

Nagy hálózatok kutatásának hatása az életünkre, avagy mire figyeljünk teljesítményértékelés közben

Dr. Takács Anna¹, Nemes Teréz²

¹ *főiskolai docens*, ² *tanársegéd*

BGE PSZK Alkalmazott Kvantitatív Módszertan Tanszék

E-mail: takacs.anna@uni-bge.hu, nemes.terez@uni-bge.hu

DOI: [10.29180/978-615-6342-61-4_16](https://doi.org/10.29180/978-615-6342-61-4_16)

Összefoglalás

A hálózatok behálózják az életünket, ez a tény már nem is kérdéses senki számára. Információkat legtöbbször valahonnan a Hálózatról gyűjtünk vagy ott osztunk meg, a Hálózat valamilyen informatikusok által kitalált megoldásával kommunikálunk és legtöbbször a Hálózat segít, hogy szórakozást találjunk a ritka, pihenésre szánt időnkben.

De arról már kevesebben tudnak, hogy a nagy skálafüggetlen hálózatok kutatása megmutatta, hogy az informatikusoknak van módszere arra is, hogy a hétköznapi kérdéseinkre az eddigieknél jobban megalapozott és átgondolt válaszokat kaphassunk. Milyenek valójában az emberi kapcsolatok, milyen kicsi a világ, miért adatik annak, akinek már van, hogyan lesz a gazdagabb még sokkal gazdagabb. Hogyan lehet jobban védekezni az embert támadó vírusok ellen. Mi számít a szakmai érvényesülésnél, mitől tartunk egy alkotást remekműnek, míg egy másikat nem. Hallgatóinkat hogyan vértézzük fel a szakmai karrierjükre, az egyéni sikereket, kudarcokat mi befolyásolhatja, csak a megalapozott szakmai tudás, amit nyújtunk nekik vagy a sikernek más összetevői is létezhetnek.

Saját oktatói munkánkban is fontos új szempontokat tud adni a hálózatok tudománya. Az értékelések, a szóbeli vizsgák lebonyolításához, a zárthelyi dolgozatok javításának átgondolásához is tud új, megfontolandó szempontokat adni. Dolgozatunk második részében ezt a tézist vizsgáljuk meg, hogy egy hallgató megszerzett eredményét más is befolyásolja az eddigi tanulmányai alatt megszerzett tudásán kívül és mi hogyan tudjuk az új eredmények figyelembevételével a lehető legobjektívebbre hangolni teljesítménymérésünk feltételeit.

Kulcsszavak

[skálafüggetlen hálózat, szociális hálózatok, teljesítménymérés, értékelés]

Abstract

Networks play a fundamental role in our lives. This fact is no longer in question for anyone. Most of the time, we collect or share information from somewhere on the Network, we communicate on the Network using some solution invented by computer scientists, and most of the time the Network helps us find entertainment in our rare time for the rest.

But not many people know that the research of large scale-free networks has shown that IT scientists have a method to get better-founded and well-thought-out answers to our everyday questions than before. What human relationships are really like, how small the world is, why more is given to those who already have, how the richer becomes even richer. How to protect yourself even better against viruses that attack humans. What needs to be done to achieve professional success, what makes one work a masterpiece and another not.

How do we prepare our students for their professional careers? What can influence individual successes or failures, only well-founded professional knowledge or can there be other components of success?

The science of networks can provide important aspects in our teaching work as well. It can also provide new elements to consider for the organization of oral exams and the compilation of assessments. In the second part of our research paper, we examine our thesis that the results obtained by a student are influenced by other factors besides the knowledge acquired during their studies so far. With the help of the results, how can we set the conditions of the evaluation system as objectively as possible.

Keywords: scale-free network, social networks, educational achievement measurement, assessment system in education

1. Bevezetés

A hálózatok behálózzák a mindennapi életünk legtöbb területét. Nehéz lenne elképzelni a kommunikációt munkatársainkkal, ismerőseinkkel a telefonunk, SMS-ek, de még inkább az azonnali üzenetküldő szolgáltatások nélkül. Papír alapú leveleket már elvéve kapunk, de az email-ek száma is szignifikánsan csökken és jól követhetően átalakul a szerepköre.

Csak a változások jellemzésére, az űrkutatás kezdetein, például amikor az első amerikai műholdat felbocsátották 1958. február elsején, a folyamatot egy Burroughs típusú elektroncsöves számítógép végezte, amely 3 m hosszú, és 2 m magas volt, és összes tároló kapacitása 5 KB –ot tett ki. Az Apolló holdra szállását megvalósító programhoz használt gépek már integrált áramköröket tartalmaztak. Az űrhajó keringő részén egy 30 kg tömegű számítógép volt, 5000 db integrált áramkört, 78 KB memóriát tartalmazott, amiből 4 KB volt írható. A cikk írásakor mellettem lévő telefonom kevesebb, mint 200 gramm súlyú, 6 GB RAM-mal és 128 GB háttértárral van ellátva. Az életünket alakító számítógépes hálózatok fejlesztésének kezdete is a 1960'-as évek végéhez kötődik. 1969-ben a University of California Los Angeles-ben és Santa Barbara-ban, az SRI - Stanford Research Institute és a University of Utah alakították ki az ARPANET hálózatot, amely 50 kbit/s-os sebességgel működött. A most számomra a home office-ban rendelkezésre álló hálózat 700 mbit/s-os letöltési sebességet biztosít átlagosan. Hozzáteve, hogy a 60'-as években a hálózatok kifejlesztését a hidegháborús verseny és a nukleáris háború fenyegető réme indokolta és teremtette meg a gazdasági alapjait, addig ma én a hálózati elérésem az oktatáshoz, kapcsolattartáshoz, információ gyűjtéshez tudom használni, filmet nézni, zenét hallgatni, a szabadidőt értékes tartalommal otthonról megtölteni. Jól érezhető és értékelhető változások alig ötven év alatt, ami az emberiség szerencsésebb felének életét mindenki által érzékelhetően kényelmesebbé és hatékonyabbá tette.

De arról már jóval kevesebben tudnak, hogy nem sokkal az ezredforduló előtt kezdődő nagy méretű skálafüggetlen tulajdonságokat mutató hálózatok

Nagy hálózatok kutatásának hatása az életünkre, avagy mire figyeljünk teljesítményértékelés közben

kutatásának meglepő, de jól használható következménye, hogy megmutatta, az informatikus és fizikus kutatók találtak olyan eredményeket, amelyek egy egészen más területre mutattak, és azt sugalmazzák, hogy a terület vizsgálatával egészen a hétköznapi életünk alapvető kérdéseire a tudomány által megalapozott válaszokat kaphatunk. Ilyen alapvető kérdések például, milyen módon működnek valójában az emberi kapcsolatok, milyen kicsi a világunk, ha ismerősöket keresünk benne, miért adatik annak, akinek már van, ahogy ezt már a Biblia is megfogalmazza, hogyan lesz a gazdagabb még sokkal gazdagabb. De a bennünket sújtó pandémia alatt kiderült, hogy ezek a hálózati kutatások abban is segítséget tudnak nyújtani, hogy hogyan tudunk jobban védekezni a bennünket támadó vírus ellen.

2. Elméleti áttekintés

Ezek mind-mind nagyon izgalmas kérdések. Az egyetemen bennünk élő matematikust nem is döbbeníti meg annyira, hogy egy szakmai, informatikai kutatás ilyen jellemző irányba is fordulhat, hiszen eszünkbe jutnak Neumann János és John Nash Nobel díjat érő játékelméleti kutatásai, amelyeket már be is vontunk az oktatásba és tudjuk, hogy milyen alapvető emberi és gazdasági kérdésekben is hatékony válaszokat kapunk ezeknek az elméleteknek a segítségével.

Ebben a cikkben, mint egyetemen oktatók szeretnénk megvizsgálni a skálafüggetlen hálózatok kutatásánál talált eredmények hatását az oktatói munkánkban. Szeretnénk megvizsgálni, hogy milyen összetevők számítanak a szakmai érvényesülésnél, mitől tart a közösség egy teljesítményt kiemelkedőnek, míg egy másikat nem. A hallgatóinkat hogyan vértézhetjük fel jobban fel a szakmai karrierjükre, az egyéni sikereiket, kudarcaikat mi befolyásolhatja, csak a megalapozott szakmai tudás, amit nyújtunk nekik vagy a sikernek más összetevői is létezhetnek

Az a véleményünk, hogy az értékelések, a szóbeli vizsgák lebonyolításához, a zárthelyi dolgozatok javításának átgondolásához tudunk a nagy hálózatok kutatási eredményei alapján új, megfontolandó szempontokat adni. Tézisünk, amelyet ebben a cikkben vizsgálunk az, hogy egy hallgató megszerzett eredményét, minősítését és szakmai karrierjét más is befolyásolhatja az eddigi tanulmányai alatt megszerzett tudásán kívül. Szeretnénk az új eredmények figyelembevételével megoldásokat mutatni, hogyan lehetne objektívebbre hangolni a teljesítménymérésünk feltételeit, lehetőleg minimálisra szűkíteni a módosító hatások meglétét.

A hálózatok vizsgálatának eredményei alapján történő gondolkodás több lehet, mint egy hasznos, új szemléletmód vagy eszköz. A hálózatok az emberi közösségeknek is alapvető építőkövei és a kapcsolatok mélyen befolyásolnak minden olyan módszert és tevékenységet, amellyel megoldjuk feladatainkat és összehasonlítjuk önmagunkat és másokat, megmérjük az elvégzett feladatok elért eredményeit. Összehasonlítás nélkül nincs eredménymérés. Jelentős

minőségbeli eltérés lehet a dolgok és emberek között. Nem vagyunk egyenlők, sem képességeinket, sem eredményeinket illetően. A játékelmélet alapján az élet igazából egy zéró összegű játék. A színvonal mérése viszont nem félrevezető és biztosan nem szükségtelen. A cselekvéseknek saját belső teljesítményszabványai állapíthatók meg. Ha valamit meg lehet csinálni, azt meg lehet jól és rosszul is. Mindenütt megtalálhatók a minőségbeli különbségek. Mindenhol van esély a sikerre vagy a kudarcra. Meg kell tudnunk különböztetni a rosszat a jótól. Ezt meg kell tanulnunk gyerekkorban, hogy aztán felnőtt éveink alatt a mérés képessége belsővé váljon. Ez a folyamatos fejlődés előfeltétele, ez pedig a motiváció és a minőséginek érzett lét előfeltétele. Ezért nagyon erős az oktatók, tanárok, fiatalokat nevelők felelőssége. Ki kell alakítani a hallgatókban a saját mérce képességét, amit majd a társadalmi kötelezettségek hálózata az egyénre ró. Egy sikeres felnőttnek viszont azt is meg kell tanulnia, hogyan különbözzön kellő mértékben a többiektől. Az, hogy a szakmai karrierünkben sikeresek leszünk vagy kudarcot vallunk, óriási jelentőséggel bír. Vékony lehet a határvonal a siker és a kudarc között.

Legtöbben azt hisszük, hogy a siker a befektetett munkán és a tehetségen múlik és erre tanítjuk a hallgatókat is. A teljesítményméréssel azt szeretnénk bizonyítani, hogy a hallgató belefektette a megfelelő minőségű munkát, bejárt az előadásokra és gyakorlatokra, oda is figyelt, elég időt szánt a gyakorlásra és elmélyülésre, akkor azt mondjuk egy elméletileg kialakított skálán, hogy jeles a munkája vagy jó vagy azt mondjuk, hogy nem tartjuk elégségesnek a befektetett munkáját vagy a tehetségét. Elvárjuk, hogy hozzon döntést, hogy az életnek egy másik területén próbálkozik vagy itt küzd meg újra a teljesítménymérésre kijelölt feladattal. Igazából a teljesítmény mérése egy hatás eredménye, amit az őt körülvevő hálózaton ér el, a külvilággal áll kapcsolatban és nem a hallgató belső világával. Sőt a két dolog jelentősen el is térhet egymástól, amit a külső siker vagy sikertelenség mutat és amit a hallgató gondol a saját befektetett munkájáról. A legtöbbet azt közvetítjük, hogy a kemény munka a lehető legjobb stratégia a sikeres szakmai karrierhez. A cikkben azt szeretnénk megmutatni, teljesítmény, noha tagadhatatlanul fontos, csak egy változó több más fontos paraméter mellett. A skálafüggetlen hálózatok kutatásának egyik eredménye annak a felismerése, hogy a teljesítmény és a siker két különböző jelenség. A siker sohasem a teljesítményről szól. A siker arról szól, hogy a körülvevő hálózat hogyan látja és értékeli a teljesítményt. Vagyis a teljesítmény az belső, az, amit mi csinálunk, míg a siker vagy sikertelenség kollektív mérőszám, amely azt mutatja meg, hogy az erre felhatalmazottak hogyan reagálnak a teljesítményünkre. Arra, hogy milyen pontszámot érünk el egy vizsgán, lehet bizonyos ráhatásunk. A készségeinket tudjuk fejleszteni, tudjuk gyakorolni a típus feladatokat és talán megfelelő stratégiákat is ki tudunk dolgozni. De ha mérni akarjuk a sikert, vagy arra vagyunk kíváncsiak, hogy végül milyen eredményben részesülünk, azt nem lehet vizsgálni önmagában, minden mástól függetlenül. Ott az számít, hogy a megmérésben résztvevő hogyan reagál a

Nagy hálózatok kutatásának hatása az életünkre, avagy mire figyeljünk teljesítményértékelés közben

tevékenységünkre. Normális körülmények között az elismerésnek függeni kell a munkánk színvonalától, csak nem ez az egyetlen tényező. Mindannyiunknak van már olyan tapasztalata, hogy az ember sokszor hiába teljesít kiválóan, nem kap érte semmilyen elismerést. Hányszor láttuk már, hogy akik közepes vagy akár még annál is rosszabb teljesítményt nyújtottak, őket ugyanúgy vagy még jobban elismerték. Létezhet sikernek elismert munka bármilyen teljesítmény nélkül is.

Akinek nem ítélik értékesnek a munkáját, az nagy valószínűséggel el fog akadni, nem fejlődik tovább, és teljesen elveszítheti a motivációját. Abba is ritkán gondolunk bele, hogy a siker vagy sikertelenség terjed a hálózaton keresztül, ami összeköti az embereket és a következő mérés eredményére is hatással lehet.

Az itt felvetett elméletet bizonyították egy jól átgondolt kísérlettel kutatók. [6] A kísérletet egy leginkább alsó középosztálybeli gyerekek által látogatott San Franciscó-i általános iskolában hajtották végre. Kitöltettek a diákokkal egy nagyon jól hangzó névvel elnevezett tesztet, amelyről azt állították, hogy a Harvard egyetemen állították össze és specifikusan a diákok képességeit, intelligenciáját méri le, utána pedig az osztályfőnököknek átadták a legjobb 20%-ot elérő tanulók névsorát, mondván, az ő esetükben az elkövetkező tanévben nagy ívű fejlődés lesz várható. Majd a tanév végén a gyerekek újra megírták a tesztet. És valóban, az a 20%, amelynél a teszt a legnagyobb intellektuális fejlődést jósolta, kivételesen jól teljesített, az intelligenciahányadosuk is sokkal nagyobb mértékben emelkedett, mint azon társaiké, akik nem voltak rajta év elején a listán. A Harvard-teszt tehát óriási sikernek bizonyult, mivel elképesztő pontossággal megjósolta, hogy kik fognak kiemelkedő teljesítményt nyújtani a tanévben. A gond csak az volt vele, hogy a kutatók által emlegetett teszt nem létezett. Írattak a gyerekekkel valamit, de a 20%-os listát teljesen véletlenszerűen kiválogatva a neveket, állították össze a tanárok számára. Viszont azok, akikről azt tudták a tanáraik, hogy tehetségesek, valóban kiválóan teljesítettek az év végi valódi teszten. A gyerekeknek persze fogalmuk sem volt az egész kísérletről, ugyanúgy jártak iskolába és viselkedtek, mint addig. Viszont a tanárok jó képességeket véltek felfedezni bennük, mégpedig az állítólagos teszteredmények alapján. A kiválasztott tanulóktól a tanárok kiváló teljesítményt vártak és ezzel bátorították őket, ez pedig meg is látszott a fejlődésükön.

Szerencsére fordított kísérlet nem képzelhető el etikai okokból, de ettől még tapasztalatok alapján sejtjük, hogy ha egy hallgató első megméréseire rossz eredményeket kap, sokkal nehezebben fog motivált maradni és nem tovább vinni az önbeteljesítő jóslatot.

Másik szempont, amit szintén kutatók vizsgáltak, a mérést végző saját személyiségének, tudásának és tapasztalatainak hatása a mérés folyamatára és eredményére. Mivel nem áll rendelkezésünkre egyetlen mérce, amely alapján pontosan azonosíthatnánk a teljesítményt, jobb híján többet is használunk. Minőségi és mennyiségi mutatókat próbálunk találni és igyekszünk a józan

ítélőképességünkre és a saját tudásunkra támaszkodni. A gond az csupán, hogy a józan ítélőképességünk soha nem teljesen józan. Ha nincs pontosan ellenőrizhető adat, ami alapján dönthetünk, akkor gyakran tudat alatti preferenciák meghatározó jelentőséggel bírnak.

Kutatók vizsgálták az Erzsébet Királynő Zenei Versenyt, amelyet 1937 óta rendeznek meg Brüsszelben, mint a tehetségkutató versenyek komolyzenei megfelelőjét, ahol a nyertesek erős támogatást szereznek zenei karrierjükhez. [4]

A nagy tét miatt a versenyt megpróbálták a legigazságosabbá tenni a rendezők, hogy a tévedés és a részrehajlás lehetőségét minimalizálják. A döntőben 12 versenyző vehet részt, ahol mindegyikük ugyanazt a hegedűversenyt játssza el, amelyet az adott versenyre komponált egy zeneszerző és sehol nem jelent meg addig, így a darab mindenki számára egyformán új. A zenészek szereplését sorsolással határozzák meg, mindenki egy hetet kap pontosan a felkészülésre. Mindennap két előadás van és az összes bíráló egyeztetés nélkül az előadás után rögtön pontoz, amit a későbbiekben már nem változtathat meg. A lehető legobjektívebben kitalált mérésnek tűnik, ki is szokták ezt a versenyt emelni e tulajdonsága alapján a többi komolyzenei verseny közül. Pedig ez a módszer sem mér helyesen. A kutatók az eddigi versenyek adatainak statisztikai vizsgálata alapján bizonyították.

Néhány kimutatás a statisztikai eredményeikből. Soha nem nyerte meg a versenyt, aki az első napon szerepelt. (A sorrend véletlen sorsolással dől el és 1937 óta vannak adatok.) A második és a hatodik nap előadói között is összesen három későbbi győztes szerepelt. A győztesek több, mint fele az ötödik napon versenyzett. Sőt még a napon belüli sorrend sem mutat véletlenszerű jelleget. A második előadó szisztematikusan jobb helyezést ért el, mint a nap első előadója. Ami külön elgondolkodtató, főleg napjaink tendenciái miatt, hogy az előadó neme is erősen befolyásolta a helyezést. A női előadók, ha az egyéb paraméterek megfeleltek, akkor is legalább kettővel rosszabb helyezést értek el, mint a férfiak.

A kutatók a helyzet elemzése után magyarázatot is adtak a megfigyelt véletlentől történő eltérésekre. Ez a mérést végző zsűritagok saját személyiségét vizsgálta. A magyarázat egyik része azon alapul, hogy a kiválasztott zenemű a zsűri tagjainak is új, nekik is le kell játszani az ismerkedési folyamatot, hogy a versenyzők egyéni értelmezési különbségeire, a játékok eltérésére fel tudjanak figyelni. Ront a helyzetet az a szabály is, amit szintén az objektivitásra törekvés diktál, hogy a pontszámok később nem módosíthatók. A mérést végzők az első néhány esetben még nincsenek tisztában a sokaság jellemzőivel, így biztosabban kritikusabban pontoznak első esetekben. Ahogy egyre több versenyzőt hallgatnak meg, a zsűritagok jobban hallják a zene finomabb szintjeit, és az értékelésben is fejlődnek, és egyre magasabb pontszámokkal merik kifejezni tetszésüket. A kutatók említik a műkorcsolya és ritmikus sportgimnasztika versenyeket, ahol a szereplés sorrendje hasonlóan erősen meghatározza a győzelem lehetőségét azonos képességek és teljesítmény esetén.

Nagy hálózatok kutatásának hatása az életünkre, avagy mire figyeljünk teljesítményértékelés közben

A kutatók megvizsgálták egy első látásra teljesen más mérési helyzetet is, amelynél ugyanúgy sok adat állt rendelkezésre. [5] Spanyolországban a leendő bírót egy szigorú szóbeli vizsga keretében egy hét alatt választják ki. Itt a vizsgázóknak egész pályafutása múlik azon, hogyan szerepelnek. A nagytekintélyű bírálók faggatják a jelölteket, akik hosszú és alapos felkészülés alapján jelennek meg, minden témáról, ami eszükbe jut. Az adatok elemzése itt is azt mutatta, hogy a jelöltek sorsa igazából több héttel a nehéz vizsga előtt eldőlt, amikor kisorsolják, hogy kit mikorra hívnak be. A hét elején vizsgázóknak még 50%-os esélyük sincs a megfelelésre, míg a péntekieknek 75% feletti a megfelelésük. Ehhez a szignifikáns különbséghez nyilván kevés köze van a vizsgázóknak a vizsgán nyújtott teljesítményének, amelyet a felkészültségük alapján érhetnének el. Itt is a vizsgáztatók személyisége a kulcs a megértéshez. Ahogy telik a hét, úgy használnak egyre jobb kérdéseket és merik pozitívabban megítélni a jelölteket.

Ami még érdekes, a kutatók megkérdezték a vizsgáztatókat, hogy mi alapján hozzák meg döntésüket. Visszatérő válasz volt, hogy gyakran apró gesztusok vagy különbségek ragadtak meg bennük. Ha mindegyik jelölt közel egyformán jól szerepelt az interjúban, a hosszú nap végén lehetséges, hogy egy váratlan válasz vagy épp egy érdekes, személyes történet, ami végül döntött.

3. Eredmények

A hálózatok pedagógiai alkalmazására alkalmasak a Galois-gráfok, melyek használatával nagyon szemléletes is tehető az értékelés. A szemléletesség, mely Bruner reprezentációs elméletében is megjelenik, fontos a tanítás-tanulás egész folyamatában.

A Galois-gráfoknak több típusát különböztethetjük meg attól függően, hogy pedagógiai munka mely területén használjuk:

- objektumok és tulajdonságaik
- individuális gráfok: lehet szaktudományi, lehet tanulói gráf
- kollektív gráfok: tanulók-feladatok gráf
- szociometriai gráfok
- kutatási alkalmazásokat jellemző gráfok.

Hogyan készülnek a Galois-gráfok? Van két alaphalmaz, melynek elemei között több-többértelmű kapcsolat van. Ugyanakkor az első és második halmaz részhalmazai között tudunk egy egy-egyértelmű kapcsolatot létesíteni. Az ilyen részhalmazt zártnak nevezzük, ha elemeinek a száma nem bővíthető anélkül, hogy a másik részhalmaz elemeinek száma ne csökkenne, ugyanígy igaz ez a másik részhalmazra is. Ha találunk olyan relációt, mely kétértékű az adott két alaphalmaz elempárjai között, gondolhatunk Galois-gráf használatára. Formálisan: $O(o_1, o_2, \dots, o_n)$ az egyik alaphalmaz és $P(p_1, p_2, \dots, p_m)$ a másik

alaphalmaz, tekintsük az $R \subset O \times P$ relációt, ahol bármelyik $o_i \rho p_j$ lehet, ha $o_i \in O, p_j \in P$, ha $(o_i, p_j) \in R$ és R bináris reláció.

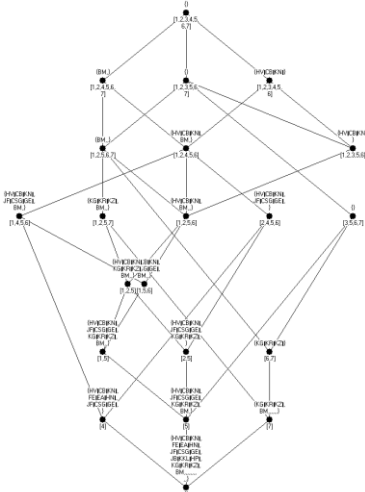
A gráf megrajzolásakor minden zárt részhalmazpárt egy körrel jelölünk, ők lesznek a gráf szögpontjai, a következő módon: rajzoljuk vízszintes vonal mentén egymás mellé az egyelemű zárt részhalmazokat az első alaphalmaz szerint és így tovább felfelé. Az első sort nevezzük a rövidség kedvéért első emeletnek. Az első emelet alá még odarajzoljuk a nulla elemet tartalmazó részhalmazt jelentő kört, a legfelső fölé a minden elemet tartalmazó halmazt reprezentálót. Mi lesz az összekötés szabálya? Válasszunk ki egy tetszőleges szögpontot, ezt összekötjük minden olyan alatta fekvő ponttal, amely a szóban forgónak legnagyobb részhalmazát jelöli. Az eljárást minden szögpontra nézve elvégezzük.

A kapott gráf értelmezésénél célszerű az alaphalmaz elemeinek nevének kiírása, így jobban látható az értelme a kapott struktúrának.

A tanuló-feladat gráf a csoport tanulmányi struktúráját szemléltetheti, optimális út meghatározásával tervezhetjük a tanulás-tanítás folyamatát is.

Az egyes szaktudományi és tanulói gráfok összehasonlítása rámutat azokra a pontokra, ahol a tanulónak hiányosságai vannak és azt is láthatjuk, hogy mely fogalmakat, definíciókat ismer, illetve mely készségeket sajátította el az adott probléma vagy feladat megoldása kapcsán.

Egy tanulmányban foglalkoztam a Galois-gráfok alkalmazhatóságával. Ott arra a következtetésre jutottam, hogy a vizsga feladatsor értékelésénél látható, hogy a kapott Galois-gráfok emeletei és a hagyományos értékelés összhangban vannak, tehát a gráfok használhatók az ismeretanyag mérésére és értékelésre. Az egyes tanulók megszerzett, elsajátított tantárgyi tudásáról viszont a gráfok árulnak el többet, megmutatják a jegyek közti különbségeket.

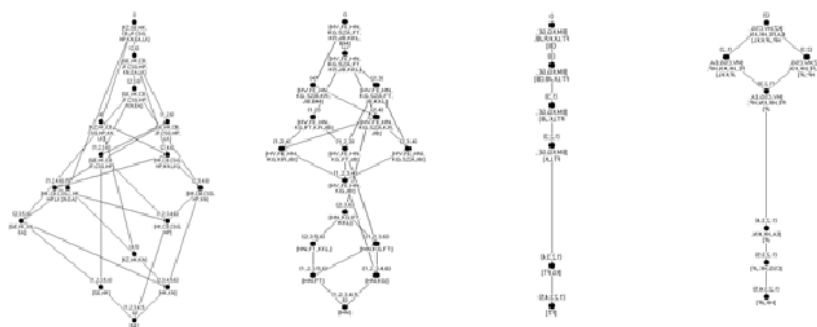


1. ábra

Vizsgaeredmények tanuló-feladatok gráfja

Nagy hálózatok kutatásának hatása az életünkre, avagy mire figyelünk teljesítményértékelés közben

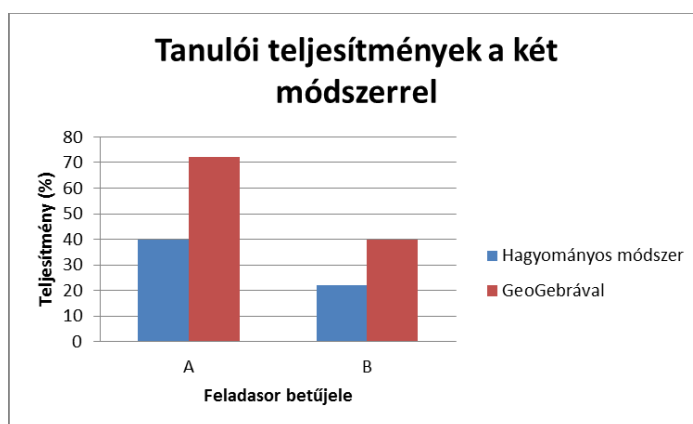
Az évközi dolgozatok ábrái is jól mutatják az egyes tananyagok közötti különbözőségeket, hiszen az első megmértetés feladatai mind más anyagrészekre épülnek, a született megoldások is nagyon különbözőek voltak, míg a második számonkérés anyag teljes egészében a differenciálszámítás alapjainak ismeretére épült. Amelyik hallgató jól elsajátította a deriválás módszerét, szinte minden feladatban tudott jó részeredményt elérni, ezért is mutat olyan lineáris elrendezésű gráfot a csoport tudásanyaga. [7]



2. ábra

Tanulók-feladatok Galois-gráf az első és második zárthelyi dolgozat esetében

Arra is végeztem méréseket, hogy ha a feladatmegoldás során a végrehajtási automatizmusokat, algoritmusokat számológéppel végeztetik el a hallgatók, hogyan befolyásolja az eredményeiket.



3. ábra

Tanulói teljesítmények hagyományos és számítógéppel segített megoldással

A tanulói felmérésekben ugyanazt a feladatsort oldották meg hagyományosan, papír alapon illetve GeoGebrával a diákok. Láthatjuk, hogy amikor a számítógép vagy szoftver elvégzi a műveleteket, a tanulói teljesítmény nő.

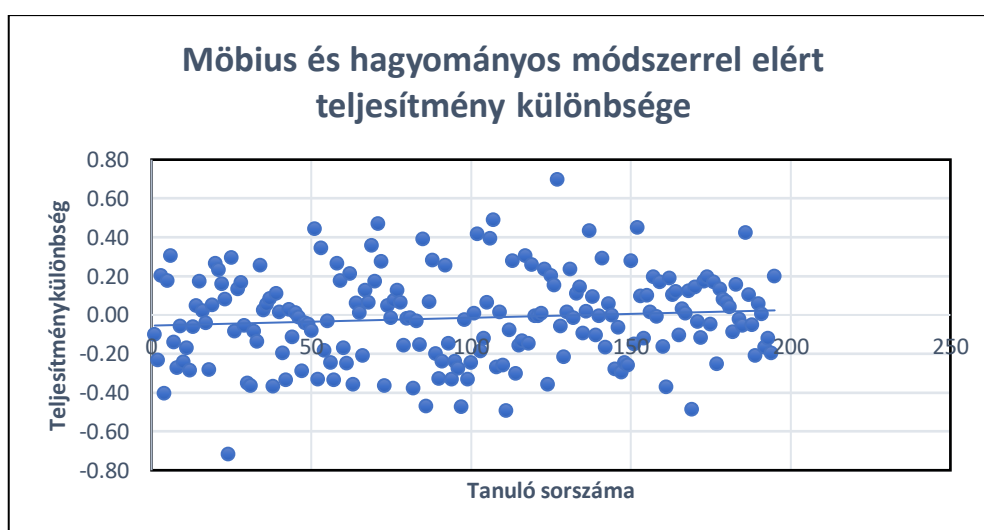
Az „önbeteljesítő jóslatok” vonatkozásában is kísérleteztem. Megfigyeltem, hogy a dolgozatok kiosztásánál mindig azt mondták a hallgatók, hogy ne B feladatsort adjak. Egy ízben rákérdeztem, azt válaszolták, hogy az mindig nehezebb. Következő alkalommal a feladatsor neve ugyan B volt, de ugyanazok a feladatok voltak benne, mint az A-ban, csak más sorrendben. Az eredmény meglepő volt, a B feladatsorban 20%-kal kisebb lett a teljesítmények átlaga. Megoldattam GeoGebrával is a feladatsort, a teljesítménykülönbség megmaradt ebben az esetben is. Figyelnünk kell hallgatóinkra az értékelések során, ne alakuljanak ki hibás értékítéletek bennük, mert rossz irányba mozdíthatja el a teljesítményeiket.

Régebben találkoztam már és vizsgáztattam is a Maple TA web alapú teszt és vizsgarendszerrel, amely azóta fejlődésen ment át és Möbius névre hallgat. 2022 őszén karunk vásárolt 460 licenst, és 196 önkéntes hallgatóval teszteltük a rendszert. A Möbius keretrendszerbe dinamikusan tudjuk bevinni a feladatokat és rá tudunk kérdezni a javítókulcs szerint is pontot érő tananyagelemekre. Tehát itt az automatizmusokat, készségeket „nem kapcsoljuk ki”, azaz nem a számítógép vagy szoftver végzi el a műveleteket a hallgatók helyett. A hallgatóknak kell bevinniük a matematikai formulákat. A Möbiusban 1 héttel később írták a tesztet a diákok, mint a zárthelyi dolgozat és akkor léptek be először a rendszerbe.

Összehasonlítva a 196 hallgató zárthelyi és Möbiusban elért eredményeit, az alábbi átlagértékeket és szórást kapjuk:

	zárthelyi dolgozat	Möbius teszt
Átlag	50,33%	48,77%
Szórás	21,11%	18,02%

1. táblázat
Dolgozat és teszteredmények



4. ábra
A hagyományos és Möbiusban elért teljesítmények különbsége

Mindössze 96 hallgató írt jobb eredményt a Möbiusban, mint hagyományosan. Ha dolgozatok közti különbséget bemutató grafikont vizsgáljuk, láthatjuk, hogy a trendvonal az $y=0$ egyeneshez igazodik. Ha az automatizmusokat a hallgatónak kell elvégeznie, a hagyományos és számítógépes számonkérés eredménye közelít egymáshoz. A Möbius tehát alkalmas a számonkérésre, a hallgatók felkészültségét jól jellemzi, míg az oktatói munkát a javítás szempontjából segíti.

4.Következtetések

A skálafüggetlen hálózatok eredményei tudományos törvények, amelyek segítséget adhatnak a jövőbeli döntések során. Segíthetnek megtalálni és a hallgatóinkkal is megismertetni, hogyan lehet optimalizálni a mérési helyzetekre való felkészülést. Ezen befolyásoló tényezők ismerete fontos a vizsgára felkészülő vagy a zárthelyi feladatssort összeállító és a feltételeket szervező vizsgáztató oktató és a vizsgán részt vevő hallgató számára is. Meg kell érteni, hogy mennyi teljesítmény kell a siker optimalizálásához, milyen egyéb körülmények adódhatnak, amik befolyásolhatják a mérés eredményét és objektivitását. Ha tudományos módszerekkel vizsgáljuk, megtanulhatjuk felmérni, hogy mi felett van hatalmunk és mi az, amit a véletlen szerencsére kell bízunk. Ebben az esetben vizsga szervezőként biztosíthatjuk, hogy az egyenlőség elve minél jobban tudjon érvényesülni. Odafigyelhetünk az önbeteljesítő véleményekre, arra hogyan tudjuk jobban motiválni a hallgatókat, nem törve le a szellemüket egy rosszul megfogalmazott értékeléssel.

A tanszéken figyelünk arra is, hogy lehetőleg egy tárgyból egyidőben legyen a számonkérés akkor is, ha ez nehezebb szervezéssel jár együtt a nagy évfolyamlétszámok miatt. A javításnál is jobb minél több részletet egy automatikus javítórendszerre bízni, még akkor is, ha ez személytelenebbnek tűnik és kevésbé képes szubjektív szempontokat figyelembe venni.

A hallgatókat megtaníthatjuk arra is, hogy mire érdemes egy vizsgaszituációban odafigyelni, amit későbbi pályafutásuk során jól tudnak alkalmazni. Megtaníthatjuk őket arra, hogy a szakmai felkészültségen kívül a szakmai karrier szempontjából mennyire fontos a kapcsolatépítés, a hálózatok lehetőségeinek kihasználása. A kevésbé látható hallgatók kompetenciáját fejleszteni kell, hogy minél több új kapcsolatot tudjanak szerezni. Ha észrevesszük oktatóként, hogy valakit az életkörülményei gátolnak a fejlődésben, akkor meg tudjuk adni a kezdőlökést. A reménybeli kezdőket stratégiai tanácsokkal és gyakorlati példákkal tudjuk segíteni. Azt is fontos alaposan mérlegelni, hogy egy döntésünkkel, értékelésünkkel véget vethetünk egy hallgató karrierjének. Ha állaspályázatról van szó, akkor megtaníthatjuk, hogy a teljesítmény mellé, amit nyilván alapos felkészüléssel tud elérni, milyen egyéb segítő stratégiákat tud használni. Ilyen lehet az időpont befolyásolása, hogy mennyire a vége felé kerüljön sor a meghallgatására, amikor a bizottság

már közeledik a folyamat vége felé, így egyre jobb kérdéseket tud feltenni és jobban tudja értékelni a hasonló válaszokat. Mennyire érdemes odafigyelni a saját megjelenésére, öltözködésére, pozitív megkülönböztetése alkalmas elemek használatára, amellyel kitűnhet az alkalmasak tömegéből és megkaphatja álmai állását.

De a legfontosabb, hogy azt láttassuk a hálózatok vizsgálatának eredményeiből, hogy mivel az értékelési folyamatok tökéletesen sohasem lehetnek objektívek, így bárki a jól felkészültek közül lehet sikeres, de ha tudja, hogy mindent megtett a teljesítményéért és mégsem jön össze a dolog, akkor nem kell hibáztatnia magát. Valószínű, hogy valami esetleges dolgon múltott. Mert a véletlen szerepe megkerülhetetlen és a legjobb módszer a befolyásolására az, ha újra és újra próbálkozunk.

A kutatásunk folytatása lehet annak vizsgálata, hogy a skálafüggetlen hálózatokban elfoglalt helyünk hogyan befolyásolható, milyen az a kisvilág, amelyben a kapcsolatainkat kialakítjuk, milyen stratégiákat tanulhatunk a kapcsolatok kialakítására és használatára a döntési helyzeteinkben. Sikereink vagy sikertelenségeink azoknak a bonyolult hálózatoknak a működésétől függ, amelyekben mi magunk mozgunk és élünk. Megtanuljuk felismerni azokat a hálózati navigációs lehetőségeket, amelyek a sikereinket formálják.

Irodalomjegyzék

- [1] Márton Pósfai, Jianxi Gao, Sean P. Cornelius, Albert-László Barabási, and Raissa M. D'Souza: Controllability of multiplex, multi-time-scale networks, *Phys. Rev. E* 94, 032316, 26 September 2016
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.94.032316>
- [2] Baruch Barzel, Yang-Yu Liu & Albert-László Barabási: Constructing minimal models for complex system dynamics, *Nature Communications* 6, Article number: 7186 (2015)
doi:10.1038/ncomms8186
<https://doi.org/10.1038/ncomms8186>
- [3] Barabási Albert-László: *A hálózatok tudománya Libri* 2016. ISBN 978-963-310-787-4
- [4] Renato Flores, Victor Ginsburgh: The Queen Elisabeth Musical Competition: How Fair is the Final Ranking, *Journal of the Royal Statistical Society*, 1996. 97-104.
<https://doi.org/10.2307/2348415>
- [5] Barabási Albert-László *A képlet Libri* 2019.
- [6] Robert Merton: The Self-Fulfilling Prophecy. *Antioch Review*, 1948: 193-210. ISBN 978-963-433-191-9
<https://doi.org/10.2307/4609267>
- [7] Klingné Takács Anna, Szigeti Márton: Graphs in the teaching of the analysis and in assesment, *REGIONAL AND BUSINESS STUDIES*, 2009, 57-63, ISSN 2061-2311