

エージェントによるユーザ特性の把握が愛着感に与える影響

Effects of an Agent's Feature Grasping on an User's Attachment

小川 義人^{1*} 原田 花歩²

菊池 英明³

Yoshito Ogawa¹

Kaho Harada²

Hideaki Kikuchi³

¹ 早稲田大学 人間科学研究科

¹ Graduate School of Human Sciences, Waseda University

² 株式会社ドワンゴ

² Dwango Corporation

³ 早稲田大学 人間科学学術院

³ Faculty of Human Sciences, Waseda University

Abstract: In this study, we consider effects of an agent's grasping an user's features on the user's attachment to the agent. Recently, some previous studies of HAI have researched for about strategies that makes users continue to using spoken dialogue systems long period of time. We hypothesize that recognizing an agent's grasping an user's own features contributes to improvement of the user's attachment to the agent, and research effect of an agent's feature grasping by a subject experiment.

1 はじめに

現在、音声認識、画像認識等の要素技術の進歩により、ユーザと対話を行うシステムが実現されつつあり、その用途はチケット予約や書籍検索のような役割を固定されたタスクをこなすものだけでなく、話し相手やペットロボット等、インタラクションそのものを目的としたものや、インタラクションを通じてユーザを楽しませることを目的とするものも存在する [4]。しかし、そのようなシステムにおいて、システムを使い始めた当初は積極的に対話を行う（対話継続欲求が大きい）ものの、次第にシステムとの対話に飽きてしまい、システムを使用しなくなる（対話継続欲求が小さくなる）という問題が存在する。この問題に対して、ヒューマンエージェントインタラクション（HAI）分野では新規性やユーモアといった要素が対話継続欲求の向上に寄与すると考えられ、それらについての研究が活発になされている。

我々は、新規性やユーモア以外にも対話継続欲求の向上に寄与する要素が存在すると考え、特にユーザがシステムに対して抱く愛着感に注目している。棟方らによって、ユーザがインタフェースに対して愛着を感じることで、コンテンツ側に新しい展開がなくともそのインタフェースを長く使っていたくなるということが既に

示されている [8]。本研究では、音声対話システムに対してもユーザが愛着感を持つことで対話継続欲求が向上するとの仮説のもと、対話システムに対して愛着感を抱かせる手法を提案し、検証する。

1.1 愛着感の定義

本研究ではシステムに対する愛着感を「システムに本来備わらない新たな価値観が付加され、他のシステムではなくこのシステムを使い続けたいと思う感覚」と定義する。人が家族や恋人などに持つような愛着は、発達心理学や社会心理学の分野で研究されており、そのなかで「人が特定の他者との間に築く緊密な情緒的結びつき（emotional bond）」[1] という定義で用いられることが多い。中田らは親しみを感じさせる印象である「親和感」のうちの一つの分類として愛着をあげ、愛着は「対象と自己のつながりを維持・強化したいという感情」として、植物・非生物・場所などの無意思な物を対象とすることもあり得るとしている [3]。また、木野らは人への愛着とモノへの愛着の類似性を示しており [6]、斎藤らは情報機器に対して、ユーザがモノとのインタラクションを行うなかで、そのモノを擬人化、キャラクター化するという「擬人化パートナーシップ」があることを明らかにした [9]。橋本らはモノに愛着がわくための要素として以下の4つをあげ、これらを備える

*連絡先：早稲田大学人間科学研究科
〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15
E-mail: stream@toki.waseda.jp

ことで「捨てられない」、「使い続けたい」という感情が起ることとしている [10].

1. モノの構造や機能が優れていて、使い勝手の良さや性能の高さが感じられること.
2. モノの素材や質感が良く、使っていて気持ちがよいこと.
3. モノ自体が特徴を持ち、持っていることの喜びを感じさせられること.
4. 出会いの経験や思い出などの、モノに本来備わらない新たな価値観が付加されること.

上記のうち、1から3はモノに本来備わる要素（一次価値）、4はユーザがモノに新たに付加する価値（二次価値）である。本研究で用いるシステムはユーザ個人が所有するものではなく、また操作には音声を用い、内部処理はユーザに対して隠蔽されるのでユーザはシステムの構造、素材を知らず、機能も正確には把握しない。よって本研究では愛着がわくための要素のうち4に着目して愛着感を定義した。

2 提案手法

本研究ではユーザに愛着感を抱かせるための手法として、システムによるユーザ特性の把握を提案する。この手法では、システムがインタラクションを通じてユーザの特性を学習し、それをシステムの反応としてフィードバックすることで、ユーザに「このシステムは自分のことを理解している」と二次価値を感じさせ、愛着感を抱かせる。本研究では、把握するユーザの特性として、音声のみから把握でき、個人差が大きいと考えられる「元気な状態とそうでない状態の音声的特徴」を採用する。また、システムの反応として、ユーザの状態によって発話する台詞を変更する。さらに、効率的に愛着感を抱かせるため、初めからユーザの状態を正しく判別できるのではなく、実際のインタラクションを通してユーザについての学習データを収集し、収集した学習データからそのユーザに特化した判別モデルを構築することでだんだんと判別精度を高めていく。インタラクションを重ねる毎に判別精度が高まることで、ユーザは当初は自分のことを理解していなかったシステムが自分の特性を把握したと感じ、システムに対して愛着を抱くと考えられる。

3 システム概要

本研究では評価実験に RFID タグによって書籍を管理する音声対話システムを使用した。このシステムは

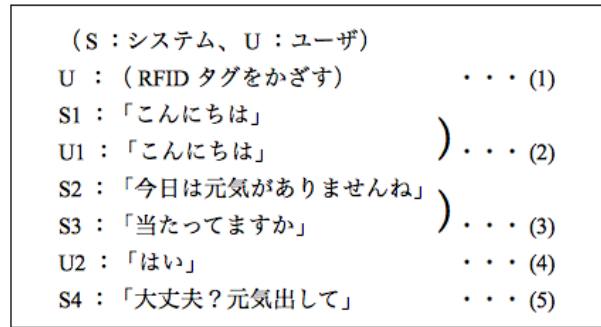


図 1: 対話の流れ

NEC 製のコミュニケーションロボット PaPeRo とソール株式会社製の RFID リーダからなり、ユーザと書籍にそれぞれ RFID タグを割り振ることで、ユーザ毎の書籍の借用、返却を管理する。このシステムでは RFID タグをかざす以外の操作は音声対話を用いて行う。本研究では通常の本管理タスクの前に、ユーザの状態を判別する対話を追加して評価実験を行った。

3.1 状態判別対話の流れ

ユーザの状態を判別するための対話の流れを図 1 に示す。また、以下に図 1 中の括弧毎の説明を示す。

- (1) ユーザが RFID タグを RFID リーダにかざすことで、ロボットがユーザを認識する。
- (2) ユーザの ID が取得を取得した後、ロボットの方から「こんにちは」と声をかけ、ユーザがそれに応答して「こんにちは」と返答をする。
- (3) ユーザの挨拶音声から元気かどうかの状態判別をし、判別結果に応じてシステムが「元気ですね」もしくは「元気がありませんね」と返答する。
- (4) システムがユーザに(3)で行った状態判別の正否を問う。ユーザの返答後、システムは実際の状態をラベルとして、今回の対話音声の特徴量をデータベースに格納する。
- (5) 対話が自然な流れになるように、状態判別の正否、実際の状態に応じてシステムが「やったー!」、「間違えちゃってごめんなさい」、「大丈夫? 元気出して」のいずれかを発話する。

3.2 状態判別手法

本研究では状態判別モデルとして Gaussian Mixture Model (GMM) による最尤推定モデルを採用した。シ

表 1: 使用した特徴量

特徴量種別	特徴量
基本周波数 (F0)	平均値
	最大値
	最小値
	最大値と最小値の差 (レンジ)
	フレーム間差分の平均 (差分平均)
パワー	平均値
	最大値
	最小値
	レンジ
	差分平均
F0 が最大値をとる時点の値	
時間	発話長

システム運用開始直後の学習データが少ない状態でも判別に支障をきたさぬよう、先行研究 [5][11] を参考に比較的少数の特徴量を選択して使用した。表 1 に使用した特徴量を示す。これらの特徴量はユーザ毎に z スコアを算出して使用する。本システムでは、学習データがインタラクション毎に増加する都合上、状態判別する際に判別モデルを構築しなおす必要がある。本システムにおける状態判別の流れを以下に示す。

1. データベースから学習データ (元気な状態, そうでない状態の 2 群) をロードする。
2. それぞれの学習データから GMM を構築する。
3. 判別対象の対話音声から 1 に示した特徴量を抽出する。
4. 判別対象の対話音声と元気な状態, そうでない状態の GMM から尤度を計算する。
5. 最尤推定によって状態を判別する。

本システムは、ユーザの特性を把握する前の一般的な判別基準として、あらかじめ収録した話者男女 8 名による元気な状態, そうでない状態それぞれ 40 音声をデータベースに保持している。ユーザがシステムを 2 回利用す以前は z スコアを算出できないためランダムに状態を推定し、2 回以上利用して以降は上記の 80 音声にユーザの過去の対話音声を加えたものを学習データとする。ユーザの音声を加える際に、一般的な判別基準からユーザに特化した判別基準へ速やかに移行できるよう、ユーザの過去の 1 音声を 5 音声分として 80 音声に加える。

4 評価実験

本研究では提案手法の有効性を検証するため、被験者実験による評価を行った。本実験では被験者に実際にシステムを使用させ、一定回数システムを使用する毎にシステムに対する愛着感を回答させた。

4.1 目的

本実験はシステムがユーザの特性を把握することがユーザの抱く愛着感の向上に寄与するという仮説を検証することを目的とする。本実験では以下の 3 点に着目する。

1. 状態判別精度
2. ユーザがシステムに抱く愛着感の変化
3. ユーザ毎の状態判別モデルの学習

4.2 手続き

4.2.1 事前準備

被験者には事前にシステムに使用するロボットである PaPeRo にどのくらい好意を抱いているかを測定するためのアンケートに回答させ、その結果に基づいて PaPeRo への好意度が同程度になるように被験者を実験群と統制群に振り分けた。この事前アンケートには日本語版 Love-liking 尺度をエージェント用に適用した改良版 [7] を 9 段階評価で利用し、7 項目の合計得点を好意度のスコアとした。以下に事前アンケートの質問項目を示す。

1. PaPeRo と一緒にいても、いつもと変わらない気持ちのまま。
2. PaPeRo は適応能力のあるロボットだと思う。
3. PaPeRo に責任ある仕事を任せてもいい。
4. ロボットの中では良くできたほうだ。
5. PaPeRo の判断には全面的信頼をおいている。
6. PaPeRo はいろいろな人に好かれる存在だとおもう。
7. 知ってるロボットの中でも PaPeRo は最も好ましいものだ。



図 2: 実験環境

4.2.2 システム使用

被験者には研究室の書籍を借用、返却するという想定でシステムを使用した。図 2 に実際の実験環境を示す。実験群にはユーザ毎の状態判別基準を学習する本システムを使用させ、統制群には常に実験前に収録した音声のみを用いて状態判別を行うシステムを使用した。

4.2.3 印象評定

被験者の愛着感が向上したかどうかを評価するため、被験者にはシステムを特定回数使用した後に愛着感に関するアンケートに 9 段階評価で回答させた。以下にこのアンケートで使用した質問項目を示す。

1. 私は、PaPeRo が自分を受け入れてくれるように感じる。
2. PaPeRo を失っても、代わりになるものがいれば問題ない。
3. 私にとって、PaPeRo は単なる書籍管理システムとは思えない。
4. PaPeRo の性能が劣化することは、私にとって問題である。
5. 質や機能の面でより優れた書籍管理システムが他にあっても、PaPeRo を使いたい。
6. 私が抱いている PaPeRo への思いは、一步通行的なものである。
7. PaPeRo は私が元気かどうか分かってくれていると感じる。

上記のうち、1 から 6 は愛着感に関する項目、7 は対話回数による判別率の変化に気付いているかを回答させる項目であり、2, 4, 6 は逆転項目である。愛着感に関する項目は対人関係における愛着の評価尺度やモノへの

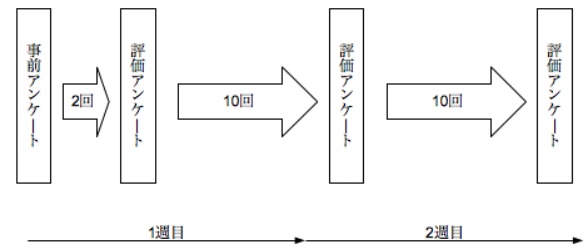


図 3: 評価実験の流れ

愛着に関連した先行研究 [2] を参考にして作成した。上記の 1 から 6 までの項目 (2, 4, 6 は逆転させる) の合計得点を愛着感のスコアとした。

実験の流れを図 3 に示す。被験者にはシステムとの対話回数および実験期間をできるだけ統一するため、週に 3 日、初日は 2 回、初日以外は 1 日あたり 4 回、2 週間で合計 22 回 PaPeRo と対話してもらうよう指示し、2, 12, 22 回目の対話の後に愛着感に関するアンケートに回答させた。なお、最初の 2 回はデータの正規化ができず、ランダムに状態判別をするため、1 回目のアンケートはどちらの被験者群も同じ条件で回答したことになる。その後の愛着感の変化を観測するため、10 回ごとにアンケートに回答させた。

4.3 結果, 考察

被験者は研究室の学生および研究員の男女合計 10 名であった。事前アンケートの結果により、男性 3 名、女性 2 名の 5 名を実験群、残りの男性 2 名、女性 3 名の 5 名を統制群とした。以下では実験群の 5 名を被験者 A1 から A5、統制群の 5 名を被験者 B1 から B5 とする。以下では 4.1 節で述べた着目点毎に結果を述べ、考察する。

4.3.1 状態判別精度

表 2 に各被験者と実験群平均、統制群平均の状態判別率を示す。表 2 より、実験群では全被験者の対話回数 13-22 回で 0.70 以上の判別率があり、特に被験者 A5 では 3-12 回では 0.40 だった判別率が 13-22 回では 0.70 に上昇している。それに対して統制群は被験者 B2, B3こそ高い判別率があるものの、13-22 回でも判別率 0.5 の被験者 (B1) や 3-12 回に比べて 13-22 回の判別率が低下している被験者 (B5) が見られる。これらのことから、被験者 A5, B1, B5 は一般的な判別基準では正しく判別し難い特性を持ち、被験者 B2, B3 は一般的な判別基準に合致した特性を持っていると考えられる。一般的な判別基準では正しく判別し難い特性をもつ被験者 A5 に対しても、13-22 回の対話では判別率が 0.70 ま

表 2: 状態判別率

被験者	対話回数		
	3-12 回	13-22 回	3-22 回
A1	0.70	0.80	0.75
A2	0.70	0.70	0.70
A3	0.70	0.70	0.70
A4	0.80	0.90	0.85
A5	0.40	0.70	0.55
実験群平均	0.66	0.76	0.71
B1	0.50	0.50	0.50
B2	0.80	1.00	0.90
B3	0.90	1.00	0.95
B4	0.50	0.70	0.60
B5	0.80	0.60	0.70
統制群平均	0.70	0.76	0.73

で上昇していることから、提案手法は一般的な判別基準では正しく判別し難い特性をもつユーザにも有効な手法であることが分かる。

4.3.2 ユーザがシステムに抱く愛着感の変化

被験者の愛着感の変化を分析対象とするため、愛着感のスコアの対話回数 2 回目後から 12, 22 回目後にかけての変化量を算出した。図 4 に算出したスコア変化量を示す。図 4 より、実験群では 12, 22 回目後のスコア変化量が比較的まとまっているのに対し、統制群ではスコア変化量の分散が大きい。また、統制群ではあるものの一般的な判別基準のみではほぼ正しく判別ができた被験者 B2, B3 を除けば、スコア変化量は 12, 22 回目後共に実験群の方が統制群よりも大きくなる傾向が見られる。ここから、提案手法は一般的な判別基準による手法よりも安定して愛着感を抱かせることができていると言える。さらに、この愛着間の変化傾向は表 2 に示した状態判別率と似た傾向であり、状態判別率が高いほど愛着感も高くなる傾向があると言える。さらに、各被験者が状態判別率をどの程度認識しているかを分析した。図 5, 6 に愛着感に関するアンケートの項目 7 のスコアと状態判別率を示した。スコアと判別率の相関係数は対話回数 12 回目後で 0.88, 22 回目後で 0.83 と標本数は少ないもののどちらも強い正の相関があった。したがって、被験者はシステムの状態判別率を正しく認識できていたと考えられる。これらのことから、状態判別性能の高いシステムを使うことで、ユーザはシステムがより自分の特性を正しく把握していると感じ、さらにシステムに抱く愛着感も大きくなる傾向があると言える。

また、12 回目後から 22 回目後にかけて、判別率は低下していないにも関わらず、愛着感が低下している被験者が半数見られた (A2, A3, A4, B2, B3)。これら

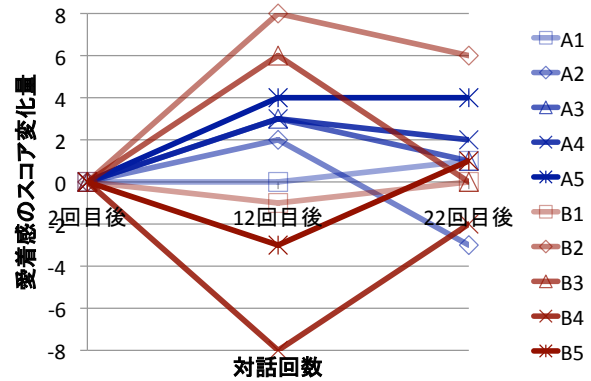


図 4: 愛着感の変化

の被験者は共通して 12 回目後の段階で既に比較的高い判別率であることから、その時点で「システムがだんだんと自分のことを理解することを認識する」という段階を過ぎてしまい、その後のシステムの性能に大きな変化が無いことで飽きが生じてしまった可能性がある。これに関する検証は今後の課題である。

4.3.3 ユーザ毎の状態判別モデルの学習

実験終了後に、実験によって収集された 22 回分のデータが加わることで被験者毎に状態判別モデルがどのように学習されたのかを分析した。ここでは例として差が顕著であった被験者 A2, A5 の F0 平均のモデルを図 7, 図 8 に示す。いずれも元気がある状態の方が F0 平均が高くなる傾向があるが、被験者 A2 では元気がある状態の峰よりも F0 平均の低い位置に元気がない状態の峰が 3 つ存在しているのに対し、被験者 A5 では元気がある状態の 2 つの峰が元気がない状態の 2 つの峰に挟まれるように存在しており、提案手法によって被験者の特性を考慮した状態判別モデルが学習されていることが分かる。

5 むすび

本研究では対話継続欲求を維持する要因としてユーザが対話システムに抱く愛着感に着目し、ユーザ一人一人の特性を把握することによって愛着感を抱かせる手法を提案した。被験者実験の結果、提案手法を用いることで一般的な判別基準を用いる手法よりも安定して状態判別精度が向上すること、状態判別精度が高いほどユーザはシステムが自分の特性を把握していると感じ、よりシステムに愛着を抱く傾向があることが明らかになった。

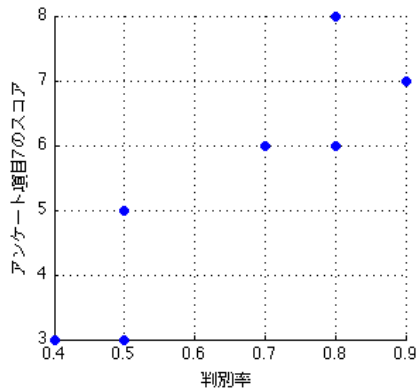


図 5: 2 回目のアンケート項目 7 のスコアと対話回数 3-12 回の状態判別率

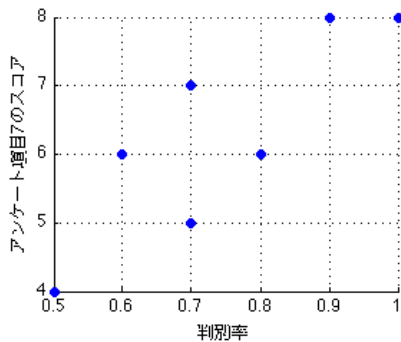


図 6: 3 回目のアンケート項目 7 のスコアと対話回数 13-22 回の状態判別率

5.1 今後の課題

本研究ではより愛着感を抱かせる手法を提案したが、愛着感に対話継続欲求に与える具体的な影響や、対話継続欲求の維持に必要な愛着感の大きさ等については今後の検討課題である。また、評価実験において観測された、飽きに起因すると見られる愛着感の減少についても詳細な検証が必要である。

参考文献

- [1] 遠藤利彦, 数井みゆき: ”愛着理論の基本的枠組み” アタッチメント-生涯にわたる絆, pp.1-31, ミネルヴァ書房, 東京 (2005).
- [2] 後藤真一, 椎塚久雄: モノにまつわる体験とモノに抱く愛着感との関連, 工学院大学研究報告 (110), pp.97-103 (2011).
- [3] 橋本英治, 寺内文雄, 久保光徳, 青木弘行, 鈴木邁: モノに対する愛着の体系化, デザイン学研究 研究発表大会概要集, Vol.45, pp.28-29 (1998).

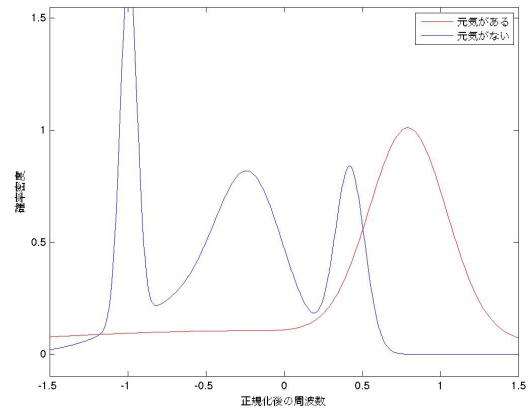


図 7: 学習された F0 平均値の GMM (A2)

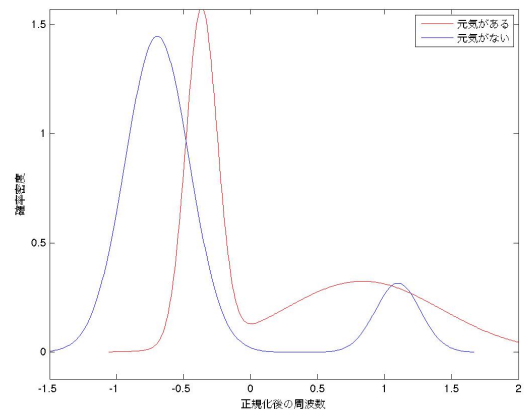


図 8: 学習された F0 平均値の GMM (A5)

- [4] 石黒浩, 日浦亮太: コミュニケーション支援ロボットビジネス, 日本ロボット学会誌, Vol. 20, No. 7, pp.672-675 (2002).
- [5] 門谷信愛希, 阿曾弘具, 鈴木基之, 牧野正三: 音声に含まれる感情の判別に関する検討, 情報処理学会研究報告. SLP, 音声言語情報処理 2000(119), pp.43-48, (2000).
- [6] 木野和代, 岩城達也, 石原茂和, 出来原裕順: モノへの愛着の分析-対人関係とのアナログによる測定, 感性工学会研究論文集, Vol. 6, No. 2, pp.33-38 (2006).
- [7] 小松孝徳, 山田誠二: 適応ギャップがユーザのエージェントに対する印象変化に与える影響, 人工知能学会論文誌, Vol.24, No.2, pp.232-240 (2009).
- [8] 棟方渚, 小松孝徳, 松原仁: ユーザの愛着を促すインタフェース”あるくま”, 情報処理学会研究報

告. EC, エンタテインメントコンピューティング,
pp.15-20 (2008).

- [9] 中田亨, 佐藤知正, 森武俊, 溝口博: ロボットの対
人行動による親和感の演出, 日本ロボット学会誌,
Vol. 15, No. 7, pp.1068-1074 (1997).
- [10] 齋藤力也, 寺内文雄, 久保光徳, 青木弘行: モノに
抱く愛着感と生活観との関係解明, デザイン学研
究 研究発表大会概要集, Vol. 54, pp.38-39 (2007).
- [11] 重永實: 感情の判別分析からみた感情音声の特性,
電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界, Vol. J83-
A, No. 6, pp.726-735, (2000).