

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利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。また、昨年度立ち上げた社会実装を進めるとともに、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た。

ロボットの直感的な操縦方法として、後述する農業ロボットの遠隔操縦技術を開発する中で、ロボットの専門知識がなくともロボットを操縦する映像提示方法および操縦アシスト制御を開発した。また、人間型ロボットの社会実装に向けて、足裏感覚提示デバイスなどを用いた、人間型ロボットの操縦手法を開発した(図 2)。その一環として、人間が足裏反力情報から重心投影点を推定していることから、運動時の大きな垂直床反力を再現可能な足裏反力再現装置を用いて人間が運動時に足裏で受ける力を忠実に再現し提示することにより、被験者が足裏力覚情報のみから別の人物の重心投影点を推定できるかを検証した。その結果、足裏 4 点への足裏反力の分散提示により、重心投影点位置を推定可能であることが示唆された。今後、操縦技術と合わせて、企業との実装検証を進める。

また、企業との社会実装として、溶接作業者の指導のための動作計測システムなどの開発を引き続き行うとともに、新たな企業との共同研究として、農業支援ロボットの開発を開始した。試作機を開発し、農地での実験を進めて基礎運用の確認を行った。今後、ロボットの改良や自律化を進めるとともに、実際の農地への実装を進めていく。



図1 ロボット操縦システム



図2 溶接動作計測システム

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・准教授）
- 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（理工学術院総合研究所・研究院客員准教授）

4. 研究業績

4.1 学術論文

- 大谷拓也，高西淳夫，“分散床反力をヒト足底に提示可能な足底力覚提示装置の開発，” 日本ロボット学会誌，Vol. 38，No. 6，pp. 567-573，2020 年.
- 大谷拓也，黒岩祐志，高西淳夫“異なる大きさの足裏反力提示下における重心投影点位置推定能力に関する調査，” 知能と情報，採択済.
- 大谷拓也，孫瀟，小川駿也，鈴木滋英，山田晃久，小西瑤果，清水智壮，正宗賢，村垣善浩，高西淳夫，“任意の対象人物への非装着型音声伝達システムのための基礎検討，” 日本ロボット学会誌，採択済.
- Juri Shimizu, Takuya Otani, Kenji Hashimoto, and Atsuo Takanishi, “Evaluation of Tracking Control for Hydraulic Direct-drive System,” JFPS International Journal of Fluid Power System, Vol. 13, Issue 3, pp. 17-24, 2020.
- Hiroki Mineshita, Takuya Otani, Masanori Sakaguchi, Yasuo Kawakami, Hun-Ok Lim, and Atsuo Takanishi, “Jumping Motion Generation for Humanoid Robot Using Arm Swing Effectively and Changing in Foot Contact Status,” Proc. of the 2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 3823-3828, 2020.
- Hiroki Mineshita, Takuya Otani, Kenji Hashimoto, Masanori Sakaguchi, Yasuo Kawakami, Hun-ok Lim and Atsuo Takanishi, “Development of a trapezoidal leaf spring for a small and

light variable joint stiffness mechanism,” Proc. of the 23rd CISM IFToMM Symposium on Robot Design, Dynamics and Control, pp. 355-363, 2020.

- Hideki Mizukami, Takuya Otani, Juri Shimizu, Kenji Hashimoto, Masanori Sakaguchi, Yasuo Kawakami, Hun-ok Lim and Atsuo Takanishi, “Investigation of Parallel Connection Circuit by Hydraulic Direct-Drive System for Biped Humanoid Robot Focusing on Human Running Motion,” Proc. of the 23rd CISM IFToMM Symposium on Robot Design, Dynamics and Control, pp. 34-42, 2020. (Best Student Paper Award 受賞)

4.2 総説・著書

4.3 招待講演

4.4 受賞・表彰

高西淳夫, IEEE, フェロー

4.5 学会および社会的活動

高西淳夫, 日本 IFToMM 会議, 実行委員長

高西淳夫, 日本咀嚼学会, 常任理事

5. 研究活動の課題と展望

新たに始めた農業ロボットの開発および農業への実装を通して, 非技術者でも直感的に操作可能とするための簡便な操作方法の開発を引き続き進める. 特に, 操縦者へのフィードバック情報の種類・程度によって操作性が大きく変わるため, 様々な手法を検討するとともに実証実験を進める. さらに, ロボットの設計論に繋がる, 新素材を活用したロボット設計も進めていく.