

親しみやすい対話エージェントのための対人感情を導入したエージェントモデル

An Agent Model Introducing Interpersonal Sentiments toward Friendly Communication Agents

福田 和彰 † 加藤 昇平 †
Kazuaki Fukuta Shohei Kato

1 はじめに

近年、計算機と対話的にコミュニケーションを取る機会が増えている。特に、ユーザが一方的に情報を探すのではなく、人間のように振る舞うコンピュータ・エージェントとの対話を通して目的を達成するアプリケーションが増加している。このようなシステムではエージェントの親しみやすさが重要となる。Elliott[1]は、人間は非生物的オブジェクトと比べて生物的キャラクターに対してはコミュニケーションの困難さに対して寛容である、と報告している。彼らはこの理由の一つは、人々が非生物オブジェクトには常に厳格に自然の法則に従うことを期待してしまうのに対し、生物体についてはそれが内的で不明瞭な動機に従うこともあるということに慣れているためであろうと考えている。このことから、親しみやすいエージェントはインタラクションをより滑らかで低ストレスなものにできると考えられる。また、スマートデバイスの普及に伴い、Google アシスタントや Apple の Siri, Amazon のアレクサのように、日常のかつ長期間に渡って使用されるアプリケーションが増えている。このような状況下で、個人を認識でき、また個人に合わせて変化するようなコミュニケーション・エージェントが益々必要とされている。

この目的に向けて様々な手法が提案されている。目良ら [2] は観光案内システムに感情生成モデルを組み込み応答を変化させる手法を提案している。伊藤ら [3] は対話者好感度と気分状態を持ち、その遷移傾向によってエージェントを個性化する手法を提案している。しかしながら、これらの手法はエージェントの短期的な変化しか考慮していない。これに対して以前我々は、エージェントが常に抱えている嗜好を対話を通して更新する手法を提案した [4]。それを踏まえて本稿では新たに、対人感情を持ったエージェントモデルを提案する。対人感情は、エージェントの言動に一貫性をもたせるとともに、経験の蓄積によって長期的なスパンでの変化を生む。また、対話する個人ごとに持つ感情要素であるため、個人ごとに帰属させる効果も期待できる。本稿では、感情モデル及び計算手法の提案、アプリケーションへの実装、対話実験に関して記す。

2 提案システム

はじめに、Fig. 1 に開発したアプリケーションのスクリーンショットを示す。中央には対話の履歴が表示されている。ユーザは下部の選択肢を選ぶことで発言を行う。右側にいる仔猫のようなキャラクターが対話エージェントである。このキャラクターはエージェントの情動に基づいて様々な表情を見せる。

感情には喜び、怒りなど一時的で急激な感情(情動)と好意や嫌悪のような基底的で持続的感情(感情傾向)とがあり、特に对人的感情傾向を対人感情(Interpersonal Sentiment)と呼ぶ。例えば、人が他者に怒りの情緒をぶつける場合、単純な情動モデルではその他者に対して嫌悪や敵意を持っていると推測できる。しかし、現実の人間関係ではそうとは限らない。親が子を叱る場合を考えると、怒っているという現在の情緒とは別に、子に対して愛情を持ち続けている場合が多い。この場合、表面的な感情である怒りが情動であり、基底に流れている感情である愛情

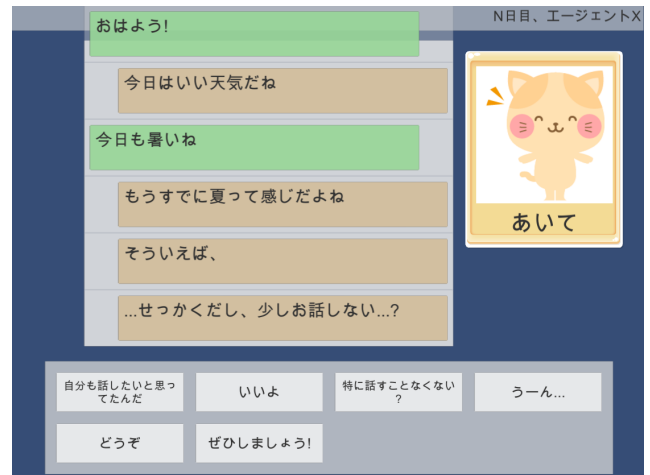


Fig. 1 A screenshot of the proposed system

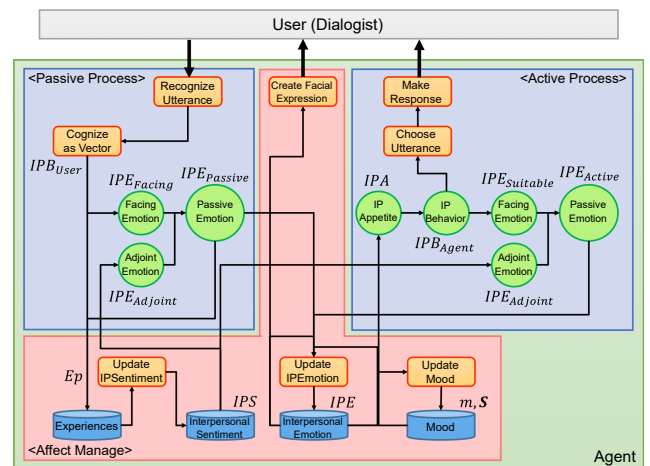


Fig. 2 The Communication Agent Model

が感情傾向にあたる。このように、感情傾向の概念を導入することによって、より複雑で人間的な感情モデルを実現できると考えられる。そこで本研究では、対人感情を持ち更新するエージェントモデルを提案する。Fig. 2 に提案するエージェントモデルの概要を示す。本モデルは情動、気分、対人感情を持つ。

また、我々は、本モデルに基づいたエージェントとの会話アプリケーションを開発した。このアプリケーションでは、エージェントはユーザとの会話を通して情動、気分、対人感情を更新する。会話の掛け合いは以下のようなステップから成る。

1. ユーザが何らかの発言をする。
2. エージェントはユーザが何と発言したか認識する。
3. エージェントはユーザに対して抱いている対人感情とユーザの発言に基づき、対人情緒を計算する。

† 名古屋工業大学, Nagoya Institute of Technology

Table. 1 A Dialogue Example

No.	Utterer	Utterance
1	Agent	今度遊びに行かない?
2	User	うーん面倒だなあ
3	Agent	キミの行きたいところでいいからさ、 どうかな?
4	User	しょうがないなあ
5	Agent	やった!楽しみだなあ
6	Agent	そういえば、
7	Agent	... お腹空いたな...
8	User	どこか食べに行こうか
⋮	⋮	⋮

4. エージェントは対人情緒に基づき情動を計算する.
 5. エージェントは情動に基づき気分を更新する.
 6. エージェントは情動に基づき表情を表出する.
 7. エージェントは対人情緒に基づき対人欲求を生起する.
 8. エージェントは対人欲求に基づき発言を選択する.
 9. エージェントは発言するとともに対人情緒を生起する.
- また, Table. 1 に会話の例を示す.

3 提案手法

3.1 感情

「情動 (Emotion)」「気分 (Mood)」「感情傾向 (Sentiment)」は感情 (Affect) の下位概念である. 情動は, 喜びや怒りなどの激しく一過性の感情プロセスであり表情を伴うものとされている [8][9][10]. 気分は, 弱いが比較的持続する感情状態であり, 情動を抑えたり許したりして調節しているものとされる [11]. 感情傾向は好意や嫌悪, 尊敬といった持続性の感情構造であり, 常に抱いているものである [12]. 特定の個人と結びついた感情傾向を「対人感情」と呼ぶ. また, 本稿では, 情緒について対人方向性を考慮したものを対人情緒, 考慮しないものを情動として区別し, 表情は情動によって決定されるものとする.

3.2 対人場面における感情

感情傾向は心的構造の一種であり, 認知的要素と情緒的素因とが結合した統一体で, 全体が一つのシステムとして機能しており, 変化しつつも持続される組織体とされている [13]. 一方, 情緒は心的プロセスであり, あくまで一過性の出来事である. 齋藤 [14] は Fig. 3 に示す円環モデルを提案している. このモデルに基づき, 対人感情を好意-嫌悪と優位-劣位の二次元ベクトルとして定義する. 同様に, 対人情緒, 対人欲求, 対人行動についても 2 次元ベクトルで定義する. 以下, ユーザの発言を受ける対人対応過程とユーザに向けて自身が発言する対人行動過程に分けて, それぞれの場合におけるエージェントの感情更新プロセスを説明する.

3.2.1 対人対応過程

対人対応過程は以下の 3 ステップからなる.

1. ユーザ発言の認識
2. 対人対応情緒の生起
3. 対人感情の更新

はじめに, ユーザ発言認識ステップでは, ユーザの発言を対人行動ベクトル IPB_U に変換する. 本稿で実装したアプリケーションではユーザの発言は選択式で行うため, 選択肢ごとに事前に定義された対人行動ベクトルを読み出す. 続いて, 対人対応情緒を生起する. 対人対応情緒とは他者から何らかの行動を受けた際に感じる情緒であり, 対話相手に対する対人感情に基づく随

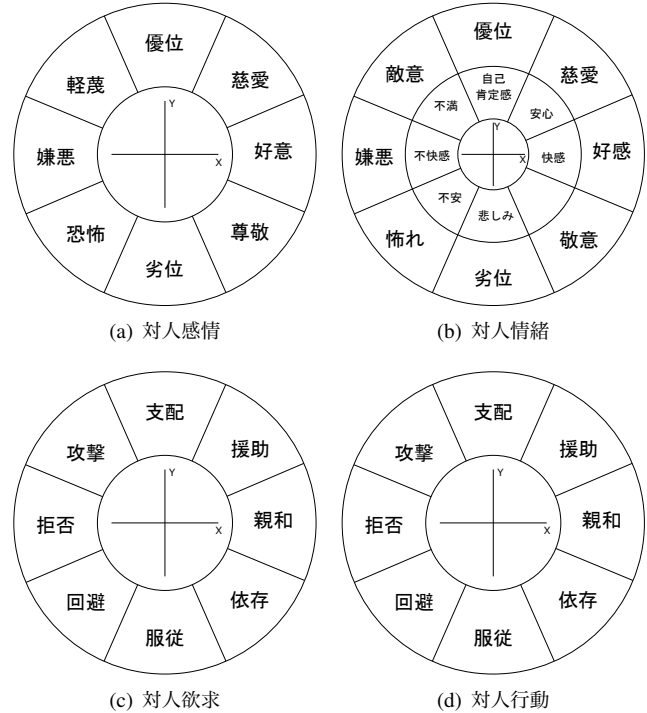


Fig. 3 The Circumplex Models of Interpersonal Affects

伴情緒 $IPE_{Adjoint}$ と相手の対人行動に基づく相対情緒 IPE_{Facing} から成る. 人間は他者に対して期待する行動をいくつか持っており, それらはその他者に対する対人感情に基づいて決定される. その期待する行動群を予期的行動目録と呼ぶ. Fig. 3 に基づいて考えると, 対人感情と好意-嫌悪軸方向は同じで優位-劣位軸方向に反転させたグループが主な予期的行動となり, その隣接 2 群の行動も予期される. 相手が実際にとった行動がこの予期的行動目録に該当しなかった場合, ネガティブな情緒を感じる. 情緒にはポジティブなものとネガティブなものが存在する. 随伴情緒の場合敵意, 嫌悪, 怖れの 3 種, 相対情緒の場合は同じ 3 種に劣位を加えた 4 種がネガティブな情緒に該当する. 随伴情緒と相対情緒のいずれか一方でもネガティブな情緒だった場合, ネガティブな情緒を感じるとされる (ネガティブプライオリティ仮説). 以上の性質に基づき, 対人対応情緒を以下のように計算する.

$$IPE_{Passive} = \begin{cases} IPE_{Suitable} & (|IPE_{Adjoint}| = 0) \\ IPE_{Adjoint} & (|IPE_{Suitable}| = 0) \\ IPE_{Suitable} & (IsMargin(IPE_{so}, IPE_{ad})) \\ IPE_{Adjoint} & (IsNegative(IPE_{Adjoint})) \\ IPE_{Suitable} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (1)$$

最後に, 対人感情を更新する. ある人物の行動とそれを認知したとき自身の中に生じた情緒の組み合わせを一つの経験と考える. 似通った経験を繰り返したり, あるいは強烈な情緒を伴う経験をする, その人物と情緒が直接結びつき, その人物と居合わせたり思い浮かべるだけで結びついた情緒が生起するようになる. これが感情傾向の形成過程である. エージェントはユーザから受けた行動とその時感じた情緒のペアを記憶し, その経験の系列から対人感情を計算する. 本手法では経験 Ep_i を人物 P_i , 対人情緒 IPE_i の組とし, 人物 P に対する対人感情 IPS_P を以下の式で定義する.

$$IPS = \frac{\sum_{i=0, P_i=P}^n IPE_i}{\sum_{i=0, P_i=P}^n} \quad (2)$$



Fig. 4 Agent's Emotional Space[3]

また、経験の記憶は徐々に薄れていく。忘却率 β を用いて以下で定義する。

$$E_p \leftarrow E_p \cdot \beta \quad (3)$$

3.2.2 対人行動過程

The active process comprises the following three steps.

1. 対人欲求 (Interpersonal Appetite) の生起
2. 発言の選択
3. 対人行動 (Interpersonal Behaviour) 情緒の生起

はじめに、対人情緒に基づいて対人欲求を生起する (欲求随伴仮説)。

$$IPA = IPE \quad (4)$$

続いて、対人欲求に基づいて行いたい対人行動ベクトルを求め、文脈に合う中でそれに最も近い発言を選択し、発言する。最後に、対人行動情緒とは他者に対して何らかの行動を行う際に感じる情緒であり、対人感情に基づく随伴情緒と自身の対人行動に基づく相応情緒から成る。対人対応時と同様に、随伴情緒と相対情緒のいずれか一方でもネガティブな情緒だった場合、ネガティブな情緒を感じる。以上に基づき、対人対応情緒を以下のように計算する。

$$IPE_{Active} = \begin{cases} IPE_{Facing} & (|IPE_{Adjoint}| = 0) \\ IPE_{Adjoint} & (|IPE_{Facing}| = 0) \\ IPE_{Adjoint} & (IsNegative(IPE_{Adjoint})) \\ IPE_{Facing} & (otherwise) \end{cases} \quad (5)$$

3.3 対人方向性のない感情概念

対人方向性を持たない感情概念として、情動、気分、表情がある。これらの実現においては伊藤ら [3] の手法を採用した。以下にその概要を示す。詳細については文献 [3] を参照のこと。

本稿では、情動は激しく一時的な感情状態であり、表情を伴うものと定義する。一方、気分は比較的弱く持続的な感情状態である。Russell[7] は Fig. 4 に示す、感情円環モデルを提案している。このモデルに基づき、情動を「快-不快」「覚醒-眠気」の2次元ベクトルで表す。提案手法では、対人情緒が生起する度に



Fig. 5 Expressions

情動生起、気分更新、表情表出を行う。情動の2次元ベクトルのうち、快-不快は対人情緒の好意-嫌悪を、対人方向性を無視して捉え直したものであると言える。覚醒度は対人情緒の変化量 ΔIPE と経過時間 Δt に基づく以下の式で更新する。

$$\Delta Ar = ZS \text{tim}(\Delta IPE) - ETired(\Delta t) \quad (6)$$

$$Ar \leftarrow \begin{cases} 1 & (Ar + \Delta Ar > 1) \\ -1 & (Ar + \Delta Ar < -1) \\ Ar + \Delta Ar & (otherwise) \end{cases} \quad (7)$$

最後に、後述のように気分によって調整される。

また、同モデルの2次元平面上の各象限に対応する4つの気分状態を定義する。気分は情動の蓄積によって4状態間を遷移するとともに、現在の状態に反する情動を抑制する [8][9][10]。

表情は情動 $E(r, \theta)$ に基づいて、Table. 2 の通り決定される。5 にエージェントの表情を示す。

4 実験

提案手法の搭載によるエージェントの親しみやすさ向上への影響を評価するため実験を行った。

Table. 2 Expressions

$r < 0.1$	PLACID
$0 \leq \theta < 27$	GLAD
$27 \leq \theta < 53$	DELIGHTED
$53 \leq \theta < 90$	EXCITED
$90 \leq \theta < 120$	ALARMED
$120 \leq \theta < 155$	ANGRY
$155 \leq \theta < 195$	DISTRESSED
$195 \leq \theta < 225$	SAD
$225 \leq \theta < 270$	DROOPY
$270 \leq \theta < 305$	SLEEPY
$305 \leq \theta < 344$	RELAXED
$344 \leq \theta < 360$	PLEASED

Table. 3 The adjective pairs

Negative	Positive
知性がない	知性がある
対話者を認識していない	対話者を認識している
感情がない	感情がある
機械らしい	生物らしい
対話が成立しない	対話が成立する
友人にしたいくない	友人にしたい
親しみを感じない	親しみを感じる
楽しめなさそう	楽しめそう
話したくない	話したい
嫌い	好き
もう会いたくない	また会いたい
共感がもてない	共感が持てる
感じが悪い	感じが良い
仲良くなれなさそう	仲良くなれそう
冷たそう	温かそう
気が利かない	気が利く
不真面目そう	真面目そう
単純な	複雑な
退屈な	面白い

4.1 実験設定

対人感情を持つ IPS と持たない NoIPS の 2 種類のエージェントを用意した。被験者には各エージェントの差異については伝えず、各エージェントとの 30 ターンの会話を 3 日間繰り返して行った。被験者は毎日の会話終了後評価を行った。エージェントは 3 日間とも同じ個体であり記憶を引き継いでいる。なお、対話する順序による影響を除くために被験者を 2 グループに分け、それぞれ異なる順番でエージェントと対話を行った。

感性評価には SD 法 [15] を用い、質問紙は 19 の形容詞対に関して 5 段階で評価する形式とした。形容詞対のうち 15 個は、親しみやすさに関係する因子を持つと報告されたものを用いた [16][17]。Table. 3 に本実験で使用した形容詞対を示す。

現在 4 名の被験者に対して実験を行っている。今後被験者を増やし、結果の分析を行う。

5 おわりに

計算機との対話を滑らかで低ストレスでかつ楽しめるものにするために、親しみやすいコンピュータ・エージェントの需要が高まっている。我々は、対人感情を持ったエージェントモデルを提案する。対人感情は、エージェントの言動に一貫性をもたせるとともに、経験の蓄積によって長期的なスパンでの変化を生む。本稿では、感情モデル及び計算手法の提案、アプリケーションへの実装、対話実験に関して記す。今後、実験を進め結果の分析を行い、提案手法の有効性を評価・確認する。

参考文献

- [1] C. Elliott, Components of two-way emotion communication between humans and computers using a broad, rudimentary, model of affect and personality, *Cognitive Studies: Bulletin of the Japanese Cognitive Society*, vol.1, No. 2, pp. 16–30, (1994).
- [2] 目良和也, 市村匠, 黒澤義明, 竹澤寿幸, 情緒計算手法と心的状態遷移ネットワークを用いた音声対話エージェントの気分変化手法, *日本知能情報ファジィ学会誌*, vol.22, No. 1, pp. 10–24, (2010).
- [3] C. Itoh, S.Kato, and H. Itoh, Mood–transition–based emotion generation model for the robot’s personality, In *SMC, IEEE International Conference*, pp. 2878–2883, (2009).
- [4] 福田和彰 加藤昇平, 親しみやすい感性対話エージェントの実現に向けた動的嗜好更新手法, *電気学会論文誌 C*, vol.138, No. 12, pp. 1485–1492, (2018).
- [5] Elizabeth A. Laugeson, *Helping Socially Challenged Teens and Young Adults*, Jossey-Bass, (2013).
- [6] Murray H.A., *Explorations in personality*, Oxford University Press, (1938).
- [7] J.A. Russell, A circumplex model of affect, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol.39, No. 6, pp. 1161–1178, (1980).
- [8] B.E. Moore and B.D. Fine, *Psychoanalytic terms and concepts*, Yale University Press, (1990).
- [9] L.B. Lofgren, Psychoanalytic theory of affects, *Journal of the American Psychoanalytic Association*, vol.16, No. 3, pp. 638–650, (1968).
- [10] E.M. Weinschel, Some psychoanalytic considerations on moods, *International Journal of Psycho-Analysis*, vol.51, No. 3, pp. 313–320, (1970).
- [11] K.T. Strongman, *The Psychology of Emotion. Everyday Life to Theory*, (2003).
- [12] 齊藤勇, 対人感情と情緒の人間関係のアプローチ, *The Japanese Journal of Psychology*, vol.56, No. 4, pp. 222–228, (1985).
- [13] W. McDougall, *An introduction to social psychology*, Methuen, (1908).
- [14] 齊藤勇, 対人感情の心理学, 誠信書房, (1990).
- [15] C.E. Osgood, P.H. Tannenbaum, and G.J. Suci, *The Measurement of Meaning*, Urbana, University of Illinois Press, (1957).
- [16] 尾形哲也, 菅野重樹, 人間とロボットの情緒的コミュニケーションの実験的評価, *システム制御情報学会論文誌*, vol.13, No. 12, pp. 566–574, (2000).
- [17] 高吉幸治, 田中俊也, ロボットの振る舞いと知性・性格の印象の関係, *情報処理学会研究報告*, vol.2007, No. 87, pp. 43–48, (2007).