様式C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成２３年６月１０日現在

機関番号：８２６２６
研究種目：若手研究（Ｂ）
研究期間：2008～2010
課題番号：２０７００１９０

研究課題名（和文）　被介護者・介護者の会話の観察に基づき適切な作業支援を行う介護支援ロボットの開発

研究課題名（英文）　Development of Care Giving Robot which Observes Interactions Between Caregiver and Cared

研究代表者
松坂　要佐（MATSUSAKA YOSUKE）
独立行政法人産業技術総合研究所・知能システム研究部門・研究員
研究者番号：１０３４３６２５

研究成果の概要（和文）：本研究では、従来のボタン操作による操作法に加えて、音声を使って操作することができる介護リフトを試作する。音声操作は、操作性向上に貢献すると考えられる一方で、特に介護支援において一般的と考えられる被介護者・介護者の会話がある環境において誤認識の可能性があるなど安全性確保に関して新たな問題が生じる。本稿では試作した音声操作可能な介護リフトの概要について紹介するとともに、その安全利用に必要な対策について考察する。

研究成果の概要（英文）：In this research, we develop a voice operable nursing lift. By enabling voice commands in addition to the conventional button controls, it is expected to improve the usability of the lift. But, on the other hand, new problems on safety will arise caused by the voice recognition errors. In this research we not only develop a prototype robot, but also we try to investigate the reason why the voice command is unsafe, and try to implement possible solution on the robotic platform we have built.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総　計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域
科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス
キーワード：知能ロボット、人工知能、対話システム、介護支援

１．研究開始当初の背景

近年ロボットを用いた作業支援に注目が集まっている。介護者は介護に必要な力作業をロボットに行わせることで、自身にかかる負荷を減らすことができる。すでに実用になったものには、ベッドからの立ち上がりを補助するための電動リフトなどがあり、駆動輪を持つ移動式の風呂やトイレなども、すでに介護施設では導入され始めている。しかしながら、これらロボット技術が介護の現場すべてに導入可能であるかというとそうではない。介護の場面においては、介護者が二人一組で作業を行なうことが基本である。一人の介護者が被介護者を持ち上げると同時に、もう一人の介護者がそれを補助することで、被介護者の安全を確保する。ロボットを導入した以後においても、一人の介護者（以降、主介護者と呼ぶ）が被介護者の体を抑えつつ、ロボットの操作を担当するもう一人の介護者（以降、複介護者）が被介護者の体を持ち

上げるという二人一組での作業が基本であった。ロボットを利用するには二人以上の介護者を確保する必要があり、また、それを操作する専門的な知識が必要であることから、これまで一般家庭における介護においては、ロボット技術が使われることは少なかった。

２．研究の目的

本研究の目的は、ロボットの知能化を推し進めることで、これまでその操作を担当していた複介護者の存在を不要にする技術を開発することである。ロボットに主介護者から複介護者に与えられていた指示を理解する知能を与え、複介護者を不要にすることで、介護にかかわる人材の有効活用、および複数の介護者を確保することが難しい家族による介護の現場でもロボットの活用を可能にする。

３．研究の方法

介護者を補助するロボットの知的能力向上のために以下の項目を実施する。

(1)典型的な介護作業において取り交わされる人間同士のコミュニケーションの収集・解析
(2)典型的な介護作業における複介護者によるロボット操作履歴の収集
(3)項目(1)の知見に基づく省略された指示を補完して理解する人工知能の開発
(4)項目(1)の知見に基づく介護ロボットへの組込みに適した音声認識・音声合成機能の開発
(5)項目(2)の知見に基づくロボットの作業支援プログラムの作成
(6)項目(3)～(5)の機能を統合した介護支援ロボットの試作・評価

項目(5)と(6)の介護支援ロボットの試作に関して、市販の介護用リフトの部材をそのまま用い、アクチュエータ部の制御モジュールをコンピュータによって操作可能なものに交換し、さらに被介護者を持ち上げるフックの部分に圧力センサーを取り付けることで、リフトをロボット化する。

項目(5)の作業支援プログラムの作成においては、項目(2)で収集した作業の履歴、および既存の介護士育成教材に記された作業マニュアルを参考にして、それらに対応可能なロボット制御プログラムの作成を行う。

項目(6)の統合された作業支援ロボットの試作・評価に関して、項目(3)と(4)で開発した人工知能、音声認識・合成機能と、項目(5)で開発した作業支援プログラムを接続する。これら機能の相互接続には、知能ロボット開発のための機能間相互接続の国際規格である RT ミドルウェア規格を用いる。 RT ミドルウェア規格は、ロボットの知能ソフトウェア開発における共通規格として、OMG において標準化が進められている規格であり、それに準拠して開発を行なうことで、本研究で作成した人工知能と音声認識・合成機能は、将来的に他のロボットに対しても容易に組み込み可能になる。

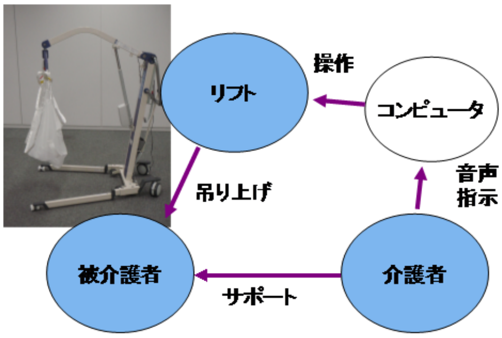

図１ 改造した介護リフトとシステムの概要

４．研究成果

(1)認識精度の問題への対処

現状の音声認識では、100%の認識率を得ることは難しい。そのため、音声による命令は、ある程度の過ちを含むことになる。そのような過ちが発生した場合でも、緊急停止ボタンを用意して、過ちが致命的な結果をもたらす前に停止させる手段講じることで安全性が確保されることが知られている。音声による緊急停止ボタンに相当する命令を「緊急停止命令」と呼ぶことにする。

ここで緊急停止命令を音声認識によって実現することはできない。なぜなら、音声認識には不確実性があり、確実な停止手段とはなりえないからである。また、被介護者の音声は音声認識に不適な大きな個人差があることも開発の過程で明らかになった。ここでは、実用的な方法として大声による発話を緊急停止命令として検出する方法を実装した。

大声による緊急停止は、一定レベル以上の強さの音が入力された条件で駆動されるルールをルールエンジン上で最も優先度の高いルールとして定義することで実現できる。

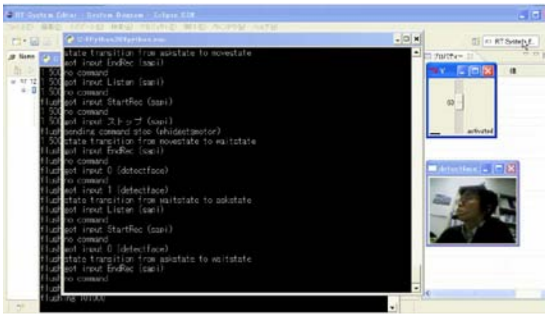

図2 音声による緊急停止機能と顔認識を用いた命令棄却機能

この機能の実装により、音声認識が誤認識した場合でも、ロボットの動作を確実に停止することができることを確認した。

(2)顔認識を用いた命令以外の発話の棄却

介護者は介護作業の中でロボットに対する命令以外の発話も行なう。多くの場合、それは被介護者への発話であり、例えばロボットが「上げて」を命令として認識する場合、被介護者に対する「足を上げてください」という依頼は誤ってロボットに対する命令として誤認識される危険がある。

従来、このような問題は、マイクにオンオフのボタンをつけ、命令を認識してほしい時だけマイクをオンにする push-to-talk と呼ばれる方法によって対処されてきた。しかしながら、介護リフトへの応用においては、操作者の両手が安全確保のために拘束されるため、ボタンによってマイクのオンオフを制御することができない。

ここでは、第一の方法として、介護者がロボットに顔を向けて発話した内容のみを命令として解釈するシステムを作成した。このスクリプトでは、介護者の顔を画像認識機能によって検出し、それを発話受理状態として内部状態に格納する。音声認識による命令の解釈は、発話受理状態にのみ有効になる。

この機能の実装により、命令以外の発話の大部分が棄却されることを確認したが、その一方で、時折、ロボットに向けられた命令も棄却されてしまう問題も生じた。この問題は、画像認識機能が介護者の顔を検出できなかったことに起因し、その解決には新たな対処を必要とする。

(3)介護者・被介護者間の会話の文脈を用いた命令以外の発話の棄却

介護者が介護作業の中でロボットに対する命令以外の発話も行なうことによる誤認識の問題へ対処するために、第二の方法として、介護者・被介護者間の会話の文脈を用いる方法の有効性を実験によって確認した。

被験者の安全性確保の観点からロボットシミュレータを用意し、ボタン操作条件、音声操作（文脈非考慮）条件、音声操作（文脈考慮）条件における 15 人規模の模擬操作データを収録した。

模擬操作データの解析の結果、介護者・被介護者間の文脈を考慮した方がより効率が良い作業ができると同時に、介護者が機器を扱っているということを強く意識する必要がない点、自然な文脈で機器が操作できるため誤操作が少ない点の２点において有効であることが明らかになった。その一方で介護者と被介護者の関係や作業に必要とされる手順次第では、システムが非常に多くの文脈を理解する必要があり、手動でスクリプトを作成する必要がある現在の手法では限界があることも示唆された。この点については将来の研究で機械学習を導入するなどして解決していきたい。

５．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計４件）

①Yosuke Matsusaka, Hiroyuki Fujii, Isao Hara, An Extensible Dialogue Script for a Robot Based on Unification of State-Transition Models, Journal of Robotics, Article ID 301923, 14 pages 査読有, 2010

②Yosuke Matsusaka, Isao Hara, Implementation of Distributed Production System for Heterogeneous Multiprocessor Robotic Systems, International Conference on Simulation Modeling and Programming for Autonomous Robots, pp. 275-287 査読有, 2010

③Yosuke Matsusaka, Isao Hara, An Extensible Dialogue Script for Robot Based on Unification of State Transition Models, Proceedings of 8th IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, pp. 586-591 査読有, 2009

④Yosuke Matsusaka, History and Current Researches on Building Human Interface for Humanoid Robots, Modeling Communication with Robots and Virtual Humans, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Vol.4930, Pages.109-124, 査読有, 2008

〔学会発表〕（計５件）

①松坂要佐、自己拡張するRTコンポーネントの実装、システムインテグレーション部門講演会論文集、2010/12/24、東北大学

②松坂要佐、(チュートリアル) RT-ミドルウェア -ロボット用ソフトウェアのコンポーネントベース開発とその開発事例、組み込みシステムシンポジウム、2010/10/27、国立オリンピック記念青少年総合センター

③松坂要佐、音声操作可能な介護リフトの試作とその安全対策、計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2009/12/26、芝浦工業大学豊洲キャンパス

④松坂要佐，藤井洋之，原功、ロボットへの対話機能付与のためのフレームワークSEATとSATの開発、日本ロボット学会学術講演会、2008/9/11、神戸大学

⑤松坂要佐、原功、ロボット用対話フレームワークのオープン化、オープンソース対話エンジンと情報共有ポータルの開発、第９回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2008/12/06、岐阜県長良川国際会議場

６．研究組織

(1)研究代表者

松坂　要佐（MATSUSAKA YOSUKE）

独立行政法人産業技術総合研究所・知能システム研究部門・研究員

研究者番号：１０３４３６２５