

A SOKSZÍNŰ MESTERSÉGES INTELLIGENCIA

BUDA ANDRÁS

Debreceni Egyetem, Nevelés- és Művelődéstudományi Intézet, Debrecen

Beérkezett: 2023. október 2., elfogadva: 2024. január 8.

Az elmúlt évtizedekben a mesterséges intelligencia (MI) fejlődése forradalmi változásokat generált az élet különböző területein. E fejlődési folyamat az oktatásra is jelentős hatással bír, az MI számos lehetőséget rejt magában a tanulás és tanítás terén. Ez a tanulmány áttekintést nyújt a mesterséges intelligencia használatának dinamikus fejlődéséről, különös hangsúlyt fektetve az oktatási szektorra, hiszen az adaptív tanulási környezetektől az oktatói segítségnyújtásig számos MI-alkalmazás könnyítheti meg a diákok és oktatók életét. Az írás egyben bevezetőként szolgál a tematikus szám tanulmányaihoz, melyek mélyebben tárják fel a mesterséges intelligencia oktatási dimenzióit, bemutatva azokat a kihívásokat és lehetőségeket, amelyekkel a tanárok és az oktatási intézmények szembesülnek az intelligens technológiák bevezetése során.¹

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, tipizálás, alkalmazási területek, oktatás

THE MULTI-COLORED ARTIFICIAL INTELLIGENCE

In recent decades, the development of artificial intelligence (AI) has generated revolutionary changes in various areas of life. This development process also has a significant impact on education, and AI opens up countless opportunities in the field of learning and teaching. This study provides an overview of the dynamic development of the use of artificial intelligence, with a particular focus on the education sector, as many AI applications, from adaptive learning environments to tutoring assistance, can make life easier for students and teachers. The article also serves as an introduction to the studies of the thematic issue, which explore the educational dimensions of artificial intelligence in more depth, presenting the challenges and opportunities that teachers and educational institutions face during the introduction of intelligent technologies.

Keywords: artificial intelligence, typification, fields of application, education

Bevezetés

Az emberek mindig is törekedtek arra, hogy könnyebbé, biztonságosabbá, élvezetesebbé tegyék életüket, miközben persze fel akarták fedezni a környező világot, felül akartak kerülni annak kihívásain vagy éppen az ellenségeiken. Ennek érdekében számtalan eszközt találtak már fel, melyek azáltal segítettek e célok elérését, hogy felerősítették, kibővítették az

Levelező szerző: Buda András PhD habil., Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
E-mail: buda.andras@arts.unideb.hu

¹ Az absztrakt szövege a ChatGPT javaslata alapján készült el.

ember meglévő adottságait, képességeit. Ebben a folyamatban az adott kor technikai színvonala meghatározó tényező volt, ami nemcsak segítséget jelentett, hanem korlátokat is emelt, ugyanis mindig voltak az embereknek olyan céljai, melyek elérése a meglévő technológiával vágyalom maradt. Azonban az új találmányoknak, felfedezéseknek köszönhetően ezeket később legtöbbször mégis sikerült elérni.

Már több száz évvel ezelőtt is törekedtek például önműködő – vagy legalábbis annak tűnő – gépek létrehozására. Albertus Magnus bajor püspökkel kapcsolatban már a 13. században terjedt olyan történet, hogy készített egy beszélő fejet. Sőt, egyes szerzők szerint egy teljes mechanikus embert alkotott meg, amelyik tudott járni, beszélni, feladatokat végezni olyan szinten, hogy egy lakomán ez a szerkezet szolgálta ki a vendégeket (*Kang–Halliburton 2020*).² Önműködő, sőt gondolkodó szerkezetek létrehozására azóta is sokan törekedtek, de csak a számítógép megjelenése teremtette meg a lehetőséget arra, hogy az ember intelligenciáját egy gép (részben) helyettesítse (*Dudás 2003*).

A mesterséges intelligencia értelmezése

A mesterséges intelligencia (MI) gyökereit nem lehet teljesen egyértelműen meghatározni, különböző szerzők eltérő időpontokra datálják a kezdeteket. James R. Couch (2023) szerint például Rene Descartes *Discours de la methode* című műve (1637) jelenti a kiindulópontot, mert Descartes ebben már elképzelhetőnek tartotta, hogy a gépek egyes dolgokat éppolyan jól vagy még jobban végeznek el, mint az emberek. Descartes ugyanakkor úgy gondolta, hogy a gépek okvetlenül csődöt mondanának más dolgokban, mivel nem tudatosan cselekszenek. Éppen ezért véleménye szerint a gépek sohasem lesznek képesek úgy használni a nyelvet, ahogy azt az emberek teszik, azaz gondolataik kifejezésére (*Descartes 1637; Couch 2023*).

Mások a tudományos-fantasztikus irodalomban vélik megtalálni a kezdeteket, mivel az ilyen művek írói régóta spekulálnak emberként viselkedő gépekről. Az így gondolkodók szerint pl. L. Olof Johannesson, Stanisław Lem, Arthur C. Clarke vagy éppen Jules Verne munkái sok mesterségesintelligencia-kutatót inspiráltak (*Sivasubramanian 2021*). A sci-fi művek közül kiemelkedik Isaac Asimov *Runaround* című novellája, *Haenlein–Kaplan (2019)* szerint a mesterséges intelligencia története ennek a műnek az 1942-es megjelenésétől indul. Ebben az írásban került megfogalmazásra a robotika három törvénye, melyek megfelelőségét számtalanszor megvitatták már. Bár ezek a törvények egyelőre megmaradtak a tudományos-fantasztikus irodalom szintjén, „azonban MI fejlesztéssel a gyakorlatban is foglalkozó szakemberek nem vetik el annak a lehetőségét, hogy hasonló korlátozó tényezőkkel kellene felruházni a szintetikus létformákat” (*Eszteri 2015: 50*).

Sokak szerint viszont valójában 1950-ben indult a mesterséges intelligencia története. Ebben az évben jelent meg Alan Turing tanulmánya *Computing Machinery and Intelligence* (1950) címmel arról, hogy a gépek képesek szimulálni az embereket és autonóm módon végrehajtani feladatokat. Annak eldöntésére, hogy egy gép valóban tud-e az emberével egyenértékű intelligens viselkedést tanúsítani, Turing egy tesztet javasolt. Ez a teszt végső soron egy kérdés-felelet játék, melyben egy ember öt percen keresztül írásban tesz fel kérdéseket két válaszadónak, akiket nem lát. A válaszadók egyike ember, a másik pedig gép, és a teszt alanyának a válaszokból egyértelműen el kell tudnia dönteni, hogy melyik válaszadó a gép. Ha ezt öt perc után sem tudja megtenni, akkor az a gép mesterséges intelligenciájának a bizonyítéka. Ezt a tesztet ma is sokan mércének tekintik egy mesterséges rendszer intelligenciájának azonosítására (*Haenlein–Kaplan 2019*).

Azonban magát a *mesterséges intelligencia* (Artificial Intelligence – AI) kifejezést néhány évvel később, egy 1956-os, az amerikai Ivy League egyetemen tartott workshopon használták először.

² A magyar vonatkozások közül pedig jól ismert Kempelen Farkas – sokáig önműködőnek gondolt – 18. századi sakkzóógépe.

Intelligens gépek, illetve intelligens számítógépes programok készítésének tudományát és tervezését értették alatta (McCarthy et al. 2006). A következő közel két évtizedben a kuratók és fejlesztők jelentős sikereket mutattak fel olyan programok kifejlesztésében, melyek emberhez hasonló teljesítményre voltak képesek valamilyen szűk területen, például geometriai bizonyításokban, algebrai számításokban és egyszerű játékokban (pl. dáma, hanoi tornyok). Ezért nevezik többen ezt az időszakot a mesterséges intelligencia korai aranykorának (De Spiegeleire–Maas–Sweijts 2017). Az 1970-es évek elejére azonban sokan azzal szembesültek, hogy a mesterségesintelligencia-alapú rendszerek képességei sokkal korlátozottabbak, mint ahogy azt eredetileg gondolták, így a fejlődés megtorpant. Bár ez a hullámvész, azaz a rohamos, gyors előrehaladás (AI tavasz) és az azt követő lelassulás (AI tél) periódusának váltakozása továbbra is jellemző maradt (Russell–Norvig 2021), összességében a fejlődés töretlenül folytatódott, és egyre több területen nyert teret a mesterséges intelligencia.

Napjainkra a *mesterséges intelligencia* kifejezés gyűjtőfogalomná vált. A filozófiától a matematikáig, az egészségügytől a neveléstudományig a legtöbb tudományterületnek, sőt az egyes szerzőknek is megvannak a saját definíciói és perspektívái a mesterséges intelligenciával kapcsolatban. Más-más alkalmazásokat, elméleteket értenek alatta, melyek közös jellemzője az, hogy az emberi intelligenciát, viselkedést imitálják (Chiu et al. 2023), miközben képesek tanulni, megérteni és érzékelni (Makarius et al. 2020). Ugyanakkor több általános, tudományterülettől független megfogalmazás is megszületett már. Az Európai Bizottság például 2018-ban fogalmazta meg, hogy mit jelent Európa számára a mesterséges intelligencia: „A mesterséges intelligencia intelligens viselkedésre utaló rendszereket takar, amelyek konkrét célok eléréséhez elemzik a környezetüket és – bizonyos mértékű autonómiával – intézkedéseket hajtanak végre. A mesterséges intelligencián alapuló rendszerek lehetnek kizárólag szoftveralapú rendszerek, amelyek a virtuális világban működnek (pl. hangasszisztensek, képelemző szoftverek, keresőprogramok, hang- és arcfelismerő rendszerek), illetve a mesterséges intelligencia beépíthető hardvereszközökbe is (pl. fejlett robotok, autonóm járművek, drónok és a tárgyak internetéhez kapcsolódó alkalmazások)” (Európai Bizottság 2018: 2). Hasonlóan értelmezték a fogalmat Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiájában is, de ebben a meghatározásban hangsúlyosabban jelenik meg a technológia tanulási képessége. Ezen dokumentum szerint: a mesterséges intelligencia nem más, „mint a betáplált adatok alapján önmagukat tanítani és javítani képes algoritmikus rendszerek összessége” (Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020: 6).

A mesterséges intelligencia tipizálása

A különböző szerzők általában egyetértenek abban, hogy a mesterséges intelligenciának három szintje vagy más megfogalmazásban három típusa van, melyek az MI egymást követő generációinak is tekinthetők (De Spiegeleire–Maas–Sweijts 2017). Az első szint az úgynevezett gyenge mesterséges intelligencia, melyet szűk mesterséges intelligenciának (Artificial Narrow Intelligence – ANI) is neveznek (Searle 1980; Antebi 2021). Ez olyan (számítógépes) rendszert jelent, mely arra van felkészítve, hogy elvégezzen meghatározott feladatokat, melyeket az ember is el tud, de az embernél gyorsabban és hatékonyabban teszi ezt meg. Nagyjából itt tartunk ma, és bár egy-egy szűk területen összehasonlíthatatlanul jobbak lehetnek nálunk ezek a rendszerek, összességében mégis nagyon messze vannak az emberi értelemről.

A második szint az erős vagy más néven általános mesterséges intelligencia (Artificial General Intelligence – AGI) (De Spiegeleire–Maas–Sweijts 2017), már nemcsak egy adott specifikus feladatra alkalmazható, hanem tanul, érvel, absztrakt gondolkodásra is képes, emberi szintű intelligenciáját felhasználva el tud végezni minden olyan szellemi feladatot, amit az ember is (Russell–Norvig 2021). Jelen állás szerint általános mesterséges intelligencia még nem létezik, és megoszlanak a vélemények arról, hogy létrejön-e egyáltalán ez a szint, illetve ha igen, akkor mikor következhet ez be.

A bizonytalanság ellenére az elméletek szerint a mesterséges intelligenciának van még egy harmadik típusa is. Ez a legfelső szint a mesterséges szuperintelligencia³ (Artificial Super Intelligence – ASI), mely gyakorlatilag minden területen túlszárnyalja az embert, minden műveletet gyorsabban, jobban, pontosabban meg tud majd oldani (Boström 2014). Éppen ezért ha megvalósulna, akkor az élet bármely mozzanatában (legyen az munka, tudomány, művészet, sport, hobbi, társadalmi készség, érzelmi kapcsolat) a szuperintelligenciát felsőbbrendűnek tekintenénk.

Most még nem tudjuk, hogy megvalósul-e ez az elképzelés, de jónéhányan gondolják úgy, hogy az egyre nagyobb teljesítményű számítógépek el fogják juttatni a mesterséges intelligenciát egy olyan pontra, amikortól működése érthetatlenné és ellenőrizhetatlenné válik az emberek számára. Ez a pont az úgynevezett szinguláris pont, melynek eljövételét Ray Kurzweil 2045-re jósolta (Kurzweil 2013). Ettől a ponttól „a biológiai korlátoktól mentes szuperintelligencia az emberi intelligenciát teljes mértékben helyettesíteni lenne képes, memóriája korlátlanul lenne bővíthető, algoritmusainak hatékonysága és sebessége korlátlanul növekedne, energiafelhasználása csökkenne” (Csepeli 2020: 62). Sőt az alarmista nézőpont (Z. Karvalics 2015) hívei közül vannak, akik szerint az embergép szembenállás problémája már hamarabb fog jelentkezni, mert ahogy utoléri a mesterséges intelligencia az emberit, saját túlélése rendkívül fontos lesz számára (Barrat 2014), és megpróbálja majd az emberi közreműködést kiküszöbölni.

Többen gondolják azonban azt, hogy ez a jövőbeli veszély nem valós, lehetséges barátságos mesterséges intelligencia (Yudkowsky 2001) megalkotása, mely a közjó elősegítője lesz az emberi társadalmakban. A John Brockman által 2015-ben szerkesztett interjúkötetben is csak a szakemberek kisebb hányada tekinti a jövő mesterséges intelligenciáját veszélyforrásnak az emberiségre nézve (Brockman 2015).

A mesterséges intelligencia alkalmazásának területei

A mesterségesintelligencia-alapú rendszerek felhasználása folyamatosan bővül, ezeknek a területeknek két nagyobb csoportját különböztethetjük meg: a szoftveralapú és a hardveralapú rendszereket. A szoftveralapú rendszerek esetén a program képes támogatni, illetve akár autonóm módon ellátni észlelési, értelmezési, döntési folyamatokat (Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020). A hardveralapú rendszereknél viszont már megjelenik a fizikai cselekvés is, valamilyen robotot (pl. sebészeti robot) vagy gépet (pl. önvezető autó) irányít a mesterséges intelligencia. Ez a két csoport azonban meglehetősen tág, pontosabb áttekintést kapunk akkor, ha a szakirodalom elemzése alapján kialakított felhasználási célok szerint teszünk különbséget az MI-alapú rendszerek között.

– ajánlás

Ez az a felhasználási terület, mellyel talán leggyakrabban találkozunk a hétköznapi életben. Szinte minden online vásárlás után vagy csak a webshopban történő böngészés alapján az ilyen rendszerek ajánlatot tesznek az adott ügyfél ízlésének, érdeklődésének megfelelő új termékek, szolgáltatások megvásárlására. Több közösségi vagy szakmai oldal listázza nekünk a lehetséges ismerősöket, számunkra releváns filmekre, könyvekre, tanulmányokra kapunk ajánlatokat, és idetartozik, hogy a böngészési előzmények visszaköszönnék a megjelenő hirdetések tartalmában.

– előrejelzés

Megfelelő adatok birtokában a jól felkészített mesterséges intelligencia „képes előre jelezni a folyamatosan érkező adatok alapján, hogy mi lesz az adatsor következő értéke” (Szalavetz 2019: 61). Ez például azt jelenti, hogy különböző szenzorok (pl. zajszint vagy hőmérsékletmérés) segítségével

³ Lásd erről részletesen Csepeli György írását ebben a lapszámban.

vel nyert adatok alapján az MI figyelmeztetni tud gépek vagy gyártóegységek várható meghibásodására, így lehetővé válik a költségsökkentő prediktív karbantartás. Használják ilyen rendszert pl. tőzsdei árfolyamok előrejelzésére is, egy magyar vonatkozású fejlesztés pedig anonimizált kameraképek alapján tipizálva a vásárlókat, azt jósolja meg, hogy az aktuálisan beérkező vásárlók mennyi idő múlva érnek a pénztárhoz, így előre jelzik, mikor kell új kasszát megnyitni. Ezzel a technológiával egy karácsonyi vásárlási időszakban harmadára tudták csökkenteni a sorok átlagos hosszát egy drogériában (Tarcsi–Balázs–Nagyfi 2020).

– *optimalizálás*

Az adatok feldolgozásának egy másik lehetséges iránya a mesterséges intelligencia optimalizálási képessége. Elsősorban a raktározásnál, a teherszállításnál, illetve a közlekedésben használják ki ezt a lehetőséget. Ezzel is gyakran találkozunk a hétköznapokban, hiszen egy gépjárművel megtett utazás megtervezésekor a program meghatározott paraméterek (pl. gyorsaság, üzemanyag-felhasználás, fizetős utak elkerülése) alapján választja ki számunkra a legoptimálisabb útvonalat. Ez az alkalmazási lehetőség a mezőgazdaságban is terjed, mert különböző adatok elemzése után optimalizálni lehet például a növényvédőszeres és az öntözés mennyiségét.

– *felismerés*

A mesterséges intelligencia talán legsokoldalúbb felhasználása ahhoz a tulajdonságához kapcsolódik, hogy az MI képes felismerni és besorolni különböző módokon kódolt (szöveg, szám, kép, hang, videó stb.) információkat. Képes például az e-mailek spam szűrésére, szét tudja válogatni az ügyfélszolgálathoz beérkező leveleket az alapján, hogy azok számlázással, szolgáltatással vagy technikai problémával kapcsolatosak, sőt bizonyos levelek automatikus megválaszolására is képes. A valós idejű fordítás miatt nemzetközi call centerek munkáját is gyorsabbá, hatékonyabbá tudja tenni. Nemcsak azzal, hogy számos kérdést meg tud válaszolni (pl. le tud foglalni termékeket, szolgáltatásokat), hanem egyes rendszerek a hívó hangját elemezve be tudják azonosítani, ha az ügyfél indulatosan reagál a gépi ügyintézésre, és a hívást azonnal átirányítják az emberi kezelőkhöz (Edlich et al. 2019). A hangelemzésre másik példa, hogy az MI be tudja azonosítani különböző gépek legapróbb meghibásodását hangok, zörejek elemzése alapján akkor is, ha azok az emberi fül számára hallhatatlanok (Tarcsi–Balázs–Nagyfi 2020). Még nagyobb potenciál van azonban a kép alapján történő beazonosításban, melynek kapcsán leggyakrabban az egészségügyi alkalmazásokat említik. Az MI „képes például eldönteni, hogy egy adott CT-/MRI-felvétel rákos daganatot ábrázol-e” (Szalavetz 2019: 60), sőt akár már pontosabban végzi ezt a feladatot, mint az ember: egy vizsgálat alkalmával a Google prosztaták-diagnózisra képes rendszere 70%-os pontossággal dolgozott, szemben az orvosok 61%-os pontosságával (Perrault et al. 2019). A gépi látást az iparban is felhasználják, elsősorban a futószalagon érkező termékek minőségét ellenőrzik ezzel a módszerrel. Természetesen közbiztonsági szempontból is alkalmaznak gépjármű- vagy arcfelismerő rendszereket, de a kereskedelemben is van már működő példa: egyes boltokban „elég kísértálni a kosarunkkal a karunkon, és a bolt tudni fogja, mit vittünk el” (Boncz–Szabó 2022: 71).

– *komplex megoldások*

Az ilyen mesterségesintelligencia-alapú rendszerek egyszerre többet is használnak az MI előbb felsorolt képességeiből. Idetartoznak például az önvezető autókat vagy az autonóm hadászati eszközöket és mezőgazdasági munkagépeket irányító rendszerek. Ilyen robotok dolgoznak pincérként vagy végeznek sebészeti feladatokat, de használnak komplex megoldást például egy új munkatárs felvételéhez is, amikor a beadott pályázati anyag és az interjúk gépi elemzése segíti a legmegfelelőbb személy kiválasztását.

A különböző alkalmazási lehetőségeknél bemutatott példák sokfélesége azt mutatja, hogy a mesterséges intelligencia egyre több területen tudja helyettesíteni az emberi munkavégzést. Éppen ezért sokakban felmerülhet a kérdés, hogy vajon el fogják-e veszíteni munkájukat a mesterséges intelligencia miatt?

Hasonló kérdés a történelem során már más technológiai változás után is felmerült, és bár rövid távon valóban kialakultak zavarok a munkaerőpiacon, a technológiai munkanélküliség (*Lima et al. 2021*) csak addig tartott, amíg a munkavállalók nem alkalmazkodtak az új elvárásrendszerhez (*Autor 2015*). Azt viszont még nem lehet tudni, hogy most is ez a forgatókönyv valósul-e meg, hiszen az MI megjelenésével az emberiség történetének olyan korszakába léptünk, amikor a gépek már nemcsak a fizikai munkavégzésben segítenek, hanem a szellemi munka egyre nagyobb részét is át tudják vállalni az embertől. Éppen ezért a szakértők között is komoly vita alakult ki azzal kapcsolatban, hogy vajon az MI munkaerőt támogató vagy inkább munkaerőt kiváltó hatása lesz-e erősebb (*Martens–Tolan 2018*). Az viszont már most biztosnak látszik, hogy az MI-megoldások alkalmazása tovább fogja növelni az 1980-as évek óta erőteljesen észlelhető munkaerő-polarizációt⁴ (*Autor 2010*). Ez a hatás elsősorban az alacsonyabb képzettségű munkaerőt fogja negatívan érinteni, éppen ezért az oktatásnak és képzésnek döntő szerepe lesz a tartós munkanélküliség megelőzésében és a képzett munkaerő biztosításában (*European Parliament News 2020*).

Mesterséges intelligencia az oktatásban

Az Európai Parlament 2020 szeptemberében megalakította az AIDA (Artificial Intelligence in a Digital Age) bizottságot, melynek az volt a feladata, hogy feltárja a mesterséges intelligencia hatását az Európai Unión belül. A bizottság különböző szakterületekre vonatkozóan 11 munkaanyagot készített el (*AIDA 2020*), de ezek között nem szerepelt az oktatás. Ebben minden bizonnyal szerepet játszhatott az, hogy az oktatás általában nem tartozik a prioritások közé, mivel nem közvetlenül termelő ágazat, ennek ellenére könnyű belátni, hogy a mesterséges intelligencia már eljutott egy olyan pontra, amikor az oktatással történt találkozása elkerülhetetlenné vált. Sőt egyes szerzők (pl. *Miao et al. 2021*) szerint az MI oktatási környezetbe történő bevezetése már az 1970-es években elkezdődött.

A korai kezdetek óta a mesterséges intelligencia oktatási folyamatba történő bevonása több irányba indult el. Baker és kollégái (*Baker–Smith–Anissa 2019*) a felhasználókat figyelembe véve három területet különböztettek meg. A tanulói oldalt, itt elsősorban a tanulást és az önértékelést támogató megoldásokban jelent újdonságot az MI. A tanári oldal vonatkozásában a kutatók véleménye szerint a tanítás támogatásában lesz kiemelkedő szerepe a mesterséges intelligenciának. A harmadik területet pedig a rendszerszemléletű MI jelenti, mely az oktatási intézmények irányítását hivatott támogatni. Marr szerint (*Marr 2022*) viszont négyféle módon használható fel a mesterséges intelligencia az oktatás világában:

- A tanárok repetitív tennivalóinak átvételére, ilyenek például az adminisztrációs feladatok és az értékelés.
- A tanulók előrehaladásának pontos nyomon követésére, mely alapvetően szükséges az egyéni fejlesztési programok kidolgozásához.
- A tanulás személyre szabására, mivel a jelenlegi rendszerben az oktatók nem tudnak egyéni tanulási élményt nyújtani.
- Az oktatás elérhetőbbé tételére, hiszen a mesterségesintelligencia-alapú megoldások, eszközök segíthetnek abban, hogy globális, mindenki számára elérhető osztálytermek jöjjenek létre.

⁴ Egy másik típusú polarizációról, a „többsebességű emberiségről” Szűts Zoltán írásában olvashatunk ebben a lapszám-ban.

Yufeia és kollégái a témakörrel foglalkozó szakirodalmat összegző tanulmányukban még részletesebb felosztást alakítottak ki, és arra jutottak (Yufeia et al. 2020), hogy a mesterséges intelligencia tízféle területen biztosan alkalmazható az oktatásban. Ezek a következők: (1) automatikus osztályozási rendszer, (2) ismétlő tanulásra történő emlékeztetés, (3) tanári visszajelzés, (4) virtuális tanárok, (5) személyre szabott tanulás, (6) adaptív tanulás, (7) kiterjesztett és virtuális valóság, (8) szókinccsnek és ismeretnek megfelelő szövegek, (9) intelligens egyetem és (10) távoktatás⁵.

A folyamatosan növekvő számú felhasználási terület számbavétele helyett azonban célszerűbb, ha az iskolai folyamatokban alkalmazható mesterségesintelligencia-alapú rendszerek között is a felhasználás célja szerint teszünk különbséget:

– ajánlás

Az MI ezen képessége a tanulók és a tanárok számára is kínál lehetőségeket. Például a tanulók jellemzőinek megismerése után a mesterséges intelligencia képes az egyéni sajátosságoknak (pl. tanulási stílus), illetve preferenciáknak megfelelő adaptív tartalom vagy akár személyre szabott képzés ajánlására. A tanárok számára az MI össze tud állítani különböző óraterveket, feladatso-rokat, kereshet illusztrációkat, azaz elsősorban az oktatási folyamat előkészítésében lehet ajánló szerepe.⁶

– előrejelzés

A tanulókról gyűjtött adatok birtokában a megfelelően felkészített MI-rendszerek előre tudják jelezni, hogy mely tanulókat fenyegeti kudarc, így megakadályozhatóvá válik esetleges lemorzsolódásuk (Murphy 2019). Különösen igaz ez az online képzésben résztvevőkre, akiknek tanulási jellemzőiről az oktatási keretrendszerből sokkal több adat gyűjthető, mint a jelenléti oktatás esetében (Ábrahám 2021), így az oktatók könnyen kidolgozhatják a legmegfelelőbb támogatást. Ezen túlmenően az intézményekből begyűjtött adatok (akár interaktív) vizualizációja a politikai döntéshozók számára is információkat adhat az oktatási rendszer aktuális és várható jellemzőiről (Giest 2017).

– optimalizálás

Az oktatás területén minden bizonnyal az MI optimalizálási képessége lesz a leginkább felhasználható, mert így megvalósulhat a diákok jellemzőit, preferenciáit figyelembe vevő, teljesen személyre szabott tanulási utak létrehozása, melyekre a sok tanuló és az egyre nagyobb tanárhány miatt hagyományos megoldásokkal semmi esély nem lenne. Az MI alkalmazásával lehetővé válik majd, hogy a tanulók saját tempójukban haladjanak, mindenki azt tanulja, amit még nem tud, azaz a tananyag hozzáilleszhető lesz majd a diákok szükségleteihez és tudásszintjéhez. Az „MI tanárt” bármikor el lehet majd érni, a tanulókkal választható hangon, stílusban, szükség szerint multimédiás tartalmak segítségével fog kommunikálni, de otthonosan mozog majd a kiterjesztett és a virtuális valóságban is. Különösen hasznos lesz a speciális nevelési igényű, illetve fogyatékos gyermekek számára, akiknek nagymértékben kiterjeszti a tanulási lehetőségeit például „a diktálás, felolvasás, videók feliratozása, kép- és hangelemzés, fordítás által” (Dietz 2020: 60).

A mesterséges intelligencia azt is képes lesz meghatározni, hogy egy tanuló mikor felejt el legvalószínűbben valamit, és ennek elkerülése érdekében javasolni fogja neki az adott ismeretanyag ismételt átnézését (Yufeia et al. 2020). Az intézmény számára pedig az MI már most képes a

⁵ Tematikus lapszámunkban Ollé János ír részletesen a mesterséges intelligencia e-learning-alapú oktatási programfejlesztésben betöltött szerepéről.

⁶ A pedagógiai tervezéssel kapcsolatban lásd Horváth László írását ebben a lapszámomban.

teremkapacitásokat, oktatói kéréseket figyelembe vevő optimális órarend kialakítására, illetve az időpont- és teremváltozásoknak megfelelően ennek dinamikus megváltoztatására.

– *felismerés*

A mesterséges intelligencia ezen képessége szintén több lehetőséget biztosít az oktatás számára. Ezek közül két megoldás emelkedik ki. Az egyik az oktatási chatbotok, melyek mesterségesintelligencia-alapú technikákat használnak a tanulók által beírt vagy kimondott kérdések megválaszolásához (Miao et al. 2021). Pl. chatbot magyarázza el, hol található meg a keresett tanterem vagy hogy hogyan lehet kapcsolatba lépni egy adott oktatóval. A felismerési képesség másik fontos hasznosítási területe a tanulói munkák automatikus értékelése⁷ (Murphy 2019). A természetes nyelvi feldolgozásnak köszönhetően az MI-megoldások még a szabad formátumú szöveges válaszokat is képesek lesznek kiértékelni, függetlenül attól, hogy azok szóban hangzanak el vagy írásban érkeznek be (Marr 2022). Dietz azonban felhívja a figyelmet arra, hogy az MI által végzett értékelés becsapható az algoritmusnak tetsző szöveggel (Dietz 2020).

– *komplex megoldások*

A mesterségesintelligencia-alapú rendszerekben megvan a lehetőség arra, hogy minden diáknak saját, személyre szabott társat biztosítsanak, mely megjegyzi a tennivalókat, figyelmeztet határidőkre, kérésre – személyes oktatóként – elmagyarázza a tananyagot, szükség esetén pedig akár tanulási partnerként (pl. párbeszédék szimulációjaker) is lehet rá számítani. A tanárok vonatkozásában szintén betölthet hasonló szerepkört az MI: elvégezheti az adminisztratív feladatokat, összeállíthat tematikákat, óraterveket, kimutatásokat, értékelhet tanulói munkákat, segítheti az időgazdálkodást. Így összességében több ideje marad a pedagógusoknak a tanulók kreativitásának, problémamegoldó gondolkodásának, szociális készségeinek és saját szakmai kompetenciáiknak a fejlesztésére.

A nagyszámú potenciális lehetőség ellenére az iskolák és az egyetemek egyelőre csak lassan kezdenek el alkalmazni az MI-megoldásokat, és ennek csak kisebb részben oka a forráshiány. Többek szerint (Pl. Stone et al. 2016; Holmes–Tuomi 2022) inkább az áll a háttérben, hogy a mesterséges intelligencia oktatási alkalmazhatóságának több területe valójában spekulatív jellegű, nincs szilárd bizonyítékokkal alátámasztva.

Néhány felhasználási terület vonatkozásában még valóban kevés kutatási eredmény áll rendelkezésre, de a tapasztalatokat bemutató szakirodalom-lista villámgyorsan bővül (Horváth 2023). Például a személyre szabott oktatási rendszerek hatékonyságával (Khosravi et al. 2022) vagy a mesterséges intelligencia különböző készségekre, képességekre gyakorolt fejlesztő hatásával (Su–Yang 2022) kapcsolatban már jó néhány kutatási adatsor áll rendelkezésre, és több mint 100 000 középiskolás tanuló tanulmányi eredményét is pontosabban jóslta már meg az MI, mint a hagyományos megoldás (Cruz-Jesus et al. 2020).

Zárásként

Jó néhány elképzelés született már meg azzal kapcsolatban, hogy milyen lesz az emberiség és a mesterséges intelligencia közös jövője. A technopesszimista hozzáállás negatív végkifejletet jósol, a technooptimista megközelítés szerint viszont szép jövő vár ránk, mert az egyre fejlődő technológiák segítségével megoldhatóvá válnak azok a bonyolult problémák, melyek jelenleg még megoldhatat-

⁷ A mesterséges intelligencia mérés-értékelésre gyakorolt hatásáról Molnár Gyöngyvér írásából tájékozódhatunk ebben a lapszámomban.

lannak tűnnek. Brynjolfsson elmélete szerint egyenesen a „Digitális Athén” vár ránk, azaz a munka nagy részét a számítógépek és a robotok végzik majd az emberek helyett, akiknek így több idejük marad majd önmagukra, a művészetekre, sportra stb. (Brynjolfsson–McAfee 2014).

Jelen társadalmunkban nehezen képzelhető el olyan jövő, melyben az emberek az ókori athéni polgárokhoz hasonlóan nem dolgoznak, hanem pl. festegetnek, színházba járnak, valódi vagy virtuális piactereken szellemes társalgásokat folytatnak és művelik a demokráciát. Az viszont egészen biztos, hogy – legalábbis egy ideig – jó néhány munkahely szűnik majd meg a mesterséges intelligencia miatt. Az MI-megoldások ugyanis – ha jól vannak beállítva – sok feladatot gyorsabban, pontosabban, kevesebb hibával végeznek el, mint az emberek, ráadásul nem fáradnak el, jól tűrik a monotonitást, nem mennek szabadságra (Boncz–Szabó 2022). Könnyű belátni, hogy ha ezen túlmenően a magasabb minőségű munkát még olcsóbban is végzik el, mint az ember, akkor tulajdonképpen a vállalatok saját maguknak tennének rosszat az emberi munkaerő alkalmazásával, hiszen a cégek célja a haszon maximalizálása, és az emberek gépekre cserélésével magasabb profitra tehetnek szert.

Persze a munkahelyekért folyó versenyfutásba az embereknek nem az esélytelenek nyugalmával kell bekapcsolódnia, hiszen „az ember, mint érző és gondolkodó fizikai élőlény sok tekintetben fölényben van, mert tud másokat vezetni, bizalmat ébreszteni, példát mutatni, motiválni, barátkozni és konfliktust megoldani” (Dietz 2020: 56). A humán munkavállalók hosszú távú versenyképességéhez azonban arra lesz szükség, hogy valami mást vagy többet nyújtsanak, mint az MI-rendszerek.

A korábban bemutatott felhasználási lehetőségek sem azt kívánták sugallni, hogy az MI-megoldások jobbakké lennének a hús-vér tanároknál. A pedagógusok ugyanis nemcsak ismereteket adnak át az iskolában⁸, amit később számon kérnek és értékelnek, hanem pl. mintát mutatnak a helyes viselkedésre, a kapcsolatépítésre, konfliktusok megoldására stb. Bizonyos elemek annyira természetes részei pedagógiai munkájuknak, hogy csak a hiányuk tűnik fel. Például a COVID-időszak iskolabezárásai döbbsentettek rá sokakat arra, hogy mennyire fontos a tanár személyisége, kommunikációja, egy biztató pillantása vagy egy-két négy szemközti elhangzó tanácsa.

Ennek ellenére azonban nem kétséges, hogy a mesterséges intelligencia egyre nagyobb teret fog betölteni az oktatási folyamatban. A közeljövőben egészen biztosan nem veszi még át a humán oktatók szerepét, de növekvő mértékben fogja segíteni a munkájukat. Ha humán-optimista nézőpontból tekintünk erre a folyamatra, akkor az MI segítségével a napjainkban egyre túlterheltebb pedagógusok így lélegzethozhatnak és erőforrásaikat, képességeiket elsősorban tanítványaik nevelésére fordíthatják. Így nézve, az előttünk álló változás nem azt jelenti, hogy egyre gépiesebbé, személytelebbe fog válni az oktatás, hanem pontosan ellenkezőleg, az MI alkalmazása éppen hogy rehumanizálja azt. De ez csak egy határozottan pozitív lehetőség, a valódi jövő még előttünk áll.

IRODALOM

- ÁBRAHÁM Zs. (2021) Mesterséges intelligencia és az e-learning: Az online oktatás jövője. *Educatio*, Vol. 30. No. 1. pp. 169–173. <https://doi.org/10.1556/2063.30.2021.1.16>
- AIDA (2020) *Special Committee on Artificial Intelligence in a Digital Age*. <https://www.europarl.europa.eu/committees/en/aida/home/highlights> [Letöltve: 2023. 08. 15.]
- ANTEBI, L. (2021) *Artificial Intelligence and National Security in Israel*. Institute for National Security Studies. <http://www.jstor.org/stable/resrep30590> [Letöltve: 2023. 09. 21.]
- AUTOR, D. (2010) *The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market*. The Center for American Progress and The Hamilton Project. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/04_jobs_autor.pdf [Letöltve: 2023. 09. 02.]

⁸ Az információ- és tudáskörnyezetekről lásd Z. Karvalics László írását ebben a lapszámban.

- AUTOR, D. H. (2015) Why Are There Still so Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29. No. 3. pp. 3–30. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.29.3.3> [Letöltve: 2024. 02. 10.]
- BAKER, T., SMITH, L. & ANISSA, N. (2019) *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. London, NESTA. <https://www.nesta.org.uk/report/education-rebooted> [Letöltve: 2023. 08. 24.]
- BARRAT, J. (2014) *Our Final Invention: Artificial Intelligence and the End of the Human Era*. Thomas Dunne Books.
- BONCZ B. & SZABÓ ZS. R. (2022) A mesterséges intelligencia munkaerő-piaci hatásai. Hogyan készülünk fel? *Vezetéstudomány – Budapest Management Review*, Vol. 53. No. 2. pp. 68–80. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2022.02.06>
- BOSTROM, N. (2014) *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press.
- BROCKMAN, J. (2015) *What to Think About Machines That Think: Today's Leading Thinkers on the Age of Machine Intelligence*. Harper Perennial.
- BRYNJOLFSSON, E. & MCAFEE, A. (2014) *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York, Norton.
- CHIU, T. K., XIA, Q., ZHOU, X., CHAI, C. S. & CHENG, M. (2023) Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Vol. 4: 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- COUCH, J. R. (2023) Artificial Intelligence: Past, Present and Future. *Journal of the South Carolina Academy of Science*, Vol. 21. No. 1. pp. 1–4.
- CRUZ-JESUS, F., CASTELLI, M., OLIVEIRA, T., MENDES, R., NUNES, C., SA-VELHO, M. & ROSA-LOURO A. (2020) Using artificial intelligence methods to assess academic achievement in public high schools of a European Union country. *Heliyon*, Vol. 6. Article e04081. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04081>
- CSEPELI GY. (2020) Természetes és mesterséges intelligencia. *Szellem és Tudomány*, Vol. 11. Klnsz. pp. 60–64.
- DE SPIEGELEIRE, S., MAAS, M. & SWEIJS, T. (2017) *Artificial intelligence and the future of defense: Strategic implications for small- and medium-sized forceproviders*. Hague Centre for Strategic Studies. <http://www.jstor.org/stable/resrep12564.1> [Letöltve: 2023. 09. 18.]
- DESCARTES, R. (1637) *Discours de la méthode*. Édition électronique (ePub) v.: 1,0: Les Échos du Maquis, 2011.
- DIETZ F. (2020) A mesterséges intelligencia az oktatásban: kihívások és lehetőségek. *Scientia et Securitas*, Vol. 1. No. 1. pp. 54–63.
- DUDÁS L. (2003) *Mesterséges intelligencia*. Jegyzet, ME Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatikai Intézet. <http://ait.iit.uni-miskolc.hu/~dudas/MIEAok/MIEa1.PDF> [Letöltve: 2023. 08. 07.]
- EDLICH, A., JOGANI, R., PHALIN, G. & KANIYAR, S. (2019, eds) *Driving impact at scale from automation and AI*. McKinsey. <https://www.scribd.com/document/497202586/MCKINSEY-Driving-Impact-at-Scale-From-Automation-and-AI> [Letöltve: 2023. 08. 15.]
- ESZTERI D. (2015) A mesterséges intelligencia fejlesztésének és üzemeltetésének egyes felelősségi kérdései. *Infokommunikáció és Jog*, Vol. 12. Nos 62–63. pp. 47–57.
- Európai Bizottság (2018) *Mesterséges intelligencia Európa számára*. COM (2018) 237. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52018DC0237R\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52018DC0237R(01)) [Letöltve: 2023. 08. 11.]
- European Parliament News (2020) *Artificial Intelligence: Threats and Opportunities*. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20200918STO87404/artificial-intelligence-threats-and-opportunities> [Letöltve: 2023. 08. 14.]

- GUEST, S. (2017) Big data for policymaking: Fad or fast-track? *Policy Sciences*, Vol. 50. No. 3. pp. 367–382. <https://doi.org/10.1007/s11077-017-9293-1>
- HAENLEIN, M. & KAPLAN, A. (2019) A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, Vol. 61. No. 4. pp. 5–14.
- HOLMES, W. & TUOMI, I. (2022) State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, Vol. 57. No. 4. pp. 542–570. <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
- HORVÁTH L. (2023) Feltáró szakirodalmi áttekintés a mesterséges intelligencia oktatási használatáról. *Pannon Digitális Pedagógia*, Vol. 3. No. 1. pp. 5–17. <https://doi.org/10.56665/PADIPE.2023.1.1>
- KANG, M. & HALLIBURTON, B. (2020) The Android of Albertus Magnus: A Legend of Artificial Being. In: S. CAVE, K. DIHAL & S. DILLON (eds) *AI Narratives: A History of Imaginative Thinking about Intelligent Machines*. (Oxford, 2020; online edition, Oxford Academic, 23 Apr. 2020), pp. 72–94. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198846666.003.0004>
- KHOSRAVI, H., SHUM, S. B., CHEN, G., CONATI, C., TSAI, Y-S., KAY, J., KNIGHT, S., MARTINEZ-MALDONADO, R., SADIQ, S. & GAŠEVIĆ, D. (2022) Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Vol. 3. 100074. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- KURZWEIL, R. (2013) *A szingularitás küszöbén. Amikor az ember meghaladja a biológiát*. Ad Astra, Budapest.
- LIMA, Y., BARBOSA, C. E., DOS SANTOS, H. S. & DE SOUZA, J. M. (2021) Understanding Technological Unemployment: A Review of Causes, Consequences, and Solutions. *Societies*, Vol. 11. No. 2. p. 50. <https://doi.org/10.3390/soc11020050>
- Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája (2020) Innovációs és Technológiai Minisztérium. <https://ai-hungary.com/api/v1/companies/15/files/137203/view> [Letöltve: 2023. 08. 15.]
- MAKARIUS, E. E., MUKHERJEE, D., FOX, J. D. & FOX, A. K. (2020) Rising with the machines: A sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization. *Journal of Business Research*, Vol. 120. No. 3. pp. 262–273. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.045>
- MARR, B. (2022) *Will Artificial Intelligence Replace Teachers?* <https://bernardmarr.com/will-artificial-intelligence-replace-teachers/> [Letöltve: 2023. 09. 18.]
- MARTENS, B. & TOLAN, S. (2018) *Will This Time Be Different? A Review of the Literature on the Impact of Artificial Intelligence on Employment, Incomes and Growth*. JRC Digital Economy Working Paper, No. 8. Sevilla, European Commission Joint Research Centre.
- MCCARTHY, J., MINSKY, M. L., ROCHESTER, N. & SHANNON, C. E. (2006) A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, Vol. 27. No. 4. pp. 12–14.
- MIAO, F., HOLMES, W., HUANG, R. & ZHANG, H. (2021) *AI and Education. Guidance for Policy-makers*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO): Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709> [Letöltve: 2023. 08. 17.]
- MURPHY, R. F. (2019) *Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Challenges, and Risks*. Santa Monica (CA), RAND Corporation. <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE315.html>. [Letöltve: 2023. 08. 26.]
- PERRAULT, R., SHOHAM, Y., BRYNJOLFSSON, E., CLARK, J., ETCHEMENDY, J., GROSZ, B., LYONS, T., MANYIKA, J., MISHRA, S. & NIEBLES, J. C. (2019) *The AI Index 2019 Annual Report*. *AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Institute*. Stanford (CA), Stanford University. https://hai.stanford.edu/sites/default/files/ai_index_2019_report.pdf [Letöltve: 2023. 08. 02.]
- RUSSELL, S. & NORVIG, P. (2021) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Fourth Edition. Hoboken Pearson Education Limited.
- SEARLE, J. R. (1980) Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 3. No. 3. pp. 417–424.

- SIVASUBRAMANIAN, M. (2021) Artificial Intelligence's Impact on Our Everyday Lives. In: J. KARTHIKEYAN, TING SU-HIE & NG YU-JIN (eds) *Learning Outcomes of Classroom Research*. L'Ordine Nuovo Publication, pp. 1–11.
- STONE, P., BROOKS, P., BRYNJOLFSSON, E., CALO, R., ETZIONI, O., HAGER, G. ... TELLER, A. (2016) *Artificial Intelligence and Life in 2030: The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence. Report of the 2015-2016 Study Panel*. Stanford University, Stanford. https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj18871/files/media/file/ai100report10032016fnl_singles.pdf [Letöltve: 2023. 08. 19.]
- SU, J. & YANG, W. (2022) Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Vol. 3. 100049. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100049>
- SZALAVETZ A. (2019) Mesterséges intelligencia és technológiavezérelt termelékenységemelkedés. *Külgazdaság*, Vol. 63. Nos 7–8. pp. 53–79.
- TARCSI Á., BALÁZS K. & NAGYFI R. (2020) *Az MI kihívás tananyaga*. <https://ai-hungary.com/hu/tartalom/mi-akademia/ertsd-meg> [Letöltve: 2023. 07. 29.]
- TURING, A. M. (1950) Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, Vol. 9. No. 236. pp. 433–460. Online: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- YUDKOWSKY, E. (2001) *Creating friendly AI 1.0: The analysis and design of benevolent goal architectures*. San Francisco, The Singularity Institute. <http://intelligence.org/files/CFAI.pdf> [Letöltve: 2023. 08. 15.]
- YUFEIA, L., SALEHB, S., JIAHUIC, H. & SYED, S. M. (2020) Review of the application of artificial intelligence in education. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, Vol. 12. No. 8. pp. 548–562. <https://doi.org/10.53333/IJICC2013/12850>
- Z. KARVALICS LÁSZLÓ (2015) Mesterséges intelligencia – a diskurzusok újratervezésének kora. *Információs Társadalom*, Vol. XV. No. 4. pp. 7–41.