

感情認識を応用した人間 エージェントコミュニケーション

Human-Agent Communication with Emotion Recognition

大曾根 圭輔
Keisuke Osone

龔 唯益
Gong Weiyi

鬼沢 武久
Takehisa Onisawa

筑波大学大学院システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

This paper considers the emotion recognition model under various poker game situations and realizes a human-agent communication in a poker game. A human player plays a poker game in cooperation with the partner agent having the emotion recognition model. In a game, the partner agent presents some advices and various facial expressions according to human player's emotion recognized by the emotion recognition model and current game situations when a human player calls the agent for some advice on a game. This paper also performs subject experiments to confirm whether the communication between a human player and the partner agent is good or not, where each subject plays games with the partner agent having the emotion recognition model and with the partner agent not having the emotion recognition model.

1. はじめに

近年、ソフトウェアの発展、情報コンテンツやサービス等の充実から、人間とコンピュータとの関係が大きく変化しているが、コンピュータを扱いにくいものだと感じている人も依然、多くいる。そのため、人間の視点から見て、コンピュータがより親しみやすくなるのが望まれ、コンピュータと人間との新たなインタラクションが模索されている。最近では、人間と同じような挙動をする擬人化エージェント[森 03]の研究が活発になっており、また、人間がエージェントに対して、実際の人間同士のように自然なコミュニケーションを行うということも示されていることから[Reeves 96]、人間とコンピュータエージェントとのコミュニケーションも注目されている。

人間同士のコミュニケーションに目を向けてみると、言語的なコミュニケーションばかりでなく、ノンバーバルコミュニケーションも頻繁に行われている[原岡 92]。特に、ノンバーバルコミュニケーションの中でも顔表情を用いた感情の伝達は重要な要素である[竹原 04]。人間は相手がどのような感情であるかを推測し、相手が喜んでいれば一緒に喜び、また、悲しんでいれば慰めるなど、相手の感情に即した対応をすることで、より信頼的なコミュニケーションを行っている。こういった観点で人間とエージェントとのコミュニケーションを考えると、エージェントも、人間の感情を推測、認識しながらコミュニケーションをとることが望まれる。そのため、コンピュータによる人間の顔表情からの感情認識の研究も数多く行われている[Yoshiki 08][坂口 97]。しかし、人間の感情を推測するには、人間が置かれている状況を考慮することも重要である[加藤 00]。

本稿では、人間が置かれている状況としてポーカーを対象とし、ゲームが進行する中で、パートナープレイヤーである人間にコンピュータエージェントが、顔表情と併せてゲームに関するアドバイスを提示するという形でコミュニケーションを行う。顔表情が付加された、人間と協調するポーカーパートナーエージェ

ント[大曾根 09]はすでに構築されており、感情表現および認識に焦点を当てやすい。そこで、ポーカーパートナーエージェントに顔表情と状況による人間の感情認識という機能を付加し、人間とコミュニケーションを行う。

本稿では、人間とエージェントとの間で、人間同士のようなコミュニケーションを達成することを目的とする。そして、被験者実験を通し、提案するシステムが、感情認識機能がないシステムと比較して、有効なコミュニケーションを達成できているかどうかを検証する。

2. 感情認識モデル

図 1 に、本稿で提案する状況と顔表情からの感情認識モデルを示す。感情認識モデルは、画像処理部、表情からの感情認識部、表情と状況からの感情認識部で構成されている。ユーザの顔表情と状況の情報を入力とし、ユーザが感情をどの程度感じているかを出力する。本稿では、ユーザの感情を 6 つの基本感情「喜び、悲しみ、驚き、恐れ、怒り、嫌悪」[P. エクマン 87]を用いて、6 つの感情それぞれの程度を[0,1]の値で表現する。ここでは、感情とその程度を表す数値を対にして感情値と呼ぶ。

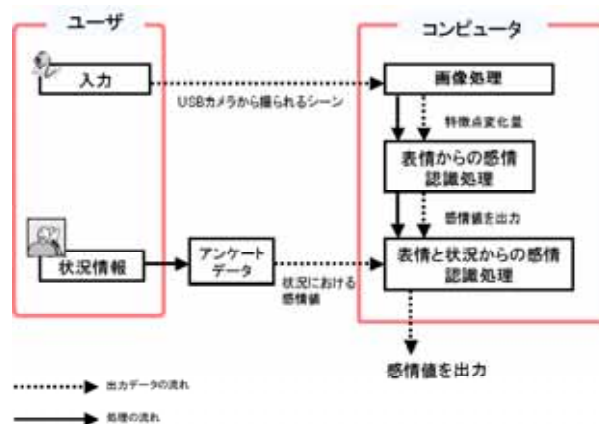


図 1 感情認識モデル

連絡先: 大曾根圭輔, 筑波大学大学院システム情報工学研究科鬼沢研究室,
〒305-0005 茨城県つくば市天王大 1-1-1,
Tel:029-853-5060, Fax:029-853-6471,
E-mail:kfukuda@fhuman.esys.tsukuba.ac.jp

2.1 画像処理

本稿における画像処理部分では、OpenCV[奈良先端技術大学院大学 07]のソースを用いて、USB カメラからプレイヤーの顔をキャプチャする。次に、検出される顔から各パーツ(眉、目、鼻、口)を取り出すため、OpenCV 中の Sobel フィルタと色変換の方法を使い、ノイズを除くために画像を平滑化処理した後、二値化し余分な背景を除去して各パーツ(眉、目、鼻、口)を自動的に抽出する。その後、検出される顔パーツから 2 値化される画像に対して白の画像値から黒へ、および黒の画像値から白への変化部分をコーナーとして抽出する。本稿においてコーナーは眉に 4 点、目に 4 点、鼻に 2 点、口に 3 点の合計 13 点を取り出し、これらの点を特徴点と呼ぶ。

本稿では、変化する表情の各特徴点と、無表情の各特徴点の座標値との差をとり、特徴点変化量とする。画像処理の流れを図 2 に示す。

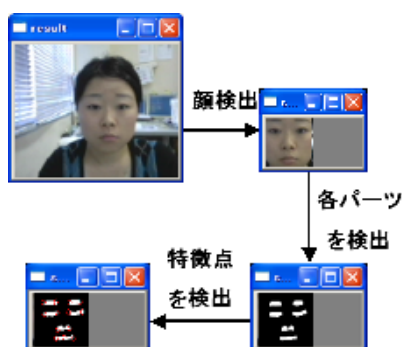


図 2 画像処理の流れ

2.2 顔表情からの感情認識モデル

本稿において、顔表情からの感情認識モデルは、階層型ニューラルネットワーク(N.N.)を用いて構築する。顔表情の 13 個の特徴点の変化量を入力とし、6 つの感情値を出力とする。

2.3 顔表情と状況からの感情認識モデル

認識された感情をコミュニケーションに応用するためには表情認識だけでは不十分であり、状況認知による意味づけの要因を考慮することで、多様な感情の変化を説明できる[高橋 02]。そこで、本稿では、顔表情認識モデルに、人間の置かれている状況という要素を加え、感情認識モデルを構築する。

(1) 状況における感情値

全ての状況情報を考えることは不可能なため、状況情報を直接扱わずに、その状況に置かれた人が感じる感情を考慮することによって状況を扱うことにする。つまり、現在おかれている状況で、6 感情のうち、どの感情をどの程度感じるかを感情値として表現する。本稿ではポーカーを対象にしているためポーカーのゲームの状況においてどのような感情を、どの程度感じるかで表現する。

(2) 顔表情と状況からの感情認識

顔表情からの感情認識処理部分と同じ 3 層型 N.N. を用いることで顔表情と状況からの感情認識処理を行う。

図 1 に示すとおり、感情認識モデルの入力は 2 つの部分で構成される。1 つは表情からの感情認識モデルの出力で、もう 1

つは状況における感情値であり、合計 12 個の入力である。そして、6 つの感情値が出力される。

3. ポーカーパートナーエージェント

提案した感情認識モデルをポーカーパートナーエージェント[大曾根 2009]に応用し、人間 エージェントコミュニケーションを達成することを考える。

3.1 パートナーエージェント

本稿では、ポーカーゲームをコミュニケーションの対象の場とし、感情認識モデルを応用することを考える。

パートナーエージェントはゲーム状況から、意思決定を行い、事前に構築した感情生成データベースの情報を参照し、エージェント自身の感情を生成する。その後、2 章で提案した感情認識モデルを用いて、ゲームの状況とパートナープレイヤーの顔表情からプレイヤーの感情を推定する。そしてパートナープレイヤーの感情に応じてエージェントの顔表情、およびアドバイスを变化させ、パートナープレイヤーに提示する。

3.2 予備実験

2 章で述べた感情認識モデルをポーカーに応用するために、顔表情からの感情認識モデル、および状況を考慮した場合の感情認識モデルを構築するために予備実験を行う。

(1) 顔表情からの感情認識モデル

顔表情と感情の関係をモデル化するために、アンケートによる予備実験を行う。アンケートには図 3 のようなインターフェースを用いる。アンケートデータを収集する際、被験者には動画で無表情から変化する顔表情を提示する。この動画は線形モーフィング手法[竹原 04]を用いて、1 秒間 25 フレームで作成する。図 3 中の は無表情を示しており、 は変化後の顔表情である。

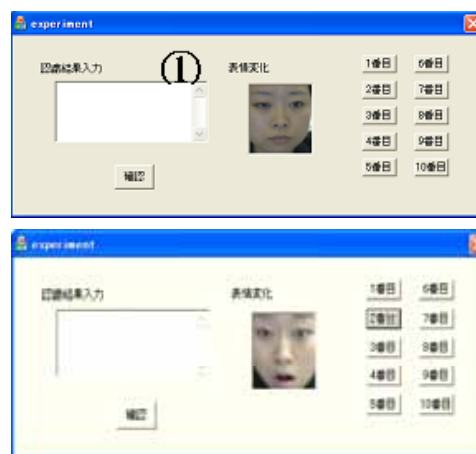


図 3 顔表情からの感情認識のための予備実験インターフェース

被験者は大学院生 6 名(男性 5 名、女性 1 名)で、図 3 のインターフェースに示される変化する顔表情を見て、どの感情(喜び、悲しみ、驚き、恐れ、怒り、嫌悪)をどの程度(強く感じる、感じる、やや感じる、感じない)感じるかを回答する。ただし、どれも感じない場合、無表情であると回答する。

そして、得られた被験者のアンケートデータを用いて N.N の学習を行う。N.N の入力として顔の 13 個の特徴点の変化量を用い、出力を 6 つの感情値とする。

(2) 状況からの感情認識モデル

ゲームの状況を感情値に変換するためのモデルを構築する予備実験を行う。大学生及び大学院生 5 名(男性 3 名, 女性 2 名)に、ポーカーゲームを実際にプレイしてもらう。そして、ゲームを進めながら、提示されるゲームの局面を見てどの感情をどの程度感じるかを回答してもらう。ゲーム局面に用いられているパラメータは 1)勝率, 2)勝率の変化分, 3)ターン, 4)賭け金, 5)プレイヤーの持ち金, 6)勝敗である。被験者はゲームを進めながら、どの感情をどの程度感じるかを回答する。

(1)の予備実験と同様に得られた被験者のアンケートデータを用いて N.N の学習を行う。N.N の入力としてゲームの局面でのパラメータを 6 個用い、出力を 6 つの感情値とする。

(3) 顔表情と状況からの顔表情認識モデル

顔表情と状況からの顔表情モデルを構築するために、大学院生 6 名(男性 5 名, 女性 1 名)の被験者のアンケート結果(違和感があると評価されたデータを除く)をもとに 3 層型 N.N を構築する。N.N の入力には、感情認識モデルの出力と状況における感情値の合計 12 個を用い、出力は 6 つの感情値である。図 4 に顔表情と状況からの顔表情認識モデルの構造を示す。

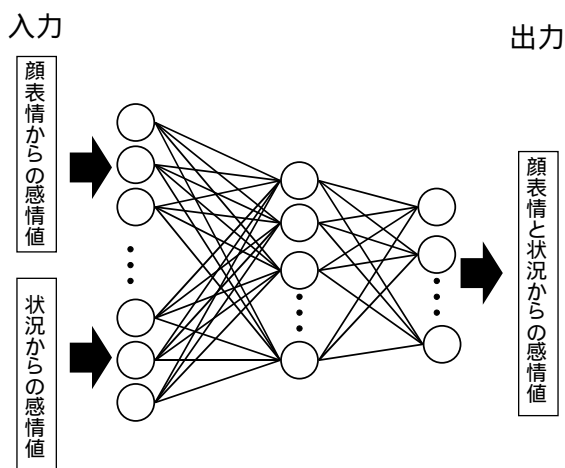


図 4 顔表情と状況からの顔表情認識モデルの構造

4. 被験者実験

被験者実験を通して、感情認識モデルを応用したパートナーエージェントの有効性を検証する。

4.1 実験内容

被験者はポーカープレイングシステムを相手に感情認識機能があるパートナーエージェント、感情認識機能がないパートナーエージェントと組んでそれぞれを 20 ゲームずつ行う。被験者によって、上記 2 種類の実験の順番は変更する。また、被験者には 2 種類の実験で使うエージェントの両方に感情認識機能があると伝えてある。実験後にアンケートを行い、被験者がパートナーエージェントに対してどのような印象を持ったのかを調べる。実験は大学生、大学院生 10 名(男性 6 名, 女性 4 名)に対して行う。

4.2 エージェントへの評価

エージェントを被験者に評価してもらうために、実験後にアンケートを行い、感情認識機能があるパートナーエージェントと感情認識機能がないパートナーエージェントそれぞれに対してどのような印象を持ったのかを調べる。両方のエージェントに対して同じ質問をする。また、質問文ではパートナーエージェントをパートナーと呼んでいる。質問は、

- パートナーとの対話の流れはスムーズだったか
- パートナーに対して親しみを感じたか
- 顔表情を認識することでエージェントの顔表情やコメントが変化したと思うか?
- パートナーとの間にコミュニケーションが成り立っていたと思うか

の 4 個の質問で、以下の 7 段階で評価してもらう。

(3. 非常にそうだと思う 2. そうだと思う 1. ややそうだと思う 0. どちらでもない -1. あまりそう思わない -2. そう思わない -3. 全くそう思わない)

エージェントに対する評価の被験者間での平均を表 1 に示す。表中では感情認識機能があるパートナーエージェントへの評価を「感情認識機能あり」、感情認識機能のないパートナーエージェントを「感情認識機能なし」と記述している。

感情認識機能があるエージェントの場合と、ないエージェントの場合の評価を比較するために、4 つの質問それぞれに対して、ウィルコクソンの順位符号検定を行った。その結果、4 つの質問すべてで、5% 有意となり、「感情認識機能があるのエージェントと感情認識機能がないエージェントとの評価に差がない」という帰無仮説は棄却された。そのため、感情認識機能があるエージェントのほうが、ないエージェントと比べて、被験者との有効なコミュニケーションが達成できているといえる。

表 1 エージェントへの評価

	質問			
	a	b	c	d
感情認識機能あり	1.9	1.8	1.2	1.0
感情認識機能なし	0.9	0.4	0.1	-0.1

4.3 対話の例

被験者 A のパートナーエージェントとの対話の例を図 5 に示す。

第 2 ターン目の時点では局面が強いかわ弱いかははっきり判断しにくい、エージェントは同じ局面で、1 ターン目と比べて、手役に進展がなかったため、エージェントは状況から「悲しみをやや感じる」という感情値を得ている。しかし、手役ですでにワンペアの役ができているため、被験者 A は図 5-(a)の表情をしており、感情認識モデルは「喜びをやや感じる」という結果を出力している。この場合、被験者 A とエージェントは異なる感情値を持っているが、ゲームも序盤で差し迫った状況でもなく、さらに、エージェント自体の感情も強くないので、被験者 A と共感を得るため、被験者と同じ、「喜びをやや感じる」という感情の顔表情を出力している。さらに、「序盤です。今のところ有利か不利か判断がつかない状況です。Bet してゲームを続ける方がいいかもしれない」というソフトなアドバイスを出している。

4 ターン目にクラブの Q が配られた際には手役がワンペアよりも進まず、エージェント自身は状況から「無表情」という感情値を得ている。また、被験者 A は図 5-(b)のような表情をしており、

感情認識モデルはエージェントと同様に「無表情」という感情認識結果を出力している。このままでは、互いに「無表情」という結果になってしまう。しかし、人間同士のコミュニケーションでは、互いに無表情の場合は、どちらか微笑むことが多いと考えられる。また、ゲームの状況も良くも悪くもないため、エージェントは場の雰囲気や和ませるために、「喜びをやや感じる」という感情値の顔表情を出力している。また「ゲームも中盤ですね。今のところ有利か不利か判断がつかない状況です。ゲームを続ける方がいいかもしれません」というアドバイスを出力している。

を感じる、驚きをやや感じる」という感情認識結果が出力されている。そして、パートナーエージェント自身の感情は「喜びを感じる」であるため、被験者 A の感情値推定結果から、被験者の感情に合わせて、最終的に「驚きを感じる、喜びを感じる」という感情値の顔表情を出力し、「あなたのハンドはツーペアです。ゲームも後半です。おそらくかなり有利な状況です。Bet してゲームを続ける方がいいかもしれません」というアドバイスを提示している。

5. おわりに

本稿では、人間 エージェントコミュニケーションを達成するために、ポーカーを対象にして、感情認識を応用したパートナーエージェントを構築した。感情認識に関して、顔表情だけではなく、ゲームの状況も考慮することで、より、ユーザの感情を反映できるようにした。また、人間 エージェントコミュニケーションが達成できているかを確認するために、被験者実験を行った。感情認識機能がないエージェントと実験後のアンケートを比較したところ、感情認識機能を付加したエージェントのほうがコミュニケーションを達成できていることがわかった。

今後の課題として、ポーカーゲーム以外の複数の異なる対象で人間 エージェントコミュニケーションへ感情認識機能を応用すること、対話の仕組みを取り入れることで双方向のコミュニケーションを実現することなどが考えられる。

参考文献

- [森 03] 森 純一郎, Prebdubger Helmut, 土肥 浩, 石塚 満: 生体情報を用いた擬人化エージェントの有効性評価, 電子情報通信学会総大会, 2003.
- [Reeves 96] Reeves and Nass: The Media Equation, Cambridge University Press, 1996.
- [原岡 92] 原岡一馬: 人間とコミュニケーション, ナカニシヤ出版, 1992.
- [竹原 04] 竹原卓真, 野村理朗: 「顔」研究の最前線, 北大路書房, 2004.
- [Yoshiki 08] Yoshiki Sato, Tsutomu Miki: Multimodal Extraction from Facial Expressions and Voice, and Its Multi-core Processor Implementation, SCIS&ISIS, 2008.
- [坂口 97] 坂口 竜己, 森嶋 繁生: 画像の 2 次元離散コサイン変換を利用した実時間顔表情認識, 電子情報通信学会論 D-II, vol. J80, pp1547-1554, 1997.
- [加藤 00] 加藤 慎司, 鬼沢 武久: 表情認識の状況依存について, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2000 論文集, pp461-464, 2000.
- [大曾根 09] 大曾根 圭輔, 鬼沢 武久: ユーザに親近感を持たせるポーカーパートナーエージェント, 日本知能機能ファジィ学会誌 vol.21, No.6, pp.1127-1142, 2009.
- [P.エクマン 87] P.エクマン, W.V.フリーゼン: 表情分析入門 表情に隠された意味を探る, 誠真書房, 1987.
- [奈良先端科学技術大学院大学 07] 奈良先端科学技術大学院大学: OpenCV プログラミング, 奈良先端科学技術大学院大学著, 2007.
- [高橋 02] 高橋雅延・谷口高士: 感情と心理学, 北大路書房, 2002.



(a) 2 ターン目の被験者とエージェントの顔表情



(b) 4 ターン目の被験者とエージェントの顔表情



(c) 5 ターン目の被験者とエージェントの顔表情

図 5 対話の例 (被験者 A)

第 5 ターン目に進むと、ダイヤの 7 が配られ、手役はツーペアになり、図 5-(c)の顔表情から、被験者 A の感情として「喜び