

ユーザーの信頼と購買意欲を誘発する商品推薦エージェントの設計論 The PRVAs Design to Improve User's Trust and Buying Motivations

松井 哲也[†], 山田 誠二[‡]

Tetsuya Matsui, Seiji Yamada

[†] 国立情報学研究所, [‡] 総合研究大学院大学, 東京工業大学

[†] National Institute of Informatics, [‡] SOKENDAI, Tokyo Institute of Technology
tmatsui@nii.ac.jp, seiji@nii.ac.jp

Abstract

The PRVAs, product recommendation virtual agent, are widely used in online-shopping. They are needed to be trusted by customers, however, there were almost no researches about PRVA's design to be trusted. In this research, we suggest the user inner state transition model that reach to trust agent. We planned to raise transitions by changing agent inner state, emotion and knowledge. In our model, agent's positive emotion and more knowledge increase trust. The positive emotion can be infected from a agent to an user. An user tend to be trusted a partner when he or she has positive emotion. Knowledgeable is one aspect of agent's intelligence and more knowledge bring more trust. We experimented to verify this model with participants in three other conditions. As a result, we showed our transition operators and transition model are validated.

Keywords — PRVA, Anthropomorphic agent, Trustworthy, Interaction design, inner state transition

1. はじめに

擬人化エージェントやロボットを社会の中に実装することを考えた時、クリアしなければならない問題の一つとして、「人間に信頼感を与える」ということが挙げられる。特に擬人化エージェントが人間の代わりに労働をしたり、社会的な役割を演じることを求められる場合には、この問題は避けては通れないものである。本研究では、ウェブ上のオンラインショッピングサイトなどでユーザーに購買してもらいたい商品を推薦することを目的とした商品推薦エージェント (PRVA, Product Recommendation Virtual Agent) を題材として、ユーザーと擬人化エージェントとの間に信頼を形成するためのデザイン論を考える。

商品推薦エージェントには、ウェブ上での商取引の相手という側面と、バーチャルな店舗における店員という側面がある。ウェブ上の取引相手に対する信頼については、Angら [1] は、プライバシーの保護のレベル、希望したものをもたらしてくれる能力、問題を是正する意思の三要因によってもたらされるとしている。また Moon [2] は、コンピュータを用いた取引では自己開示が重要であることを示している。同様の傾向は人間同士の信頼についても見られ、Bickmoreらは信頼者と被信頼者の間の雑談と信頼の関係を調べた研究で、雑談は相手の信頼性に関する知識と親密性を上げる効果があるとしている [3]。また Fogg はユーザーがウェブページの信頼性 (credibility) を評価する基準として、専門性と信頼感 (trustworthiness) を挙げている [4]。より広く、ユーザーからコンピュータへの信頼を形成する要因としては、Artzらのサーベイ論文がある [5]。ここではユーザーが信頼性を判断する基準として、「評判に基づく期待」 [6] と「行為を行う能力」 [7] を挙げている。これらの研究から、信頼は単一の基準によって評価されるものではなく、いくつかの基準が存在することがわかる。

商品推薦エージェントの推薦効果を上げるためのデザインについての研究には Teradaら [8] がある。この論文では、高い推薦効果を上げる PRVA に相応しい外見として、若い女性・動物・ロボットなどを挙げている。一方、物質的身体を持った PRVA、すなわちロボット店員を用いた研究も行われている。 [9] では、ユーザーは単にロボット店員に接客された場合よりも、店外にいるロボット店員によって店内に案内された後、レジでロボット店員に接客された場合のほうがロボット店員に対して親密感を持つことを示している。すなわち、PRVA の外見や接客の形式などは推薦効果や親密感に大きく影響を与えていることが分かる。しかし、推薦方法や状態遷移についての設計論はまだほとんど提出されておらず、また「ユーザーを信頼させ

る設計論」についての研究も無い。

2. 信頼状態遷移モデル

本研究では、「ユーザーからエージェントへの信頼」を操作する操作子として、「ユーザーの感情」と「エージェントの知識量」を想定した（以下、それぞれ「信頼」「感情」「知識量」と表記する）。このような二つの操作子を想定するのは、先行研究からユーザーは信頼性を複数の基準から判断していると考えられ、なおかつこの二つが「信頼」に与える影響が先行研究から明らかにされている上に、操作することが技術的に容易であると考えられるからである。

信頼者の感情が信頼に与える影響については、いくつかの先行研究がある。Dunnらは、信頼者はポジティブな感情の時のほうが、親しくない被信頼者のことをより信頼することを示している [10]。一方 Myersらは、信頼者がネガティブな感情の時には被信頼者に対する信頼が低下することが示されている [11]。また Dongらは、被信頼者がポジティブな表情をしていれば、信頼者の抱く信頼はより大きくなることを明らかにしている [12]。これらより、ポジティブな感情は信頼を増幅させる影響があることが明らかである。また意思決定との関連では、Druckmanらは、人はリスクを伴う意思決定は感情に基づいて行う傾向があることが示されている [13]。

どのようにユーザーの感情をポジティブにするかにおいては、情動伝染を用いることを考える。情動伝染は対話相手の表情などを無意識に模倣することにより、話者の感情が相手に伝染する現象である [14]。人間と擬人化エージェントの間でも、表情による情動電伝染が生じることが知られている [15]。またロボットの「動き」を用いてロボットの感情を伝染させることができるという実験結果もある [16]。

以上より、本研究では次のような内部状態遷移モデルを提唱する。まず「感情」「知識量」がどちらも低い状態を、信頼が最も低い初期状態とし、この状態を { L L } で表す。なお、「感情」が低いとはポジティブではない状態であり、高いとはポジティブな状態であると定義する。「知識量」の高低は、知識量の大小を示す。次に、「感情」「知識量」のどちらかが高くなった状態を中間状態とし、この状態を { H L }, { L H } で表す。この状態から、もう片方の状態も高くなった状態を目標状態とし、この時に信頼が最も高くなると想定する。この状態を { H H } と表す。この遷移モデルを 1 に示す。ユーザーは、A か B のどちらかのルートを通ると想定される。

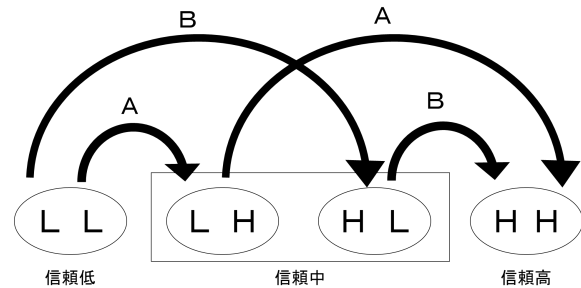


図1 本実験で想定する遷移モデル

3. 遷移オペレーター

次に、実験で採用した遷移オペレーターについて解説する。この研究では「遷移オペレーター」とは、「表出することによってエージェントの状態を変化させる外見・動作・テキストの一纏まりの束」と定義する。「感情」については、情動伝染を利用する手法を採用するため、情動伝染を起こす要素として知られている表情 [15] とジェスチャー [16] を採用する。「知識量」については、推薦商品に関する、音声とテキストで示す説明文の長さで示す。すなわち、低い時には商品の価格など最低限の情報しか提示せず、高い時にはそれに加えて、商品に関する周知的な情報を提示する。

4. 実験

本研究では、エージェントのタスクとして商品推薦を設定し、さらに推薦する商品については「国内の城への日帰り旅行」を設定した。これはあまり先入観がなく、かつ普通のオンラインショッピングであまり購入しない商品を題材にするほうが、PRVA の効果を検証しやすいと考えたためである。本研究で行った三つの実験は、いずれも同じ枠組みの中で行った。その枠組みでは、参加者はそれぞれ 10 回の推薦動画を見た。各推薦動画では 10 か所の城のうちいずれかへの旅行が PRVA によって推薦される。実験動画の一例を図 2 に示す。各動画を見た後、参加者は動画の印象に関する以下のようなアンケートに「はい」か「いいえ」のどちらかで回答した。

- Q1:あなたは推薦中に楽しい気分になりましたか?
- Q2:あなたは擬人化エージェントは正しい知識を持っていると感じましたか?
- Q3:あなたは擬人化エージェントを信頼できると思いましたか?
- Q3:あなたは推薦された城に行きたいと思いましたか?

このアンケートの結果が、推薦動画を見ることによってどのように変化するかを見るのが本実験の主な



図2 実験に用いた商品推薦画像の例

目的である。

PRVAによる推薦動画は、名古屋工業大学によってウェブ上でフリーで配布されている音声対話システムのツールキットであるMMDAgentを用いて作成した¹ PRVA自体は同ページで他のツールキットと同時に配布されているMeiを用いた。またMeiの発話をよりスムーズにするために、株式会社AHSのテキスト読み上げソフト「VOICELOID+ 結月ゆかり EX」²を使用した。

この枠組みの中で、以下に示す三つの実験を行った。いずれの実験でも、参加者は実験のために雇われた人々である。

実験結果については、いずれの実験でも以下のような解析を行った。Q1とQ2については、連続する2推薦間で「はい」と回答した参加者の割合を χ 二乗検定で比較した。この際、もし有意差が見られて、「はい」と回答した参加者の割合が増加していれば、「感情」もしくは「知識量」の状態遷移が起こったと見なす。このような検定を行うのは、状態遷移が起きたかどうかということよりも、「遷移オペレーターによって状態遷移が起きたか」、すなわち遷移オペレーターの実装と同時に遷移が起きたかどうか重要であるためである。一方、「信頼」の遷移については「感情」と「知識量」を含めたエージェントおよびユーザーの内部状態遷移から結果的にもたらされるものであり、遷移オペレーターの実装後にすぐに引き起こされるとは考えにくい。このため、「信頼」については、実装する遷移オペレーターの種類を前半の5推薦(R1-R5)と後半の5推薦(R6-R10)とで変化させ、各推薦の後に「はい」と回答した参加者の数について、遷移オペレータ条件が異なる5推薦間でt検定を行った。この時に有意差が見られれば、「信頼」の状態変化が起きたと見なす。

¹<http://www.mmdagent.jp/>

²<http://www.ah-soft.com/voiceroid/yukari/index.html>

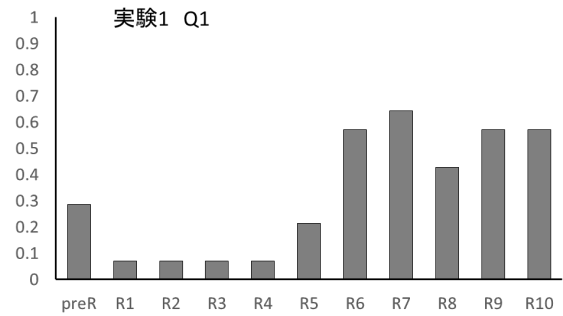


図3 実験1で各推薦後、Q1に「はい」と答えた被験者の割合

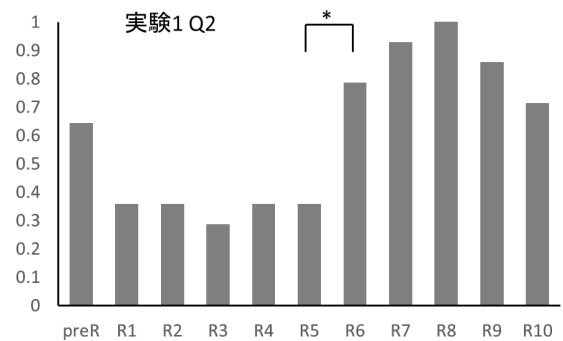


図4 実験1で各推薦後、Q2に「はい」と答えた被験者の割合

5. 実験1：知識量付与の効果

5.1 実験手法

参加者は15人の日本人の20代と30代の男女であり、年齢の平均は29.0歳(標準偏差は5.7歳)であった。このうち7名が男性で8名が女性である。

この実験では、PRVAは全10推薦のうち、前半の5推薦では感情の遷移オペレーターのみを実装され、後半の5推薦で更に知識の遷移オペレーターも実装される。

5.2 実験結果

Q1とQ2については、推薦6で知識を付与した効果があるかどうかを見るため、各推薦後に「はい」と答えた参加者の割合を、連続する2推薦の間で χ 二乗検定で比較した。その結果が3と4である。各グラフにおいて、縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり、横軸は推薦番号である。4において、R5とR6の間で有意差が見られた($p < 0.05$)。

次にQ3について、前半5推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均と、後半5推薦で「はい」と答え

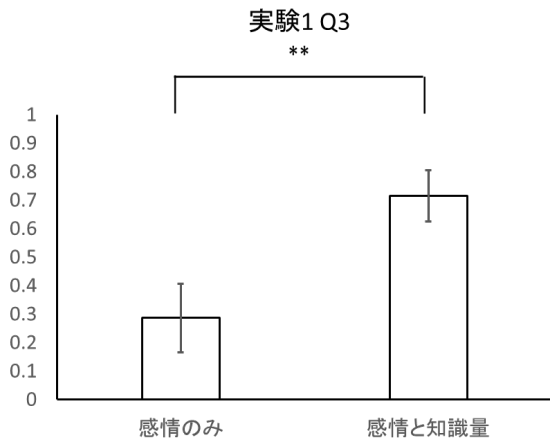


図5 実験1でQ3に「はい」と答えた被験者の割合

た参加者の割合の平均とを、t検定で比較した。その結果を5に示す。グラフの中のバーは標準偏差を示す。各グラフにおいて、縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり、横軸は実装されていた遷移オペレータである。ここでは各条件間で有意差が見られた ($p < 0.01$)

6. 実験2

6.1 実験手法

参加者は15人の日本人の20代と30代の男女であり、年齢の平均は29.3歳(標準偏差は6.9歳)であった。このうち8名が男性で7名が女性である。

この実験では、PRVAは全10推薦のうち、前半の5推薦では知識の遷移オペレーターのみを実装され、後半の5推薦で更に感情の遷移オペレーターも実装される。

6.2 実験結果

Q1とQ2については、推薦6で感情を付与した効果があるかどうかを見るため、各推薦後に「はい」と答えた参加者の割合を、連続する2推薦の間で χ^2 乗検定を行い比較した。その結果6と7である。各グラフにおいて、縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり、横軸は推薦番号である。6について有意差が見られた ($p < 0.01$)。

次にQ3について、前半5推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均と、後半5推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均とを、t検定で比較した。結果を8に示す。各グラフにおいて、縦軸は「はい」と答

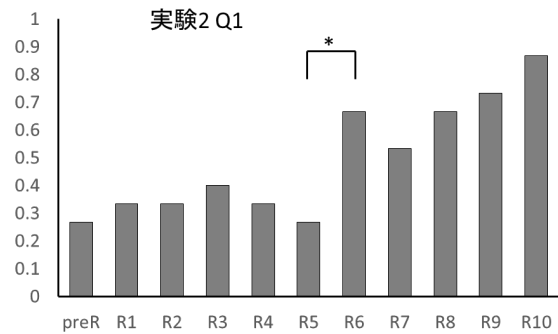


図6 実験2でQ1に「はい」と答えた被験者の割合

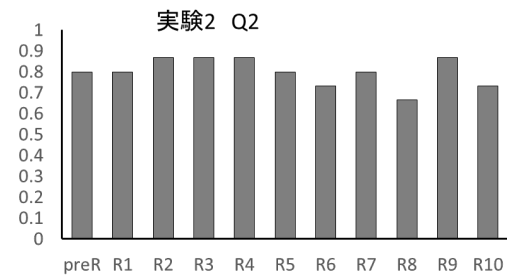


図7 実験2でQ2に「はい」と答えた被験者の割合

えた被験者の割合であり、横軸は実装されていた遷移オペレータである。ここでは有意差は見られなかった。

7. 実験3：遷移オペレーターなし

7.1 実験手法

実験3は対照実験として行った。参加者は15人の日本人の20代と30代の男女であり、年齢の平均は29.7歳(標準偏差は6.5歳)であった。このうち8名が男性で7名が女性である。この実験では、PRVAにはいずれの推薦でも、いかなる遷移オペレーターも実装されなかった。

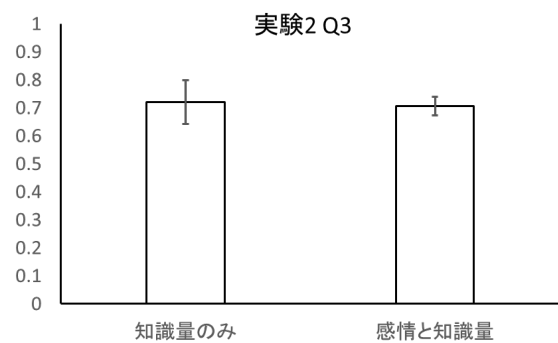


図8 実験2でQ3に「はい」と答えた被験者の割合

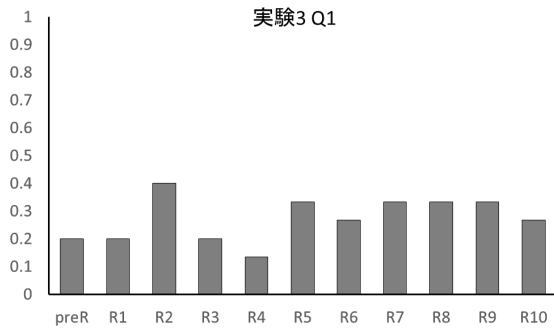


図9 実験3でQ1に「はい」と答えた被験者の割合

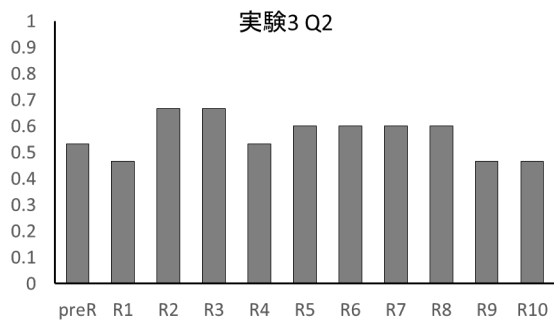


図10 実験1でQ2に「はい」と答えた被験者の割合

7.2 実験結果

Q1とQ2について、各推薦後に「はい」と答えた参加者の割合を連続する2推薦の間で比較するため、 χ^2 検定を行った。その結果が9と10である。各グラフにおいて、縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり、横軸は推薦番号である。preRはPre-Rの状態を訪ねたアンケートの結果であり、以後一度目の推薦をR1、二度目の推薦をR2と定義する。ここではいずれについても有意差は見られなかった。

次にQ3について、前半5推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均と、後半5推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均とを、t検定で比較した。結果を11に示す。各グラフにおいて、縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり、横軸は実装されていた遷移オペレーターである。ここでは有意差は見られなかった。

8. 考察

実験1では、どの推薦の後で状態遷移が見られるかを調べたところ、4では推薦5と推薦6との間で有意差が見られたが、3ではどの推薦の間でも有意差が見られなかった。この実験では推薦5と推薦6の間では、「知識量」に関する遷移オペレーターが変化している。このため、「知識量」の状態遷移は遷移オペレーターによるものであるとするのが妥当であると考えられる。

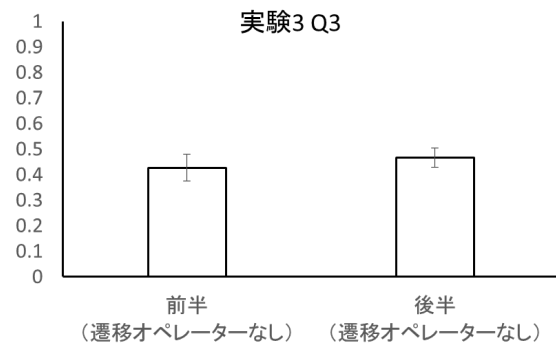


図11 実験3でQ3に「はい」と答えた被験者の割合

また、5については、実装した遷移オペレーターが異なる前半と後半の間で有意差が見られた。「知識量」についての状態遷移が見られたのと同期して「信頼」の状態遷移が起きていることから、「信頼」も遷移オペレーターに影響を受けて遷移した可能性が高いと考えられる。

実験2では、6を見ると、「感情」に関する遷移オペレーターを実装したR5とR6の間で有意差が見られているが、7ではどの推薦の間でも有意差は見られなかった。この実験では推薦5と推薦6の間では、「感情」に関する遷移オペレーターが変化している。このため実験1とは相補的に、遷移オペレーターにより「感情」の状態変異が起きたとするのが妥当であると考えられる。一方、8においては、実装した遷移オペレーターが異なる前半と後半の間で有意差は見られなかった。

実験3については、9と10のいずれでも有意差は見られなかった。

この三つの実験の結果を比較すると、まず用意した遷移オペレーターが想定通りに作用したことがわかる。実験1と実験2のいずれにおいても、新しい遷移オペレーターを実装した直後に「感情」もしくは「知識量」の状態遷移が起きている。一方、実験3ではいずれの推薦間でも有意差が見られず、この有意差が単に時間経過によって生じたわけではないことは明らかである。ただし「知識量」については、この実験結果からは、「説明が長くなった」ことによる結果か、「説明の中に歴史的な知識が含まれた」ことによる結果かは判別できない。しかし推薦効果を最大にするという点から考えると、単にセリフを長くするよりも、その分量を使って商品に関する周縁的な知識を説明したほうが望ましいことは自明であると考えられる。

なおいずれの実験でも、Pre-R状態では遷移オペレーターは実装されておらず、この時の参加者の内部

状態は「感情」「知識量」双方においてLであると考えるのが妥当であると思われる。ただし、3では遷移オペレーターの実装後にむしろ値が大きくなり下がっている他、7ではPre-Rの状態ですでに高い値を示しており、遷移オペレーターの実装後も大きな変化はなく高い値を維持している。これらのことから、Pre-Rの段階でPRVAの外見が既に「感情」や「知識量」、さらには「信頼」に影響を与えている可能性があり、また外見と遷移オペレーターが相補的なだけでなく時には干渉的にはたらいっている可能性も否定できないが、今回の実験ではそこまでは分析できない。そこで、有意差が見られた場合についてはLからHへの遷移が起きたと定義し、それ以外の場合については判定を留保することとする。

次にそれが信頼に対してどう作用したかを見ると、実験1では後半で「知識量」の状態がHに遷移したのと同じタイミングで、「信頼」が有意に増加している。しかしこの実験では前半から「感情」の遷移オペレーターを実装していたにも関わらず、前半では「感情」に関するアンケート項目の結果は低い値を見せている。実験2では、「信頼」については前半と後半とで有意な差が見られず、「前半」からすでに高い値を見せている。実験2では6において「感情」の状態遷移が見られるが、このことによる信頼への影響は見られない。

ここまでの考察から、今回の3つの実験の結果について二つの解釈が可能である。一つは、「知識量」は信頼に影響を与えるが、「感情」は影響を与えないという解釈。二つ目は、「知識量」と「感情」の合計がある一定の閾値を超えると「信頼」に影響を与えるという解釈である。このうち、蓋然性が高いのは二つ目ののであると考える。その理由は、まず第一に、「感情」が信頼に影響を与えることは先行研究から強く示唆されている。過去の、信頼者の感情がポジティブであれば初対面の被信頼者をより信頼しやすいといった研究[10]や、ポジティブな表情の被信頼者ほど信頼されやすいという研究[12]は、被信頼者・信頼者の感情状態が信頼に与える影響の大きさを示すものであり、これらの効果は被信頼者が擬人化エージェントの場合でも成り立つと考えるのが妥当であると思われる。第二に、実験3については「信頼」は前半から高い値を示しているが、この実験では「知識量」は前半ですでにかなり高い値を示している。これはエージェントの外見が、既にかかなりの「知識量の多さ」を想起させるものであったことが原因であったと考えられる。以上のことから、実験2においては「知識量」が前半です

に大きな値であったため、「感情」との合計が一定の閾値を超えて、「信頼」の状態を高くしたと考えるのが妥当であると思われる。実験2では、前半では「感情」と「知識量」の合計は閾値に達せず、「信頼」は低いままであったが、後半になって合計が閾値に達したため、「信頼」の状態遷移が起きたと考えられる。

この結果は、信頼は単一の基準ではなく、複数の基準から判断されるという複数の先行研究と整合的である。このモデルをさらに検証するのは今後の課題である。

9. まとめ

本研究では、単純な遷移オペレーターを実装することによって、ユーザーの内部状態を遷移させて信頼を上昇させることを目指した。ユーザーの感情とエージェントの知識量を変化させる遷移オペレーターを定義した上で、実験1では途中から「知識量」の遷移オペレーターを、実験2では途中から「感情」の遷移オペレーターを実装し、それらが予想通りに作用することを明らかにした。一方、実験1では「知識量」の遷移オペレーターはユーザーからエージェントへの信頼に大きな影響を与えたが、実験2では「感情」の遷移オペレーターの影響は大きくは見られなかった。実験3では、遷移オペレーターが無い場合には内部状態に変化は起きないことが示された。

この結果から、「感情」と「知識量」の評価はそれぞれ単独ではなく相補的に働いており、「どちらか片方がある値よりも大きい場合」もしくは「二つの合計値がある値よりも大きい場合」に「信頼」の状態を変化させるというモデルが導かれた。この結果は、ごく単純な手法により「信頼」をデザインできることを示したものであり、PRVAを始めとする擬人化エージェントやその他のエージェントのデザイン、ひいては人と人のコミュニケーションに関わるデザインを改善する可能性を示すものである。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費新学術領域研究「認知的デザイン学」(No.26118005)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] L. Ang, C. Dubelaar, and B.-C. Lee, "Trust, choice and online shopping," 2002.
- [2] Y. Moon, "Intimate exchanges: Using computers to elicit self-disclosure from consumers," *Journal of consumer research*, vol. 26, no. 4, pp. 323-339, 2000.

- [3] T. Bickmore and J. Cassell, “Relational agents: a model and implementation of building user trust,” in *Proceedings of CHI '13*, pp. 396–403, 2001.
- [4] B. J. Fogg, “Persuasive technology: using computers to change what we think and do,” *Ubiquity*, vol. 2002, no. December, p. 5, 2002.
- [5] D. Artz and Y. Gil, “A survey of trust in computer science and the semantic web,” *Journal of Web Semantics*, vol. 5, no. 2, pp. 58–71, 2007.
- [6] L. Mui, M. Mohtashemi, and A. Halberstadt, “A computational model of trust and reputation,” in *Proceedings of HICSS '02*, pp. 2431–2439, 2002.
- [7] T. Grandison and M. Sloman, “A survey of trust in internet applications,” *Communications Surveys & Tutorials*, vol. 3, no. 4, pp. 2–16, 2000.
- [8] K. Terada, L. Jing, and S. Yamada, “Effects of agent appearance on customer buying motivations on online shopping sites,” in *Proceedings of CHI '15*, pp. 929–934, 2015.
- [9] K. Kamei, T. Ikeda, M. Shiomi, H. Kidokoro, A. Utsumi, K. Shinozawa, T. Miyashita, and N. Hagita, “Cooperative customer navigation between robots outside and inside a retail shop?an implementation on the ubiquitous market platform,” *annals of telecommunications-Annales des télécommunications*, vol. 67, no. 7-8, pp. 329–340, 2012.
- [10] J. R. Dunn and M. E. Schweitzer, “Feeling and believing: the influence of emotion on trust.,” *Journal of personality and social psychology*, vol. 88, no. 5, p. 736, 2005.
- [11] D. Myers and D. Tingley, “The influence of emotion on trust,” *Unpublished PhD thesis.*) Princeton, NJ: Princeton University, 2011.
- [12] Y. Dong, Y. Li, and T. Sun, “Happy faces considered trustworthy irrespective of perceiver’s mood: Challenges to the mood congruency effect,” *Computers & Security*, vol. 47, pp. 85–93, 2014.
- [13] J. N. Druckman and R. McDermott, “Emotion and the framing of risky choice,” *Political Behavior*, vol. 30, no. 3, pp. 297–321, 2008.
- [14] E. Hatfield, J. T. Cacioppo, and R. L. Rapson, *Emotional contagion*. Cambridge university press, 1994.
- [15] J. Tsai, E. Bowring, S. Marsella, W. Wood, and M. Tambe, “A study of emotional contagion with virtual characters,” in *Intelligent Virtual Agents*, pp. 81–88, Springer, 2012.
- [16] J. Xu, J. Broekens, K. Hindriks, and M. A. Neerincx, “Robot mood is contagious: effects of robot body language in the imitation game,” in *Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems*, pp. 973–980, International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2014.