

ソーシャル・インクルメンテーションズ・オブ・ロボット

研究代表者 高西 淳夫
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

1. 研究課題

近年、ロボット技術の研究開発は様々な視点から進められているが、開発された技術が実際に社会で使用されるには大きな隔りがある。技術面では、これまでの実務機能のみを追及したロボットでは社会実装後にメンテナンスが出来ず維持が出来ない、廃棄時の環境負荷が大きい、現場の作業者がロボットを使いこなせないといった問題があるため、機能・メンテナンス性・廃棄性の全てを高水準で実現する設計方法や一般運用に必要な簡便な操作方法の確立が必要である。実装面では、ロボット技術が社会実装された事例が未だ少なく分野が限定的であるため、ニーズや前提知識もそれぞれ異なるさまざまな分野に社会実装するために必要な、現場に即した導入・運用方法といった社会実装方法の体系化が進んでいない。

そこで本プロジェクトでは、複数の形でロボットの製品化および実際の運用による社会実装を行い、社会実装に向けたロボット技術開発・ロボット技術を社会実装するための実装方法論について研究を行う。

2. 主な研究成果

初年度である 2019 年度は、すでに製品化され社会実装されているロボットの運用実態を調査し、これまでに行っていたロボット実用化研究を進めるとともに、各分野の企業などと協力して様々な分野でのロボット社会実装案件を立ち上げた。2 年目である 2020 年度は、実装技術として、ロボットの直感的な操縦方法の開発を行った。2021 年度からは、これまでに立ち上げた社会実装プロジェクトを進めるとともに、さらに社会実装案件を立ち上げプロジェクトを加速させている。

企業との社会実装として、農業支援ロボットの開発を行った。人類の喫緊の課題として、地球温暖化やエネルギー・食料問題が懸念されている。これらを解決するアプローチとして、広大な砂漠環境での太陽光発電に加え、過酷環境でも実施可能な複数の作物を同時に育てる農法をロボットにより大規模に実施するプロジェクトを開始した。近年、農業支援ロボットの開発は広がりを見せているが、まだ単一種を対象とした一般的な農業の支援ロボットしか開発されていない。開発した農業支援ロボットは、広大な畝を走行し、農地での植え、雑草剪定、収穫の基本タスクをすべて実現することが可能である。多様なタスクを行えるよう、各タスクのために必要な切断や植えといった機能は独立したツールとして設計し、ロボットが作業に適したツールを選択し使用する。また、屋外環境での運用のために防塵・防水対策を施している。ロボットは外部の操縦者がロボット内カメラ映像を見ながら操縦できるシステムを持ち、また操縦者の操縦負担を軽減するため、一部自動で動作を行うアシスト機能も持たせている。共同研究先企業の実験農地にて実際に検証を行い、各タスクを高い精度で行えることを確認した。本成果を論文発表するとともに、日本語および英語にてプレスリリースを行った。

さらなる研究として、ロボットが自動で行うため、環境の密生具合や植物種を自動で認識する機能の開発を進めている。



図1 開発した農業支援ロボット

また、ロボットのエネルギー消費低減による実用化の促進を目指し、三井化学株式会社の超高分子量ポリエチレンギヤを搭載することで、ロボット関節の軽量化に加え摩擦抵抗の低減により約3%のエネルギー消費量の削減を達成した。高負荷で駆動するロボット関節でのエネルギー消費量の検証は行われていなかったが、軽量化とともに低摩擦化はロボットのエネルギー消費量削減に有効である。

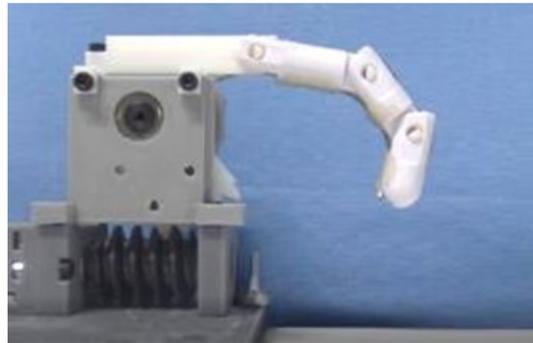


図2 超高分子量ポリエチレンギヤの評価実験に使用したロボット指

3. 共同研究者

- 大谷 拓也 (理工学術院総合研究所・次席研究員)
- 石井 裕之 (創造理工学部・総合機械工学科・教授)
- 山川 宏 (早稲田大学 名誉教授)
- 石田 健蔵 (次世代ロボット研究機構・招聘研究員)
- 黒木 義博 (理工学術院総合研究所・招聘研究員)
- 林 憲玉 (理工学術院総合研究所・招聘研究員)
- 春日 秀之 (理工学術院総合研究所・研究院次席研究員)
- 小椋 優 (理工学術院総合研究所・非常勤講師)
- 菅原 雄介 (理工学術院総合研究所・招聘研究員)

4. 研究業績

4.1 学術論文

- Takuya Otani, Akira Itoh, Hideki Mizukami, Masatsugu Murakami, Shunya Yoshida, Kota Terae, Taiga Tanaka, Koki Masaya, Shuntaro Aotake, Masatoshi Funabashi, and Atsuo Takanishi, "Agricultural Robot under Solar Panels for Sowing, Pruning, and Harvesting in a Synecoculture Environment," *Agriculture* 13, no. 1: 18.
- 田中 大雅, 政谷 巧樹, 寺江 航汰, 水上 英紀, 村上 将嗣, 吉田 駿也, 青竹 峻太郎, 船橋 真俊, 大谷拓也, 高西淳夫, "協生農法環境における農作業支援ロボットの開発-第1報: 圃場移動の開発および剪定・収穫動作の実現-, " *日本ロボット学会誌*, Vol. 40, No. 9, pp. 845-848, 2022年11月.
- Takuya Otani, Hiroki Mineshita, Keigo Miyazawa, Yuri Nakazawa, Hideyuki Kasuga, Ryuki Kawai, Atsuo Takanishi, "Energy Efficiency Improvement of a Robotic Finger With Ultra High Molecular Weight Polyethylene Gear," *IEEE Access*, Vol. 10, pp. 100033-100040, September, 2022.
- Hiroki Mineshita, Takuya Otani, Yuji Kuroiwa, Masanori Sakaguchi, Yasuo Kawakami, Hun ok Lim, Atsuo Takanishi, "Development of Joint Mechanism that can Achieve Both Active Drive and Variable Joint Quasi-stiffness by Utilizing 4-Bar and 5-Bar Composite Linkage," *CISM International Centre for Mechanical Sciences, Courses and Lectures*, 606 pp. 231-237, 2022.

4.2 総説・著書

4.3 招待講演

- 大谷拓也, ロボットのエネルギー効率向上を目指して, システムナノ技術に関する特別研究専門委員会第1回研究会「エネルギーの高効率利用を考える革新的システムナノ技術」, 2023年1月31日.

●

4.4 受賞・表彰

4.5 学会および社会的活動

高西淳夫, 社団法人ワークロイドユーザーズ協会, 会長

高西淳夫, 日本咀嚼学会, 理事

5. 研究活動の課題と展望

農作業支援ロボットの自律動作など機能向上を目指すとともに, 共同研究先企業と共同で事業化に向けた資金獲得, 実用化に向けた長期運用試験を進めていく. また, ロボットのための高機能樹脂材料の活用やロボット操縦システムの開発など, 他にも実用化に向けた共同研究を進めていく.