

# 多人数に対応したバランス理論の基礎的なモデル化

## Basic Modeling of Multiagent Balance Theory

大隅 俊宏<sup>1\*</sup> 今井 倫太<sup>2</sup>  
Toshihiro Osumi<sup>1</sup> Michita Imai<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 慶応義塾大学大学院理工学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Technology, Keio University

<sup>2</sup> 慶応義塾大学理工学部

<sup>2</sup> Faculty of Science and Technology, Keio University

**Abstract:** Multiagent simulation using balance theory is easy to collapse, because bad blood in one place spreads throughout the human environment. On the one hand, in the real world, bad blood in each relationship does not spread throughout in many cases. In this study, we propose a multiagent model using balance theory. Each agent of our model has a buffer to store the human environment that the agent imagined. We will show that the human environment is difficult to collapse when the agent misreads other agent's relation purposely and stores wrong parameters to its buffer to keep good relationships.

### 1 はじめに

本研究では、バランス理論を多人数に対応したモデルへと拡張する。将来、コミュニケーションロボットやエージェントの進化により人間がロボットやエージェントと触れ合う機会が増えると予想される。また、より高度なコミュニケーションを要求される状況においてもロボットが利用されるようになるを考える。ロボットが人間の高度なコミュニケーションを理解したり推測したりするためには、人間のやり取りや内部状態をモデル化する必要がある。

少人数の人間関係のモデル化においては、ハイダーのバランス理論 [1] が有用である [2]。また、バランス理論ははじめ問題の説明においても用いられている [3]。しかし、バランス理論は多人数の人間関係にそのまま適用すると、一ヶ所でも不仲が全体に波及し、全体の人間関係が崩壊するという特性がある。一方で、現実世界の人間関係は全員の仲が完全に良好な状態は極めて珍しく、部分的に不仲な状態があると考えられるが、ほとんどの場合それが全体に波及することはなく、全体の人間関係としては概ね良好で安定している場合がほとんどだと考えられる。

本研究ではバランス理論を拡張し、部分的にアンバランスな状態を内包した多人数の人間関係において、全体の人間関係が安定し続ける、バランス理論に基づい

たモデルを提案する。また、提案モデルにおいて人間関係が崩壊する境界についても検討する。

### 2 提案モデル

現実世界で人が人間関係を誤解したり、心のすれ違いが発生しているとき、その人は脳内に実際とは異なる想像した人間関係を描いていると考えられる。提案モデルでは、エージェントが実際の関係とは異なる人間関係を想像している状態を表現するために、各エージェントは各自が想像した人間関係を格納するためのバッファを持つ。各エージェントは他のエージェントとのやり取りを通じて、自身のバッファに他エージェントの人間関係を転写し、自身のバッファの情報を元に他者との人間関係を更新していく。他者から情報が入ってこない場合や、転写時にエラーがある場合は、エージェントのバッファは実際の人間関係と一致しない部分がある状態となる。この実際の関係とバッファの間の不一致は、人間関係における誤解やすれ違いを表している。本論文ではソシオン理論 [4] に基づき、実際の人間関係を C モード、各エージェントが持つバッファを P モードと呼ぶ (図 1)。

各エージェントは自分以外のすべてのエージェントに対して、好き嫌いの感情を数値化したパラメータ、好感度を持つ。本研究では、好感度は 1 か -1 のいずれかの値とし、1 を好きまたは仲が良い、-1 を嫌いまたは仲が悪い状態とする。C モードにおけるエージェント A

\*連絡先: 慶応義塾大学大学院理工学研究科  
〒 223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1  
E-mail: toshihiro@ayu.ics.keio.ac.jp

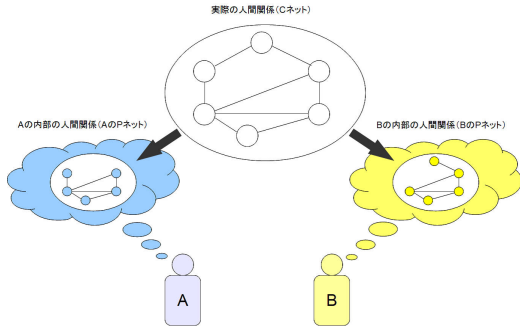


図 1: C-mode and P-mode

のエージェント B に対する好感度は  $W_{AB}$  として表現する。エージェント A のバッファ、すなわちエージェント A の P モードにおける、エージェント B のエージェント C に対する好感度は  $W_{BC}^A$  として表現する。各エージェントのバッファである P モードは、C モードから独立して存在しているため、 $W_{BC}$  と  $W_{BC}^A$  が一致している保障はない。ただし、C モードにおけるエージェント B の他エージェントに対する好感度と B の P モードにおける B 自身の他エージェントに対する好感度は同じであるため、 $W_{BC} = W_{BC}^B$  である。

## 2.1 バッファ (P モード) への転写

バランス理論では、エージェント A が B との関係によって C を嫌いになる状況として A と B の仲が悪く B と C の仲が良い場合と、A と B の仲が良く B と C の仲が悪い場合の 2 つのケースがある (図 2)。

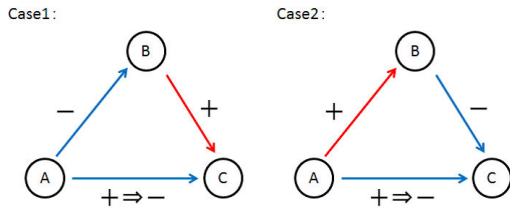


図 2: The cases that agent A takes a dislike to C

もし各エージェント同士が各自の人間関係が偽りなく正確に伝える場合、エージェント B の P モード  $W_{BC}^B$  (C モードの  $W_{BC}$  と同値) はエージェント A の P モード  $W_{BC}^A$  へとそのまま転写される。すなわち、その後のバランス理論に基づく好感度の更新によって、Case1 または 2 の状況下では A と C の関係が悪くなるのが予想される。

一方で、現実世界では A と B は不仲だがどちらも C とは仲が良いという状態のまま継続されている状況

や仲は良くないが明確に対立もしないといった状況も多いため、Case1 と 2 どちらのケースにおいても、必ずしも A と C の関係が悪化するわけではないと考えられる。このように 3 者関係のうち 1 辺の不仲が他の関係に波及しない状況を再現するため、提案モデルでは、C モードの  $W_{BC}$  をエージェント A の P モード  $W_{BC}^A$  へ転写する際に、 $W_{BC}^A = W_{BC}$  となるべきところを、 $W_{AB}$  と  $W_{BC}$  が Case1 の状況であれば  $p1$  の確率で  $W_{BC}^A = -1$  に、Case2 の状況であれば  $p2$  の確率で  $W_{BC}^A = 1$  に変換する (図 3)。つまり、Case1 では  $p1$  の確率で、Case2 では  $p2$  の確率で A と C の良好な人間関係が維持される。Case1 の変換は A が B との関係より C との関係を優先させて、B と C の間の関係を無視している状況を、Case2 の変換は B が A や全体の人間関係を考慮して C との関係について嘘を伝えている状況を示している。

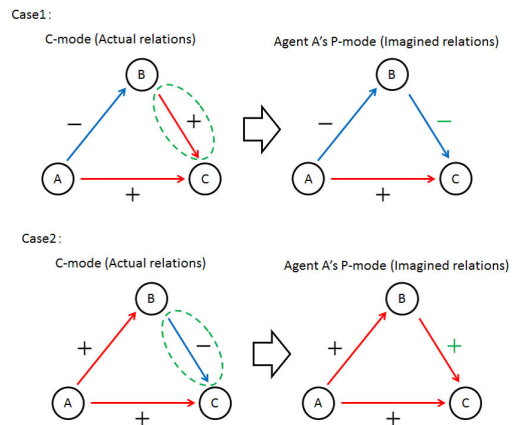


図 3: The modifications to Case1 and Case2

## 2.2 好感度の更新

提案モデルでは、各エージェントは式 (2) に基づいてランダムに自分以外のエージェント 2 人を会話相手と話題対象として選択し、エージェントは自分と会話相手、会話相手と話題対象の人間関係から話題対象への好感度をバランス理論に基づいて好感度を更新する。エージェント A が会話相手に B を、話題対象に C を選択した場合のエージェント C への好感度  $W_{AC}$  は式 (3) となる。また、2 人の人間関係において片方が相手を好きで、もう片方が嫌っている状況はありえるものの、比較的珍しいと考えられるため A が C に対する好感度を変更した場合、C も A に対する好感度を  $W_{AC}$  と同じ値に更新する (式 (4))。  $\omega$  はエージェントが属するコミュニティの密接さを表した係数で 1 以上の値を取る。  $\omega$  は小さいほど密なコミュニティを表している。

例えば、学校のホームルームのような環境では、嫌いな相手とコミュニケーションを取らなければならない確率が高くなるため、 $\omega$  は小さい値となり、大学の教室のような自由度の高い環境では  $\omega$  は大きな値になることを想定している。

$$f_{ij} = \begin{cases} 1 & (W_{ij} = 1) \\ \frac{1}{\omega} & (W_{ij} = -1) \end{cases} \quad (1)$$

$$p_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{k=1}^n f_{ik}} \quad (j \neq i, k \neq i) \quad (2)$$

$$W_{AC} = W_{AB} \cdot W_{BC}^A \quad (3)$$

$$W_{CA} = W_{AC} \quad (4)$$

### 3 シミュレーション実験

本論文では、Case1 および Case2 の変換確率  $p1$  と  $p2$  および、エージェントが属するコミュニティの密接さ  $\omega$  の値が、人間関係の変化に与える影響を確認するためにシミュレーション実験を行う。

#### 3.1 実験方法

シミュレーションにおけるエージェントの人数は 20 人とする。実験では初期値としてすべてのエージェントが良好な人間関係となっている状態が与えられる。各エージェントが下記行動をとるたびに 1 ターンとしてカウントし、1000 ターン実行する。

1. 自分以外のすべて人間関係を観察し、P モードを更新する。
2. 式 (2) に基づいて会話相手と話題対象を選択し、式 (3) で話題対象への好感度を更新する。
3. 話題対象となったエージェントは式 (4) で好感度を更新する。

各ターンの終了時に各エージェント間の不仲な関係の数が 10 ケ所を下回った場合は、不仲な関係の数が 10 ケ所になるまでランダムに良好な関係の箇所を不仲な関係に変更する。

#### 3.2 評価方法

各シミュレーションにおいて、50 ターンごとに人間関係の安定性としてエージェント全体に占める不仲な関係の割合を算出する。各パラメータ条件において 100 回実行したときの 50 ターンごとの人間関係の安定性の平均値をグラフにプロットし、比較する。

## 4 まとめ

本研究ではバランス理論をベースにしながらも、部分的にアンバランスな状態を内包した多人数の人間関係において、全体の人間関係の安定が維持されるモデルを提案した。提案モデルを用いて、各パラメータが人間関係の維持に与える影響や人間関係が崩壊する閾値について検証する。

## 参考文献

- [1] Heider, F.: The Psychology of Interpersonal Relations, *Lawrence Erlbaum Associates* (1958)
- [2] Nakanishi, H., Nakazawa, S., Ishida, T., Takanashi, K., Isbister, K.: Can software agents influence human relations?: balance theory in agent-mediated communities, *The Second International Joint Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems, AAMAS 2003*, pp. 717–724 (2003)
- [3] 田中恵海, 高橋謙輔, 鳥海不二夫, 菅原俊治: 学級のいじめ問題を題材とする工学的シミュレーションとその考察, *情報処理学会論文誌. 数理モデル化と応用* 3(1), pp. 98–108 (2010)
- [4] 藤澤 等, 小杉 考司, 藤澤 隆史, 渡邊 太, 清水 裕士, 石盛 真徳: ソシオン理論入門 心と社会の基礎科学, 北大路書房 (2006)