

Evolutionary dynamics of any multiplayer game on regular graphs (Többszereplős játékok evolúciós dinamikája reguláris gráfokon)

Chaoqian Wang, Matjaz Perc és Szolnoki Attila
Nature Communications 15 (2024) 5349

A társadalmi dilemma helyzetek legegyszerűbb megközelítésében a résztvevőknek csak két választása (továbbiakban stratégiája) lehet: együttműködhetnek és ilyen módon hozzájárulhatnak egy közös cél eléréséhez, vagy élőködnek és kizárólag mások erőfeszítéseinek a gyümölcsét élvezik. Ha megengedjük a szereplőknek, hogy egyfajta evolúciós folyamat keretében a sikeresebb partner stratégiáját átvegyék, akkor a fő kérdés az, hogy milyen körülmények teszik lehetővé az együttműködés túlélését ebben a nyilvánvalóan hátrányos helyzetben. Egy valóságosabb matematikai modellben a közösséget alkotó résztvevők nem véletlenszerűen lépnek kapcsolatba egymással, hanem csak egy kisebb csoporttal (például a szomszédokkal), amit egy alkalmas kölcsönhatási gráffal reprezentálhatunk. Az eredeti probléma még összetettebbé válik akkor, ha az említett két stratégia mellett további lehetőséget biztosítunk a résztvevőknek. Az egyik ilyen vizsgált jelenség az úgynevezett másodrendű élőködés problémája, ahol megjelenik egy harmadik stratégia, ami az együttműködést segítő büntetés költségeit nem vállalja. Pontosabban, ez a harmadik stratégia is együttműködő, de nem járul hozzá az élőködők büntetésének a költségéhez, csak kizárólag élvezi annak pozitív következményeit. Három stratégia esetén könnyen előfordulhat, hogy a rendszerben a különböző stratégiák gyakoriságának időbeli változása összetett jelenségekhez vezethet, mint például a ciklikussá váló viszony, amit a jól ismert kő-papír-olló játék ragad meg.

A korábbi evolúciós játékelméleti kutatások elsősorban a kétstratégias rendszerekre összpontosítottak, míg a többstratégias játékok analitikus megoldása térbeli rendszerekben feltáratlan maradt. Jelen munkában a szerzők ez utóbbi problémára javasoltak megoldást olyan kölcsönhatási gráfokon, ahol minden szereplőnek egyforma számú szomszédja van. Kombinatorikai módszerek segítségével rámutattak arra, hogy a többszereplős játékoknál egy lokális konfiguráció generálása egyenértékű k azonos társjátékos elosztásával n különböző stratégia között. A gyenge szelekciós határesetben, tehát amikor a játékosok közötti nyereségekülönbség csak gyengén befolyásolja a stratégiaváltást, találtak egy általános érvényű megoldást. Ez az általános módszer lehetővé teszi néhány korábban már intenzíven vizsgált olyan probléma újragondolását, ahol különböző kapcsolatrendszerek mellett eddig csak numerikus megoldások álltak a rendelkezésünkre. A korábbi vizsgálatok során ezt a társadalmi dilemmát a partnerek véletlenszerű választása mellett nem sikerült feloldani, ugyanakkor néhány kölcsönhatási kapcsolatrendszer esetében van kedvező megoldás. Az új számítással meghatározható a büntetés azon erőssége, amelyen túl az elsőrendű élőködés kihál vagy a versengő stratégiák egy kő-papír-olló-szerű körforgásban fennmaradnak. Az analitikai megoldás eredménye hasonlít azokhoz, amiket korábban a numerikus szimulációk mutattak erős szelekció esetén. Ezek az új eredmények rávilágítottak azokra az általános összefüggésekre, amelyeket a korábban egymástól függetlenül kapott eredmények jeleztek a gyenge és az erős szelekciós határesetben.

Hivatkozási forrás:

<https://www.nature.com/articles/s41467-024-49505-5>