

2019 年度中央大学共同プロジェクト 研究実績報告書

1. 概要

研究代表者	所属機関	理工学部		2019 年度助成額
	氏名	新妻実保子		5,580 (千円)
	NAME			
研究 課題名	和 文	人と産業用ロボットの協働作業の実現とその相互作用 の評価に向けた基礎研究	研究 期間	2019～ 2021 年度
	英 文			

2. 研究組織

※所属機関・部局・職名は 2020 年 3 月 31 日時点のものです。

	研究代表者及び研究分担者		役割分担	備考
	氏名	所属機関/部局/職		
1	新妻実保子	中央大学・理工学部・准教授	人・ロボットインタラクシ ョン	研究代表者
2	大隅 久	中央大学・理工学部・教授	ロボット工学	研究分担者
3	橋本 秀紀	中央大学・理工学部・教授	ロボティクス, 機械学習, 生体計測	研究分担者
4	梅田 和昇	中央大学・理工学部・教授	ロボットビジョン, 画像処 理	研究分担者
5	國井 康晴	中央大学・理工学部・教授	ロボット工学, 宇宙工学	研究分担者
6	中村 太郎	中央大学・理工学部・教授	ソフトロボティクス, アク チュエータ	研究分担者
合計 6 名				

3. 2019年度の研究活動報告 ※行が不足する場合は、適宜、行を追加してご記入ください。

(和文)

2019年度の研究課題と成果を以下にまとめる。

(A-1) 計測システムの構築

人の作業を観測し、識別することを目的に、レーザ測域センサと空間メモリを用いたシステムとカメラ映像から人の骨格情報を抽出し、姿勢情報を獲得する計測システムを構築した。これらの成果について[1][2]にて発表した。3次元レーザ測域センサを用いて、人の身体各部の位置と姿勢を同時に獲得することが今後の課題として挙げられる。

(A-2) タスクに依存しない人の動作のモデリング

(A-1)を用いて作業中の人の位置、姿勢を獲得し、人の作業領域の抽出、及び姿勢判別を行った。人の作業領域の自動的な抽出には、位置データの階層的クラスタリングを行った。手動でラベル付を行った場合と比べて、同程度の精度で人の作業領域、及び作業中の動作を切り出せることを確認した[1]。姿勢判別に関しては、コサイン類似度を用いた手法を提案した。コサイン類似度を用いて姿勢間の類似度を算出し、作業判別のための特徴的な姿勢の抽出に適用した。姿勢判別には深層学習を用いた方法も検討し、高精度な姿勢判別を実現した。コサイン類似度に基づく姿勢判別を用いて効果的な教師データの選択を試みるのが今後の課題である。

(B-1) 協働作業を前提としたロボットの動作設計

ロボットが人と作業空間を共有することを前提として、作業する人に不安感を与えないようなロボットの動作（動作速度、動作軌跡等）の設計指針を明らかにするため、以下の課題に取り組んだ。

- ・ VR環境を用いたロボットの動作速度、加速度による人のストレス反応評価[3]
- ・ 動作予告として音響刺激によるプレパルスを用いたときの協働作業への影響[4]

以上より、被験者は速度、及びロボット動作の予測しやすさに対して不安を覚える傾向があり、加速度にはあまり不安、恐怖感を感じにくいことがわかった。また、音響刺激を用いてロボット動作を予見させるプレパルスを提示することにより、被験者はロボット動作を予測可能になり、作業を効率的に実施できることを実験的に確認した。

(英文)

A system to observe human worker's activity using 2D LiDAR or a camera is installed.

Then, human worker's working areas were extracted based on the observed data. This is useful to recognize human worker's activities.

In addition, for more detailed recognition of human activity, we applied a human posture recognition.

We assume that a collaborative robot shares a workspace with a human worker. To do this, the following issues are addressed in order to clarify design guidelines for robot motions (motion speed, motion trajectory, etc.) that do not make workers feel stressful.

- ・ Evaluation of human stress by robot motion speed and acceleration using VR environment
- ・ Evaluation of collaborative work when pre-pulse using acoustic stimulus is applied as motion warning

From the above, it was found that subjects tend to be anxious about the speed and predictability of robot movements and feel less anxiety and fear by acceleration. We also experimentally confirmed that by presenting a pre-pulse for predicting robot movements using acoustic stimuli, the subject can predict robot movements and work can be performed efficiently.

4. 主な発表論文等（予定を含む）※行が不足する場合は、適宜、行を追加してご記入ください。

<p>【学術論文】《著者名、論文題目、誌名、査読の有無（査読がある場合は必ず査読有りと明記してください）、巻号、頁、発行年月》</p>
<p>【学会発表】（発表者名、発表題目、学会名、開催地、開催年月）</p>
<p>[1] Koji Sakotani, Shinnosuke Kato, Mihoko Niitsuma, Takayuki Tanaka, “Task Activity Recognition and Workspace Extraction for Nursing Care Assistance in Intelligent Space”, IEEE/SICE International Conference on System Integration 2020, pp. 1259-1264, Hawaii, 2020.1.</p>
<p>[2] 加藤晋之介, 新妻実保子, 他, 「空間知能化のコンビニエンスストアへの導入 ～販促・省力化・見守りを行うシステムの提案～」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020, オンライン, 2020.6.（投稿済み）</p>
<p>[3] 沖本純平、新妻実保子, 「快適な人-ロボット協働作業に向けた VR シミュレーションにおける人のストレス評価」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 2P1-Q06, 広島, 2019.6.</p>
<p>[4] Jumpei Okimoto, Mihoko Niitsuma, “Effects of Auditory Cues Human-Robot Collaboration” 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Online, 2020.6. (Submitted)</p>
<p>【図 書】（著者名、出版社名、書名、刊行年）</p>
<p>【その他】（知的財産権、ニュースリリース等）</p>