

# 不覚筋動を利用した迷いごと相談システムによる 相談者の隠れた選好の推定

前田 真梨子<sup>1,a)</sup> 尾関 基行<sup>2</sup> 岡 夏樹<sup>1</sup> 深田 智<sup>1</sup>

**概要:** これまで我々は、「どっちがいいと思う?」という比較的どうでもよいが無視はできない相談事の相手をしてくれるシステムを構築してきた。相談者の迷っている二つの項目がディスプレイ上に表示され、きつねの姿をしたCGエージェントがその間を行き来して、最終的に行き着いた方の選択肢を相談者に提案する。このエージェントの動きは、実は相談者自身の筋肉の動きに遅延をかけてフィードバックしただけのものであるが、相談者が潜在的に好ましいと思っている方向に無意識的に動くという仮説を立てた。以前に開発したシステムはスマートフォンアプリとして実装したが、エージェントの提案と相談者の最終決断が一致する割合について、提案手法と統制条件(ランダム制御)の間に有意差はみられなかった。その原因について我々は「ディスプレイを見る際に自分の手が含まれてしまうことによる動作原理への気付き」と考え、スマートフォンは入力デバイスとして使用しつつ、エージェントが選択する様子は外部のディスプレイに表示するシステムを開発した。20名の女子大生にシステムを使用してもらったところ、エージェントの提案と相談者の最終決断が一致する割合について、ランダム制御よりも提案手法のほうが高くなる傾向がみられた。

## Estimate of Hidden Preferences by A Consultation System Based on Consulter's Unconscious Muscular Action

MARIKO MAEDA<sup>1,a)</sup> MOTOYUKI OZEKI<sup>2</sup> NATSUKI OKA<sup>1</sup> CHIE FUKADA<sup>1</sup>

**Abstract:** We sometimes encounter the situation in which we have to answer the question of which is better but we cannot. In order to deal with such situations, we have developed a consultation system in which an on-screen agent in the shape of a fox selects one of the two choices for the user. The agent's behavior is simple feedback to the delay in the user's unconscious muscular action, since we assumed that the user's unconscious muscular action would reflect their subconscious preference. We first developed the consultation system as a smartphone application and conducted an experiment to examine whether the proposed method would affect the decision making of the participants better than a comparative one in which the agent randomly select one of the options. There was, however, no significant difference between them in the matching percentage between the agent's proposal and the user's final decision. Therefore, before conducting the second experiment, we improved the system in such a way that it shows the agent's proposal on the computer screen positioned in front of the user, still using the smartphone as the input device. The result from twenty participants was that the propose method achieved a better score than the comparative method in the matching percentage between the agent's proposal and the user's final decision. It shows that the propose system would reflect the user's subconscious preference and affect their decision making process better than the comparative one.

<sup>1</sup> 京都工芸繊維大学  
Hashigami-cho, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606-8585,  
Japan

<sup>2</sup> 武庫川女子大学  
Ikebiraki-cho, Nishinomiya-shi, Hyogo 663-8558, Japan

<sup>a)</sup> maeda@ii.is.kit.ac.jp

### 1. はじめに

「どっちがいいと思う?」といった類のこちらにとってはどうでもいい質問をされ、適当に返したら拗ねられてしまった...というような経験は誰しも一度はあるだろう。こ

のとき相談者は他人の意見を聞きたいと確かに思っているのだが、深層心理としては他人からの後押しが欲しいのであり、無意識下ですでに決まっている答えを言い当てて欲しいものと思われる。相談をされる側は、邪険にしている雰囲気にならないよう注意しながら相手が後押ししてほしい答えを推し量らなければならず、相談者の気軽さとは逆に大変厄介な問題である。

このような類の相談を解決する研究として、エージェント同士の会話を見せることで相談者の意思を顕在化させるオーバーヘッドコミュニケーションを用いた方法 [1][2] や、タイミングよく相槌を打ってくれる聞き手エージェントに話を聞いてもらうことで自己解決させる方法 [3][4]、脳血流や脈拍といった接触型生体センサを用いて相談者の隠れた意思を推定する方法 [5] などが挙げられる。しかし、これらのアプローチでは、相談者が「他人に相談して意見をもらった」という感覚が得られない。「どっちがいいと思う？」という類の相談は自己解決できればよいというものではなく、誰かに相談して意見をもらったという事実も大切である。

以上のことから、我々は、こっくりさんやダウジングの原理の一つと考えられている不覚筋動<sup>\*1</sup>を使ったシステムを（本稿で紹介するものを含めて）三つ提案してきた。いずれのシステムでも、相談者の迷っている二つの項目がディスプレイ上に表示され、六芒星のカーソルもしくはきつねの姿をしたCGエージェントがその間を行き来して、最終的に行き着いた方の選択肢を相談者に提案する。このカーソルやエージェントの動きは、実は相談者自身の手の動きを増幅して遅延フィードバックをかけただけのものであるが、遅延をかけることでその主体感覚<sup>\*2</sup>を失わせることができる [8]。相談者はそのことに気づかないものの、カーソルやエージェントは相談者自身が操作したものであるため、相談者の潜在意識下にある選好をある程度反映しているというのが我々の仮説である。なお、アイトラッカーを用いた選好注視法 [6][7] を使っても同様のことは実現できるが、現時点ではアイトラッカーは非常に高価であり、気軽に使用して相談できるという目的には適さない。

画像認識を使用した一つ目のシステム [9] の外観と使用状況を図 1 に示す。システムの仕組みは次のとおりである。このシステムでは占いの館のような箱の下部に USB カメラを相談者から見えないように仕込んである。相談者はどちらがいいか迷っている二つの選択肢をシステムに入力した後、タロットカードを箱の中にかざして静止させる。ディスプレイには先程入力した二つの選択肢が表示され、その間を六芒星を模したカーソルがユラユラと移動し、最終的にどちらかの選択肢を選ぶ。このカーソルの動きは、相談者のかざしたカードの微弱な動き（不覚筋動に

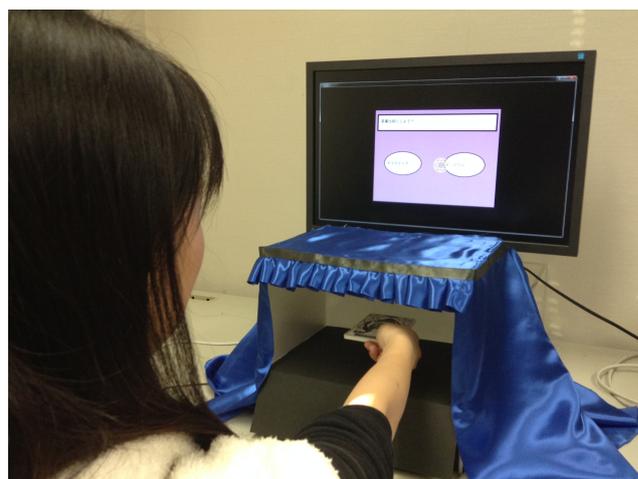


図 1 画像処理を使用した一つ目のシステムの外観と使用状況

よるもの）を平滑化して増幅した上で適当な遅延（実験では 233ms）を与えて表示したものである。カードの動きの認識には、カードに貼付した AR マーカを箱の中に仕込んだ USB カメラから撮影する方法をとった。このシステムを 14 人の大学生・大学院生・社会人（すべて女性）に使用してもらったところ、相談者の主体感覚をおおむね乖離させることができ、約 9 割の相談事に対して後押しとなる提案ができることがわかった。しかし、このシステムは特別な装置を使用しているため、気軽に相談できるという目的を満たすものではなかった。

そこで我々は二つ目のシステムとして、タロットカードを画像認識する代わりにスマートフォンの傾きセンサを用いたスマートフォンアプリとして、前述と同じコンセプトのシステムを再構築した [10]。このスマホアプリ版システムは、スマートフォンだけで完結したシステムになっており、前述の占いの館風システムのような特別な装置は不要である。

その他の変更点として、占いの館風システムで使用していた六芒星のカーソルをやめて、きつねの姿をしたCGエージェントを動かす形にした。六芒星のカーソルを使用していたのはこっくりさんからヒントを得たもので、当初は相談相手として霊的なものを想起してもらう狙いがあった。しかし相談者の多くは、六芒星が動く理由を「そういうプログラムがシステムに組み込まれている」と感じていた。この点については、たとえ頭ではプログラムによって動いていることがわかっていても、相談相手が自分のために考えてくれているという想定の下でシステムを利用してもらったほうがよい。つまり、子どもが人形を相手にごっこ遊びをするように、本システムでも相談相手に意図性を帰属して、相談ごっこをしてもらいたい。そのため、スマホアプリ版システムでは、六芒星をきつねの姿をした擬人化エージェントに置き換えて、相談相手をわかりやすく具現化した。

\*1 本人が気づかない筋肉の作用

\*2 本人の行為であるという感覚。

このスマホアプリ版システムを18人の大学生・大学院生・社会人に使用してもらったところ、エージェントの提案と相談者の最終決断の一致率は77.8%となったが、統制条件（ランダム制御，55.6%）の間に有意差や有意傾向は得られなかった\*3。有意差がみられなかった原因として、エージェントが二つの選択肢の間を動く様子をスマートフォンの画面に表示したため、スマートフォンを持っている手が視野に入り込んでしまい、自分の手の動きがエージェントを動かしているという仕組みに気づいてしまったことが考えられる。実際、システムの仕組みに気づいた割合は、占いの館風システムでは30%であったのに対し、スマホアプリ版システムでは45%となった。

そこで我々は三つ目のシステムとして、スマートフォン\*4と外部ディスプレイを用いた方法を提案する。スマートフォンの傾きセンサで相談者の不覚筋動を取得する仕組みはスマホアプリ版システムと同様だが、相談相手であるエージェントは途中でスマートフォン画面から外部ディスプレイに移動するため、相談者の視野に自分の手が入り込む問題を回避できる。スマートフォンだけで完結したシステムではなくなるが、デスクトップPCやノートPCを所持している人は多く、特別な装置を使用する占いの館風システムよりはずっと手軽に利用することができる。

以下、本稿では、2章で三つ目のシステムについて説明し、3章で実験目的や実験手順、アンケートの内容などについて述べる。4章では20人の実験協力者を集めて行った結果と考察を報告する。

## 2. システム

前述したコンセプトに基づいて作成したシステムの全体像を図2、スマートフォンの画面を図3、外部ディスプレイの画面を図4に示す。

スマートフォン側では、相談者に相談事（二つの選択肢）を入力してもらおう部分と、性別などを選択する操作を行う。相談事は文章なので、ソフトウェアキーボードで入力する。一方、性別などは、スマートフォンを傾けることによってエージェントが動くので、エージェントを動かして選択してもらおう。つまり相談者はエージェントがスマートフォンを傾けることによって自分で操作できることを事前に体験する。こっくりさんのような主体感覚の乖離と（霊などへの）意図性の帰属を誘発するには「自分で動かしていないのに動いた」という驚きが必要である。本システムで

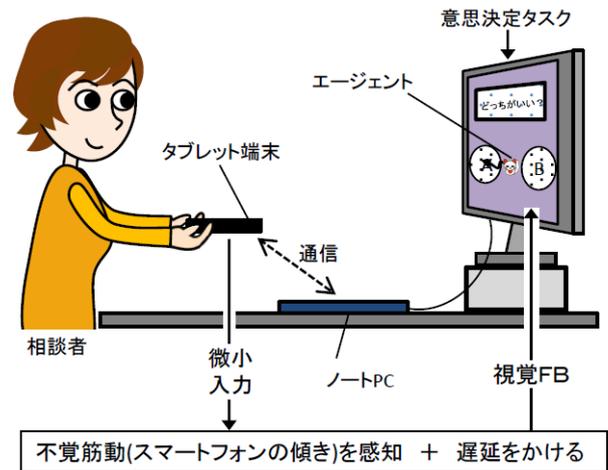


図2 システムの概要



図3 スマートフォンの画面



図4 外部ディスプレイの画面

\*3 なお、スマホアプリ版システムの評価実験では、提案手法とランダム制御の他に、提案手法と同じ仕組みでエージェントの動く方向を左右反転させた手法とも比較したが、3要因の分散分析でも提案手法とランダム制御のみを抜き出したt検定でも有意差/有意傾向はみられなかった。

\*4 相談者が所有しているスマートフォンを利用してもらおうことを想定して本稿では「スマートフォン」と表記しているが、評価実験では実験条件を合わせるために8インチのタブレット端末を使用している。

は、スマートフォンの傾きによってエージェントが操作できることを事前に体験しておいてもらうことで、その後、スマートフォンを動かしていないのにも関わらずエージェントが動き出すという驚きを演出する。

スマートフォン側で性別などが入力されると、エージェントは「相談に入るのでPCディスプレイに移るね」と吹

き出し表示してスマートフォン画面の上方から出ていく。続いてエージェントは外部ディスプレイの下方から登場する。これは、きつねの姿をしたエージェントがデバイスとは独立した存在であることを印象づけ、意図性を帰属する対象であると相談者に感じさせる効果を狙っている [11]。

外部ディスプレイに移ったエージェントは、引き続きスマートフォンの傾きによって操作できる。それを体験してもらうために、「そろそろ相談に映るから僕をスタート位置に移動してね」と吹き出し表示し、相談者にその操作を促す。その後、相談者がスマートフォンを水平にして静止させると、外部ディスプレイ上に「どちらの選択肢がいいか PC ディスプレイを眺めながら考えてください」と吹き出し表示される。

しばらくすると、相談者が最初に入力した二つの選択肢が外部ディスプレイの左右に表示され、その間をエージェントがユラユラと移動しはじめ、最終的にどちらかの選択肢の上で止まる。このときのエージェントは相談者が手に持っているスマートフォンが傾いている方向に移動するようプログラムされているが、相談者の不覚筋動によるスマートフォンの微弱な傾きを増幅し、更に遅延（今回は 233ms）をかけているため、相談者は自分が動かしていることにほとんど気づかない。

なお、評価実験のための統制条件として、スマートフォンの傾きを乱数で擬似的に模倣してランダムに動かすもの（ランダム制御）を用意した。提案手法の動きと区別がつけられないよう、各種のパラメータを調整した。具体的には、エージェントの移動速度、エージェントが最終的に左右どちらの選択肢を示すか、エージェントが選択肢を示すまでにかかる時間の三つのパラメータを用意した。

### 3. 実験方法

前述のシステムを用いて、次の 2 点を調べるための評価実験を行った。

- 提案手法によって、相談者の隠れた選好を推定できるか（相談者の不覚筋動によるスマートフォンの傾きが相談者の隠れた選好と連動しているか）
- 相談相手（エージェント）に意図性を帰属させることができるか

実験協力者として、本システムの主なターゲットである女子大学生を 20 名を集めた。各実験協力者には、提案手法と統制条件（ランダム制御）を各 3 回ずつ、計 6 回実施してもらった。それぞれの手法の呈示順は実験協力者毎に変えてカウンタバランスをとり、各人毎に 3 回の結果の平均をとった上で対応ありの t 検定を行った。

具体的な実験手順（1 回分）を以下に示す。

- (1) スマートフォンから相談事（例：どちらのイヤリングを付けていくか？）と二つの選択肢（例：「月の形」「花



図 5 相談システムを使用する際のスマートフォンの持ち方

の形)を入力してもらう。

- (2) スマートフォンを図 5 のように持ちかえる \*5。年齢・性別・血液型を、画面上のエージェントを動かすことによって入力してもらう。（この時点では増幅や遅延フィードバックはかかっていない）
- (3) スマートフォン上にいたエージェントが外部ディスプレイ上へ移動する。（これ以降は相談者は外部ディスプレイを見ることになり、手元のスマートフォンは視界に入らない）
- (4) 外部ディスプレイ上のエージェントを指定されたスタート位置まで動かす。
- (5) “スタート位置”まで動かしたら相談が開始される。（提案手法ではここから傾き値の増幅と遅延フィードバックが開始される）
- (6) 相談者の不覚筋動によってエージェントがユラユラと動き出す。エージェントがどちらかの選択肢の領域に入ると、それがエージェントの提案として強調表示される。
- (7) 相談者にはエージェントの提案を受けた上で自分の相談事について再考してもらい、最終的にどちらの選択肢を選んだか、「左の選択肢・右の選択肢・まだ決められない」の三つから選んでもらう。

(7) の手順において、エージェントの提案と相談者の最終的な決断が一致している場合、相談者の隠れた選好を推定することに成功したとみなす。この評価方法については、不覚筋動とは無関係に「エージェントが提案してくれた」という状況を受けて相談者が同じ選択肢を最終的に選んだ可能性も考えられる。その点については、同じくエージェントから提案を受けるランダム制御の結果と比較する

\*5 安定した持ち方をされると不覚筋動がうまくとれないため、脇は締めず腕は体から離してスマートフォンを手の上に掲げ持つように教示した。

ことで影響を除外する。

上記の (1)~(7) の手順を提案手法もしくはランダム制御で 3 回繰り返した後、その 3 回分について次のアンケートに答えてもらった (つまりアンケートは各手法につき 1 回ずつ)。なお、アンケート上ではエージェントのことを「きつね」と表記している。

- a. きつねは心や意図を持っていると感じましたか? (直観的にどのように感じられたかを教えてください)
- b. きつねは自分の迷いをわかってくれたと感じましたか?
- c. きつねにまた相談してみたいと思いますか?
- d. きつねはどうやって答えを選んだと思いますか? (わからない場合は「わからない」でかまいません)

質問 a は、相談者がエージェントに帰属した意図性の強さを調べるもので、「全くそう思わない~非常にそう思う」の 7 段階で回答してもらった。冒頭でも触れたとおり、相談相手であるエージェントに意図性が帰属されることは、相談者が「誰かと相談して意見をもらえた (後押ししてもらった)」と感じるために重要である。本システムでは、これまでの占いの館風システムやスマホアプリ版システムに対し、小野らの ITACO システムを参考にした工夫 (エージェントがデバイス間を移動するなど) を取り入れており、この評価項目が改善されるかどうかを確認する。質問 b と c は相談システムとしての評価で、「全くそう思わない~非常にそう思う」の 7 段階で回答してもらった。質問 d では、主体感覚の乖離が起こっているかどうかを調べる。相談者には、スマートフォンの傾きと連動してエージェントが動くことを実験手順 (2), (4) で確認してもらっており、自分がスマートフォンを静止させているかぎり、エージェントが動かないことを知っている。しかし、相談が始まると、動くはずのないエージェントがユラユラと動き出す。そういった状況で、エージェントを動かしているのは何であるか自由記述で答えてもらう。

#### 4. 結果と考察

図 6 に、エージェントの提案と相談者の最終的な決断が一致した割合を示す。システムの選択肢と相談者の最終的な決断が一致した割合は、提案手法が 75%、ランダム制御が 55% となり、有意傾向がみられた ( $t(19)=-2.03, p=0.06$ )。ランダム制御の結果が 5 割を超えている部分は「エージェントに提案されたのでそれに決めた」という判断によるものと考えられる。その影響を含めてもランダム制御と提案手法の間には有意傾向がみられたことから、不覚筋動によるスマートフォンの傾きによって相談者の隠れた選好がある程度推定できたといえる。

次に、エージェントが動いた理由がスマートフォンの傾

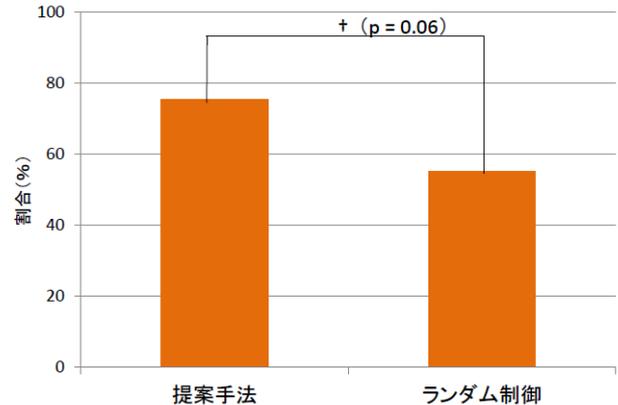


図 6 エージェントによる提案と相談者の最終的な決断が一致した割合

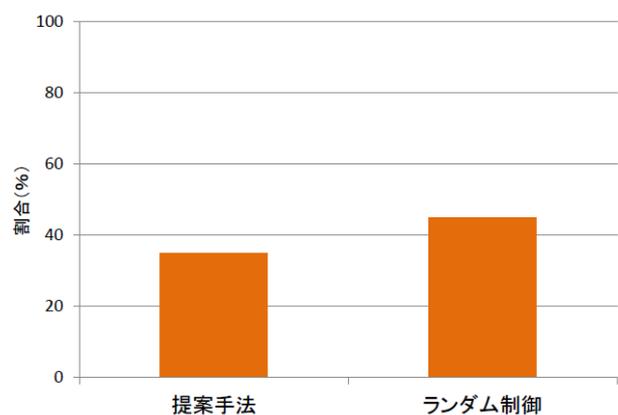


図 7 エージェントの動きの理由がスマートフォンの傾きであると回答した割合 (質問 d)

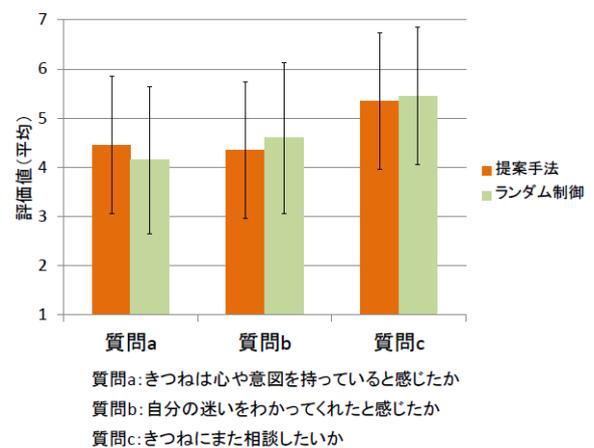


図 8 質問 a~c に対する結果

きであると回答した割合を図 7 に示す。ここでは、提案手法におけるこの割合がランダム制御のそれと同程度になればよい。スマートフォンの傾きとは無関係であるランダム

制御でも、相談開始前にスマートフォンを傾けてエージェントを操作しているので、静止しているつもりでも手が動いてしまっていると感じてしまうことが一定数あると考えられる。図7の結果より両者に有意差はないことから、相談者の不覚筋動によってエージェントが動いていることには直接的に気づかれていない（主体感覚をうまく乖離できた）といえる。

最後に、エージェントは心や意図を持っていると感じたか、エージェントは自分の迷いをわかってくれたと感じたか、エージェントにまた相談したいかの結果を図8に示す。いずれの結果もランダム制御との有意差はみられず、相談者の迷いごとを推定した上で提案しても、エージェントへの共感や相談システムとしての評価には関係がなかったといえる。この点については今後の検討が必要である。

## 5. まとめ

本稿では、相談者が持ったスマートフォンの傾きに視覚的な遅延フィードバックを与えるという仕組みを用いて、「どっちがいいと思う？」という類の相談ごとによる相談システムを構築し、評価実験した結果を報告した。スマートフォンアプリとして以前に開発した相談システムにおいて、エージェントが提案をする様子を見る際に自分の手も一緒に見えてしまうことにより動作原理に気付いて相談者の隠れた選好をうまく推定できなかったことを踏まえて、スマートフォンは入力デバイスとして使用しつつ、エージェントが選択する様子は外部のディスプレイに表示するシステムを開発した。その結果、エージェントの提案と相談者の最終決断が一致する割合について、ランダム制御よりも提案手法のほうが有意傾向がみられた。

我々の提案手法は、人の不覚筋動による手の動きに遅延フィードバックをかけて提示するとその人の隠れた選好と一致する傾向がみられるというものであるが、詳しいメカニズムは分かっていない。今後は、そのメカニズムを分析するために、アイトラッカーを利用して視線と不覚筋動の関連性を調査する。

謝辞 本研究は科研費（25330259）の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] 鈴木 聡, 山田 誠二: 擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーションのユーザの態度への影響, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.4, pp.1093-1100 (2005)
- [2] 安田 淳志, 山本 景子, 倉本 到, 水口 充, 辻野 嘉宏: 複数エージェントとの会話による意思決定支援システムにおける性格の違いがユーザに与える影響, HAI シンポジウム 2011, II-2A-3 (2011)
- [3] R. M. Maatman. , Jonathan Gratch. , Stacy Marsella. : Natural behavior of a listening agent., Lecture Notes in Computer Science, Vol.3661, p.25-36 (2005)

- [4] 渡辺 富夫: うなずきロボット InterRobot, 日本ロボット学会誌, Vol.24, No.6, pp.692-695 (2006)
- [5] 射手矢 賢, 加藤 俊一: 生理的指標に基づく商品への興味度合の推定, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.36, No.19 (2012)
- [6] R. Fantz. : Pattern vision in young infants., The Psychological Record, 8, p. 43-47, 1958.
- [7] S. Shimojo., C. Simion., E. Shimojo., C. Scheier. : Gaze bias both reflects and influences preference, Nat Neurosci, 6, p. 1317-1322 (2003)
- [8] Shimada, S., Qi, Y., Hiraki, K. : Detection of Visual Feedback Delay in Active and Passive Self-Body Movements, Experimental Brain Research, Vol. 201, No. 2, pp. 359-364 (2009)
- [9] 前田 真梨子, 尾関 基行, 岡 夏樹: ユーザの不覚筋動を利用した意思決定支援システム, 第18回一般社団法人情報処理学会シンポジウム, A1-1 (2014)
- [10] 前田 真梨子, 尾関 基行, 岡 夏樹: ユーザの主体感覚の乖離現象を用いた占い風相談システムにおけるCGキャラクターへの意図性の付与, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎2015年1月研究会
- [11] 小川 浩平, 小野 哲雄: ITACO: メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現, JSAI (2005)