

平成 21 年 5 月 16 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2008

課題番号：19500116

研究課題名（和文） 身体性を持つエージェントとの対話における参照表現の理解

研究課題名（英文） Understanding referring expression in dialogue with embodied agents

研究代表者

徳永 健伸 (TOKUNAGA TAKENOBU)

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：20197875

研究成果の概要：

心理学実験によって人間の空間認知の基礎データを収集し、それを基に日本語の空間語の意味を与える計算モデルを提案した。これは、従来のモデルで考慮している参照物体、指示物体に妨害物体の概念を導入した新しいモデルである。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

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：自然言語処理，対話システム

1. 研究開始当初の背景

人間と計算機のインタラクションにおいて言語は一義的なモデルであり、言語処理の分野では対話処理の研究が盛んにおこなわれてきた。しかしながら、これまでの研究では、言語を閉じた記号システムとして扱う傾向が強く、世界と記号システム（言語）との関係についてはそれほど高い関心が払われてきたとはいえない。この傾向は過去の対話システムの多くが旅行のプランニングや情報検索などのいわゆる情報探索型の対話を対象としていることにも反映されている。

一方、最近のコンピュータ・グラフィクス技術やロボット技術の進展は目覚しく、CG 合成されたキャラクターやロボット（以下エー

ジェントと呼ぶ）と言語を通してインタラクションする要求が高まっている。このような背景をふまえ、2001 年 4 月から 2006 年 3 月の 5 年間にわたって科学研究費補助金「学術創成研究」の枠組で研究課題「言語理解と行動制御 13NP0301（代表者：田中穂積）」が実施された。この研究課題は、これまでさまざまな学問分野で独立におこなわれてきた「言語」と「行動」の研究を結びつけ、新しい学際領域を創成することを目的として、言語学、哲学、認知科学、計算言語学、音声情報処理、コンピュータ・グラフィクス、ロボティクスなどの分野の 25 名の研究者で研究をおこない、多くの独創的な成果をあげている。本課題の研究代表者は研究分担者とし

てこのプロジェクトに参加し、新しい参照表現の生成の枠組、言語理解と行動制御のインタフェースの枠組を提案し、その成果に基づいてプロトタイプシステムの設計と実装などをおこなった。このプロトタイプは各研究分担者が各自の研究課題の成果を検証するためのプラットフォームを提供することを目的としている。このシステムでは人間が画面中のエージェントと音声によって対話することにより、エージェントに種々の動作をさせることができる。

エージェントとのインタラクションにおける研究は、1990年代の末から2000年代初頭にかけて米国MITでおこなわれた一連の研究とシステム(REA, Steve, Cosmo)が先駆的なものである[Cassell et al. 2000]。ヨーロッパでも2005年度までドイツのBielefeld大学で等身大のCG合成によるエージェントとのインタラクションを可能にするシステムMaxが開発されている[Kopp and Wachsmuth 2004]。しかし、これらの研究では、自然な動作の生成や、ジェスチャーなどの非言語的な情報の解釈に主な焦点が当てられており、言語の理解という観点からは特に新しい研究はおこなわれていない。これに対して、本研究では、「言語理解と行動制御」の研究成果をふまえ、言語理解の観点から人間とエージェントとの対話のための基礎理論について研究をおこなった。

2. 研究の目的

本研究では、人間とエージェントが場を共有している状況において参照表現を理解するための計算モデルを構築することを目的とする。参照表現とは、「机の右の本棚」のように、相手に特定のオブジェクトを指し示すための言語表現であり、その理解はエージェントが人間とインタラクションする上で基本的な要素である。

本課題は、前述の「言語理解と行動制御」でおこなった研究の発展としておこなうものである。特に関連が深い研究課題はオブジェクトの集合間の関係を利用した参照表現の生成であり、これを以下の2つの方向に発展させて研究を進める。ひとつはより広範な参照表現を扱うための拡張、もうひとつは参照表現の生成だけではなく、解析も可能になるような枠組への拡張である。

現在の枠組では従来扱われてきたオブジェクト自身の性質を利用することは考えていない。しかしながら、現実の状況では、オブジェクト自身の持つ弁別特性とオブジェクトが構成する集合間の関係を組み合わせる使うことが自然である。発展のひとつの方向として、これらを組み合わせるより広範な参照表現を扱えるような拡張をおこなう。

「言語理解と行動制御」では、参照表現の生成を中心に研究を進めてきた。これはエージェントがオブジェクトを指示する際にどのような参照表現が適切かを決める問題である。このような生成と同時に人間の発話に含まれる参照表現をエージェントが適切に解析できる必要がある。生成と解析の両方を含むような参照表現の理解の枠組に発展させるのがもうひとつの方向である。

言語を閉じた記号システムとして扱ってきたこれまでの言語処理では、参照表現によって指示される対象をテキストの中に求めてきた。しかし、世界に開いた記号システムとしての言語を考えるならば指示対象はテキストの中にあるのではなく、世界の中に存在する。エージェントとのインタラクションに関する研究はいくつかの研究グループがおこなっているが、言語を中心に据えたものは、まだ少なく、本研究はその点に特色がある。

人間と身体性を持つエージェントが状況を共有して対話をおこなう際に使われる参照表現を理解するための計算モデルを構築する。特に「机の右の椅子」のような空間関係を利用した参照表現を理解するための基礎的な枠組を構築する。

3. 研究の方法

主に心理学実験を通して、物体の位置関係を言語表現した刺激を被験者に与え、その許容度を調査することによって、人間の空間認知に関する計算モデルを構築する。このモデルは状況を共有する話者が空間関係を使った参照表現を理解するための基礎的な道具となることが期待できる。

4. 研究成果

初年度は以下の2点について研究をおこない以下のような成果を得た。

(1) 参照表現において頻繁に使用される空間語に対する人間の認知空間がディストラクタによってどのような影響を受けるかを心理実験を通して明らかにした。参照物、指示物、ディストラクタの3つのオブジェクトが様々な位置関係に配置された図と共に、「遠い」「近い」「左」の3つの空間語を使った指示物の参照表現を被験者に提示し、その参照表現の妥当性判定させる実験をおこなった。その結果、以下のような知見を得た。

「遠い」

- ディストラクタが参照物体に近いほど、適合度が高くなる。
- ディストラクタが指示物体と参照物体の間にあると、適合度が高くなる。
- 指示物体サイズがディストラクタより大きいと適合度が高くなる。
- ディストラクタが指示物体よりも外側に

置かれると、適合度が低くなる。

「近い」

- ・ 指示物体サイズがディストラクタより大きいと適合度が低くなる。

「左」

- ・ ディストラクタによる影響は、指示物体サイズの違いの影響を受けにくい。

「近い」「左」に共通

- ・ ディストラクタが参照物体に近いほど、適合度が低くなる。
- ・ ディストラクタが指示物体と参照物体の間にあると、適合度が低くなる。

(2) 従来から我々が提案している知覚的群化に基づく参照表現の理解のモデルを修正し、群間の積集合、差集合が扱えるように拡張した。

最終年度は、参照表現で多用される空間語の性質を定量的に扱うために、心理学実験を基礎として空間語の意味を与える計算モデルを構築した。

「左」、「近い」、「遠い」を含む言語表現を対象に、ディストラクタが空間語理解に与える影響を心理学実験により調べ、ディストラクタ条件での空間語理解の傾向の分析および計算モデルの提案をおこなった。実験によりディストラクタが空間語理解に及ぼす影響を定量的に明らかにし、空間語毎の性質を抽出することに成功した。さらに空間語の性質がスキーマ性を持つ特定の注意の要因に基づくことを確認した。先行研究との比較では、位相型空間語が投射型空間語よりも常に選択されやすいと主張する認知負荷理論の主張に対する反証を得た。さらには、空間語「近い」の実験データに基づき、先行研究の“near”に関する相対近接性モデルと比較を行い、顕現性の扱いに関する問題点を指摘した。

計算モデルに関しては、参照物体、指示物体、ディストラクタの三物体構成について、注意の要因をモデルに導入し、幾何的要因を変数に持つ計算モデルを提案し、評価をおこなった。また、計算モデルを実環境に適合させるための手掛かりとして、言語表現には通常含まれない最遠点を視覚情報から得ることの重要性を指摘した。

「左」、「近い」、「遠い」を対象とした前述の心理学実験データを用い、空間語理解における個人差の傾向を分析した。この結果、空間語理解に関して異なる傾向を持つグループの存在を明らかにし、類似の傾向を持つ被験者のみを用いて計算モデルのパラメータ学習をおこなうとモデルの精度が向上することを確認した。

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 2 件)

1. 小林竜己, 寺井あすか, 徳永健伸. 空間語選択における幾何的要因の影響. 認知科学. Vol.15. No.1. pp.144-160. 2008. Mar. (査読あり)
2. 徳永健伸, 寺井あすか. 比喩理解のための言語処理. 月刊「言語」. Vol.37. No.8. pp.46-53. 2008. Jul. (査読なし)

[学会発表] (計 12 件)

1. 安原正晃 (発表者), Philipp Spanger, 飯田龍, 徳永健伸. 協調作業対話で用いられる参照表現の収集と分析. 言語処理学会第 15 回年次大会. pp.622-625. 2009. Mar. 5, 鳥取.
2. Philipp Spanger (発表者), Yasuhara Masaaki, Iida Ryu, Tokunaga Takenobu. A Japanese Corpus of Referring Expressions Used in a Situated Collaboration Task. Proceedings of the 12th European Workshop on Natural Language Generation (ENLG 2009). pp.110-113. 2009. Mar. 31, Athens.
3. Kotaro Funakoshi (発表者), Philipp Spanger, Mikio Nakano, Takenobu Tokunaga. A Probabilistic Model of Referring Expressions for Complex Objects. Proceedings of the 12th European Workshop on Natural Language Generation (ENLG 2009). pp.191-194. 2009. Mar. 31, Athens.
4. Philipp Spanger (発表者), Kurosawa Takehiro, Tokunaga Takenobu. On “redundancy” in selecting attributes for generating referring expressions. COLING 2008: Companion volume - Posters and Demonstrations. pp.115-118. 2008. Aug. 18, Manchester.
5. Tatsumi Kobayashi (発表者), Asuka Terai, Takenobu Tokunaga, Bernadette Sharp and Michael Zock. The role of attention in understanding spatial expressions under distractor condition. Proceedings of the 5th International Workshop on Natural Language Processing and Cognitive Science (NLPCS 2008). pp.74-83. 2008. Jun. 12, Barcelona.
6. 黒澤崇浩(発表者), Philipp Spanger, 徳永健伸. 参照表現の生成における属性選択. 言語処理学会第 14 回年次大会. pp.685-688. 2008. Mar. 19, 東京.
7. 小林竜己(発表者), 寺井あすか, 徳永健伸. 幾何的要因に基づく空間語選択モデルに関する考察. 言語処理学会第 14 回年次大会. pp.689-692. 2008. Mar. 19, 東京.
8. Philipp Spanger (発表者), Takenobu Tokunaga. On the representation of perceptual knowledge for understanding reference expressions. Large-Scale Knowledge Resources. Springer-Verlag. Vol.4938. LNAI. pp.280-294. 2008. Mar. 4, Tokyo.

9. Philipp Spanger, Kurosawa Takahiro, Tokunaga Takenobu (発表者). Anja Belz and Sebastian Vargas. TITCH: Attribute selection based on discrimination power and frequency. Proceedings of the MT Summit XI Workshop: Using Corpora for Natural Language Generation. pp.98-100. 2007. Sep. 11, Copenhagen.
10. Philipp Spanger (発表者), Tokunaga Takenobu. On perceptual grouping of reference expressions. IPSJ SIG Technical Reports. Vol.NL-180. pp.61-66. 2007. Jul. 24, Tokushima.
11. Tokunaga Takenobu (発表者). Dimensions of Dialogue. First International Symposium on Universal Communication. pp.61-62. 2007. Jun. 14, Kyoto.
12. Ichikawa Hiroshi (発表者), Tokunaga Takenobu. An empirical study on detection and prediction of topic shifts in information seeking chats. Proceedings of the 11th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue (DECALOG 2007). pp.173-174. 2007. May 30, Rovereto.

[図書] (計 1 件)

1. 栗山直子, 船越孝太郎, 徳永健伸, 楠見孝. 楠見孝. 共同問題解決におけるメタファーの役割. メタファー研究の最前線. ひつじ書房. pp.423-440. 2007. Sep

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

徳永 健伸 (TOKUNAGA TAKENOBU)

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号 : 20197875

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし