

A jövő szelleme, a hálózattudomány

DOI: <https://doi.org/10.70832/kkkf.2025.01>

Absztrakt

Ebben az előadásban egy kurzus bevezetését javaslom az egyetemek műszaki- és humán tudományok szakon egyaránt. A hálózattudomány egy meglehetősen új interdiszciplína és mindenki számára ajánlott, aki emberi kapcsolatokkal foglalkozik. Ez a kurzus rendszeres az USA egyetemmein 2006 óta, amelyek tervezésében és bevezetésében részt vettem. A hálózattudománynak számos élenjáró magyar művelője van, akik segítséget adhatnak. Kiemelt fontosságú a kurzus a Mesterséges Intelligencia legújabb módszere – a hálózatos agymodellből származó deep learning technika – megértése szempontjából.

Kulcsszavak: hálózat, egyetem, oktatás, emberi kapcsolatok, internet.

1. STEM: science, technology, engineering, mathematics

Az USA-ban 2006-ban került bevezetésre a STEM alapú oktatás felismerve, hogy a tudományok résztvevői egymástól eltérő képességű, tehetségű, felkészültségű emberekből áll. A bevezetés számos új felkészültségű tanárt igényelt. A változtatás okát az alábbiakban határozhatjuk meg:

- o belátták, az iskoláknak, alapképzéseknek nem a szakmaadás a feladata, azt elvégzik a cégek, vállalatok, intézmények szakképzési alapjukból saját maguk, vagy megbíznak akkreditált kiképző vállalkozásokat.
- o számos intézmény igényli a jól felkészült – tudományos értelemben – fiatalokat: a tudományos kutatás, a felsőoktatás, a légierő, a tengerészet, az űrkutatás és ezek polgári változatai, a média, a kommunikáció világa.
- o az állami vezetés és irányítás is igényel „felkészült tudósokat”.

Az állami intézkedést az igények mellett számos, főként felsőoktatási tapasztalat, eredmény előzte meg. Ennek egyik fontos felismerése a hálózattudomány, amelynek tárgya a legszélesebb értelemben vett természeti- és mesterséges kapcsolatok szerkezetének megismerése, kutatása, a legáltalánosabb törvényszerűségeinek feltárása.

... egy konferencia néhány perces előadásának részeként elégedjünk meg evvel a definícióval...

A hálózatkutatásnak többéves előzménye van – mint minden hasonló esetben –

- o az emberi tudás, szellem rendezési igénye, annak minél szélesebb hozzáférhetősége,
- o az emberek közötti kapcsolatok felépülése, mozgása, szándékai,
- o bizonyos természeti jelenségek összefüggései egyedi és általános értelemben,
- o az idegrendszerek működése,
- o az ember alkotta technikák strukturális felépítése, működésének, használatának megértése.

A téma fontosságát kétséggkívül legjobban a 3w – a világháló – mutatja. Olyan eszköz birtokába kerültünk általa, amelyen a tudományos tevékenység másik alapeleme, a kísérletezés is lehetségessé vált. Tehát kimondhatjuk, hogy megnyílt a legszélesebb értelemben vett módon a kapcsolatok elméleti és kísérleti kutatása. Ez a hálózattudomány.

A tudománynak mára elég kiterjedt irodalma van a naiv elképzelésektől, a filozofikus gondolatiságon keresztül tudományos eredmények publikálásáig, *Karinthy Frigyes 1929-es novellájától, Telhard de Chardin jezsuita pap 1938-as nooszfáján át a Magyar Tudomány 2006. 11. számáig*. Közismert Barabási népszerűsítő könyve a *Behálózva*.

Engedtessek meg az előadó jogán, hogy magamat is reklámozzam:

- o a 2009-ben megjelent *Informatikai elemek* című könyvemben részletesen leírom a ma már közismert fontosság mérési elvet, azaz a page ranking algoritmus születésének körülményeit és tudományos hátterét, valamint más hálózati technikákat,
- o továbbá a 2010-ben, angol nyelven, publikált *Some words about networks* című, a témakört átfogó, a hálózattudomány eredményeit összefoglaló és áttekintő célzatú, könyvemet.

2. Az internet szelleme ébresztő az emberiség számára

Telhard de Chardin egy jezsuita pap, 1938-ban állította fel tézisé, amely a Földet körülvevő „gondolatok szférája” létezéséről szól, még el is nevezte: nooszféra, tulajdonképpen kiegészítve a geoszféra, bioszféra elméletünket az agyunk működésének velük azonos szintre emelésével. Az írás csak 1959-ben jelent meg *The Phenomenon of Man* címmel. Mint minden új, ez is számos ellenkezésre talált, mind vallási, mind akadémiai körökben. A nooszféra ma már közismert és az eredeti leírás szerint „a tudatosság élő anyaga, amely átjárja a Földet és idővel egyre sűrűbbé válik”.

Lehetséges, hogy az internet, mert világháló éppen egy – talán csak kezdetleges – realizációja a nooszférának.

A mostani előadásomhoz érvként az alábbiakat említem:

1. Jelentős előrehaladást értünk el a mérnöki tudományokban, hatalmas alkotásokkal vagyunk körülvéve, amelyek életünket szolgálják, de a lényegét tekintve csak bonyolultabbá tette életünket és tömegek érzik azt, hogy egyre feleslegesebbé válnak.
2. Fontos eredményeket tudhatunk a biotechnológia, a nanotechnika és más tudományok területén, amelyek egyre távolabb visznek a természetes léttől.
3. Kihasználjuk a földet, vizeket egészen addig a pontig, hogy a biológiai élet már nem lesz fenntartható többé bolygónkon.

Az Internet a milliárdnyi elme összekapcsolásával lehetőséget nyújt a technikai zsákutcából való kijutásra, amennyiben odafigyelünk a szellemére. Ilyen spekulációk a Virtuális Valóság, a Virtuális Világ benépesülése, a Cyberspace közismerten.

Mások az Információs társadalom képét vetítik elénk, amelyben a javakat egy fenntartható fejlődés elméletével, döntően robotokkal állítják elő, míg az ember - mint valamiféle nagy adatfeldolgozó - irányítja az egész folyamatot, vagyis az életet.

Ezek a sommás jövőképek nem képzeletszülemények, sokkal inkább valóság képek, amelyek mindenképpen indokolják a rendszer lényegének megértését, szerkezetének megismerését. Az Internet egy eddig soha nem látott gigantikus hálózat, amely lehetőséget ad a kapcsolatok tanulmányozására, a tudományos módszereink, az elmélet mellett a kísérletek is, egészen összeméretezési méretekig lehetővé váltak. Ez az új tudományterület a hálózattudomány. A számítástechnika, a számítógépek fejlődése, tudománnyá válása, matematikai módszerek kiteljesedése megnyitotta az utat az emberi kapcsolatok kutatását egészen új utakon.

A hálózat nem informatika, a hálózat alkalmazza az informatikát, a hálózat nem írható le pusztán informatikai módszerekkel, holott elemei annak alkotásai, a hálózat ennél magasabb szintű: az emberi kapcsolatok szerkezete. Ezért másik tudományterület.

Alapvető fontosságúnak tartom tehát, a szokásos informatikai oktatáson túlmenően hálózattudományi tanulmányok különálló bevezetését a felsőoktatás körébe. A téma interdiszciplináris jellegű, mivel minden tudományterület emberi kapcsolatok mibenlétén alapul és eredmények ma már csak közös munkával érhetők el. Ezek szervezése, működtetése, az adott kapcsolatok maga a hálózat, amelynek ismeretéről van szó. Több éves külföldi tapasztalatom alapján javaslom az alábbi Hálózattudományi kurzus létesítését.

Meg kell jegyezni, hogy a területnek számos nemzetközi élvonalbeli magyar művelője van itthon és a világban, mint például Barabási Albert László, vagy Albert Réka, aztán itthon Vicsek Tamás, Kertész János, Lovász László, Bollobás Béla a teljesség igénye nélkül. Természetesen a „régiek: Erdős Pál, Rényi Alfréd, Pólya György, Neumann János és ne feledkezzünk meg Karinthy Frigyesről, aki 1929-ben (!) a Láncszemek novellájában, az emberiség történelmében először írta le a kisvilág tulajdonságát, amelyet csak évekkel később bizonyítottak be.

3. Javaslat a multidiszciplináris kurzusra

Hálózattudomány kurzus

Kurzus kód:

Felelős kapcsolat:

Előadók:

Időtartam, időpontok:

1. Bevezetés jelleggel egyféléves időtartamban:

- 18 hét: heti 2 óra előadás, 1 óra gyakorlat;
- konzultáció minden héten 1 óra.

2. A témában elmélyülők, informatikusok részére két félév:

- 36 hét, heti 3 óra előadás, 3 óra gyakorlat;
- önálló munka, házi feladat;
- konzultáció, igény szerint.

Minősítés:

- házi feladat: 30%
- évközi dolgozat: 30%
- vizsgafeladat: 40%
- pontszám: ?

Ajánlás:

A kurzust ajánljuk az informatikai, számítástudományi, ismeretelméleti, statisztikai, pszichológiai, biológiai, kommunikációs, fizikai tanulmányokban résztvevőknek.

Résztvételi feltétel:

- számítógép használat;
- angol nyelvtudás, legalább olvasás/megértés szinten;
- programozási alapismeretek valamilyen programnyelvből;

- matematika: kombinatorika, gráfelmélet, valószínűség;
- általános ismeretek az érintett szakterületeken;
- vizsga, látogatási bizonyítvány: ... kurzusokból.

Feltétel az alábbi kurzusokhoz:

Tartalom, cél:

Összetett, bonyolult struktúrák, szerkezetek veszik körül az életünket szinte minden területen. Ezek vizsgálata eltér a tudományok klasszikus analízis-szintézis módszereitől, mert részleteik önállóan gyökeresen másként viselkednek. A feladat tehát mindenkor a teljes egész egyidejű vizsgálata, a módszer a Hálózattudomány.

Barátok hálózata, kommunikáció, számítógép hálózat, úthálózat, szállítás csak néhány példa, amelyek mindennapunk részei. Mindezeket az agyunk celláival, az idegsejtekkel és fehérjék bonyolult láncolataival érzékeljük, amelyek alkotják és meghatározzák intelligenciánkat, és szintén a Hálózattudománnyal vizsgálható.

A hálózat egy általános, mégis alkalmas eszköz kapcsolatok, struktúrák leírására és tanulmányozására az egyszerűtől a tetszőlegesen bonyolultakig.

A kurzus célja bemutatni ennek a tudománynak az alapjait, megismertetni a résztvevőket az eredetével, a tudományok szerteágazó területein való alkalmazhatóságával és bemutatni hálózat vizsgálati módszereket, hogy megérthessük az életünket alkotó bonyolult kapcsolatokat és viszonyokat.

Kiemelt fontosságú a kurzus a Mesterséges Intelligencia legújabb módszere – a hálózatos agymodellből származó deep learning technika – megértése szempontjából.

A kurzus gyakorlati részében ismertetésre és kipróbálásra kerülhetnek a témához kötődő számítógépes eljárások és programok.

A gyakorlatok az egyszerű hálózatmodelltől az egyre bonyolultabb társadalmi-, infrastrukturális-, műszaki-, informatikai-, vagy éppen fizikai-, biológiai modell példákkal foglalkozzanak.

Tematika, terv:

1. Áttekintés
2. Gráfelmélet, struktúrák, algoritmusok
3. Folyamathálók, elektromos áramkörök
4. Társadalmi hálózatok, szomszédosságok, mértékek
5. Szemantikai hálók

6. Média kommunikációs hálózatok
7. Üzleti hálók, gazdasági modellek
8. Számítógép hálózatok: diagramok, felépítés, internet
9. Ideghálók, mesterséges modellek
10. Dinamikus analízis
11. Perceptron
12. Skála-mentes hálózatok
13. Hatvány-függvény eloszlások
14. Csoportosulások, cluster diagram és coefficient
15. Pareto-törvényesség, Pólya-eloszlás
16. Fokszám eloszlás
17. Fontossági algoritmusok
18. Összefoglaló, következmények: monopóliumok, gazdag-szegény, kisvilág, leggyengébb láncszem stb.

Kötelező irodalom, jegyzet:

- P. G. Gyarmati: Some words about networks
- Barabási A. L.: Behálózva

Ajánlott irodalom:

- Gyarmati Péter: Informatikai elemek
- Karinthy F.: Minden másképpen van, Láncszemek
- Magyar Tudomány: 2006-11. száma

Irodalomjegyzék

- [1] L. Hagerty: The Spirit of the Internet, *Kindle Edition*, http://www.amazon.com/Spirit-Internet-ebook/dp/B005UQHXM2/ref=sr_1_1.
- [2] P. G. Gyarmati: Computer Science course at UC, University of Cambridge, Centre of Mathematical Sciences, *Millennium Mathematical Project*.
- [3] J. A. Bondy & U. S. R. Murty: Graph Theory with Applications, *North Holland*, ISBN 0-444-19451-7.
- [4] M. Bohus: Számítógép-hálózatok felépítése, oktatási segédlet, *Szeged*, 1995.
- [5] A. I. Galushkin: Neural Networks Theory, *Springer*, ISBN 978-3-540-48124-9.
- [6] P. G. Gyarmati: Next Generation Science Standards (NGSS), <http://www.corestandards.org>.

- [7] S. Hewson: The Mathematical Problems Faced by STEM Students, <http://nrich.maths.org/6458/index>.
- [8] Bureau of Educational and Cultural Affairs: Special Announcement for P. G. Gyarmati: *TEACH THE WEB*, ECA-11p/EX, SA-5Floor 42200 C Street NW Washington, DC, 20522, UNITED STATES.
- [9] Dr. Prof. P. G. Gyarmati: Javaslat egy neurális hálózati modellre. <http://szentendreszalon.fw.hu/13-2014-I/140417/sz/neuron-1.pdf>
<http://szentendreszalon.fw.hu/13-2014-I/140417/sz/neuron-2.pdf>
- [10] A. L. Barabási: How Everything is Connected to Everything Else, 2004, [ISBN 0-452-28439-2](#).
- [11] P. G. Gyarmati: Hálózatok, emberi kapcsolatok, előadás-sorozat, <http://www.gyarmati.dr.hu/lectures/network2.pdf> <http://szentendreszalon.fw.hu/8-2010-II/101111/sz/network2.pdf>.
- [12] P. G. Gyarmati: MyCCNet, Network Courses, https://ccnet.stanford.edu/cgi-bin/home.cgi?action=course_search&form_submitted=1&cc=&dir_selected_=1&dir_selected_win12=1&dir_selected_spr12=1&dir_selected_sum12=1&dir_selected_fall12=1&dir_selected_win13=1&dir_selected_spr13=1&dir_selected_sum13=1&dir_selected_fall13=1&dir_selected_win14=1&keyword=network&search_code=1&search_name=1&keyword_search=Search+by+Keyword, Stanford University.