



Title	ロボットからの社会的なはたらきかけのデザインに関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	水丸, 和樹
Citation	北海道大学. 博士(情報科学) 甲第15535号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/89377">http://hdl.handle.net/2115/89377</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Kazuki_Mizumaru_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

## 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 水丸 和樹

審査担当者 主査 教授 小野 哲雄  
副査 教授 野田 五十樹  
副査 教授 山本 雅人  
副査 教授 川村 秀憲  
副査 准教授 坂本 大介

### 学位論文題名

ロボットからの社会的なはたらきかけのデザインに関する研究  
(Study on Design of Robot-Induced Social Interactions)

近年さまざまなロボットが社会の中で多様なタスクを人の代わりに行い、人と共生するようになりつつある。特に公共空間において多くの人とインタラクションを行う機会があるコミュニケーションロボットは、社会規範を維持するために人に行動変容を生じさせたり、その表現力で社会的機能を実現する必要がある。これらを実現するためにはロボットから積極的に人への呼びかけを行うことで気付かせたり、ロボットの集団が作り出す社会空間によって自然に影響を与える必要がある。このようなロボットからの社会的なはたらきかけによる影響は、人とロボットが1対1で行うインタラクションの研究に比べて、多様で大きな影響を与える可能性があるにもかかわらず、これまではほとんど考慮されてこなかった。

本研究では、単体の自律移動ロボットによる人への積極的なインタラクションと、複数ロボットが創出する社会空間におけるインタラクションについて、デザインとその効果を検証するために実験を行った。自律移動ロボットの研究では、注意をするための接近方法が人にどのような行動変容を促すかについての調査を行い、ロボットから人への積極的なインタラクションが人の不適切な行動をやめさせる効果があることを明らかにした。同時に、ロボットの接近行動を実現するための人物追跡および自律移動システムの設計と実装を行った。複数ロボットにおいては、ロボット同士の活発な会話によって創出される社会空間が人にどのような行動変容を促すかについての調査を行い、ロボット同士の活発なインタラクションが観察者の動線を変化させる効果があることを明らかにした。また、会話以外の方法で社会空間を創出する方法として感情表出に着目し、ロボットが身体動作によって表出する感情を、人がどのように知覚するのかについて調査を行った。実験の結果、人が複数ロボットによる感情表出を的確に評価していることが明らかとなった。複数ロボットを利用する際には必ずしも同じアーキテクチャのロボットだけでなく、異なるロボット同士を連携させる必要がある。そのために、異なるアーキテクチャのロボット同士を接続し、それらのロボットのインタラクションを実現するためのシステムと、それらのロボットを用いたシナリオの設計を容易にするインタフェースの設計と実装も行った。この研究ではロボットシステムの開発や研究に一般的に使われるフレームワークである ROS (Robot Operating System) を用いてシステム構築を行った。

本論文の構成を以下に示す。2章ではこれまで研究されてきた公共空間におけるロボットの社会的役割について述べ、単体および複数ロボットが社会的なタスクとして、人に対してどのような行動変

容を促す必要があるかについて述べた。さらに、人間の集団による社会空間の形成や感情表出における関係性の影響についてまとめ、それらの機能のロボットへの実装方法について述べた。

3章では単体ロボットから人への積極的なインタラクションが人の行動変容に与える影響を明らかにするために、注意をする際の接近方法に注目した実験について述べた。まず、実際の警備員が歩きタバコをしている歩行者に対して注意をする際にどのような接近方法をとっているかについて観察を行い、それに基づいて接近方法のモデルを構築した。同様に道に迷っている歩行者に対して友好的に接近する場合のモデルも構築し、2つのモデルの違いを示した。さらに、それらのモデルをロボットに実装し、2つの接近方法を用いて歩きスマホを行う歩行者へ注意するフィールド実験を行った。実験結果より、警備員が注意する際の行動をモデル化した接近方法が、友好的な接近方法と比べて統計的に有意に歩きスマホを止めさせることができた。

4章では複数ロボットのインタラクションが人の行動変容にどのような影響を与えるかを明らかにするために、ロボット同士の会話を人が観察することによって知覚される社会空間に注目した。人間の会話においてよく見られる発話の重なりをロボット同士の会話シナリオに適用し、クラウドソーシングを用いた調査実験により、会話の活発さを向上させる効果があることが明らかとなった。さらに、ロボットの活発な会話により社会空間が創出された場合、その会話を観察した人がどのような行動をとるかについて実験室実験を行った。実験結果より、発話の重なりが生じた会話を観察した人は、一定の発話間隔での会話を観察した人と比べて、2体のロボットの間を通過しない人数が有意に多かった。つまり、ロボットの集団においても人間の場合と同様に、ロボット同士のインタラクションによって社会空間が創出され、それを観察した人の行動にも影響を与えることが明らかとなった。

5章では複数ロボットが身体動作によって感情を表出した際の社会空間の創出に関する実験を行った。本研究では、感情表出の際に利用される評価指標であるラッセルの円環モデルを用いて、2体のロボットが感情表出を行なっているビデオを作成し、クラウドソーシングを用いた実験を行った。実験の結果、複数ロボットの身体動作を用いた感情表出についても、人はそれを的確に評価することがわかった。

6章では異なるアーキテクチャのロボットを相互に接続して制御するシステムを提案し、その実装方法を示した。これを実現するためのシステムを ROS フレームワークを用いて構築した。さらに、複数ロボットの会話を容易に設計し制御するためのインタフェースも設計し実装を行った。さらに7章では、本論文で述べた自律移動機能を備えた単体ロボットによる注意行動と、複数ロボットによる社会空間の創出が、人に行動変容を促したり、関係性の知覚に影響を与えることに関して議論を行い、今後の展望を述べた。

これを要するに、著者は、人とロボットが共生する時代の到来を見据え、実環境において動作するロボットを用いて、ロボットから人への社会的なはたらきかけのデザインに関して実証的な研究を行った。具体的には、自律移動ロボットからの積極的な注意行動による人の行動変容、複数ロボットによる社会空間の創出とその観察者の動線の変化、複数ロボットの身体動作による感情の表出を人が的確に評価できることを明らかにし、さらに異なるアーキテクチャのロボットを同時に動作させることができるインタフェースを設計し実装した。これらの研究成果は、今後の社会的ロボットの研究に対して貢献するところが大きなものがある。よって著者は、北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格があるものと認める。