

個々の影響力を考慮した相互作用決定則に基づく 人工学級マルチエージェントモデルの構築

Developing a Multi-Agent Model of Artificial Class with Interaction Rules Considering Individual Power of Influence

川村 彩織^{*1}, 松本 慎平^{*1}, 加藤 浩介^{*1}, 前田 義信^{*2}, 山岸 秀一^{*1}
Saori KAWAMURA^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}, Kosuke KATO^{*1}
Yoshinobu MAEDA^{*2} and Shuichi YAMAGISHI^{*1}

^{*1} 広島工業大学 情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: b212037@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*2} 新潟大学大学院 自然科学研究科

^{*2} Graduate School of Science and Technology, Niigata University

あらまし: 前田らは、群集化する交友集団における価値をめぐった交友関係の形成過程をエージェントベースでモデル化し、群集化および差異化により他者と価値を共有できない孤立エージェント(潜在的ないじめ被害者)が生成されることを示している。従来研究においては、エージェント個々に対して影響の与えやすさ・受けにくさの指標、すなわち影響力に関するパラメータを導入したエージェントで構成される人工学級に関する議論は十分に行われていない。そこで本研究では、前田らのモデルでは考慮されていなかった影響力に関するパラメータを導入したモデルを提案し、その効果を明らかにする。

キーワード: マルチエージェント, 人工学級, 影響力, 孤立

1. はじめに

前田らは、群集化する交友集団における価値をめぐった交友関係の形成過程をエージェントベースでモデル化した⁽¹⁾。そして、群集化および差異化により他者と価値を共有できない孤立エージェントが生成されることを明らかにし、潜在的ないじめ被害者の可能性を示唆した。現実には起きるいじめは複雑な要因が絡み合っており、単純な形式モデルからいじめ問題の全てを記述することは不可能である。一方で、非単調性のような予測の難しい現象が前田らのモデルで創発された。この点において、前田らのモデルは、いじめ問題の構造や定式化に貢献でき得るものであると考えられる。特に、中学生の年代では価値をめぐり相互作用により交友関係が形成され、いじめ発生の背景には子供同士の相互作用が強く影響していると考えられている。また、現場教師による早期発見が難しいという問題点がある。よって、価値の相互作用という点から孤立の創発を示した前田らのモデルは、いじめのメカニズム解明に向けて有用であると考えられる。

前田らのモデルを拡張した様々な取り組みがこれまで報告されている⁽²⁾。先行研究⁽²⁾では、個々のエージェントに対して影響の与えやすさ・受けにくさの指標を導入したモデルが提案された。すなわち、前田らの基本モデル⁽¹⁾に影響力に関するパラメータを導入した拡張モデルが提案されている。本研究では、先行研究⁽²⁾で構築されたモデルの詳細な分析を行い、その結果を報告することを目的とする。

2. エージェントモデル

ID 番号で識別された n 人のエージェントからなる集合を N 、 M 種類の価値からなる集合を V とする。各エージェントは、価値集合 V の中から、 m 種類 ($m < M$) の価値を選択する。例えば、 i 番目のエージェントが φ 番目の価値を選択しているときは $v_{i,\varphi}=1$ であり、選択していないときは $v_{i,\varphi}=0$ である。初期状態ではエージェントは一様乱数に従って価値を選択する。また、2 人のエージェント i, j の φ 番目の価値に対して、 $v_{i,\varphi}=1$ かつ $v_{j,\varphi}=1$ を満たす価値を共有価値と呼び、その集合を $S(i, j)$ とする。また、 $v_{i,\varphi}=1$ かつ $v_{j,\varphi}=0$ を満たす価値を非共有価値と呼び、その集合 $T_i(j)$ とする。ここで、エージェントが相互作用を行う際、エージェント集合 N から 2 人のエージェントをランダムに選ぶものとし、一方を活動エージェント act 、もう一方を対象エージェント obj と呼ぶ。

2.1 同調行動

2 人のエージェントが近い(共有価値がある程度多い)ならば、活動エージェント act は、[共有価値数]/[act の選択価値数]で計算される確率で同調行動とよばれる行動を起こす。同調行動では、集合 $T_{obj}(act)$ が空でないならば、一つの価値 $\varphi \in T_{obj}(act)$ を任意に選択し、 $v_{act,\varphi}=1(=v_{obj,\varphi})$ に置き換える。

2.2 排除行動

2 人のエージェントの共有価値が少なく同調行動を起こさない場合において、 act と obj の共有価値数が act と obj の前に相互作用した obj' との共有価値数

より小さければ排除行動とよばれる行動を起こす。排除行動では、共有価値集合 $S(\text{act}, \text{obj})$ が空でないならば、一つの価値 $\varphi \in S(\text{act}, \text{obj})$ を任意に選択し、 $v_{\text{obj},\varphi}=0$ とする。

2.3 影響力

エージェント i に影響の与えやすさを表すパラメータ $g_{i,a}$ ($0 \leq g_{i,a} \leq 1$)と影響の受けにくさを表すパラメータ $g_{i,r}$ ($0 \leq g_{i,r} \leq 1$)とを各エージェントに導入する。相互作用の際に $g_{\text{obj},a}, g_{\text{act},r}$ を参照し、同調行動を成立させる確率 $p_a(\text{act}, \text{obj})$ を次式で決定する。

$$p_a(\text{act}, \text{obj}) = \frac{1}{1 + e^{-a(g_{\text{obj},a} - g_{\text{act},r})}} \quad (1)$$

ここで、 a はゲイン係数で、本研究では $a = 5$ を採用する。式(1)では、 obj の影響力が大きいほど act が同調させられやすくなるという考えのもとで確率が与えられる。同様に、 $g_{\text{obj},r}, g_{\text{act},a}$ を参考にし、排除行動を成立させる確率 $p_r(\text{act}, \text{obj})$ は次式に従う。

$$p_r(\text{act}, \text{obj}) = \frac{1}{1 + e^{-a(g_{\text{act},a} - g_{\text{obj},r})}} \quad (2)$$

式(2)は、 act の影響力が大きいほど obj が遠ざかりやすくなるという考えのもとで確率が与えられる。式(1,2)より、今まで考慮されてこなかった人工学級そのものの特徴付けが可能となる。

3. 実験結果

提案モデルで新たに追加された影響力のパラメータとエージェントとの孤立の関係を調査した。エージェント数は30、価値数は50、最大選択価値数は10とし、相互作用が行われない状態が観測された時点で収束と判断し、試行を終了させた。10000回シミュレーションを行い、最終的に孤立したエージェントの影響力の値を取得し、影響の与えやすさ・受けにくさと孤立する確率の関係を図1に示すとおり明らかにした。影響の与えやすさ・受けにくさが双方共に大きければ大きいほど、そのエージェントは孤立しにくくなる傾向にあることを確認した。低い $g_{i,a}$ と高い $g_{i,r}$ を持つエージェントは、高い $g_{i,a}$ と低い $g_{i,r}$ より孤立しにくい傾向にあった。具体的には、 $g_{i,a} = 0.1, g_{i,r} = 1.0$ の場合孤立する確率は0.10である一方、 $g_{i,a} = 1.0, g_{i,r} = 0.1$ の場合0.34である。その理由として、前者は同調させられないが排除させられにくく、後者は同調させられるが排除させられやすいという特徴を持つ。すなわち、孤立には排除という要因が強く関わっているということが示唆される。

次に、前田モデルと提案モデルの違いを相互作用回数(同調・排除が行われた回数)と創発される孤立エージェントとの2点の観点から比較・調査した。先ほどと同様の条件のもと、双方のモデルでシミュレーションを100回行った結果を表1に示す。相互作用率とは、選出された act と obj の間で同調・排除

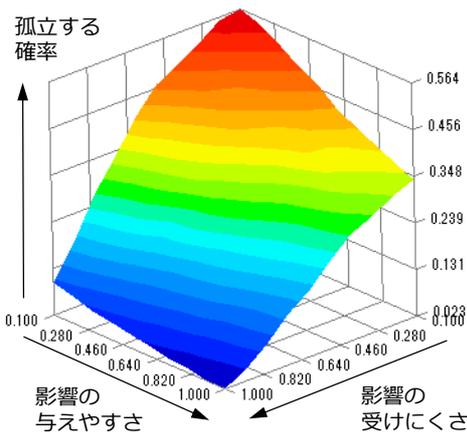


図1 影響の与えやすさ・受けにくさの値の大きさと孤立する確率の関係

表1 従来モデル・提案モデルで得られた実験結果の比較(平均)

回数	従来モデル	提案モデル
同調	12714.1	12697.6
排除	6589.6	6088.2
相互作用率	0.0032	0.0018
孤立数	6.72	4.81

が成立する確率を表している。等分散を仮定した2標本によるt検定で評価した結果、同調・排除数では両者で有意な差は確認されなかったが、孤立エージェント数においては $p < 0.001$ (両側)で有意な差が確認された。この結果から、「相互作用回数に有意差はなく孤立は人工学級の特徴の違いに依存せず発生する」と考えられることから、「孤立が発生するメカニズムは学級のタイプに依存せず一般法則である」ということが推察される。また、孤立エージェント数に差があることから、「パラメータにより学級の特徴を表現可能である」ということが推察される。

4. おわりに

本研究では、前田らにより提案されたいじめ問題に対するエージェントベースアプローチに焦点をあて、個々のエージェントに対して、影響の与えやすさ・影響の受けにくさのパラメータを導入したモデルを提案した。今後は、シミュレーションを行い価値の相互作用が収束した状態の人工学級において、新エージェントを追加したシミュレーションモデルの検証を課題とする。

参考文献

- (1) 前田 他, 群集化交友集団のいじめに関するエージェントベースモデル, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-A, No.6, pp.722-729 (2005).
- (2) 川本 他, マルチエージェントシステムに基づく人工学級シミュレーションにおけるエージェント追加の影響に関する研究, 第16回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, B-72, In CD-ROM (2014).