

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2013

課題番号：21300057

研究課題名(和文) マルチモーダル説得エージェントに関する研究

研究課題名(英文) Study on Multi-modal Persuasive Agents

研究代表者

北村 泰彦 (KITAMURA, Yasuhiko)

関西学院大学・理工学部・教授

研究者番号：00204917

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,300,000円、(間接経費) 2,790,000円

研究成果の概要(和文)：擬人化エージェントを用いて、情報を利用者に対して言語、非言語の両面から説得的に提供する要素技術の開発とその応用について研究を行った。言語的説得手法として、Wizard of Oz法を用いた説得的対話モデル学習エージェントを開発した。非言語的説得手法として、話速可変チャットが利用者にとってどのような印象を与えるかを明らかにした。マルチエージェント説得手法として、複数エージェントと利用者の社会的関係が説得にどのような影響を与えるかを明らかにした。特に、集団に対する帰属意識である集団同一視を強化することが重要であることがわかった。これらの技術の応用として説得的ショッピングサイトなどを開発した。

研究成果の概要(英文)：We investigated technologies for life-like agents which can persuade users in verbal and non-verbal ways and developed application systems. As a verbal persuasive technology, we developed agents which learn persuasion strategies by using the Wizard of Oz method. As a non-verbal persuasive technology, we investigated how a chat system, which reflects the utterance speed of the user, affects its user's impression. As a multiagent persuasive technology, we investigated how social relationships between multiple agents and users affect the performance of persuasion. Especially we found it is significant to enhance the group identification to improve the performance. We developed a persuasive shopping site as an application system of our persuasive technologies.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：説得エージェント 会話エージェント 非言語コミュニケーション マルチモーダルインタフェース
マルチエージェント 運動促進

1. 研究開始当初の背景

World Wide Web の出現により、誰でも簡単に情報発信を行うことが可能になり、様々な組織や個人による膨大な数の Web サイトがインターネット上に展開されるようになった。従来は、いかにして情報発信するかが課題であったが、今後はいかに効果的に情報発信を行うかが重要になってくる。すなわち、単なる情報発信ではなく、利用者の好みや行動に影響を与える説得的な情報発信技術が重要である。

コンピュータを利用した説得技術の研究としては、スタンフォード大学の B.J.Fogg による Captology (Computers as persuasive technologies) が注目され、これを契機とした国際的な研究活動も始まっている。Captology の研究では Web サイトや携帯電話による説得技法が中心に議論されているが、その中で擬人化エージェントは重要な要素であるといえる。擬人化エージェントは人間のように、言語(会話)・非言語(表情や身振り)インタフェースを通して利用者とインタラクションすることが可能である。従来の擬人化エージェントの応用は Web サイトや三次元仮想空間における情報検索やナビゲーションを前提としたものが多く、受動的な役割が多かった。特に代表的な実用化の例としては Microsoft Office エージェントがあげられるが、これは十分な成功を収めたとはいえない。その理由として、受動的なエージェントは、かえって利用者の目障りになるだけの存在になっていることがあげられる。その一方で、利用者に能動的に情報を伝えようとする説得分野において擬人化エージェントを応用することは、未開拓の研究分野である。

2. 研究の目的

擬人化エージェントを用いて情報を利用者に対して言語、非言語の両面から説得的に提供する要素技術の開発、応用システムの開発、総合的評価を行う。

言語的説得とは文字通り言葉による説得であり、商品販売などにおけるセールストークなどがあげられる。非言語的説得とは、会話における話速の変化、擬人化エージェントの表情や身振り、その数の効果に関するものであり、言語の内容によらない副次的な説得効果を研究の対象とする。さらに、複数の擬人化エージェントを用いた場合の説得効果について明らかにする。最終的には、以上の研究成果を統合して、その応用システムの開発と総合的な評価を行う。

3. 研究の方法

(1) 言語的説得技術

擬人化エージェントによる言語的説得では説得的な対話能力が重要である。従来のチャットボットなどの対話エージェントでは質問・応答的な対話に重点が置かれていたが、

本研究では一連の流れの中で利用者を説得する説得的対話手法を実現する。このために説得的対話モデルとその学習のために Wizard of Oz 法を利用する。説得的対話モデルはエージェントと利用者の交互の対話の流れを木構造のグラフとして表現したものである。葉ノードは対話の終端で、説得の成功あるいは失敗を表し、各ノードには説得の成功確率が付加されている。エージェントはこの対話モデルを参照しながら、説得が成功するように対話を行ってゆく。ここで問題になるのは、いかにしてこのような対話モデルを構築するかであり、このために Wizard of Oz 法を採用する。Wizard of Oz 法では Wizard と呼ばれる人間がエージェントの代わりに利用者に対話する方法で、そのやり取りを対話モデルに反映させる。すなわち、通常は利用者との対話はエージェントが行うが、その返答内容が不適切であったり、返答できなかったりする場合には Wizard が代わりに返答する。エージェントは対話モデルを介して、Wizard の返答を学習し、再び同じようなやりとりが生じた場合には Wizard の助けなしで、回答できるようになる。本研究では説得的対話モデル学習エージェントの開発と Wizard of Oz 法の効果について明らかにする。

(2) 非言語的説得技術

Web システム上で動作する説得エージェントにおけるインタラクション手法としては、音声によるものよりも、文字対話が一般的である。チャットに代表される従来の文字対話では入力文が一度に表示され、非言語情報を出することは難しかったが、われわれはこれまで入力文を一文字一文字表示する話速可変チャットを開発した。これにより話速の変化を表現することができ、文字対話であっても非言語情報を出することが可能である。話速可変チャットでは話速の変化によって利用者に心理的な影響を与えることが可能になる。例えば、話速が徐々に早くなると、利用者は切迫感を感じるようになる。本研究ではこのような話速可変チャットが利用者にも与える影響について明らかにする。

(3) マルチエージェント説得技術

複数のエージェントが単一の利用者を説得する場合、それらの中での社会的関係が説得効果に影響を及ぼすことがこれまでに明らかにされている。本研究では、さらにエージェント数の影響、チームの構成により説得力がどのように変化するかについて研究を進める。説得とは基本的に利用者の意見を変化させることであり、利用者と言説得エージェントの関係は敵対的になることがある。したがって単純に説得エージェントの数を増加させることは逆に説得力を低下させることも予想される。したがって、複数のエージェントでユーザを説得する場合に、効果を上げる条件を明らかにする。

(4) 説得エージェントの応用

Web サイト上への説得エージェントの組み込みを行う。電子ショッピングサイトなどへの応用を想定して、Web ページ上の情報を利用者に説得的に提供するシステムの開発を行う。また、その他の応用分野を検討し、説得エージェントの有効性を評価する。

4. 研究成果

(1) 言語的説得技術

Wizard of Oz 法を用いた説得的対話モデル学習エージェントを開発し、説得の手順を表現する説得的対話モデルを獲得できるようにした。エージェントは対話モデルを介して、Wizard の返答を学習し、対話モデルを構築してゆく。説得的対話モデルは説得の流れを表現する複数の副目標から構成される。このような対話モデルを導入することにより、エージェントの説得性能が向上するだけでなく、Wizard の負荷（入力量）が 55% から 33% に軽減することが評価実験により示された。これは説得会話における副目標が明確に Wizard に示されるためである。

また、エージェントの言語的説得能力を向上させるためには説得手順を記述した戦略が重要である。重要な説得項目を最初に説明する初頭効果と最後に説明する親近効果を比較し、利用者の説得対象に対する興味に応じて効果がどのように変化するかを評価した。

本研究の成果は International Conference on Persuasive Technology において採択され、海外においても注目されている。開発した説得的対話モデル学習エージェントはインターネットのショッピングサイトをより高度化するための要素技術となる。ただ、開発した手法によって得られる対話モデルは Wizard の能力に依存し、利用できる応用範囲も限定的である。今後は得られた対話モデルを汎用的に利用できるようにすることが重要である。

(2) 非言語的説得技術

話速可変チャットに基づくコミュニケーション評価システムとして、ユーザのタイプ速度に合わせて文字表示が同調するタイピングソフトを開発し、その印象評価を行った。その結果、タイピングソフトの交替潜時や表示速度をユーザに同調させる場合に、ユーザはタイピングソフトに対して「感情を持つ」、「生命がある」、「丁寧な」、「人間らしい」、「複雑な」、「心が通じる」といった印象を形成した。また速さを要求するタスクに比べて正確さを要求するタスクにおいて、「役に立つ」、「心が通じない」という印象を形成するという結果が得られた。さらにタイピングソフトの同調がより協調的であると考えられる場合に、ユーザは「感情を持つ」、「複雑な」、「生命がある」、「心が通じる」、「人間らしい」と

いったポジティブな印象を形成するという結果が得られた。これらの結果から、人間とソフトウェアの協調的なインタラクションにおいて、ソフトウェアの交替潜時や文字表示速度を人間に同調させることで、人間はソフトウェアに対してポジティブな印象を形成し、より円滑にインタラクションを行なうことができるようになると思われる。

電子メールやチャットなど、文字によるコミュニケーションは非常に一般的であるにもかかわらず、話速可変表示はこれまであまり注目されてこなかった非言語情報を表現する手段である。本研究の成果は今後の文字ベースのコミュニケーションシステムの開発に一つの示唆を与えるものである。

(3) マルチエージェント説得技術

マルチエージェント説得における集団同一視とエージェント数の効果を調査し、ユーザを効果的に説得できる条件について議論した。評価実験においてユーザは砂漠遭難課題に取り組み、遭難時に必要なアイテムを選択する。エージェントはユーザが選択したアイテムとは異なるアイテムを推薦し、その推薦が受け入れられた回数を説得成功回数として計測した。このとき、集団に対する帰属感覚である集団同一視の強化の有無とエージェントの数を組み合わせて実験条件を設定した。集団同一視を強化する方法として、ユーザが選択したアイテムに対してエージェントが賛同する方法を採用した。説得効果を分析したところ、集団同一視を強化するとエージェント数の多い方が説得効果は高いことが示唆された。特に、エージェント数が 3 体の場合に集団同一視を強化したときが最も説得効果が高かった。また、アンケート調査の結果、本研究で用いた集団同一視を強化する方法によってユーザの集団同一視が高められていることが示され、この手法の有効性が支持された。

これまで擬人化エージェントを用いたユーザインタフェースの研究は盛んに行われていたが、それを複数用いた研究はあまり行われてこなかった。本研究は複数エージェントとユーザの社会的関係に注目して、その説得能力への影響を評価している。今後の複数の擬人化エージェントを用いたインタフェース開発に重要な知見を与える成果である。

(4) 説得エージェントの応用

説得エージェントのプロトタイプシステムとしてデジタルカメラの購入を説得するショッピングサイトを開発した。本システムでは、説得の過程を興味取得フェーズ、説得フェーズ、確認フェーズの 3 段階から構成する。ユーザの興味と説得する商品の属性の違いを分析した後、ユーザの興味を持つ商品の優位性を最小化し、説得する商品の優位性を最大化するように説得を行う。被験者実験では 9 台のデジタルカメラを用意し、20 名の被

験者に対して特定のカメラを購入するように説得した。その結果、3名に対してのみ説得が成功するという結果であった。

また、他の応用領域として、健康増進を目的とした仮想マラソンシステムの開発と評価を行った。仮想マラソンシステムはAndroidスマートフォンのアプリとして実装されている。スマートフォンを持ってランニングを始めると、GPSにより走行距離が測定され、マラソンコース上のエージェントがその距離だけ移動するようになっている。さらに、複数のユーザがコース上で仮想的に競争できるように、疑似リアルタイム競争機能を実装した。大学生20名を対象に仮想マラソンがどのような人に対して効果があるかを評価した。その結果、普段から歩行・走行量が多いユーザに対してより良い運動促進効果を与えることが分かった。また対象とした神戸マラソンコースを知っている人ほど運動の動機づけになっていることが分かった。疑似リアルタイム競争機能に関しては大学生16名を対象に有効性を評価した。疑似リアルタイム機能を有するアプリの利用者とそうでない利用者で比較を行ったが、両者に大きな差は見られなかった。

説得エージェントの応用に関しては、ショッピングサイト、仮想マラソンシステム、仮想サイクリングシステム等の複数のシステムを開発した。仮想マラソンシステムに関してはAndroidアプリである「バーチャル神戸マラソン」をGoogle Play Storeにアップロードし、一般ユーザに利用可能なものとした。現時点の評価においてはまだ説得能力の有効性を十分に発揮するまでの成果は得られていない。今後の課題として、説得的な会話能力、音声ガイダンスや応援機能、複数エージェントとの競争などの機能を追加することにより、ユーザの行動を変化させることのできる説得能力の強化を図っていきたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 25 件)

Yui Okuda and Yasuhiko Kitamura, Estimating Arrival Time of Pedestrian Using Walking Logs, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 査読有, Vol. 8291, 2013, 494-501
DOI:10.1007/978-3-642-44927-7_39

Keita Okuuchi, Koh Kakusho, Takatsugu Kojima, Daisuke Katagami, Modeling Situation-Dependent Nonverbal Expressions for a Pair of Embodied Agent in a Dialogue Based on Conversations in TV Programs, Lecture Notes in Computer Science, 査読有, Vol. 8007, 2013, 340-347

DOI:10.1007/978-3-642-39330-3_36

角所考, 片上大輔, エージェントとの多様なインタラクションのためのノンバーバル表現デザイン, 人工知能学会誌, 査読無, 28 巻, 2013, 294-301
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009594466>

小林一樹, 藤原規行, 北村泰彦, マルチエージェント説得における集団同一視の効果, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, J95-A 巻, 2012, 175-183
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110008898136/>

Chie Akita, Motohiro Mase, Yasuhiko Kitamura, Natural Language Questions and Answers for RDF Information Resources, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読有, Vol. 14, 2010, 384-389
<http://www.fujipress.jp/JACIII/JACII00140004.html>

Tatsuya Narita, Yasuhiko Kitamura, Persuasive Conversational Agent with Persuasion Tactics, Lecture Notes in Computer Science, 査読有, Vol. 6137, 2010, 15-26
DOI: 10.1007/978-3-642-13226-1_4

小林一樹, 門脇克典, 北村泰彦, 擬人化エージェントの数が説得効果に及ぼす影響, 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌), 査読有, 21 巻, 2009, 713-721
DOI:10.3156/jsoft.21.713

門脇克典, 小林一樹, 北村泰彦, マルチエージェント説得における社会的均衡関係の影響, コンピュータソフトウェア, 査読有, 26 巻, 2009, 173-180
DOI: 10.11309/jssst.26.4_173

Ikuko Kanashiro, Kazuki Kobayashi, and Yasuhiko Kitamura, Entrainment in Human-Agent Text Communication, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 査読有, Vol. 5044, 2009, 268-277
DOI: 10.1007/978-3-642-01639-4_23

[学会発表](計 35 件)

Hirofumi Kishino and Yasuhiko Kitamura, Virtual Marathon System Where Humans and Agents Compete, 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics, 2014 年 6 月 3 日, Porto

Palace Hotel(Thessaloniki, Greece)

廣瀬翔太, 北村泰彦, ストリートビューを用いたバーチャルサイクリングの開発, 電子情報通信学会 2014 年総合大会, 2014 年 3 月 20 日, 新潟大学(新潟県)

北村泰彦, 岸野寛史, 仮想マラソンにおける疑似リアルタイム競争機能の導入, 電子情報通信学会総合大会, 2013 年 3 月 21 日, 岐阜大学(岐阜県)

西村拓人, 北村泰彦, 高橋徹, 複数の戦術を有する説得システムの開発, 電子情報通信学会総合大会, 2012 年 3 月 22 日, 岡山大学(岡山県)

尾碓圭介, 北村泰彦, 高橋徹, 文字表示の同調がタイピングソフトの印象形成に与える影響, HAI シンポジウム 2011, 2011 年 12 月 5 日, 京都工芸繊維大学(京都府)

Makoto Orino, Yasuhiko Kitamura, An Approach to Create Persuasive Web Sites, 2010 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Workshops, 2010 年 8 月 31 日, University of York (Toronto, Canada)

藤原規行, 小林一樹, 北村泰彦, マルチエージェント説得における集団意識構築が与える影響, HAI シンポジウム 2009, 2009 年 12 月 4 日, 東京工業大学(東京都)

成田達哉, 北村泰彦, 説得エージェントへの説得戦略の実装, Joint Agent Workshops and Symposium 2009, 2009 年 10 月 29 日, ラフォーレ蔵王(宮城県)

Chie Akita, Motohiro Mase, and Yasuhiko Kitamura, Natural Language Question and Answer Method for RDF Information Resource, IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology - Workshops, 2009 年 9 月 15 日, ミラノ大学(イタリア)

秋田智慧, 間瀬心博, 北村泰彦, RDF 情報源への自然言語質問手法, 電子情報通信学会人工知能と知識処理研究会, 2009 年 5 月 22 日, 関西学院大学東京キャンパ

ス(東京都)

[その他]
バーチャル神戸マラソンホームページ:
<http://ist.ksc.kwansei.ac.jp/~kitamura/vkm/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北村 泰彦(KITAMURA, Yasuhiko)
関西学院大学・理工学部・教授
研究者番号: 00204917

(2) 研究分担者

角所 考(KAKUSHO, Koh)
関西学院大学・理工学部・教授
研究者番号: 50263322