

Matematikai modellek

Nagyprojekt

Társadalmi konfliktusok matematikai modellezése

Előadók:

ÁGOSTON DÓRA CSENGE, UNGER TAMÁS ISTVÁN
B.Sc. szakos matematikus hallgatók

Szegedi Tudományegyetem
Bolyai Intézet
2018. május 19.

2017/2018 tavaszi szemeszter

Tartalom

- 1 Bevezetés, motivációk
 - Háttér és alapok
 - Főbb kérdések
- 2 A megvalósított modell
 - Általános jellemzők
 - A világ modellje
 - Kórház, börtön modellje
 - Mozgás és viselkedés a modellen belül
 - Az ügynök paraméterei
 - A világ jellemzői
- 3 Paraméterek változása, időfüggése
- 4 A modell bemeneti és kimeneti paraméterei
- 5 A megvalósítás módja
- 6 Eredmények
 - Végezhető vizsgálatok, változó világméret és populáció
 - Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett
 - Változó rendőr- és maffiaküszöb, változó kórház- és börtönidő
 - A népsűrűség hatása az elégedettségre
- 7 Konklúzió

Háttér és alapok

- Zürichi Műszaki Főiskola hallgatóinak projektje;
- Ügynök alapú modellezés;
- Társadalmi konfliktusok vizsgálata.

Megvizsgáltuk:

- Elméleti háttér;
- Modell jellemzői és viselkedése;
- Modell implementálása;
- Modell kimenetei – elégedettség alakulása.

Motivációk:

- Arab tavasz;
- Világszerte dúló konfliktusok;
- Kormányzati elnyomás;
- Több kis szembenálló csoport;
- Sajtónyilvánosság hiánya.

Főbb kérdések

- 1 Miként alakul és fejlődik a konfliktushelyzet az idő múlásával, egy előre rögzített bemeneti paraméterkészlet esetén, és hogyan fog ez változni akkor, ha módosulnak a bemeneti paraméterek?
- 2 Hogyan viselkedik a társadalom annak érdekében, hogy javítsa, vagy legalább fenntartsa az elért elégedettségi szintjét?
- 3 Miként viselkedik a rendőrség az idő múlásával annak érdekében, hogy irányítása alatt tartsa a maffiát anélkül, hogy a társadalmat túl nagy szenvedés érje?
- 4 Hogyan viselkedik a maffia a saját erejének növelése érdekében?

Tartalom

- 1 Bevezetés, motivációk
 - Háttér és alapok
 - Főbb kérdések
- 2 A megvalósított modell
 - Általános jellemzők
 - A világ modellje
 - Kórház, börtön modellje
 - Mozgás és viselkedés a modellen belül
 - Az ügynök paraméterei
 - A világ jellemzői
- 3 Paraméterek változása, időfüggése
- 4 A modell bemeneti és kimeneti paraméterei
- 5 A megvalósítás módja
- 6 Eredmények
 - Végezhető vizsgálatok, változó világméret és populáció
 - Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett
 - Változó rendőr- és maffiaküszöb, változó kórház- és börtönidő
 - A népsűrűség hatása az elégedettségre
- 7 Konklúzió

A modell általános jellemzői

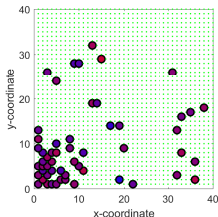
- Ügynök alapú modell;
- Matlab-környezet;
- Joshua M. Epstein konfliktusmodellje
 - Centralizált hatalom – decentralizált lázadócsoport;
 - Rendőr és ügynök szerepkörök;
 - Letartóztatási/kórházba kerülési valószínűség;
 - Általános emberi paraméterek.

Alapvető jellemzők:

- Szembenálló csoportok;
- Csak egy ügynök – változó lojalitással;
- Három elkülöníthető identitás;
- Letartóztatási és megsebesítési valószínűségek;
- Általános paraméterek.

A világ modellje

- Matlab-környezet;
- Kétdimenziós tér;
- Mátrix;
- Az elemek területek;
- Koordináták;
- Egy-egy ügynök $\equiv$ Egy-egy terület;
- Szomszédos területek:
 - Sor- és oszlopindexük távolsága nem nagyobb, mint egy előre meghatározott $k \in \mathbb{Z}^+$;
 - Vision — Láthatósági konstans.



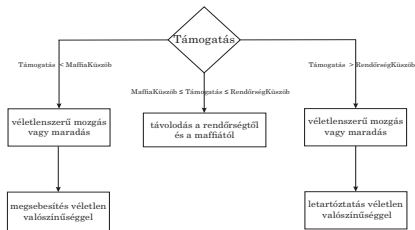
ábra: A displayWorld függvény kimenete

Kórház és börtön modellje

- Egydimenziós tömbök;
- A világ mátrixán kívüliek;
- Location nevű struktúra;
- x-koordináta: -1 (kórház) és -2 (börtön);
- y-koordináta: tömbön belüli index;
- Meghatározott kórház- és börtönidő;
- Időlépekkel változó érték;
- 0 esetén visszakerülés a mátrixba egy véletlenszerű, szabad helyre.

Ügynökök mozgása, viselkedése

- Szomszédos szabad területre mozoghatnak az ügynökök;
- Passzív tagok kerülnek a jelentős befolyás alatt álló területeket;
- Rendőrök és a maffia tagok minden időlépésben megvizsgálják szomszédos mezőiket
- A rendőrség bizonyos valószínűséggel letartóztat egy ügynököt;
- A maffia bizonyos valószínűséggel megsebesít egy ügynököt;
- A fenti valószínűség függ az adott egyén jellemző paramétereinek és a szomszédok paramétereinek függvénye.



ábra: Mozgás és viselkedés

Az ügynök paraméterei

- Egy típusú ügynök létezik;
- Átlagos ember viselkedésével írható le;
- Konstansok és változók jellemzik;
- Elkülöníthető így a maffia tag, a rendőrség tagja és az inaktív, semleges tag;
- 8 paraméterrel együttesen határozza meg az egyéneket;
- Minden paraméter 0 és 1 között vehet fel értéket;
- A konstans értékek normál eloszlásúak 0,5 várható érték és 0,12 szórás mellett.

Paraméterek:

- Elégedettség (*Satisfaction*);
- Jólét (*Wealth*);
- Támogatás (*Support*);
- Bátorság (*Courage*);
- Befolyásolás (*Influence*);
- Elhelyezkedés (*Location*);
- Kockázatvállalási hajlandóság (*Willingness to assume a risk against police of Mafia*);
- Ügynökök sérülési/letart. valószínűsége ($t - 1$).

A világ jellemzői

- Egy ügynököt nagyban befolyásol a környezete;
- Konstansok és változók is taroznak a világmátrix elemeihez;
- Rögzítve van a szomszédosnak számító mezők száma;
- Ezekhez adva van egy börtönidő és egy kórházidő (pozitív egészek);
- n érték $\equiv n$ időlépés az adott tömbben;
- Származtatható egy érték, mely megadja, hogy mekkora befolyással rendelkezik a két csoport az adott területen;
- Ez a szomszédos mezőkön tartózkodó aktív maffia- és rendőrség-tagok Influence-értékeinek az összege;
- A területen tartózkodó ügynök azonosítója.

Tartalom

- 1 Bevezetés, motivációk
 - Háttér és alapok
 - Főbb kérdések
- 2 A megvalósított modell
 - Általános jellemzők
 - A világ modellje
 - Kórház, börtön modellje
 - Mozgás és viselkedés a modellen belül
 - Az ügynök paraméterei
 - A világ jellemzői
- 3 Paraméterek változása, időfüggése
- 4 A modell bemeneti és kimeneti paraméterei
- 5 A megvalósítás módja
- 6 Eredmények
 - Végezhető vizsgálatok, változó világméret és populáció
 - Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett
 - Változó rendőr- és maffiaküszöb, változó kórház- és börtönidő
 - A népsűrűség hatása az elégedettségre
- 7 Konklúzió

Paraméterek változása, időfüggése

Jelölje X_k az X paramétert a k -adik időlépésben.

Letartóztatási valószínűség

$$PA_{k+1} = (1 - TS_k) \cdot \left(1 - e^{-\frac{IP_{k+1}}{IM_{k+1}}} \right) \quad (1)$$

Sérülési valószínűség

$$PI_{k+1} = TS_k \cdot \left(1 - e^{-\frac{IM_{k+1}}{IP_{k+1}}} \right) \quad (2)$$

Elégedettség

$$\begin{aligned} S_{k+1} = & S_k - \left(e^{-\frac{50}{JT}} \cdot (PA_k - PA_{k-1}) \cdot \right. \\ & \left. \cdot (1 - TS_k) + e^{-\frac{50}{ST}} \cdot (PI_k - PI_{k-1}) \cdot TS_k \right) \end{aligned} \quad (3)$$

Paraméterek változása, időfüggése

Jelölje X_k az X paramétert a k -adik időlépésben.

A rendőrséggel és a maffiával szembeni kockázatvállalás

$$RP_{k+1} = \frac{(1 - TS_k) \cdot C}{S_k \cdot PA \cdot JT} \quad (4)$$

$$RM_{k+1} = \frac{TS_k \cdot C}{S_k \cdot PI \cdot SI} \quad (5)$$

Támogatás

$$TS_{k+1} = TS_k - e^{-\frac{1}{2}(1-TS_k)} \cdot RP_{k+1} + e^{-\frac{1}{2}TS_k} \cdot RM_{k+1} \quad (6)$$

Tartalom

- 1 Bevezetés, motivációk
 - Háttér és alapok
 - Főbb kérdések
- 2 A megvalósított modell
 - Általános jellemzők
 - A világ modellje
 - Kórház, börtön modellje
 - Mozgás és viselkedés a modellen belül
 - Az ügynök paraméterei
 - A világ jellemzői
- 3 Paraméterek változása, időfüggése
- 4 A modell bemeneti és kimeneti paraméterei
- 5 A megvalósítás módja
- 6 Eredmények
 - Végezhető vizsgálatok, változó világméret és populáció
 - Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett
 - Változó rendőr- és maffiaküszöb, változó kórház- és börtönidő
 - A népsűrűség hatása az elégedettségre
- 7 Konklúzió

Bemeneti és kimeneti paraméterek

Bemeneti paraméterek

Név	Megj.	Érték
n_lifetime	Időlépések száma	100
n_worldHeight	Világ magassága	10
n_worldWidth	Világ szélessége	10
n_agents	Ügynökök száma	50
n_vision	Láthatóság	1
n_jailtime	Börtönidő	5
n_injury	Kórházidő	5
n_policeTreshold	Rendőrküszöb	0,75
n_mafiaTreshold	Maffiaküszöb	0,25

Kimeneti paraméterek

- A társadalom átlagos elégedettsége;
- A maffiával és a rendőrséggel szembeni átlagos kockázatvállalás;
- A társadalom átlagos támogatása (TS átlagértéke);

A modellben megvalósított vizsgálatok az első kimenetre helyezték a hangsúlyt.

Tartalom

- 1 Bevezetés, motivációk
 - Háttér és alapok
 - Főbb kérdések
- 2 A megvalósított modell
 - Általános jellemzők
 - A világ modellje
 - Kórház, börtön modellje
 - Mozgás és viselkedés a modellen belül
 - Az ügynök paraméterei
 - A világ jellemzői
- 3 Paraméterek változása, időfüggése
- 4 A modell bemeneti és kimeneti paraméterei
- 5 A megvalósítás módja
- 6 Eredmények
 - Végezhető vizsgálatok, változó világméret és populáció
 - Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett
 - Változó rendőr- és maffiaküszöb, változó kórház- és börtönidő
 - A népsűrűség hatása az elégedettségre
- 7 Konklúzió

A modell megvalósításának módja

- Matlab;
- Függvények segítségével.

Ügynök-függvények

`initAgent`, `newRisk`, `newSup`, `toPrison`, `toHospital`, `moveTo`, `getNeighbours`, `neighbours`, `movePeron`

Hely-függvények

`initLocation`, `probabilities`, `newInfluences`, `newPenalties`, `getNeighbours`, `neighbours`

Általános függvények

`randomvalue`, `findAgents`, `getNeighbours`, `movePerson`, `initAll`, `updateAll`, `createWorld`, `displayWorld`, `moveAll`, `reentry`, `checkReentry`, `getStatistics`, `plotStatistics`, `analyse`, `copy`

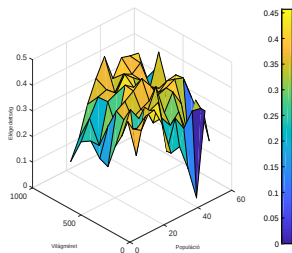
Tartalom

- 1 Bevezetés, motivációk
 - Háttér és alapok
 - Főbb kérdések
- 2 A megvalósított modell
 - Általános jellemzők
 - A világ modellje
 - Kórház, börtön modellje
 - Mozgás és viselkedés a modellen belül
 - Az ügynök paraméterei
 - A világ jellemzői
- 3 Paraméterek változása, időfüggése
- 4 A modell bemeneti és kimeneti paraméterei
- 5 A megvalósítás módja
- 6 Eredmények
 - Végezhető vizsgálatok, változó világméret és populáció
 - Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett
 - Változó rendőr- és maffiaküszöb, változó kórház- és börtönidő
 - A népsűrűség hatása az elégedettségre
- 7 Konklúzió

Végezhető vizsgálatok

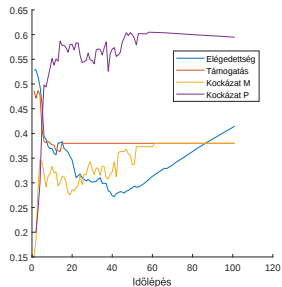
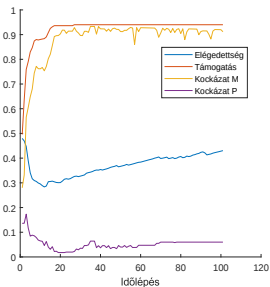
- Vizsgálat változó világméret és populáció mellett;
- Vizsgálat változó börtön- és kórházidő mellett;
- Vizsgálat változó támogatási küszöbszintek mellett;
- Kétféle szimulációt végezhetünk:
 - Konstans bemeneti paraméterek → kimeneti értékek;
 - Bemeneti paraméterek változóként viselkednek → módosult kimeneti értékek.

Változó világméret és populáció hatása



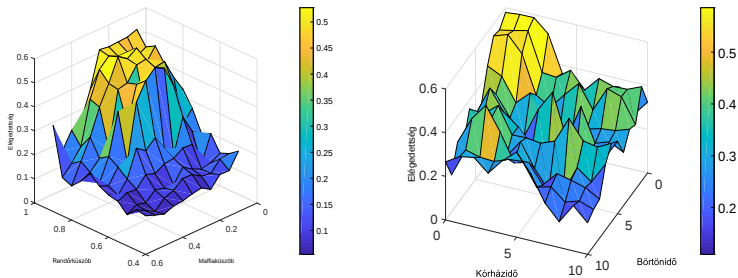
ábra: A változó világméret és populáció

Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett



ábra: Eredmények ($n_{\text{jailtime}} = 6$, $n_{\text{injury}} = 5$) és ($n_{\text{jailtime}} = 5$, $n_{\text{injury}} = 7$)

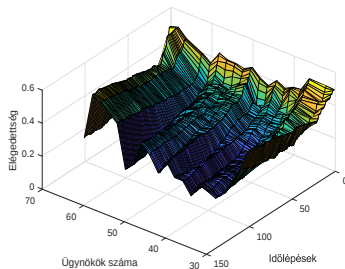
Változó rendőr- és maffiaküszőb, változó kórház- és börtönidő



ábra: A változó rendőr- és maffiaküszőb, valamint a változó kórház- és börtönidő hatása

A népsűrűség hatása az elégedettségre

- Általános következtetések vannak;
- A megközelítés: adott világméret mellett hogyan befolyásolja az elégedettséget a populáció növekedése;
- A vizsgált világ 10×10 -es;
- Maximum 100 ügynökkel (akik a népséget adták jelen esetben);
- Minden paraméter a korábban definiált;
- Az ügynökök száma pedig 30 és 70 között egyesével.



ábra: A populációsűrűség változásának hatása

Tartalom

- 1 Bevezetés, motivációk
 - Háttér és alapok
 - Főbb kérdések
- 2 A megvalósított modell
 - Általános jellemzők
 - A világ modellje
 - Kórház, börtön modellje
 - Mozgás és viselkedés a modellen belül
 - Az ügynök paraméterei
 - A világ jellemzői
- 3 Paraméterek változása, időfüggése
- 4 A modell bemeneti és kimeneti paraméterei
- 5 A megvalósítás módja
- 6 Eredmények
 - Végezhető vizsgálatok, változó világméret és populáció
 - Vizsgálat konstans bemeneti paraméterek mellett
 - Változó rendőr- és maffiaküszöb, változó kórház- és börtönidő
 - A népsűrűség hatása az elégedettségre
- 7 Konklúzió

Konklúzió

- A projektmunka célja, hogy vizsgálja két egymással szembenálló csoport harcának hatását a társadalom általános elégedettségére;
- A szimulációs eredmények azt mutatják, hogy a legrosszabb elégedettséget kiegyensúlyozott erőviszonyok mellett lehet elérni;
- Ha akár a rendőrség, akár a maffia olyan erővel rendelkezik, hogy teljes kontrollt tud gyakorolni a társadalomra, az elégedettség javulni fog;
- További következtetés még, hogy a lakosság minden esetben az erősebb csoportot fogja támogatni, ettől remélve sorsának javulását.

Köszönjük a figyelmet!
Kérdések