

氏 名	かん だ たか ゆき 神 田 崇 行
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 69 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 社 会 情 報 学 専 攻
学位論文題目	A Constructive Approach for Communication Robots (構成論的アプローチに基づくコミュニケーションロボットの開発と評価)
論文調査委員	(主 査) 教 授 石 田 亨 教 授 林 春 男 教 授 奥 乃 博

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、日常的な人間社会で人と自律的に対話するコミュニケーションロボットについて研究した成果をまとめたものであり、8章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景、目的について概観している。

第2章では本研究の背景について述べている。人間同士の対話における身体の利用の重要性について述べ、人間に類似した身体構造をコミュニケーションに活用するために、これまでに見いだされてきたロボットの身体の一部をコミュニケーションに利用する技術について報告している。また、これらの要素技術を統合する際の方法論と、統合の結果として実現されるコミュニケーションロボットと人間との相互作用を評価する研究について述べている。

第3章では、自律的に人間と対話するコミュニケーションロボットのアーキテクチャおよび開発方法の実現のために、構成論的アプローチによるソフトウェア構築方法を提案している。この方法は、多数のシンプルな行動の組み合わせが複雑な内部状態を作り出し、ロボットの見かけの知性を作り出すことを目指している。そこで、状況に応じて適切なセンサ処理を切り替える状況依存モジュールを構成要素とし、この要素を次々に実装することでロボットに複雑な行動を実現する方法が提案されている。また、このような開発方法を支援するために、エピソードエディタと名付けられた開発環境の構築が報告されている。エピソードエディタは上記状況依存モジュールの間の実行順序関係を記述するために用いられる。また、実装された実行順序関係の検索やロボットの実行状態を視覚的に表す機能を持ち、構成論的アプローチに基づくロボット開発を支援するソフトウェアである。

第4章では、開発したロボットと人との相互作用を分析する研究について述べられている。1つ目の実験では、ロボットの3種類の行動パターンが比較された。評価方法としては、SD法による主観的評価方法が検討された。実験の結果、1) 5つの因子から主観評価が構成されることが見いだされた。2) 因子得点の比較に基づき、ロボットの行動パターンが人間の印象に与える違いが見いだされた。また、3) 人間の自発的な発話や対人的行動が引き起こされたことから、開発されたロボットの相互作用能力が示された。また2つ目の実験においては、1) 身体動作に関する相互作用を分析し、主観的評価と比較することで、協調的な身体動作の重要性が見いだされた。2) 人間の性格が相互作用に与える影響についての考察がなされた。さらに、3) 瞬間的な評価値を身体動作から推定することにより、ロボットの自律動作の評価を行う方法が提案された。

第5章では、人とロボットとの基本的な社会的関係をめざして、複数のロボットの協調によるコミュニケーションモデルが提案され、開発したコミュニケーションロボットを用いて提案モデルの検証が行われた。ロボットは、環境と人との三項関係を築く能力を示すために指さしを用い、ロボット同士での会話が音声及びゼスチャにより被験者に提示された。この実験の結果から、ロボット同士の会話を視覚的に示すことで、ロボット同士の会話を観察していた周囲の人間と自然で円滑な会話が可能になり、またロボットの発話を理解することが容易になることが見いだされた。

第6章では、コミュニケーションロボットの実社会への適用を試みる社会実験が報告されている。このような試みは、ロボットが人間社会に参加して行く上で不可欠のものである。実験において、開発されたロボットは小学校における英語教育に用いられた。ロボットは無線タグにより子供一人一人を識別し、名前を呼ぶ等の自律対話行動を英語で行った。実験は、1年生と6年生に対してそれぞれ2週間に渡り行われた。実験の結果、ロボットは1週間程度は安定して子供の注意を引き、子供の英語での発話を引き起こした。また、英語の聞き取りテストに関しても効果があることが示された。

第7章では、本研究で提案しているコミュニケーションロボット実現のための将来課題に関する考察を行っている。ロボット開発に関しては構成論的アプローチにより作られたメカニズムの上に必要な機構が考察された。また、人-ロボット相互作用の評価については、幼児の生物-無生物判別のメカニズムから人-機械の相互作用の基本要素を見いだすアプローチを示している。さらに、将来人間社会で活動するであろうロボットを、ペットロボットのような相互作用指向のものと、より人間と対等な存在として振る舞うコミュニケーション指向のものに分類し、それぞれにおける応用と必要な研究についての考察が行われた。

第8章は結論で、本論文で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、日常的な人間社会で人と自律的に対話するコミュニケーションロボットについて研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 自律的に人間と対話するコミュニケーションロボットのアーキテクチャおよび開発方法を提案し、多数のシンプルな行動の組み合わせが複雑な内部状態を作り出すことでロボットの見かけの知性を作り出すことができる枠組みを構築した。この構成要素として、状況に応じて適切なセンサ処理を切り替える状況依存モジュールを用い、この要素を次々に実装することでロボットに複雑な行動を実現する方法を提案している。また、このような開発方法を支援するために、エピソードエディタと名付けられた開発環境が構築されている。
2. 人とロボットとの相互作用を分析するために2つの実験を行い、コミュニケーションロボットの評価手法の検討を行っている。第1の実験では、ロボットの3種類の行動パターンを比較し、人間に与える印象の違いが見いだされた。また、人間の自発的な発話や対人的行動が引き起こされたことから、開発されたロボットの相互作用能力が示された。また第2の実験においては、身体動作に関する相互作用を分析し、主観的評価と比較することで、協調的な身体動作の重要性が見いだされた。
3. 複数のロボットの協調によるコミュニケーションモデルが提案され、実ロボットによる検証が行われた。環境と人との三項関係を築く能力を示すために指さしを用いたロボット同士の会話が被験者に提示された。実験の結果、ロボット同士の会話を観察することが、自然で円滑な会話の実現や、ロボットの発話を理解するのに効果を持つことが示された。
4. 開発したコミュニケーションロボットの実社会への適用が試みられた。ロボットは小学校における英語教育に用いられ、無線タグによる個人識別や、英語を使った自律対話の実装された。実験の結果、ロボットは1週間程度は子供の注意を引き、子供の英語による発話を引き起こした。また、英語の聞き取り能力に関しても効果が示唆され、コミュニケーションロボットの将来的な可能性が示された。

以上、本論文はコミュニケーションロボットの実現手法とコミュニケーション能力の評価をまとめたものであり、学術上、実際に寄与するところが少なくない

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年2月3日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。