

エージェントベース社会シミュレーションを用いた情報伝播の分析

Agent-Based Social Simulation for Analyzing Propagation of Information

上鍋 秀幸[†]
Hideyuki Kannabe

能登 正人[†]
Masato Noto

森住 哲也[‡]
Tetsuya Morizumi

木下 宏揚[†]
Hirotsugu Kinoshita

1. はじめに

近年、我々はインターネットを通じて様々な情報のやり取りを行っている。インターネットの発展には目覚ましいものがあり、ネットワーク無くしてはビジネスが成り立たない状況にある。このような社会はインターネット社会と呼ばれ、人々がコミュニケーションを行う場となっている。しかしながら、インターネットにより社会生活が便利になる一方で、情報漏洩や情報改竄などのセキュリティ問題が生じており、現代暗号技術やユーザ認証といったアプローチにより対策が講じられてきた。これらの問題の根底には人々の価値観の違いが関連していることが多く、インターネット社会における人々の価値観の違いによって生じる情報伝播の影響を分析する必要がある [1]。

本研究では、人々の価値観の違いから生じる行動・振舞に着目し、人々の集団を群知能と見做して情報セキュリティ問題にアプローチする。人々が情報交換によって相互作用する環境を最適化手法である Particle Swarm Optimization (PSO) を用いて構築し、エージェントベースの社会シミュレーションモデルを提案する。

2. 提案手法

PSO における情報交換形態である Gbest モデル、Lbest モデルを用いて、人々がインターネット社会で情報交換を行う際のコミュニティを構築する。また、Particle をエージェントとすることで、インターネット社会で活動する人々を表現し、選択の概念によってエージェントの進化を表現する。

社会現象をシミュレートする際のエージェントベースモデリングは抽象的なものが多く、中でも人間の社会的行動や価値観を具体的に記述することは難しい。これは、モデルが複雑になると、モデルの属性値とシミュレーション結果との因果関係の分析が難しくなるためである [2]。そこで「一人一人の価値観は異なるため、受け手によってその情報の価値は異なる」ことに着目し、エージェントの価値観として様々なベンチマーク関数を用いる。これらの評価関数の違いはインターネット社会における人々の多様な価値観のアナロジーとみなす。各々の

エージェントには性質の異なる評価関数を与える。すなわち、単峰性の Sphere 関数の場合は解が一つしか存在しないような単純な価値観、多峰性の Bohachevsky 関数や Rastrigin 関数の場合は局所解が複数存在するような複雑な価値観、悪スケール性の Weighted-Sphere 関数の場合は情報の構成要素に比重がかかり情報に対する評価が情報の構成要素によって大きく異なる価値観、変数間依存の Rosenbrock 関数の場合は情報の構成要素間に非線形な依存関係が存在する価値観をそれぞれ表現可能とする。

以下に提案手法のアルゴリズムを示す。

1. コミュニティ内で最良情報 $cbest^k$ を交換する。

2. エージェント i の探索ベクトルを更新する。

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_i^{k+1} = & w\mathbf{v}_i^k + c_1\text{rand}_1(\mathbf{pbest}_i^k - \mathbf{x}_i^k) \\ & + c_2\text{rand}_2(\mathbf{cbest}^k - \mathbf{x}_i^k) \end{aligned} \quad (1)$$

3. エージェント i の探索情報を更新する。

$$\mathbf{x}_i^{k+1} = \mathbf{x}_i^k + \mathbf{v}_i^{k+1} \quad (2)$$

4. エージェント i の探索情報 $\mathbf{x}_i^{k+1}$ を自身の価値基準 ($f_i(\mathbf{x}_i^{k+1})$) で評価する。

5. エージェント i の最良情報 $\mathbf{pbest}_i^k$ を更新する。

if 最良情報の価値 < 探索情報の価値
then $\mathbf{pbest}_i^{k+1} = \mathbf{x}_i^{k+1}$
else $\mathbf{pbest}_i^{k+1} = \mathbf{pbest}_i^k$

6. 選択 (自然淘汰)

評価値の悪いエージェントの探索情報と探索ベクトルに評価値の良いエージェントの値をリプレイスする。

ここで k は反復回数, i はエージェント番号, $\mathbf{x}$ は探索情報, $\mathbf{v}$ は探索ベクトル, $\mathbf{pbest}$ はエージェント自身の過去の最良情報, $\mathbf{cbest}$ はコミュニティ内で共有する過去の最良情報, w, c_1, c_2 は各項の重みパラメータ, $\text{rand}_1, \text{rand}_2$ は 0~1 の一様乱数である。

3. シミュレーション

5つの関数はいずれも評価値は 0 以上であり、最良評価値は 0.0 となっている。すなわち、評価関数による評価値が 0 に近いほど情報の価値が高いことになる。

本シミュレーションでは、各評価関数を持つエージェントをそれぞれ 50 体 (計 250 体) 用いて以下の二種類の実験を行った。

[†]神奈川大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻, Graduate School of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

[‡]ネットエスアイ東洋株式会社, Toyo Networks & System Integration Co., Ltd.

従来環境 各エージェントは自身と同じ評価関数を持つエージェントのみと共有情報の交換を行う (図 1)。

提案環境 各エージェントはすべてのエージェントと共有情報の交換を行う (図 2)。

従来手法である価値観が統一されたエージェント同士で情報交換を行う環境を従来環境, 提案手法である異なる価値観を持ったエージェント同士で情報交換を行う環境を提案環境とし, これらの環境の違いによって情報伝播にどのような影響が現れるのかを考察する. 同じ色のエージェントは同じ評価関数を持っているとし, エージェントを結ぶ線分はエージェント間のリンク (コミュニティ) を表す.

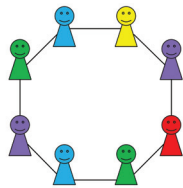


図 1: 従来環境

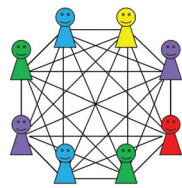


図 2: 提案環境

エージェントの探索ベクトル更新式 (1) における c_1 , c_2 は自情報の重視度と他情報の重視度を表す重みパラメータとなっており, これらの値はエージェントごとに異なった値を用いる. 例えば, $c_1 > c_2$ の場合は他者の情報よりも自身の情報を重視して探索を行い, $c_1 < c_2$ の場合は自身の情報よりも他者の情報を重視して探索を行うことになる. これにより, 同じ評価関数を持ったエージェントであっても, 情報に対する考え方が異なることを表現可能とする.

4. 結果と考察

次元数 $n = 20$ の場合の従来環境及び提案環境におけるシミュレーション結果として, 各評価関数を持ったエージェントの最良解の平均評価値の推移をそれぞれ図 3, 図 4 に示す.

実験結果のグラフ (図 3 及び図 4) から, 従来環境も提案環境もすべての評価関数が収束していることが確認できる. 評価関数別に見てみると, Sphere 関数を持つエージェントは実験環境に関わらずほぼ同じ値に収束している. Sphere 関数以外の, Bohachevsky 関数, Rastrigin 関数, Weighted-Sphere 関数, Rosenbrock 関数の評価関数を持つエージェントは, 自身とは異なる評価関数を持つエージェントが複数いる環境の方が良い値に収束していることが確認できる. これは, 5つの評価関数の中で最も評価値の高かった Sphere 関数を持つエージェントの影響を受けることで, 各々の局所解から脱出しやすくなったためだと考えられる. このことから, 自身よりも良い評価値を持ったエージェントがコミュニティ内に存在する場合は良い影響を受けるが, 自身よりも良い評価

値を持ったエージェントが存在しない場合は, 他エージェントの影響を全く受けないと考えられる.

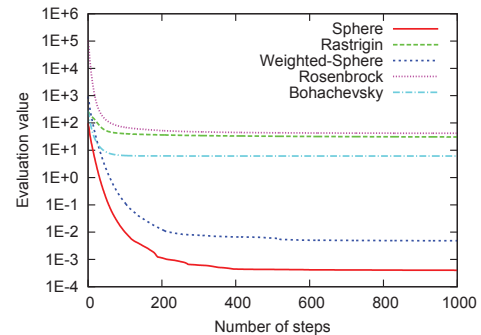


図 3: 最良解の評価値の推移 (従来環境)

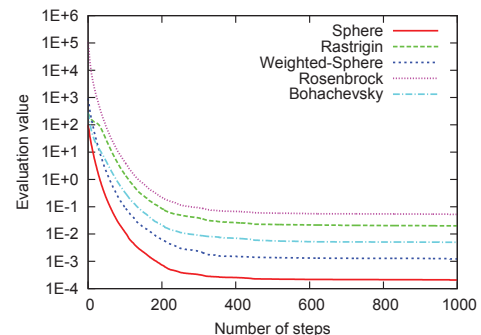


図 4: 最良解の評価値の推移 (提案環境)

5. おわりに

本研究では, インターネット社会における人々の価値観の違いが情報伝播にどのような影響をもたらすかを分析するために, PSO を用いたエージェントベースの社会シミュレーションモデルを提案した. シミュレーション結果から, 自身と同じ価値基準を持った者同士で情報交換を行う環境よりも, 自身とは異なる価値基準を持った者同士で情報交換を行う環境の方が, より良い情報を得られるということが確認できた. 今後は, 各評価関数の大域的最適解を異なる値にし, 次元数や評価関数の数を検討した上でシミュレーションを行う. また, *cbest* の決定方法に競争の概念やエージェントの価値観を反映できないかを検討する.

参考文献

- [1] 森住哲也, 木下宏揚: インターネット社会の情報漏えい・情報改ざんを防止するセキュリティモデルの提案, 日本セキュリティ・マネジメント学会誌, Vol. 20, No. 3, pp. 13-30 (2006).
- [2] 石田 亨, 鳥居大祐, 村上陽平, 寺野隆雄: 社会シミュレーションと参加型デザイン, 情報処理学会誌, Vol. 48, No. 3, pp. 271-277 (2007).