

異文化体験ゲームにおける社会適応エージェントの設計

Design of Social Adaptive Agents in Simulation Game of cross-cultural experience

大村英史^{1*} 片上大輔¹ 新田克己¹
Hidefumi Ohmura¹ Daisuke Katagami¹ Katsumi Nitta¹

¹ 東京工業大学 大学院総合理工学研究科

¹ Interdisciplinary s of Science and Engineering Institute of Symbiotic Science and Technology

Abstract: In this paper, we introduce social adaptive agents in Simulation Game of cross-cultural experience. Developing social adaptive agents, we have analyzed the learning of implicit rule that is one of the social skills used when humans adapt to the society. We confirmed that humans have acquired a implicit rule by appropriately doing "Notice" and "Behavior". We designed the agent which has three social adjustment stages by "Notice" and "Behavior", and tries adapting in each stage.

1 はじめに

近年、人間の生活をより快適にするために、さまざまな面でエージェントが人間の生活にかかわりつつある。しかしながら、人間とエージェントの関わり方の方法論は確立されていない。そのため、人間とエージェントの関わり方に焦点を当てたヒューマン・エージェント・インタラクション (HAI) [1] と呼ばれている研究領域は活発であり様々な研究がおこなわれている。HAIでは一対一のインタラクションとして考慮することが中心であったが、人間の活動する場を踏まえた社会的な活動について議論されるようになってきている [2, 3]。人間社会は、複数人で構成されているため、1対多、多対多について考慮する必要がある。我々は1対多に着目し、効率よく複数ユーザへの適応するエージェントの開発を行ってきた [4, 5]。しかし、社会を構成するメンバーの情報を利用することにより、個人適応を効率よく行うことを実現したが、社会への適応はできていない。

我々は、HAI 研究の一環として、エージェントが人間の社会へ適応できる「社会適応エージェント」を作成するために、人間が社会へ適応するとき利用する社会的スキルについて分析を行ってきた [6]。一般に、社会にはルールが存在し、社会に適応するためには、そのルールを獲得しなくてはならない。我々は、社会のルールの一つである暗黙のルールの獲得に関して調査を行い、人間は「気づき」と「振舞い」を適切に行う

ことで暗黙のルールの獲得していることが分かってきた。この知見を用いて、我々は社会適応のために「気づき」と「振舞い」を行い3つの状態に遷移することができるエージェントの設計を行った。このエージェントは、社会適応が必要な異文化体験シミュレーションゲーム *Online BARNGA* 上で活動できるように設計してある。本書ではこの社会適応エージェントの紹介を行う。

第2章では、社会適応エージェントに実装する社会へ適応するためのスキルを説明する。また、人間のその能力が観察できるシミュレーションゲームを紹介する。第3章では、社会適応エージェントの設計について説明する。最後に第4章でまとめる。

2 社会スキル：暗黙のルールの獲得

2.1 社会と社会スキル

社会の定義の一つに、合意に基づき社会的協力の理念と共通のルールを共有する人々からなる集団、というものがある [7]。なにも存在しない自然状態から、共に理念や共通のルールを規制として社会を形成していく。ここでポイントであることは、社会にはルールという規制が存在することである。

この社会とうまく接するための能力を測る基準として、いくつか考案されているものがある。例えば、ピーター・サロヴェイらは、EQ (Emotional Intelligence Quotient) [8] という概念を理論化したしている。EQは人間の知性の一つであり大きく二つに分かれている。一

*連絡先：東京工業大学
大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-J2-53
E-mail: ohmura@ntt.dis.titech.ac.jp

表 1: ルールの分類

種類	公表されている ルール	公表されていない ルール (暗黙のルール)
例	規則, 法律	マナー, 常識 不文律, 場の空気
特徴	一意に 決まっている	社会によって 異なる
獲得法	受動的	能動的

つ目は, 自分の感情を知り, 現実的な自己モデルを形成してそれを行動指針とする能力 (心内知性) である. 二つ目は, 周囲の人の同調し, 欲求を捉えて適切な行動をする能力 (対人知性) である. また, 近年, 精神科の病院で SST (social skills training) [9] と呼ばれるトレーニング方法が行われている. これは認知行動療法の一つであり, 社会的スキルのトレーニングである. 社会的スキルとは, 状況に合わせて, 言語的・非言語的行動を上手に用いて, 自分の気持ちや考えをうまく人に伝える能力のことである. EQ の対人知性と SST の社会的スキルは, 両方とも利害衝突の回避のための共通のルールを獲得する能力とも考えることができる. 本書では, この, 共通のルールの獲得に着目し, この能力のことを社会的スキルと呼ぶ.

2.2 暗黙のルールの獲得

人間が社会へ適応するためには, その社会の中での共通のルールの獲得が必要となる. ここで, 社会におけるルールを二つに分けてまとめる (表 1). 一つ目は, あらかじめ公表されている規則や法律などのルールである. このルールは一意に決まっていることが多く, 内容も公表されている. そのため, ルールの内容を直接教示として得ることができる. そのため, このルールの獲得は受動的である. 二つ目は, マナーや場の空気などの公表されていないルールである. このルールは, 社会毎に異なっており, 公表されていることは少なく, 自らの経験を通してルールを能動的に見つけなくてはならない. そのため, このルール獲得は公表されているルールの獲得に比べて難しいと考えられる. そこで我々は, 社会的スキルの一つである暗黙のルールの獲得する能力に着目する.

3 社会適応ゲーム

我々は, 社会的スキルの一つである暗黙のルールの獲得する能力に着目し観察を行った. この暗黙のルールを獲得が観察のために, 異文化体験シミュレーションゲーム *BARNGA* を基に *Online BARNGA* を作成した. ま

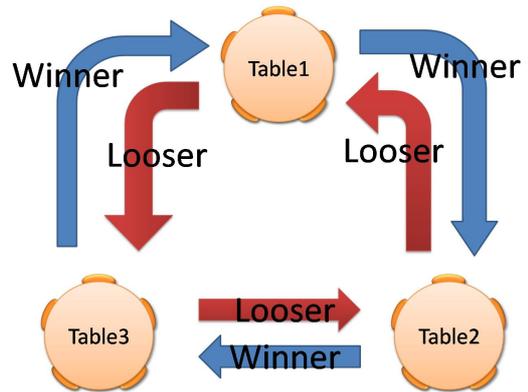


図 1: トレードの方法

ず *BARNGA* の説明を行い, 次に *Online BARNGA* の説明を行う. そして *Online BARNGA* を用いた実験の説明をして, そのゲームで得られた知見について説明を行う.

3.1 *BARNGA*

BARNGA [10] はシミュレーションゲームであり, 文化的差異を仮想的に体験することを目的としている. このゲームは, トランプのルールを文化と見立て, その違いに気がついたときの驚きをカルチャーショックとして体験する, としている.

ゲームの内容を説明する. ゲーム中はプレイヤー同士会話してはならない. このため, プレイヤー達は相手に自分の思っていることを, ジェスチャーなどを用いて伝えなくてはならない. まず, テーブルが複数存在し, 各テーブルに 4, 5 人のプレイヤーが着席する. 全員が席に着いたらルールが書かれた紙が配布され, 読み終わるとトランプゲームが開始される前回収される. そのため, ゲーム中はルールを参照することはできない. 同じテーブルに, 着席しているプレイヤー同士でトランプゲームを行う. ここでポイントなのが, 各テーブルのトランプゲームのルールが微妙に異なっていることである. 異なっている内容はカードの強さやゲームのターンの回し方などである. ある程度トランプゲームを行ったら, 各テーブルで, トランプゲームを中断して, テーブル内で最も勝っているプレイヤーと負けているプレイヤーがほかのテーブルのプレイヤーとトレードされる (図 reffig:trade.eps). トレード終了後, 各テーブルでトランプゲームを再開する. このとき, トレードされたプレイヤーは, 進行中のトランプゲームのルールと前にいたテーブルでのルールが異なっているため違和感を覚える. これをカルチャーショックと見立てている. そして, 周りの動きを観察したり, ジェスチャーなどを用いて意思疎通をしたりしながらトラ

ンプゲームを進めていく．これを異文化体験と見立てている．

3.2 Online BARNGA

Online BARNGA は, BARNGA をオンライン化し, 明快な勝者の決定方法と得点制を導入したものである．

オンライン化により, 各プレイヤーはクライアント PC からサーバ PC に接続しゲームを行う．クライアント PC は図 2 のようなインターフェースを操作するようになっている．サーバ PC にて, ゲーム中のプレイヤー状態 (手札, 場札, ランキングなど) や行為 (出したカード, 勝者の選び方など) の各データをログとして保存する．

また, 明快な勝者の決定方法により, 社会的な振舞いをデータとして取得できる．これを実現するために, 得点の導入をした．勝者決定にかかわる手続きと, 得点の変動の流れを以下に示す．

1. テーブルから一人親が選ばれる
2. プレイヤー全員カードを場に出す
3. 親が勝者を決定する
4. 勝者に Winner Point が入る
5. 子は親の決定にクレームをつけることができる
6. クレームをつけた子からクレーム賃として Expense Point を減点する
7. 親と勝者からクレームの量の割り引いた PenaltyPoint を減点する
8. クレームをつけた人はクレームの量の割り引いた Bonus Point を加点する

また, 得点の設定により, 一般的な BARNGA では見られないような偏った状況 (戦略的にルールに従わないなど) も作り出すことができるようになった．

3.3 人間同士の Online BARNGA の実験

我々は, 人間の暗黙のルールの獲得を観察するために, Online BARNGA を用いた実験を行った [6]．15 人の被験者がクライアント PC を操作して, ゲームを行った．この実験より, 人間は「気づき」と「振舞い」により暗黙のルールの獲得をしていることがわかった．この実験では, Online BARNGA の設定通り, トランプルールを暗黙のルールとして被験者が学習した．さらに, 得点の設定を調節することによりクレームの力を弱めることや, 勝者の地位を高める環境を作成した．

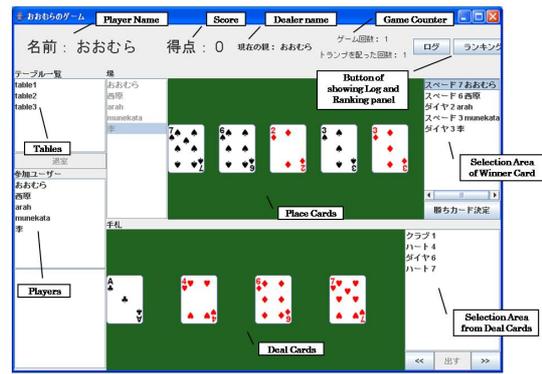


図 2: クライアント PC のインターフェース

表 2: 社会的な振舞いと気づきによる状態

	社会的		非社会的
	状態 1	状態 2	状態 3
気づき	暗黙のルールの存在に気づく		気づかない
振舞い	ルールに従う	従わない	

この場合, 戦略を暗黙のルールとして被験者が学習をした．このとき生成された戦略は, 「親のとき自分の出したカードを勝ちカードとする」と「他のプレイヤーと共にクレームをつけてボーナスポイントを獲得する」といったものである．今回, 提案する社会適応エージェントは, 戦略としての暗黙のルールも学習できるように設計をする．

3.4 「気づき」と「振舞い」

人間は暗黙のルールを獲得する際, 「気づき」と「振舞い」を行っている．この二つ行為により 3 つの状態を作っている．この 3 つの状態を `refl:societySelection` にまとめる．状態 3 は, 暗黙のルールが存在することに「気づかない」状態である．状態 2 は, 暗黙のルールが存在することに「気づいて」いるが, 暗黙のルールの内容を理解していないためルールにどおりに「振舞わない」状態である．状態 1 は, 暗黙のルールが存在することに「気づいて」おり, 暗黙のルールの内容を理解しルール通りに「振舞う」状態である．状態 3 は, 社会との関係が乏しく社会とは関係のない基準で行動をしているため, 社会性が低いといえる．一方, 状態 1 は社会の暗黙のルールを発見し獲得を行い, そのルールに従って行動しているため社会性が高いといえる．

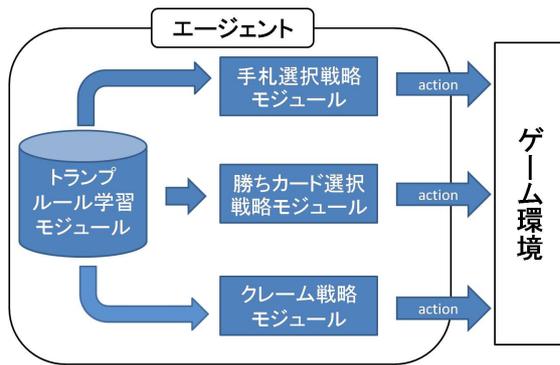


図 3: エージェントの各モジュール

4 社会適応エージェント

4.1 *Online BARNGA* で活動するための 4 つのモジュール

設計するエージェントは *Online BARNGA* 上で活動できるように設計をする。*Online BARNGA* では各プレイヤーは 3 つの行動を行う。それぞれの行動の学習および選択するために、各行動に対してモジュールを用意して設計を行う。またそれぞれの行動は、トランプルールに依存する（しない場合もある）。そのため、トランプルール生成部を各行動モジュールの上位に設計し、そのルールが下位のモジュールに流れるようにする。概要図を `reffig:agent.eps` に示す。各モジュールについて説明をする。

4.1.1 トランプルール学習モジュール

このモジュールは、各エージェントが持っているトランプルールを、学習することで生成する。学習は、ランク学習とスーツ（切り札）学習を独立して行う。学習システムは単純な強化学習を用いる。ランク学習では、A から K までの 13 種類において評価値を用意する。スーツ学習では、スペード、ハート、クラブ、ダイヤの 4 種類において評価値を用意する。評価値の最も大きいものが最も強いカードとする。評価値の更新は「クレームに対する点数」と「勝ちカード決定に対するクレームの数」で行う。また、テーブルに着いたときにトランプルールが与えられたときはそのスーツとランク評価値を最大まで上げるように更新を行う。

4.1.2 手札選択戦略モジュール

このモジュールは、エージェントが手札から場に出す札の選択を行う。*Online BARNGA* のトランプゲームにおいて、手札の選択は重要な戦略となる。しかし、

人間同士の実験において手札選択による戦略から暗黙のルールは発生しなかった。そのため、手札選択と暗黙のルールの獲得の関わりは小さいとみなし、手札戦略における学習の実装は行わずに、基本的な戦略ののっとして行動するように設計を行った。基本的な戦略の例は、強いカードは自分のターンが最後の時まで温存する、ターンが早い時は弱いカードを出す、などである。

4.1.3 勝ちカード選択戦略学習モジュール

このモジュールは、エージェントが親のとき、勝ちカードを選択する。勝ちカードの選択は、トランプルールに従い選択する方法と、戦略的にトランプルールに依存せず選択する方法が人間同士の実験で確認された。そのため、トランプルールに依存する選択と、戦略的な選択と両方が取れるように設計を行った。学習システムには XCS（クラシファイアシステム）[11] を用いる。これは生成されたルールを認識しやすく、他のエージェントと簡単に比較できるからである。また、入力情報の無視が簡単に実現できるからである。入力情報は、自分のターン（何番目か）、各プレイヤーの順位、各プレイヤーの順番、場札である。出力情報は、トランプルールに従う、またはどのカードを勝ちにするかである。トランプルールに従う、が出力された場合は、トランプルール生成部で生成されたトランプルールを用いて勝ちカードを選択する。学習は「勝ちカード決定に対するクレームの数」が入力されたときこの値を報酬として行う。

4.1.4 クレーム戦略学習モジュール

このモジュールは、エージェントが子のとき、親の決定に対してクレームをつけるか否かを選択する。このモジュールも、勝ちカード選択部と同様にトランプルールに従い選択する方法と、戦略的にトランプルールに依存せず選択する方法が人間同士の実験で確認された。そのため、トランプルールに依存する選択と、戦略的な選択と両方が取れるように設計を行っている。学習システムも勝ちカード選択部と同様に XCS（クラシファイアシステム）を用いる。入力情報は、各プレイヤーの順位、各プレイヤーの順番、場札である。出力情報は、トランプルールに従う、またはクレームをつけるか否かである。トランプルールに従う場合は、親の選択した勝ちカードと、このエージェントのトランプルール生成部で生成されたルールを用いて選択した勝ちカードが異なるときにクレームをつける。学習は「クレームに対する点数」が入力されたときこの値を報酬として行う。

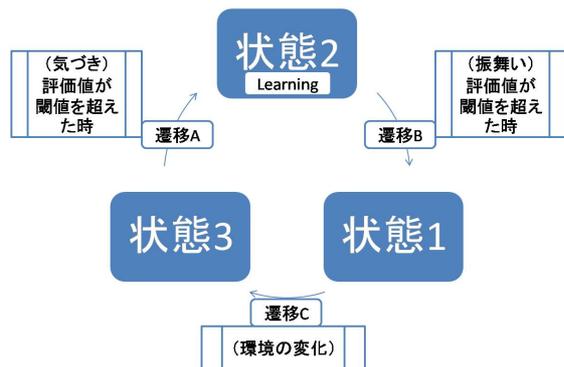


図 4: エージェントの状態遷移

4.2 エージェントの状態の設計

人間同士の *Online BARNGA* において、人間は暗黙のルールを獲得する際、「気づき」と「振舞い」により 3 つの状態をとることを確認した。状態 1 は、暗黙のルールを獲得し、暗黙のルールでゲームをおこなっている状態である。状態 2 は、暗黙のルールを学習する状態である。状態 3 は、暗黙ルールではないルールでゲームを行っている状態である。ここで状態 1 と状態 3 を比較してみると、状態 1 において保持しているルールは他のエージェントと同じルールであり、状態 3 において保持しているルールは他のエージェントと異なるルールである。つまり、状態 1 と 3 はエージェントの状態としては同じであり、保持しているルールが異なるだけである。そのため、学状態 1 と状態 3 は習終了状態としての設計をし、状態 2 では学習状態として設計を行った。状態 1 および状態 3 では、この状態に遷移したルールセットおよびそれに関する変数を保存し、それを基に行動を決定する。ただし、入力される報酬により変数は逐次更新される。状態 2 ではルールセットおよび変数は常に更新をし、更新後の値で行動を決定する。

また、状態の遷移を、状態 3 から状態 2 (遷移 A) と、状態 2 から状態 1 (遷移 B) と、状態 1 から状態 3 (遷移 C) とする。遷移 A および遷移 B は学習に依存されるため、閾値を設け、この値を超えた時に遷移する。遷移 C は周りのプレイヤーが保持するルールとの比較で遷移するので、自動的に遷移される。これらの状態遷移を図 4 に示す。設定された閾値の大きさで、遷移のされやすさが決まるため、人間の実験で得られた個人差が表現できる。

5 おわりに

人間は、社会へ適応するために暗黙のルールの獲得を行っている。これは明示されたルールと異なり獲得

が困難である。このとき人間は「気づき」と「振舞い」を用いて暗黙のルールを獲得している。これは社会へ適応するための人間の社会的スキルである。我々は、この「気づき」と「振舞い」を実装した *Online BARNGA* 上で活動する社会適応エージェントを設計した。これによりエージェントは社会的な 3 つの状態をとることができ、暗黙のルールを獲得ができる。

今後、このエージェントと人間の行動の比較を行い、*Online BARNGA* 上で、人間とエージェントの交えた社会的なインタラクションを実現していこうと考えている。

参考文献

- [1] 山田誠二. 人とロボットの 間 をデザインする. 東京電機大学出版局, 2007.
- [2] 片桐恭弘. ロボットの社会的知能. 情報処理, Vol. 44, No. 12, pp. 1233-1238, 2003.
- [3] 中島宏, 森嶋泰則, 山田亮太, S. Brave, H. Maldonado, C. Nass, 川路茂保. 人間 - 機械協調システムにおける社会的知性. 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No. 3, pp. 184-196, 2004.
- [4] 片上大輔, 大村英史, 安村禎明, 新田克己. 社会的インタラクションに基づくマルチユーザ学習エージェント (MULA). 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 17, No. 3, pp. 340-350, 2005.
- [5] 大村英史, 片上大輔, 新田克己. クラスタリングを用いたマルチユーザーニングエージェント (MULA-C). 人工知能学会論文誌, Vol. 22, No. 6, pp. 621-630, 2007.
- [6] 大村英史, 片上大輔, 新田克己. 社会的エージェントのための人間の社会スキルの分析と検討. 第 2 4 回ファジィシステムシンポジウム, 2008.
- [7] 藤川吉美. 合意形成論. 成文堂, 2008.
- [8] D. Goleman. *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. Bantam Dell Pub Group, 1995.
- [9] SST. <http://www.jasst.net/>.
- [10] S. Thiagarajan. *BARNGA: A Simulation Game on Cultural Clashes*. Intercultural Press Inc., 2006.
- [11] S. W. Wilson. Classifier fitness based on accuracy. *Evolutionary Computation*, Vol. 3, No. 2, pp. 149-178, 1995.