

Q&A システムにおける回答意欲を向上させるための バーチャルエージェントデザインツール

尹 浩^{1,a)} 山本 景子^{1,b)} 倉本 到^{2,c)} 辻野 嘉宏^{1,d)}

受付日 2019年6月19日, 採録日 2019年11月29日

概要: 通信技術の発展にともない, Q&A ウェブサイトは大規模な知識共有の重要な手段の1つになっている. しかし, Q&A ウェブサイトにおける回答者と質問者の間には, 1) 相手のことが分からない, 2) 質問者の態度やいい方が好きではない, という2点に起因する知識共有バリアが存在する. そこで本論文では, これらのバリアを低減するために, Q&A システムにおいて質問者と回答者を仲介する, 各ユーザにとって好ましいバーチャルエージェントがデザインできるツールを提案する. このツールでは, エージェントの外見と性格に関するパラメータをユーザが調整するだけで自分にとって好ましく感じるエージェントが自動生成される. 評価実験の結果より, このツールを用いることで, 実験参加者の大多数が自分にとって好ましいバーチャルエージェントを作成できることが確認できた. また, 作成されたエージェントを Q&A システムに導入した場合, 回答意欲が高まることが分かった.

キーワード: 知識共有, バーチャルエージェント, バーチャルキャラクター, Q&A ウェブサイト

Virtual Agent Design Tool for Improving Motivation of Providing Knowledge

HAO YIN^{1,a)} KEIKO YAMAMOTO^{1,b)} ITARU KURAMOTO^{2,c)} YOSHIHIRO TSUJINO^{1,d)}

Received: June 19, 2019, Accepted: November 29, 2019

Abstract: With the development of communication technology, Q&A websites have become one of the most common avenues for large scale knowledge sharing. However, two types of barriers between questioners and respondents make knowledge sharing difficult: 1) low relatedness between users, and 2) an arrogant or negative attitude exhibited by questioners. In order to lower these barriers, we propose a virtual agent design tool. In this tool, each favorable virtual agent for each user can be designed with some parameters for the appearance and personality of the agent. On Q&A system, the user's own virtual agent mediates between questioners and respondents. The results of an experimental evaluation indicated that the most participants can design their favorite virtual agents by the proposed tool, and the virtual agents can improve the motivation to answer questions.

Keywords: knowledge sharing, virtual agent, virtual character, Q&A website

1. はじめに

近年, スマートデバイスの普及と 5G 技術の発展にともなう, 人々が広く交流しやすい環境が整いつつある. 同時に, 様々な人々の集合知としての人種と文化を超えたグローバルで大規模な知識共有も容易になってきている. 大規模な知識共有手段の1つとして「Yahoo 知恵袋^{*1}」や

¹ 京都工芸繊維大学
Kyoto Institute of Technology, Kyoto 606–8585, Japan
² 福知山公立大学
The University of Fukuchiyama, Fukuchiyama, Kyoto 620–0886, Japan
^{a)} hao-yin@hotmail.com
^{b)} kei@kit.ac.jp
^{c)} kuramoto-itaru@fukuchiyama.ac.jp
^{d)} tsujino@kit.ac.jp

^{*1} <https://chiebukuro.yahoo.co.jp/>

「Quora^{*2}」などの Q&A ウェブサイトが一般的に広く用いられている。これらの Q&A ウェブサイトを通じて知識が共有されるには、ユーザから回答が提供される必要があるが、以下の原因による知識共有バリアがあるため、それが充分に行われない場合があることが分かっている [1], [2].

B1. 相手のことが分からない

B2. 相手の態度やいい方が嫌い

Q&A ウェブサイトでのユーザ層は非常に多様であり、かつ匿名であることが多い。Madsen ら [3] によると、人は、相手のことをよく知らず、相手のことが分からないとき、その人を助けようという気持ちを生み出しにくい。そのため、Q&A ウェブサイトではバリア B1 が生じやすいと考えられる。また、Joinson [4] は、インターネットユーザは現実世界と比べて、自分の発言の他人に対する影響を考慮せずに発言しやすいと述べている。ゆえに、B2 も生じやすいと考えられる。特に Q&A ウェブサイトでの交流は、特定のユーザ間のコミュニケーションが密に行われることよりも、関係性の浅いユーザ間による簡易なコミュニケーションにより展開されることが多いため、初期の質問・応答における態度やいい方が与える影響が強くなるため、これらのバリアの低減が重要であると考えられる。

筆者らはこれまでに、B1 と B2 を低減することを目指し、以下の 2 つの特徴を持つバーチャルエージェントに Q&A ウェブサイトにおける質問と回答を仲介させることで、回答者の回答意欲を高める手法を提案し、その効果を示した [2]。この手法を利用しても、質問者のことを回答者が分かるわけでもなく、質問者の態度やいい方が変化するわけでもないが、回答者にとっては、以下の 2 つの特徴を持つバーチャルエージェントが質問しているように感じられるため、ユーザを回答行動へ誘導するという意味で、B1) と B2) という問題の低減になったと考えられる。

C1 (B1 を低減) 回答者と同じ属性 (出身地と趣味)、好ましい外見と性格を持つ

C2 (B2 を低減) 回答者にとって好ましい話し方と反応をする

C1 において、属性を回答者と同じとしたのは、人は自分が好意を持つ人を助けたいと考える傾向がある [5] ことと、人は自分と同じ属性 (出身地、趣味、政治団体、宗教など) を持つ人に対して好感を持ちやすい [6] ことが分かっているためである。初対面でのコミュニケーションでの汎用性を考慮し、属性は出身地と趣味を採用した。

しかし、文献 [2] における実験で使用したエージェントは実験者が提供した単一のものであり、そのエージェントを好ましく感じるグループと感じないグループに約半数ずつ分かれた。本手法を実用的なものとするためには、各ユーザが好ましく感じるそれぞれのエージェントを適切に作成

する方法が必要となる。そこで本論文では、各々のユーザにとって好ましいバーチャルエージェントを、そのキャラクターの外見と性格に関するパラメータを調整するだけで自動生成するツールを提案する。そしてこのツールによりデザインしたエージェントに Q&A を仲介させることで回答意欲が向上されるかを検証する。

2. 関連研究

既存の Q&A のためのバーチャルエージェント (MMDA-agent [7] で実現されている「メイちゃん^{*3}」、株式会社らいあコミュニケーションズが制作したエージェント^{*4}など) は、全ユーザ共通のエージェントであり、ユーザにあわせて自由に設計できないため、多くのユーザに対して、1 で述べた C1 と C2 を持たせることは困難である。

一方、インターネット上でユーザが自分自身のアバタをデザインできるシステムが増えている [8]。このようなシステムをバーチャルエージェントの設計に応用すれば、ユーザにとって好ましく感じる外見のエージェントを作成できると考えられる。しかし、これらのシステムはバーチャルエージェントの外見を設計するのみで、対話によって伝わるその性格を調整することはできない。したがって、ユーザがエージェントの性格を好ましく感じないエージェントとの対話では、B1 と B2 の低減が望めない。

そこで提案ツールでは、エージェントの外見のみならず性格も調整できるようにする。そして Q&A システムにおいて、ユーザが提案ツールを用いてデザインした各自のエージェントにより質問される。これによりそのエージェント、つまり質問相手を好ましく感じることで、回答意欲を向上させることを目指す。なお、エージェントの外見と性格は、エージェントによる自己紹介とその後の Q&A 対話を通して提示する。Q&A 対話のみでなく自己紹介も用いるのは、第一印象が以降の人間関係に大きな影響を与えること [9] や、ユーザが初対面のバーチャルエージェントの態度や動作を通じてエージェントの性格を判断すること [10] が知られているためである。

3. 提案ツール

提案ツールのフレームワークを図 1 に示す。まず、自己紹介表現を用意する人 (ユーザではなく、バーチャルエージェントを適用させるシステムの開発者と想定。以降、エージェントデザイナー) が基準文と性格辞書 (3.3 節で詳述) を作成する。次に各ユーザが、エージェントの外見パーツ (3.1 節で詳述) および性格を指定する Big Five 尺度値 (3.2 節で詳述) を選択する。これらにより、エージェントの自己紹介 (3.3 節で詳述) と Q&A 対話 (3.4 節で詳述) における表現を生成する。このようにして各ユーザの

^{*2} <https://jp.quora.com/>

^{*3} <http://mei.web.nitech.ac.jp/>

^{*4} <http://www.relia-group.com/lp/virtual-agent/>

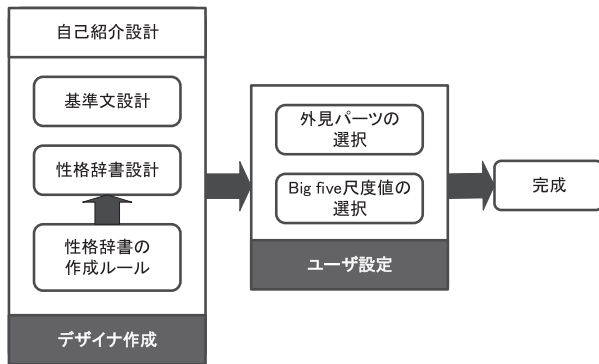


図 1 提案ツールのフレームワーク

Fig. 1 Framework of proposed tool.

好みに合うエージェントを作成できるようにする。

3.1 バーチャルエージェントの外見設計

エージェントをデザインする際、より豊富なパーツをユーザに提供すれば、ユーザは好ましい外見を設計しやすいが、膨大なパーツ情報を提供すると、ユーザの混乱を招く可能性が高いと考えられる。そこで適切なパーツ量をユーザに提示すべきと考えられる。そのため、提案ツールでは、好ましい感情を誘起しやすいキャラクタのデザイン法に関する知見 [11], [12] を参考にし、バリエーションが広く、個々のユーザの感じる好ましさに影響を与えやすい眉毛、目、顔形、髪型のデザインを数種類ずつ用意する。

図 2 に外見設計のパーツの一部を示す。

3.2 バーチャルエージェントの性格設計

人間の性格を大まかに分類し表現するものとして、Big Five 尺度 [13] が広く用いられている。そこで提案ツールでは、ユーザが Big Five 尺度の値を与えることでバーチャルエージェントの性格を設定できるようにする。この尺度における 5 要素の日本語名称として、村上ら [14] にならない、「外向性 (Extraversion. 以降, *E*)」、「協調性 (Agreeableness. 以降, *A*)」、「勤勉性 (Conscientiousness. 以降, *C*)」、「情緒安定性 (Emotional Stability. 以降, *ES*)」、「知性 (Intelligence. 以降, *I*)」を用いる。また、並川ら [15] の研究に基づき、日本語で簡単に Big Five 尺度を説明できる単語群もユーザに提示し、各尺度を -3 (ネガティブ) ~ +3 (ポジティブ) の 7 段階で選ばせる。このユーザの選択により、エージェントの発言内容および表情変化を通じてその性格を提示するエージェントを自動生成する。

3.3 バーチャルエージェントの自己紹介における性格表現

エージェントの自己紹介では出身地と趣味を話題としエージェントとユーザの会話を自動的に展開させる。エージェントの出身地と趣味には、ツールの初期設定時にユーザに入力させたユーザ自身の情報を用いる。このとき、エー



図 2 バーチャルエージェントの外見パーツ

Fig. 2 Appearance components for virtual agent.

ジェントの性別・名前・あだ名、ユーザの呼称 (A さん、先輩、お兄ちゃんなど) も設定させる。これらの設定に基づき、エージェントの 1 人称 (私、俺、僕など) を自動生成する。

Big Five 尺度の 5 要素について、3.2 節で述べた 7 段階で自己紹介表現 (文章だけではなく、表情変化も含む) を作ると 7⁵ パターンが必要であるため、エージェントデザイナーが 1 つ 1 つ自己紹介文を作ることは現実的ではない。そこで本ツールでは、エージェントデザイナーが作成した少数の文章に基づき、すべての設定に対応できる自己紹介文と表情変化が自動生成されるようにする。

まず、Big Five 尺度の 5 項目の値がすべてニュートラルのときの自己紹介表現として用いる文の集合 (以降、基準文。3.3.1 項に詳述) を用意する。そして、それに基づき、5 項目それぞれが任意の値をとった場合でも、それぞれの性格を表現する文章を自動生成する。

3.3.1 自己紹介文の基準文

自己紹介文の基準文の例 (Agt: エージェント, Ustr: ユーザ) を下記に示す。なお、下線部はユーザの指定により決定される。

Agt: はじめまして、Agt 名 と申します。

Ustr: はじめまして。

Agt: Ustr 出身地 出身です。

Ustr: 私も同じ出身。

Agt: 私は、ユーザの呼称 と呼んでいいですか？

Ustr: いいよ。

Agt: 私のことを Agt あだ名 と呼んでください。

Ustr: Agt あだ名, いいね。 Agt あだ名 の趣味は？

Agt: {Ustr 趣味 が好きです。 and 勤勉性表現文 and 協調性表現文}

Ustr: Agt あだ名 はどういうタイプの人？

Agt: {強いて言うなら、大した特徴はありません。 or 知性表現文}

Ustr: なるほど、これからよろしくお願いします。

Agt: よろしくお願いします。

協調性	
A-: lv1.	みんなで決めたことでも、自分に不利になる場合は協力したくない。
lv2.	誠実に仕事をしても、あまり得にはならない。
lv3.	{親しい仲間でも、信用することはできない。 and E+ の場合、知り合いが多いが、軽い友達だけ。 E- の場合、友達が少ない。}
A+: lv1.	誰にでも親切にするように心がける。
lv2.	人の立場になって考えるように心がける。
lv3.	{人助けのためなら、やっかいなことでもやる。 and E+ の場合、友達が多い。リーダー経験がある。 E- の場合、友達が少ないが、親友が多い。}
勤勉性	
C-: lv1.	中途半端でやめてしまうことが多い。
lv2.	物事がうまくいかないと、すぐ諦める。
lv3.	軽率に物事を決めたり、行動する。
C+: lv1.	物事を徹底的にやる。
lv2.	使ったものをちゃんと片付ける。
lv3.	筋道を立てて物事を考える。
知性	
I-: lv1.	問題を分析するのは苦手な方。
lv2.	想像力が弱い。
lv3.	抽象的な考えにぶつかると、頭が混乱することが多い。
I+: lv1.	物事の本質が見抜ける。
lv2.	想像力が強い。
lv3.	ひろく物事を知っている。

図 3 性格辞書の作成ルール

Fig. 3 Rule for creating personality dictionary.

3.3.2 性格辞書の作成ルール

文献 [13], [14], [15] には各 Big Five 尺度の項目と相関が強い表現が記述されている。本提案ツールでは、それらの表現からエージェントの性格を表現するのに用いることができる表現を筆者が抽出し、自己紹介表現として利用できるように修正して、図 3 に示すような性格辞書の作成ルールとして集約した。たとえば、協調性と負の相関が高い表現として「みんなで決めたことでも、自分に不利になる場合は協力したくありません」、「誠実に仕事をしても、あまり得にはなりません」、「親しい仲間でも、本当に信用することはできません」[14] という記述を基に、性格辞書の作成ルールの A- が作成されている。ユーザが 7 段階で協調性 (A), 勤勉性 (C), 知性 (I) の値を設定するが、各項目が 0 に設定されたときは基準文のみを使い、項目の値が増減すると、たとえば、-3 が設定されたとき、マイナス表現 (A-, C- など) の lv1~lv3 の表現を全部利用し、-2 のときはマイナス表現の lv1 と lv2 の表現を利用するというルールで自己紹介文を生成する。

このルールにより作成した性格辞書の例を図 4 に示す。

3.3.3 自己紹介表現の自動生成法

[14], [16] に基づき制作した外向性 (E) と情緒安定性 (ES) に関する自己紹介表現の自動生成ルールを図 5 に示す。提案ツールでは、形態素解析器 Kuromoji^{*5} を利用し文構造を解析し、自己紹介文を再構成する。たとえば、

^{*5} <http://www.atilika.org/>

勤勉性	
C-: lv1.	子供のころから好きなものがどんどん変わりました。
lv2.	練習してもうまくいかない時が多いからです。
lv3.	私は何も考えず行動することが多いし、本当に好きなことがよく分かりません。
C+: lv1.	子供のころからずっと好きです。今年は何年目かな。ずいぶん長い時間ですね。
lv2.	ユーザの趣味 専用の部屋があります。片付けは手間がかかるけど、ちゃんとやっています。
lv3.	あの部屋をもらう時に部屋のレイアウトをいろいろ考えました。
協調性	
A-: lv1.	昔、ある部活に参加した時、朝練がとて早いから退部しました。
lv2.	誠実に部活をやっても、あまり得にはならないと思います。
lv3.	if E+ then 知り合いが多いが、親友が少ないです。私の友達になってください。
	if E- then 友達が少ないです。
A+: lv1.	誰にでも親切にするとよく言われます。
lv2.	人の立場になって考えると、誰でもそうすると思います。
lv3.	昔、ユーザの趣味 同好会に参加しました。でも、メンバーが少なかったから、潰れる寸前でした。私は人が困っている時、面倒なことでもほっとけないタイプです。
	if E+ then 友達はとても多いです。頑張ってメンバーを集めました。最後リーダーになりました。
	if E- then 友達は少ないけど、みんな親友だから、メンバーになってくれました。
知性	
I-: lv1.	深く考えるのは苦手です。
lv2.	想像力もないです。
lv3.	抽象的な考えにぶつかると、頭がめちゃくちゃになります。
I+: lv1.	物事の本質が見抜けたことがあって、興奮しました。
lv2.	想像力も豊かです。
lv3.	何でも知っていると言われる時もありますが、知ってることだけ知ってます。

図 4 作成ルールに基づく性格辞書の例

Fig. 4 Example of personality dictionary by creating rule.

E が低い場合は、「私は〇〇です。これからよろしくお願いします。」を「私は〇〇です。よろしく。」のように変換し、高い場合は「私は〇〇ですよ。これからよろしくね。」のように変換する。また、ES が低い場合は、「私は〇〇です。これからよろしくお願いします。」を「私は〇〇…です。これから…あの…よろしく…」のように変換する。

エージェントの表情変化については、E と ES の値の増減により、エージェントの表情変化頻度を自動調整する。たとえば、E の値が大きくなるほど笑顔の発生頻度が増え、ES が小さくなるほど緊張の表情の発生頻度が増える。

3.4 バーチャルエージェントの Q&A 対話における性格表現

バーチャルエージェントが表現する性格を維持するため

外向性

E^- : 発話数が少なくなり、提供情報が減る。文は簡単である。発言時の表情が少なくなる。

E^+ : 発話数が多くなり、提供情報が増える。発言時の時の笑顔が多くなる。

情緒安定性

ES^- : 文中に「あの...」や「...」が多くなる。表情が頻繁に緊張の表情になる。

ES^+ : 文中に「あの...」や「...」がない。緊張の表情がない。

図 5 外向性と情緒安定性の自動生成ルール

Fig. 5 Automatic generation rule of extraversion and emotional stability.

協調性

A^- : ユーザから回答を得られた場合、「ありがとう」と返事しない確率が協調性の値が 0 から離れるほど高くなる。

A^+ : 文章の冒頭に「すみません」、「ご迷惑かけてすみませんが」などのお礼の言葉を挿入する確率が協調性の値が 0 から離れるほど高くなる。

勤勉性

C^- : 時間が経つと、あくびをする。勤勉性の値が 0 から離れるほどあくびの頻度が高くなる。

C^+ : 毎日最初にログインする時、「今日も一日がんばりましょう!」と言う。

知性

I^- : 質問文の文末に終助詞「か」+「?」がある場合、「どうしてもわかりません」「これは私には難しすぎます」など、自身の能力が低いこと示す文を文頭に挿入する。この文が挿入される確率は知性の値が 0 から離れるほど高くなる。このとき、 A^+ の文が既に挿入された場合、 A^+ の文の直後に挿入する。

I^+ : 文末に終助詞「か」+「?」がある場合、「知りたい質問があります」「気になる質問があります」など、好奇心が強いこと示す文を文頭に挿入する。この文が挿入される確率は知性の値が 0 から離れるほど高くなる。このとき、 A^+ の文が既に挿入されている場合、 A^+ の文の直後に挿入する。

図 6 協調性、勤勉性と知性の自動生成ルール

Fig. 6 Automatic generation rule of agreeableness, conscientiousness and intelligence.

に、自己紹介を通じてユーザに第一印象を与えた後の Q&A 対話においても、エージェントの発話や表情を 3.3.3 項と同様に処理する。これらに加え、性格表現のために、文献 [13], [14], [15] に基づき図 6 に示す処理も行う。さらに協調性 (A) に関しては、回答者のリアクションに応じてエージェントの表情を変化させる。具体的には、回答者が設定した A の値がマイナスの場合は、回答者が回答しても、エージェントがポジティブな反応 (笑顔) をする頻度は低く、回答しない場合は、必ずネガティブな反応 (落胆) をする。A がプラスの場合はその逆である。つまり、「回答した」場合はつねにポジティブで、「回答しない」場合にネガティブな反応をするかは確率で決まる。A が 0 の場合は、回答すればポジティブな反応、しなければネガティブな反応をする。

4. 評価実験

4.1 目的

本実験の目的は、提案ツールを用いることで自分にとって好ましいバーチャルエージェントを作成できるかを検証することと、作成されたエージェントを Q&A システムに導入した場合、回答意欲が高まるかを検証することである。そこで本実験では、3 章で述べた提案ツールを用い各実験参加者にエージェントに関するパラメータを入力させ、それに基づき自動生成されたエージェントにより自己紹介および Q&A 対話をするシステム (以降、4.2 節に詳述) を実装し、用いる。

実験システムを用いた際に期待される効果は以下の仮説にまとめられる：

RQ1 (B1 の低減): ユーザと同じ出身地と趣味を持ち、外見パーツの調整と Big Five 尺度の値を設定し性格を調整することで、ユーザは自分が好きなバーチャルエージェントを作成できる。

RQ2 (B2 の低減): 自身が作成した好ましく感じるバーチャルエージェントに質問されると回答意欲が高まる。ただし、以上のようにバリアが低減されると、ユーザが回答数を増やすことを重視し、提供する知識の質が悪くなってしまう可能性がある。そこで以下の仮説も追加する。

RQ3 (知識の質): 回答者の回答意欲を高めても、提供する知識の質は変わらない。

4.2 実験システム

4.2.1 初期設定

初期設定の流れを以下に示す。

- S1.** システムは実験参加者に自身の出身地と趣味を入力させる。
- S2.** システムは参加者に Big Five 尺度による性格項目とユーザにとって好ましい感情を誘起しやすい外見のパーツを複数種類提示し、参加者に好ましい性格と外見を持つエージェントを設定させる。
- S3.** 3 章に基づき、バーチャルエージェントの自己紹介表現を自動生成し、参加者に提示する。
- S4.** バーチャルエージェントによる自己紹介の後、システムは参加者にそのバーチャルエージェントで満足かどうかを確認する。満足であればバーチャルエージェントは質問モード (4.2.2 項に詳述) に入り、そうでなければ S2 に戻る。

初期設定のインタフェースを図 7 に示す。この画面でバーチャルエージェントの性格を Big Five 尺度の外向性、協調性、勤勉性、情緒安定性、知性の各要素に対して -3 (ネガティブ) から 3 (ポジティブ) までの 7 段階で設定する。なお、この Big Five 尺度の基本知識については「説明」ボタンで参照できる。また、参加者が性格設定を深く

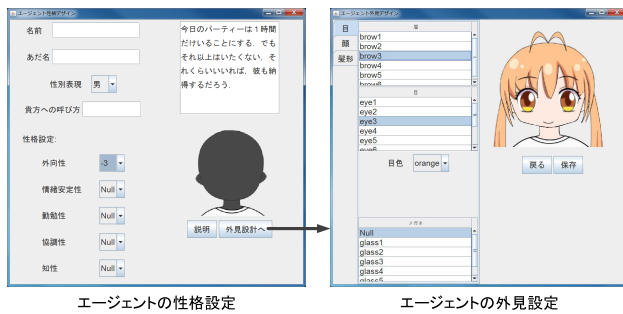


図 7 初期設定のインタフェース

Fig. 7 Interface for designing virtual agent.

理解できるようにするため、性別と性格を選択すると、選択された性格のエージェントのセリフ例を画面の右上に表示する。これらのセリフは、文献 [17], [18] に基づき作成している。たとえば、外向性が高い (+1~+3) の女性セリフは「泳ぐには最高の天気よね。一緒に遊べる人がいるか電話してみるわ」、男性セリフは「泳ぐには最高の天気だね。一緒に遊べる奴がいるか電話してみよう」である。

なお、実験システムでは 3.3 節で例示した基準文と性格辞書を使用している。

4.2.2 Q&A 対話

参加者が初期設定を終え、システムにログインすると、バーチャルエージェントが表示され、質問モードに入る。このモードでは、バーチャルエージェントが実験用パソコンのデスクトップ画面（デフォルトでは右下）に配置され、参加者に質問を訊いてくる。参加者はその質問に対し、回答文を入力し「答える」ボタンを押すか、「次の質問（分からない・教えたくない）」ボタンを押す（図 8(c) 参照）。エージェントは、3.4 節で述べたように、どのボタンが押されたかによって、ポジティブ（笑顔）あるいはネガティブ（落胆）の反応を示す。

4.3 手順

実験参加者は全員同一大学に所属する年齢層（20~25 歳）の大学生および大学院生計 20 名（うち 7 名は女性）である。実験期間は 3 日間であり、1 日目、2 日目、3 日目に異なる 3 種のシステム（エージェントなしのシステム（図 8(a)）、普通のエージェントあり（図 8(b)）、好ましいエージェントありのシステム（図 8(c)））を参加者に使わせる。使用順はカウンタバランスをとる。

参加者が各システムにログインした後、システムは 100 個の質問を参加者に順に提示する。そもそも回答が分からないため回答したくてもできないということをできるだけ防ぐため、この 100 個の質問はすべて高校入試レベル以下のものを用意し、本実験の参加者であれば 6 割程度は正解することを事前テストにより確認している。質問を読んだら、参加者は「答える（+実際に回答を入力する）」、「次の質問（分からない・教えたくない）」という 2 つの選択肢か

ら、自分の状況によって選択する。3 種のシステムで提示される合計 300 個の質問は参加者ごとにランダムに提示され、重複はない。

普通のエージェントありのシステムでは、すべてのパーツの中から性格を表出しにくいパーツ [11] を実験者が選出し、その中から設計したエージェントを用いている。このエージェントの性格設定はすべて 0 に設定してあり、自己紹介はしない。一方、好ましいエージェントありのシステムでは、参加者は実験システムを用い、4.2.1 項で述べた手順でエージェントを設計し、そのエージェントによる自己紹介を受ける。

また、「普通のエージェントありシステム」と「好ましいエージェントありシステム」を使う場合は、「バーチャルエージェントは質問者から出た質問を貴方に訊きます」と参加者に事前に説明する。

4.4 評価尺度

仮説検証のための 3 種のシステムに共通するアンケートは以下の項目である：

- Q1. このような質問の訊き方は好きである。
- Q2. 答えを書くのに時間がかかりそうでも答えようと思う。
- Q3. 自信があまりなくても答えようと思う。

このアンケートを 5 段階（1. まったくそう思わない~5. 強くそう思う）で回答させる。Q1 は B2 を低減できるかどうかを、Q2 は RQ2 を、Q3 は RQ3 をそれぞれ検証するためのものである。100 個の質問のうち 10 問目、55 問目、100 問目を回答した後、このアンケートをディスプレイに表示する。3 回実施するのは、参加者の気持ちの実験中に変化する可能性を考慮したためである。

加えて、普通のエージェントあり、あるいは好ましいエージェントありのシステムを使用する場合は、先述のアンケートを表示する直前に、RQ1 検証のためのアンケートを追加で表示し、各システムにつき 3 回参加者に回答させる。このアンケートは「このエージェントに対する好感度を教えてください」という問いに対し、11 段階（0. まったく思わない~5. どちらとも言えない~10. きわめて好感を持っている）で回答させるものである。さらにこの問いに 6 以上と回答した参加者には、「このエージェントを好ましく感じる理由を教えてください」として、「自分と同じ出身地と趣味である」、「エージェントの外見が好き」、「エージェントの性格が好き」、「その他（入力してください）」から複数選択させる。一方、5 以下の参加者には、「このエージェントを好ましく感じない理由を教えてください」として、自由文で回答させる。

また、参加者の回答行為を考察するために、100 個の質問を答え終わるまでの総時間、「次の質問（分からない・教えたくない）」の押下回数も評価尺度とする。

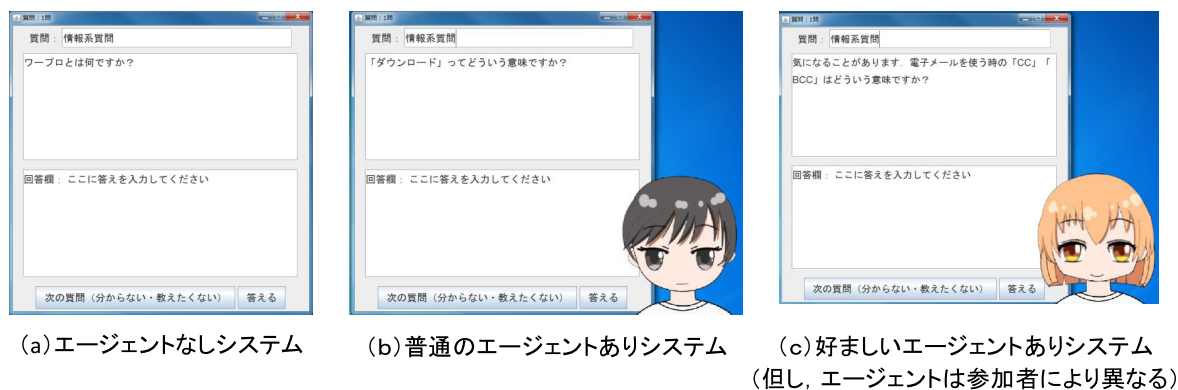


図 8 実験に用いた各システムのインタフェース

Fig. 8 Interface of experimental systems.

4.5 結果と考察

4.5.1 好ましいエージェントは作成できたかの検証

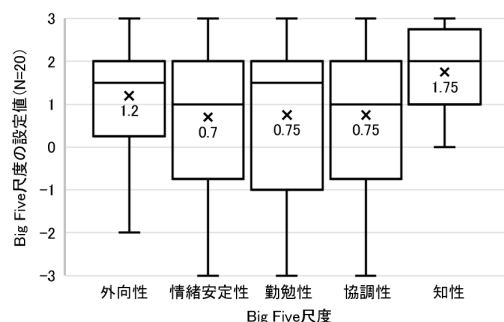
システムごとに3回ずつ実施したアンケートの回答に時間的な変化は特に見られなかったため、それらの平均値でのみ議論する。全参加者に対して、普通のエージェントに対する平均好感度は4.98、自分がデザインしたエージェントに対する平均好感度は7.12であり、 t 検定により、この間に有意差が見られた ($p < 0.001$)。このことから、提案ツールを用いることで、実験参加者が好ましく感じるエージェントが設計できたといえる。さらに、アンケート結果より、提案ツールを利用して好きなエージェントを作成できた(3回の平均好感度が5より大きい)参加者は20名中16名、システムを利用して好きなエージェントを作成できなかった(平均好感度5以下)参加者は4名であった。このように実際に8割の参加者が好ましいエージェントを作成できたことも上の結果を支持している。つまり、RQ1は成立すると考えられる。

また、参加者が設定したBig Five尺度の各項目の設定値を図9に示す。この結果より、参加者にとって好ましいエージェントは多様であるといえる。このことから、ユーザごとにバーチャルエージェントの性格が調整できる必要があると考えられる。

以降では仮説RQ2を検証するために、各自が作成したエージェントを好ましく感じた参加者16名に着目して分析する。

4.5.2 エージェントを好ましく感じた実験参加者の結果と考察

以降、すべてのデータに対し1要因3水準分散分析を行った結果について述べる。表1はQ1, Q2, Q3の回答結果を示し、表2はシステムの平均使用時間と無回答数(「次の質問(分からない・教えたくない)」の押下回数)を示している。表中「なし」はエージェントなしのシステム(図8(a))、「普通」は普通のエージェントありシステム(図8(b))、「好ましい」は好ましいエージェントありシステム(図8(c))の結果である。

図 9 Big Five 尺度の設定値 ($N = 20$)Fig. 9 Results of Big Five traits's setting ($N = 20$).表 1 エージェントを好ましく感じたグループのアンケート評価の結果 ($N = 16$)Table 1 Result of questionnaire by participants who like virtual agent ($N = 16$).

アンケート	なし (a)	普通 (b)	好ましい (c)	有意差
Q1	3.35	3.56	3.81	a-c*
Q2	3.04	3.44	3.94	a-c*, b-c**
Q3	3.21	3.00	3.33	n.s.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ 表 2 エージェントを好ましく感じたグループのシステム使用状況 ($N = 16$)Table 2 System usage status by participants who like virtual agent ($N = 16$).

システムログ	なし (a)	普通 (b)	好ましい (c)	有意差
使用時間 (秒)	2,962.75	2,934.19	3,457.69	a, b-c*
無回答数 (回)	34.75	35.56	30.63	n.s.

*: $p < 0.05$

表1より、Q1について、 $F(2, 45) = 3.26$, $p < 0.05$ のため、Games-Howell法により下位検定を行った。その結果、「なし」と「好ましい」の間のみ有意差が見られた ($p < 0.05$)。つまり、好ましく感じるエージェントから質問を訊かれると、エージェントなしのQ&Aシステムより、質問の訊き方に好感を持つということが分かった。このこと

は、提案ツールを用いて B2 を低減できることを示唆する。また、Q2 に対しては $F(2, 45) = 6.55$, $p < 0.01$ となり、下位検定の結果、「普通」と「好ましい」の間 ($p < 0.05$)、および「なし」と「好ましい」の間に有意差が見られた ($p < 0.01$)。つまり、好ましく感じるエージェントから質問を訊かれると、エージェントなしの Q&A システムや普通のエージェントから質問を訊かれる場合より、回答意欲が高くなるということがいえる。このことは、RQ2 の成立を示している。一方、Q3 については、 $F(2, 45) = 0.87$, $p = 0.43$ となり、いずれの間にも有意差は見られなかった。つまり、どのシステムを使用しても、自信のない知識の提供意欲には差があるとはいえない。このことは RQ3 の成立と矛盾しない。

表 2 より、システムの使用時間については、 $F(2, 45) = 3.27$, $p < 0.05$ となり、下位検定の結果、「普通」と「好ましい」の間および「なし」と「好ましい」の間に有意差が見られた ($p < 0.05$)。つまり、好ましく感じるエージェントシステムの使用時間は他の 2 種のシステムより長い。これは RQ2 を支持する。ただし、無回答数については、 $F(2, 45) = 0.50$, $p = 0.61$ となり、有意差は見られなかった。無回答数に差はなかったが、回答に要する時間が長くなったことから、参加者は「好ましい」エージェントの場合に回答内容を熟考する時間をとった可能性が考えられる。これは RQ2 と矛盾しない。

最後に、エージェントを好ましく感じた理由について、「自分と同じ出身地と趣味である」と回答した参加者は 16 名中 2 名、「エージェントの外見が好き」と回答した参加者は 13 名、「エージェントの性格が好き」と回答した参加者は 10 名であった。この結果から、出身地と趣味が共通していることを重視する参加者は少なかったが、人のエージェントに対する好意を誘起する要素は外見だけでなく性格を含むことが確かめられた。なお、その他の理由として、「自分で作成したエージェントなので親しみがある」、「表情が豊かだから」、「挨拶のときの会話内容に想像どおりの人物像が反映されていた」、「答えられなかったときに自分もちょっと残念な気持ちになる」があった。このことから、ユーザが自身でエージェントの作成に関与することの価値や、提案ツールにより自動生成された入力パラメータに基づく性格表現の妥当性もうかがえた。

4.5.3 エージェントを好ましく感じなかった実験参加者の考察

一方、自分で作成したエージェントを好ましく感じなかった実験参加者が 4 名いた。その理由として以下の 5 点があげられた：

- R1. 「特にエージェントに対して感情は沸かなかったから、エージェントがいる意味を感じられない」
- R2. 「質問に集中してエージェントに目が行かない」
- R3. 「人の形をしたものを好まない」

R4. 「瞬きに気をとられてしまう」

R5. 「回答を終えるたびに毎回半角の設定になり、打ち間違えることが多発する」

まず R1 については、この参加者はそもそもエージェント自体に興味がなかったと考えられる。この参加者の回答で Q1, Q2, Q3 とも「なし」と「普通」・「好ましい」に差がなかったことからそれがうかがえるが、逆にとらえると、エージェントが存在しても悪影響を与えなかったといえる。

次に R2 については、Q&A というタスクに集中してしまったという実験環境の影響が考えられる。加えて、エージェントの参加者へのアピールが不足していたことも考えられる。追加インタビューにより、この参加者が質問はエージェントから訊かれていると気づいていなかったことが分かった。本実験で用いたシステムでは、質問をテキストボックスに表示する (図 8(b), (c) 参照) のみであった。そこで、エージェントが質問してくる際に、吹き出しをポップアップさせることでエージェントが話しかけてくるかのように表示する方法が改善として考えられる。

R3 については追加インタビューにより、この参加者が好きなのはロボット型のエージェントであることが分かったため、今後は人型以外のタイプのエージェントも用意することも検討したい。ただし、本研究を含む人型のエージェントに関する知見がそのまま適用できるかは注意する必要がある。R4 は、実験で用いたエージェントが断続的に瞬きをする設計になっていたためであるが、実環境においてはユーザの視線を追跡し、ユーザの視線がエージェントに向いていない間はエージェントを静止させておくなどすれば改善される問題である。R5 についても、実験システムの問題であり、実環境ではユーザが一番慣れている入力法に自動変換することで解決される。ただし、エージェントとのインタラクションには音声などの新たな方法も含め今後検討したい。

5. まとめ

本研究は Q&A ウェブサイトを使用するときの知識共有バリアを低減することを目的に複数の顔パーツ (目、顔型、髪型など) を選択することによりエージェントの外見を設計でき、Big Five 尺度の値を設定することにより性格を調整できる、バーチャルエージェントデザインツールを提案した。このツールを用いた評価実験を行った結果、提案ツールを用いて、多くのユーザが自分にとって好ましいバーチャルエージェントが作成できることが分かった。また、作成されたエージェントを Q&A システムに導入した場合、回答意欲が高まることが分かった。

今後の課題として、本論文で提案したツールにおける言語変換や表情変化を、ユーザの操作ログをベースに機械学習を用いて自動調整できるアルゴリズムを検討することで、

ユーザの入力の手間を削減することや、音声によるインタラクションを用いることで、声質や抑揚などの非言語情報も利用するなどし、より好意を誘起しやすいエージェントとの対話を実現することも今後の課題である。また、本実験では知識提供者側に着目したが、ユーザが知識獲得者になるときのバーチャルエージェントの態度も含めて、バーチャルエージェントが質問者と回答者を仲介する Q&A システムの循環を総合的に検討することも今後の課題である。さらに、本研究で提案したツールにより作成されるユーザにとって好ましいエージェントは、Q&A システム以外にも、商品推薦や学習意欲の促進などの様々な応用領域があることも期待される。

参考文献

- [1] Hew, K.F. and Hara, N.: Knowledge sharing in online environments: A qualitative case study, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol.58, No.14, pp.2310–2324 (2007).
- [2] 尹 浩, 山本景子, 倉本 到, 辻野嘉宏: バーチャルエージェントに対する好意を用いた Q&A ウェブサイトにおける回答意欲向上効果, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No.4, pp.413–416 (2018).
- [3] Madsen, E.A., Tunney, R.J., Fieldman, G., Plotkin, H.C., Dunbar, R.I.M., Richardson, J. and McFarland, D.: Kinship and altruism: A cross-cultural experimental study, *British Journal of Psychology*, Vol.98, No.2, pp.339–359 (2007).
- [4] Joinson, A.: Social desirability, anonymity, and Internet-based questionnaires, *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, Vol.31, No.3, pp.433–438 (1999).
- [5] George, J.M. and Brief, A.P.: Feeling good doing good: A conceptual analysis of the mood at work organizational spontaneity relationship, *Psychological Bulletin*, Vol.112, No.2, pp.310–329 (1992).
- [6] Insko, Layton Chester A.: Anticipated Interaction and the Similarity-Attraction Effect, *Sociometry*, Vol.37, No.2, pp.149–162 (1974).
- [7] Lee, A., Oura, K. and Tokuda, K.: MMDAgent-A fully open-source toolkit for voice interaction systems, *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp.8382–8385 (2013).
- [8] Kafai, Y.B., Fields, D.A. and Cook, M.S.: Your second selves: Player-designed avatars, *Games and Culture*, Vol.5, No.1, pp.23–42 (2010).
- [9] Wood, T.J.: Exploring the role of first impressions in rater-based assessments, *Advances in Health Sciences Education*, Vol.19, No.3, pp.409–427 (2014).
- [10] Cafaro, A., Vilhjalmsson, H.H., Bickmore, T., Heylen, D., Johannsdottir, K.R. and Valgardsson, G.S.: First Impressions: Users' Judgments of Virtual Agents' Personality and Interpersonal Attitude in First Encounters, *International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pp.67–80 (2012).
- [11] 株式会社 Playce: キャラクターデザインの教科書メイキングで学ぶ魅力的な人物イラストの描き方, エムディエヌコーポレーション (2015).
- [12] RizzL: 目の描き方・流行, 入手先 (https://www.pixiv.net/member_illust.php?mode=medium&illust_id=57604207) (参照 2018-12).
- [13] Goldberg, L.R.: An alternative “description of personality”: The big-five factor structure, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.59, No.6, pp.1216–1229 (1990).
- [14] 村上宣寛, 村上千恵子: 主要 5 因子性格検査の尺度構成, 性格心理学研究, Vol.6, No.1, pp.29–39 (1997).
- [15] 並川 努, 谷 伊織, 脇田貴文, 熊谷龍一, 中根 愛, 野口裕之: Big Five 尺度短縮版の開発と信頼性と妥当性の検討, 性格心理学研究, Vol.83, No.2, pp.91–99 (2012).
- [16] Mairesse, F. and Walker, M.: PERSONAGE: Personality generation for dialogue, *Proc. 45th Annual Meeting of the Association of Computational Linguistics*, pp.496–503 (2007).
- [17] Ackerman, A. and Puglisi, B.: *The Positive Trait Thesaurus: A Writer's Guide to Character Attributes (Writers Helping Writers)*, Lightning Source Inc. (2013).
- [18] Ackerman, A. and Puglisi, B.: *The Negative Trait Thesaurus: A Writer's Guide to Character Flaws*, Lightning Source Inc. (2009).



尹 浩 (正会員)

2019 年京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科設計工学専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。



山本 景子 (正会員)

2010 年大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。同年京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科助教, 現在に至る。ヒューマンインタフェース学会, 日本バーチャルリアリティ学会, 日本感性工学会各会員。



倉本 到 (正会員)

2001 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了。博士 (工学)。同年京都工芸繊維大学工芸学部助手, 2007 年助教, 同年准教授を経て, 2017 年大阪大学大学院基礎工学研究科特任准教授。2019 年福知山公立大学教授, 現在に至る。2012 年より情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会主査 (2016 年まで)。ヒューマンインタフェース学会, 芸術科学会, ACM 各会員。



辻野 嘉宏 (正会員)

1979 年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業。1984 年同大学大学院基礎工学研究科物理系専攻博士後期課程修了。博士（工学）。同年大阪大学基礎工学部助手，同大学講師，助教授を経て，1999 年より京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科教授，現在に至る。IEEE，ACM，情報処理学会，電子情報通信学会，日本ソフトウェア科学会，ヒューマンインタフェース学会各会員。