

Schelling szimulációs modellje

Simonovits András és Somogyi Róbert

2020. október 7.

email: simonov@econ.core.hu

KRTK KTI, BME MI és BME, KRTK KTI

A lakosság bórszín szerinti térbeli (síkbeli) elkülönülése (szegregációja) régóta érdekelte a társadalomkutatókat, de Schelling (1971) két modellje áttörést jelentett. Az első modell szimulációs volt, a második modell analitikus, ez utóbbival nem foglalkozunk. A szimulációs kiindulás viszonylag egyszerű volt. Egy négyzethálóra Thomas Schelling véletlenszerűen fehér és fekete korongokat tett le, de jelentős arányban üresen hagyott helyeket. Arra volt kíváncsi, hogy egy eredetileg viszonylag kevert eloszlású népesség idővel hogyan különül el, ha a különböző színű lakók nem szeretik, ha túl sok más színű szomszédjuk van. Kiderült, hogy ha eléggé válogatósak a lakók, akkor önkéntes költözködések hatására hamarosan szegregálódik a lakosság.

Ebben a bejegyzésben Schelling szimulációs modelljét mutatjuk be. A rendszer cellákból áll, amelyet az (i, j) koordinátapárok írnak le, $i, j = 1, \dots, n$. A rendszer dinamikusan változik, az időindex $t = 0, 1, 2, \dots$. Minden cella a t -edik időpontban három állapotban lehet: 0 vagy 1 vagy 2. Szemléletesség kedvéért a 3 állapotra mint üres, fehér vagy fekete hivatkozunk, rövidítve, 0, W vagy B (angol rövidítésként).

Két cella szomszédos, ha egymás mellett van vagy átlósan érintik egymást, vagyis a legtöbb cellának 8 szomszédja van, kivéve a falcellákat, amelyeknek csak 5, illetve a sarkokat, amelyeknek csak 3.

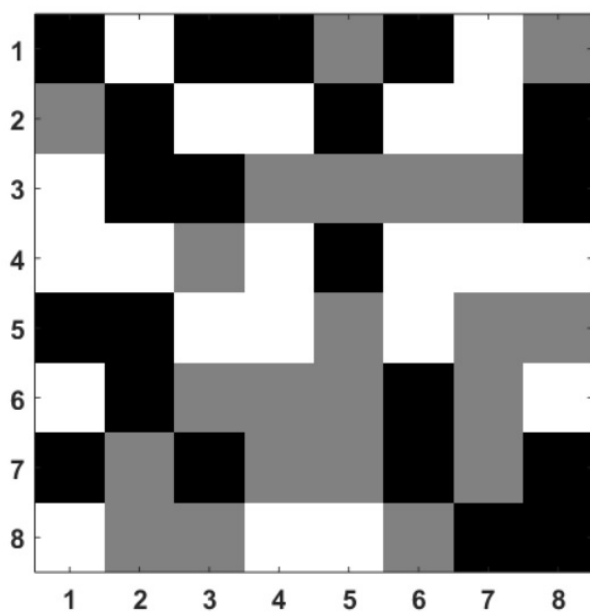
A három típus súlya a népességben rendre p_0 , p_W , és p_B : $p_0 + p_W + p_B = 1$. Az indulóállapotban elegendő üres cella van, a W és a B típus aránya azonos. Legegyszerűbb esetben $p_0 = p_W = p_B = 1/3$.

A szegregációs dinamika a következő: Legyen α egy 0 és 1 közötti valós szám, pl. $\alpha = 1/2$. Ha a t -edik időszakban W szomszédjaiból a W-k aránya kevesebb, mint α , akkor a $t + 1$ -edik időszakban az egyik legközelebbi üres cellába megy; ha legalább akkora, akkor helyben marad. A B típusúak hasonlóan viselkednek. Ez a dinamika kevésbé okoz szegregációt, illetve lassabb szegregációhoz vezet, mint Schelling eredeti dinamikája, amelyben a költöző emberek szándékosan olyan környékre költöznek, amelyben számukra megfelelőek az arányok.

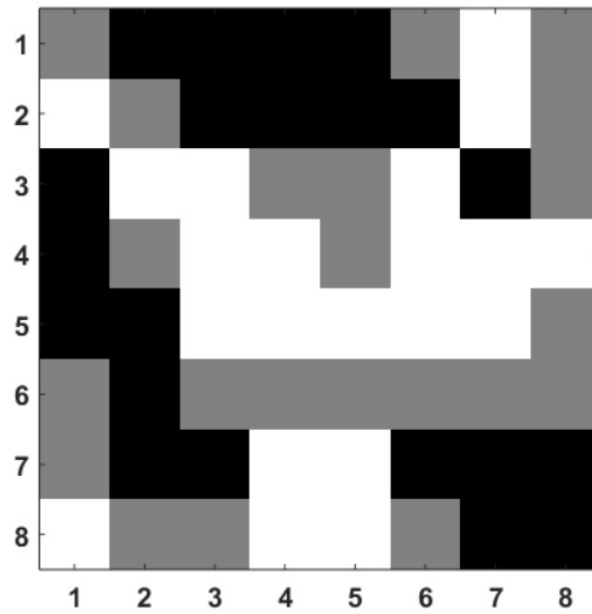
Schelling meglepő eredménye az volt, hogy annak ellenére, hogy eredetileg a W-k és B-k síkbeli eloszlása kevert volt, az idő haladtával a népesség szegregálódott, W- és B-szigetek alakultak ki.

A következő ábrákhoz használt paraméterek: $n = 8$ sakktábla, $\alpha = 1/2$, $p_0 = 22/64$, $p_W = 21/64$ és $p_B = 21/64$. A lépések sorrendjének nincs nagy jelentősége, a szimulációban fentről lefelé, majd balról jobbra kerülnek sorra a cellák. Az ábrázolt szimuláció 10 lépés után állt le, utána már mindenki elégedett lett a szomszédjaival. Szürke jelöli az üres cellákat, fehér a W típusúakat, fekete pedig a B típusúakat.

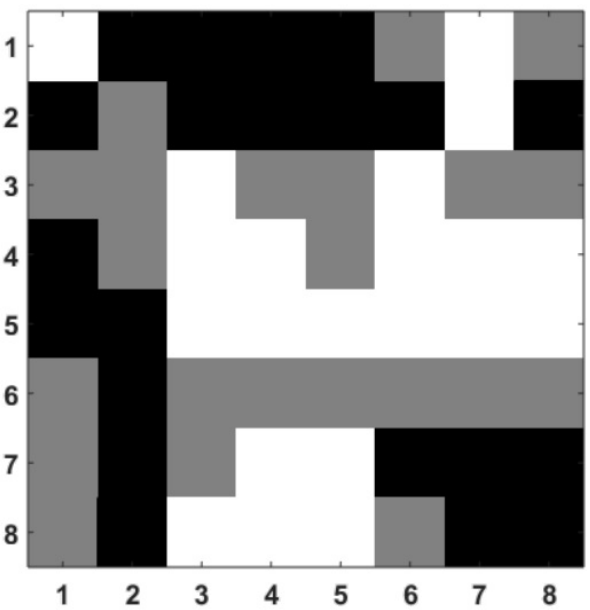
1. ábra. A szegregáció dinamikája



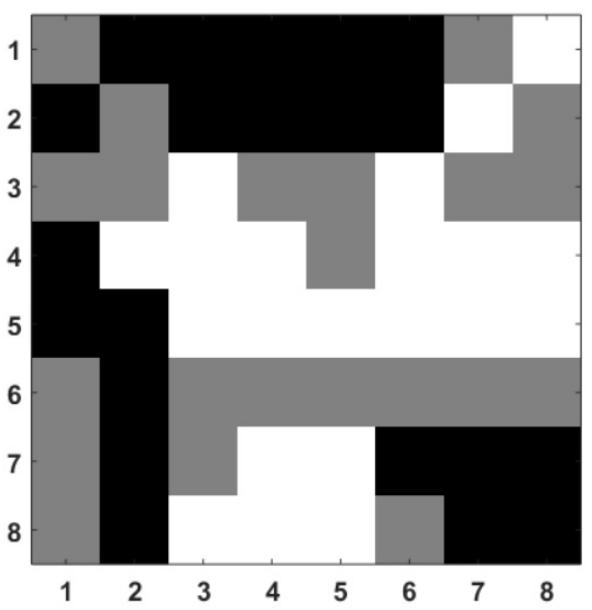
(a) Kezdeti véletlen eloszlás



(b) 3 lépés utáni eloszlás

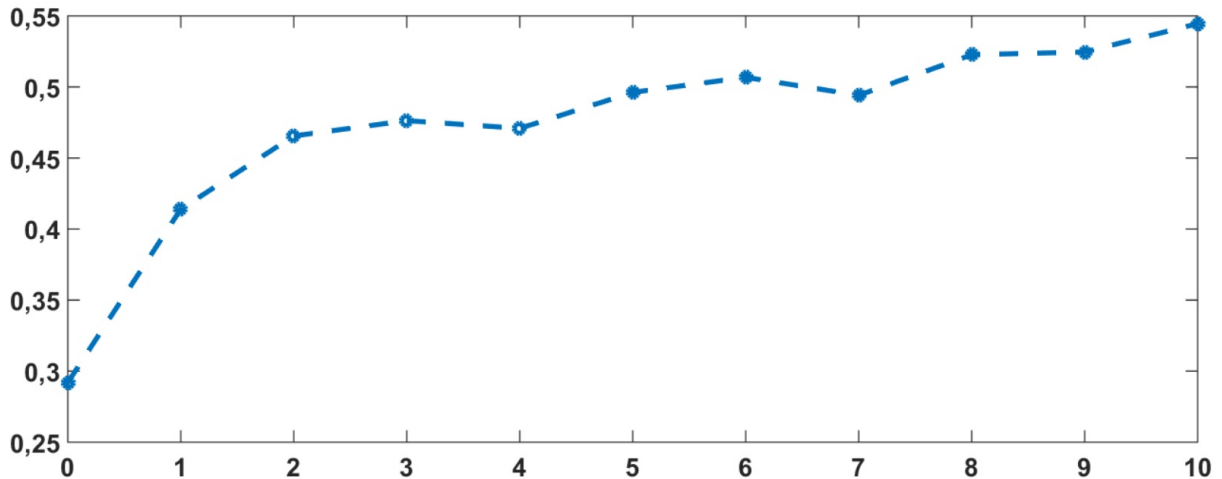


(c) 6 lépés utáni eloszlás



(d) Végleges eloszlás 10 lépés után

2. ábra. Az aggregált szegregációs index dinamikája



(e) Az aggregált szegregációs index dinamikája

Az (e) ábra a szimuláció szegregációs dinamikáját szemlélteti. A bemutatott aggregált szegregációs indexet úgy számítottuk ki, hogy az összes fehér (W) illetve fekete (B) cellára kiszámoltuk a megegyező színű szomszédainak arányát az összes szomszédja között, majd azokat átlagoltuk minden egyes időszakban. Az ábrázolt görbén a vízszintes tengely a időszakok sorszámát mutatja (0 a kezdeti véletlen eloszlást jelöli, 10 pedig a végső eloszlást), a függőleges tengelyen pedig az aggregált szegregációs index mértéke látható. A kismértékű csökkenések a fent említett véletlen költözési szabály miatt lehetségesek, de látható, hogy összességében ezek sem akadályozták meg a szegregáció hosszabb távú erősödését: az index a kezdeti $1/3$ alatti értékről $0,545$ -re emelkedett 10 időszak alatt.

IRODALOM

Schelling, T. (1971): Dynamic Models of Segregation, Journal of Mathematical Sociology, 1: 143–186.