

複雑ネットワーク上の Schelling モデル

白井 充瑠[†] 塩谷 勇[†]

[†]法政大学 理工学部 創生科学科

1. はじめに

近年、人間社会において人種ごとに分かれて住み、交じり合おうとしない「分居」という現象がよく見られる。この現象の仕組みについて考察するためにトーマス・シェリングが提案したモデルとして、「シェリングの分居モデル」がある^[1]。本研究では、Schelling モデルをグラフ上の辺の近傍に影響されて頂点を自律的に移動する複雑ネットワーク上のエージェントの振る舞いに対応して拡張した Schelling の分居モデルを考察し、WSモデルやBAモデルのグラフについて「分居」が見られるか実験を行ったので報告を行う。

2. 方法

本研究では各ノードは40%を赤エージェント、40%を青エージェント、20%を空いている状態となるような確率でランダムに配置された人工社会を考える。本シミュレーションで使用するグラフは以下の4種類である。各グラフの特徴量を表1に示す。

- (1) ムーア近傍の格子グラフ
- (2) Watts-Strogatz (WS) モデル
- (3) Barabasi-Albert (BA) モデル
- (4) Facebook のサークルグラフ^[2]

毎ステップ、1つのエージェントを選択する。選択されたエージェントは自分の存在しているノードから接続しているノードを見て、満足度を計算する。満足度とは自分の周りのノードのうち自分と同じ属性を持つ者の割合である。満足度がある閾値 θ を超えていた場合はそのエージェントは現状に満足していると判断し、そのノードに留まる。満足度が閾値 θ 未満の場合は現状に場所満足していないと判断し、空いているノードに移動する。移動が終了したらまたエージェントを選択し、これを繰り返す。満足していないエージェントが存在しなくなると、10万ステップ後にシミュレーションを終了する。シミュレーション終了後に分居度を計算する。分居度とは全エージェントの満足度の平均のことである。

表1 グラフの特徴量

	ノード	エッジ	クラスター係数	平均次数	直径
ムーア近傍	441	1640	0.4633	7.4376	20.0000
WSモデル	441	882	0.0902	4	9.0000
BAモデル	441	1314	0.0595	5.9592	6.0000
Facebook	4039	88234	0.6055	43.691	8.0000

3. 結果

各グラフのシミュレーション結果の一例を図1に示す。

(1) ムーア近傍の格子グラフ

ムーア近傍で接続された格子グラフでは先行研究と同じように分居の存在が確認できた。どの移動方法を用いて

も、要求満足度 θ が70%までは θ が上がると分居度も増加していたが、80%以上になると低下した。このような結果は要求している水準が高すぎるために集団の形成が上手く出来ないことが原因であると考えられる。

(2) Watts-Strogatz (WS) モデル

Watts-Strogatz モデルでのシミュレーション結果の一例を図2に示す。WSモデルの結果として特徴的なのは、 θ が60%の時、分居度が最大になり、それ以上 θ の値を上げると分居度は低下するということである。このような結果はムーア近傍で接続されたグラフに比べて、直径と平均次数が小さいことが原因であると考えられる。

(3) Barabasi-Albert (BA) モデル

Barabasi-Albert モデルでのシミュレーション結果の一例を図3に示す。WSモデルと比較して分居度の最大値が小さくなっていることである。これは、BAモデルがスケールフリー・ネットワークなのでハブになっているノードに存在するエージェントの色の影響を多くのエージェントが受けることが原因であると考えられる。

(4) Facebook のサークルグラフ

Facebook のサークルグラフでのシミュレーション結果の一例を図4に示す。WSモデルやBAモデルと同じように、 θ が60%までは分居度が単純に増加するが、 θ が70%を超えると大幅に減少する点である。また、ほかのグラフと比較して θ が20%~30%の時の分居度が小さい。この原因として考えられるのは、平均次数とクラスター係数が高く、少量のエージェントのつながりで高い満足度が出てしまっているノードが少なくなっているからであると考えられる。

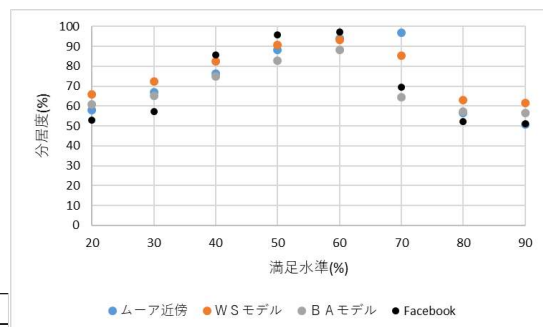


図1 各グラフのシミュレーション結果

(参考文献)

[1] Thomas SCHELLING, 1969, "Models of Segregation," American Economic Review, Vol.59, No.2, pp.488-493.

[2] SNAP Social circles: Facebook (<https://snap.stanford.edu/data/egonets-Facebook.html>)