

ミームとクオリアを用いた文化伝播モデルについて

水野雄介[†] 加藤昇平[†] 武藤敦子[†] 伊藤英則[†]

[†]名古屋工業大学

1 はじめに

本稿では，集団内におけるエージェントの後天的獲得形質として新しく感覚質（クオリア）[1] の概念を導入した行動決定モデルを提案する．近年，人工社会シミュレーションの研究において，個体（以下エージェント）の集団内において生じる社会現象（文化，流行等）に対する知見を得ることを目的として，文化伝達子であるミーム [2] の概念を用いた研究が盛んに行われている [3][4]．しかしながら，それらの研究における文化伝播モデルにおいては，ミームの構成が単純なため，シミュレーションによって見られる文化形成・伝播には限界があった．そこで本研究では，個々のエージェントが，ミームに対する価値付けを行うものとして，従来のモデル [4] にクオリアの概念を付加することにより，新しいエージェントの行動決定モデルを提案する．本モデルの下で，集団内におけるエージェントの相互作用によって発現する共通的な価値観（文化）の形成過程と伝播のメカニズムを明らかにする．

2 エージェントモデル

本節では，本研究が対象とするエージェントのモデルを定義する．エージェント a_i は式 (1) のように性格付けられる．ここで， in_i はエージェント a_i の内部状態， ex_i は外部からの知覚情報， st_i は行動戦略， $MEME_i$ は後天的に獲得する形質（ミーム）を保持するミームプールの集合を表す．

$$a_i(in_i, ex_i, st_i, MEME_i) \quad (1)$$

行動戦略 st_i はエージェント a_i の内部状態 in_i と外部から知覚した情報 ex_i によって，予定行動 act およびその対象 obj を決定する関数であり，式 (2) のように表現される．

$$(act, obj) \leftarrow st_i(in_i, ex_i) \quad (2)$$

3 ミームとクオリアを用いた対象への振舞い

3.1 ミームとクオリアのモデル化

ミームとは模倣行為によって個体間に伝達される文化伝達子である．また，クオリアとは個体の脳が感じる感覚質のことである．本節では，エージェントが行動対象 obj の価値を判断するための後天的獲得形質として，ミームとクオリアの概念を導入

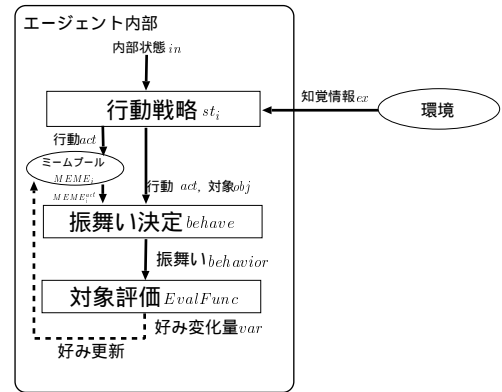


図 1: エージェントの行動決定

する．エージェント a_i は自己が取り得る行動 act 毎にミームプール $MEME_i^{act}$ を所有する ($MEME_i^{act} \in MEME_i$)．今回のモデルにおいて，初期状態におけるミームプール $MEME_i^{act}$ には何も格納されていないが ($MEME_i^{act} = \{\phi\}$)，エージェント a_i が自らの行動戦略 st_i により初めて (act, obj) を予定行動および対象とした場合，ミームプール $MEME_i^{act}$ にミーム $meme_{obj}$ を格納する ($MEME_i^{act} = \{meme_{obj}\}$)． $meme_{obj}$ は，行動対象名 obj およびエージェントの obj に対する好みの度合 $like_{obj}^i$ によって表現される (式 (3))．エージェント毎に $like_{obj}^i$ は，ある一定の値に初期化され (act, obj) に関する振舞いを実行する度に更新される．本稿では， obj に対する好みの度合 $like_{obj}^i$ をクオリアと定義する．ここで，エージェント a_i が保持するミームの内容が条件式 (4) を満たす場合，「エージェントは対象 obj を好む」と定義する (T_i は定数)． obj に対して一定時間の間行動 act が行なわれなければ $MEME_i^{act}$ から $meme_{obj}$ は削除される (忘却)．

$$meme_{obj} = (obj, like_{obj}^i) \quad (3)$$

$$like_{obj}^i \geq T_i \quad (4)$$

3.2 振舞い決定

次に，行動戦略 st_i によって決定された予定行動 act および対象 obj に対してどのように振舞うかを決定するための振舞い決定関数 $behave$ (式 (5)) について述べる．

$$behavior \leftarrow behave(act, obj, MEME_i^{act}) \quad (5)$$

図 2 に振舞い決定関数 $behave$ の概略を示す．エージェントは，振舞い決定関数 $behave$ において，自身のミームプール $MEME_i^{act}$ に保持する対象 obj に対する好みの度合 $like_{obj}^i$ と式 (6) によって表される S_{obj} に応じ

Yusuke MIZUNO[†], Shohei KATO[†], Atsuko MUTOH[†] and Hidenori ITOH[†]

[†]Nagoya Institute of Technology

[‡]Dept. of Engineering, Nagoya University

464-8603, Nagoya, Japan

{mizuno, shohey, mutoh, itoh}@ics.nitech.ac.jp

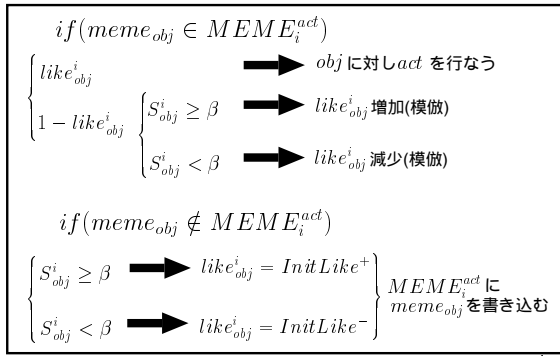


図 2: 振舞い決定関数 $behave(act, obj, MEME_i^{act})$ のアルゴリズム

て、振舞いを決定する．ここで S_{obj} は知覚可能範囲内 (a_i を中心とした $N \times N$ の正方領域) に存在するエージェント内の obj を好むエージェントの割合を表す．

$$S_{obj} = \frac{|\mathcal{N}'|}{|\mathcal{N}|} \quad (6)$$

$$\mathcal{N} = \{a_j | a_j \text{ の知覚可能範囲内に存在するエージェント群} \} \quad (7)$$

$$\mathcal{N}' = \{a_j \in \mathcal{N} | like_{obj}^j \geq T_j\} \quad (8)$$

3.3 対象評価による好み変化量の決定

本モデルでは、 a_i が予定行動 act および対象 obj に対して振舞い $behavior$ を実行した結果 (図 1 参照)、 a_i 自身が持つ評価関数 $EvalFunc$ によって決定された値だけ $like_{obj}^i$ を変化させる．

$$var = EvalFunc(act, obj, behavior) = \begin{cases} QualiaFunc^i(InVariation) \\ \quad (behavior = \text{対象 } obj \text{ に行動 } act \text{ をとった場合}) \\ +DeltaLike \quad \quad \quad (\text{模倣により } like_{obj}^i \text{ 増加}) \\ -DeltaLike \quad \quad \quad (\text{模倣により } like_{obj}^i \text{ 減少}) \end{cases} \quad (9)$$

エージェント a_i は行動対象 obj に対して行動 act を実行した場合、内部状態 in_i が変化する．この内部状態の変化量 $InVariation$ を引数として、関数 $QualiaFunc^i$ によって var を決定する． $QualiaFunc^i$ はエージェント毎に異なる関数であり a_i 自身の経験によって変化する．

エージェントは var を決定した後、式 (10) に従い $like_{obj}^i$ の値を更新する．

$$like_{obj}^i \leftarrow like_{obj}^i + var \quad (10)$$

4 実験

個体学習と社会学習 (模倣) による文化の形成の確認を目的として、マルチエージェントによる食文化伝達のシミュレーションを行なう．

4.1 シミュレーション

本モデルを用いた基礎実験として、1 種類の消費者エージェント (以下、エージェント) と 1 種類の生産者エージェント A (以下 A) がそれぞれ複数生息する生態系シミュレーションを行なった．エージェントが 1 ステップで取ることができる行動集合は $ACT = \{ \text{ランダムに移動, 仲間に近づく, 捕食する, 動かない} \}$ とし、内部状態 in はエネルギーとする．行動にともない in は減少し、A を捕食することにより一定量増加す

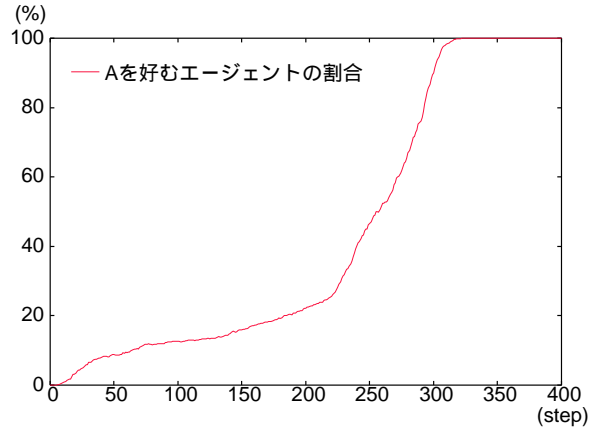


図 3: A を好むエージェントの割合

る．また、環境からの知覚 ex としては、知覚可能範囲内における餌およびエージェントの有無を与えた．今回のシミュレーションにおいて、3 節で述べた振舞い決定のモデルは「捕食する」行動にのみ導入した．したがって、行動対象は A となり、 $meme_A$ がエージェントのミームプール $MEME_{捕食}$ に格納される．エージェントが生息する領域として大きさ 100×100 のフィールドを用意し、初期状態として、エージェントを 1000 個体、A を 3000 個体フィールド内に一様に配置した．

4.2 結果

図 3 に A を好むエージェントの割合の時間経過ともなう変化を示す．今回のシミュレーションの結果から、一般的に文化人類学で言われている S-字曲線 [5] が確認されたことにより、今回の提案モデルは文化の伝播の的確に表現出来ていると言える．

5 おわりに

本稿では、文化伝播が行なわれる際の、模倣による社会学習とクオリアの概念による個体学習のモデルを提案し、シミュレーションにより、提案モデルの新しい事物の伝播に対する妥当性を示した．今後の課題としては今回のモデルを用いて、流行から文化への変化のメカニズムの解明に取り組む予定である．

参考文献

- [1] 茂木 健一郎, 脳における生成とクオリア, 人工知能学会誌 Vol.18, No.4, pp385-391, 2003
- [2] R.Dawkins, *The Selfish Gene*, Oxford University Press
- [3] 森 智彦, 有田 隆也, 遺伝子とミームの共進化に関する複雑系アプローチ, 第 30 回知能システムシンポジウム
- [4] 水野 雄介, 加藤 昇平, 武藤 敦子, 伊藤 英則, ミームによる文化形成・伝達のシミュレーション, 第 65 回情報処理学会全国大会
- [5] Rogers, E.M, *Diffusion of Innovations*, 4th Ed, The Free Press.