

Szerzői kapcsolatháló-elemzés

Co-authorship network analysis

P. LENGYEL¹, J. PANCSIRA², I. FÜZESI³

¹Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Alkalmazott Informatika és Logisztika Intézet, Üzleti Informatika Tanszék, lengyel.peter@econ.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Alkalmazott Informatika és Logisztika Intézet, Agrárinformatika

³Tanszék, pancsira.janos@econ.unideb.hu

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Alkalmazott Informatika és Logisztika Intézet, Üzleti Informatika Tanszék, fuzesi.istvan@econ.unideb.hu

Absztrakt. A hálózatokkal kapcsolatos kutatások módszertani alapját a gráfelmélet adja. A hálózatelemzés során nagy adatsokasággal dolgozunk és főként a szereplők szerepét és kapcsolatait vizsgáljuk, melyeket gráf hálózattal vizuálisan tudunk szemléltetni. A kapcsolati háló elemzése egyre népszerűbbé válik a tudományos életben is. A szerzői kapcsolatháló nagy része néhány tekintélyes személy köré épül, akik egyfajta központi szereplőként irányítják saját hálózatukat, ezzel klikkeket hozva létre.

Abstract. The methodological basis of research on networks is given by graph theory. During the network analysis we work with a big data population and we are mainly analysing the relationships of the actors, which can be visualized with the graph network. The analysis of social network is becoming more and more popular in academic life as well. Most of the co-authorship networks are built around a number of prestigious people who manage their own network as a central player creating cliques.

Bevezetés

Az alapvetően három különböző tudományágból (pszichológia, antropológia és szociológia) származó hálózatelemzés elméletének alapja, hogy a társadalmi élet emberi kapcsolatok összességéből áll, és a kapcsolatok viszonya alapján jól leírható [1]. Ennek alapján a társadalmi kapcsolatok vizsgálata túlmutat az adatok gyűjtésén és elemzésén [2]. A gráfelmélet eszköztárával hálózati és egyéni szinten is látványosan megjeleníthetők a társadalmi kapcsolati háló elemzésének eredményei [3]. Míg a hálózati szint a rendszer tulajdonságait hivatott leírni, addig az egyéni szint az egyes szereplők tulajdonságait vizsgálja, alapvetően központiség mutatók alapján.

A különböző tudományos területeken közzétett cikkek száma az elmúlt évtizedben nagyságrendekkel nőtt, és ezzel együtt a tudományos életben érintettek viselkedése megváltozott [4]. A téma fontossága ellenére, a társszerzői hálózatok elemzése, valamint a kutatási projektben való tudományos együttműködés és a kutatási eredmények hatása csak néhány tanulmányban merül fel [5]. Egy folyóirat vagy konferencia társszerzői mintáinak elemzése során sok szerző használja a társadalmi hálózatelemzés (Social Network Analysis, SNA) módszereit, a kutatás másodlagos módszertanának [6].

A kutatók közötti együttműködések számos előnnyel járnak. Az együttműködés tényleges mintái a tudományágaktól, a kutatóintézetektől és a folyóiratoktól függhetnek [7].

1. Társadalmi kapcsolatháló elemzés

A kapcsolathálózat elemzés alapját a gráfok adják. A gráf csúcsokból és élekből áll. A csúcsok azoknak az adatoknak feleltethetők meg, melyek kapcsolatait vizsgáljuk. Az élek pedig akkor keletkeznek, ha valós kapcsolódást találunk a vizsgált adatok között. A gráfok használatának célja, hogy a különböző kapcsolatokat ábrázoljunk vele [8].

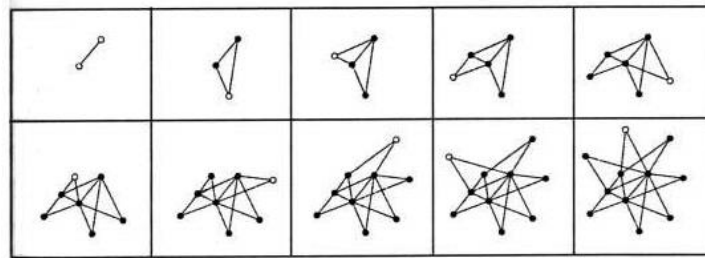
A gráfelmélethez kapcsolódó első probléma a XVIII. századból származik. Ekkoriban Königsberg lakosai vetették fel azt a kérdést, hogy a várost átszelő Pergel folyón átívelő hét hídon lehet-e olyan sétát tenni, hogy mind a hét hídon pontosan egyszer haladjanak át. A problémával a szentpétervári akadémia tanárához, Eulerhez fordultak, aki bebizonyította, hogy ilyen séta nem létezik. A bizonyításáról szóló dolgozat, mely 1730-ban jelent meg, a gráfelméleti munka alapkövének tekinthető. Az első tudományos színvonalú gráfelméleti könyv pedig 1936-ban jelent meg, König Dénestől, a Budapesti Műegyetem akkori magántanárától származik [9].

A hálózatokkal kapcsolatos kutatások módszertani alapját a gráfelmélet adja, amely az ún. véletlen hálózatok elméletével próbált meg választ adni a hálózatokkal kapcsolatos kérdések egy részére [10][11]. Hamar kiderült azonban, hogy a valódi világ hálózatai nem írhatók le teljes mértékben véletlen hálózatokkal, mivel jól azonosítható, specifikus struktúrákba rendeződnek. Először a szociológiai vizsgálatok mutattak rá, hogy a társadalmi hálózatok jellegzetes szerveződési struktúrája nem felel meg a véletlenszerűség követelményének. Ezek a társadalmi hálózatokat ún. „kisvilágokként” írják le, ahol a szorosan összefüggő lokális csoportokat áthidaló kapcsolatok kötnek össze. Maga az elnevezés arra utal, hogy a csomópontok közötti átlagos távolság relatíve kicsi, miközben a lokális csoportok megőrzik viszonylag éles határvonalait.

Travers és Milgram [12] a Harvard Egyetem ismeretségi hálózatát vizsgálva jutott arra a felismerésre, hogy az átlagos elérési út még egy ilyen kiterjedt kapcsolati hálózatban is meglepően rövid, mindössze 5 és fél lépés. A rövid átlagos távolságok gondolatát korábban már Karinthy Frigyes is felvetette egy írásában, ahol meglepően pontosan a későbbi tudományos eredményeket előre jelezve, ötlépéses távolságról ír [13]. Referenciaműnek számít ebben a témakörben Granovetter [14] tanulmánya is, aki a lokális csoportokat összekötő „gyenge” kapcsolatok jelentőségét emeli ki. A társadalmi kapcsolatrendszer által felvázolt struktúrája a kisvilágok reprezentációja. A kisvilágok intuitív elképzelését később Watts és Strogatz [15] formalizálták.

Akárcsak a véletlen hálózatok, a kisvilágok is leírhatók egy reprezentatív csomóponttal, vagyis egy átlagos kapcsolati számmal. Barabási [16] azonban azt emeli ki, hogy a valós hálózatok nem jellemezhetők ilyen tipikus szereplőkkel: néhány csomópont rendkívül nagyszámú, míg a többség kevés kapcsolattal bír. Az átlagos fokszám ugyan megadható, a hálózat struktúráját azonban döntően a nagyszámú kapcsolattal rendelkező elemek határozzák meg. Egy ilyen csomópont kiesése adott esetben a hálózat széteséséhez vezethet. Ezt a speciális struktúrát skálafüggetlen hálózatnak nevezzük.

(1. ábra) Barabási és kollégái arra a fontos felismerésre jutottak, hogy a valóságban előforduló hálózatok nagy része skálafüggetlen tulajdonságot mutat [17][18].



1. ábra: A skálafüggetlen hálózat születése.

A skálafüggetlen topológia a valódi hálózatok örökké terjeszkedő természetének természetes következménye. Két összekötött pontból indulunk, és minden egyes mezőben egy új pontot adunk hozzá a hálózathoz. Amikor elhatározzuk, hogy hová kapcsolódjunk, az új pontok előnyben részesítik a jobban összekötött pontokat. A növekedésnek és a népszerűsítő kapcsolódásnak köszönhetően néhány sok kapcsolattal rendelkező középpont keletkezik [18].

A hálózati kapcsolatok és struktúrák elemzése elsősorban a szociológia területén vált népszerűvé, innen ered a társadalmi kapcsolatháló elemzés kifejezés is. E tudományág elsősorban gyakorlati szempontból közelít e kérdéshez, és viszonylag szűkebb matematikai háttérrel ad. Bár a hálózatelemzés a gráfelmélet eredményeire építő, fontos matematikai apparátussal rendelkezik, a hálózati struktúrák leíró elemzésére használt mutatószámok erre viszonylag korlátozott mértékben támaszkodnak.

A kapcsolatháló definíció szerint társadalmi szereplők véges számú készletéből és a közöttük lévő kapcsolatokról áll. A módszer kiválóan alkalmas bonyolult társadalmi struktúrák komplex vizsgálatára és azok modellezésére [19]. A kapcsolatháló-elemzés az egyének viselkedését mikro-, az egyének közötti kapcsolatokat és a közöttük lévő interakciókat makroszinten vizsgáló tudományterület [20]. A leggyakrabban vizsgált társas kapcsolatok a kommunikáció, tanácsadás, befolyásolás, barátság, bizalmi kapcsolatok.

2. Központiság mutatók

A gráfelméleti megközelítést jól lehet alkalmazni a legfontosabb szereplő meghatározására. A fontos szereplők általában a kapcsolatháló stratégiai pontjaiban helyezkednek el, de a fontosság számítása több módon is megközelíthető, attól függően, hogy mi alapján tekintünk valakit fontosnak. Tekinthetjük azt központi személynek, aki a legnagyobb kapcsolati aktivitást mutatja, és akihez sokan kapcsolódnak, vagy aki sok szereplővel tart fenn szorosabb kapcsolatot; esetleg olyan szereplőket, akik hálózatmegszakító pozícióban vannak. A centralitás fogalmát általában nem irányított gráfoknál, míg a presztízszt irányított gráfok esetén alkalmazzák. A centralitásnál elsősorban az a fontos, hogy a szereplő részt vesz kapcsolatokban, a presztízs esetén pedig azt vizsgáljuk, hány kapcsolat mutat az adott szereplő felé [21].

A fok centralitás (degree centrality, C_D) esetén az egyes pontok kapcsolatainak számát viszonyítjuk az összes kapcsolathoz.

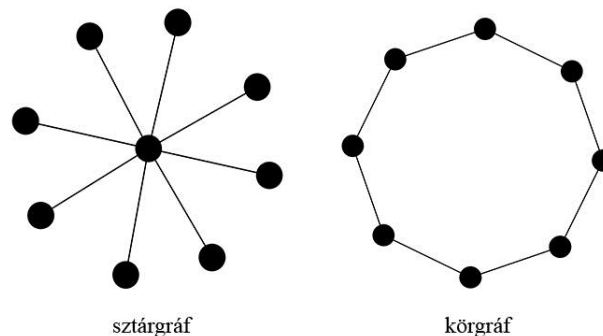
$$C_D(x_i) = \frac{d(x_i)}{n-1}$$

ahol, $C_D(x_i)$ az i . szereplő foka, $d(x_i)$ az i . szereplő fokszáma. A mutató értéke 0, ha a szereplőnek egyáltalán nincs kapcsolata a gráf többi pontjával (különálló pont), 1, ha az adott szereplő minden más ponttal kapcsolatban áll.

Különböző elemszámú hálózatok összehasonlítására a Freeman fokszám központiság mutatót alkalmazzuk.

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^n [C_D(n^*) - C_D(x_i)]}{(n-1)(n-2)}$$

ahol C_D a csoportszintű centralitás, $C_D(n^*)$ az előforduló legnagyobb fokszám, n a hálóban lévő szereplők száma. A mutató a maximális 1 értéket akkor éri el, ha egy tag minden más személlyel kapcsolatban van és a többiek csak vele vannak kapcsolatban (sztárgráf, 2. ábra). Az érték akkor 0, ha az egyes tagok központiságai között nincs differencia (pl. körgráf, 2. ábra).



2. ábra: Sztárgráf és körgráf

Központiságot számíthatunk közelség centralitással (closeness centrality, C_C) is, eszerint egy személy akkor kerül központi helyzetbe, ha az összes szereplőt egyszerűen, rövid idő alatt eléri.

$$C_C(x_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d(x_i, x_j)}$$

ahol $j \neq i$ és $d(x_i, x_j)$ az i és j pontot összekapcsoló legrövidebb út hossza. Normalizáláshoz a mutatót el kell osztani $(n-1)$ értékkel.

A következő centralitás számítási mód a közöttség centralitás (betweenness centrality, C_B), mely azon alapszik, hogy azok a szereplők a legbefolyásosabbak, akik sok másik szereplő között foglalnak helyet.

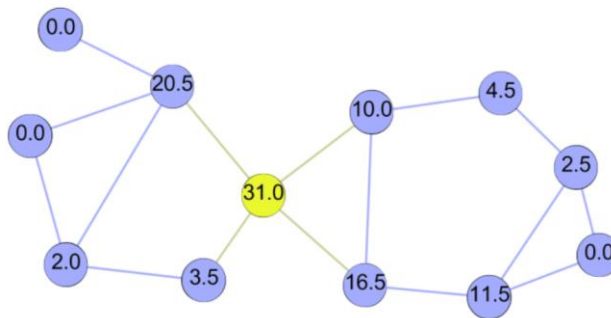
$$C_B(x_i) = \sum_{i \neq j \neq k} \frac{g_{jk}(x_i)}{g_{jk}}$$

ahol g_{jk} a j és k pont közötti legrövidebb utak száma, a $g_{jk}(x_i)$ pedig csak az i . ponton áthaladó j és k pont közötti utak száma. A mutató összeg tényezője 1, ha a szereplő rajta van mindegyik legrövidebb úton. Az érték pedig akkor 0, ha egyiken sem szerepel. Így a mutató maximális értéke:

$$\binom{n-1}{2} = (n-1)(n-2)/2$$

A normalizáláshoz a mutatót ezzel az értékkel kell osztani, mely az összes lehetséges pontpár száma, kivéve amelyekben az i . pont is szerepel.

A 3. ábra egy nem irányított gráfot szemléltet a szereplők közöttiség értékeivel. Jól látható, hogy a hálóban a sárga szereplő biztosítja a két részháló közötti kapcsolatot, ami kiemelkedő közvetítő szerepére utal.

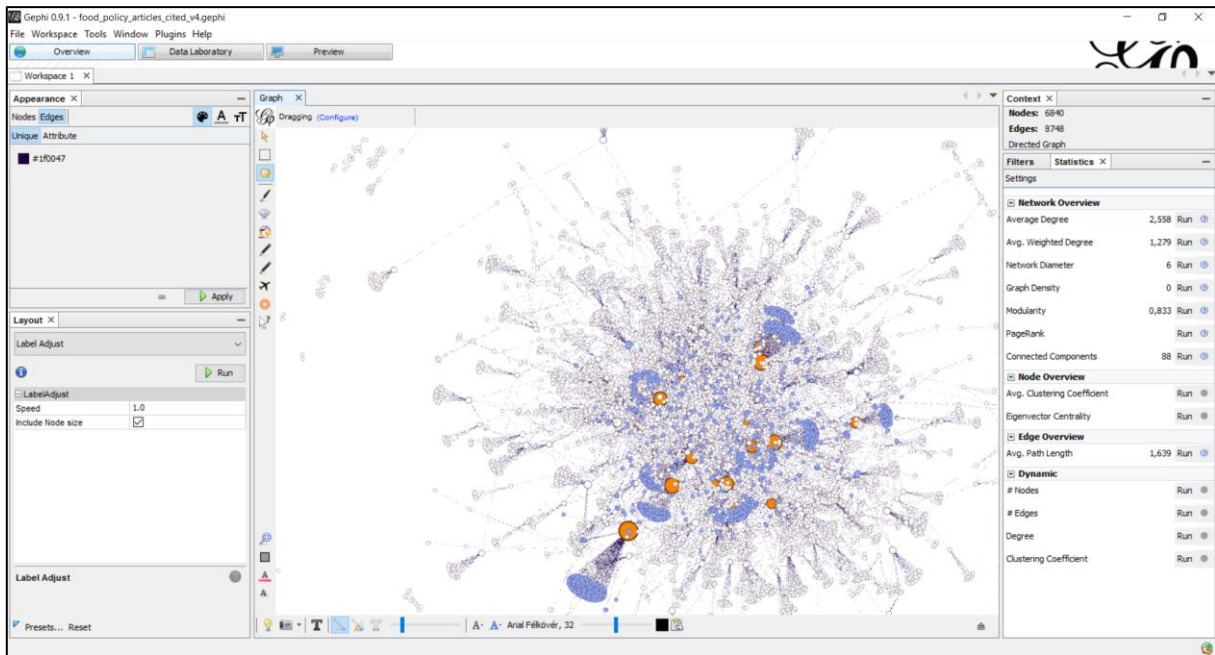


3. ábra: Közöttiség centralitás mutató értékei nem irányított gráf esetén

3. Hálózatelemző vizualizációs szoftver

A kapcsolati hálózatok létrehozásához az egyik legmegfelelőbb program a Gephi, melynek prototípusa, a Graphilter 2006-ban jött létre. Ebben az időben Mathieu Jacomy gráf elemzéssel foglalkozott. Ehhez a létező és elérhető eszközöket használta, de nem volt elégedett azokkal, mert nem tudta úgy változtatni, módosítani a gráfokat a folyamat alatt, ahogyan azt szeretne volna. Ekkor határozta el, hogy szeretne egy olyan eszközt létrehozni, mellyel felfedezhetjük és megérthetjük a gráfokat. A Graphilterrel a többi szoftverhez képest vizualizálásban kifejezőbb hálót lehet készíteni viszonylag könnyedén, és a 100 csúcs és 1000 él feletti gráfokat is gyorsan elkészíti. Mathieu Jacomy a prototípus létrehozása után úgy vélte már nem képes tovább fejleszteni a programot így 2007 őszén átengedte Mathieu Bastiannak, akitől a szoftver megkapta a mai nevét. Ezután némi programozási változtatás után újabb verziószáma jelent meg a programnak, melyet folyamatosan fejlesztenek [22].

A Gephi program (4. ábra) megnyitása után először két táblázatot kell importálni. Az élekhez (edges) a szerzőket és a hozzájuk rendelt cikkek azonosítóját tartalmazó Excel táblát kell feltölteni, a csúcsokhoz (nodes) pedig a szerzők azonosítóját tartalmazó táblát kell importálni az adatlaboratóriumban (Data Laboratory). Ekkor a program a betáplált adatok alapján megjeleníti a szükséges táblázatot, az Overview menüpont alatt pedig különböző témák közül választhatjuk ki, hogy milyen formában szeretnénk illusztrálni a kapcsolati hálót.



4. ábra: A Gephi program felhasználói felülete

A modularitás funkciót használva a program feltérképezi a hálózaton belüli csoportosulásokat és az ezen belül lévő kapcsolatok erősségét. Ahhoz, hogy a központiség mutatókat kiszámolja a „Statistics” menüpontját kell használni. A kalkuláció végeztével átváltva az adatlaboratóriumba, láthatóvá válnak a különböző szereplőkhöz rendelt mutatók értékei.

4. Társszerzői hálózatok

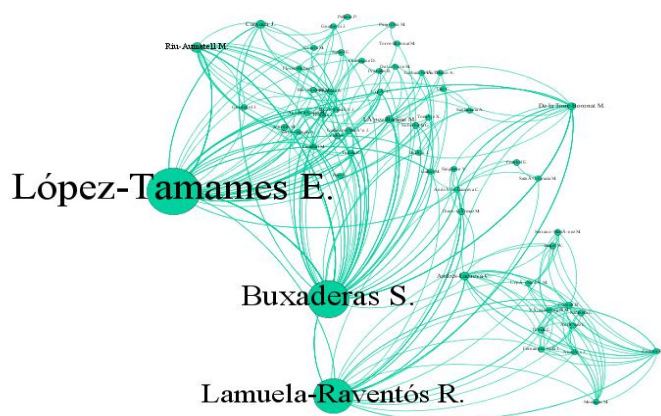
A kapcsolati hálók elemzése egyre népszerűbbé válik a tudományos életben is [23]. A tudományos együttműködés egy összetett kapcsolati háló [24]. A 20. század közepén a tudományos kutatás magányos kutatók munkáját jelentette, de ez az utóbbi évtizedekben jelentősen megváltozott. Manapság már mind az élettudományok, mind a társadalomtudományok terén egyre inkább együttműködés jellemzi a kutatást, ami lehet formális (közös projektek, publikációk stb.) vagy informális (tagságok, szerkesztőség stb.). A tudományos együttműködéseket alapvetően a technológiai fejlesztések, a földrajzi közelség és a kutatási témák hasonlósága mozdítja elő. Az is látható, hogy a színvonalas cikkek publikálása elengedhetetlenül fontos az egyéni tudományos karrierhez [25]. Amikor egy kutató társszerzővel közösen publikál, létrehoz egy egyéni társszerzői hálózatot. A társszerzők köre lefedi azokat a személyeket, akik érdemben közvetlenül hozzájárultak a cikk tartalmához. Több ilyen egyéni hálózat együttes ábrázolásával a szerzők és társszerzők közötti kapcsolat vizsgálható az egész mintában [26].

A tudományos hálózatok nagy része néhány tekintélyes személy köré épül, akik egyfajta központi szereplőként irányítják saját hálózatukat, tudományos csoportokat, ezzel klikkeket hozva létre. Ezek a tudományos klikkek exponenciálisan növelik saját publikációs teljesítményüket egyrészt közös publikációkkal, másrészt az egymásra való hivatkozásokkal [27].

Az alábbi példa alapját szolgáló adatok keresésére a Scopust használtuk, mely az egyik legnagyobb absztrakt és citációs kereső multidiszciplináris bibliográfiai adatbázis [28]. A téma a gyöngyöző borokról szóló cikkek szerzői hálózatának vizsgálata volt. Ennek megfelelő kulcsszavak alkalmazásával 381 cikk metaadatbázisát töltöttük le a Scopusból.

A témában megjelent 381 cikk összesen 946 szerző munkássága eredményeképpen jött létre, mely azt jelenti, hogy átlagosan 2,48 szerző produkált egy cikket.

A cikkek szerzői kapcsolathálójának középpontjában lévő klikkek egyikébe sorolható szerzők kapcsolatainak alakulását az 5. ábra szemlélteti. Ezen klikk modularitási értéke a kapcsolati hálózat egészét tekintve a második legmagasabb (6,03%). A csoportban található összesen 57 szerző között 798 kapcsolódás található, ami azt jelenti, hogy egy szerzőre 14 kapcsolat jut. Ez alapján megállapítható, hogy minden szerző a csoportban megtalálható személyek negyedével publikált legalább egyszer közösen valamilyen cikket.



5. ábra: Társszerzői kapcsolatháló közöttiség mutató alapján méretezett szereplőkkel

A csoportból három szerző emelkedik ki, akik nagyrészt együtt publikálnak, a klikken belüli többi szerző pedig rajtuk keresztül kapcsolódik a hálóba. A leginkább meghatározó személy közülük López-Tamames. Az 1. táblázatban a kiemelkedő szerzők fontosabb mutatóit foglaltuk össze.

Szerző	Fokszám	Közelség	Közöttiség
Buxaderas	118	0,91	301
López-Tamames	111	0,71	398
Lamuela-Raventós	39	0,62	284

1. táblázat: Az 5. ábrán szereplő klikk szerzőinek fontosabb mutatói

A táblázat adataiból látszik, hogy a legnagyobb fokszámmal Buxaderas rendelkezik, így ő dolgozott a legtöbbet más szerzőkkel közösen. A közelségi mutató alapján is ő van legelől, azaz ő éri el a legkönnyebben az összes szerzőt. A közöttiség mutatót tekintve a legmeghatározóbb López-Tamames, miszerint ő legnagyobb közvetítő szereppel rendelkező a klikkben.

Összefoglalás

A szerzői kapcsolathálóok nagy része néhány tekintélyes személy köré épül, akik egyfajta központi szereplőként irányítják saját hálózatukat, ezzel klikkeket hozva létre. Az egyének közötti kapcsolatokat a megfelelő szakismeretek birtokában, a vizuális megjelenítésnek köszönhetően könnyedén tudjuk elemezni. Egy vizsgálat során azt állapíthatjuk meg, hogy a szerzők között mely résztvevők együttműködése tartja fenn a kapcsolatot. Azaz, mely szereplőknek van leginkább lehetősége ellenőrizni a kapcsolathálóban áramló információkat. Emellett megállapítható, kik azok a szerzők, akik főként saját publikációs csoportjukon belül minden tagot könnyen és gyorsan közvetlenül elérnek anélkül, hogy harmadik szereplőre hagyatkoznának. Alapvető vizsgálat egy szerző fokszámának meghatározása is, melynek magas értéke nem feltétlenül biztosítja a kiemelkedő központiség szerepet is. A szerzői kapcsolathálózatok mellett vizsgálatokat folytathatunk arra vonatkozóan, hogy milyen a szerzők egymásra hivatkozása, kikre hivatkoznak a legtöbben és hogy fedezhetünk-e fel összefüggést a megjelent publikációk száma, a hivatkozások száma és a kiemelkedő hálózati szerep között.

Hivatkozások

- [1] A. Marin – Wellman, B. (2010) *Social Network Analysis: An Introduction*. In: Carrington, P.-Scott, J. (szerk) *Handbook of Social Network Analysis*. SAGE, London.
- [2] H. F. Moed – W. Glanzel – U. Schmoch (2005) *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. Kluwer Academic Publishers, New York.
- [3] S. Wasserman –K. Faust (1994) *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [4] M. R. Parreira – K. B. Machado – R. Logares – J. A. F. Diniz-Filho – J. C. Nabout (2017) *The roles of geographic distance and socioeconomic factors on international collaboration among ecologists*. *Scientometrics*, 113 pp. 1539-1550. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2502-z>.
- [5] A. Gazni – F. Didegah (2011) *Investigating different types of research collaboration and citation impact: a case study of Harvard University's publications*. *Scientometrics*, 87 pp. 251-265. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0343-8>.
- [6] E. Otte – R. Rousseau (2002) *Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences*. *Journal of Information Science*, 28 pp. 441-453. <https://doi.org/10.1177/016555150202800601>.
- [7] G. Bukowska – J. Fałkowski – B. Łopaciuk-Gonczaryk (2014) *Teaming up or writing alone- authorship strategies in leading, Polish economic journals*. Working Papers No. 29/2014 (146); University of Warsaw, Faculty of Economic Sciences: Warsaw, Poland, pp. 1-26
- [8] A. L. Barabási (2013) *Behálózva - A hálózatok új tudománya*. Helikon Kiadó. ISBN: 9789632272580
- [9] B. Andrásfai (1997) *Gráfelmélet*. Polygon Kiadó, Szeged. ISSN 1417-0590
- [10] P. Erdős – A. Rényi (1959): *On Random Graphs I*. *Publicationes Mathematicae*, 6. köt. pp. 290–297.
- [11] B. Bollobás (2001) *Random Graphs*. 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

- [12] J. Travers – S. Milgram (1969) *An Experimental Study of the Small World Problem*. Sociometry, 32 (4) pp. 425–443.
- [13] F. Karinthy (1929) *Minden másképpen van (Ötvenkét vasárnap)*. Athenaeum, Irodalmi és Nyomdai Rt. Budapest.
- [14] M. S. Granovetter (1973) *The Strength of Weak Ties*. American Journal of Sociology, 78 (6) 1360. old.
- [15] D. J. Watts – S. H. Strogatz (1998) *Collective Dynamics of “Small-World” Networks*. Nature, 393 (6684) pp. 409–410.
- [16] A. L. Barabási – R. Albert– H. Jeong (2000) *Scale-free Characteristics of Random Networks: The Topology of the World Wide Web*. Physica A, 281 (1–4) pp. 69–77.
- [17] A. L. Barabási – Albert, R. (1999): *Emergence of Scaling in Random Networks*. Science, 286 pp. 509–512.
- [18] A. L. Barabási (2002) *Behálózva. A hálózatok új tudománya. Hogyan kapcsolódik minden egymáshoz és mit jelent ez a tudományban, az üzleti és a mindennapi életben*. Magyar könyvklub, Budapest.
- [19] S. Wasserman – K. Faust (1994) *Social Network Analysis – Methods and Application*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [20] F. N. Stokman (2004) *What Binds Us When with Whom? Content and Structure in Social Network Analysis*. In: F. N. Stokman – M. Vieth: Was verbindet uns wann mit wem? Inhalt und Struktur in der Analyse sozialer Netzwerke, Kölner Zeitschrift für Soziologie. Sonderheft 44, pp. 274-302.
- [21] Zs. Kürtösi (2004) *A társadalmi kapcsolatháló-elemzés módszertani alapjai*. In: L. Letényi (szerk.): Településkutatás. L'Harmattan, Budapest. pp. 663-684.
- [22] S. Heymann (2010) *Gephi initiator interview: how Semiotics matter*, <https://gephi.wordpress.com/2010/02/01/gephi-initiator-interview-how-semiotics-matter/>
- [23] X. Liu – J. Bollen – M. L. Nelson – H. van Sompel (2005) *Co-authorship networks in the digital library research community*. Information Processing and Management: an International Journal, 41 (6) pp. 1462–1480.
- [24] J. Popp – P. Balogh – S. Kovács – A. Jámber (2015) *Hálózatosság az agrárgazdaságban - Szerzői és hivatkozási kapcsolatok a Kelet-Közép-Európáról szóló szakirodalomban*. Közgazdasági Szemle, 62 (5) pp. 525-543.
- [25] F. J. Acedo – C. Barroso – C. Casanueva – J. L. Galán (2006) *Co-Authorship in Management and Organizational Studies: An Empirical and Network Analysis*. Journal of Management Studies, 43 (5) pp. 957–983.
- [26] J. Popp – A. Kiss – J. Oláh – D. Máté – A. Bai – Z. Lakner (2018) *Network Analysis for the Improvement of Food Safety in the International Honey Trade*. Amfiteatru Economic, 20 (47) pp. 84-98.
- [27] J. S. Katz – B. R. Martin (1997) *What is research collaboration?* Research Policy, 26 (1) pp. 1–18.
- [28] A. Erfanmanesh (2017) *Status and Quality of Open Access Journals in Scopus*. Collection Building, 36 (4) pp. 155-162. <https://doi.org/10.1108/CB-02-2017-0007>