

人間と擬人化エージェントの読心ゲームによる相互適応

4B-1-02

山田 誠二

東京工業大学 大学院総合理工学研究科

山口智浩

奈良工業高等専門学校 情報工学科

1 はじめに

近年, 人や動物と同じような外見をもち, ユーザに対する支援や情報提示などを行う擬人化エージェントの研究が活発にされている [2]. 擬人化エージェントとユーザ (人間) がインタラクションをもつとき, ユーザはエージェントの表情などを基にエージェントの気持ち, 負荷など内部状態 (マインドと呼ぶ) を推定するようになる. 反対に, エージェントがユーザの表情などからユーザのマインドを推定しようとする. なぜなら, お互いが相手のマインドを把握することにより, 相手と人間同士のような適切で自然なコミュニケーションが実現できるからである [1].

しかし, 人間がエージェントの表情 (図 1) を理解することも, 逆にエージェントが人間の表情を理解することも一般には容易ではないため, お互いがうまく相手の表情からマインドを推定できるように相互適応していきける枠組みを構成する必要がある.

そこで本研究では, ユーザと擬人化エージェント間が相互読心ゲームという表情に基づくコミュニケーションを通じて, 互いが相手の表情とマインドの対応であるマインドマッピングを学習していく枠組みを提案する [3][4].

2 マインドマッピング

表情-マインドの対応をユーザと擬人化エージェントが相互適応するための枠組みを与えるために, まず以

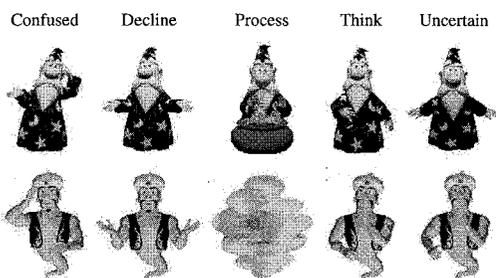


図 1 MS エージェントの表情

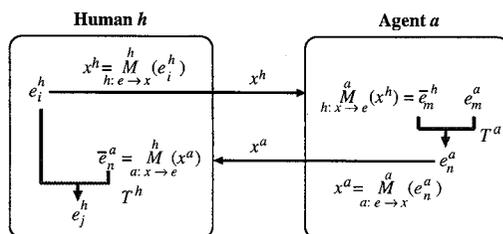


図 2 エージェントとユーザのインタラクション

下の概念を定義する.

- マインド状態 S_i : エージェント i のマインドの状態を表す変数.
- 基本マインド $E_i = \{e_1^i, \dots, e_m^i\}$: マインドのプリミティブ.
- 基本表情 $X_i = \{x_1^i, \dots, x_n^i\}$: エージェント i のもつ基本的表情.
- マインドマッピング $M_{i:x \to e} = \{x_1 \Rightarrow e_1, \dots, x_m \Rightarrow e_m\}$: エージェント i の表情からマインドへの 1 対 1 写像.
- 表情マッピング $M_{i:e \to x} = \{e_1 \Rightarrow x_1, \dots, e_m \Rightarrow x_m\}$: エージェント i のマインドから表情への 1 対 1 写像.
- マインド遷移規則 $T^a = \{e_i^a \times e_b \Rightarrow e_j\}$: 基本マインド e_i の状態にあるエージェント a が, 相手エージェント b のマインドを e_b と同定した場合に, エージェント a が次に遷移する基本マインド e_j を決める規則.

以上の構成要素から, エージェント a とユーザ h の系をインタラクションも含めてまとめると, 図 2 のようになる.

3 マインドマッピングの相互適応

以上のような定式化から, マインドマッピングの学習とは, “相手の表情からマインドへの写像を学習すること”, マインドマッピングの相互適応とは, “お互いが相手の表情からマインドへの写像を学習すること” となる.

また, 後述する相互読心ゲームでは, お互いが相手のマインドを推定して, その推定結果に対して, 相手が当たっているか否かの評価を返してくれることになっ

ている。また、お互いの基本マインドも知っていることを前提としている。

よって、後は現在観測される相手の表情に対する相手のマインドが特定できれば、以下に示すような事例ベース学習により、エージェントは、ユーザのマインドマッピングを学習できる。

1. マインド状態 e を同定して、そのときの表情 x を CCD カメラで獲得し、 $e \Rightarrow x$ をサンプリングする。
2. 集められた $\{e \Rightarrow x, \dots\}$ を事例として、NN (Nearest Neighbor) 法で、 x から e を推定する。

一方、ユーザ側の学習は、ユーザが自由に行えることが望ましい。よって、本枠組みでは、ユーザの学習はユーザが任意に行うものとし、ユーザの学習に対して何ら制約やインストラクションを与えていない。

4 相互読心ゲーム

相手の表情からマインドを推定することを交互に行うゲームのことを相互読心ゲームと呼ぶ。その目的は、表情とマインドのペアの教示例を効率よく広範囲に収集することである。このゲームは、協調的であり、以下のようなルールで進む。

1. 相手の表出した表情に対して、その時の相手のマインドを推定できれば、推定したマインド名を相手に対して提示する。
2. 相手からマインド名を言われた場合は、言い当てに対する評価として、正しい、間違っているのいずれかを相手に伝える。エージェントの場合は、さらに正しいマインド名をユーザに提示する。
3. 上記の過程を、ゲームの終了条件を満たすまでユーザと擬人化エージェントが交互に行う。

擬人化エージェントとユーザのそれぞれが、相手の異なるマインドについて連続して一定回数以上正しく言い当てれば、ゲームは終了する。

5 実験

実際のシステムは、図3のようになる。ユーザはモニタ上に現れる擬人化エージェントをモニタし、エージェントの方は、ユーザを CCD カメラでモニタすることができる。後は、図中にも記述されている前述の協調的相互読心ゲームを行なうことにより、擬人化エージェントとユーザのマインドマッピングが相互に学習され、相互適応が実現される。なお、システム開発は、PC の VineLinux 上で、GTK+, Video4Linux API を使って行った。

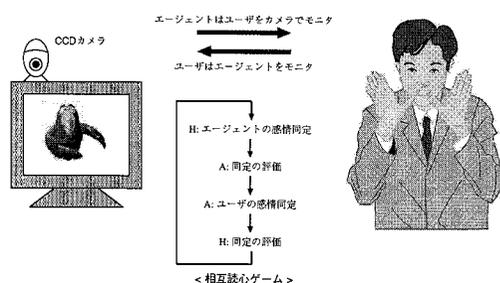


図3 マインドマッピングの相互適応システム

現在、人間とエージェントが、互いに相手のマインドマッピングを学習することで相互適応が実現されることを実験により確認している。

また、エージェントの感情遷移規則をランダムなものから、成功率の低い基本マインドに優先的に遷移する戦略的遷移規則にすることで、相互適応が加速されることがわかっている。

6 まとめ

本稿では、ユーザと擬人化エージェント間でのコミュニケーションを円滑かつ柔軟にするために、相手の表情からマインドを推定するマインドマッピングの相互適応の枠組を提案した。そして、そのような相互適応がうまく進むためのインタラクションとして、ユーザとエージェントが互いにマインドマッピングを学習しあう相互読心ゲームを設計した。今後は、本枠組みをもとに、人間とエージェントの相互適応に適したインタラクションの設計を進めていく予定である。また、擬人化エージェントとして (ヒューマノイド) ロボットにすることによる相互適用の変化についても調べたい。

参考文献

- [1] J. Bates. The role of emotion in believable agents. *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 7, pp. 122-125, 1994.
- [2] 石塚満. マルチモーダル擬人化エージェントシステム. システム/制御/情報, Vol. 44, No. 3, pp. 128-135, 2000.
- [3] S. Yamada and T. Yamaguchi. Acquiring emotion mappings through the interaction between a user and a life-like agent. In *Proceedings of the 9th International Conference on Human-Computer Interaction*, 2001.
- [4] 山田誠二, 山口智浩. 人間と擬人化エージェントによる感情マッピングの相互学習. 人工知能学会第52回知識ベースシステム研究会, 2001.