OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	集団環境における人とロボットの調和的相互作用に関する研究
Author(s)	城所, 宏行
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52035
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式3

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 （ 城所 宏行 ）	
論文題名	集団環境における人とロボットの調和的相互作用に関する研究

論文内容の要旨

ロボットが人に代わって公共空間で道案内や商品推薦などのサービスを行うサービスロボットの研究開発が進んでいる．しかしながら，ロボットから利用者へのサービス内容や利用者のサービス受容性に関する研究開発が中心であり，サービスを受けないそれ以外の人々との関係を扱っている研究がほとんどなかった．

そこで，本論文は，ロボット，利用者，それ以外の人々（非利用者）との関係に着目した人とロボットの調和的相互作用を実現する手法を提案する．ここで，「調和的相互作用」とは，ロボットと人の間で「釣り合いのとれている相互作用」を実現することを意味する．すなわち，本研究の意義は，ロボットから人へのサービス提供が行われる場面において，ロボット，利用者，それ以外の人々（非利用者）との間で生ずる邪魔や妨害などの不快感，不利益となる問題を取り上げ，それぞれの問題を解決するような人とロボットの調和的相互作用の実現方法を明らかにする．これにより，ロボットができるだけ多くの人々に好まれるサービスを提供しながら，それ以外の人に邪魔であるという不快感や不利益を与えないように配慮し，逆に利用者の中にもロボットに対して危害を加える，いわゆる「ロボットいじめ」の可能性も想定したロボットサービスの実現をめざすことで，世の中にサービスロボットを普及する基礎技術を確立する．

第 1 の研究課題では，コンビニエンス・ストアでの商品推薦を行うサービスロボットを取り上げ，客の停留行動情報に基づく商品群嗜好推定モデルを提案する．実験用店舗で行った商品推薦実験により，ロボットが利用者の購買意欲（利益）を引き出すような商品推薦（サービス提供）を行うためのモデルの有効性を確認し，人とロボットの間に調和的相互作用を実現できることを明らかにする．

第 2 の研究課題では，実際のショッピングモールで催し物案内サービスを行うロボットの周りに集まる歩行者（利用者）

が生み出す混雑状況と，そこを通り抜けたい歩行者（非利用者）に不快感や不利益を与えないように制御する方法を提案する．既存の歩行者行動モデルを組み合わせ，予め歩行者シミュレーション実験系を組み，実験から，案内サービスを積極的に行うプランとそのために起きる混雑状況を回避するように別場所に移動するプランとのバランスが予測できることを示す．この結果を実際のショッピングモール内センサーネットワークから得られる，歩行者一人ひとりの位置情報群に適用して，ロボット，利用者，非利用者との間で，混雑状況と移動プランとの調整によって，調和的な相互作用を実現できることを示す．

第 3 の研究課題では，上記の案内サービスの利用者の中で，ロボットに近づいてきて，道を塞ごうとするいじめ行動に対して，ロボットが利用者（歩行者）に道を空けるように発話を繰り返し，最後は別方向に移動することでこの状況を回避できる方法を提案する．ロボットいじめの生起を回避するために，上記の歩行者シミュレーションを用いて，いじめ発生の可能性を周囲環境や歩行者の移動速度などを用いて予めシミュレーションし，その結果を実際のショッピングモールで のフィールド実験により，提案手法が子供によって起きるロボットいじめを抑制できることを示す．これによって，ロボット，利用者（いじめ行動をする歩行者），利用者（それ以外の歩行者）との間に調和的な相互作用が実現できることを明らかにする．

これらの 3 種類の研究成果により，集団環境においてロボットから人へのサービス提供が行われる場面において，ロボット，利用者，非利用者との間で生ずる邪魔や妨害などの不快感，不利益となる問題を解決するような人とロボットの調和的相互作用の実現方法を明らかにする．最後にこの結論を踏まえて，今後の研究課題についても考察する．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（　城所　宏行　）	
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主 査　教　授	萩田　紀博
	副 査　教　授	薦田　憲久
	副 査　教　授	西尾　章治郎
	副 査　教　授	藤原　融
	副 査　教　授	鬼塚　真
	副 査　教　授	下條　真司
	副 査　教　授	細田　耕
	副 査　准教授	宮下　敬宏

論文審査の結果の要旨

ロボットが人に代わって公共施設で道案内や商品推薦するサービスに関する研究が盛んになっている。しかしながら多くの研究がロボットと利用者の関係だけに限定しており、ロボットや利用者の周りにいる、人々（この論文では「非利用者」と呼ぶ）の立場を考えた研究がほとんどなかった。本論文はこの点に着目し、ロボットサービスの設計指針として、利用者の利益だけを考えるだけでなく、非利用者の不快感などを同時に軽減でき、しかも実際の公共施設で起きている利用者のロボットいじめ行動にも考慮した、人とロボットの相互作用に関する研究を展開した。様々な人の立場を同時に考えたロボットの行動プランニングを扱うと言う意味で、ここでは「調和的相互作用」という名称を用いている。本論文では、ロボット、利用者、非利用者を対象に、公共施設で道案内や商品推薦するサービスに関して、(1) 利用者の商品嗜好推定モデル、 (2) ロボットの案内サービス行動プランと非利用者を不快にさせない移動行動プランを併用する制御方式、(3) 利用者の一部である「子どもたち」がロボットいじめ行動を回避するロボットの行動プランについて、研究成果をまとめたものである。その主な成果を要約すると次の通りである。

(1) 店舗内でロボットによる商品推薦サービスを取り上げ、測域センサを用いて、客がある棚の商品を買う場合は他の棚の商品も買う共起性の履歴情報に着目した商品嗜好推定モデルを提案した。未知の客がロボットのいる棚の前に立った場合に、提案したモデルで共起性の高い別の棚の商品を声とジェスチャで推薦すると、このロボット推薦が無い場合に比べて、利用者がその推薦商品も購入する率が53％から76％に向上することを示し、提案モデルが利用者の行動変容を起こすことを明らかにした。

(2) 大阪南港の商業施設でのロボットによる催し物案内サービスを取り上げ、ロボットの周りに人々（利用者）を集めるロボット行動プランと、それによって生まれる人混みがそこを通り抜けたい歩行者（非利用者）に感じる不快感を減らすために、利用者を他の場所に移動するロボット行動プランとを調和的に制御する方式を提案した。それぞれの行動プランを実行した場合の評価値を実験的に提案し、評価値が高い行動プランを決定する制御方式を提案した。実際の商業施設で3, 380名を用いた実証実験を行い、7段階リカート尺度を用いた分析から提案した調和的制御方式の方が非利用者の混雑に対する不快感およびロボットそのものに対する不快感の両方が改善されたことを示した。

(3) 上記の商業施設で巡回パトロールサービスを対象にして、子どもがロボットを叩く、囲むなどのいじめ行動を回避するロボットの行動制御方式を提案した。ロボットの近傍に集まる子どもの数や位置、親の存在などの特徴が回避判断に有効であることを実験的に求め、いじめ回避の評価方法を提案した。実際の商業施設の実証実験で、いじめの特徴を再現する歩行者シミュレータを作成して、この評価値を用いた場合と、ロボットが直線的に移動する（逃げる）場合とを比較し、提案方式がいじめを抑制する効果が高いことを示した。

以上のように、本論文は人とロボットの調和的相互作用に関する研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。