

学位被授与者氏名	白石 正人 (Masato SHIRAISHI )
学位の名称	博士 (工学)
学位番号	博 (一) 第 1 4 号
学位授与年月日	平成 2 0 年 3 月 2 5 日
論文題目	A Study on Text Generation and Understanding Based on a Multi-agent Mind Model
論文題目 (英訳または和訳)	A Study on Text Generation and Understanding Based on a Multi-agent Mind Model
論文審査委員	論文審査委員会 委員主査 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 横田 将生 同審査委員 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 荒屋 真二 同審査委員 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 盧 存偉 同審査委員 : 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 川上 満泰
論文審査機関	福岡工業大学大学院工学研究科
論文内容の要旨 (英文)	<p>The need for more human-friendly intelligent systems has been brought by rapid increase of aged societies, floods of multimedia information over the WWW, development of robots for practical use and so on. Among the various information media, natural language is the most important for ordinary people because it can convey the exact intention of the sender to the receiver due to its syntax and semantics common to its users, which is not necessarily the case for another medium such as gesture. Over several decades, a considerable number of meaning/knowledge representation methods have been proposed and applied to natural language understanding systems. Most of the conventional approaches are based on the verb-centered case theory, where sentence meaning representations are generated by the top-down process filling the case slots of verbs. This method</p> <p>has brought a fair degree of success in well-contrived task fields. However, the top-down process will not be so successful in the general domain where the number of cases cannot be limited. Moreover, restriction of task domains has often resulted in ad hoc mixture of syntactic and semantic processing, which prevents the systems from generalization. Therefore, a general purpose system should be provided with a certain bottom-up text interpreter consisting of syntactic and semantic processors with a good modularity.</p> <p>Yokota, M. et al have proposed a semantic theory of natural language based on an omnisensory image model, so called, 'Mental Image Directed Semantic Theory (MIDST)'. In the MIDST, the concepts conveyed by such syntactic components as words, phrases, clauses and so on are associated with mental imagery of the external or physical world and formalized in an intermediate language <math>L_{md}</math> (Language for mental image description). The <math>L_{md}</math> is employed for many-sorted predicate logic with five types of terms. The most remarkable feature of <math>L_{md}</math> is its capability of formalizing natural concepts of temporal and spatial changes such as the verb concepts 'enlarge' and 'taper' on the level of human or robotic sensations while the other similar knowledge representation languages are designed to describe the logical relations among conceptual primitives represented by lexical tokens. The language <math>L_{md}</math> has already been implemented on several versions of the intelligent system IMAGES (Interlingual understanding Model Aiming at General purpose Systems) and there is a feedback loop between them for their mutual refinement, unlike the other similar ones. For example, IMAGES-I is a paraphrasing system which maps input English sentences into meaning representations, evaluates their plausibility and finally synthesizes English sentences from them. For another example, IMAGES-II is an extended version of IMAGES-I which understands English discourses and answers questions.</p>

Whereas IMAGES-I and II brought a fair success in natural language understanding as mentioned above, the natural concepts that they could understand were limited to those concerning the physical world but the mental world because they were not provided with any human mind model. Therefore, recently the author et al have proposed a multi-agent mind model where the agents' performances are defined as mental image processing based on MIDST. This mind model has been implemented on IMAGES-III and working for understanding English texts of human mental performances such as 'thinking', 'desiring', etc.

We have been applying the MIDST to automatic understanding of Japanese texts as well as English ones. The most remarkable syntactic feature of the Japanese language is that the words forming a sentence are not separated by blanks unlike the case of English and, especially, it is always very crucial how to interpret concatenated compound nouns appearing so frequently in Japanese texts. Therefore, we have focused our efforts on this problem and developed a systematic method for interpreting Japanese compound nouns and applied it successfully to those appeared in clinical records of a hospital.

This thesis consists of two chapters as follows. Chapter I describes the multi-agent mind model in correspondence with MIDST, its application to natural language understanding and the experimental results. Chapter II details the systematic algorithm for Japanese compound nouns and its application to the clinical records with the experimental results.

論文内容の要旨  
(和文)

より人にやさしい知的システムは、高齢化社会の到来、WWWによるマルチメディア情報の氾濫、実用化の途上にあるロボットに対する研究開発などにより、その要求が急速に高まっている。様々な情報メディアの中で、とりわけ自然言語は一般の人々にとって最も重要なものである。それは、ジェスチャのような他のメディアの場合には、必ずしも存在しない利用者同士の共通の文法と意味によって、送り手から受け手へ正確な意図を伝えることができるからである。これまで過去数十年にわたって、R.C. Shankらの概念依存理論をはじめとてかなりの意味／知識表現方法が提案され、自然言語理解システムに適用された。これらのアプローチの多くは、動詞中心の格文法に基づくものであり、その文の意味表現は動詞の格スロットを満たすトップダウンのプロセスによって生成される。この手法は、人工的な対象領域においてかなり成功をおさめた。しかしながら、このトップダウンのプロセスは、格スロットが無制限となるような一般的な領域へと拡張した場合にもうまくいくとは限らない。さらに、対象領域の制約によっては、しばしば構文処理と意味処理のあいまいな統合となり、そのことが原因でシステムの汎用化を妨げるという結果をもたらしている。したがって、汎用システムでは、構文処理と意味処理をうまくモジュール化したボトムアップのテキスト解釈によって構築されるべきである。

横田らは、心像意味論 (Mental Image Directed Semantic Theory : MIDST) と呼ぶ、全感覚イメージモデルに基づく自然言語の意味理論を提案している。心像意味論において、単語、句、節などの構文要素によって伝達される概念は、外界あるいは物理世界における心像に関連付けられる一つの間言言語である  $L_{md}$  (Language for mental image description) によって形式化されるものであるとしている。言語  $L_{md}$  は5つ種類の変項を持った多ソート述語論理に適用され、その最も特筆すべき特徴は、他の類似の知識表現言語が自然語として表現される基本概念間の論理的な関係を記述するように考案されていることに対して、人あるいはロボットの感覚レベルで「広がる」や「先細り」といった動詞概念のような時間的かつ空間的な変化に関する自然語概念を形式化する能力を有することである。

言語  $L_{md}$  は、知的システム IMAGES (Interlingual understanding Model Aiming at General purpose Systems) においてすでに実装されており、それらの間で相互に精錬するためのフィードバック作業を行っている。

例えば、IMAGES-Iは英語入力文を意味表現に変換しその意味的な正常性を評価し最

終的に英語文を生成するシステムであり、IMAGES-IIは英語談話文を理解し質問応答を行うIMAGES-Iの拡張版である。上述のようにIMAGES-IとIMAGES-IIは自然言語理解においてかなり成功をおさめたにもかかわらず、それらが人の心のモデルを与えられなかったため、それらが理解することのできる自然語概念は精神世界を除く物理世界に関連したものに限られていた。したがって、近年著者らはMIDISTに基づく心像処理としてエージェントの行為が定義されるところのマルチエージェントシステムとして心のモデルを提案している。この心のモデルは、IMAGES-IIIで実現されており、「考える」、「望む」といった人の心的な行為に関する英語テキストを理解することができる。また、著者らは英語文と同様に日本語テキストの自動理解に対しても心像意味論を適用した。日本語の最も特筆すべき構文的特徴は、英語と異なり、空白によって単文が分離されない「こう着語」であり、特に日本語テキストにおいて頻出する接続した複合名詞を解釈することは極めて重要なことである。したがって、我々は日本語の複合名詞の体系的な解釈手法を開発し、病院における退院サマリなどに適用したところよい結果が得られた。

本論文は以下の2つの章から構成される。第1章は、心像意味論と対応したマルチエージェントモデルとその自然言語理解への適用と実験的な結果について述べる。第2章は、日本語の複合名詞に対する体系的なアルゴリズムとその退院サマリへの適用の実験結果について詳述する。

論文審査結果

**<学位論文審査の結果>**

この論文は、人間・ロボット間の円滑なコミュニケーションを可能とする自然言語インタフェースの構築を目的として、自然言語表現と人間の心的活動の対応関係について理論的および実験的な側面から基礎的研究を進め、複数のエージェントが協調的に働く人間の心の機能モデルを考案し人間の主観的な心的現象（思考や感情活動）に話題を限定した自然言語質問応答および医療記録（カルテ）に出現する複雑な日本語接続名詞の意味解釈に適用し得られた成果や問題点を標記の題目でまとめたものである。

本研究の背景としては、近年活発化してきている知能ロボットや地理情報システムなど複合メディアコンテンツを統合的に理解する必要性のある知的システムなどの開発があげられている。そして、人間とロボットが自然言語でコミュニケーションを円滑に行いながら共同作業を行う場合や地理情報システムを自然言語での問い合わせ可能にしたりする場合などにこのような心のモデルを実装した自然言語インタフェースが必要不可欠であると位置づけている。

本研究でなされた主要な事柄は、理論的には、事物の属性評価を担当する最小エージェントの集合からなる4種類の巨視的エージェント（刺激受容、知識処理、情動処理および反応生成エージェント）が互いに通信しあう心の機能モデルを心像意味論に基づき形式化し、その基本的機能を公準という規則の集合で体系的に実現する方式を提案していることであり、技術的には、心像意味論が与える体系的な概念記述方法およびその処理系を利用することにより人間の心的世界や医療世界の概念記述および計算を行う知的システムIMAGES-IIIを構築したことである。このシステムは人間の思考や感情にかかわる質問に対してかなり自然な回答を与えることが可能であり、また、カルテに出現する2語の接続名詞に関する意味解釈を高精度で出力することが可能となっている。

本研究のまとめとしての検討および結論における問題点の整理および将来への展望も研究成果との関連において適切になされている。以上の研究成果は、国内外の雑誌における査読付論文5編（内、第1著者2編）にまとめられている。

学位審査委員会はこの論文が学位論文として適切な内容であると判断した。

**<学位論文公聴会>**

学位論文公聴会は、2008年1月21日の16時30分から18時の間に約30名の参加者を得て開催された。この公聴会において、論文内容に関連する種々の理論的および技術的質問があったが、いずれも適切な回答を行うことができた。

**<最終試験の結果>**

公聴会後の最終試験においては、学位論文に関連する分野の学識を有し、今後主体的

	<p>に研究を進めていくための基本的研究能力を備えていることを確認した。また、主要な査読付論文が英語で書かれていることから、英語論文作成能力も十分であると判断した。</p> <p>&lt;総合判定&gt;      以上の結果から、学位審査委員会は、この論文が博士（工学）の学位に適格であると判定した。</p>
<p>主な研究業績</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 「自然言語理解システムIMAGES-II」、          電子情報通信学会論文誌 D-II、Vol.J74-D-II、No.9、pp.1243-1254（1991）          著者：横田将生、白石正人、笠晃一、西村靖司、田町常夫、寺田栄男</li> <li>2 “Mental-image directed semantic theory and its application to natural language understanding systems”, Natural Language Processing Pacific Rim Symposium'91, pp.280-287（1991）          Authors : Masao Yokota, Masato Shiraishi, Kouichi Ryu and Seio Oda</li> <li>3 “On Restoration System for the Elliptical Words of Japanese Concatenated Nouns”, Natural Language Processing Pacific Rim Symposium '93, pp.174-182（1993）          Authors : Masato Shiraishi, Seiji Nishimura, Seio Oda and Masao Yokota</li> <li>4 「心像意味論に基づく日本語連接名詞の構文および意味分析」、          電子情報通信学会論文誌 D-II、Vol.J77-D-II、No.1、pp.131-142（1994）          著者：横田将生、西村靖司、白石正人、笠晃一</li> <li>5 “On Semantic Interpretation of Japanese Compound Nouns”,          Journal of Natural Language Processing, Vol.4, No.2, pp.57-70（1997）          Authors : Masato Shiraishi and Masao Yokota</li> <li>6 「自然言語理解を目的とする心の計算モデルの提案」、          福岡工業大学情報科学研究所所報、第14巻、pp.59-63（2003）          著者：白石正人、横田将生</li> <li>7 “A Multi-agent Model of Human Mind Based on Mental Image Directed Semantic Theory for Comprehensible Communication between Humans and Robots”, Proceedings of 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Vol.2, pp.555-558（2004）          Authors : Masato Shiraishi and Masao Yokota</li> <li>8 “A Multi-agent Mind Model for Comprehensible Communication between Humans and Robots”, Reports of Computer Science Laboratory, Vol.15, pp.1-9（2004）          Authors : Masato Shiraishi and Masao Yokota</li> <li>9 “Human-robot communication based on a mind model”, The Journal of Artificial Life and Robotics, Vol.10, No.2, pp.136-140（2006）          Authors : Masato Shiraishi, Genci Capi and Masao Yokota</li> </ol>

	<p>10 “Towards integrated multimedia understanding for intuitive human-system interaction“, Journal of Artificial Life and Robotics, Springer-Verlag Tokyo, (2007) Authors : Masao Yokota, Masato Shiraishi, Kaoru Sugita and Tetsushi Oka</p>
--	--