

学位被授与者氏名	クムモンコル ロジヤニー (KHUMMONGKOL ROJANEE)
学位の名称	博士 (工学)
学位番号	博 (一) 第 4 8 号
学位授与年月日	平成 2 9 年 3 月 2 0 日
論文題目	A Study on Natural Language Understanding Based on Mental Image Directed Semantic Theory
論文題目 (英訳または和訳)	心像意味論に基づく自然言語理解に関する研究
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 藤岡 寛之 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 宋 宇 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 木野 仁
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 (和文)	<p>急速な技術の発達により、ロボットやコンピュータが人間の多様な活動を支援する場面が普通に見られるようになった。それは、工業のみならず他の広い分野、例えば、家事、農業、医療、看(介)護や交通運輸などの分野があげられる。しかしながら、普通の人々が特別な技術言語でそれらの機械とコミュニケーションを行うのはかなり困難である。人々の日常においては自然言語が最も普及したコミュニケーション手段であり、したがって、人々にとって機械とでも自然言語を用いて意思疎通を図ればより便利である。本学位論文は、心像に基づく理解方式 (Mental-image Based Understanding: MBU) と呼ぶ自然言語理解(Natural Language Understanding: NLU)方法を提案する。これは、ロボットに人間と同様の自然言語理解を行わせることを目的としている。それを応用したシステムは心像記述言語 (Mental-image Description Language: Lmd)を用いて形式化された単語概念、公準および推論規則に基づき妥当な意味解釈を推定し期待された結果を出力することができる。Lmd は横田の独自の理論、心像意味論(Mental Image Directed Semantic Theory: MIDST) において開発・提案されたものであり、この応用システムに関する実験の結果、提案した MBU 方式は意味解釈方法として簡便かつ有効であり、将来、心像モデルに基づきロボットに人間同様の自然言語理解能力を与えうるとの確証がえられた。</p> <p>本論文は6章よりなっており以下のように要約できる。 第1章では、研究の背景および目的を紹介する。 第2章では、人間の知覚過程を計算可能な論理形式で表現するための心像意味論について記述する。 第3章では、自然言語事象概念が論理的計算の観点から人間の注意機構との関連で分析される。 第4章では、心像意味論に基づく問題発見・解決方法を提案する。 第5章では、この研究で開発された心像に基づく理解システム(Mental-image Based Understanding System)および会話管理システム(Conversation Management System)を紹介する。 第6章では、本論文についての討議をおこない、結論を述べる。</p>
論文内容の要旨 (英文)	<p>Rapid development of technology has brought usual scenes where robots and computers are helping various human activities, not only in industrial sector but also in other widespread areas, such as household, agriculture, medicine, nursery, and transportation. However, it is rather difficult for ordinary people to communicate with them in special technical languages. Reflecting our casual life, natural language (NL) is the most conventional communication means among us, and therefore it is much easier for us to communicate with machines in NL. This thesis proposes a methodology for natural language understanding (NLU) named Mental-image Based Understanding (MBU), intending that a robot can understand NL as people do. Its application system can reach the most plausible semantic interpretation of an input text and return desirable outcomes based on word concepts, postulates, and inference rules formalized in Mental-image Description Language (Lmd) developed and proposed by M.Yokota in his original theory “Mental</p>

	<p>Image Directed Semantic Theory (MIDST)”. According to our experiments, it has been proved that MBU is simple to use and utilize for semantic interpretation and will be able to influence robots with capability of NLU as well as humans based on a mental image model.</p> <p>This thesis document consists of 6 chapters that can be summarized as follows:</p> <p>Chapter 1 introduces the background knowledge and the purpose of this work.</p> <p>Chapter 2 describes MIDST to represent human perception process in a computable logical form.</p> <p>Chapter 3 analyzes natural event concepts in association with human attention mechanism from the viewpoint of logical computation.</p> <p>Chapter 4 proposes a problem finding and solving method based on MIDST.</p> <p>Chapter 5 presents the Mental-image Based Understanding System and Conversation Management System developed in this work.</p> <p>Finally, chapter 6 discusses and concludes this thesis.</p>
論文審査結果	<p>知能情報システム工学専攻博士後期課程3年 Khummongkol, Rojanee 氏が提出した学位論文を審査し、また最終試験を行ったので、その結果について報告する。</p> <p><b>【学位論文審査の結果】</b></p> <p>人工知能の分野において自然言語理解の研究は最も難しいものの一つに位置付けられ、最近、撤退が表明された「ロボットを東京大学の入試に合格させる」というプロジェクト（東大ロボットプロジェクト）でも、その主要因であることが報告されている。その問題の本質は機械学習による自然言語知識の獲得が文章の表層的な情報にだけ依存しており、人間が常識として所持している言葉の普遍的な意味である概念の獲得に失敗していることにある。Khummongkol 氏は、この研究において、人間の自然言語理解は言葉と関連した心像（イメージ）に基づくものが根源的であるとする心像意味論 (Mental Image Directed Semantic Theory) に基づき、人間の自然言語理解過程について分析しその特徴を模した心像に基づく理解方式 (Mental-image Based Understanding: MBU) と呼ぶ自然言語理解方法を提案している。その目的は、ロボットに人間と同様の自然言語理解を行わせることでありその理論を自然言語理解システム (Mental-image Based Understanding System: MBUS) および会話管理システム (Conversation Management System: CMS) に実装している。これらのシステムには基本知識として心像記述言語 (Mental-image Description Language) を用いて形式化された単語概念、公準および推論規則が搭載されており、それらを用いて入力文章の妥当な意味解釈を推定し期待された結果を出力することができる。</p> <p>これらの研究成果は、学術論文1編（第一著者1編）と国際会議発表6編（内第1著者5編）として発表されており、この学位論文はそれらに一貫性を持たせまとめたものである。この論文の新規性およびその成果は次のようにまとめられる。まず、氏が提案している MBU 方式は従来の自然言語意味解釈方法と比較して入力文章の曖昧性除去や問題解決のための推論アルゴリズムなどにおいて新規性がある。次に、開発された心像に基づく理解システム MBUS および会話管理システム CMS は簡便かつ効率的に入力文章を理解し文章およびアニメーションにより応答することができる。さらに、これらのシステムの動作は実際の人間を対象とした心理実験結果との良好な一致度を示しており、将来、心像モデルに基づきロボットに人間同様の自然言語理解能力を実装しうるとの確証を与えている。これらの成果は学術的のみならず、実用的な家庭ロボットの開発にも非常に重要である。</p> <p>以上の研究結果から、審査委員会は提出論文が学位論文に適合していると判定した。</p> <p><b>【最終試験の結果】</b></p> <p>平成29年2月1日に行われた学位論文公聴会においては、論文内容に関連する種々の理論的及び応用に関する質問があったが、いずれも適切な回答を行うことができた。また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、今後研究を進めていくための研究能力と語学（英語）学力も十分備えていると判断した。</p> <p>以上の結果から、学位審査委員会は Khummongkol, Rojanee 氏の最終試験結果を合格と判定した。</p>
主な研究業績	<p>参考論文 7編1冊</p> <p><b>【査読付論文】</b></p>

- 1 “Computer Simulation of Human-Robot Interaction through Natural Language”, Artificial Life and Robotics, DOI 10.1007/s10015-016-0306-5, pp.1-10, Springer-Verlag, (2016)  
Authors: **Khummongkol Rojanee**, Yokota Masao  
【国際会議論文】
- 2 “Logical Formalization of Human Intuitive Mental Imagery for Spatiotemporal Language Understanding”, The 7<sup>th</sup> International Conference on Mathematical Models for Engineering Science (MMES'16), pp.150-157 ,(2016)  
Authors: **Khummongkol Rojanee**, Yokota Masao
- 3 “Systematic Representation and Computation of Human Intuitive Spatiotemporal Knowledge as Mental Imagery”, The International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC), 6 pages, (2016)  
Authors: **Khummongkol Rojanee**, Yokota Masao
- 4 “Computer Simulation of Human-Robot Interaction in Natural Language”, The 21st International Symposium on Artificial Life and Robotics (ISAROB'16), 5 pages, (2016)  
Authors: **Khummongkol Rojanee**, Yokota Masao
- 5 “Computer Simulation of Mental Image Processing in Natural Language Understanding by Human”, IEEE 7<sup>th</sup> International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST), Electronic ISBN: 978-1-4673-7658-7, 6 pages, (2015)  
Authors: **Khummongkol Rojanee**, Yokota Masao
- 6 “Simulation of Human Awareness Control in Spatiotemporal Language Understanding as Mental Image Processing”, 2014 IEEE International Symposium on Independent Computing (ISIC), Electronic ISBN: 978-1-4799-4476-7, 6 pages, (2014)  
Authors: **Khummongkol Rojanee**, Yokota Masao
- 7 “Representation and Computation of Human Intuitive Spatiotemporal Concepts as Mental Imagery”, IEEE 6<sup>th</sup> International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST), DOI: 10.1109/ICAwST.2014.6981836, 6 pages, (2014)  
Authors: Yokota Masao, **Khummongkol Rojanee**