében gyakran előforduló nem szabványos előjegyzéseknél.

4.3. Hangvezérelt bevitel

Kottabevitel hangvezérléssel is lehetséges, valamilyen MIDI-jel előállítására alkalmassá tett hagyományos hangszerrel, egyszerű MIDI hangszerrel, vagy akár elénekléssel. Ehhez azonban ismét speciális szabályokat kell követni. Előzetesen meg kell adni az ütemmutatót és a hangnemet, majd egy hallható tempójelzés segítségével nagyon didaktikusan és egyszerűen kell előadni a zenét ahhoz, hogy a végeredmény használható legyen. Fontos tehát, hogy tempójelre kell játszani, és a teljes zenei folyamatot ütemekre kell osztani, azaz értelmezni kell a zenét. Emiatt a hangvezérelt kottabevitel pontossága változó.

5. Esettanulmány: egy népzenei lejegyzés digitalizálása

A népzenei lejegyzések digitalizálása rendkívül összetett feladat, amely a szoftverekkel szemben komoly kihívásokat támaszt. A komplexitás oka a népzenei anyagok sajátosságai-
iban rejlik. Például az alábbi, 1951-ben megjelent Bartók-féle lejegyzés olyan elemeket tartalmaz, mint a változó ütemmutató, változó tempó, nem szabványos előjegyzés, valamint a Tonus finalis, vagyis a fizikai záróhang, továbbá speciális karakterek.¹⁴ Ezeket a nem általános jelöléseket a modern kottagrafikai szoftverek általában nagyon nehezen kezelik.¹⁵



A cél a nyomdai és digitális kiadás volt. A tapasztalat szerint azonban ehhez a komplex feladathoz nem található gyors és hatékony megoldás egyetlen szoftverrel vagy beviteli móddal. A megoldás több szoftver és beviteli mód kombinálása volt. Ehhez egy szigorú műveleti sorrendet kellett felállítani és bevonni egy fejlesztői csapatot is. Az egyik leghatékonyabb adatbeviteli mód abból a felismerésből fakadt, hogy a bizonyos munkafázisokat sokkal gyorsabban el lehet végezni kézi kottairással. Ezt követően az eredményt egy közve-

¹⁴ Bartók Béla. *Serbo-Croatian Folk Songs*. Columbia University Press, New York, 1951. A hivatkozott kottapélda a 99. oldalon található.

¹⁵ Nem azért, mert erre nem lennének képesek a szoftverek, hanem azért, mert a felsorolt elemek egy viszonylag szűk réteg speciális igényei, amelyre piaci körülmények között nem érdemes külön funkciót fejleszteni. Ilyenkor maradnak az egyedi megoldások, szoftverhez kapcsolódó kiskapuk.

títo formátum segítségével¹⁶ importáltuk egy hagyományos kottagrafikai programba, ahol a lejegyzés elnyerte végső digitális formáját. Ez rávilágít arra, hogy a tervezés folyamán érdemes többlépcsős gyártásfolyamatban gondolkodni.

6. Összefoglalás

Hasonlítsuk össze az eddig tárgyalt beviteli módokat sebesség és pontosság szempontjából.

<i>sebesség</i>	kódolás	kézírás	hangvezérlés
szöveg	43–80 WPM	10–20 WPM	120–150 WPM
kotta	n/r	n/r	n/r

<i>pontosság</i>	kódolás	kézírás	hangvezérlés
szöveg	magas (90–100%)	változó, felhasználói alkalmazkodást igényel	változó, felhasználói alkalmazkodást igényel
kotta	magas (100%)	változó, felhasználói alkalmazkodást igényel	változó, felhasználói alkalmazkodást igényel

A különböző szövegbeviteli módok összehasonlításakor az derült ki, hogy a leggyorsabb és legpontosabb szövegbevitel a mai napig a tízujjas gépelés. Bármilyen meglepő, a hangfelismerés és a kézírás-felismerés által elért sebességelőnyöket a komoly utómunka-igény emészti fel, amely a hibaszázalék növekedését exponenciálisan követi. A megoldás a különböző technológiák feladat-specifikus kombinálása. A sikeres digitális munkakörnyezet kialakítása során figyelembe kell venni a hardver és szoftver adottságait, valamint a projekt célját, és gyakran többlépcsős gyártási folyamatra van szükség, ahol az egyes fázisok kombinálhatók.

Forrásjegyzék

Bartók Béla. *Serbo-Croatian Folk Songs*. Columbia University Press, New York, 1951.

Bolya Máttyás: *Kézíratos dallamlejegyzések feldolgozása MI-vel támogatott digitális környezetben*. In: Tick, József; Kokas, Károly; Holl, András (szerk.) *Valós térben – az online térért : Networkshop 31: országos konferencia*. 2022. április 20–22. Debreceni Egyetem. Budapest, Magyarország : Hungarnet, MTA Könyvtár és Információs Központ (2022) 364 p. pp. 310–323. 315. https://real.mtak.hu/155525/1/40_NWS_2022_Bolya.pdf

Anna Maria Feit, Daryl Weir, Antti Oulasvirta. 2016. *How We Type: Movement Strategies and Performance in Everyday Typing*. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI, '16)*. ACM, New York, NY, USA, 4262–4273. <https://userinterfaces.aalto.fi/how-we-type/>

Kseniia Palin, Anna Maria Feit, Sunjun Kim, Per Ola Kristensson, and Antti

¹⁶ Oulasvirta, 2019. *How do People Type on Mobile Devices? Observations from a Study with*

37,000 *Volunteers*. In Proceedings of ACM MobileHCI conference (MOBILEHCI'19). ACM, New York, NY, USA, https://userinterfaces.aalto.fi/typing37k/resources/Mobile_typing_study.pdf

Marano, G., Kotzalidis, G. D., Lisci, F. M., Anesini, M. B., Rossi, S., Barbonetti, S., Cangini, A., Ronsisvalle, A., Artuso, L., Falsini, C., Caso, R., Mandracchia, G., Brisi, C., Traversi, G., Mazza, O., Pola, R., Sani, G., Mercuri, E. M., Gaetani, E., & Mazza, M. (2025). *The Neuroscience Behind Writing: Handwriting vs. Typing—Who Wins the Battle?* *Life*, 15(3), 345. <https://doi.org/10.3390/life15030345>

Pernarčić, Marko. *Testing the efficiency of voice recognition software in translation*. Master's thesis, 2019. <https://repozitorij.ffos.hr/islandora/object/ffos:4933>

Prattichizzo, Domenico & Meli, Leonardo & Malvezzi, Monica. (2015). *Digital Handwriting with a Finger or a Stylus: A Biomechanical Comparison*. *IEEE transactions on haptics*. 8. 10.1109/TOH.2015.2434812. https://www.researchgate.net/publication/277413654_Digital_Handwriting_with_a_Finger_or_a_Stylus_A_Biomechanical_Comparison

WIKITEXT AZ ELTE DATA ADATBÁZISBAN – BETHLEN MIKLÓS KANCELLÁR LEVELEZÉSÉNEK SZEMANTIKUS FELDOLGOZÁSA

Vida Bence

ELTE BTK Digitális Bölcsészeti Tanszék

vida.bence@btk.elte.hu

Sebestyén Ádám

ELTE BTK Digitális Bölcsészeti Tanszék

sebestyen.adam@btk.elte.hu

Absztrakt

Tanulmányunk Bethlen Miklós kancellár (1642–1716) Jankovics József által közreadott hivatali és magánlevelezésének digitalizálási és szemantikus elemzési folyamatát mutatja be. Adatbázisunkat a Digitális Örökség Nemzeti Laboratóriumnak és az ELTE Digitális Bölcsészeti Tanszékének ELTEdata nevű szemantikus adattárában tettük közzé. A szemantikus adatbázisban minden levél egyedi adatlapot kapott, a levelek szövegét pedig wikitext formátumban adjuk közre. A levél szövegében kódolt entitások közé tartoznak a személynevek, a geolokáció, a bibliai locusok és azonosítható politikai események. A szemantikus adatszerkezet a Wikidata adatstruktúráját követi, a szemantikus állítások és entitások szintjén is össze van linkelve a Wikidata megfelelő állításaival egy külső azonosítón keresztül. A tételek ilyen módon tetszőleges névterekhez és repozitóriumokhoz kapcsolhatók. Bár a korpusz még kezdeti stádiumban van, a 100 levél és a bennük azonosított több száz entitás alkalmassá teszi arra, hogy SPARQL-lekérdezések segítségével keressük és rendszerezzük a feldolgozott adatokat – tanulmányunkban a levelek tematikus elemzését, geolokációk szerinti elemzését, valamint kapcsolati háló szerinti elemzését végeztük el.

Kulcsszavak: digitális bölcsészet, szemantikus web, történeti adatbázis, digitalizáció, SPARQL, ELTEdata

Abstract

Wikitext in the ELTEdata Database – Semantic Analysis of the Correspondence of Chancellor Miklós Bethlen

Our study presents the digitization and semantic analysis process of the private correspondence of Chancellor Miklós Bethlen (1642–1716) published by József Jankovics. We published our database in the semantic repository called ELTEdata, maintained by the National Laboratory for Digital Heritage and the Department of Digital Humanities at Eötvös Loránd University.

vös Loránd University. In the semantic database, each letter has been assigned a unique data sheet, and the text of the letters is published in wikitext format. Entities encoded in the text of the letters include personal names, geolocations, biblical loci, and identifiable political events. The semantic data structure follows the Wikidata data structure and is linked at the level of semantic statements and entities to the corresponding statements in Wikidata via an external identifier. In this way, items can be linked to arbitrary namespaces and repositories. Although the corpus is still in its early stages, the 100 letters and the hundreds of entities identified in them make it possible to search and organize the processed data using SPARQL queries. In our study, we performed a thematic analysis of the letters, an analysis based on geolocations, and an analysis based on the network of relationships.

Keywords: digital humanities, semantic web, historical database, digitisation, SPARQL, ELTEdata

Tanulmányunk tárgya Bethlen Miklós kancellár (1642–1716) hivatali és magánlevelezésének elemzése szemantikus adatbázis építésén és SPARQL-lekérdezések alkalmazásán keresztül. A vizsgált korpusz jelenleg 100 db. levelet tartalmaz. Az első levél 1680. április 16-án kelt, az utolsó 1693. július 23-án. Valamennyi levél az 1680 és 1690 közti évtizedben keletkezett, a pontos keltezés nélküli levelek esetében a szövegkiadásban megadott intervallumra hagyatkoztunk, mivel azok éves pontossággal szerepelnek a forráskiadásban.¹ A korpusz célja a Bethlen-levelezés tartalomelemzésének elvégzése, ezt megelőzően a levelek wikitext verzióinak elkészítése, valamint szemantikus adatgazdagítás a korpuszon entitásazonosítások formájában. A korpusz történeti kontextusának bemutatását követően rátérünk a levelek feldolgozásának módszertani kérdéseire, végül bemutatjuk elemzésünk első eredményeit, kitérve a kutatás további irányaira. A korpusz létrehozásának tágabb értelemben vett célja a teljes levelezés tartalomelemzés, amelynek elvégzésével válaszokat keresünk arra, miként működtette Bethlen Miklós egész Európára kiterjedő hírhálózatát, amely nemzetközi levelezőpartnereket foglal magában, és Bethlen pályakezdetétől haláláig értékes információ forrásként, valamint hírközlő csatornaként szolgált számára, értesüléseit felhasználta politikai stratégiájának megalkotásához, politikai üzeneteit pedig közvetítette partnerei számára a nemzetközi kéziratos és nyomtatott nyilvánosságban.²

1 A projekt részletes leírása megtalálható az ELTEdata honlapján: https://eltedata.elte-dh.hu/wiki/Bethlen_Mikl%C3%B3s_kancell%C3%A1r_levelez%C3%Agse Ugyanitt érhető el a feldolgozott levelek listája is. Utolsó elérés: 2025.07.01.

2 A kéziratos nyilvánosság jelenségével bővebben foglalkozik Tóth Zsombor: A kora újkori könyv antropológiája. Kéziratos irodalmi nyilvánosság Cserei Mihály (1667–1756) írás- és szöveghasználatában. Irodalomtörténeti Füzetek 178. szám. Szerk. Főrizs Gergely. Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Irodalomtudományi Intézet, Reciti, Budapest, 2017.

Bethlen Miklós apjának, Bethlen János kancellárnak (1613–1678) a hatására 1661 és 1664 között peregrináció keretében járta be Európát, egyetemi tanulmányokat folytatott, és diplomáciai küldetést is vállalt.³ Hazatérve az erdélyi–francia kapcsolatokat egyik közvetítőjévé vált. Politikai pályája az 1670-es évek elejéig ígéretesen ívelt felfelé, ám apja halála, valamint a családja számára bázist jelentő református székely elit csoport súlyának csökkenése nehéz helyzetbe hozta.⁴ 1676 és 1677 között Fogarasban raboskodott, miután a fejedelem elleni szervezkedéssel, Béldi Pál generális (1621–1679) mozgalmában való részvétellel vádolták meg. Szabadulása után fokozatosan tért vissza az erdélyi politikai életbe, ennek során igyekezett kihasználni a fejedelemség geopolitikai környezetében bekövetkező változásokat.

Az Erdélyi Fejedelemség 1685 után fokozatosan felszabadult az oszmán vazallusi státuszról, V. Károly lotaringiai herceg (1643–1690) vezetésével Habsburg csapatok 1687 őszére elfoglalták Erdély jelentős részét. A bevonuló csapatok vezetői, Antonio Caraffa (1642–1693), Friedrich Siegmund Scherffenberg (1644–1688), valamint később Jean-Louis Rabutin de Bussy (1642/3–1717) képviselték azt a kemény álláspontot Bécs felé, amelynek értelmében Erdélyt katonai igazgatás alá helyezték volna, tartósan kialakítva az Oszmán Birodalommal határos ütközőzónát. Elsődleges céljuk a Magyar Királyság magterületének biztosítása volt, valamint Erdély gazdasági rendszerének és nyersanyagainak végső kiaknázása, felhasználása a Habsburg utánpótlás biztosítására.

Apafi Mihály fejedelem (1632–1690) és az erdélyi nemesség több lehetséges utat is mérlegelt a konfliktuszóna kialakításának elkerülésére. A bizonytalan közigazgatási helyzet rendezésének egyik eszközeként a fejedelem tanácsa köré vizsgálóbizottságot, *deputatio*-t hoztak létre, amely a bevonuló császári csapatok kihágásait, az okozott károkat volt hivatott számba venni. Bethlen Miklós 1686-tól a *deputatio* tagjaként tevékeny részt vállalt az Erdély katonai megszállását előkészítő adóösszeírásban, amelynek a keretei közt bécsi hivatalnokok felbecsülték a fejedelemség gazdasági kapacitását, hogy kidolgozzák a bevonulás részletes feltételeit, valamint a tartós megszállás menetét.⁵ A korpuszunk részét képező levelek ennek a munkának fontos és hiteles forrásai, tartalmazzák az eljárá-

3 Az erdélyi peregrinációról bővebben ld. Tonk Sándor – Szabó Miklós: Erdélyiek egyetemjárása a középkor és a kora újkor folyamán. In: Régi és új peregrináció I–III. A III. Nemzetközi Hungarológiai Kongresszuson elhangzott előadások - Szeged, 1991. augusztus 12–16. Szerk.: Békési Imre, Jankovics József, Kósa László, Nyerges Judit, Péter László. Budapest-Szeged, Nemzetközi Magyar Filológiai Társaság – Scriptum Kft., 1993. 491–501. Sipos Gábor: „tanulásoknak okáért...” Bethlen Gábor világi elitképző programjáról. Korunk 24. évf. 3. szám (2013), 21–27.

4 Az időszak erdélyi székely elit csoportjainak felemelkedéséről, működéséről, valamint Bethlen változó helyzetéről ld. Balogh Judit: Bethlen Miklós kapcsolatrendszere a székely elitben. In: Horn Ildikó – Laczházi Gyula szerk.: Reformer vagy lázadó? Bethlen Miklós és kora. L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2020. 315–347.

5 Bővebben ld. Fazekas István: *A Magyar (Udvari) Kancellária és hivatalnokai 1527–1690 között*. Akadémiai doktori értekezés. Budapest, 2018.

sok menetét, a vallomások részleteit, a jelen lévő hivatalnokok és katonai előjárók véleményét, Bethlen saját helyzetértékelése mellett. Fontos forrásai nemcsak a deputatio tevékenységének, hanem Bethlen politikai szemléletének is – a leírtak politikai diskurzusban elhangzó érvrendszerek alapjait, programadó beszédek kereteit tartalmazzák.

Az itt tárgyalt korpusz alapjául Bethlen Miklós kancellár levelezésének Jankovics József-féle szövegkiadása szolgált.⁶ A levelek döntő többsége magyar nyelven íródott, a mintában tizenkét latin nyelvű levél található, valamint egy levél utóírata német nyelvű. Formalizált feldolgozásukat nehezíti, hogy írásmódjuk nem következetes, nem alkalmaznak interpunkciót, a kisbetű és nagybetű használat is esetleges. Ezeket az egyenetlenségeket igyekeztünk egyenesíteni a wikitext verzió elkészítésénél. A korpusz építésének első fázisában a leveleket a Jankovics-féle forráskiadásból véve digitalizáltuk, az OCR elvégzése után javítottuk az esetleges karakterfelismerési hibákat, és elkészítettük a levelek digitális másolatát. Ezt követően a levelek szövegén és a levelek szerkezeti felépítésén is módosításokat végeztünk a forráskiadáshoz képest, hogy a wikitext változat elkészítésére alkalmas normalizált szöveghez jussunk.⁷

A digitalizált forrásokat az ELTEdata felületén adtuk közre. Ily módon a szövegek nem XML-, hanem a Wikimédia saját, wikitext nevű formátumában lettek létrehozva. A levél szövegében kódolt entitások közé tartoznak a személynevek, a geolokáció, a bibliai locussok és az azonosítható politikai események. A kódolt entitások köre a későbbiekben szabadon bővíthető. Mivel a célunk a tesztanyaggal nem egy digitális szövegkiadás előkészítése volt, továbbá számos, az eredeti forrásszövegben sokszor csak közvetett módon, utalás formájában jelen lévő adatot akartunk leképezni (például a levelekben említett eseményeket, diplomáciai egyezményeket, politikai változásokat), használhatóbbnak bizonyult a wikitext formátum.⁸ Ennek segítségével lehetőség nyílik az annotációk megjelenítésére, entitásazonosítás révén a levelek politikatörténeti dimenzióira vonatkozó információk hozzáadására, és az adatbázisban rögzített adatok lekérdezésére, vizualizálására is. Jóllehet, mindezekre a TEI-XML is alkalmas, a kutatás jelen állásánál rugalmasabbnak,

6 A forráskiadás pontos adatai: Bethlen Miklós levelei (1657-1698) I., II. Összegyűjtötte, sajtó alá rendezte, a bevezető tanulmányt és a tárgyi jegyzeteket írta Jankovics József. A magyar nyelvi jegyzeteket írta Nényei Gáborné, fordította Kulcsár Péter. (Régi magyar prózai emlékek). Régi Magyar Prózai Emlékek sorozat, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987. A Régi Magyar Prózai Emlékek sorozatot az Akadémiai Kiadó alapította, 1968-tól 1993-ig jelentek meg a sorozat kötetei. Alapító szerkesztője Tolnai Gábor volt.

7 Az átíráshoz az alábbi forráskiadás átírási elveit vettük alapul: Enyedi György prédikációi I. (67–99. beszéd) 2. Kolozsvári Kódex, Marosvásárhelyi Kódex, Sárospataki Kódex, Conciones vetustissimae. Sajtó alá rendezte, az előszót és a jegyzeteket írta Lovas Borbála. MTA-ELTE HECE, Magyar Unitárius Egyház, Budapest, 2016. 23–29.

8 XML és wikitext különbségeiről, hátrányairól és előnyeiről lásd Fellegi Zsófia összefoglalóját az ELTEdata Tudásáramlás című gyűjteményének technikai háttéréről: Fellegi Zsófia, *Wikidata – ELTEdata – Wikimédia: A szövegkiadások technikai háttérre*, <https://eltdata.elte-dh.hu/wiki/WIKIDATA-ELTE-ELTE-WIKIMEDIA>

az adatszerkezet kialakításának a szempontjából könnyebben kezelhetőnek mutatkozott a wikitext formátum.

Rátérve a levelek szemantikus adatszerkezetének kódolására, minden levélhez készült egy adatlap és egy a levél szövegét tartalmazó aloldal, így több irányból is közelíthetünk a szemantikus adatstruktúrához. A wikitext verzió és a levél adatlapját is link kapcsolja össze, így a korpuszt használva az eredeti átirási módban közreadott misszilis anyag is elérhetővé, és a korpuszban szereplő levelek szövegével összevethetővé, összeolvashatóvá válik. Jelenleg a következő entitások vannak kódolva és kérdezhetőek le a szemantikus adatstruktúrában: geolokáció, dátumok, személynevek (címezett, feladó, a levél szövegében szereplő nevek), azonosítható politikatörténeti események, méltóságok, logisztika, kereskedelem. Mivel a korpuszt az ELTEdata felületén tároljuk, a szemantikus adatszerkezet a Wikidata adatstruktúráját követi, a szemantikus állítások és entitások szintjén is össze van linkelve a Wikidata megfelelő állításaival egy külső azonosítón keresztül. A tételek ilyen módon tetszőleges névterekhez és repozitóriumokhoz kapcsolhatók. Az adatstruktúra kialakítása az RDF-nyelvet követve, tulajdonság (property) – értékpárok (value) létrehozásával valósul meg. A teszt-korpusz adatbevitelét kézzel végeztük, de tervben van félautomatikus adatbevitel alkalmazása, miután az adatbevitel folyamatát sikeresen normalizáltuk.⁹

A digitalizált forrásszöveg közzététele mellett a levelek tartalmát szemantikusan kivonatolt adatlapokon képeztük le.¹⁰ Ez az adatlap az alapvető információkon túl (osztály, gyűjtemény, keltezéssel kapcsolatos adatok) feltünteti a levél nyelvét, az eredeti, nyomtatott forráskiadást, az onnan átvett sorszámot, a levél témáját, az említett személyeket, helyszíneket (értve ezalatt településeket és történelmi közigazgatási egységeket) továbbá a szóba kerülő fontosabb eseményeket is. A forrásszöveg entitásként való létrehozása lehetővé teszi, hogy a felhasználó a levelekből kivonatolt adatokon különféle lekérdezéseket futtasson, rendszerezze vagy vizualizálja a szemantikusan leképezett információt.

Az adatlapon létrehozott entitások nagy része a forrásszövegben is jelölve van, hasonlóan egy Wikipédia-oldalhoz, azzal a különbséggel, hogy itt nem lapok, hanem entitások vannak hozzáadva a szöveghez. Az entitásazonosítás sok esetben a lábjegyzeteket is kiváltja. Példának okáért, a korpusz leggyakrabban említett személyei, I. Lipót császár és Apafi Mihály erdélyi fejedelem, szinte soha nincsenek néven nevezve, többnyire csupán a rangjukra vonatkozó szavak jelölik őket, úgy mint *őfelsége, fejedelem, urunk őnagysága*

9 A félautomata adatbevitel lehetőségeiről ld. Sebestyén 2022, 180–181.

10 A jelenlegi projekt egyik újdonsága, hogy a szemantikus adatlapok létrehozása és a forráskiadás egyszerre valósul meg. Az ELTEdata eddigi gyűjteményeiről lásd az alábbi konferenciaelőadásokat: Sebestyén Ádám, „Az ELTEdata szemantikus adatbázis legújabb fejlesztései”, in *Workshop 2022*, szerk. Tick József, Kokas Károly, Holl András, 179–185 (Budapest: HUNGARNET Egyesület, 2022). Sebestyén Ádám, Sárközi-Lindner Zsófia, „Történeti források szemantikus feldolgozása – Az ELTEdata adatbázis új gyűjteményei”, in *Workshop 2024*, szerk. Tick József, Kokas Károly, Holl András, 105–112 (Budapest: HUNGARNET Egyesület, 2024).

és hasonlók. Ennél is homályosabbak az olyan esetek, mikor Bethlen fontos katonai vezetőkre hivatkozik kizárólag a titulusukkal (*generális, commissarius*). A Jankovics-féle nyomtatott kiadásban a névmutató nyújt támpontot a személyek azonosításához, és tünteti fel, adott levél melyik oldalon említi a szóban forgó személyt, a wikipediaként létrehozott levél azonban közvetlenül a forrásszövegben azonosítja és teszi egyértelművé, kiről van szó. Így módon, amennyiben egy levél például két különböző tábornokra is hivatkozik a titulusuk megnevezésével, az entitásazonosítás jegyzetek nélkül is egyértelművé teszi, kiről van szó. Hasonlóképp lehet feloldani a szerződéseket, egyezményeket takaró latin szavakat, például a *tracta* esetében, mely túlnyomórészt vagy az úgynevezett Haller-féle diplomára, vagy ennek előzményeire, a fejedelemség és a bécsi udvar közti diplomáciai találkozókra, tárgyalásokra utal.

Az entitások azonosításán túl lehetőség van egy fogalmi jelölésrendszer kialakítására is, mindez azonban egyelőre a távlati célkitűzések közé tartozik. Az ELTEdata Tudásáramlás című digitális forráskiadását alapul véve jelölnénk a levelek fogalmilag azonosítható szakaszait.¹¹ Példának okáért, ha egy adott szakasz valamiről tudósít, vagy épp a diplomáciai és politikai nyelvezet jegyeit hordozza, akkor ennek megfelelően kapna egy jelölést, csatolva hozzá adott fogalom ELTEdata-adatlapját. Ennek szellemében egyszerre valósulna meg a szövegkiadás és a szövegfeldolgozás, feltárva a Bethlen-levelek mélyebb szemantikai rétegeit.

Bár a korpusz még kezdeti stádiumban van, a 100 levél és a bennük azonosított több száz entitás alkalmassá teszi arra, hogy SPARQL-lekérdezések segítségével keressük és rendszerezzük a feldolgozott adatokat. A látványosabb adatvizualizációk egy úgynevezett aggregátor funkciót alkalmazó lekérdezéssel készültek, melynek segítségével a gyakoriságra vonatkozó adatokat lehet vizsgálni. Példának okáért a felhasználó lekérdezheti a levelekben említett helyszíneket, az aggregátor funkcióval pedig számszerűsítheti, melyek ezek közül a leggyakrabban említett települések.¹² Természetesen figyelembe kell venni, hogy amennyiben az osztálynál a települést adjuk meg (tehát szűkítjük a lekérdezés paramétereit), az olyan történelmi régiók, mint Erdély, illetve az egyes vármegyék, nem fognak szerepelni

11 A kiadás elérhető az alábbi linken:

<https://eltedata.elte-dh.hu/wiki/Tud%C3%A1s%C3%A1raml%C3%A1s>

12 A lekérdezés, valamint annak eredménye az a lábbi linken elérhető és futtatható:

[https://query.elte-dh.hu/embed.html#SELECT%20%3Fplacesmentioned%20%3FplacesmentionedLabel%20\(COUNT\(%3Fletter\)%20AS%20%3Fcount\)%60A%60A%60AWHERE%60A%60A%67B%60A%620%620%3Fletter%20wdt%3AP2%20wd%3AQ380%3B%60A%620%620%620%620%620%620%620%620%620%620wdt%3AP54%20wd%3AQ39885%3B%60A%620%620%620%620%620%620%620%620%620%620p%3AP197%20%5Bps%3AP197%20%3Fplacesmentioned%20%5D.%60A%620%620%3Fplacesmentioned%20wdt%3AP2%20wd%3AQ349.%60A%620%620%60A%620%620SERVICE%20wikibase%3Alabel%20%67B%20obd%3AServiceParam%20wikibase%3Alanguage%20%62%25BAUTO_LANGUAGE%5D%2Cen%22.%20%67D%60A%620%620%60A%620%620%67D%60A%60AGROUP%20BY%20%3Fplacesmentioned%20%3FplacesmentionedLabel%60A%60AORDER%20BY%20DESC\(%3Fcount\)](https://query.elte-dh.hu/embed.html#SELECT%20%3Fplacesmentioned%20%3FplacesmentionedLabel%20(COUNT(%3Fletter)%20AS%20%3Fcount)%60A%60A%60AWHERE%60A%60A%67B%60A%620%620%3Fletter%20wdt%3AP2%20wd%3AQ380%3B%60A%620%620%620%620%620%620%620%620%620%620wdt%3AP54%20wd%3AQ39885%3B%60A%620%620%620%620%620%620%620%620%620%620p%3AP197%20%5Bps%3AP197%20%3Fplacesmentioned%20%5D.%60A%620%620%3Fplacesmentioned%20wdt%3AP2%20wd%3AQ349.%60A%620%620%60A%620%620SERVICE%20wikibase%3Alabel%20%67B%20obd%3AServiceParam%20wikibase%3Alanguage%20%62%25BAUTO_LANGUAGE%5D%2Cen%22.%20%67D%60A%620%620%60A%620%620%67D%60A%60AGROUP%20BY%20%3Fplacesmentioned%20%3FplacesmentionedLabel%60A%60AORDER%20BY%20DESC(%3Fcount))

a találatok között. Ha ezekkel a beállításokkal futtatjuk a lekérdezést, kiderül, hogy a tesztanyag leveleiben a legtöbbet említett település Nagyszében, amely 1686-ot követően a levelek domináns keltezési helyeként mutatja Bethlen hivatali tevékenységének súlypontját.

Az efféle gyakoriságot vizsgáló lekérdezések arra is alkalmasak, hogy segítségükkel a levelekben említett személyeket csoportosítsuk. Amennyiben volt rá adat, feltüntettük a foglalkozáson túl a személyek felekezeti hovatartozását és társadalmi státuszukat is, adott tehát, hogy ezen szűrők alapján is rendszerezzük Bethlen politikai és magánéleti kapcsolatait.

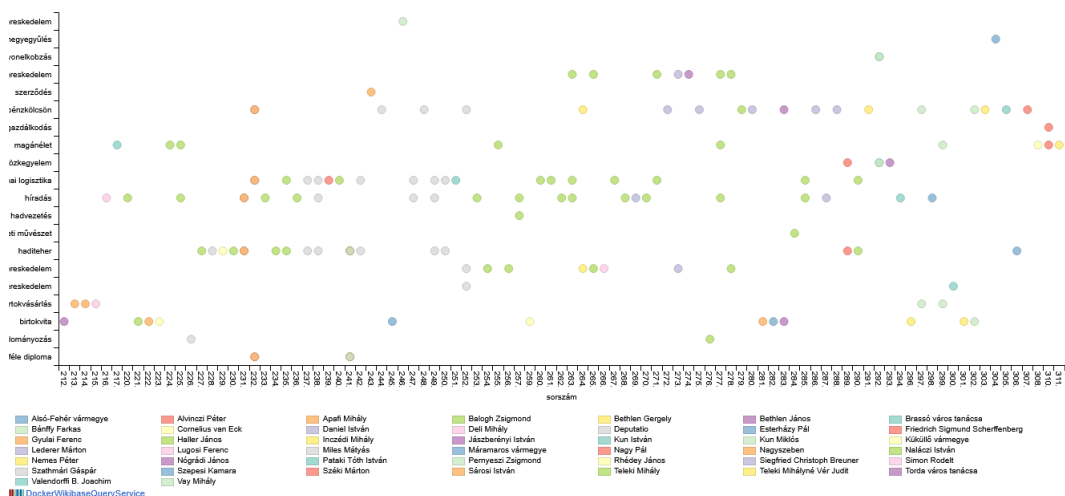
Ugyancsak aggregátor funkció segítségével szépen vizualizálható a levelek központi témáinak eloszlása. Ebből látszik, hogy a tesztanyagban feldolgozott Bethlen-levelek nagy része katonai–diplomáciai, valamint pénzügyi kérdésekkel foglalkozik. Mivel a korpusz jelentős része a császári hadak által elkövetett visszaélések kivizsgálására összpontosít, nem meglepő módon gyakori témák az egymással szoros összefüggésben lévő katonai logisztika (hadseregélelmezés és egyéb gazdasági folyamatok összessége), illetve a haditeher. Ehhez lazán kötődik a pénzkölcsön, mely egyaránt szerepelhet országos politikai és egyéni pénzügyi kontextusban. A leggyakrabban előforduló levéltémát, a híradást, olyan szövegeknél tüntettük fel, ahol Bethlen egyértelműen utal a tudósítás aktusára („Tegnap bőven tudósítottam, uram kegyelmeteket”), vagy a kontextusból világosan kiderül, hogy híradásról van szó (példa erre az összes olyan eset, amikor kortárs európai katonai és politikai fejleményekről tájékoztat). Előfordul, hogy Bethlen a konkrét médiumot, a hírközlés korabeli formáit is megnevezi (a novellára, mint újságtípusra néhány levelében hivatkozik). A korpusz bővülésével érdemes lesz majd ezeket a distinkciókat is figyelembe venni, és adott esetben különbséget tenni a szóbeli tájékoztatás, valamint annak írott formája között.

Mivel gyakori, hogy Bethlen egy levelében több témát is érint, érdemes lehet megvizsgálni ezek lehetséges kapcsolódásait. Az itt bemutatott adatvizualizációk, a TreeMap, Scatterchart és a gráf megjelenítések a wikidata által nyújtott vizualizációs eszközök, amelyek az ELTEdata adatbázisai számára is elérhetők. Az első ábrán látható TreeMap-vizualizáció a címzetteket és a központi témákat mutatja. Néhány részletet kiemelve láthatóvá válik, hogy a témák alapján a levelek címzettjei is csoportosíthatóak. A *deputatio* esetében egyértelmű a katonai logisztika, valamint az ezzel rokon témák túlsúlya. A Szathmári Gáspárhoz írt levelekben viszont, aki a nagyenyedi kollégium vicekurátoraként az intézmény fenntartásáért volt felelős, az olyan témák dominálnak, mint a pénzkölcsön, adományozás, vagy a különböző javakkal folytatott kereskedelem. Kiemelendő még Bethlen első feleségének apja, Kun István, akinek – mivel Thököly Imre híve volt – végül el kellett hagynia Erdélyt. Ezt a konfliktust mutatja, hogy a neki írott levelekben a magánélet mellett az uralkodóval való szembeszegülés lehetséges retorziói kerülnek elő, úgymint a vagyonek kobzása, illetve a közkegyelem elnyerésének lehetőségei.



1. ábra: Levéltémák és címeztek (TreeMap)

A címzettek és beszédtemák kapcsolatát a szórásdiagram is remekül illusztrálja. A 2. ábra vízszintes tengelye a beszédek sorszámát jelzi, a függőleges pedig az egyes témákat. A pontok különböző színei a címzettek label-jeinek feleltethetők meg.



2. ábra: Levéltémák és címzettek (Scatter chart)

A kapcsolati háló összetettségét jól szemléltetik a gráf-adatvizualizációk. A SPARQL-ben generált egyszerű gráfban a levelek és a személyek csomópontokként funkcionálnak, az élek pedig a kettő közti kapcsolatot, az említések számát jelzik. Ennek segítségével szépen

kirajzolódik, hogy egy periférián lévő, vagy egy sokszor említett személyről van-e szó, képet adva Bethlen kapcsolati hálójának alakulásáról is.¹³

A tesztanyag során tapasztaltak és az elért eredmények is igazolják, hogy érdemes hosszabb távon foglalkozni Bethlen Miklós kancellár levelezésének szemantikus feldolgozásával. Ami a távlati célkitűzéseket illeti, az adatgazdagítás és a korpusz bővítése a legfontosabb feladat. Mivel a Bethlen-levélgűjtemény kellően terjedelmes, érdemes lehet életpályájának egy adott szakaszához kapcsolódva válogatni a levelek között. Így nemcsak életének és politikájának egyes korszakai válnának jól elkülöníthetővé, hanem az is a figyelem középpontjába kerülne, hogyan alakult kapcsolati hálója politikai vagy magánéleti változásokat követően. Mivel a levelekből strukturált adatkészlet nem áll rendelkezésre, korpuszbővítés esetében végig kell gondolni az automatizálás lehetőségeit is.

Irodalomjegyzék

Balogh, Judit: Bethlen Miklós kapcsolatrendszere a székely elitben. In: Horn Ildikó – Laczházi Gyula szerk.: *Reformer vagy lázadó? Bethlen Miklós és kora*. L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2020. 315–347.

Bethlen Miklós levelei (1657-1698) I., II. Összegyűjtötte, sajtó alá rendezte, a bevezető tanulmányt és a tárgyi jegyzeteket írta Jankovics József. A magyar nyelvi jegyzeteket írta Nényei Gáborné, fordította Kulcsár Péter. (Régi magyar prózai emlékek). Régi Magyar Prózai Emlékek sorozat, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987.

Fazekas, István: *A Magyar (Udvari) Kancellária és hivatalnokai 1527–1690 között*. Akadémiai doktori értekezés. Budapest, 2018.

Fellegi, Zsófia: Wikidata – ELTEdata – Wikimédia: A szövegkiadások technikai háttere, <https://eltedata.elte-dh.hu/wiki/WIKIDATA-ELTEDATA-WIKIMEDIA>

Sebestyén, Ádám: „Az ELTEdata szemantikus adatbázis legújabb fejlesztései”, in *Networkshop 2022*, szerk. Tick József, Kokas Károly, Holl András, 179–185 (Budapest: HUNGARNET Egyesület, 2022).

Sebestyén, Ádám – Sárközi-Lindner, Zsófia: „Történeti források szemantikus feldolgozása – Az ELTEdata adatbázis új gyűjteményei”, in *Networkshop 2024*, szerk. Tick József, Kokas Károly, Holl András, 105–112 (Budapest: HUNGARNET Egyesület, 2024).

Sipos Gábor: „tanulásoknak okáért...” Bethlen Gábor világi elitképző programjáról. *Korunk* 24. évf. 3. szám (2013), 21–27.

13 A lekérdezés, valamint annak eredménye az alábbi linken elérhető és futtatható:
https://query.elte-dh.hu/embed.html#%23defaultView%3AGraph%0A%0ASELECT%20%3Fp%20%3FpLabel%20%3Frsors%3%0Aim%20%3Fw%20%3FwLabel%0AWHERE%20%0A%67B%0A%09%3Fp%20wdt%3AP2%20wd%3AQ380%3B%0A%20%20%20%20%20%20%20%20wdt%3AP54%20wd%3AQ39885%3B%0A%20%20%20%20%20%20%20%20wdt%3AP196%20%3Frsors%3%0Aim.%0A%09%3Fp%20wdt%3AP194%20%3Fw%20.%0A%20%20%0A%20%20SERVICE%20wikibase%3Alabel%20%67B%20bd%3AserviceParam%20wikibase%3Alanguage%20%22%5BAUTO_LANGUAGE%5D%2Cen%22.%20%67D%0A%20%20%67D

Tonk, Sándor – Szabó, Miklós: Erdélyiek egyetemjárása a középkor és a kora újkor folyamán. In: Régi és új peregrináció I-III. A III. Nemzetközi Hungarológiai Kongresszuson elhangzott előadások - Szeged, 1991. augusztus 12-16. Szerk.: Békési Imre, Jankovics József, Kósa László, Nyerges Judit, Péter László. Budapest-Szeged, Nemzetközi Magyar Filológiai Társaság – Scriptum Kft., 1993. 491–501.

Tóth Zsombor: A kora újkori könyv antropológiája. Kéziratossági nyilvánosság Cserei Mihály (1667–1756) írás- és szöveghasználatában. Irodalomtörténet Füzetek 178. szám. Szerk. Főrész Gergely. Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Irodalomtudományi Intézet, Reciti, Budapest, 2017.

A MAGYAR WEBTÉR ARATÁSÁVAL KAPCSOLATOS KURÁTORI FELADATOK

Kalcsó Gyula

Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ Országos Széchényi Könyvtár

Digitális Bölcsészeti Központ, Digitális Filológiai és Webarchiválási Osztály

kalcsó.gyula@oszk.hu

Abstract

Curatorial Tasks Related to the Harvesting of the Hungarian Web Domain

According to a government decree, the national library's essential task is to carry out a harvest as complete as possible of the Hungarian web domain twice a year and to keep a register of the sites known. This complex task is carried out by the web archiving team of the Digital Philology and Web Archiving Department of the Digital Humanities Centre of the Hungarian National Széchényi Library.

This paper will describe the most important curatorial activities related to this mandated task. It will illustrate the process of registering websites and the methodology for collecting seed URLs. Since the launch of the Hungarian Web Archive in 2017, the number of registered sites has grown significantly. New URLs have been identified from our own harvests, recommendations have been received, and cooperation has been achieved with the Internet Archive being the main source of new URLs.

The seed URL lists need to be maintained before the two annual harvests, which is a complex process involving many steps. The first step is to extract the URLs from the previous captures and sort out those that are not yet known. We automatically retrieve the HTTP status code to determine which sites are live, then retrieve the value of the title tag in the HTML head tag, and see whether the site has a robots.txt file. Based on the structure of the URLs and the information obtained, we can classify the new URLs into the appropriate list. The status codes, the title data as well as the robots.txt are checked for the previously harvested URLs as well, the inactive sites are removed from the lists, and the URLs are classified into the appropriate seed list.

Kulcsszavak: webarchiválás, born digital, a magyar web aratása, webkurátori feladatok

Keywords: web archiving, born digital, harvesting of the Hungarian web, curatorial tasks in web archiving

Mi a magyar webtér?

A magyar webtér szűkebb értelemben az országkód szerinti legfelső szintű doméntartomány, angolul top-domain-level (.hu) tartalma. Tágabb értelemben azonban ide tartozik minden magyar nyelvű webes tartalom, de lehetséges egy még tágabb értelmezés is: a hungarikumnak minősíthető webes tartalmak köre. A muzeális intézményekről, a nyilvános könyvtári ellátásról és a közművelődésről szóló 1997. évi CXL. törvény értelmében „hungarikum: a Magyarország mindenkori területén megjelent minden, továbbá a külföldön magyar nyelven, magyar szerzőtől, illetőleg magyar vonatkozású tartalommal keletkezett valamennyi dokumentum” (Kult tv. 1. sz. melléklet, d) pont). A webhungarikumok köre ennek analógiájára a .hu doméntartományban publikált, továbbá a más doméntartományban megjelent, de magyar nyelven, magyar szerzőtől származó, illetőleg a magyar vonatkozású egyéb nyelvű tartalom. A teljes magyar webtér feltárása még a legszűkebb értelmezés szerint is szinte lehetetlen feladat, a web változékonysága, az exponenciális növekedése miatt még a .hu doméntartomány milliós nagyságrendű webhelyeit is nehéz számba venni és nyilvántartani, és még nehezebb feladat a nem .hu alá regisztrált, illetőleg nem magyar nyelvű, de magyar vonatkozású tartalom feltárása. A .hu tartományba regisztrált webhelyek nyilvántartása különböző forrásokból (l. alább) megoldható, ám még ennek a szűkebb értelmezés szerinti webhungarikum-tartalomnak a feltárása esetén is csak szelektálva, a teljességre törekvés nélkül lehet csak a kurátori feladatokat ellátni. A szelektálás egyfelől kényszerű: a teljes doméntartomány tartalmának csak egy része érhető el nyilvánosan, másfelől bizonyos tartalmakat ki kell zárunk a gyűjtőkörből (pl. pornográf vagy káros, rosszindulatú, adathalász, vagy más módon félrevezető tartalmak).

A webtérarató jogszabályi keretei

2020. május 19-én megszavazta az országgyűlés a kulturális törvényt módosító javaslatokat, köztük azt is, amely a nemzeti könyvtár feladatává teszi a webtartalom megőrzését (2020. évi XXXII. törvény, 7. A muzeális intézményekről, a nyilvános könyvtári ellátásról és a közművelődésről szóló 1997. évi CXL. törvény módosítása). Az 1. §-ba bekerült a g) és h) pont: a törvény célja

“g) gondoskodni a digitális formában, interneten szolgáltatott és nyilvánosságra hozott tartalom (a továbbiakban: webtartalom) archiválásáról, használatának biztosításáról, valamint

h) szabályozni a webtartalom archiválásával kapcsolatos feladatok ellátását, az archivált webtartalmak használatának lehetőségeit.” (XXXII. törvény)

Az 1997. évi CXL. törvénybe bekerültek a webarchiválásra szóló részek (elsősorban az 59/A §):

“(1) A webtartalom archiválás keretében, webarattással történő begyűjtésének, feldolgozásának, másolásának, hosszú távú megőrzésének és webarchívumba rendezésének, továbbá felhasználásának feladatát (a továbbiakban együtt: webarchiválás) a nemzeti könyvtár látja el. A könyvtárak együttműködnek a nemzeti könyvtárral az archivált webtartalom hozzáférhetővé tételében” (Kult. tv.).

A törvény előírja továbbá a tartalomgazdák együttműködési kötelezettségét, valamint szabályozza a nemzeti könyvtár webarchiválással összefüggő adatkezelési jogait.

A Kormány 626/2020. (XII. 22.) számú rendeletben kiadta a webarchiválás részletes szabályait (Korm. rend.). Ez utóbbi értelmében a nemzeti könyvtár évente kétszer köteles web-társzintű aratást végezni. A rendelet szabályozza továbbá az archivált tartalom használatának a feltételeit és lehetőségeit is.

A webtérarattás kivitelezése, szelekció, seedlista

A webtér bármely értelmezését vesszük, a teljes körű és minden tartalmat mentő arattás lehetetlen, legfeljebb viszonylagos teljességre törekvő lehet. Teljességre törekvő webarattást azok a webarchívumok végeznek, amelyek gyűjtőkörébe relatíve kisebb méretű tartalom tartozik, pl. a Luxemburgi Nemzeti Könyvtár, az Osztrák Nemzeti Könyvtár, a Cseh Nemzeti Könyvtár (vö. Brakker & Kuybishev 2013; Böhm 2014), de a teljességre törekvés itt is csak a nyilvánosan elérhető webhelyek bizonyos mélységig történő mentését jelenti. Az esetek többségében valamilyen szempontrendszer szerinti szelekció, illetve szűkítés történik (pl. bizonyos tartalmak kizárása gyűjtőkör alapján, bizonyos fájl típusok kizárása, az arattás mélységének és/vagy a letöltött tartalom méretének a korlátozása stb.). A nemzeti könyvtárak feladata e tekintetben az, hogy megpróbálják biztosítani a webes tartalom megfelelő reprezentativitását az archívumban, hogy legalább pillanatfelvétellel megőrződjenek (vö. még Drótos 2017).

A magyar webarchívum webtérseedlistája

A webtérarattás egyik fontos feltétele egy megfelelő, URL-eket tartalmazó címlista, ún. seedlista összeállítása. A seed URL kiindulópont egy crawler számára egy URL, amelyet elsőként aratt le, és utána követi az abban található linkeket. Az URL rendszerint egy webhely kezdőlapja vagy egy olyan weboldal, ahonnan sok link mutat a saját szerverre vagy más szerverekre. Nagyobb méretű arattásoknál a crawler egy seedlistát kap, és abból indul el több szálon egyszerre, amely lista nagyon sok (akár több millió) URL-t is tartalmazhat. Egy jó seedlista összeállítása és karbantartása fontos feltétele az adott webarchiválási cél elérésének.

A magyar webarchívum indulásakor különböző webes forrásokból gyűjtötte az URL-eket (linkgyűjtemények, tematikus gyűjtőoldalak stb., Drótos & Németh 2018). A különgyűjteményekhez manuális kurátori munkával gyűjtött címek is bekerültek a webtérseedlistába, amely a saját aratásokból kigyűjtött új URL-ekkel tovább bővül minden évben, továbbá egy ajánló úrlapon keresztül bárki küldhet be archiválásra javasolt webhelyet (<https://forms.office.com/r/Cz3GsHSQEd>). Nagy előrelépést jelentett az Internet Archive-val kötött megállapodás, amelynek keretében megkaptuk az általuk ismert .hu doméntartományba tartozó URL-eket 2022-ben (több mint 5 millió).¹ A fenti források alapján a nemzeti könyvtár által feltárt hungarikumnak tekinthető webhelyek száma több mint 6,5 millió. Ezekből az évente kétszer elvégzett aratások során változó számú cím került aratásra: a nem gyűjtőkörbe tartozó vagy inaktív, megszűnt webhelyek értelemszerűen nem kerülnek a seedlistába.

Aratás kezdete	Aratás vége	Kiinduló URL-ek száma	Letöltött URL-ek száma	Letöltött tartalom	Eltárolt új tartalom (tömörítés nélkül)
2024-12-19	2025-01-15	817 542	111 908 302	7 906 GB	3 955 GB
2024-06-24	2024-07-23	865 982	129 728 757	8 788 GB	5 453 GB
2024-01-11	2024-02-03	1 371 617	138 409 426	8 766 GB	6 531 GB
2023-10-04	2023-10-31	992 303	126 850 047	7 830 GB	6 451 GB
2022-12-02	2022-12-20	1 371 617	158 416 570	8 261 GB	6 687 GB
2022-06-24	2022-07-20	1 371 617	174 282 398	8 891 GB	6 132 GB
2021-12-26	2022-01-03	433 863	69 356 724	5 372 GB	2 414 GB
2021-07-07	2021-07-12	433 863	71 878 955	5 495 GB	3 128 GB
2020-12-30	2021-01-04	251 230	47 881 581	4 140 GB	2 300 GB
2020-06-30	2020-07-05	269 430	46 380 598	3 608 GB	2 400 GB
2019-12-23	2020-01-02	246 819	110 367 190	6 387 GB	6 387 GB
2018-09-24	2018-09-28	291 078	172 639 350	10 287 GB	9 138 GB

1. ábra: A magyar webarchívum webtéraratásainak főbb statisztikai adatai

Az aratás időtartamát a kiinduló URL-ek száma és a várhatóan letölthető új tartalom becsült mennyisége alapján állítjuk be. Előfordul, hogy technikai fennakadások, hibák miatt újra kell indítani, ilyenkor a teljes futásidő hosszabb. A kiinduló URL-ek száma 2021-ig lassabban növekedett, a 2022-es jelentősebb növekményt az Internet Archive-val megkezdett együttműködésünknek köszönhetjük. Ezután 2024 nyarán újraellenőriztük a seedlistát, és elég nagy számban kellett eltávolítanunk URL-eket, mert közben a webhelyek elég jelentős része inaktívvá vált. (A 2023-as kisebb szám magyarázata az, hogy a három részaratásból az egyik meghíúsult technikai problémák miatt.) A letöltött URL-ek számát és a letöltött tartalom méretét alapvetően a bejárt webhelyek tartalma határozza meg (hány linket tud követni a crawler, mennyi új tartalom került fel a webhelyekre stb.)

1 Folyamatban van egy másik nemzetközi webarchiváló szervezet, a CommonCrawl (<https://commoncrawl.org/>) seed URL-jeinek a feldolgozása a host index felhasználásával, amelyben a webhely nyelve szerint is lehet keresni, ez jelentős mértékben bővíti majd a nem .hu domántartományba regisztrált magyar nyelvű webhelyek nyilvántartását.

A magyar webarchívum aratórobotja és beállításai

A magyar webarchívum a webtéraratóhoz az Internet Archive 2003 óta fejlesztett aratórobotját, a Heritrixet használja (<https://github.com/internetarchive/heritrix3>). A szoftver Java nyelven íródott, Linuxon fut. Korábban az Internet Archive ARC-formátuma (<https://archive.org/web/researcher/ArcFileFormat.php>) volt a kimenete, később áttért a WARC-formátumra (<https://iipc.github.io/warc-specifications/specifications/warc-format/warc-1.1-annotated/>), amely ISO 28500-as sorszámmal nemzetközi szabvány az International Internet Preservation Consortium gondozásában. Az aratórobot széleskörűen konfigurálható, beállítható többek között az ugrások száma, a letöltött tartalom mérete, a futásidő, és még sok minden más. Egy-egy aratáshoz (ún. jobhoz) külön seedlista tartozik. A Heritrix támogatja a deduplikációt, a letöltött tartalmat hash-értékkel látja el, amelyet adatbázisban tárol, és ha újra találkozik az adott tartalommal, akkor nem tölti le még egyszer.

A magyar webtér aratásához három jobot használunk. Külön beállításokkal futtatjuk az ún. tömeges aldoméneket tartalmazó webhelyek mentését (mint amilyenek pl. a lap.hu oldalak), mert ezek általában üzleti- vagy reklámcélú felületek, sokszor kevésbé összetett struktúrával, valamint kevésbé értékes tartalommal, ezért pl. kisebb mélységet elegendő beállítani az esetükben a linkek követéséhez. Ugyancsak külön kell kezelni azokat a webhelyeket, amelyek nem használnak ún. robots.txt fájlt. Ez egy egyszerű szövegfájl a gyökérkönyvtárban, mellyel a webhely adminisztrátora szabályozni tudja, hogy a keresőgépek és az archiváló szolgáltatások által indított crawlerek a webszerveren levő tartalom mely részét járhatják be, sőt akár ki is tilthatja őket teljesen. A tiltások és engedélyek alkönyvtárakra, fájlokra és az egyes crawlerekre (user-agentekre) korlátozhatók. Mivel a magyar jogszabályok szerint a nemzeti könyvtár akkor is jogosult az archiválásra, ha egy webhelyen nincs robots.txt, ezért külön jobként aratjuk az ilyeneket, ignorálva a robots.txt-t, amelyet a Heritrix egyébként alapértelmezetten figyelembe vesz. A többi webhely kerül a harmadik, ún. normál seedlistába.

A jobok konfigurációját a crawler-beans.xml fájl tartalmazza, amely közvetlenül is szerkeszthető a Heritrix böngészőben futtatható felületén (az ún. engine-en keresztül). Az aratások konfigurálásának megkönnyítésére egy Java nyelven írt webalkalmazást használunk (Kaptafa), amely a beállításokat beleírja a crawler-beansbe.

2. ábra: A 2024. évi második webtérarítás konfigurációja a Kaptafában

A 2. ábrán látható, hogy 2024 telén milyen beállításokkal indítottuk el a normál webtérseedlista aratását (a legfontosabbakat kiemelve): 3 ugrást engedélyeztünk a robotnak (a linkek követésében), egy-egy szerverről legfeljebb 100 ezer URL meglátogatását, legfeljebb 1 GB tartalom letöltését, 10 MB-nál nagyobb fájlokat ne töltsön le, nem tölthet le hang- és videofájlokat, a teljes aratás méretkorlátja 5 TB, és legfeljebb 10 napig futhat a job. A 2024. évi második webtérarítás három jobja esetében a seed URL-ek a száma 817 542 volt, a robot összesen majdnem 112 millió URL-t látogatott meg, a letöltött új tartalom mérete közel 4 TB volt.

A webtérseedlista karbantartása

Ahhoz, hogy webtérarítások a lehető legjobb minőségűek legyenek, a webtérseedlistát rendszeresen karban kell tartani. Ez az alábbi kurátori feladatokból áll.

Rendszeresen összegyűjtjük a korábbi mentéseinkből az új, addig ismeretlen URL-eket. Ehhez az archívum WARC-fájlaiból kell kigyűjtenünk az URL-eket, és össze kell őket vetnünk a már ismert címek listájával. A WARC-fájlok teljes átfésülése többéves tapasztalataink alapján leghatékonyabban Python-scriptekkel lehetséges, a korábbi scriptjeink, amelyek a bináris fájlokban reguláris kifejezésekkel történő mintaillesztéssel dolgoztak, sokkal lassabbnak és kevésbé hatékynak bizonyultak, annak ellenére, hogy kizárólag Linux-parancsokat használtak. A jelenlegi megoldásunk a warcio.archiveiterator Python-könyvtárra épül, amely képes célzottan elérni és kinyerni adatokat a WARC-fájlokból.

A sebesség további növelése érdekében a multiprocessing Python-könyvtár segítségével többszálúsítjuk a folyamatot. A script képes az inkrementális lekérdezésre, a bevezetésétől kezdve csak az új WARC-állományokat fésüli át.

Ellenőrizni kell, hogy az ismert, valamint az újonnan kinyert URL-ekhez tartozó webhelyek működnek-e. Ehhez a webhelyek aktuális HTTP-státuskódját kérdezzük le. A legjobb módszer kialakítását ez esetben is hosszas tesztelés előzte meg, amelynek eredményeképpen itt is a Python tűnik a legjobb megoldásnak az asyncio és httpx könyvtárak használatával, párhuzamosan többszálúsítva. Az URL-eket HTTP és HTTPS protokollokkal, valamint `www.` aldoménnel és anélkül is le kell kérdeznünk, mert előfordul, hogy egy-egy webhely csak az egyik protokollal, vagy csak `www.` aldoménen működik, továbbá az is, hogy új doménre átirányítás csak valamely kombinációról történik meg. A státuskódok lekérdezésekor rögzítjük azokat az átirányításokat, amelyek eltérő doménre történnek, mert így tudjuk a webhelyek alternatív elérési útjait nyilvántartani. A 400-as és 500-as státuskódú webhelyek kikerülnek az aktuális seedlistából.

A működőnek tűnő webhelyek (200-as vagy 300-as státuskódúak) esetében további klasszifikációs feladatok vannak. Az újak vagy megváltozott tartalmúak esetében el kell döntenünk, hogy gyűjtőkörbe tartoznak-e. Minden esetben felül kell vizsgálnunk, hogy a HTTP-státuskód valóban tükrözi-e a webhely állapotát: nagyon gyakori eset, hogy a 200-as kód alapján működőnek látszik, de valójában egy ún. parkoló domén, azaz nincs mögötte valódi tartalom, csak a megvásárolhatóságáról szóló információ. Az is gyakori, hogy az elérhetetlenné váló tartalmak helyére egy olyan weboldal kerül, amelyen nincs valódi tartalom, csak tájékoztató szöveg (pl. "Az oldal már nem található."), vagy egyszerűen üres a HTML. A nem gyűjtőkörbe tartozó vagy valójában érdemi tartalmat nem szolgáltató webhelyeket el kell távolítanunk az aktuális seedlistából. Mindezek kiszűréséhez, valamint a webhelyek további klasszifikációjához lekérdezzük a HTML head tag title címkéjének az adatát. Ez az esetek nagy részében a fenti és további osztályozási feladatokhoz jó kiindulópontként szolgál. Ez a lekérdezés a legösszetettebb feladat, amelyet ugyancsak Pythonnal lehet a leghatékonyabban és leggyorsabban elvégezni. A script első lépésként az `aiohttp`, `asyncio` és a `Beautifulsoup` könyvtárak segítségével párhuzamosan lekérdezi a HTML-tartalmat minden kombinációban (HTTP és HTTPS protokollal, `www`-vel és anélkül), követve az átirányításokat, és az első esetben, amikor sikeresen ki tudja venni a title tag tartalmát, az adatot a kimenetbe írja, majd továbblép. Ha ezzel a módszerrel nem sikerül hozzájutni a title-adathoz (pl. gyakran előfordul dinamikusan generált tartalmak esetében), akkor a `selenium` Python-könyvtár használatával elindít egy Chromiumot headless módban, és úgy próbálja meg kinyerni a title-t. Annak ellenére, hogy a title időnként üres vagy értelmetlen adatot tartalmaz, a lekérdezés alapján mégis elég jól lehet klasszifikálni a webhelyeket a 200-as kód ellenére inaktív, nem gyűjtőkörbe tartozó és tömeges aldoménként

vagy normál doménként aratandó kategóriákba. Ezt a feladatot a jövőben tovább lehet fejleszteni felügyelt gépi tanulással, valamint a webhelyek szövegének az elemzésével.

Az aratások megkezdése előtt még azt is meg kell állapítanunk, hogy az aratandó webhelyen található-e robots.txt (l. fentebb). Ezt a feladatot is Python-script végzi. Az aratások utáni kurátori teendők közé tartoznak még a képernyőkép-készítés a mentett webhelyek kezdőoldaláról, a metaadatok és statisztikák előállítás, amely folyamatok nagy része is automatizáltan történik.

A nemzeti könyvtár több éves tapasztalatot szerzett a magyar webtér aratása során, és folyamatosan fejleszti a tevékenységét annak érdekében, hogy az internetes tartalmak mint a kulturális örökségünk részei megőrződjenek az utókor számára. Az OSZK az International Internet Preservation Consortium tagjaként igyekszik a nemzetközi közösség tapasztalatait és fejlesztéseit is beépíteni a munkafolyamataiba. A mentések az Országos Széchényi Könyvtár olvasótermének dedikált gépein kereshetőek, böngészhetőek, kutathatóak párhuzamosan az Internet Archive által mentett tartalmakkal. A magyar webtér aratása természetesen tovább fejleszthető, folyamatban van egy adatbázis kialakítása, amely nem csupán a törvény által is előírt nyilvántartó funkciót szolgálja majd, hanem a folyamataink automatizálásának alapjaként is funkcionál, törekszünk továbbá a webhungarikumok feltárásának a kiszélesítésére is, hogy a .hu doméntartományba tartozó tartalmak mellett más magyar vonatkozású webhelyek is bekerüljenek az archívumba.

Irodalom

2020. évi XXXII. törvény a kulturális intézményekben foglalkoztatottak közalkalmazotti jogviszonyának átalakulásáról, valamint egyes kulturális tárgyú törvények módosításáról. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2000032.tv> Letöltve: 2025.03.25.
- Böhm, T. (2014). Development of the National Library of the Czech Republic 2011–2016: Past, Present and Future. *Alexandria: The Journal of National and International Library and Information Issues*, 25(3), 17–24. <https://doi.org/10.7227/ALX.0028>
- Brakker, N. V., & Kujbyshev, L. A. (2013). The Experience of the National Libraries Abroad of the Collection and Longterm Preservation of Internet Resources. *Bibliotekovedenie [Library and Information Science (Russia)]*, 2, 88–96. <https://doi.org/10.25281/0869-608X-2013-0-2-88-96>
- Drótos, L. (2017). Az internet archiválása mint könyvtári feladat. *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, 64(7–8), 361–371.
- Drótos, L., & Németh, M. (2018). Az OSZK-ban folyó kísérleti webarchiválási projekt első évének tapasztalatai. *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, 65(7–8), 389–400.
- Korm. rend. 626/2020. (XII. 22.) Korm. rendelet a webarchiválás részletes szabályairól. <https://njt.hu/jogszabaly/2020-626-20-22> Letöltve: 2025.03.25.
- Kult. tv. 1997. évi CXL. törvény a muzeális intézményekről, a nyilvános könyvtári ellátásról és a közművelődésről. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700140.tv> Letöltve: 2025.03.25.

ADATREPOZITÓRIUM PROJEKT A SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEMEN

Hoczopán Szabolcs

SZTE Klebelsberg Könyvtár és Levéltár

szabolcs.hoczopan@ek.szte.hu

ORCID: [0000-0002-7892-9974](https://orcid.org/0000-0002-7892-9974)

Nagy Gyula

SZTE Klebelsberg Könyvtár és Levéltár

gyula.nagy@ek.szte.hu

ORCID: [0000-0002-8391-2851](https://orcid.org/0000-0002-8391-2851)

Absztrakt

A Szegedi Tudományegyetem azért hozta létre kutatási adatrepozitóriumát, hogy kielégítse a kutatási adatok teljes körű kezelése kapcsán növekvő igényeket egy holisztikus, életciklus-alapú RDM-keretrendszerrel párosítva. A lehetséges szoftvermegoldások összehasonlítása után az InvenioRDM-et választottuk aktív nyílt forráskódú ökoszisztémája, skálázható architektúrája és natív DOI-támogatása miatt. Az Invenio-t teljes egészében lefordítottuk magyarra, integráltuk az egyetem Keycloak SSO-rendszerével, és egy közösségi alapú szerepkörrendszerrel konfiguráltuk, amely finomhangolt hozzáférés-vezérlést tesz lehetővé. Az adatrepozitórium a FAIR-elveket a DataCite-kompatibilis alapsémán keresztül valósítja meg, és a tervek szerint a HUN-REN ARP Sémaregiszter keretében társfeljesztett, diszciplína-specifikus kiterjesztésekkel bővül. A láthatóság növelése érdekében OAI-PMH aratás és helyi keresőrendszeri integráció bevezetése zajlik, a platform pedig már most támogatja a nagy méretű fájlok feltöltését. Hosszú távú terveink között szerepel a föderáció az European Open Science Clouddal (EOSC) és a felvétel a Clarivate Data Citation Indexébe.

Kulcsszavak: kutatási adatmenedzsment, adatrepozitórium, Invenio

Abstract

Data Repository Project at the University of Szeged

The University of Szeged launched its research data repository to meet growing institutional demand for end-to-end research data management, pairing staff training, and needs assessments with a holistic, life-cycle RDM framework. After comparing the possible software solutions, we chose InvenioRDM for its active open source ecosystem, scalable architecture and native DOI support. Invenio was fully translated into Hungarian, integrated with the university's Keycloak SSO, and configured with a community-based roles system

that enables fine-grained access control. The data repository implements FAIR principles through the DataCite-compliant core schema and according to the plans with some discipline-specific extensions co-developed through the HUN-REN ARP Schema Registry. OAI-PMH harvesting and local discovery integration are being added to broaden visibility, and the platform already supports large file uploads. Long-term plans target federation with the European Open Science Cloud and inclusion in Clarivate's Data Citation Index.

Keywords: research data management, data repository, Invenio

Az SZTE Adatrepozitórium megteremtésének előzményei, főbb mérföldkövek

A kutatásiadat-kezelés témakör már évekkel ezelőtt az érdeklődés homlokterébe került intézményünkben. A kezdetektől igyekeztünk figyelemmel kísérni a terület aktuális történéseit. Törekvéseinkről értesülve 2019-ben a szegedi ELI-ALPS Kutatóintézet munkatársai megkerestek bennünket a potenciális együttműködési lehetőségek feltérképezése, illetve a kutatási adatok kezelésére vonatkozó tanácsadás céljából. A 2019 és 2020-as esztendőben elindítottuk a „Kutatási adatok kezelésének fejlesztése a Szegedi Tudományegyetemen” című projektet. Ebben az időszakban több munkatársunk elvégezte a „Research Data Management Librarian Academy [RDMLA]” MOOC kurzust¹. Kollégáink évről évre bekapcsolódtak a „Train the trainers” képzésekbe², illetve folyamatosan meghirdették az adatkezelési terv kitöltési meetup alkalmakat az egyetem kutatóinak. 2021-ben elkészítettük az „SZTE Adatrepozitórium megvalósíthatósági tanulmányt”, illetve „Kutatási adatkezelést támogató szolgáltatások előkészítése a Szegedi Tudományegyetemen” címet viselő kérdőívben (Zeller et al., 2021a) mértük fel az egyetemi polgárok igényeit. A felmérés eredményét Workshop előadásban (Zeller et al., 2021b), illetve önálló tanulmányban (Zeller et al., 2021c) ismertettük. A kérdőív kiértékelésére alapozva több kutatásiadat-kezelési szolgáltatást indítottuk a Szerzői Eszköztáron³. A következő évben az elindított szolgáltatások működtetése, promotálása mellett az SZTE Adatrepozitórium koncepció kialakítása is megtörtént az RRF-2.1.2 pályázathoz kapcsolódóan. Az SZTE Adatrepozitórium projekt⁴ konkrét elindítása a tavalyi évben történt meg. A fejlesztések 2025. szeptemberére értek oda, hogy az SZTE Adatrepozitóriumának⁵ éles üzeme is el tudott indulni.

1 Research Data Management Librarian Academy [RDMLA] – <https://www.canvas.net/browse/simmonsu/courses/research-data-management> (2025.07.05)

2 Train the Trainers módszertan a HUNOR munkacsoportban – <https://openscience.hu/2022/07/05/train-the-trainers-modszertan-a-hunor-munkacsoportban> (2025.07.02)

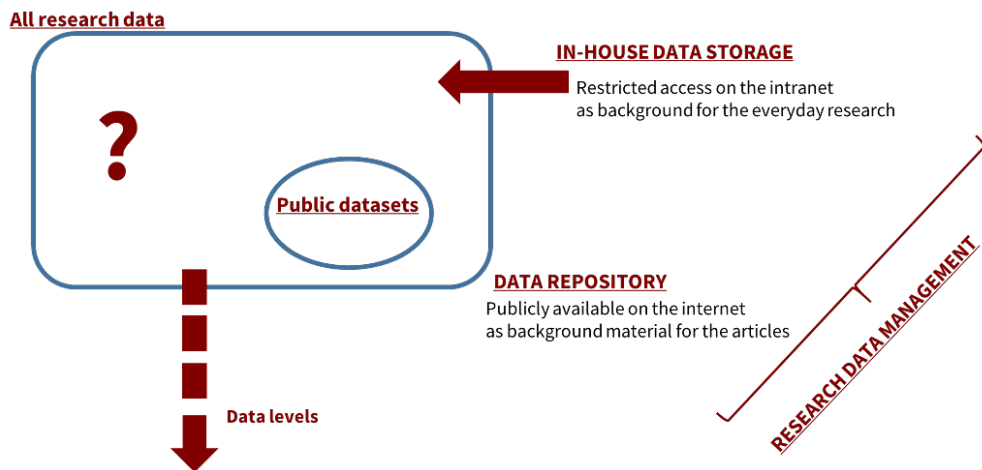
3 Kutatási adatkezelés szolgáltatások – <https://szerzoknek.ek.szte.hu/szolgaltatasaink> (2025.07.06)

4 A fejlesztés megvalósulását az RRF-2.1.2-21-2022-00012 azonosítószámú, Komplex Digitális Modellváltás – intelligens fokozatváltás projekt támogatja. A projekt Magyarország Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervének keretében valósul meg.

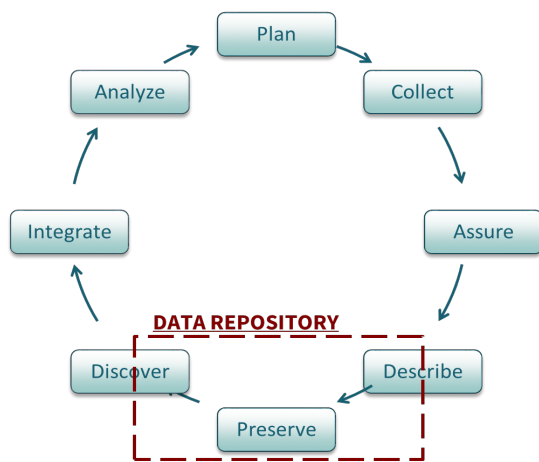
5 SZTE Adatrepozitórium – <https://datarepo.ek.szte.hu> (2025.10.06)

A kutatásiadat-menedzsment komplex megközelítése

A kezdetektől alapvetésként kezeltük, hogy az kutatásiadat-menedzsment többet kell, hogy jelentsen egy adatrepozitórium üzemeltetésénél, hiszen kifejezetten komplex területről van szó, ahol kizárólag a holisztikus szemlélet hozhat minőségi eredményeket. Mindezt a komplex, többretegű kutatásiadat-menedzsment megközelítést saját szerkesztésű ábrán, illetve a DataOne kutatási adat életciklus ábráját felhasználva a következőképpen szemléltettük a projekt kezdeti szakaszában.



1. ábra A kutatásiadat-kezelés komplex megközelítése⁶



Source: The DataONE data life cycle. <https://www.dataone.org/data-life-cycle>

A komplex megközelítésre való igény mellett az is elmondható, hogy a terület folyamatos mozgásban és fejlődésben van (különösen igaz volt ez a kezdeti szakaszban), ezért bevallottan a kiválasztási stratégiáját alkalmaztuk, elkerülve az útkeresésből fakadó esetleges zsákutcákat. Ugyanakkor lemaradók sem szerettünk volna lenni, ezért a tavalyi évben végre rászántuk magunkat a projekt elindítására, elérendő célként megjelölve egy adatrepozitórium létrehozását és beillesztését a már több mint 15 éves Contenta repozitóriumrendszerbe⁸.

Már az előkészítési szakaszban, a megvalósíthatósági tanulmány írásakor szembesültünk a potenciálisan felhasználható szoftveres háttér korlátaival és komplexitásával, így végig szem előtt tartottuk a dinamikusan fejlődő, perspektivikus szoftveres háttér esszenciális szükségét. A projekt során további jelentős megválaszolandó kérdéskört jelent a tudományterület-specifikus metaadatsémák alkalmazása, ahol komoly lehetőséget azonosítottunk egy potenciális együttműködésben a föderált HUN-REN ARP (Kovács, 2023) rendszer irányába.

Az adatrepozitórium szoftveres háttérének kiválasztása

Az adatrepozitórium szoftveres háttérének kiválasztását a korábban említett megvalósíthatósági tanulmányban alaposan körüljártuk. Potenciálisan alkalmazható rendszerként a Dataverse, a Dryad és az Invenio rendszereket azonosítottuk. Alapos megfontolás után végül az Invenio-t választottuk. Az Invenio gondozása a CERN-hez köthető, a rendszer alapjait 2002-ben rakták le, azóta folyamatos a program fejlesztése. A világszerte ismert Zenodo adatrepozitóriumot is ez a keretrendszer szolgálja ki. Bár az Invenio korábban olyan több komponensből álló keretrendszer volt, amelynek adatrepozitórium-célú beüzemeléséhez jelentős informatikai tudásra volt szükség, az újabb fejlesztéseknek köszönhetően az InvenioRDM-változat már többé-kevésbé kulcsrakész módon telepíthető kutatási adatrepozitóriumot kínál. Természetesen ennek telepítéséhez is szükség van informatikai tudásra, de az előre összerakott csomagként történő telepítés mégis sokkal egyszerűbb implementálhatóságot biztosít, mint a korábbi eljárás.

Fontosnak tartottuk, hogy a kiválasztott adatrepozitórium szoftver mögött aktív fejlesztői és használói közösség legyen, a szoftver maga jól dokumentált legyen, valamint felhasználóbarát módon beépített DOI-támogatást biztosítson. Szükséges volt továbbá, hogy többféle rekordtípus és sokféle exportformátum álljon rendelkezésre, illetve, hogy a fájlkezelés tekintetében sok milliónyi állományt és potenciálisan akár petabyte-okban mérhető adatmennyiséget is képes legyen feldolgozni. Elvárásunk volt a maximálisan feltölthető fájlme-

7 Data Lifecycle – DataOne – <https://towson.libguides.com/dataresearch/datamangement/dldataone> (2025.07.04)

8 Contenta repozitóriumok - <http://contenta.ek.szte.hu> (2025.07.04)

ret szabályozhatósága, illetve az egyéb feltöltési limitek konfigurálhatósága. A REST API megléte és az egyidejűleg akár több mögöttes tárolórendszer konfigurálhatósága szintén az Invenio mellett szóltak.

Az Invenio magyar felhasználói felületének kialakítása és a fordítási munka

Az Invenio magyar nyelvi fájljai csak 40%-ban álltak rendelkezésre a projekt elején, így a teljes körű használathoz be kellett fejezni a fordítást. A feladatot végző munkatársaknak a Transifex⁹ felületén kellett regisztrálniuk és belépniük az Invenio fordításán dolgozó munkacsoportba. Prioritási sorrendben haladtak a modulokkal, hogy a rendszer minél hamarabb magyarul is használható állapotba kerüljön. A fordítást megnehezítette, hogy a fordítandó szövegelemek nem a felhasználói felületen tapasztalható kontextusban, a pontos funkcionalitást kipróbálva jelentek meg a fordítás során. Emiatt előfordulhat, hogy később, használat közben még javítani kell egyes elemeken, amikor a pontos kontextus esetlegesen nem megfelelő. Az elvégzett fordítási munkának köszönhetően a magyar lett a negyedik nyelv az Invenio esetében, amelynek teljessé vált a fordítása. A dobogóról csak nagyon kevéssel csúsztunk le a norvég fordítók mögött.

Felhasználókezelés

A projekt során megcélzott alapértelmezett felhasználói kört a Szegedi Tudományegyetemhez kapcsolódó kutatási projektekből résztvevő kutatók jelentik. Számukra az adatrepozitóriumba való bejelentkezéshez nincs szükség előzetes regisztrációra, mivel az össze van kapcsolva az SZTE Keycloak Identity and Access Management rendszerével. Az egyetemi polgároknak a bejelentkezést követően így automatikusan létrejön a felhasználói fiókjuk az adatrepozitóriumban. A kutatócsoportok és az intézmények közötti projektek esetében ugyanakkor külsős, nem SZTE-felhasználókra is számítunk. Ezekben az esetekben az automatikus belépés nem megoldható a saját egyetemi autentikációs rendszer segítségével. Ezek a felhasználók közvetlenül az adatrepozitóriumban tudnak majd saját fiókot regisztrálni, amelyet azután az adminisztrátori feladatokat ellátó könyvtárosok tudnak jóváhagyni. Ezzel a lépéssel elkerülhetjük a nem jogosult vagy a spamcélú regisztrációkat.

Közösségek

Az Invenio-ban mindenkinek kötelező legalább egy közösséghez, munkacsoporthoz tartoznia. Mivel ennek a közösségalapú rendszernek kell a későbbiekben a kutatócsoportokat leképezniük, azt az áthidaló megoldást választottuk, hogy minden regisztrált felhasználó alapértelmezettként az „SZTE” közösség tagja lesz, majd ezen belül adminisztrátori segítséggel alakítjuk ki a kutatócsoportok kisebb közösségeit. Adott közösségen belül a kutatóknak lehetőségük lesz a közös kutatási adataikon való kollaborációs munkára.

⁹ Transifex – <https://www.transifex.com> (2025.07.01)

A közösségeken belül a következő szerepkörök alakíthatóak ki:

A tulajdonos (owner) teljes körű jogosultsággal rendelkezik a közösség felett. Kezelheti a közösség beállításait, tagságát és moderációs szabályait. Hozzáadhat vagy eltávolíthat más tagokat bármilyen szerepkörben. Törölheti magát a közösséget is, ha ez valamilyen okból szükségessé válik. A menedzser (manager) kezelheti a közösség tagjait, hozzáadhat és eltávolíthat tagokat, de nem módosíthatja a tulajdonosokat. Moderálhatja a közösséghez benyújtott rekordokat, jóváhagyhatja vagy elutasíthatja azokat. Módosíthatja a közösség metaadatait és láthatósági beállításait. A kurátor (curator) a közösséghez tartozó felhasználó, akinek joga van rekordokat benyújtani a közösség számára. A kurátor nem rendelkezik moderációs vagy adminisztrátori jogokkal. Az olvasó (reader) gyakorlatilag egy meghívott vendég felhasználó, aki csak olvasási jogot kap a közösség kutatási adataihoz.

Kutatási adatok és metaadatok kezelése

Az adatrepozitóriumban a kutatási adatok kezelése természetesen a FAIR-alapelvek¹⁰ mentén történik, vagyis a repozitált kutatási adatok megtalálhatóak, elérhetőek, együttműködőek és újrafelhasználhatóak. Ennek érdekében részletes metaadatolási lehetőségeket biztosítunk az adacsomagokhoz. Az Invenio által alkalmazott alap metaadatsémának a DataCite Metadata Schema 4.6¹¹ alkotja a gerincét, ezt vettük alapul az adatbeviteli űrlap implementálásakor. A metaadatmezőket a séma kötelező, ajánlott és opcionális kategóriákba sorolja be.

ID	Metaadatmező	Státusz
1	Identifier	kötelező
2	Creator	kötelező
3	Title	kötelező
4	Publisher	kötelező
5	Publication Year	kötelező
6	Subject	ajánlott
7	Contributor	ajánlott
8	Date	ajánlott
9	Language	opcionális

¹⁰ <https://openscience.hu/f-a-i-r-kutatasi-adatkezeles> (2025.07.05)

¹¹ <https://schema.datacite.org/meta/kernel-4.6> (2025.07.06)

ID	Metaadatmező	Státusz
10	Resource Type	kötelező
11	Alternate Identifier	opcionális
12	Related Identifier	ajánlott
13	Size	opcionális
14	Format	opcionális
15	Version	opcionális
16	Rights	opcionális
17	Description	ajánlott
18	Geolocation	ajánlott
19	Funding Reference	opcionális
20	Related Item	opcionális

1. táblázat DataCite Metadata Schema 4.6

Ez a multidiszciplináris alap metaadatséma megfelel a 12 karú egyetem általános igényeinek kielégítésére, de nem alkalmas speciális, diszciplináris metaadatolási célokra. Egy-egy új tudományterület-specifikus metaadatséma létrehozása az Invenio-ban idő- és energia-igényes folyamat. Alaposan végig kell gondolni, kinek és milyen speciális metaadatsémákat érdemes előzetesen létrehozni, mert könnyen lehet, hogy a létrehozott séma nem találkozik a kutatói igényekkel. A projekt során átnéztük a bath-i metaadatszabvány-katalógust¹², de nem igazán találtunk olyan sémát, amelyet meggyőződésünk szerint biztosan használatba vennének a kutatók. A legbiztonságosabb megoldást az jelentené, ha minden sémát az igénylő kutatócsoporttal együtt alakítanánk ki, biztosítva, hogy az teljesen megfeleljen a kutatói igényeknek. Egyedül a klinikai tesztek gyűjtő Clinical Trails¹³ adatbázis sémáját találtuk elég ígéretesnek ahhoz, hogy kiegészítse az alap DataCite mezőket. A ClinicalTrials¹⁴ adatbázisba rendszeresen küldenek adatokat az SZTE klinikai kutatócsoportjai, így feltételezésünk szerint az adatrepozitórium vonatkozó mezői nem lesznek kihasználatlanok.

12 Bath Metadata Standards Catalog – <https://rdamsc.bath.ac.uk> (2025.07.02)

13 Bath Metadata Standards Catalog for ClinicalTrials.gov set of data elements – <https://rdamsc.bath.ac.uk/msc/m32> (2025.07.04)

14 ClinicalTrials – <https://clinicaltrials.gov> (2025.07.01)

Egyetlen speciális séma elkészítése után is világossá vált számunkra, hogy mindenképpen tervszerűen szükséges eljárni, sőt amennyiben erre lehetőség van, érdemes más intézményekkel kooperálni annak érdekében, hogy megosszuk a sémák létrehozása és naprakészen tartása körüli feladatokat, arról nem beszélve, hogy így a hazánkban használt tudományterületi sémák homogenitása is növelhető. Az együttműködésre a HUN-REN ARP Schema Registry¹⁵ tűnik jelenleg a legjobb megoldásnak. A regiszterben a felhasználók saját igényeik szerint, közösségük követelményeinek megfelelő sémákat hozhatnak létre. Ezeket a sémákat azután saját rendszereikbe importálva használhatják, vagy közvetlenül a HUN-REN ARP Adatrepozitóriumban tárolt kutatási adatok leírásánál alkalmazhatják.

Az ARP Schema Registry egy Cedar-alapú¹⁶ (Center for Expanded Data Annotation and Retrieval) alapú metaadat-tároló, amelyet kutatási adatok azonosítását, értelmezését és kereshetőségét támogató metaadatok és metaadatsablonok tárolására, elérésére és szerkesztésére terveztek. Ezen felül az ARP Schema Registry lehetővé teszi teljesen új sémák létrehozását is. A metaadatok mellé kiegészítésként minden adatcsomagnál feltölthetőek leíró jellegű, magyarázó-értelmező, formázás nélküli szövegfájlok is. A beviteli űrlapról esetleg hiányzó metaadatok mellett ezekben a README fájlokban azokat a speciális programokat, eszközöket is meg lehet nevezni, amelyekkel a csatolt adatcsomagokat meg lehet jeleníteni.

A feltölthető adatcsomagok viszonylag nagy méretűek lehetnek: száz gigabájtos alapértelmezett fájl méret limitet tervezünk, amelytől indokolt esetekben, egyedi elbírálás alapján felfelé el lehet majd térni. A rekordok minden módosítása új verzióként rögzül a rendszerben, így a verziótörténet teljes egészében visszakövethető. Természetesen a kutatók dönthetnek arról, hogy melyik az a verzió, amit publikálni szeretnének a rendszerbe és melyik marad a közösségük saját felületén.

Az adatoknak nem kell feltétlenül nyílt hozzáférésűnek lenniük. Természetesen sok okból felmerülhet a kutatási adatok embargós, vagy zárt hozzáférésű elhelyezése (pl.: szabadalmak, ipari és személyes adatok esetében). Az adatrepozitórium lehetővé teszi, hogy külön hozzáférési szabályokat rendeljünk az adatcsomagokhoz és a hozzájuk tartozó metaadatokhoz. Ilyen módon az adatok megtalálhatóak lesznek ugyan, de a dataset-ekhez csak a kutatók által meghatározott feltételek mellett lehet majd hozzáférni.

15 HUN-REN ARP Schema Registry: <https://researchdata.hu/en/cooperation/metadata-schema-creation-data-repositories-libraries-and-memory-institutions> (2025.07.02)

16 CEDAR Resources – <https://github.com/metadatacenter> (2025.07.04)

Az adatok validálása

A kutatók által feltöltött metaadatolt adatsomagokat nem lehet automatikusan publikálni az adatrepozitóriumban. Ahogyan az SZTE Publicatio Repozitórium¹⁷ esetében, a beküldött rekordok először az adminisztrátori felületre kerülnek. Az adminisztrátorok javítják az esetleges hibákat, tisztítják a metaadatokat és csak ezt követően jelenhetnek meg rekordok az adatrepozitóriumban. Az adatok validálása során a véglegesnek szánt rekordok DOI-azonosítót kapnak az idézhetőség és a láthatóság érdekében.

DOI-azonosítók

A meglévő Crossref-alapú DOI¹⁸-szolgáltatásunk sajnos nem kompatibilis az Invenio-val. A DataCite ügynökségnél tudunk megfelelő azonosítókat regisztrálni, azonban ennek komoly költségvonzata van¹⁹. Különösen nem rentábilis egy DataCite szerződés az adatrepozitórium szolgáltatás első éveiben, amikor feltehetőleg csak kisebb számú azonosító regisztrálására lesz igény. Áthidaló megoldásként így nem közvetlenül, hanem az MTA Könyvtár és Információs Központ DOI Irodáján²⁰ keresztül kötöttünk megállapodást a DataCite-tal, amelynek előnye, hogy az éves tagsági díjat meg tudjuk spórolni. A DOI-kiosztást viszont nem a nevezett DOI Irodán keresztül tervezzük megvalósítani, hanem közvetlenül DataCite API-val a DC Fabricában. A Fabrica a DataCite webes felülete, ahol létrehozhatók, visszakereshetők és nyomonkövethetők a kiosztott DOI-azonosítók és a kapcsolódó metaadatok. A Fabrica tartalmazza az összes funkciót, amely a fiókok, prefixek és kapcsolattartók kezeléséhez szükséges. A szolgáltatás indulásához egyetlen prefixet kértünk ki. Ez a kezdeti időszak feltehetőleg kis számú DOI-azonosítójához biztosan elegendő lesz. A későbbiekben szükség esetén a kutatócsoportok, projektek kérésére újabb prefixeket is használatba vehetünk.

Az Invenio lehetővé teszi a verziókezelést is, így adott digitális objektum különböző verzióhoz külön DOI-azonosítók rendelhetőek. Ez lehetővé teszi a különböző verziók egyedi azonosítását és visszakeresését. A rendszer nem csak a rekordok minden egyes verziójához képes automatikus DOI-regisztrációra, hanem általános DOI-azonosítót is társítani tud a rekordhoz, amely mindig a legfrissebb rekordverzióra mutat. Ezzel biztosítható, hogy ha változás, frissítés történik a rekord életútja során, legyen egy olyan állandó azonosító is, amely mindig a legfrissebb elérhető verziót jelöli.

17 SZTE Publicatio Repozitórium Általános szabályzat - <https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/information.html> (2025.07.04)

18 DOI igénylés - <https://szerzoknek.ek.szte.hu/doi> (2025.07.08)

19 DataCite Fee Model - <https://datacite.org/fee-model> (2025.07.08)

20 MTA KIK DOI Iroda - https://konyvtar.mta.hu/index.php?name=h_2_1_8 (2025.07.05)

Export lehetőségek és visszakereshetőség

Az Invenio-ban a rekordok exportálására Dublin Core-, MARC 21-, MARCXML- és JSON-formátumban van lehetőség. Ezen felül OAI-PMH protokoll biztosítja az automatikus adatmegosztást. Az InvenioRDM OAI-PMH szolgáltatása XML-formátumban teszi elérhetővé az adatokat, az interfész több metaadat-formátumot is támogat, például Dublin Core, MARC 21 vagy MARCXML. Az InvenioRDM emellett rendelkezik egy adminisztrációs felülettel, ahol az OAI-PMH interfészen biztosított OAI set-ek menedzselését az adminisztrátor már a webes felületen el tudja látni. Lehetőség van a metaadatokra vonatkozó egyedi keresőkifejezés révén, vagy egy közösség rekordjaira való szűrőfeltétel alkalmazásával egyedi OAI-rekordhalmazok (set-ek) definiálására.

Rövidtávú célunk az alapértelmezett Invenio metaadatmezők exportlehetőségének biztosítása és kereshetősége. A későbbi fejlesztések és integrálások során fontos lesz a fentebb tárgyalt speciális, szakterületi mezők arathatósága és kereshetősége is. Első lépésben az adatrepozitóriumot a saját discovery rendszerünk fogja aratni. Ehhez az integrációhoz elegendő az alapmezőket aratni, de hosszabb távon szeretnénk, ha a repozitórium része lenne mind a hazai, mind a nemzetközi adatrepozitóriummi közös keresőrendszereknek, föderációknak. Ebben az esetben szükség lesz majd a speciális metaadatmezők arathatóvá tételére is, különösen a szakterületi gyűjtő adatbázisok miatt.

Az adatrepozitórium natív visszakeresési lehetőségei nincsenek túlbonyolítva, egy általános keresődoboz áll rendelkezésre az összes űrlapmező lekeresésére. A találati lista a továbbiakban számos facetta mentén szűrhető (verziók, fájltypus, forrástypus stb.), illetve több szempont szerint is rendezhető (relevancia, időrend, verzió, legtöbbször letöltött, legtöbbször megtekintett tételek).

Az SZTE Adatrepozitórium céljai

Az elmúlt években két átfogó online űrlapos igényfelmérést végeztünk kutatóink körében, annak érdekében, hogy kiderítsük, melyek azok a kutatástámogató szolgáltatások, amelyekre leginkább szüksége lenne a kutatóknak. Mindkét felmérésben egyértelmű igény mutatkozott egy intézményi adatrepozitórium létrehozására. A kérdőívek eredményeit megerősítették azok a visszajelzések is, amelyeket a személyes adatkezelési konzultációkon kaptunk az egyetem polgáraitól. Tulajdonképpen sokan magától értetődőnek tartották volna, hogy kutatási adataikat saját intézményi adatrepozitóriumba töltsék fel, ezzel a lehető legegyszerűbben teljesítve a pályázati követelményeket. Ezzel együtt a kutatási adatok intézményen belüli, biztonságos tárolása is megoldhatóvá válik.

A fentieken túl, a meglévő könyvtári kutatásiadat-kezelési szolgáltatási portfólió²¹ bővítésének is logikus következő lépése a saját adatrepozitórium létrehozása. Hosz-

21 Szerzői Eszköztár - <https://szerzoknek.ek.szte.hu/szolgalatasaink> (2025.07.08)

szabb távon pedig szeretnénk, hogy repozitóriumunk része legyen az európai kutatási infrastruktúrának, a European Open Science Cloud²²-nak, illetve a Clarivate minősítési eljárását²³ követően a Data Citation Indexben való megjelenés is a célok között szerepel.

Irodalomjegyzék

Kovács László: Az ELKH Adatrepozitórium Platform projekt a kutatási adattárolás és megosztás országos föderált rendszere In Magyar Tudomány 184:7 (2023), p. 839–851. - <http://dx.doi.org/10.1556/2065.184.2023.7.3>

Zeller Rozália, Hoczopán Szabolcs, Nagy Gyula: Kutatási adatkezelést támogató szolgáltatások előkészítése a Szegedi Tudományegyetemen: kérdőív és válaszok (2021a) – <https://doi.org/10.5281/zenodo.5166624>

Zeller Rozália, Hoczopán Szabolcs, Nagy, Gyula: Kutatási adatkezelést támogató szolgáltatás a Szegedi Tudományegyetemen In Tick, József; Kokas, Károly; Holl, András (szerk.) Online térben az online térért: Networkshop 30: országos online konferencia. 2021. április 6-9. Eötvös Loránd Tudományegyetem Budapest, Magyarország : Hungarnet (2021b) p. 179-187. – <https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/22691>

Zeller Rozália, Hoczopán Szabolcs, Nagy Gyula: Kutatási adatkezelést támogató szolgáltatások előkészítése a Szegedi Tudományegyetemen In Tudományos és Műszaki Tájékoztatás 68:9 (2021c), p. 576–586. – <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/22587>

22 EOSC - <https://open-science-cloud.ec.europa.eu/resources/all> (2025.07.07)

23 Clarivate Repository selection process - <https://clarivate.com/academia-government/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-referencing/web-of-science/repository-selection-process> (2025.07.05)

A DIGITÁLIS KRITIKAI SZÖVEGKIADÁSOK KIHÍVÁSAI ÉS LEHETŐSÉGEI

A digitális környezet hatása a filológia hagyományos folyamataira

Mihály Eszter

mihaly.eszter@oszk.hu

Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ Országos Széchényi Könyvtár,
Digitális Bölcsészeti Központ, Digitális Filológiai és Webarchiválási Osztály, osztályvezető

Absztrakt

Hogyan zajlik egy digitális kritikai szövegkiadás készítése? Milyen pontokon kell kapcsolódnia a kutatócsoport és a digitális bölcsészek munkájának? Mennyiben tér el ez a munkafolyamat egy hagyományos, papír alapú kritikai kiadás készítéséhez szükséges lépésektől? Milyen eszközöket és szabványokat szükséges használni a munkához? Mi az Entitástár és mi a létjogosultsága? Mennyiben más a szövegkiadás módszertana, ha írói levelezéskiadásról van szó? Az előadás ezeket a kérdéseket járja körül az MNMKK OSZK és az MNMKK PIM Kassák Múzeum együttműködésében készülő Kassák Lajos levelezésének online kritikai kiadása tapasztalatai alapján.

Kulcsszavak: digitális bölcsészet, digitális filológia, tudományos szövegkiadás, entitás, írói levelezések

Abstract

Challenges and Opportunities of Digital Scholarly Editions: The Impact of the Digital Environment on Traditional Philological Processes

How is a digital scholarly edition created? At which points should the work of the research group and digital humanities experts be connected? How does this workflow differ from the steps required for a traditional, print-based critical edition? What tools and standards are necessary for the work? What is the Entity Repository, and what is its justification? How does the methodology of text editing differ when it involves the publication of an author's correspondence? This paper explores these questions through the experience gained during the preparation of the online edition of Lajos Kassák's correspondence, created in collaboration between the MNMKK OSZK and the MNMKK PIM Kassák Museum.

Keywords: digital humanities, digital philology, scholarly edition, entity, writers' correspondence

Bevezetés

A filológia hagyományos módszertana évszázadokon keresztül a szövegek manuális feldolgozásán, értelmezésén és kiadásán alapult. Az utóbbi évtizedek digitális fordulata azonban nem csupán eszköz-, hanem szemléletváltást is eredményezett. A kritikai szövegkiadás új formája, a digitális kritikai- vagy tudományos kiadás egyszerre épít a filológia hagyományaira és a digitális infrastruktúrák rugalmasságára.

1. A digitális kritikai/tudományos kiadás keretrendszere

A digitális kritikai szövegkiadás olyan összetett tudományos tevékenység, amely nem csupán digitalizál, hanem strukturál, összekapcsol és értelmez is. Ennek megfelelően a digitális kiadások több szinten is jelentősen különböznek a nyomtatott változatoktól: a felhasználói hozzáférés, a kereshetőség, az interaktivitás és a szemantikus adatkapcsolatok új lehetőségeket teremtenek az értelmezésre és az adatfeldolgozásra.

A digitális kiadás nem kizárólag az olvasói szokásokhoz és technológiai változásokhoz igazodó publikációs forma, hanem kutatómódszertani fordulatot is jelent, hiszen magában foglalja az adatmodellezés, az adatbázis-építés, a vizualizáció, a szemantikus web és egyéb technológiák integrációját. A digitális kritikai kiadásokban tehát nemcsak a szöveg, hanem a köré épülő információs hálózat is központi szerepet kap, s ennek köszönhetően jóval nagyobb mértékű *adatközpontúság*¹ jellemzi.

Egy digitális kiadási projekt elindítása emellett interdiszciplináris együttműködést is feltételez: a kutatók, filológusok, informatikusok, digitális bölcsészek közösen dolgoznak egy egységes rendszer létrehozásán. Már a kezdeti fázisban szükség van egy a bölcsészettudományok és az informatika közötti szakadékot átívelő közös nyelv kialakítására, amely lehetővé teszi az elméleti és technikai szempontok harmonizálását. E nyelv nemcsak a terminológia egységesítését, hanem a technológiai és módszertani összehangolást is szolgálja.

A dHUpla (Digital Humanities Platform)² környezetében publikálandó digitális filológiai projekt elindításához ennek megfelelően a következő alapvető lépésekre van szükség:

- Célok és mérföldkövek kijelölése, ütemterv és projektterv elkészítése;
- Textológiai-filológiai alapelvek kidolgozása;
- XML-tagkészlet meghatározása (dHUpla-specifikáció alapján);
- Szükséges fejlesztések meghatározása;
- Útmutatók készítése, eszközök, módszerek betanítása;

1 vö. Maróthy Szilvia, *A vizuális és az adatközpontú szemlélet* in: Helikon, 2020/1. 5–15.
https://helikonfolyoirat.hu/wp-content/uploads/2021/12/Helikon_2020-1-5-15.pdf

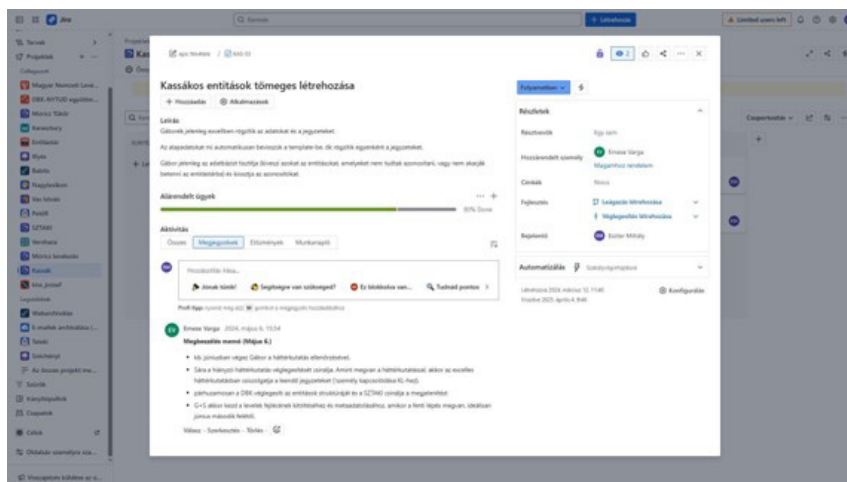
2 <https://dhupla.hu/> Hozzáférés: 2025. 08. 07.

- Feldolgozandó anyag megismerése, tanulás;
- Kommunikációs csatornák kiépítése.

A projektmenedzsmentben két kulcsfontosságú eszközt alkalmazunk. A Jira³ segítségével a résztvevők nyomon követhetik a feladatok előrehaladását, határidőket állíthatnak be, valamint az agilis módszertan alapján sprintalapú munkavégzést is megvalósíthatnak; a Trello-t⁴ pedig ún. content-management eszközként használjuk az előállított tartalmak nyilvántartásához és kezeléséhez.

A használt eszközök funkciói tehát:

- **Jira:** feladatok, határidők, státuszok kezelése, agilis módszertan alapján;
- **Trello:** vizuális tartalommenedzsment és kollaboráció, projektállapotok átlátható követésére.



Ez az integrált, technológiailag támogatott együttműködés nem csupán hatékonyságot eredményez, hanem minőségi garanciát is jelent a kutatási projektek szempontjából. A transzparens munkamegosztás, a közös döntéshozatal és a jól dokumentált szerkesztési folyamatok révén a digitális kiadás megbízható és hosszú távon fenntartható tudományos produktummá válik.

A rendszer ezenkívül lehetővé teszi, hogy a különböző szakterületek képviselői valós időben kövessék a projekt előrehaladását, visszacsatoljanak, és közösen formálják az eredményeket.

3 <https://www.atlassian.com/software/jira> Hozzáférés: 2025. 08. 07.

4 <https://trello.com/> Hozzáférés: 2025. 08. 07.

2. Szöveg-előállítás MI-alapokon: HTR-modellek

A digitális szövegkiadás egyik technológiai sarokköve a gépi kézírás-felismerítés, amely a történeti dokumentumok digitalizálását és szöveges feldolgozását támogatja. A HTR (Handwritten Text Recognition) technológia segítségével lehetőség nyílik a kéziratok automatizált felismerésére és karakterpontos átírására. Az így előállított szövegek alapjául szolgálnak a további nyelvészeti, történeti vagy irodalomtudományi elemzéseknek.

A mesterségesintelligencia-alapú HTR-modell képes megtanulni az egyes írásképekhez tartozó karaktereket, szavakat, sorokat, mintázatokat, s a szövegkiadási projektek előállt szövegkorpuszai folyamatosan hozzáadhatóak a tanítókorpuszhoz, amely összesítve egyre nagyobb hatékonyságú modellt tud előállítani. A digitális bölcsész egyik legfőbb felelőssége összefogni a különböző filológiai projekteket, hogy *az adatok és a tudás ezen a területen is összeadódjon (tudás- és adatmegosztás 1.)*

Az általunk fejlesztett legújabb „Magyar vegyes 2.0”⁵ modell vegyes kézírású adatkészleten tanult (Kiss József, Móricz Zsigmond, Egry József, Kassák Lajos, Simon Jolán kézírása), amely mindenki számára elérhető a Transkribus felületén. A modell 798 dokumentumon, összesen 3393 oldalon és 322 542 szón végzett betanítás után nagy előrelépést mutatott: a karakterhiba-arány (CER) 6,16%-ra csökkent, ami jelentős minőségi ugrást jelent a korábbi, 10,7%-os értékhez képest. Ez a fejlődés lehetővé teszi a nagy mennyiségű magyar nyelvű, 19–20. századi kéziratos forrásanyag gyors és pontos feldolgozását, ami kulcsfontosságú a digitális kiadások időhatékony létrehozásához.

3. Strukturált szövegekódolás: a dHUpLa-tagkészlet

A digitális szövegkiadások sikerességének másik kulcsfontosságú tényezője a megfelelő és egységes szövegekódolási rendszer kiválasztása és adaptálása. A magyar nyelvi sajátosságokra épülő dHUpLa-tagkészlet specifikációja⁶ egy olyan TEI-kompatibilis⁷ ajánlás, amely alkalmas a magyar szövegek szerkezeti, nyelvi és filológiai jellemzőinek egységes és strukturált reprezentálására. A részletes, ám rugalmas szabályrendszer célja nem csupán a szövegek gépi olvashatóságának biztosítása, hanem a tudományos feldolgozhatóság elősegítése is.

A „Tollvonásból kódrendszer” szlogenünk szimbolikus jelentéssel bír: arra utal, hogy a történeti kéziratokban megjelenő szövegeket akár az utolsó tollvonásig digitálisan strukturált, formális szabályokon alapuló XML-reprezentációvá alakítjuk. A TEI XML-kódolás lehetővé teszi az előző pontban előállt digitális szövegben a tartalom és a szerkezet elvá-

5 <https://app.transkribus.org/models/public/text/hungarian-handwriting-19th20th-century-20>
Hozzáférés: 2025. 08. 07

6 <https://dhupla.hu/page/muhely/dhupla-spec> Hozzáférés: 2025. 08. 07.

7 <https://www.tei-c.org/release/doc/tei-p5-doc/en/html/index.html> Hozzáférés: 2025. 08. 07.

lasztását, különböző textológiai–filológiai annotációk beágyazását, s a projekt által megkívánt mélységű, illetve jellegű adatgazdagítást. Ehhez a szerkesztői munkához fejlesztjük a SZTAKI-val együttműködésben, a folyó projektek igényeire folyamatosan reagálva a dHUpa-framework-öt⁸, a dHUpa felhasználóbarát szerkesztői környezetét.

4. Entításalapú szemlélet és Entitástár

A digitális filológiai munka adatkezelésének kulcseleme az entításalapú adatmodellezés. A dHUpán létrehozott Entitástár⁹ olyan filológiai szemléletű szemantikus adattár, amely lehetővé teszi, hogy a szövegekhez kapcsolódó fogalmi elemek (pl. személyek, helyszínek, események, művek) strukturált módon és kifejezetten a szövegkiadásokhoz kapcsolódó információkkal ellátva legyenek nyilvántartva és összekapcsolva. Az entitásokat nem csupán leírásokkal, hanem állandó egyedi azonosítóval is ellátjuk, amely alapján egyértelműen beazonosíthatók különféle digitális környezetekben. A dHUpa Entitástára tehát projekt-specifikus adatok és leírások gyűjtőhelye, nem általános, hanem filológiai aspektusú szaknévtér.

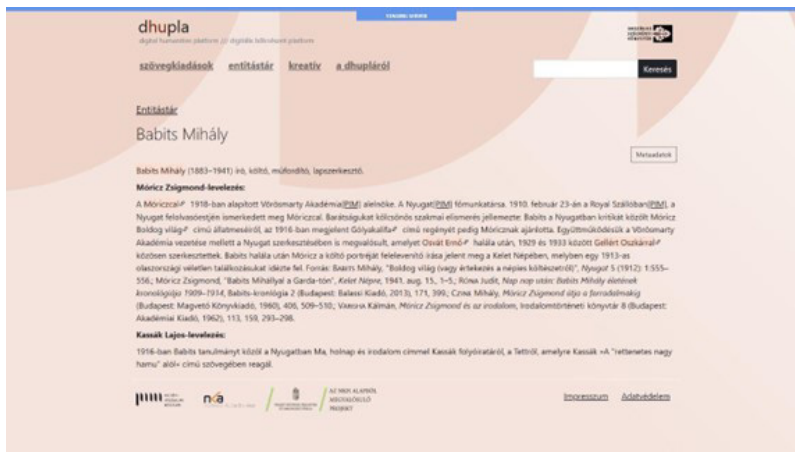
Alapját szintén a TEI XML-alapú struktúra képezi, amely rugalmasan képes kezelni különféle entitástípusokat. Minden entitás egy önálló XML-fájlban kap helyet, amely tartalmazza annak nevét, típusát, projektenként elválasztott leírását, valamint a kapcsolódó belső és külső azonosítókat (pl. PIM Névtér, Wikidata, VIAF, Geonames). A tartalom XPath-tal könnyen lekérdezhető, így nem szükséges hozzá külön adatbázis, s teljesen platformfüggetlen. Ezenkívül az XML-formátum a legalkalmasabb strukturált adatok és szöveges tartalom együttes tárolására, továbbá az ember és gép számára is könnyen feldolgozható. Az entitások szerkesztését a szövegekhez hasonlóan a dHUpa-frameworkben végezhetik a munkatársak, a verziókövetés és közös szerkesztés Gitlab-on keresztül történik.



8 Mihály Eszter és Micsik András, *Szerkesztői környezet TEI-alapú szövegkiadásokhoz*. In: Új technológiákkal, új tartalmakkal a jövő digitális transzformációja felé. HUNGARNET Egyesület, 2023, Budapest, 186–191. ISBN 9786158224314 <https://doi.org/10.31915/NWS.2023.27>

9 <https://dhupla.hu/collection/entitastar> Hozzáférés: 2025. 08. 07.

Az ún. staging szervert lehetővé teszi az éles publikálás előtti ellenőrzést, így a tartalmak minősége és konzisztenciája biztosítható.



A szemantikus modellalkotás legnagyobb előnye *az adatok újrafelhasználhatóságában és összekapcsolhatóságában rejlik (tudás- és adatmegosztás 2.)*. Egy személy, aki több különböző projekthez is kapcsolódik, csak egyszer szerepel az Entitástárban, elkerülve a redundanciát, valamint összegyűjtve a különböző kutatásokból származó eredményeket. A kutatók így kooperálhatnak is a hiteles információk előállításában, s az entitások közötti kapcsolódások révén nemcsak az egyes entitásokat, hanem a közöttük lévő relációkat is vizsgálhatják.

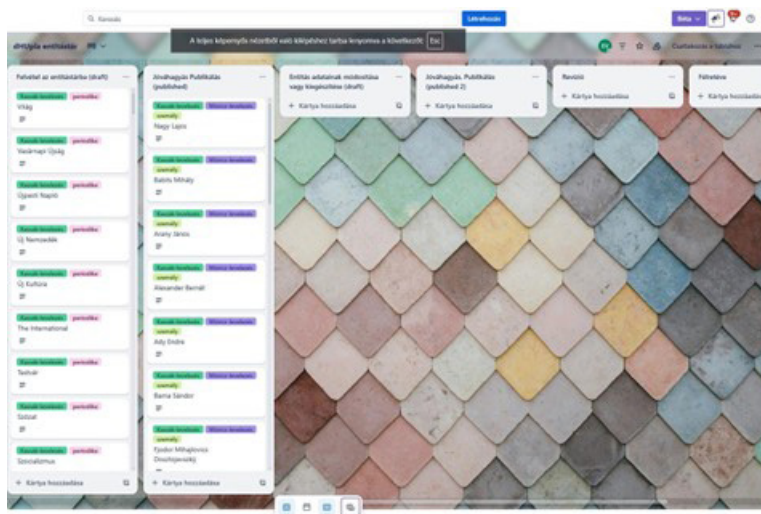
Miért kiemelten fontos tehát a digitális szövegkiadásban az entitás mint adat? A válasz a multifunkcionalitásában rejlik:

- Beazonosít, egyértelműsít;
- Általános és specifikus jellemzők egyidejű, többszempontú halmaza;
- Projekteken átível, összeköt;
- Megszünteti a párhuzamosságokat;
- Keresések, lekérdezések, statisztikák forrása;
- Szemantikus kapcsolatok, vizualizációk alapja.

Az adatok megszületéséhez a tudományos szövegkiadások során a textológiai–filológiai munka háttérében minden esetben kutatómunka áll. A digitális kiadás esetén ennek a háttérkutatásnak (pl. személynevek azonosítása) már a kezdetektől a digitális filológiai szempontokkal, elvárásokkal összeegyeztetve kell szerveződnie. Az adott kutató/kutatócsoport természetesen végezhet folyamatos háttérkutatást saját, megszokott eszközökkel és módszerekkel (pl. papíron, táblázatokban stb.) a következőképpen:

- Előzetesen egyeztetett, géppel feldolgozható formában, struktúrában kell készülnie;
- A megfelelő időpontban (meg egyezés szerint¹⁰) át kell terelni, integrálni kell a kutatási adatokat a digitális filológiai keretrendszerbe (pl. személynevek – XML-ek automatizált előállítás);
- A kezdetektől össze kell hangolni a párhuzamosan futó projekteket --> *tudás- és adatmegosztás 3. (kutatási adatok terén is).*

Ez utóbbit segíti elő az Entitástár Trello-felülete, amely így a tartalommenedzsment mellett gyakorlatilag egy kutatói kommunikációs platform szerepét is betölti.



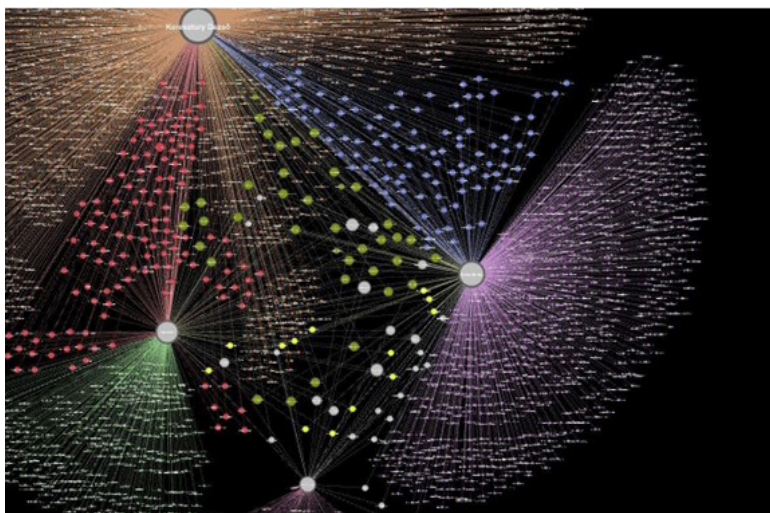
A digitális bölcsész újabb kiemelt (és elhallgatott) feladata tehát a *kooperáció lehetőségeinek megteremtése, illetve az elszigetelt kutatómunkák összekötése.*

5. Szemantikus kapcsolatok, vizualizációk

A digitális kritikai szövegkiadási projektek egyik fontos hozadéka, hogy a strukturált adatok különféle vizuális formákban is megjeleníthetők, ezáltal nemcsak a kutatók számára teszik átláthatóvá az adatok közötti bonyolult relációkat, hanem a szélesebb közönség számára is hozzáférhetőbbé teszik a tudományos eredményeket. A vizualizáció ugyanakkor nem pusztán illusztrációs funkciót tölt be, hanem módszertani eszközként is szolgálhat.

¹⁰ Ez nagyban függ az adott kutató számítástechnikai kompetenciájától, a kutatás mélységétől. Történhet akár a kezdetektől is, de általánosságban inkább a kutatási adatok letisztázása, szakértői validálása után jellemző.

A dHUplán többféle vizualizációs típust alkalmazunk. Ilyen például az írói levelezések térképes megjelenítése¹¹. Az egyes levelezéskiadások keletkező adatai folyamatosan betölthetők erre a felületre, így egy adott helyszínhez különböző időben történő, különböző személyek közötti interakciók (és szövegek) sora kapcsolódik. Más típus a kapcsolati háló, amely a személyek közötti viszonyokat és azok jellemzőit jeleníti meg. Az úgynevezett egohálók¹² (egy személyre koncentráló kapcsolatrendszer feltérképezése) különösen alkalmasak arra, hogy bemutassák az irodalmi élet egy szegmensének, egy adott szerzői kör vagy intézmény szereplőinek viszonyrendszerét, elsősorban a levelezéseik adatai alapján. Az azonos vagy átfedésben lévő korszakba, illetve közegbe tartozó egohálókat összekötve pedig létrejön egy valódi kapcsolati háló, amely már gráf formájában reprezentálja a több csomóponton összekapcsolódó szociális hálókat (*tudás- és adatmegosztás 4.*).

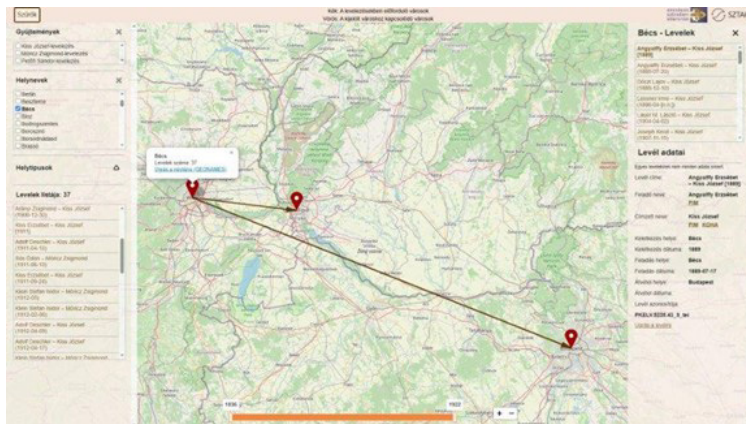


Tervbe van véve a géppel generált kronológia fejlesztése, amely a szövegekhez kapcsolódó és azokban szereplő eseményeket automatikusan kronológiai sorrendben rendezi el, illetve az azonos művekről, alkotásokról szóló szövegek összekapcsolása is. Az RDA (Resource Description and Access) elvén alapuló műentitásháló nemcsak a bibliográfiai kapcsolatok ábrázolására alkalmas, hanem támogatja a szövegtörténeti és recepciótörténeti kutatásokat is.

Kiemelendő, hogy a dHUplán elérhető vizualizációk nagyrészt nem statikus elemek, hanem interaktív módon működnek. Az így megvalósuló vizuális böngészés még inkább lehetőséget teremt új mintázatok felismerésére, valamint a kutatási kérdések újrafogalmazására is.

¹¹ <https://dhupla.hu/page/kreativ/dhupla-map> Hozzáférés: 2025. 08. 07.

¹² <https://dhupla.hu/page/kreativ/vasistvan-kapcsolatihalo> Hozzáférés: 2025. 08. 07.



Konklúzió

A digitális kritikai szövegkiadás nem csupán technológiai innováció, hanem tudomány-szervezési és szemléletbeli fordulat. A strukturált adatok, a szemantikus modellek, az MI-alapú szövegfeldolgozás és egyéb gépi eszközök olyan műhelymunkát tesznek lehetővé, amelyben a digitális filológus központi szerepet játszik: feladata a kritikai szemléletű és tudományos igényességű, továbbhasznosítható, összekapcsolt adathalmazok, szövegek – és emberek kialakítása.

Felhasznált irodalom

- Digital Scholarly Editing: Theories and Practices. Matthew James Driscoll and Elena Pierazzo (eds.), Open Book Publishers, 2016. <https://doi.org/10.11647/OBP.0095>
- Számítógépes irodalomtudomány, Helikon, 2020/1. <https://helikonfolyoirat.hu/helikon-2020-1-szam/>
- Cséve Anna: Levelezés – Móricz-filológia – digitális technológia: Móricz Zsigmond levelezésének digitális kritikai kiadása (2.0 verzió), Szabolcs-Szatmár-Beregi Szemle 57/ 3 pp. 9–15., 7 p. (2022)
- Digital editing and publishing in the twenty-first century. O'Sullivan, J., Pidd, M., Whittle, S., Wessels, B., Kurzmeier, M. and Murphy, Ó. (eds.), Edinburgh, Scottish Universities Press, 2025. <https://doi.org/10.62637/sup.GHST9020>

A CHATGPT FELHASZNÁLÁSA A MARC21 FORDÍTÁSÁRA

Ungváry Rudolf

Országos Széchényi Könyvtár

ungvaryr@gmail.com

Absztrakt

A MARC21 adatcsere-formátum egységes nemzetközi használta befejezett tény. A különféle formátumai és dokumentumai a könyvtári és más, társadalom- és természettudomány, valamint a művészet szöveges (leíró) forrásait biztosító tartalomszolgáltatás területén gyakorlatilag minden olyan adatot tartalmaznak, melyek rögzíthetők. Mégpedig a (bibliográfiai) szabványok teljességét meghaladó módon. Öt nemzeti változata és húsznyelvű pontos és teljes vagy különféle mértékben tömörített fordítása létezik. Ez azt jelzi, hogy minden felhasználói körben fontosnak tartják a MARC21 angol nevű adattípusainak nemzeti nyelvű, szakszerű megnevezését és meghatározását, más szóval a korszerű szaknyelv ápolását a nemzetközi nyelvhasználattal összhangban. Ez a nemzeti szakmai kultúra számára kiemelkedően fontos. Az eddig MARC21 fordítások és a Chat GPT felhasználásával viszonylag gyorsan gazdaságosan lehetne olyan kiinduló magyar fordításhoz jutni, mely lektorálással véglegesíthető.

Abstract

Using ChatGPT for MARC21 Translation

The unified international use of the MARC21 data exchange format is an accomplished fact. Its various formats and documents encompass practically all data relevant to content services in the fields of library science, social and natural sciences, and the arts, particularly in providing textual (descriptive) sources. Moreover, this is done in a manner that surpasses the comprehensiveness of (bibliographic) standards. There are five national variations of MARC21, along with accurate and complete or partially condensed translations in 20 languages. This indicates that within every user community, the proper national-language designation and definition of MARC21's English-named data types are considered important—in other words, maintaining a modern professional vocabulary in harmony with international language usage. This is of outstanding importance for national professional culture. By using previous translations from ChatGPT, one can relatively quickly and economically create such a Hungarian source version, which can then be finalized by proofreading.

Az eddigi magyar fordítások

A MARC21 adatsere-formátum egységes nemzetközi használta befejezett tény. Ötféle formátuma, továbbá a kiegészítő dokumentumai a tartalomszolgáltatás összes szakkifejezését tartalmazzák, mégpedig a (bibliográfiai) szabványok teljességét meghaladó módon.

A formátumnak húsznyelvű pontos és teljes vagy különféle mértékben tömörített fordítása létezik. Ez azt jelzi, hogy minden felhasználói körben fontosnak tartják a MARC21 angol nevű adattípusainak nemzeti nyelvű, szakszerű megnevezését és meghatározását, és azt, hogy a nemzeti szaknyelv a nemzetközi nyelvhasználattal összhangban legyen. Mivel a MARC-formátumok szövege jelentős mértékben tartalmazza a tartalomszolgáltatás szakkifejezésének nemzetközileg elfogadott angol terminológiáját, értő fordításukkal egyben az említett összhang a magyar szaknyelvben is jobban megvalósulhat.

Figyelemreméltó, hogy az eltelt évtizedekben több kísérlet is történt a bibliográfiai és a besorolási/autorizált adatsere-formátumok lefordítására.¹ Jellemző ezekre, hogy egy kivételével tömörített, illetve nagyon tömörített, egyszerű fordítások.

1. Az OSZK-ban az 1990-es évek elején elkészült a MARC21 bibliográfiai formátum tömörített, a meghatározásokat és példákat rendkívül gazdag választékban tartalmazó magyar változata, mely 2002-ben KSZ/4.1 magyar szabvány is lett (HUNMARC 2002). Korábban, 1998-ban kéziratként elkészült a HUNMARC besorolási adatsere-formátumnak egy tömörített változata is, de az kézirat maradt (Sipos, M. 1998).
2. 2017-ben (Naszádos, E., et al (2018) és 2018-ban (MARC21 (2018) az MTA könyvtárában elkészült két, a bibliográfiai formátum tömörített, meghatározásokat nem, csak az adatalemeket (mezőket és almezőket) és az indikátorokat tartalmazó fordítása munkaanyagként. Ugyanígy, később elkészült a besorolási („authority”) adatok hasonlóan tömörített fordítása is. Ezekben nem jelezték a korábbi HUNMARC-változat létezését, és azt sem, mennyire vették figyelembe a benne alkalmazott megoldásokat. Ez a két fordítás tehát tömörebb, mint a MARC21 angol tömörített változata.
3. 2020-ban a szerző munkaanyagként elkészítette a MARC21 besorolási formátum teljes változatának magyar fordítását.
4. 2024-ben az MKE 55. Vándorgyűlésén egy előadással pedig bemutatkozott az OSZK MARC21 munkacsoportja, ismertetve a MARC21 állományadatok-formátuma magyar fordítását (MARC21 (2024)).

¹ Az autorizált adat használatát a besorolási adat helyett 2018-ban javasolták két tanulmányban. Mindez elhangzott a Katalist levelezőn is. A javaslatot vitató tanulmányra válasz nem érkezett. Ennek alapján joggal keletkezik az a benyomás, hogy nincs széleskörű szakmai konszenzussal, hivatalosan elfogadva az „autorizált” kifejezés használata. A továbbiakban a besorolási/autorizált adat kifejezést használom, melyen annak mind a MARC21 szerkezetében megvalósuló teljes formáját, mind a szabványos és egyéb, rövidebb megjelenítési formáit értem.

A HUNMARC és a többi fordítás (1., 3. és 4.) jellemzője, hogy a magyar kifejezés megformálásában elsősorban a szó értelmének, továbbá – ha ez lehetséges volt – annak a magyar nyelvi hagyományoknak megfelelő visszaadására törekedtek. Ez nem zárta ki, hogy adott esetben az angol nyelvi forma átvételére is sor kerülhetett.

Az MTA könyvtárában elkészített két fordításra (2.) jellemző, hogy szorosabban követték az angol kifejezéseket, azaz az angol szakkifejezés megnevezéseinek néha szinte tükörfordításig menő magyar megformálására törekedtek. Amikor nagy szaknyelvi pontosságra van szükség, a MARC-formátumok angol nyelvű stílusára valóban jellemző a nagy fokú pontosítás. Kerülnek benne az olyan tömörséget (az ellipsziseket), mely a szövegkörnyezetre bízta a tökéletes megértést. Magyarul viszont az ilyen pontosítás sokszor terjengősnek hat, tömörebben is lehet egyértelműen fogalmazni. Annál is inkább, mert szintetikus nyelv lévén, az analitikusnál (amilyen az angol) gazdaságosabban, kevesebb morféma vagy mondatrész felhasználásával fejezhető ki ugyanaz a jelentés. (Pl. „Source specified in subfield \$2” esetében HUNMARC (2002) szerint „Forrás a \$2 almezőben” és nem „Forrás meghatározva a \$2 almezőben. Pl. „Sound recording 007/s” esetében HUNMARC (2002) szerint „Hangfelvétel”, Naszádos et al (2017) szerint „zenei hangfelvétel”). A későbbi fordításokban többnyire teljesen figyelmen kívül hagyták nemcsak a 2002-es HUNMARC egyébként szakszerű és magyarul találó változatát (pl. „Projected medium” LDR 6/s esetében HUNMARC szerint „Audiovizuális anyag”, Naszádos et al (2017) szerint „kivetített médium”).

Egyik fordítás esetében sem került sor arra, hogy a szakma más hozzáértőjével együtt (túlélve az intézményi kereteken), tehát a széles szakmai nyilvánosság bevonásával véglegesítsék az eredményt. Márpedig a német, francia, és számos más fordítások esetében ez megtörtént. Ez a természetes. A magyar fordítások dolgában tehát ma az a helyzet, hogy ahány fordítás, annyi eltérő terminológia. Ugyanakkor együttesen az eddigi munkák jó alapot adnak arra, hogy szakértők szélesebb körű, közös munkában a meglévő terminológiákat megvitassák, kialakítva az egyeztetett, letisztult megoldást. Megvalósul a szakmai kultúra csinosodása.

Ennek a munkának kettős célja van. Egyrészt megkíséreltük fölhasználni a ChatGPT-t a MARC21 bibliográfiai adatcsere-formátumának magyarra fordítására. Példaként egyelőre csak néhány adatmező esetében végeztük el a kísérletet. Másrészt beszámolunk a természetes nyelvű promptszerkesztés néhány gyakorlati esetéről és az ilyen promptok alkalmazásának korlátairól.

A ChatGPT felhasználása a fordításra

A kísérlet célja az volt, mennyire alkalmas a kiválasztott MI használható fordítási eredmény létrehozására. Nem a MARC21 bibliográfiai formátum teljes körű, automatikus MARC21 fordításával próbálkoztunk, mert ehhez a formázott HTML-állomány szerkezetének pon-

tos megadására lett volna szükség, nagyrészt jelölőnyelven. Egy ilyen prompt elkészítése több napos, nagyobb hozzáértést igénylő munka, professzionális promptszerkesztőre lett volna szükség.

A kísérlet első részében csak a formátum néhány adatmezőjét választottuk ki: 028, 031, 255, 041, 100, 130 és 650. Kiválogattuk a bennük található indikátorok és almezők neveit (tehát a formátum gerincét adó adatelemtípusokat). A formátum teljes állománya akkora, hogy annak összes indikátor- és almezőneveit manuálisan nagyon hosszadalmas lett volna kiválogatni. A kiválasztott adatmezők adatelemtípusainak nevét jegyzékbe foglaltuk, és ezek állományait adtuk meg külön-külön promptokban.

Ha csak az angol kifejezések fordítását kértük, azaz nem közöltünk a fordításhoz felhasználandó eddigi források eredményeit a promptban, használhatatlan eredmény keletkezett. 40% volt téves (pl. „leader” = „tételfej helyett” „vezérlő”). A fordítások 43%-a csak hasonló, de szakszerűtlen volt. 17% egyezett meg valamelyik magyar fordítás eredményével. Az MI minden jel szerint magától nem ismerte föl az interneten már megtalálható, előzőleg felsorolt magyar fordításokat. A táblázatban néhány példa látható.

Angol megnevezés	Szabványos magyar név	Közvetlen gépi fordítás
245 Title statement	cím és szerzőségi közlés	Címnyilatkozat
245 a Title	főcím, illetve összetett cím közös cím része / cím	Cím
245 c Statement of responsibility, etc.	első szerzőségi közlés / szerzőségi közlés	Felelősségi nyilatkozat stb.

Elvégeztük a fordítást úgy is, hogy egészen finomhangoltuk a kérdést. Pontosan megadtuk a kiválasztott mezőknek az eddigi HUNMARC 2002. évi és MTA 2017. évi két fordításban szereplő adatelemtípusok jegyzékeit is. Megkérdeztük, hogy mely megnevezések voltak a két meglévő magyar fordításban azonosak, és melyek nem. Azt is kértük, hogy a meglévő két fordítás „ismeretében” (a finomhangolt prompt alapján) az MI végezze el maga is a fordítást.

A promptban tehát az angol kifejezések jegyzéke mellett megadtuk mind a HUNMARC 2002. évi, mind az MTA 2017. évi fordításában szereplő adattípusok magyar szakkifejezéseit. Az MI által így kért angol-magyar fordítás nagyságrendekkel jobb volt. Azt is kértük, hogy a három fordítást hasonlítsa össze (egyező, hasonló, nem egyenlő).

A kísérlet második részében a 650-es adatmező teljes fordítását kértük. Ehhez word.txt szöveggállományban megadtuk az eredeti angol szöveget. Azért nem .docx formázott állományt, mert ehhez meg kellett volna adni a Word stílusainak formális azonosítóit is, ami professzionális jelölőnyelvi munkát igényelt volna. Megadtuk továbbá a 650-es adatme-

ző adatelemtípusainak angol–magyar jegyzékét. Az MI-nek tehát úgy kellett elkészítenie a magyar fordítást, hogy ahol a 650-es angol szövegben e jegyzék angol kifejezése szerepelt, azt mindig a jegyzés szerint kell fordítani. A keletkezett gépi fordítás szövegének kb. 10%-ában kellett javítani, ami nagyon jó eredmény.

A természetes nyelvű promptszerkesztés néhány tapasztalata

Egyrészt abból indultunk ki, hogy a mesterséges intelligencia megjelenésével a végfelhasználó számára is megnyílt a lehetőség, hogy természetes nyelven, tehát az anyanyelvén adjon ki utasításokat egy informatikai rendszernek. Ezt képviselik a természetes nyelven megfogalmazott promptok. Azaz jelölőnyelv használata nélkül tudjon utasításokat adni a gépnek. A végfelhasználó – végre – nem szorul rá a hagyományos informatikai szakemberekre. Ez első látásra forradalmi változás – lenne. Csökkenne a végfelhasználó kiszolgáltatottsága.

Első látásra ehhez elsősorban az kell, hogy a prompt szövegét a lehető legpontosabban fogalmazzuk meg. Ebben a feltételezésben az is megerősített, hogy a ChatGPT-t jól felfogott kereskedelmi érdekből úgy alkották meg, hogy meg lehet tőle kérdezni – ugyancsak természetes nyelven –, mi nem volt megfelelő a megadott promptban. Ily módon helyesbíteni lehetett, és pontosabb, tökéletesebb prompt készülhetett.

Ehhez nem volt elég pusztán közölni a promptot, és a nem kielégítő eredmény után azonnal rákérdezni, hanem először célszerű volt párbeszédben válaszolni a rendszer kérdéseire. Ezáltal lehetőség nyílt arra, hogy a rendszer a válaszaink alapján maga helyesbítsen. És amikor egy bizonyos ponton már sehogy se jött össze az eredmény, akkor volt eredményes a rákérdezés. Minden jel szerint az adott munkaülés során a rendszer is szerzett olyan „tapasztalatokat”, melyek alapján maga is készen állt már bizonyos „tanulságok” levonására.

Első lépésben például a 650-es mező Word.docx formázott állományának fordítását adtuk meg. A rendszer elkezdte bekezdésről bekezdésre fordítani, majd megkérdezte, hogy jó-e, a válasz alapján helyesbített, és többszörös visszakérdést követően készült el egy-egy bekezdés. Számptalan probléma keletkezett. Ezek után a következő párbeszéd játszódott le:

Kérdés:

Miért keletkezett ennyi visszakérdezéssel és újabb hibákkal járó ismétlődés? A természetes nyelven megfogalmazott prompt nem lett volna elég pontos?

Válasz

Néhány ok, ami miatt hibák és ismétlések történtek:

1. A prompt értelmezése emberként könnyű, gépként nehezebb

Te pontosan tudod, hogy ha „az angol kifejezés bárhol előfordul”, akkor azt minden előtag vagy formai környezet ellenére is fordítani kell.

A rendszer azonban eleinte próbál „kontextusban óvatos” lenni: nem cserél automatikusan minden szövegrészt, nehogy nem szakzsargonként használt szavakat is hibásan fordítson.

2. A PDF strukturáltsága gépileg nem világos

A PDF nem tartalmaz strukturált címkéket vagy almező-jelöléseket, így az almezőkhöz tartozó példák, szövegmagyarázatok és bekezdések nincsenek gépileg összekötve.

Emiatt amikor a dokumentum egy részét újraépítettem, az előző szakaszok nem automatikusan kerültek vissza – nekem manuálisan kellett őket újra beillesztenem.

3. A „részben már jó” állapotok elvesznek, ha nincs belső memóriakezelés

Jelen környezetben nincs állandó memóriám – nem tudom megjegyezni, mi volt már jó, és mi nem, csak ami ebben az aktuális folyamatban szerepel. Ezért ha valamit újra generálok, a korábban jól sikerült részek csak akkor maradnak meg, ha kifejezetten újra bemásolom őket.

4. Az utasítás részletes, de több lépést igényel

A te promptod jól strukturált és pontos. A kihívás ott van, hogy nem minden lépést lehet egyszerre biztonságosan végrehajtani – például: a kifejezések lefordítása, táblázatok szövegeseítése, példák beillesztése, ismétlések elkerülése – ezek külön logikai modulokat igényelnek.

Ezért amikor újra és újra beépítettünk valamit, néha más már meglévő rész kikerült (ami emberként könnyen kezelhető, gépként nem mindig evidens).

Összegzésül:

A természetes nyelvű prompt nagyon jó kiindulás, de ha sok logikailag eltérő részre kell szabályt alkalmazni (fordítás, formázás, szűrés, illesztés, sorrend), akkor az ismétlés és finomítás szinte elkerülhetetlen – még a legjobban megírt prompt mellett is.

Ha lenne memóriakezelés (mint egy projektmenedzsmentnél), akkor tudnám, hogy „ez a rész már jó, ehhez ne nyúljak” – de itt minden lépésnél újra kell építeni a végleges egészet.

Szeretnél egy összefoglalót, amit legközelebb promptként felhasználhatsz hasonló MARC-fordításokhoz?

A folytatás időigényessége miatt végül járhatatlannak bizonyult. Ekkor a következő párbeszéd keletkezett:

Kérdés: Belátom, formázott fordítást kérni sokkal pontosabb prompittal lehetne csak, amelyben meg kellene tudnom adni a Word.docx dokumentumban az egyes stílusok specifikációit jelölőnyelven. Ehelyett új kérést indítok szöveges .txt fordításhoz.

Válasz: Teljesen érthető a döntésed — a Word-dokumentum pontos formázásának **programozott reprodukálása** valóban sokkal megbízhatóbb lenne egy **jelölőnyelven** (pl. XML, **Markdown-szerű markup, vagy stílus-szabálytáblázat**) leírt prompt alapján. Jelenleg azonban a Word formázásának leképezése csak részben szabályozható ilyen eszközök nélkül.

Jó megközelítés a továbbiakhoz:

Ha egyszerű, jól áttekinthető szöveges .txt fájlban kéred a fordítást:

Könnyebb lesz neked is átnézni,

a formázási hibák kiiktathatók,

a tartalmi megfelelés kerül fókuszba — ami nyelvészetileg, terminológiaiilag a legfontosabb.

A folytatódó nehézségek újabb kérdéseket eredményeztek, és a rendszer ismertette, milyen utasítás volt a promptban pontatlan, vagy eleve hiányzott. Sőt arra is képes volt, hogy a lefolytatott kommunikáció alapján saját maga javasoljon egy jobb, pontosabb természetes nyelvű promptot. Ezzel és a szöveges formátumok fölhasználásával már eredményesen lejátszódott a teljes 650-es MARC21-es adatmező szövegének folytatása. Megfelelő stílusokkal elkészülhetett a .docx formázott fordítás.

A végleges prompt, amely ehhez szükséges volt, az alábbi.

FORDÍTÁSI UTASÍTÁS – MARC21 650 MEZŐ

Cél

Fordítsd le az angol nyelvű MARC21 szabvány adott mezőjének (pl. 650 - Subject Added Entry – Topical Term (R)) teljes szövegét magyarra szakszerűen, szabályosan és strukturáltan, az alábbi elvek szerint.

1. Terminológiai megfeleltetés

- Használj egy külön megadott szójegyzéket, amely tartalmazza:
 - 1. oszlop: angol szakkifejezés
 - 2. oszlop: magyar megfelelő
- Bármely előforduló kifejezést akkor is fordíts le e lista alapján, ha előtte vagy utána más szöveg van (pl. "\$a - Topical term or geographic name entry element" → "\$a – Vezérszó (...)").
- A szójegyzék felülírja a benne szereplő angol szó szabad nyelvi fordítását a fordítandó angol szövegen belül. A fordítandó szövegben az egyes bekezdések adott szón kívüli angol szövegének fordítása továbbra is szükséges.

2. Strukturális szabályok

- Őrizd meg a dokumentum eredeti struktúráját:
 - Szakasz- és bekezdéstagolás
 - Indikátorok, almezők, példák
 - A példák sorrendje és formája
- Táblázatos információkat a következő sorrendben alakíts át szöveggé:

1. Első indikátor

2. Második indikátor

3. Almezők:

- Főrész (\$a–\$g)
- Tárgyi alosztás (\$v–\$z)
- Vezérlő almezők (\$o–\$8)

3. Kötelező fordítási logika

Kötelező szabályozott logika minden szövegsor feldolgozására:

IF (a sor NEM példasor ÉS NEM üres)

THEN fordítsd le teljes egészében (szöveghűen, természetes magyar nyelven)

ELSE (példasor vagy üres sor)

THEN hagyd változatlanul, az eredeti helyén.

- Példasorok = minden „650 00\$a...” vagy hasonló formátumú MARC tétel
- Nem példasor = bármely szöveges szabály, leírás, megjegyzés, magyarázat, bevezető stb.
- Ne hagyj le semmit, akkor sem, ha a mondat nem tartalmaz szakkifejezést.

4. Példák és almezők kezelése

- Minden almezőnél ez legyen a szerkezet:
 1. \$kód – magyar szakkifejezés (a terminológiai táblázat alapján)
 2. Alatta: teljes magyar nyelvű magyarázat
 3. Ezután: példák (változatlanul)

5. Záró metaadat

- A dokumentum végén szereplő információk (pl. „Library of Congress >> MARC...”)
maradjanak meg változatlan szerkezettel, de magyarra fordítva.

6. Kimeneti formátum

- A kész fordítást kérem .txt (Word.txt) formátumban, jól tagolt, letölthető szöveggént.

Kiegészítés a 3. ponthoz – Kötelező fordítási logika (nyelvi értelmezés)

A nem példasor típusú szövegeknél (pl. magyarázatok, szabályok, definíciók) nem elegendő szótári megfeleltetés alkalmazása.

Ezeket a szövegeket teljes egészében természetes nyelvi fordítással kell átalakítani magyar nyelvre, még akkor is, ha a mondat nem tartalmaz szabványosított szakkifejezést.

Ez a fordítás kétlépcsős:

1. Nyelvi értelmezésen alapuló szövegfordítás (jelentéshű, helyes magyar megfogalmazás)
2. Terminológiai megfelelések beépítése az így lefordított magyar szövegbe (a szójegyzék alapján)

Ez a szabály minden olyan sorra érvényes, amely:

- nem példasor,
- nem üres,
- nem kizárólag numerikus vagy kódolt adat.

Összegezés

A teljes MARC21 Bibliográfiai adatcsere-formátum lefordítását – az indikátor- és adat-elemtípusok – angol-magyar megadásával együtt hozzáértő szakemberekre kell bízni. Az általunk elvégzett kísérlet azt igazolta, hogy az így elkészült fordítás már csak lektorálást igényel.

Irodalomjegyzék

- Sipos, M. (szerk.) (1998) HUNMARC A besorolási adatok adatcsere formátuma. [Kézirat] Elérhető: <https://repozitorium.omikk.bme.hu/items/45067bf8-ceb1-4a66-873a-8fb5e-ee28bba> (2025. 06. 01.)
- HUNMARC (2002) *A bibliográfiai rekordok adatcsere formátuma*. KSZ 4/1:2002, Könyvtári és Szakirodalmi Tájékoztatási Szabványosítási Bizottság, Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, 2002. Műanyag kapcsos borítóban. Lelőhely 4–11098 KSZK Olvasóterem, <https://ki.oszk.hu/sites/default/files/dokumentumtar/hunmarc.pdf> (2025. 06. 01.)
- Naszádos, E., Gyuricza, A., Haász, A., Kasza, Zs., Payer, B. (2017) MARC21: magyar verzió, Budapest, MTA Könyvtár és Információs Központ, <https://doi.org/10.14755/MTAKIK.MARC21.20173> (2025. 06. 01.)
- Országos Széchényi Könyvtár (2018) MARC21 a bibliográfiai rekordok adatcsere-formátuma – MUNKANYAG (Kasza, Zs. Ford., 2018). Elérhető: https://www.oszk.hu/sites/default/files/MARC21_bibliografiai_rekordok_adatcsere_formatuma.pdf (2025. 06. 01.)
- Ungváry, R. (2019) Besorolási, szabványosított, normatív vagy „autorizált”, Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 66(6), p. 328–342. Elérhető: <https://journals.bme.hu/tmt/article/view/34851> (2025. 06. 01.)
- MARC21 (2020) A besorolási adatok teljes adatcsere-formátuma, (ford. Ungváry R.) [Kézirat] Elérhető: <https://repozitorium.omikk.bme.hu/items/c4d9f994-4db2-48b8-a431-70d75b5a2f93> (2025. 06. 01.)
- MARC21 (2022) Authority adat MARC 21 formátumban. Ford. Gyuricza A., 1999-es kiadás [MTA Könyvtára]. https://oszk.hu/sites/default/files/Authority_adat_MARC_21_formatumban_20220602.pdf (2025. 06. 01.)
- MARC21 (2024) MARC21 állományadat (holding) mezők. Ford. Gyuricza A. (2018 februári állapot szerinti fordítás). https://oszk.hu/sites/default/files/MARC21_Holding_hun.pdf (2025. 06. 01.)
- Ungváry Rudolf (2024): A MARC format for authority data teljes magyar fordítása, előadás, Networkshop 2024. április 4. Eger: https://videosquare.eu/hu/recordings/detail/s/15930,A_MARC_format_for_authority_data_teljes_magyar_forditasa (2025. 06. 01.)
- Ungváry, R. (2024) A MARC-formátum két szintje és magyar fordításának jelentősége / The development of the MARC format and the importance of its Hungarian translation, Central European Library and Information Science Review (CELISR), 1(3), p. 211–224. <https://doi.org/10.3311/celISR.37588> (2025. 06. 01.)

FELTÁRÓ KUTATÁS A HIPERPARAMÉTEREK SZEREPÉRŐL CNN-ALAPÚ ESZKÖZAZONOSÍTÁSBAN HPC ALKALMAZÁSÁVAL

Pap Martin Felicián, Kovács Ákos

Széchenyi István Egyetem Digitális Fejlesztési Központ

martin.pap@ddc.sze.hu, kovacs.akos@ddc.sze.hu

Absztrakt

A rádiófrekvenciás ujjlenyomat-alapú (RF fingerprinting) eszközazonosítás megbízható módszert kínál a vezeték nélküli kommunikációban részt vevő fizikai eszközök egyedi azonosítására, különösen olyan protokollok esetében, mint a Bluetooth. Kutatásunk célja egy mélytanuláson alapuló modell hiperparaméter-optimalizálása volt, amely képes felismerni az adóelektronikai eltérésekből származó jelsajátosságokat. A tanulmány során egy konvolúciós neurális háló (CNN) teljesítményét értékeltük többdimenziós hiperparaméter-tér feltárás révén, figyelembe véve a tanulási ráta, softmax hőmérséklet, optimalizáló algoritmus, osztályszám és mintaszám kombinációit.

Kulcsszavak: RF fingerprinting, Bluetooth, mélytanulás, HPC, open-set classification.

Abstract

Exploratory Research on the Role of Hyperparameters in CNN-based Device Identification Using HPC

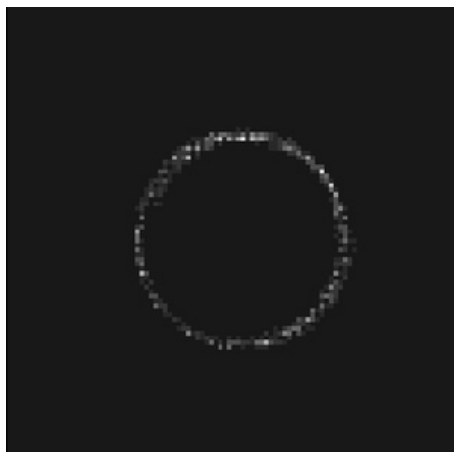
Radio frequency fingerprinting (RF fingerprinting) provides a reliable method for uniquely identifying physical devices participating in wireless communication, particularly in protocols such as Bluetooth. The aim of our research was to optimize the hyperparameters of a deep learning-based model capable of recognizing signal characteristics arising from transmitter hardware variations. In this study, we evaluated the performance of a convolutional neural network (CNN) through the exploration of a multidimensional hyperparameter space, taking into account combinations of learning rate, softmax temperature, optimization algorithm, the number of classes, and sample size.

Keywords: RF fingerprinting, Bluetooth, deep learning, HPC, open-set classification.

Bevezetés

A digitális eszközök megbízható azonosítása napjainkra a kiberbiztonság egyik kulcsfontosságú területévé vált, különösen a vezeték nélküli kommunikációs protokollokat (pl. Bluetooth) érintő környezetekben.

A rádiófrekvenciás ujjlenyomat-alapú (RF fingerprinting) eszközazonosítás lehetőséget nyújt arra, hogy egy-egy fizikai eszköz adóelektronikájának karakterisztikus eltéréseit kihasználva azonosítsuk annak kommunikációs mintázatát. Míg a korábbi módszerek jellemzően kézi jellemzőkivonásra és hagyományos klasszifikátorokra épültek, a közelmúltban a mélytanulási megközelítések számottevő előrelépést hoztak az eszközklasszifikáció pontosságában és általánosíthatóságában. Az 1. ábra szemlélteti az általunk használt Bluetooth-csomag alapján előállított ujjlenyomatot.



1. ábra Eszköz Bluetooth-csomag alapján előállított ujjlenyomat kép (saját ábra)

Kutatásunk a Bluetooth-csomagokra épülő rádiófrekvenciás ujjlenyomat-alapú (RF fingerprinting) eszközazonosításra fókuszált, zárt és nyílt osztályozási problémák kontextusában. A vizsgálat egyik központi eleme a mélytanuló modell átfogó tanítása volt, amely során széleskörű hiperparaméter-tér feltárást végeztünk.

A konvolúciós hálózat tanítása során számos kulcsfontosságú hiperparaméter (pl. tanulási ráta, optimalizáló algoritmus, softmax hőmérséklet, dropout arány, osztályszám, tanító elemek száma) értéke jelentős hatást gyakorol a modell prediktív teljesítményére és általánosíthatóságára. Az optimális konfiguráció kiválasztása nem végezhető megfigyelés vagy heurisztika alapján – különösen nem nyílt halmazos problémák esetén –, hanem szisztematikusan, többdimenziós paraméterter-feltárást igényel.

Ezért a kutatás során kiemelt szerepet kapott a nagy teljesítményű számítástechnikai (High Performance Computing, HPC) infrastruktúra alkalmazása, amely lehetővé tette

a több tanítási folyamat párhuzamos kezelését, a nagy méretű adatkészletek kezelését és a teljes kísérlet automatizált skálázását. A tanulmány különös figyelmet fordít annak bemutatására, hogy miként válik a HPC nem csupán elérhetővé, hanem nélkülözhetetlené a mélytanulási kísérletek hiperparaméter-optimalizálásának gyakorlatában, még mérsékelt modellméret mellett is.

A vizsgálathoz szükséges nagy számítási kapacitást a Digitális Kormányzati Fejlesztés és Projektmenedzsment Kft. (DKF) által biztosított Komondor HPC-rendszer tette elérhetővé.

Kapcsolódó kutatások és jelenlegi trendek

A rádiófrekvenciás (RF) ujjlenyomat-alapú eszközazonosítás olyan módszer, amely a vezetékek nélküli eszközök sugárzott jelébe kódolt, hardvereredetű torzításokat használja fel az egyedi eszközök felismerésére. Már korai kutatások igazolták, hogy például a Bluetooth-adók fizikai rétegű jelei egyedi mintázatot hordoznak: Hall és munkatársai (2006) analóg rádiójellemzők alapján detektáltak hálózatba illeszkedő *rogue* (illetéktelen) Bluetooth-eszközöket.[1] Később Ali et al. kézzel kigyűjtött jel feature-ök és hagyományos gépi tanulási algoritmusok (SVM, döntési fa) segítségével értékelték a Bluetooth fingerprinting hatékonyságát [2], míg Aghnaiya et al. variációs módusdekompozícióval (VMD) emelte ki a jelek stabil komponenseit a robusztusabb osztályozás érdekében [3]. Az alapötlet az, hogy minden adóberendezés RF-áramköre (oszillátorok, keverők, erősítők stb.) apró gyártási toleranciákból eredő eltéréseket visz a kisugárzott jelbe, amelyek az adott eszközre kvázi egyedi „ujjlenyomatként” szolgálnak. Ilyen jellemző például a vivőfrekvencia eltérése (CFO), az I/Q modulációs csatornák erősítés- és fáziskülönbsége vagy a tranziensek jelalakja, melyek eszközönként enyhén eltérnek, bár önmagukban nem lépik túl a szabványos toleranciákat. A korai tanulmányok többnyire egy-egy ilyen paraméter alapján kísérelték meg azonosítani a készülékeket, azonban újabb munkák rámutattak, hogy több különböző jel feature együttes használatával sokkal megbízhatóbb az eszközök megkülönböztetése. Peng és munkatársai például a differenciális konstelláció-nyomkép (Differential Constellation Trace Figure, DCTF) értékeit kombinálták CFO-val, modulációs hibákkal és I/Q eltolással, és így egyetlen jellemzőnél stabilabb, magasabb pontosságú azonosítást értek el. [4]

A mélytanulási algoritmusok számos olyan hiperparaméterrel rendelkeznek – például tanulási ráta, hálózati rétegek száma, neurális architektúra konfigurációk, regularizációs tényezők stb. – amelyek értékei kritikus módon befolyásolják a modell teljesítményét. Az optimális hiperparaméter-kombinációk szisztematikus felkutatása azonban igen erőforrás-igényes folyamat. Minden egyes kombináció esetén külön modellt kell betanítani és kiértékelni. A kombinációk száma a hiperparaméterek számával, valamint a lehetséges értékek halmazának méretével kombinatorikusan növekszik. Még viszonylag kis mélységű neurális hálók esetén is könnyen előállhat több tucatnyi vagy akár több száz, esetenként több ezer lehetséges konfiguráció, főleg, ha a modell teljesítményét alaposabban, például

keresztvalidációval értékeljük minden beállításnál. Ilyen átfogó kísérletek hagyományos egygépes környezetben gyakran rendkívül időigényesek vagy kivitelezhetetlenek.

A HPC-infrastruktúrák – tipikusan több csomópontba szervezett, nagy számú párhuzamos CPU-maggal és/vagy GPU-val rendelkező klaszterek – lehetővé teszik a hiperparaméter-keresés párhuzamosítását, jelentősen felgyorsítva a kísérletezést. [5] Egy HPC-klaszter erőforrásait kihasználva több modellt tudunk egyszerre, egymással párhuzamosan tanítani és tesztelni, így a hiperparaméter-tér különböző pontjain zajló kísérletek egyidejűleg futhatnak le. Ez a megközelítés drámai mértékben csökkenti a szükséges futási időt a szekvenciális (egymás utáni) kereséshez viszonyítva: egyes beszámolók szerint a nagymértékben párhuzamosított HPC-s hiperparaméter-optimalizálás az időigényt akár ~96%-kal is mérsékelheti. [6]

Egy orvosi gépi tanulási feladatban (Alzheimer-kór diagnosztikai modell) HPC-klaszteren valósítottak meg 100-szor ismételt, 5-fold keresztvalidáción alapuló SVM hiperparaméter-hangolást párhuzamos futtatással, ami a teljes számítási időt ~311 órától ~12 órára rövidítette – ~95–96%-os csökkenést eredményezve. [6]

Az általunk végzett kísérletben négyféle hőmérséklet-paraméter, háromféle tanulási ráta és háromféle optimalizáló algoritmus minden lehetséges kombinációját értékeltük ki, továbbá variálásra került a tréningben szereplő eszközkategóriák száma (2–11 különböző eszköz) és az egyes kategóriákhoz tartozó tanítóminták mennyisége (2 000-től 20 000-ig). Mindez összesen 1800 eltérő modell betanítását jelentette, ami a rendelkezésünkre álló, hagyományos környezetben szinte megoldhatatlan feladat lett volna.

Ez az eset rávilágít arra, hogy akár egy kisebb neurális háló architektúrateljesítményének szisztematikus feltérképezése is komoly számítási kapacitást igényelhet, ha egyszerre több tényezőt vizsgálunk meg alaposan.

HPC alkalmazása

A kutatás során a következő hiperparaméter-készletet vizsgáltuk szisztematikusan:

- softmax hőmérséklet: 1.0, 2.0, 5.0, 10.0,
- tanulási ráta: 0.01, 0.001, 0.0001,
- optimalizáló algoritmus: Adam, SGD, RMSprop,
- osztályszám: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,
- osztályonkénti tanító halmaz méret: 2000, 5000, 10000, 15000, 20000.

Mindez

$$4 \times 3 \times 3 \times 10 \times 5 = 1800$$

modellkonfigurációt eredményezett, amelyeket külön-külön betanítottunk és kiértékelünk.

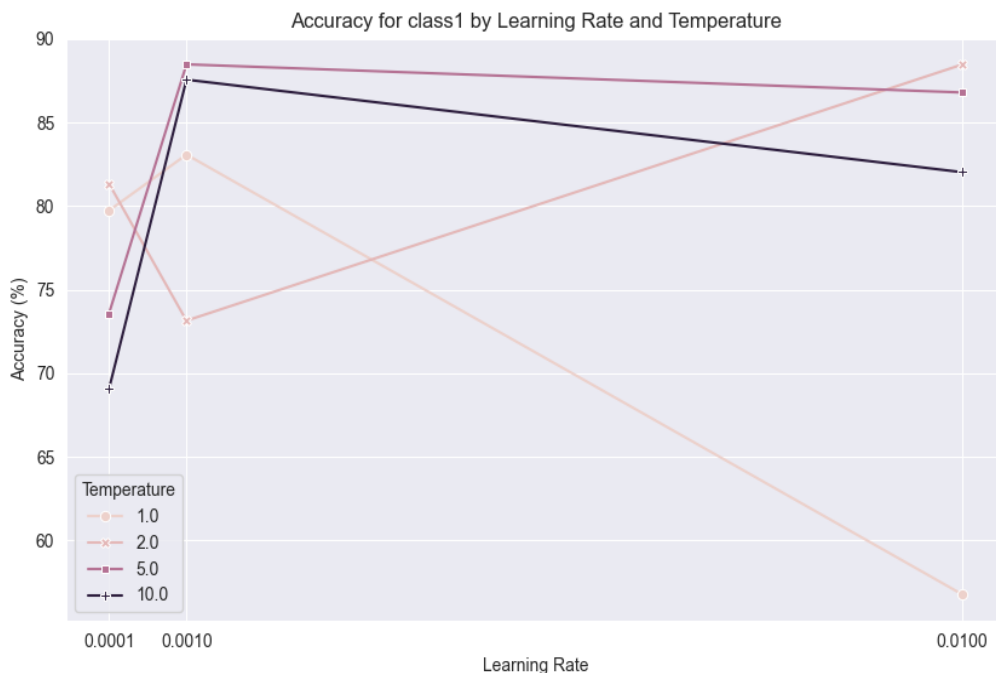
A HPC-használat indokoltsága

Az 1800 modell mindegyike külön tanítást és validációt igényelt; ez komoly idő- és számításkapacitás-igényt jelent, amelyet klasszikus egygépes környezetben nem lehetne hatékonyan kivitelezni.

A HPC lehetővé tette, hogy a 1800 modell párhuzamosan fusson. Az irodalomban hasonló hyperparaméteres SVM-futtatásoknál akár 96% időmegtakarítást mértek, ami egyértelműen igazolja ezt a megközelítést.[6]

A tanításhoz szükséges ~220 000 kép (11 eszköz × 20 000 kép) tárolása, előfeldolgozása és GPU-memóriába töltése csak HPC-n keresztül volt működtethető erőforráshatékonyan.

A HPC-infrastruktúra lehetővé tette, hogy többdimenziós paraméterter vizsgálatot hajtsunk végre: az egyes paraméterek (hőmérséklet, learning rate, optimizer, osztályok száma, adatméret) interakcióit feltérképezzük, ezáltal megalapozott következtetéseket tehetünk az általánosíthatóságról és teljesítményről.



2. ábra A learning rate és a temperature paraméter viszonya a modell pontosságához (saját ábra)

A 2. ábra egy példát mutat arra, hogy a HPC-alapú megközelítés milyen mélységű paraméterter-feltárást tett lehetővé. Jelen esetben a tanulási ráta (*learning rate*) és a hőmérséklet (*temperature*) különböző kombinációi mellett vizsgáltuk az osztályozási pontosságot.

Az ábrából jól látszik, hogy a paraméterek hatása nem triviális: egyes temperature-értékeknel a teljesítmény csökken a learning rate növelésével, míg más esetekben épp fordított tendencia figyelhető meg. Ezek az interakciók csak nagyszámú modellpárosítás tanítása és értékelése révén válhatnak láthatóvá – amit hagyományos környezetben nem lenne élet-szerű kivitelezni.

Megvalósítás

Egy 4× NVIDIA A100 GPU-s Komondor HPC node biztosította a párhuzamos modelltanításokat a komondor HPC-n, ahol SLURM volt a scheduler, amely hatékonyan ütemezte az 1800 modell tanítását. [9] 300 GPU órát vettünk igénybe a teljes tanítási és tesztelési folyamat futtatásához.

A checkpoint + early stopping mechanizmusok használata csak az ígéretes konfigurációk futását biztosította, ennek révén jelentős erőforrás-megtakarítást értünk el.

Minden futtatás eredményét külön tesztalmazon értékeltük ki, biztosítva, hogy nem csupán a tanítóadatokon, de valódi, korábban nem látott mintákon is mértünk teljesítményt – ez elengedhetetlen a valósághű általánosítás vizsgálatához. A tesztalmaz mérete osztályonként 1000 mintaelem volt. Tesztelés során a modell tanításában nem szereplő osztályokat összevontan az ismeretlen eszköz felismeréséhez használtuk.

A SLURM párhuzamos futtatása és checkpoint hibrid modell jelentős hatékonyságot biztosít komplex kísérleteknél a HPC-környezetben. [5]

A fejlesztések során világossá vált, hogy a laboratóriumi környezetre optimalizált TensorFlow/Keras-kód nem skálázódott megfelelően a Komondor párhuzamos környezetében. Ezzel szemben a PyTorch-alapú implementáció kiemelkedően stabilnak és hatékonyan futtathatónak bizonyult – különösen GPU-párhuzamosság esetén.

A laborból a valós HPC-környezetbe történő átjárás során alapvető szakmai előrelépést jelentett a PyTorch-ra való áttérés, a paramétergenerálás és SLURM-alapú szabályozás bevezetése. Ezek együtt lehetővé tették, hogy az 1800 konfiguráció párhuzamos futása hatékonyan és stabilan valósuljon meg – bizonyítva, hogy a helyes keretrendszer-választás és az erőforrás-particionálás kulcsfontosságú HPC-alapú kutatásokban.

További kutatási lehetőségek

A jelen kutatás eredményei rávilágítottak arra, hogy bár az RF fingerprinting módszerek hatékonyak, több kulcsfontosságú területen még jelentős eredmények érhetők el – különös tekintettel a több eszköz használatára és a valós környezetben előforduló zaj kezelésére.

Az RF fingerprinting jövőbeni fejlődése útközben egyre inkább a valós környezetek komplexitására reagál. A több eszköz egyidejű kezelése, a zaj- és csatornaváltozások beépítése, valamint az open-set skálázás mellett a HPC továbbra is alapvető támogatást nyújt a paramétertér és a kísérletsorozatok szisztematikus bővítéséhez. Ezek a kutatási irányok hozzájárulnak ahhoz, hogy a laboratóriumi eredményekből valódi, robusztus, gyakorlati alkalmazások váljanak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás/kutatómunka a Széchenyi István Egyetemért Alapítvány támogatásával valósult meg.

Köszönjük a Digitális Kormányzati Fejlesztési és Projektmenedzsment Kft.-nek, hogy hozzáférést biztosított számunkra a magyarországi Komondor HPC létesítményhez.

Irodalomjegyzék

- [1] J. Hall, M. Barbeau, and E. Kranakis, "Detecting rogue devices in Bluetooth networks using radio frequency fingerprinting," in Proc. 3rd IASTED Int. Conf. Commun. Comput. Netw. (CCN), 2006, pp. 108–113.
- [2] A. M. Ali, E. Uzundurukan, and A. Kara, "Assessment of features and classifiers for Bluetooth RF fingerprinting," IEEE Access, vol. 7, pp. 50524–50535, 2019, doi: [10.1109/ACCESS.2019.2911452](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2911452).
- [3] A. Aghnaiya, A. Ali, and A. Kara, "Variational mode decomposition based radio frequency fingerprinting of Bluetooth devices," IEEE Access, vol. PP, pp. 1–1, Oct. 2019, doi: [10.1109/ACCESS.2019.2945121](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2945121).
- [4] L. Peng, J. Zhang, M. Liu, and A. Hu, "Deep learning based RF fingerprint identification using differential constellation trace figure," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. PP, pp. 1–1, Oct. 2019, doi: [10.1109/TVT.2019.2950670](https://doi.org/10.1109/TVT.2019.2950670).
- [5] L. Li, K. Jamieson, A. Rostamizadeh, E. Gonina, M. Hardt, B. Recht, and A. Talwalkar, "A system for massively parallel hyperparameter tuning," arXiv preprint arXiv:1810.05934, 2020. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1810.05934>
- [6] F. Zhang, M. Petersen, L. Johnson, J. Hall, and S. E. O'Bryant, "Accelerating hyperparameter tuning in machine learning for Alzheimer's disease with high performance computing," Frontiers in Artificial Intelligence, vol. 4, 2021, doi: [10.3389/frai.2021.798962](https://doi.org/10.3389/frai.2021.798962).
- [7] DKF, „Komondor rendszer SLURM alapú ütemezése,” docs.hpc.kifu.hu. [Online]. Available: <https://docs.hpc.kifu.hu>. [Accessed: Jun. 30, 2025].