

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：11601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04305

研究課題名(和文) ヒューマンエラーゼロを実現する協働型工場内物流システムへの挑戦

研究課題名(英文) Challenges in Collaborative In-plant Logistics Systems to Achieve Human Error Free

研究代表者

衣川 潤 (Kinugawa, Jun)

福島大学・共生システム理工学類・准教授

研究者番号：90612523

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、ロボットと人間の協働においてロボットシステムの動作が作業効率や作業員へ与える影響について調査することで、ロボットと人間の適切な協調メカニズムの解明とその結果に基づく作業支援システムの動作計画手法を確立することを目指し、人作業効率の向上および作業ミスの防止を行うシステム構築することを目的としている。

本研究では、実験環境の構築を行い、作業員の動作計測・認識システムの研究開発および情報処理能力推定アルゴリズムの開発に向けた基礎実験を行い、作業支援アルゴリズム構築のための基礎的検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の最終目的は、人間と機械の融和によるヒューマンエラーゼロおよび作業効率化システムの実現にある。これまで、運搬効率向上のためのシステム動作の最適化にのみ焦点が当てられてきたが、本課題では作業員とロボットシステムのシナジー効果を最大化するシステム構築とその方法論を体系化することを目的とし、システムからの積極的な働きかけによってヒューマンエラーゼロを実現する手法を探究した。本研究により、作業員の処理能力の推定手法およびシステムによる能動的な働きかけにより作業効率化を行う手法の検討がなされた意義は大きい。また、本システムは福祉介護分野への応用も可能なため、社会的に大きな意味を持つ。

研究成果の概要(英文)：This research aims to clarify the appropriate cooperation mechanism between robots and humans and to establish a motion planning method for a work support system based on the results of the investigation of the effects of the robot system's actions on work efficiency and workers in the cooperation between robots and humans, and to construct a system that improves human work efficiency and prevents work errors.

In this study, we constructed an experimental environment, conducted basic experiments for research and development of a system for measuring and recognizing human motion, developed an algorithm for estimating information-processing ability, and conducted basic studies for constructing a work support algorithm.

研究分野：ロボット工学

キーワード：ロボティクス 人間機械システム 動作理解 動作予測 作業支援 人間工学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会の到来に伴い、労働人口減少対策が急務である。それに伴い、生産現場においては、さらなる高度な自動化のニーズが急速に拡大している。産業用ロボットメーカー各社がさまざまな協働ロボットの開発を行っているが、作業者との安心安全な共存にのみ焦点を当てており、ロボットと人間の協働におけるロボットの動作が作業効率や作業者へ与える影響については十分に議論が進んでいない。

2. 研究の目的

本研究では、ロボットとの協働時における作業者の情報処理能力の定量化を行い、その結果に基づきロボットが人に適切に働きかけることで、人間の能力を最大限に引き出し作業効率の向上、作業ミスの防止を行うシステムを実現する。その過程において、ロボットと人における適切な協調メカニズムを明らかにし、ヒューマンエラーゼロを実現する作業支援アルゴリズムを検討する。作業支援アルゴリズムに基づきロボットの動作を生成することで、作業効率を向上させ、作業ミスを未然防止する「ヒューマンエラーゼロを実現する協働型工場内物流システム」を開発することが本研究課題の目的である。

3. 研究の方法

(1) 実験環境の構築

実証実験環境を模擬した生産システムを構築する。本プロジェクトでの各々の技術はこの環境で試験された後、実証実験で評価される。

(2) 作業者の動作計測システムの開発

作業者の動作を計測する距離計と測域センサおよびビジョンシステムをベースとしたシステムを構築する。

(3) 作業者の動作予測アルゴリズムの開発

動作認識の結果に基づき作業者の次の動作を予測するアルゴリズムを構築する。

(4) 情報処理能力推定アルゴリズムの検討

システムから作業者へと提示する情報と提示するタイミングおよびシステムの動作を決定するための作業者の情報処理能力モデルを構築する。

(5) 作業支援アルゴリズムの検討

作業中にシステムから作業者へ与える音リズムの作業効率への影響について実験により調査する。

4. 研究成果

(1) 実験環境の構築

東北大学および舞鶴高専にて、自動車の組立工程におけるファイナル順建て工程を模擬した生産システムを構築した。(図1)

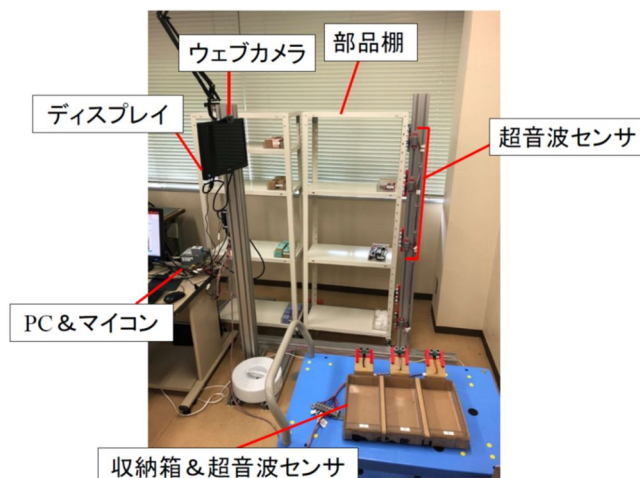


図1 製作したピッキング・キッティング実験環境

(2) 作業者の動作計測システムの開発

作業者の動作を計測する距離計と測域センサおよびビジョンシステムをベースとしたシステムを構築した。(図 2)



図 2 製作した動作計測システム

(3) 作業者の動作認識・予測アルゴリズムの開発

カメラにより計測された作業者の動作を機械学習アルゴリズムにより認識し、認識対象がカメラに写っていない時にも動作予測が行えるアルゴリズムを研究開発した。(図 3)



図 3 動作認識実験の様子

(4) 情報処理能力推定アルゴリズムの検討

ピッキング・キッティングタスク中の作業者に対して、計算課題などの負荷を与え、ヒューマンエラー発生率などの作業への影響を調査した。(図 4)



図 4 製作したピッキング・キッティング実験環境

(5) 作業支援アルゴリズムの検討

作業中にシステムから作業者へ与える音リズム等の作業効率への影響について実験により調査した。作業指示を与えるディスプレイの注視時間に着目し、作業評価を行った。(図5)



図 5 視線計測による注視時間計測実験の様子

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 新江田 航大, 児玉 光, 衣川 潤, 若林 勇太 |
| 2. 発表標題 キッキングにおける情報処理モデルの検討 第2報: メトロノーム音のリズムとトーンがキッキング作業者に与える影響 |
| 3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2022 in Sapporo (Robomech 2022) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 湯原 義輝, 谷貝 まひる, 衣川 潤, 若林 勇太 |
| 2. 発表標題 キッキングにおける情報処理能力モデルの検討 第1報: 顔検出とヒューマンエラーの関係性 |
| 3. 学会等名 第21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 (SI2020) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 川埜 美穂, 吉田 泰洋, 衣川 潤, 若林 勇太, 小菅 一弘 |
| 2. 発表標題 CFPick: Confirmation Free Picking System 第2報: ピッキング動作の認識アルゴリズムの提案 |
| 3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2020(Robomech2020) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 吉田 泰洋, 川埜 美穂, 衣川 潤, 若林 勇太, 小菅 一弘 |
| 2. 発表標題 CFPick: Confirmation Free Picking System 第1報: コンセプトと導入効果の試算- |
| 3. 学会等名 第20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 (SI2019) |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------------------|---|---|----|
| 研究 分 担 者 | 若林 勇太 (Wakabayashi Yuta) (00826935) | 舞鶴工業高等専門学校・その他部局等・講師 (54301) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|