

マルチエージェントシミュレーションを用いた SNSによる感染症流行への影響の分析

関根 圭祐[†]

筑波大学情報学群情報科学類[†]

長谷部 浩二[‡]

筑波大学システム情報系[‡]

1 研究の背景と目的

近年、新型コロナウイルスの世界的な流行を受けて、流行伝播モデルに関する研究・開発が活発に行われている。優れた流行伝播モデルは感染症の流行時に政府が適切な介入戦略・感染拡大防止政策を選択する手助けとなる。そのため、優れた流行伝播モデルを設計することは感染症の世界的な流行への抑止力となることが期待されている。これまでの研究ではエージェントの行動を制御する方法は政府によるトップダウン式な方法が主流であった。しかし、現実の人間の行動を変化させる主な要因は他の人間から共有される危機感であると考えられる。

本研究では、流行伝播モデルにエージェント間で危機感を共有する SNS を導入したモデルを提案する。また、SNS に関するパラメータを変化させることで、SNS の感染者数増減に与える影響について分析する。

本研究では提案したモデルを使って SNS を用いるエージェントの割合を変化させるシミュレーションを行った。その結果、SNS を用いるエージェントの割合が 0.9 である場合と 0.5 の場合を比べても最終的な感染者数が変化しないという結果が得られた。また、1 日当たりの新規感染者数を比較しても、SNS を用いるエージェントの割合が前述のどちらであってもほとんど同じであるという結果が得られた。

2 モデルの定義

本研究では、SEIR モデルをベースとしたマルチエージェントモデルを実装する。モデルはエージェント、場所、ニュース、SNS によって

構成される。

エージェントはモデルを構成する最小単位であり、複数のパラメータ (感染状態、危機感、行動パターンなど) を持つ。感染状態はエージェントの現在の状態を表し、図 1 の状態遷移に従って変化する。

危機感 は現在の全体の感染状況に対して抱く注意深さの程度を表す。これは各タイムステップにおいて、直接会ったエージェントの危機感や SNS によって繋がっているエージェントの危機感、ニュースによって与えられる危機感によって更新される。危機感の更新式は以下の通りである。

$$E_{i,t+1} = E_{i,t} + \frac{1}{\alpha + \beta + \gamma} \left(\alpha \left(\sum_{j \in D(P(i,t))} E_{j,t} - E_{i,t} \right) + \beta \left(\sum_{k \in F_i} E_{k,t} - E_{i,t} \right) + \gamma (B_t - E_{i,t}) \right) \quad (1)$$

式 (1) 中の各変数について説明する。 $E_{i,t}$ はタイムステップ t のときのエージェント i の危機感の大きさである。 $P(i,t)$ はタイムステップ t のときにエージェント i のいる場所である。 $D(P)$ は場所 P にいるエージェントのリストを表す。 F_i はエージェント i がフォローしているエージェントのリストを表す。 B_t はタイムステップ t のときにニュースがエージェントに与える危機感の大きさである。 α, β, γ はエージェント i が危機感の更新に各情報源を用いる比重を表すハイパーパラメータである。

行動パターンは各タイムステップにおいてエージェントの存在する場所を保存したリストである。これは危機感によって変化し、危機感が大きくなるとエージェントは自身の行く場所を減らすような行動パターンをとる。

場所はエージェントが存在する空間である。非感染状態のエージェントは自身と同じ場所に感染しているエージェントがいるとき、一定の確率で感染状態が非感染から潜伏期間へと遷移する。

Analyzing the Impact of Social Networking Services on Infectious Disease Outbreaks Using Multi-Agent Simulation

[†] Keisuke Sekine, University of Tsukuba, College of Information Science

[‡] Koji Hasebe, University of Tsukuba, Faculty of Engineering, Information and Systems

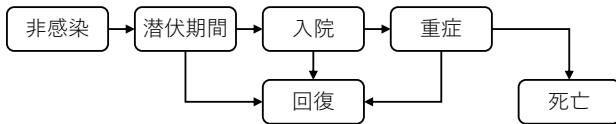


図1 感染状態の状態遷移図

ニュースは全てのエージェントへ全体の感染者数に応じた危機感を伝達する役割を持つ。

SNSはエージェント間の繋がりを表す有向グラフである。SNSはBarabási-Albertモデル[1]によって生成される。エージェントは生成されたSNS上で自身から辺が伸びているエージェントの危機感を取得することができ、それらを危機感の更新に用いる。

3 シミュレーション

シミュレーションで用いるパラメータは表1の通りである。

表1 各種パラメータ

反復回数	10
1反復あたりのタイムステップ	4320
エージェント数	10000
家の数	4694
小学校の数	2
中学校の数	1
高校の数	1
大学の数	1
企業の数	300
店の数	89
初期感染者数	3
フォロー数	3
フォローを返す確率	0.3
ニュースが出される周期	24
感染確率	0.0009
回復期間	20
発症確率、重症化率、死亡率	先行研究[2]を元に調整

シミュレーションの結果は図2のようになった。縦軸は新規感染者数を表し、横軸はタイムステップを表している。また、青とオレンジの線はそれぞれSNSを用いるエージェントの割合が0.5または0.9のときの新規感染者数の推移を表している。

図2より、SNSを用いるエージェントの割合がどちらであっても最初の20日付近で新規感染者数の最大値をとり、その後は振動しながら感染が収束していくことが分かる。したがって、このモデルにおいてSNSは新規感染者数の推移にはほとんど影響していない。このような結果となった理由として次のことが考えられ

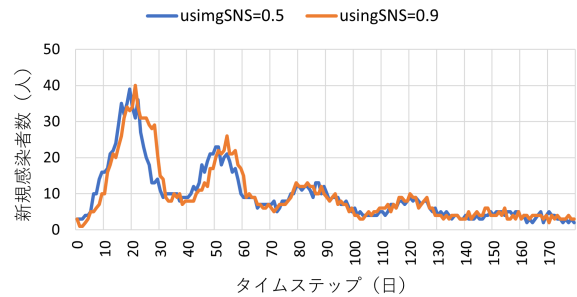


図2 新規感染者数の推移

る。エージェントはSNSで繋がっているエージェントだけでなく、直接会ったエージェントやニュースからも危機感を得るため、SNSを用いなくとも十分に危機感を増加させることができる。そのため、SNSを用いるエージェントの割合を変化させても新規感染者数の推移にはほとんど影響しなかったと考えられる。

4 結論と今後の課題

本研究では、流行伝播モデルにエージェント間で危機感を共有するSNSを導入したモデルを提案した。実験の結果、SNSを用いるエージェントの割合を変化させても感染者数の推移にはほとんど変化が見られなかった。そのため、このモデルに実装されたSNSは感染者数の推移に影響を与える能力をほとんど持っていないと考えられる。

今後の課題としては、このモデルへ他のエージェントから影響を受けずに感染者数のみで危機感を更新する専門家エージェントを導入する。そして、それが感染者数の推移にどのような影響を与えるか分析したいと考えている。

参考文献

- [1] Albert-László Barabási and Réka Albert: Emergence of Scaling in Random Networks. in *arxiv.org*, 1999.
- [2] Petrônio C.L. Silva, Paulo V.C. Batista, Hélder S. Lima, Marcos A. Alves, Frederico G. Guimarães, Rodrigo C.P. Silva: COVID-ABS: An agent-based model of COVID-19 epidemic to simulate health and economic effects of social distancing interventions. in *scimedirect.com*, 2020.