

同一画面上に表示される物体がもたらす コンピュータ・エージェントへの信頼の調査

Investigation of trust in computer agents in the presence
of objects on the same screen.

藤堂健世^{1,2} 高橋聡¹ 吉川厚¹ 山村雅幸²

Kense Todo^{1,2}, Satoshi Takahashi¹, Atsushi Yoshikawa¹, and Masayuki Yamamura²

¹ 関東学院大学

¹Kanto Gakuin University

² 東京工業大学

² Tokyo Institute of Technology

Abstract: 本研究では、コンピュータ・エージェント (Computer Agent, 以下 CA と表記) と共表示される物体により、CA への信頼は影響をうけるのかについて探る。具体的には CA の横に物体を表示させた対話画面を用いて、CA から知覚される信頼性及び技術的能力をウェブ・アンケートで実験協力者に評価させた。様々な物体およびその組み合わせで調査した結果、CA とともに画面上に表示された物体の中には、CA への信頼を向上させる物体もあった。

背景

教育及びマーケティングにおける CA の効果的な利用は、CA が信頼できる情報源として認識されるかどうかにかかっている[1]。この認識は、CA の服装といった外見に影響される。例えば健康に関するメッセージを伝える際、白衣を着た CA はユーザーから信頼を得る[2]。同様にパンクロックを教える際、アーティストの CA はユーザーから信頼を得る[3]。CA への信頼は、提供する情報に関わる印象を与える CA の外見によって高められる。

また、CA と共表示された文章は、CA への信頼を向上させることが確認されている。例えば「ワインの専門家」や「運動のスペシャリスト」といった文章は、CA への信頼を向上させる[4], [5]。以上により、CA と共表示される画面上の要素は、CA への信頼を向上させることを示唆している。しかし文章ではなく、CA と共表示された物体が CA への信頼を向上させるかについては、未解明である。

そこで本研究は、CA と共表示される物体により、CA への信頼は影響をうけるのかについて探る。そのために、一種類の CA と、その横に物体を表示した対話画面を実験協力者に提示する。その後、画面上の CA から知覚される信頼性及び知覚される技術的能力の評価をウェブ・アンケートで収集する。

手法

本研究の CA は、プログラミングの教育者とした。これは、CA に情報提供者の役割を担わせるためである。また教育者として認識させるために CA にスーツを着用させた[6]。

対話画面における物体の表示方法

物体の形状及び描き方によって、表示方法を3種類にわけた。(1) 形状の異なる物体による表示、(2) 物体の描き方による表示、(3) 2つの物体の組み合わせによる表示である。これらの表示方法をもとに、CA への信頼に与える影響を調査する。

形状の異なる物体による表示

形状の異なる物体が CA への信頼に影響するかを調査する。形状の異なる4つの物体を用意した。CA を執筆した漫画家による PC (以下、PC (デザイナー) と表記)、CA を執筆した漫画家による世界地図 (以下、世界地図と表記)、長方形、楕円である (図1上部)。PC は今回 CA が提供する情報に関わる印象を与える物体と仮定して採用した。一方世界地図は、今回 CA が提供する情報と乖離している物体と仮定して採用した。また、長方形及び楕円は、特定の意味を与えない幾何学的な物体として採用した。これ

形状の異なる物体	物体なし	PC (デザイナー)	世界地図	長方形	楕円
	物体なし	PC (デザイナー)	PC (線画)	PC (イラスト)	PC (写真)
	物体なし	世界地図+PC	長方形+PC	楕円+PC	
2つの物体の組み合わせ					

図1 CA と物体が共表示された対話画面

らを比較することで、CA への信頼に影響を与える物体の特性を確認できると考えた。

物体の描き方による表示

物体の描き方が CA への信頼に影響するかを調査する。比較のために、同じ名称で呼ばれ、描き方が異なる4種類の物体を用意した。PC (デザイナー)、CA を執筆した漫画家による PC の線画 (以下、PC (線画) と表記)、Web 上で公開されているイラストと写真の PC (以下それぞれ、PC (イラスト)、PC (写真) と表記) である (図1 中部)。PC の採用理由は、「形状の異なる物体による表示」での説明と同様である。これらを比較することで、CA への信頼に影響を与える描き方の特性を確認できると考えた。

2つの物体の組み合わせによる表示

2つの物体の組み合わせが CA への信頼に影響するかを調査する。物体の1つは PC で固定し、他の物体を変化させる。組み合わせる物体は、世界地図、長方形、楕円の3種類である。これらは「形状の異なる物体による表示」で採用したものと同様の物体を画面上に表示させる (図1 下部)。これらを比較することで、PC に他の物体が関わることによる CA への信頼の影響を調査できると考えた。

実験協力者への対話画面の提示手法

事前に実験協力者に対して、実験の前提の説明を行う。その際、CA の評価にバイアスが生じないように「AI を搭載した教育システムの開発の実験」と称して説明を行う。またプログラミング教育を専門とする教育システムの開発であることを伝える。その後、実験協力者に CA と対話する状況の説明をする。状況の説明文を図2 で示す。

状況の説明後、実験協力者に CA と物体が表示されたいずれかの対話画面を提示する。

CA の評価及び分析

実験協力者は提示された対話画面を用いて CA への信頼の評価を行う。CA への信頼は、信頼の因子である「知覚される信頼性」及び「知覚される技術的能力」をアンケートで尋ねる。アンケートは、コンピュータシステムへの信頼の評価尺度[7]から一部抜粋し、本研究用に書き直して利用した (表1)。実験協力者は知覚される信頼性及び知覚される技術的能力をリッカートスケールにて回答する (1 とてもそう思う-5 とてもそう思わない)。

得られた結果から、知覚される信頼性及び知覚される技術的能力を比較するために、各3問の平均値

あなたの通っている学校では、学生のデータサイエンスとプログラミングに関する知識とスキルの向上を目的として全学的にデータサイエンス・プログラミングの講義を必修化しています。

このような教育方針の一環として、学生の皆さんがプログラミングに関して直面するであろう様々な疑問や問題を、より効率的かつ効果的に解決できる手段として、AIを搭載した教育システムの導入をしています。

あなたは、講義の一環として、自作したプログラミングの実行結果をレポートに記載する必要があります。しかし記述したプログラミングを実行したところ、エラーメッセージを含むコードスニペットが示されました。

「エラーメッセージ」が生じた原因や解決策についてこの教育システムに相談しようと思いました。

図2 状況の説明文

を求めた。またすべての表示方法で、Steel法の多重比較検定で比較した。対照群は、CAが単独で表示される「物体なし」である。これは、表示された物体がCAへの信頼に影響を与えるかどうか検証するためである。

結果

本研究の実験協力者は、日本在住の学生（20歳～22歳）かつを対象とした（N=1029）。また調査はウェブ・アンケートを用いた。

形状の異なる物体による表示の調査

知覚される信頼性の評価は、楕円（平均値 2.83）、世界地図（平均値 2.84）、PC（デザイナー）（平均値 2.85）が高い評価を得た。また、知覚される技術的能力は、PC（デザイナー）が最も高い評価を得た（平均値 2.75）、これに近い評価を得たのは、楕円（平均値 2.78）である（表 2）。

多重比較検定の結果、知覚される信頼性の PR3 で、PC（デザイナー）と物体なしの間に統計的な有意差が確認された（ $p<0.05$ ）。知覚される技術的能力の PTC2 で、PC（デザイナー）と物体なしの間に統計的な有意差が確認された（ $p<0.05$ ）。

物体の描き方による表示の調査

知覚される信頼性は、PC（デザイナー）（平均値 2.85）が最も高く評価された。これについて、PC（写真）（平均値 2.92）であった。最も低い評価は PC（線画）（平均値 3.08）であった。また、知覚される技術的

表1 アンケート調査文

知覚される信頼性(Perceived Reliability・PR)	
PR1	このキャラクターは、私が決断を下すために必要なアドバイスを常に提供してくれる
PR2	このキャラクターが適切に機能することを信頼できる
PR3	このキャラクターは一貫して問題を分析する
知覚される技術的能力 (Perceived Technical Competence・PTC)	
PTC1	このキャラクターは適切な方法で決定を下す
PTC2	このキャラクターには、この種の問題についての正しい知識が組み込まれている
PTC3	このキャラクターが出す助言は、高度な能力を持つ人が出す助言と同程度である

能力は、PC（デザイナー）が最も高い評価を得た（平均値 2.75）。次に PC（イラスト）（平均値 2.83）が続いた。最低の評価は PC（線画）（平均値 3.04）であった（表 3）。

多重比較検定の結果、知覚される信頼性の PR3 で、PC（デザイナー）と物体なしの間に統計的な有意差が確認された（ $p<0.05$ ）。知覚される技術的能力の PTC2 で、PC（デザイナー）と物体なしの間に統計的な有意差が確認された（ $p<0.01$ ）。

2つの物体の組み合わせによる表示の調査

知覚される信頼性は、長方形+PC が最も高い評価を得た（平均値 2.69）。これは、楕円+PC（平均値 2.95）、世界地図+PC（平均値 2.96）よりも約 0.3 ポイント高かった。知覚される技術的能力は、長方形+PC が最も高かった（平均値 2.66）。次いで世界地図+PC（平均値 2.91）、楕円+PC（平均値 2.93）であった（表 4）。

多重比較検定の結果、知覚される信頼性の PR3 で、長方形+PC と物体なしの間に統計的に有意差が確認された（ $p<0.01$ ）。

考察

結果から、表示された物体による CA への信頼の低下は見られなかった。一方物体の形状及び描き方によって「CA への信頼を有意に向上させた物体」と「影響がない物体」の 2 つのグループに分割できた（図 3）。CA への信頼を有意に向上させた物体は、PC（デザイナー）及び長方形+PC である。この 2 つから CA への信頼を向上させる物体の特徴を整理す

表2 形状の異なる物体による表示の調査（上の数値は平均，上の数値はS.D.）

物体	n	PR1	PR2	PR3	PR 平均	PTC1	PTC2	PTC3	PTC 平均
物体なし	100	2.98	3.10	2.97	3.02	2.93	2.95	3.02	2.97
		1.06	0.87	0.97	0.97	0.93	0.98	0.98	0.96
PC (デザイナー)	100	2.89	3.03	2.63	2.85	2.83	2.57	2.84	2.75
		1.08	1.09	1.02	1.07	0.99	1.10	1.01	1.04
世界地図	100	2.83	2.93	2.75	2.84	2.91	2.80	2.82	2.84
		0.95	0.92	0.93	0.93	0.94	1.03	1.00	0.99
長方形	53	3.11	3.13	2.98	3.08	3.02	2.91	3.08	3.00
		1.00	1.03	1.08	1.02	1.00	1.12	0.99	1.03
楕円	100	2.86	2.91	2.73	2.83	2.81	2.78	2.75	2.78
		1.06	0.95	0.96	0.99	0.90	0.94	0.96	0.94

表3 物体の描き方による表示の調査（上の数値は平均，上の数値はS.D.）

物体	n	PR1	PR2	PR3	PR 平均	PTC1	PTC2	PTC3	PTC 平均
物体なし	100	2.98	3.10	2.97	3.02	2.93	2.95	3.02	2.97
		1.06	0.87	0.97	0.97	0.93	0.98	0.98	0.96
PC (デザイナー)	100	2.89	3.03	2.63	2.85	2.83	2.57	2.84	2.75
		1.08	1.09	1.02	1.07	0.99	1.10	1.01	1.04
PC (線画)	100	3.08	3.17	2.99	3.08	3.08	2.87	3.18	3.04
		1.04	0.95	1.04	1.01	0.95	1.04	0.99	1.00
PC (イラスト)	100	2.94	3.06	2.87	2.96	2.85	2.78	2.87	2.83
		1.06	1.11	1.10	1.09	1.10	1.12	1.14	1.12
PC (写真)	61	3.02	3.06	2.79	2.92	2.79	2.91	3.00	2.88
		1.13	1.08	1.22	1.15	1.16	1.12	1.16	1.15

表4 2つの物体の組み合わせによる表示の調査（上の数値は平均，上の数値はS.D.）

物体	n	PR1	PR2	PR3	PR 平均	PTC1	PTC2	PTC3	PTC 平均
物体なし	100	2.98	3.10	2.97	3.02	2.93	2.95	3.02	2.97
		1.06	0.87	0.97	0.97	0.93	0.98	0.98	0.96
世界地図+PC	156	2.89	2.94	2.85	2.96	2.94	2.94	2.87	2.91
		1.03	1.03	1.07	1.04	1.00	1.01	0.98	1.00
長方形+PC	59	2.74	2.77	2.43	2.69	2.60	2.64	2.64	2.66
		1.13	1.10	0.90	1.05	0.98	0.98	1.12	1.02
楕円+PC	100	2.94	3.10	2.81	2.95	2.88	2.87	3.04	2.93
		1.17	0.96	1.04	1.03	1.00	0.96	1.05	1.00

る。

まず、PC (デザイナー) に着目する。PC (デザイナー) は CA への信頼を向上させた。一方で、他のPCの描き方及び長方形以外の物体との組み合わせでは、CAへの信頼は変わらなかった。つまり、PCとして認識できる物体はCAへの信頼を向上させる必要条件であるが、十分条件でないと考えられる。今回の仮定から、提供する情報に関わる印象を与える物体を画面上に表示することは、CAへの信頼の

向上させる要因ではない場合もある。

次に、長方形+PCに着目する。単独で長方形が表示された場合、CAへの信頼は変わらなかった。一方で、PCと組み合わせで表示された場合、CAへの信頼を向上させた。このことは、ユーザーは表示された物体を単独で解釈するのではなく、統合し、何らかの解釈をしていると考えられる。そして解釈に基づいてCAへの信頼を評価していると考えられる。しかしながら、今回はどのような解釈をしているか

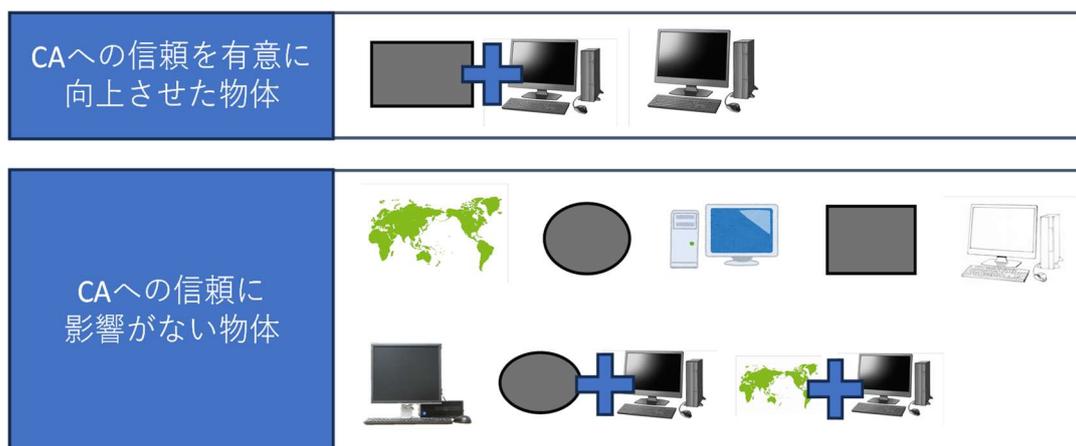


図3 結果から生まれた2つのグループ

を把握することはできていない。

今回の CA への信頼を向上させる物体の結果は、「手がかりの多さは CA への信頼を高める」と示唆した先行研究[8]とは異なっていた。本結果は、手がかりの数とは関係なく、PC の描き方及び画像の組み合わせが CA への信頼を向上させたことを示した。また、統合した解釈によって、CA への信頼を変化させていることを示した。

まとめ

本研究は、CA と共表示される物体により、CA への信頼は影響をうけるのかについて探った。本研究は、CA への信頼を向上させる画面上の物体に関する新たな2つの洞察を提供した。(1) CA が提供する情報に関わる印象を与える物体は CA への信頼を向上させる十分条件ではないこと、(2) ユーザーが複数の物体を統合して解釈していることである。

今後の研究では、本研究の知見に基づいて、CA への信頼を向上させる物体の特徴を特定する。具体的には、物体の種類、描き方及び統合された手がかりに対するユーザーの認識を調査し、CA への信頼を向上させる特徴を検討し仮説の構築を行う。次に仮説に基づき、他のドメインにおいて CA への信頼を向上させるかどうかの検証を行う。

参考文献

- [1] T. W. Liew and S.-M. Tan, “Social cues and implications for designing expert and competent artificial agents: A systematic review,” *Telemat. Inform.*, vol. 65, p. 101721, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.tele.2021.101721.
- [2] D. Parmar, S. Olafsson, D. Utami, and T. Bickmore, “Looking the Part: The Effect of Attire and

Setting on Perceptions of a Virtual Health Counselor,” in *Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents*, in IVA ’18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Nov. 2018, pp. 301–306. doi: 10.1145/3267851.3267915.

[3] G. Veletsianos, “Contextually relevant pedagogical agents: Visual appearance, stereotypes, and first impressions and their impact on learning,” *Comput. Educ.*, vol. 55, no. 2, pp. 576–585, Sep. 2010, doi: 10.1016/j.compedu.2010.02.019.

[4] Y. J. Koh and S. S. Sundar, “Effects of specialization in computers, web sites, and web agents on e-commerce trust,” *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, vol. 68, no. 12, pp. 899–912, Dec. 2010, doi: 10.1016/j.ijhcs.2010.08.002.

[5] Y. J. Sah, B. Yoo, and S. S. Sundar, “Are specialist robots better than generalist robots?,” in *2011 6th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, Mar. 2011, pp. 241–242. doi: 10.1145/1957656.1957751.

[6] Y. Kim, A. L. Baylor, and PALS Group, “Pedagogical Agents as Learning Companions: The Role of Agent Competency and Type of Interaction,” *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 54, no. 3, pp. 223–243, Jun. 2006, doi: 10.1007/s11423-006-8805-z.

[7] M. Madsen and S. Gregor, “Measuring Human-Computer Trust,” in *11th australasian conference on information systems*, 2000.

[8] S. Schneider, M. Beege, S. Nebel, L. Schnaubert, and G. D. Rey, “The Cognitive-Affective-Social Theory of Learning in digital Environments (CASTLE),” *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 34, no. 1, pp. 1–38, Mar. 2022, doi: 10.1007/s10648-021-09626-5.