OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Robot as a dual service: Interacting with people and interpreting their environment
Author(s)	Barna Suriya Patabendige, Deneth Rasara Karunarathne
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/72281
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name（BARNA SURIYA PATABENDIGE DENETH RASARA KARUNARATHNE）	
Title	Robot as a dual service: Interacting with people and interpreting their environment （ロボットによるデュアルサービス：人々とのインタラクションと環境理解）

Abstract of Thesis

With the advancement of robotics technology, a large number of robots co-exist with humans, integrating into the everyday human life where they are required to interact with people continuously. As communication capabilities of robots improve, the robots would require being responsive not only through speech but also through more natural physical motion. Such cases would require the robots to navigate in collaboration with a human partner in a real environment. The successful operation in a real environment requires additional knowledge of the environment due to its continuously changing nature and the prevalence of other stakeholders. Thus how a robot can function both as a navigational partner and environment observant remains a core challenge.

Humans are proficient at executing interactions that appear simple but are inherently complex such as walking together which requires an understanding of the environment. Thus the robots in real environments need to conduct similar interactions. I propose to improve the robot's interaction by developing a walking partnership interaction and interpret relationships between humans and environment allowing the robot to function as a dual framework. Such development could enable a robot to function as a walking partner or a personal trainer to walk and motivate an older adult. During the interaction, the robot could continuously observe and record data on the environment and identify various environmental changes and relationships that could positively affect the interaction between the robot and the human. To demonstrate this approach, I have conducted three studies.

In the first study, I analyzed human-human interactions and found that human pairs sustained a side-by-side walking formation even when one of them (the follower) did not know the destination and when multiple path choices exist, the follower walks slightly behind his partner. The side by side motion allows the walking partners to maintain communication through eye contact and personal space. I modeled this interaction by assuming that one needs knowledge from the environment, like the locations to which people typically move toward subgoals. The evaluation experiment conducted in a real shopping arcade revealed that the proposed model replicates much more natural side-by-side motion better than other simple methods in which the robot moved to the side of a person and without the human tendency for choosing the next appropriate subgoals.

For the second study, I extended the system to demonstrate that a robot with navigation algorithm proposed in the first study could function as a walking partner with older adults and the robot could positively motivate the older adults to walk. I compared situations where they walked alone and with a robot. The robot navigated autonomously to form a side-by-side formation where I observed and interviewed the participants. The results revealed that the elderly adults accepted the robot walking partner, preferred walking with the robot than walking alone and wanted to walk with the robot again.

In the third study, I investigated how much information could a communication robot understand from the environment. The robot recorded environmental data by a traversing a shopping mall environment using onboard sensors. The environmental changes and human trajectories were extracted and were consistent with visual observations. The results revealed that changes in shops configuration in the environment attracts people. Finally, information obtained was used to categorize the shops according to similarity. With today's trends towards big data, I believe this approach of using data observed by the robot shows great promise as a method learning and identifying relationships in a real environment.

With the results obtained, I believe these three studies demonstrate that a service robot could be used for a dual service where it will interact with people and interpret their operational environment. In future, there will be various robots in various environments interacting with people. Some would function as a walking partner. In combination, in the future, there will be various observations from all the different robots. Thus robots would be utilized as a dual service.

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　　名（BARNA SURIYA PATABENDIGE DENETH RASARA KARUNARATHNE）			
	（職）		氏　　名
論文審査担当者	主 査	教　授	石黒 浩
	副 査	教　授	原田 研介
	副 査	教　授	長井　隆行

論文審査の結果の要旨

本論文は、将来多くのロボットが人共存環境の中で活動する際に、言語的な相互作用だけでなく非言語の動きによる相互作用をするロボットが、人々と相互作用するというサービスに従事しながらも、周囲の実環境に関する情報を収集して意味がある情報を提供するという環境理解サービスにも従事できるようにするというデュアルサービスを実現するフレームワークを提案したものである。主な成果は以下のとおりである。

1. 人々は様々な相互作用を行う優れた能力を持っており、一見すると単純に見える相互作用でも、おなじことをロボットが実現しようとするとそれが複雑な問題であることが明らかになる。並んで歩く、という相互作用もその一例である。両者のうちの片方が移動先を知らない場合でも、人間は適切に並んで歩くことができる。このように適切に並んで歩くためには、環境を理解していることが必要であることが人同士の相互作用の観察から示された。さらに、人同士の並んで歩く相互作用のデータを解析することから、この並んで歩く相互作用を、環境内の複数のサブゴールを認知し、その中から現在進んでいるであろう対象を推定し、その推定が確かであるかどうかによって歩行行動が変化するものとしてモデル化をした。このモデルに基づいて、ロボットの並んで歩く相互作用を実装し、その有効性を検証した。
2. 並んで歩く相互作用を行うロボットが高齢者が散歩するモチベーションの向上に役立つことを示した。上記のロボットの並んで歩く相互作用の機能を拡張したうえで、高齢者を対象とした評価実験を行った。単独で歩く場合とロボットと一緒に歩く場合の2つの状況を比較した。ロボットは並んで歩く歩行隊形を維持して自律行動させた。この様子を観察し、また参加者にインタビューを行った。実験の結果、参加した高齢者はロボットを一緒に歩くパートナーとして受け入れ、一人で歩くよりも再度ロボットと一緒に歩くことを望むことが分かった。この研究はソーシャルロボットが高齢者にとって歩行をすることのモチベーション向上に役立つパーソナルトレーナーとして機能しうることを示し、ヘルスケア領域におけるソーシャルロボットの活用の拡大につながるものである。
3. 環境内を移動するロボットが継続的にデータを集積することで、どの程度の情報を収集することができるのかを明らかにした。この研究では、ロボットはショッピングモール内を何度も周回し、その際に、ロボットに搭載された3次元距離センサにより環境情報に関するデータを記録した。環境の変化や人の移動軌跡を解析する技術を実現し、その技術により記録したデータを解析することができた。その結果を用いて、店舗の配置の変化や店舗にどの程度来店があったか、といった情報を抽出した。また、得られた情報から、類似の店舗を自動的に分類することができることを示した。大量のデータが様々な分野で獲得できるようになってきている現状において、今回の研究から、ロボットがサービス提供しながら観測することができる大量データからも店舗と顧客来店に関する関係のように多くの有用な情報を得ることができるという示唆が得られた。

上記の一連の研究により、この論文はロボットがデュアルサービスという、利用者に直接的に相互作用をすることで有意義な価値をもたらすと同時に、人と周囲環境の間に存在する関係を解釈するという新たなフレームワークとして機能しうることを示した。以上の学術的な寄与から、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。