

# ユーザの信頼を得る擬人化エージェントのデザイン

## The agent design to bring user's trust

松井 哲也<sup>1\*</sup> 山田 誠二<sup>1,2,3</sup>  
Tetsuya Matsui<sup>1</sup> Seiji Yamada<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> 国立情報学研究所

<sup>1</sup> National Institute of Informatics

<sup>2</sup> 総合研究大学院大学

<sup>2</sup> SOKENDAI

<sup>3</sup> 東京工業大学

<sup>3</sup> Tokyo Institute of Technology

**Abstract:** In this research we focused on the trust between the user and PRVAs, the product recommendation virtual agent. We defined user's emotion and agent's knowledge as the user trust state transition operators. Also we constructed the user trust state transition model based on these parameters. We conducted 3 experiments to estimate these model and operators. As a result, we showed that our model and operators are reasonable.

## 1 はじめに

本研究はユーザと擬人化エージェントの間の「信頼」に着目したものである。本研究では「信頼」を「発話内容から説得力を感じる」と定義する。

ヒューマンコンピュータインタラクションの分野において、信頼の定義及び操作方法については長く検討されてきた。Artzらはサーベイ論文において、ユーザがコンピュータを信頼する際に基準とするものについて分析している [Artz 07]。そこでは、「評判に基づく期待」 [Mui 02] や「行為を実行する能力」 [Grandison 00] などが、重要な判断基準として挙げられている。コンピュータを介した情報通信や商取引においては、ウェブサイトの信頼性に対する判断も必要となる。Foggはユーザがウェブサイトの信頼性 (credibility) を判断する基準として、専門性と信頼感 (trustworthiness) の2つを挙げている [Fogg 02]。これらの先行研究からは、信頼を形成するのは複数の要素であることが示唆される。また、ウェブを介した商取引において、ユーザの取引相手への信頼を上げる研究も行われている。Moonは交互に自分の情報を開示する「自己開示 (self-disclosure)」を行うことが、取引相手への信頼を形成するのに有用であることを示している [Moon 00]。

本研究で扱うのは、擬人化エージェントの中でも PRVA、または商品推薦エージェントと呼ばれるものである。これはオンラインショッピングサイトなどにおいて、訪問

したユーザに商品を推薦することを目的としたエージェントである。そのデザインと推薦効果の関係についてはいくつかの研究が存在する。梁らは、PRVAの外見を様々に変化させ、推薦効果を比較する実験を行った。結果として、若い女性、動物、ロボットなどの外見が高い効果を上げることがわかった。また黒田らは、PRVAの外見と動作が一致している場合のほうが、より高い推薦効果を上げることを明らかにしている [黒田 16]。これらの研究から、PRVAの外見や動作は、その推薦効果に大きな影響を与えていることがわかる。

本研究ではこれらの先行研究を踏まえ、ユーザから PRVA への信頼を操作する2つの操作子を導入し、さらにそれらを操作することによって信頼を操作するモデルを提案する。...

## 2 状態遷移モデルと遷移オペレータ

### 2.1 状態遷移モデル

本研究ではユーザがエージェントを信頼するに至る状態モデルとして1を提唱する。このモデルではユーザの状態を2つの変数の組み合わせで表現する。1つはユーザの感情  $E^h$  であり、もう1つはエージェントの知識量  $K^a$  である。これらの変数によって変化する信頼を  $T$  とする。

感情と信頼の関係については、ポジティブな表情をした被信頼者ほど信頼されやすいことが示されている Dong

\*〒 101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2 E-mail: tmat-sui@nii.ac.jp

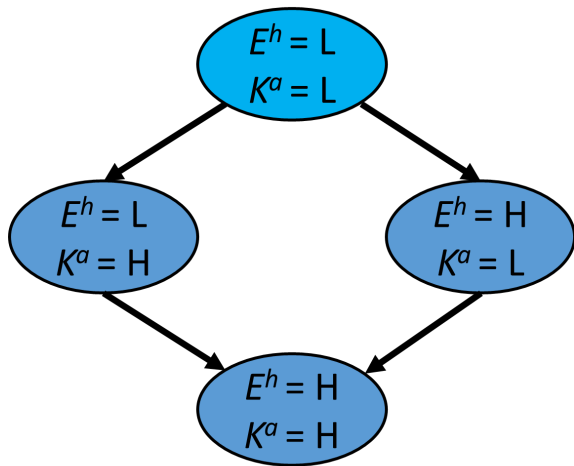


図 1: 本実験で提案する状態遷移モデル。

らにより示されている [Dong 14]. 知性と信頼の関係については、知的に見えるエージェントはより信頼されやすいことが Geven らによって示されている [Geven 06]. 本研究では知性の中の 1 側面として知識量を定義する。

このモデルでは変数  $T$ ,  $E^h$ ,  $K^a$  がとり得る値を L (低い) と H (高い) の 2 値とし、ユーザの状態を  $\langle E^h = L, K^a = L \rangle$  のように表す。ユーザの状態が  $\langle E^h = L, K^a = L \rangle$ ,  $\langle E^h = H, K^a = L \rangle$ ,  $\langle E^h = L, K^a = H \rangle$  の時は  $T = L$  と定義し、 $\langle E^h = H, K^a = H \rangle$  の時は  $T = H$  であると定義する。

## 2.2 遷移オペレータ

次にこの研究で導入した遷移オペレータについて説明する。これはエージェントから表出することにより、状態遷移モデルにおけるユーザの状態遷移を誘発することを狙うものである。

感情  $E^h$  の遷移オペレータとしては、「PRVA の表情およびモーション」を採用する。これらを纏めて感情遷移オペレータと定義する。知識量  $K^a$  の遷移オペレータとしては、「商品に関する専門知識」を採用する。テキストは 2 種類用意し、 $K^a = L$  の場合には専門知識の含まれない短い推薦文を、 $K^a = H$  の時には専門知識を含んだ長い推薦文を発話する。

## 3 実験

本研究では上述したモデルと遷移オペレータの妥当性を示すために、3 つの実験を行った。これらの実験は全て同じフォーマットの元で行ったため、まず全ての実験に共通するフォーマットを説明する。

本研究で PRVA が推薦する商品は「日本国内の城への日帰り旅行」である。推薦する城は犬山城、大野城、岡崎城、忍城、小田原城、掛川城、岐阜城、名古屋城、松本城、若松城の 10 種類であり、参加者間で推薦順序を入れ替えてカウンターバランスを取った。動画は音声対話システムツールキット MMDAgent<sup>1</sup> により作成し、同 web サイトで配布されている Mei を PRVA に用いた。また PRVA の発話をより自然にするため、株式会社 AHS のテキスト読み上げソフト「VOICELOID+ 結月ゆかり EX」<sup>2</sup> を使用した。

参加者は各動画を見た後、以下のアンケート項目に回答した。

- 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の話に説得力があると思いましたか?

このうち Q1 は感情、Q2 は知識量、Q3 は信頼の状態を特定するための質問項目である。参加者は、いずれの質問にも「はい」・「いいえ」の 2 値で回答した。この 2 値を名義尺度として用い、代表値として最頻値を採用した。最頻値が「いいえ」の場合には状態は L、「はい」の場合には状態は H と定義する。この動画を視聴後にアンケートに答えるという作業を 1 試行とし、参加者 1 人に付き 10 試行を行った。

この共通のフォーマットのもとで、以下の 3 つの実験を行った。

### 3.1 実験 1

実験 1 では、遷移オペレータが無い状態での推薦を 10 回繰り返した。これは推薦を繰り返すこと自体により、状態遷移が起こるかどうかを確認するためである。

参加者は日本人の 20 代と 30 代の男女計 15 名であり、うち 8 名が男性で 7 名が女性であった。平均年齢は 29.7 歳 (標準偏差は 6.5 歳) であった。なお、女性参加者の一人について、実験中に機械トラブルが発生したため実験から除外した。

各質問について「はい」と回答した参加者の割合を 2 から 4 までのグラフに示す。各グラフにおいて、縦軸は「はい」と答えた被験者の割合を示す。横軸は、 $n$  番目の推薦を  $Rn$  とし、推薦番号を示す。これらは実験 1, 2, 3 で共通である。

<sup>1</sup><http://www.mmdagent.jp/>

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

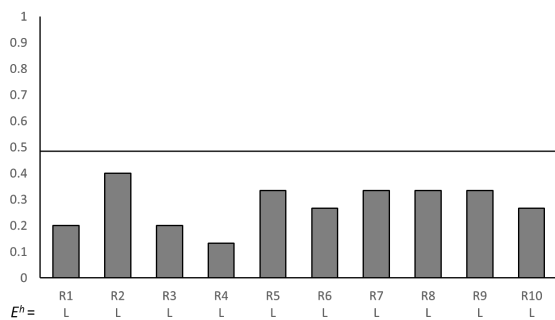


図 2: 実験 1 において Q1: 「あなたは推薦中に楽しい気分になりましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

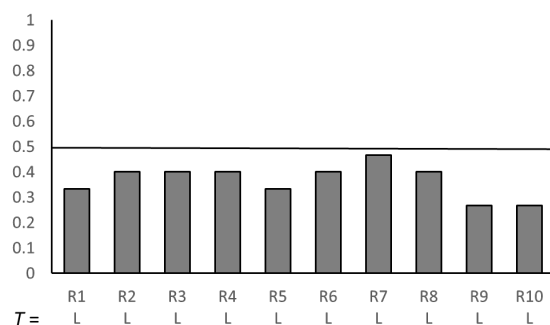


図 4: 実験 1 において Q3: 「あなたは擬人化エージェントの話に説得力があると思いましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

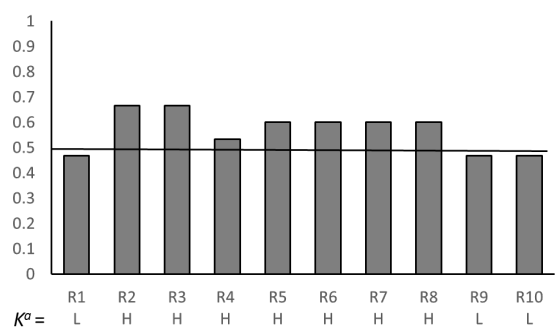


図 3: 実験 1 において Q2: 「あなたは擬人化エージェントは正しい知識を持っていると感じましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

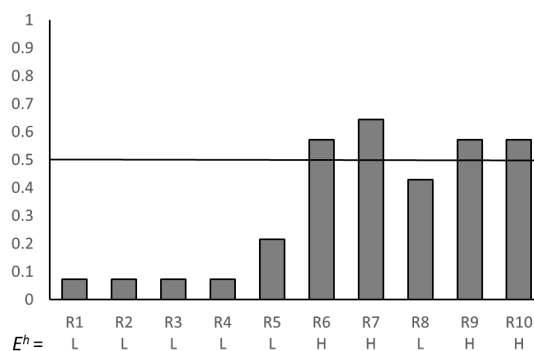


図 5: 実験 2 で各推薦後, Q1: 「あなたは推薦中に楽しい気分になりましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

### 3.2 実験 2

実験 2 では, 前半の 5 推薦では感情遷移オペレータのみを実行し, 後半の 5 推薦ではそれに加えて知識遷移オペレータも実行し, この場合の遷移を検証した.

参加者は日本人の 20 代と 30 代の男女計 15 名であり, うち 7 名が男性で 8 名が女性であった. 平均年齢は 29.0 歳 (標準偏差は 5.7 歳) であった.

各質問について「はい」と回答した参加者の割合を 5 から 7 までのグラフに示す.

### 3.3 実験 3

実験 3 では, 前半の 5 推薦では知識遷移オペレータのみを実行し, 後半の 5 推薦ではそれに加えて感情遷移オペレータも実行し, この場合の遷移を検証した.

参加者は日本人の 20 代と 30 代の男女 15 名であり, うち 8 名が男性で 7 名が女性であった. 平均年齢は 29.3 歳 (標準偏差は 6.9 歳) であった.

各質問について「はい」と回答した参加者の割合を 8 から 10 までのグラフに示す.

## 4 考察

実験 1, 2, 3 それぞれで観察された状態遷移図を 11, 12, 13 に示す. 実験 1 では知識量  $K^a$  のみが H に遷移し, 信頼  $T$  には遷移は見られなかった. 実験 2 では感情遷移オペレータの効果は見られず, 知識遷移オペレータの実行後に感情  $E^h$  と知識量  $K^a$  が H に遷移し, 同時に信頼  $T$  が H に遷移した. 実験 3 では知識遷移オペレータの実行後に知識量  $K^a$  が H に遷移し, 感情遷移オペレータの実行後に感情  $E^h$  が H に遷移した. 信頼  $T$  は, 感情  $E^h$  と同時に H に遷移した.

これらの結果から, 以下のことがわかった. 状態遷移モデルの妥当性については, 感情  $E^h$  と知識量  $K^a$  が共に H の場合にのみ  $T$  が H になることが示された. このことから, 本研究で導入した 2 つのパラメータは信頼を操作するのに有効であり, かつ効果を最大にするには双方を操作する必要があることが示された.

遷移オペレータについては, 本研究では知識遷移オペレータについては想定通りに作用した. 一方, 感情

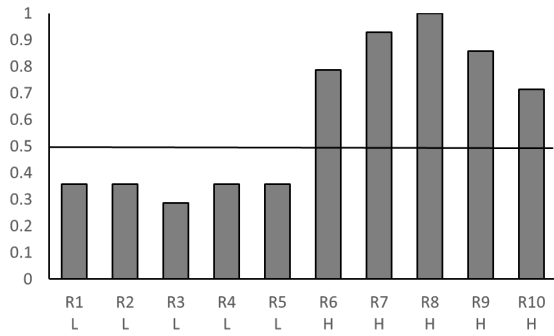


図 6: 実験 2 で各推薦後, Q2: 「あなたは擬人化エージェントは正しい知識を持っていると感じましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

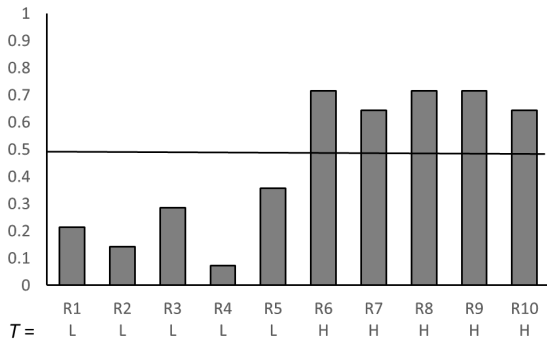


図 7: 実験 2 で Q3: 「あなたは擬人化エージェントの話に説得力があると思いましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

遷移オペレータについては, 実験 3 では実行後すぐに効果を見せたが実験 2 では実行後すぐには効果が見られなかった. このことは, 感情遷移オペレータは単独では効果を上げず, 知識遷移オペレータと同時に実行することで初めて効果が得られるものであることを示唆している.

## 5 まとめ

本研究ではユーザから擬人化エージェントへの信頼を誘発するため, 感情と知識量というパラメータを設定し, ユーザの状態遷移モデル及びパラメータを操作する遷移オペレータを提案した. かつ, モデルと遷移オペレータの妥当性を検証するために実験を行った. その結果, モデル及び遷移オペレータの妥当性が示された. この結果は今後の擬人化エージェントのデザインを考える上で, 重要な示唆となるものである.

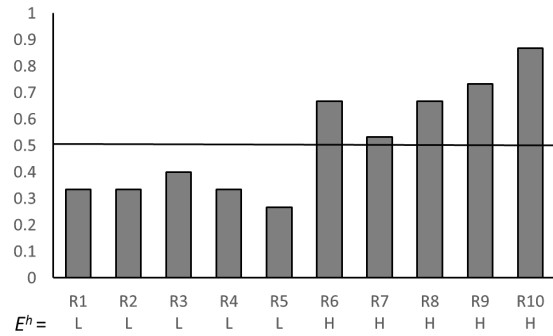


図 8: 実験 3 で Q1: 「あなたは推薦中に楽しい気分になりましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

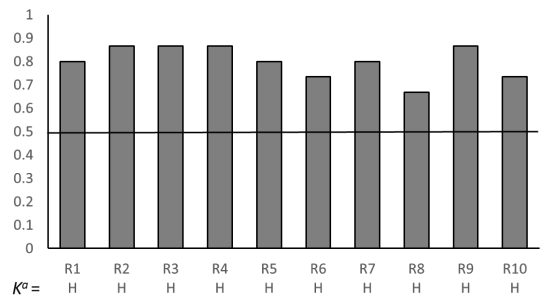


図 9: 実験 3 で Q2: 「あなたは擬人化エージェントは正しい知識を持っていると感じましたか?」に「はい」と答えた被験者の割合

## 参考文献

- [Artz 07] Artz, D. and Gil, Y.: A survey of trust in computer science and the semantic web, *Journal of Web Semantics*, Vol. 5, No. 2, pp. 58-71 (2007)
- [Dong 14] Dong, Y., Li, Y., and Sun, T.: Happy faces considered trustworthy irrespective of perceiver's mood: Challenges to the mood congruency effect, *Computers & Security*, Vol. 47, pp. 85-93 (2014)
- [Fogg 02] Fogg, B. J.: *Persuasive technology: using computers to change what we think and do*, Morgan Kaufmann (2002)
- [Geven 06] Geven, A., Schrammel, J., and Tscheligi, M.: Interacting with embodied agents that can see: how vision-enabled agents can assist in spatial tasks, in *Proceedings of the 4th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 135-144 (2006)

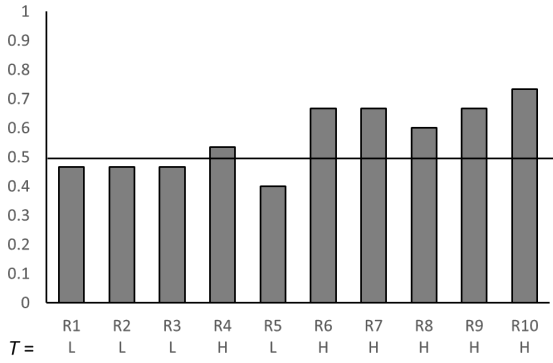


図 10: 実験 3 で Q3: 「あなたは擬人化エージェントの話に説得力があると思いませんか?」に「はい」と答えた被験者の割合

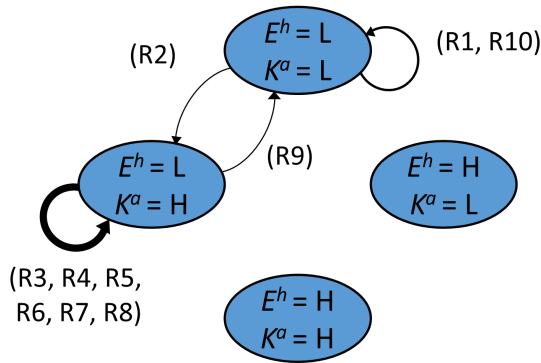


図 11: 実験 1 で確認できた遷移。括弧内は推薦番号。

[Grandison 00] Grandison, T. and Sloman, M.: A survey of trust in internet applications, *Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 3, No. 4, pp. 2–16 (2000)

[黒田 16] 黒田 拓也, 山田 誠二, 寺田 和憲: オンラインショッピングにおける商品推薦エージェントの外見と振る舞いの関係が購買意欲に与える影響, *人工知能学会論文誌*, Vol. 31, No. 2, pp. 1–11 (2016)

[Moon 00] Moon, Y.: Intimate exchanges: Using computers to elicit self-disclosure from consumers, *Journal of Consumer Research*, Vol. 26, No. 4, pp. 323–339 (2000)

[Mui 02] Mui, L., Mohtashemi, M., and Halberstadt, A.: A computational model of trust and reputation, in *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 2431–2439 (2002)

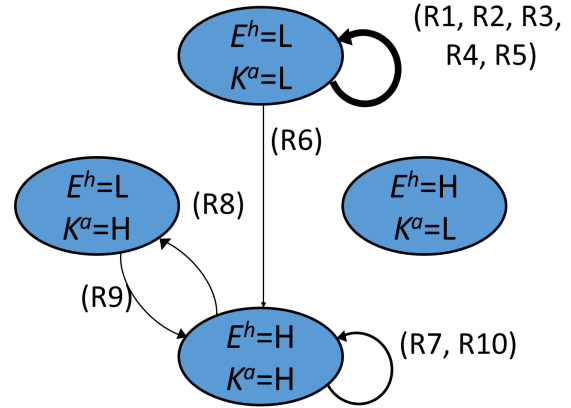


図 12: 実験 2 で確認できた遷移。括弧内は推薦番号。

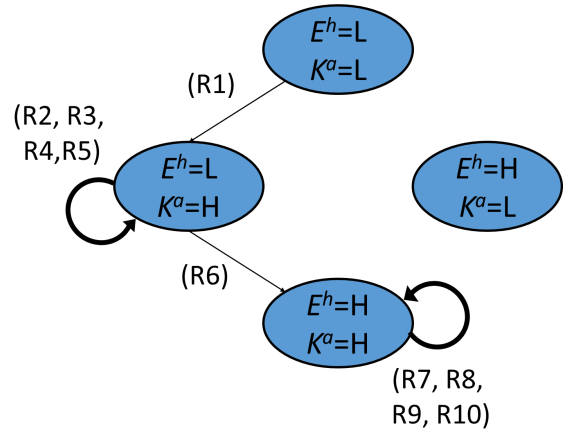


図 13: 実験 3 で確認できた遷移。括弧内は推薦番号。