

GARAY JÓZSEF LÁSZLÓ***„Az evolúciós mátrix-játékelmélet kiterjesztésének lehetőségeiről: eredmények az evolúciós játékelmélet területéről”***

című akadémiai doktori értekezésének bírálata

A téma jelentősége

Sokak számára az élet egyik nagy misztériuma, hogyan is alakult ki annak szinte elképzelhetetlen változossága, hatékonysága, funkcionalitása. Darwin (1859) korszakalkotó műve óta rendelkezünk erre egy tudományos körökben leginkább elfogadott magyarázattal, a természetes szelekció elméletével. Ez az elmélet azonban nagyon általános, számos biológiailag fontos jelenség magyarázatára csak további részletek kidolgozása révén alkalmas. Egy ilyen fontos jelenség a szociális viselkedés, tágabban, az egyedek közötti interakciók kialakulása és hatása. Ennek illusztrálására csak egyetlen példát említenék, a kooperáció evolúcióját, mely jelentőségét maga Darwin is felismerte, elmélete érvényessége sarokkövének tartva annak természetes szelekción alapuló magyarázatát.

Az egyedek közötti interakciók tudományos igényű, biológiai tanulmányozásának megalapozásához valószínűleg John Maynard Smith (Ronald Fisher és William Hamilton mellett) járult leginkább hozzá, az evolúciós játékelmélet megalkotásával. Ezen az evolúcióbiológia olyan fontos eredményei alapulnak, mint a kooperáció — és így bizonyos mértékben, az emberi társadalom — evolúciójának, kialakulásának megértése, vagy az élet egyre komplexebbé válásának (vö. főbb evolúciós átmenetek) magyarázata. Garay József munkája számos irányba tágitja ezen elmélet kereteit, olyan alkalmazási területekre hívva fel a figyelmet, melyek túlnyúlnak a szűken vett evolúcióbiológián, lehetővé téve az evolúciós folyamatok teljes értékű figyelembe vételét az ökológiai rendszerek tanulmányozása során. Mindezek figyelembe vételével biztos állítható, hogy a jelölt munkája nagyon fontos és időszerű hozzájárulás a területhez.

Tudományos eredmények

Garay József rigorózus matematikai levezetések és modellszámítások alapján jelentős, új tudományos eredményekre jutott az evolúciós játékelmélet területén. Főbb felismerései a következők:

1. A fitnessvariancia szigorúan csökken egy evolúciós stabilis állapot közelében.
2. Megbecsülte, milyen mértékű „viszkózitás” esetén tolódik el az egyensúly a klasszikus mátrixjátékokra jellemző nem-kooperatív megoldásból a kooperatív megoldásba.
3. Vizsgálta az irigység és rosszindulat elterjedésének feltételeit, kimutatva, hogy az irigység elterjedésének feltétele a több szintű szelekció.
4. Kimutatta, hogy az időközenszerek figyelembe vétele lényegesen megváltoztatja a mátrixjátékok jóslatait.

5. Eredményei alapján ragadozók ismételt támadása stabilizálhatja a csoportos életet, illetve a csoporton belüli együttműködést.
6. Megmutatta, hogy bizonyos, elég általános feltételek teljesülése esetén az evolúció ugyanazon eredményre vezet ivaros és ivartalan populációkban azonos kifizetési mátrixok esetében.
7. Definiálta az evolúciós stabilitást többfajú ökológiai rendszerekre.
8. Kétfajos denzitásfüggő játékkal modellezte a közösség élőhelyválasztását.
9. Kétfajos, asszimmetrikus evolúciós játék elemzésével megmutatta, hogy a ragadozó viselkedése alapvetően befolyásolja a zsákmány csordába tömörülését.
10. Rámutatott a kétfajos rendszerekben megjelenő viselkedési ciklusok lehetőségére.

Nézetem szerint az itt felsoroltak **mind tudományosan új eredménynek** tekinthetők. Bár a 2. és 4. pont esetében már voltak hasonló vizsgálatok (vö. *positive assortment* és *iterated games*), Garay József egyedi látásmódja, szigorú matematikai megközelítése ezeket is kiemeli a többi hasonló munka közül. Számomra különösen fontosnak tűnnek a jelöltnek az evolúciós játékelméletet az ökológiával összekapcsoló vizsgálatai (7.-10. pont). Ezek lehetővé teszik, hogy egyetlen modellben tanulmányozzuk az ökológiai és evolúciós folyamatokat, egy teljesen új kutatási irányt nyitva. Ezen új típusú modellek lehetőséget nyújtanak arra, hogy még jobban megértsük a jelenlegi, gyorsan változó környezet élővilágra gyakorolt hatását, amihez nélkülözhetetlen az evolúciós folyamatok figyelembe vétele.

Kérdések, megjegyzések

A jelölt számos eredménye foglalkozik az állati csoportosulások kialakulásával, evolúciós hatásával. Ezen eredmények $n = 2$ fős csoportokra vonatkoznak. Mennyire általánosíthatók ezek az eredmények kettőnél több egyedből álló csoportokra? A kérdés két dolog miatt is érdekes. Egyrészt, az állati csoportosulások gyakran állnak kettőnél több egyedből. Másrészt, ha a csoport több egyedből áll, akkor a csaló, nem kooperatív egyedeknek több lehetőségük van „elbújni” a több kooperatív egyed „mögött”.

Mennyiben különbözik a 2. és a 4. tétel eredménye? Ha jól értem, mind kettőben a típusok közötti kölcsönhatás gyakorisága változik meg és generál (nyilván más mechanizmusok által) egy pozitív kapcsoltságot (pl. Fletcher és Doebeli, 2009, Proc. R. Soc), aminek következménye a kooperatív megoldás.

Az 5. tétel tárgyalása során bevezetett többszörös túlélési játék mennyire különbözik az ismételt, *iterated*, játékoktól?

A viselkedésökológia egyik fontos problémája az olyan kölcsönhatások modellezése, amikor a játékosok valós időben egyezkednek (*negotiation games*, ld. McNamara et al., 1999, Nature). Például, mikor két szülő „egyezkedik” azon, hogy melyik mennyi táplálékot hordjon a fiókáknak. A jelölt véleménye szerint mennyire lehet alkalmas a 10. tételben használt játékdinamikai megközelítés az ilyen jellegű viselkedési problémák, játszmák vizsgálatára?

Apróbb észrevételek

- 11. o., 7. pont: az alpontok számozása téves
- 38. o., 1.4.1. ábra: nem világos melyik vonal melyik stratégiának felel meg
- 89. o., 3.2.7. egyenlet: p' helyet q' ?
- 89. o.: nincs 3.2.8. egyenlet
- 90. o. 3.2.1. ábra:
 - „3.2.b” helyet „3.2.9.b”?
 - Az A és B panel leírása (A instabilis Nash egyensúly; B stabilis Nash egyensúly) fel van cserélve az ábra magyarázatban
- 99. o.: a 3.3.3. egyenlet mortalitást ad meg és nem túlélést ahogy az a szövegben szerepel
- 104. o., felülről 3. paragrafus: „ f_H és f_H ” helyet „ f_H és f_S ”

- 117. o., felülről 2. paragrafus, de számos más helyen is: „Charnov” helyet „Chernov”

Összegzés

A fentebbieket összegezve, megállapítható, hogy Garay József László egy jelentős és eredeti, rangos nemzetközi folyóiratokban már közölt tudományos eredményekről beszámoló akadémiai doktori művet nyújtott be. A prezentált munka fontos értékének tartom, hogy számos területen villantja fel a jelentős új eredményekkel kecsegtető továbblépés lehetőségét. Mindezek alapján **javaslom** a nyilvános vita **kitűzését** és Garay József László akadémiai doktori művének **elfogadását**.

Debrecen, 2020. szeptember 7.



Barta Zoltán