

“Hálózatok és externáliák a laboratóriumban”

Záróbeszámoló

A fenti címmel elkezdett projektet egy év hosszabbítással, összesen 5 év alatt teljesítettük. A kérdéses időszak alatt 12 impakt faktoros cikk, 5 egyéb folyóiratcikk, egy monográfia, egy könyvfejezet és több műhelytanulmány és kéziratot születt. Az alábbiakban részletezzük az elért eredményeket. A beszámoló struktúrája követi az eredeti kutatási tervét, s így a főbb kutatási irányok mentén mutatjuk be az eredményeket.

Externáliák

Általában externáliának nevezünk azt, ha piaci szereplők kölcsönhatása harmadik felek kifizetését is érinti.

Az externáliák egyik érdekes formája az információk okozta hatások. A *Correlated Observations, the Law of Small Numbers and Bank Runs* című cikkben azt elemeztük, hogy ha betétesek korábbi betétes döntéseket megfigyelve döntenek arról, hogy kivegyék-e a pénzüket a bankból egy egyszerű hüvelykujjszabályt követve, akkor az egymás után, a betétesek közötti hálózat alapján megfigyelt minták közötti korreláció hogyan befolyásolja a bankrohamok kialakulását. Elméletileg azt találjuk, hogy nagyobb korreláltság nagyobb mértékben vezet bankrohamokhoz és ezt az eredményt szimulált kísérletek eredményeivel is sikerült alátámasztani. Ez a tanulmány a PLOS ONE nevű folyóiratban került publikálásra.

Számos műhelytanulmány is született a projekt kapcsán. A *Would depositors like to show others that they do not withdraw? Theory and Experiment* és a *Panic bank runs* című tanulmányok az előző cikkhez hasonlóan a betétesek közötti információáramlás okozta externáliák hatását kutatja a bankrohamok kialakulására. Ha egy betétes, akinek nincs szüksége likviditásra, kiveszi a pénzét a bankból, akkor azzal csökkenti a más betétesek által elérhető források mennyiségét. Minél több betétes tesz így, annál kevesebb pénz marad a bankban és ekkor a bank megrohanása lesz az optimális stratégia. Az utóbbi évtizedben sokat megtudtunk arról a kísérleti közgazdaságtan segítségével, hogy a betétesek hogyan viselkednek aszerint, hogy milyen információval rendelkeznek a többi betétes döntéséről. Az egyik fontos eredmény az, hogy amennyiben azt látják a betétesek, hogy mások nem veszik ki a pénzüket, akkor nem alakul ki bankroham. Azonban azt általában nem figyeljük meg, hogy valaki nem veszi ki a pénzét, csak azt látjuk, ha valaki elmegy a bankba és kiveszi. A tanulmány elméletileg bemutatja, hogy amennyiben lehetőséget adunk arra, hogy a betétesek jelezzék bizonyos költség mellett a többi betétesnek, hogy nem veszik ki a pénzüket, akkor elméletileg nem következik be bankroham. Kísérletben teszteltük ezen elméleti predikciót és azt találtuk, hogy a betétesek gyakran élnek ezen költséges jelzés eszközzel és így csökkentik is a bankrohamok kialakulását.

Egy harmadik kísérletben arra a kérdésre is kerestük a választ, hogy a piaci szereplők kockázatvállalási hajlandóságának mértéke befolyásolja-e a tőzsdébuborékok kialakulását. A kísérletet a 2007 óta Magyarországon is hatályos a banki ügyfelek kockázatkeresési szűrését előíró EU-s direktíva a MiFID (Markets in Financial Instruments Directive) ihlette. Kérdés, hogy a konzervatív befektetési attitűddel ren-

delkező ügyfelek tőzsdéről való kiszorulása nem hordozza-e a gyakoribb vagy súlyosabb tőzsdebuborékok kialakulásának kockázatát. A kísérletben egy előzetes kérdőív alapján 12 nyolc fős csoportba osztottuk a résztvevőket és a csoportokon belül egy lineárisan csökkenő várható értékű pénzügyi eszközzel kereskedtek. Az előzetes várakozásoknak megfelelően a konzervatívabb, kockázatkerülő hallgatókból álló csoportban az eszköz árfolyama a várható érték mentén alakult, miközben a kockázattűrő csoportokban a kereskedés jóval előlött folyt, s csak a játék végén esett le. A tanulmány jelenleg egy vezető közgazdaságtudományi folyóiratnál van bírálattal.

A *Can aversion to inequity trump strategic dominance?* című tanulmány kísérlet segítségével azt nézi meg, hogy ha egy egyszerű 2x2 normál formájú játékban mindkét játékosnak domináns stratégiája van, akkor az így előálló egyensúlyban a kifizetések egyenlőtlensége képes-e eltéríteni a játékosokat attól, hogy a domináns stratégiát játsszák. Az általunk használt játékokban a domináns stratégia egybeesik számos másik döntési kritériummal, például társadalmi optimummal és a maximin stratégiával. Így a domináns stratégiától való eltérés oka nem az, hogy az eltérés Pareto-javulást okoz, mint például a fogolydilemmában. Ha az egyenlőtlenség-kerülés miatt nem a domináns stratégiát választják, akkor azzal tipikusan a saját és a másik játékos kifizetését is csökkentik. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a kifizetésbeli egyenlőtlenség növelésével egyre többen térnek el a domináns stratégia választásától.

Az externáliák mellett egy másik fontos oka lehet a piaci kudarcoknak az információs aszimmetria. Kutatásunk célja az aszimmetrikus információ hatásának modellezése olyan piacokon, ahol a vállalatok nem ismerik egymás méretét, vagyis kapacitáskorlátját. A szakirodalomban eddig nem vizsgálták, hogy mi történik, ha a vállalatok mérete vagy rendelkezésre álló kapacitása nem köztudott tudás. A tanulmányunk ezt modellezi sztenderd játékelméleti eszközökkel. Az első eredményeink biztatóak: negatív kapcsolatot találunk egy cég kapacitása és az ár között, amit meghatároz, pontosabban a nagyobb cég egy valószínűséggel szigorúan alacsonyabb árat választ, mint a kisebb cég. Ez a tökéletes információt feltételező modellek eredményeivel éppen ellentétes, viszont egybevág az empirikus vizsgálatok eredményeivel. Úgy tűnik tehát, hogy az információs aszimmetria miatti piaci kudarcot meg tudjuk magyarázni a korábbi irodalomban meglévő ellentmondásokat. A modell első, Wouter Vergote-val közösen kidolgozott változatát (Bertrand-Edgeworth Competition with Capacity Uncertainty - Feasting on Leftovers) már két nemzetközi konferencián is bemutattunk: a *45th Annual Conference of the European Association for Research in Industrial Economics*on és az *Industrial Organization Workshop at the University of St. Gallen*en. A konferenciákon kapott visszajelzéseket figyelembe véve átdolgozzuk a tanulmányt és rangos nemzetközi folyóiratban tervezzük publikálni a végleges eredményeket.

Externáliás kooperatív játékokban egy koalíció kifizetése függ a teljes partíciótól, így egy koalíció létrejöttékor nem mindegy, hogy a tagoknak milyen várakozásai vannak a többi koalícióra vonatkozóan. A korábban ismert megközelítések meglehetősen naívan kezelték ezt a problémát, míg saját korábbi munkáink talán túlzottan szofisztikált gondolkodást feltételeztek a játékosok részéről. Megjelent tanulmányunk (*Stationary consistent equilibrium coalition structures constitute the recursive core*), éppen egy ilyen, rendkívül összetett alkujátékkal implementálja a rekurzív magot. Egy készülő tanulmányban bevezettünk egy meglehetősen általános, de a korábbinál sokkal egyszerűbb, a kísérletek során is használható modellt. Ennek lényege, hogy a játékosok a bizonytalan kifizetéseket pénzügyi kockázatként kezelik és ezeket a kockázatokat a pénzügyi irodalomban használt kockázati mértékek segítségével értékelik.

Elkészült és a Springer kiadó gondozásában meg is jelent a partíciós függvény alakú játékokkal kapcsolatos elméleti eredményeket és alkalmazásokat összefoglaló monográfia. A partíciós függvény alakú játékok olyan koalíciós játékok, melyekben explicit módon számon tartjuk a játékosok közötti externáliákat és így rendkívül széles körben alkalmazhatók a környezetvédelmi problémáktól kezdve a piaci versenyen át a mobiltelefon-hálózatok kiépítése kapcsán felmerülő interferencia problémájának kezeléséig. A könyv elsőként tekinti át a játékforma irodalmát.

Hálózatok

A hálózatokon értelmezett kölcsönhatások felfoghatók az externáliák speciális eseteként is. Az első cikkünkben (*Efficiency and Stability in Electrical Power Transmission Networks: a Partition Function Form Approach*) termelők és fogyasztók együttműködését vizsgáltuk elektromos hálózatokban. Egy ilyen hálózat irányítása nehéz feladat, s ennek egyszerűsítésére a hálózat tagjai csoportokba, úgynevezett mérlegkörökbe tömörülnek, ahol a termelés és a fogyasztás mindenkor egyensúlyban kell, hogy legyen. Az irányító célja a minél magasabb fogyasztási igény kielégítése, így a vezetékek túlterhelésének elkerülése végett korlátozza az egyes termelők, fogyasztók hozzáférését. Cikkünkben azt vizsgáltuk, hogy milyen mérlegkörök alakulnak ki, illetve a kialakult mérlegkör-struktúrák milyen tulajdonságokkal rendelkeznek.

Az „Az arányos csődszabály karakterizációja körbetartozások esetén” című tanulmányban olyan pénzügyi hálózatokat vizsgálunk, ahol az ágenseknek van induló pénzkészlete, és mindenki tartozhat mindenkinek. Egy adott pénzügyi hálózatban a csődszabály meghatároz egy fizetési mátrixot, amelynek elemei megmondják, hogy ki mennyit fizessen a többi szereplőnek. Egy szereplő eszközei az induló pénzkészletéből és a többiektől kapott fizetésekből állnak. A rendszerkockázati irodalomban gyakran használt arányos csődszabály azt követeli meg, hogy az ágensek a tartozásaikkal arányosan fizessenek eszközeikből, maximum a tartozások erejéig. Ha érvényes az arányos csődszabály, akkor az eszközök értéke endogén módon határozódik meg, mivel a fizetések egymástól függhetnek. Cikkünkben részletesen bemutatjuk az arányos csődszabály egyik karakterizációját, olyan tulajdonságokat, amelyek közül mindegyiket csak ez a csődszabály teljesíti: a követelések felsőkorlát-jellegét, a korlátolt felelősséget, a hitelezők elsőbbségét, a pártatlanságot, az azonos ágensek általi manipulálhatatlanságot és a folytonosságot.

Egyébként gyakori jelenség, hogy a hitelezők a vállalatokat (országokat, államokat, egyéneket és más szervezeteket) adósságelengedésben részesítik. Egy másik tanulmányunkban (*Az adósságelengedés modellezése kooperatív játékelmélettel*) bemutatjuk a statikus, kooperatív tartozásos játékokat és tulajdonságaikat, majd belátjuk, hogy a Shapley-érték is tekinthető tartozásrendezési szabálynak. További kutatási irány lehet mind a statikus, mind egy dinamikus modell tesztelése kísérleti közgazdaságtan segítségével.

Az *On the core and nucleolus of directed acyclic graph games* című tanulmány irányított aciklikus hálózatokon vizsgál kooperatív megoldásfogalmakat.

A *“On How to Identify Experts in a Community”* című tanulmány a csoportidentifikációs probléma egy hasznos kiterjesztéséről szól. Egyrészt bemutat egy eljárást, amelynek segítségével az egyének véleményeit felhasználva azonosíthatóak a szakértők egy adott közösségekben. Másrészt a módszert axiomatikus megközelítést felhasználva elméletileg is megalapozza. A megjelent cikkben ismertetett paraméteres eljárás előnye, hogy belső támogatottság és nem valamely mutatószám (pl. PageRank) alapján

sorol valakit a csoportba tartozónak. A paraméter megváltoztatásával rangsorolni is lehet az egyéneket, így az ismertett módszer kiválóan alkalmas pl. kutatók vagy intézmények rangsorolására. Az eljárás alkalmas lehet kutatók, kutatási centrumok rangsorolására a Web of Science adataik alapján. Sajnos az ilyen alkalmazásoknak – az eredeti terveken túlmutató – feltárása az adatok beszerzésével kapcsolatos nehézségek miatt már nem valósulhatott meg.

Párosítások és elosztások

Párosításméleti kutatásunk fókuszában a magyarországi egyetemi felvételi eljárási szabályzata és annak módosításai állnak. Az elméleti irodalomban jól ismert eredmény, hogy a lehetséges jelentkezések számának korlátozása káros a folyamatra, hiszen a jelentkezőknek taktikáznuk kell. Korábban a felvételizőknek nem kellett merev korláttal számolnia, de a plusz jelentkezésekért fizetniük kellett. Bár a díjak nem voltak magasak, a szerényebb anyagi háttérű jelentkezők kevesebb helyre jellemzően nem több, mint 3 helyre jelentkeztek. A megváltozott szabályok szerint legfeljebb 5 helyre lehet jelentkezni, ami csökkenti az egyenlőtleniséget, de a hatékonyságot is. Kísérletünkben azt vizsgáljuk, hogy hogyan kezelik a jelentkezők a szabályok változását. A kapcsolódó kísérletünk előkészítése folytatódik. A kísérlet elméleti megalapozása, a kapcsolódó irodalom feldolgozása, illetve a kísérletet motiváló empirikus megfigyelések leírása már kész (*An experimental investigation of soft-constrained school choice*), már csak a kísérleti rész hiányzik. Sajnos az elkészült szoftver nem felelt meg a várakozásoknak, átdolgozása folyamatban van. A kapcsolódó kísérletet az új MTA-HTK laboratóriumában fogjuk elvégezni; sajnos ez már a projekt lezárása után valósulhat csak meg.

A *“Resource-monotonicity and Population-monotonicity in Cake-cutting”* és *“Resource-monotonicity and Population-monotonicity in Connected Cake-cutting”* című tanulmányok két sokat elemzett tulajdonságot - az erőforrás-monotonitást és népszerűség-monotonitást - vizsgálják a tortaszeteletelési probléma esetében. Azaz egy olyan igazságos elosztási problémában, ahol egy tetszőlegesen felosztható inhomogén erőforrást kell elosztani különböző preferenciákkal rendelkező egyének között. A monotonitási tulajdonságok azt írják elő, hogy milyen módon változhat az elosztás, ha a kiinduló feltételek módosulnak (pl. kisebb a torta mint gondolták, vagy több résztvevő van). A monotonitási tulajdonságok alapvetően fontosak ahhoz, hogy egy eljárást igazságosnak érezzék az emberek. A kutatás relevanciáját az adja, hogy bár más osztozkodási problémák esetén a monotonitási tulajdonságokat kimerítően tárgyalták, tortaszeteletés esetében még csak nem is definiálta ezeket senki.

A szavazási helyzetek olyan elosztási problémák, ahol maga a hatalom a kifizetés. A szavazási helyzetek hatalmi viszonyait vizsgáló irodalom kiterjedt, *Power Indices When Players can Commit to Reject Coalitions* című cikkünkben azt vizsgáltuk, hogy érdekében állhat-e egyes döntéshozóknak elzárkózni bizonyos együttműködésektől. Miután erre a kérdésre pozitív választ kaptunk, egy olyan játékot vizsgáltunk, melyben az ilyen típusú elzárkózások egyensúlyi helyzetét keressük és a hatalmi indexeket a stratégiai együttműködések (illetve ezek hiánya) figyelembevételével határozzuk meg.

Az elosztási kérdések egyik speciális esete az úgynevezett szétosztási (apportionment) probléma. Az elsődleges kérdés a választási körzetek kialakításával kapcsolatos: amennyiben egy ország területe megyékre, tartományokra, vagy államokra bomlik, természetes elvárás, hogy a választókörzetek határai is ezek határaihoz igazodjanak. Emellett cél a körzetek, vagy képviselői helyek igazságos elosztása, ami a helyek oszthatatlansága miatt nem nyilvánvaló. A probléma megoldására többféle megközelítés ismert, azonban az Egyesült Államokban és az Európai Unióban alkalmazott módszerek tulajdonságai jelentősen eltérnek. *A Fair apportionment in the view of the Venice Commission’s recommendation*

című tanulmányunkban bevezettünk egy, az Európai Unió egyik szerve, a Velencei Bizottság ajánlása alapján kidolgozott körzetkiosztási módszert, a leximin módszert. Az európai uniós és egyesült államokbeli megközelítést összehasonlító írásunk (*US vs. European Apportionment Practices: The Conflict between monotonicity and proportionality*) az angolul computational social choice néven ismert terület kurrens alkalmazásait bemutató kötetben jelent meg.

Egyéb

A kutatás mellett fontosnak érezzük, hogy az eredményeket, ideértve a saját eredményeinket és általában a szakterület eredményeit is, szélesebb körben is ismertessük. Ez részben tudományos ismeretterjesztő előadások formájában nyilvánul meg, illetve a koczy.blog.hu blogban is rendszeresen közlünk ilyen témájú írásokat. Az elmúlt években ismét játékelmélettel, illetve annak rokon területeivel foglalkozó kutatók kaptak Közgazdasági Nobel-emlékdíjat, így természetesen a megszokottnál is nagyobb figyelem fordult a terület felé. *Hart és Holmström szerződéselméleti munkássága* című cikkünkben igyekeztünk a két díjazott munkásságát bemutatni, kitérve a módszerek gyakorlati jelentőségére is.