

## Az innováció térbeli terjedése

### Záró beszámoló

2021 június 28

A kutatásunk célja olyan hálózat-tudományi módszertant fejleszteni, amivel jobban megérthető az innováció társadalmi kapcsolathálózatokban és területi egységek közötti terjedése. A kutatásban feltárt szabályszerűségek segíthetik az innovatív vállalatokat abban, hogy az ügyfeleik kapcsolathálózatát ismerve előre tudják jelezni a termékeik terjedésének térbeliségét és a terjedés felfutásának földrajzi helyeit.

A nagyvárosi koncentráció szerepe az innováció társadalmi kapcsolathálózatokon való térbeli terjedésében vitán felül áll, de terjedési modellekben való megragadása nem triviális kérdéseket vet fel. Az eddigi modellekben például a korai adoptálók térbeli eloszlásának előzetes feltevése nélkül nem sikerült a terjedés modellezése; ugyanakkor a korai adoptálók eloszlásának előrejelzése a modellek egyik fő célja. Egy másik probléma az, hogy a települések kapcsolathálózatainak szerkezete különbözik, illetve számos egyéb tekintetben is különbözőek a települések, ami megnehezíti a generális modellek felállítását.

A két probléma feloldása érdekében öt tanulmányon dolgoztunk (a munkatervben két évre vállalt összesen három tanulmány helyett). Az elért eredményekből egy tanulmányt publikáltunk, három van jelenleg bírálólat alatt. Az ötödik tanulmány eredményei készen vannak, ezeket konferenciákon adtuk elő, illetve a tanulmányt jelenleg írjuk.

A beszámoló további részeiben az eredményeket a tanulmányok köré csoportosítva mutatjuk be röviden. Ezt követően röviden bemutatjuk az eredmények hasznosíthatóságának néhány aspektusát. Végül az eredmények publikációkon kívüli disszeminációját tekintjük át.

### I. Eredmények

A kutatásban a földrajzi terjedés elmozdításához kétfajta adatot használunk: közösségi média adatot és szabadalmi adatbázist. A közösségi média adatok nagyon érdekes esettanulmányokra adtak lehetőséget, amiben egy konkrét online innováció terjedését tudtuk részletesen vizsgálni. A szabadalmi adatok ezeknek az eredményeknek az általánosítását teszik lehetővé, hiszen több technológia terjedését is lehet vizsgálni velük. A kutatás során a területi aspektusokat kiegészítettük a hálózatok algoritmikus elemzésével. Ezek az eredmények további érdekes elemzési irányokat jelölnek ki a terjedéssel foglalkozó kutatások számára.

#### *1. A földrajz szerepe az innovációk hálózati terjedésében*

A közösségi média adatok egy speciális online innováció, az iWiW magyarországi elterjedésébe adnak betekintést. Ez a szolgáltatás a 2000-es évek vezető online innovációja volt hazánkban. Az iWiW térbeli elterjedését a weboldalon dokumentált baráti kapcsolathálózat segítségével végeztük el. Olyan ágens-alapú hálózati modellt fejlesztettünk, amely segítségével települési szinten becsülhető, hogy az innováció adoptálása mikor fog felgyorsulni. Az eredmények arra utalnak, hogy a hálózati modell jobban működik, ha kontrollálunk az egyének innovációra való nyitottságának globális eloszlására. Az adatokból egyéni szinten kiszámolható, hogy az adott felhasználó a barátainak mekkora hányada után adoptálja az innovációt, ami a nyitottság eloszlásának felrajzolását lehetővé teszi. A modell becslésben ugyanakkor szisztematikus torzítást aláltunk: a város méret és az innováció eredeti lokációjától való távolság rontja az előrejelzés pontosságát. A modell eredményeit a Scientific Reports folyóiratban publikáltuk (impakt faktor: 3.998). A tanulmány adatai:

Lengyel, B., Bokányi, E., Di Clemente, R., Kertész, J., & González, M.C. (2020). The role of geography in the complex diffusion of innovations. *Scientific Reports* 10, 15065. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72137-w>

## *2. A településhierarchia szerepe a terjedésben az innováció életciklusa alatt*

Az innováció teljes életciklusán át követtük az iWiW szolgáltatás térbeli terjedését az iWiW meghívó adatainak segítségével. Bemutattuk, hogy a városok mérete eltérően befolyásolja a terjedést az életciklus egyes szakaszaiban. Az életciklus elején Budapestről terjedt mindenhol az országban. Az életciklus későbbi szakaszaiban a kisebb településekre főként a közel lévő nagyvárosokból terjedt az innováció. Ezek az eredmények értékes új felfedezések a hálózati terjedési modell további fejlesztései számára. A tanulmány több szempontból is hozzájárul a szakirodalomban a témáról régóta zajló diskusziához. A térbeli terjedés dinamikájának illusztrációját a legvalószínűbb terjedési útvonalak hálózatán elemeztük, ami újdonságnak számít, és megkönnyíti a komplex terjedési jelenségek feltárását. Szintén először sikerült nagyon részletes adatok segítségével bemutatni, hogy a település hierarchia terjedésben játszott szerepe nem független a távolság terjedésben játszott szerepétől. Regressziós modelleket készítettünk a probléma feloldására, melyekben elkülöníthatók egymástól a különböző hatások. Az eredményekből készülő publikáció a Royal Society Open Science folyóiratban van bírálattal (impakt faktor: 2.831). A tanulmány adatai:

Bokányi, E., Novák, M., Jakobi, Á., & Lengyel, B. (2021). Urban hierarchy and spatial diffusion over the innovation life cycle. arXiv preprint, arXiv:2106.03972.

## *3. Technológiák terjedése: a feltalálói együttműködések szerepe a regionális diverzifikációban*

Szabadalmi adatok segítségével vizsgáltuk az új technológiák régiókban való megjelenését annak függvényében, hogy az új technológiákon dolgozó feltalálók kikkel működnek együtt. A diverzifikáció irodalmának központi állítása szerint azok az új technológiák jelennek meg nagy valószínűséggel a régióban, amelyek előállításához rendelkezésre áll kapcsolódó tudásbázis. A tanulmányban megmutatjuk, hogy a régiók közötti együttműködések módosítják a technológiai hasonlóság lokális hatását. Ennek alátámasztásához dinamikus együttműködési hálózatokat készítettünk szabadalmi adatokból, amelyek segítségével az új technológiák megjelenésének feltételes valószínűségét tudjuk elemezni. Eredményeink szerint a régió határain túlmutató együttműködések helyettesítik a lokális hasonlóság hatását. Minél intenzívebben működnek együtt a feltalálók más régiókban lévő feltalálókkal, annál könnyebb a már meglévő technológiáktól eltérő technológiát kifejleszteni a régióban. Megmutatjuk továbbá azt is, hogy a diverz (sok más régióba mutató) kapcsolati háló tovább segíti a diverzifikációt. Végül azt találjuk, hogy a sok régióban jelen lévő vállalatokon belüli együttműködések intenzitása szintén hozzájárul a diverzifikációhoz. A tanulmány az *Economic Geography* folyóiratban (impakt faktor: 8.279) van bírálattal, a második bírálati kör javításain dolgozunk. A tanulmány adatai:

Whittle, A., Lengyel, B., & Kogler, D. F. (2020). Understanding Regional Branching Knowledge Diversification via Inventor Collaboration Networks (No. 2005). *Papers in Evolutionary Economic Geography*. Utrecht University, Department of Human Geography and Spatial Planning, Group Economic Geography.

## *4. Új statisztikai módszertan a széleskörű terjedés eléréséhez*

A vírusmarketing-kampányok elsősorban azokat a személyeket célozzák meg, akik központi szerepet töltenek be a társadalmi hálózatokban, és ezért társadalmi befolyással bírnak. A marketingesemények azonban sokféle közönséget vonhatnak. Az eseménymarketing fontossága ellenére a heterogén

célcsoportok hatása még nem jól ismert. Ebben a cikkben meghatározzuk a célcsoport-választás terjesztési potenciáljának (spreading potential - SP) problémáját, figyelembe véve a befolyásos és hétköznapi ágensek csoportokban való keveredését. Az SP probléma eltér a jól ismert Influence Maximization (IM) problémától, amelynek célja a legbefolyásosabb egyének megtalálása, de nem veszi figyelembe a befolyásos és átlagos egyének keveredését a célcsoportokban. Felállítunk egy szisztematikus tesztet az SP-probléma befolyásmérőinek rangsorolásához csomópont mintavétel és új statisztikai módszer, a rangsorolási különbségek összege alapján. Egy lineáris küszöb diffúziós modell segítségével egy online közösségi hálózaton hét hálózati befolyásmérést értékelünk. Bebizonyítjuk, hogy ezeknek a befolyásméréseknek a statisztikai értékelése figyelemre méltóan különbözik az SP problémában, ha alacsony rangú egyének vannak jelen, és az IM problémánál, amikor kizárólag az algoritmus legfelsőbb döntéseire összpontosítunk. A tanulmányt a Knowledge-based Systems folyóiratba nyújtottuk be (impakt faktor: 5.921). A tanulmány adatai:

Sziklai, B. R., & Lengyel, B. (2021). The spreading potential problem. arXiv preprint, arXiv:2106.02707.

### *5. A korai adoptálók algoritmikus detektálása*

Az influencerek - a véleményformálók divatos új elnevezése - az egyik legkutatottabb csoport a közösségi hálózatokban. Ennek a csoportnak az egyik fő jellemzője az elsődleges szerepük az új termékek és technológiák elterjesztésében. Amennyiben az influenszerek egyben az új technológiák korai adoptálói is, a technológia széles körű terjedése valószínűsíthető. Ebben a tanulmányban egy új perspektívát javasolunk az influenszerek és a korai adoptálók detektálására. A módszer a Szakértői Jelölés algoritmuson alapul, ami egy nemrég bevezetett szelekciós módszer, és összehasonlítható a klasszikus centralitási mutatókkal. Az algoritmus tesztelését az iWiW és a Pokec közösségi média platformokon végezzük el. Az eredményeink azt mutatják, hogy a Szakértői Jelölés algoritmus felülmúlja az összes tesztelt centralitás mértéket (Degree, Closeness, PageRank) a korai alkalmazók azonosításában. A projektben szimuláltuk az innováció terjedését, amiben az algoritmus által kijelölt csomópontok marketing-kampányra való nyitottságát paramétereztük. A tanulmányt Scientific Reports folyóiratba nyújtjuk be. A készülő tanulmány adatai:

Sziklai, B. R., & Lengyel, B. (2020). Influencers, the experts of social relations. Extended Abstract submitted to the Games2020 Conference.

## **II. Disszemináció**

A kutatás eredményeit a következő konferenciákon adtuk elő: Geography of Innovation 2020, Regional Studies 2021, Games2020, Complex Networks 2020, Network Science 2020, International Conference of Computational Social Science 2019, Conference of Central European Regional Science 2019.

Az eredményekből szemináriumi előadást tartottunk a Pécsi Tudományegyetemen, a Szegedi Tudományegyetemen, az Andrassy Egyetemen, a Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpontban, a Miskolci Egyetemen, és az MIT Media Lab-ben.

Ismeretterjesztő előadást tartottunk az eredményekből Szegedi Tudományegyetemen Alumni klubjának, és az M5 Mindenki Tudománya című műsorban.

A földrajz szerepe az innovációk hálózati terjedésében projekt eredményeit BA, MA és doktori órák keretében ismertettük az ELTE, Corvinus, Pécsi Tudományegyetem, és Szegedi Tudományegyetem közgazdász hallgatóival és a Széchenyi István Szakkollégium tagjaival. Ezek mellett a prágai Károly Egyetemen, illetve az Oxford Summer School on Economic Networks rendezvényen tartott előadásokban szerepeltettük ezeket az eredményeket.