

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たりがある。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(図 1)。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ている。

今年度は、ロボットの自律的な障害物払いのけ動作を伴う自動収穫などを行った。農地に生育する植物は決まりきった形状ではないため、その植物ごとに周辺の植物が作業の障害になる場合がある。そこ

で、ロボットが自律的に農地の植物の位置を3次元点群データとして認識し、収穫対象に向けて障害物を回避したり障害物を払いのける自動収穫アルゴリズムを開発した(図2)。また、ロボットが農地を自律的に走行するため農地の畝や植物に干渉しないよう植物列を認識する自動走行アルゴリズムを開発した(図3)。

さらなる研究として、ロボットが自動で雑草剪定や収穫を行うため、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

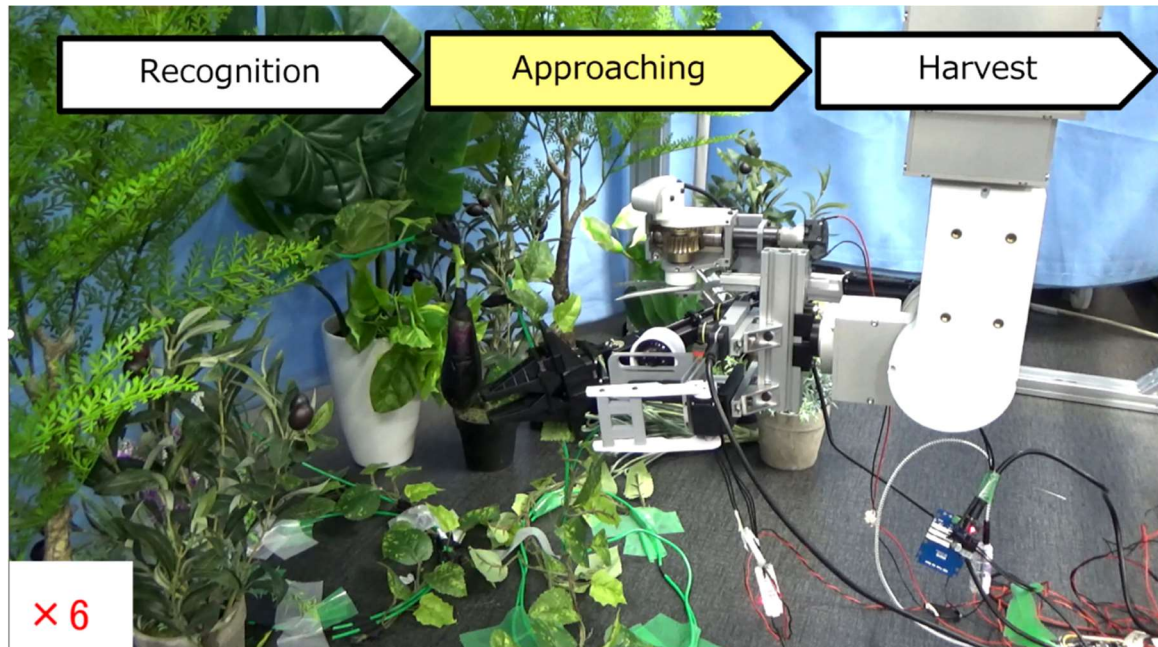


図2 自律的な環境認識による障害物払いのけと収穫動作



図 3 自律的な環境認識による障害物払いのけと収穫動作

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）
- 橋本 健二（大学院情報生産システム研究科・教授）

4. 研究業績

4.1 学術論文

- Haruka Ide, Hiroyuki Ogata, Takuya Otani, Atsuo Takanishi, Jun Ohyai, “Detecting Overgrown Plant Species Occluding Other Species in Complex Vegetation in Agricultural Fields Based on Temporal Changes in RGB Images and Deep Learning,” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods 2024.
- 杉山 壮真, 大澤 来実, 三谷 健人, 伊藤 明, 近藤 貴久, 森田 愛大, 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 4 報：ツールチェンジ可能な複数作物の剪定・収穫用切断ツールの開発-, ” 日本ロボット学会誌, Vol. 41, No. 10, pp. 889-892, 2023 年 12 月.
- 中澤 由理, 渡部 竜也, 宮澤 啓吾, 峯下 弘毅, 大谷 拓也, 川上 泰雄, 林 憲玉, 高西 淳夫, “人間の特徴に着目した投球ヒューマノイドロボットの開発-第 3 報：投球時の脱力動作を模擬する軽量肘部機構およびボールに回転を加える投球が可能な指部機構の開発-, ” 日本ロボッ

ト学会誌, Vol. 41, No. 9, pp. 805-808, 2023 年 11 月.

- T. Otani, M. Nakamura, K. Kimura, A. Takanishi, “Energy Efficient Path and Trajectory Optimization of Manipulators with Task Deadline Constraints,” IEEE Access, Vol. 11, pp. 107441-107450, 2023.
- 三谷 健人, 杉山 壮真, 大澤 来実, 伊藤 明, 近藤 貴久, 森田 愛大, 青竹 峻太郎, 舩橋 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 6 報: コンベックスを用いた高伸縮比を持つ直動機構-,” 日本ロボット学会誌, Vol. 41, No. 6, pp. 565-568, 2023 年 7 月.
- 大谷 拓也, 伊藤 明, 青竹 峻太郎, 舩橋 真俊, 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 3 報: 雑草剪定・種植え・収穫実施における操縦性評価-,” 日本ロボット学会誌, Vol. 41, No. 6, pp. 561-564, 2023 年 7 月.

4.2 総説・著書

4.3 招待講演

- 大谷拓也, 植物密生地での種植え・雑草剪定・収穫が可能な農作業支援ロボットの開発, アグリテック甲子園 2023, 2024 年 1 月 21 日.
- 川上 泰雄, 大塚 俊, 大谷 拓也, 若原 卓, スプリントにおける“バネ”とその制御, 日本スプリント学会第 34 回大会, 2023 年 12 月 9 日.
- Takuya Otani, Humanoid robots mimicking humans' anatomical and functional features, International Symposium on Human Movement Studies: From Perspectives of Sport Science, Engineering, Medicine, 2023 年 7 月 27 日.
- Takuya Otani, Development of new robots working in new fields and operation system to control robots like your own body (招待討議者), 日米先端工学シンポジウム, 2023 年 7 月 19 日.

4.4 受賞・表彰

- Haruka Ide, Hiroyuki Ogata, Takuya Otani, Atsuo Takanishi, Jun Ohya, Best Poster Award Finalist, Detecting Overgrown Plant Species Occluding Other Species in Complex Vegetation in Agricultural Fields Based on Temporal Changes in RGB Images and Deep Learning, International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods
- 大谷 拓也, 近藤 貴久, 青竹 峻太郎, 舩橋 真俊, 三木 浩, 高西 淳夫, 優秀講演賞, 農地植物の 3 次元認識と障害物払いのけ動作生成によるロボット自動収穫, 第 24 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

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ズーズ協会, 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性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．