

補助事業番号 27-175
補助事業名 平成27年度 有限時間整定制御を使った箸による食品把持補助事業
補助事業者名 立命館大学 和田・福井研究室

1 研究の概要

本研究では食品加工工場や介護現場での利用を想定し、食品をつかむための箸ロボットならびにその制御則の開発を行っています。手先のわずかな感覚を数理で扱うため、プロジェクトは理論研究を中心として行われています。

2 研究の目的と背景

経済産業省が2015年に出したロボット新戦略が指摘するように、製造工場だけでなく、部品組立て・食品加工等の労働集約的製造業を中心にロボット導入をすることが求められています。また、社会の高齢化により介護者ならびに被介護者の高齢化が指摘されています。

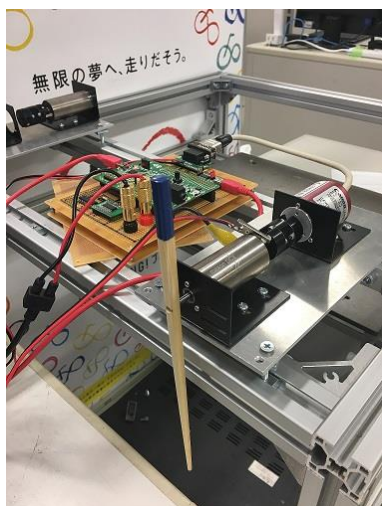
このような背景に対し、高齢化が進む介護者の負担軽減のためにロボットは有用であり、食事をはじめとする家事を助けるロボットの実用化が求められています。箸はアジア圏における食事に使われる道具であり、たった2本の棒で構成されています。ある程度訓練をつんだ人間は箸を使って器用に食事をしますが、その一方で、既存の箸による食事介護ロボットはほとんど開発されていません。

本研究の最終目標は、2本の箸による食品把持ロボットを作成し、食品加工工場などの労働集約的製造業や、介護現場におけるロボットの活躍の幅を広げることです。

3 研究内容

(1) 箸ロボットの開発 (<http://www.eonet.ne.jp/~fukui-yoshiro/robots.html>)

モータの先の箸を固定した箸ロボットを製作しました。人間がお箸を使う際には、固定して動かさない箸と動かす箸を使ってものをつかむため、ロボットは動かす箸と固定する箸で構成されています。



箸ロボット（試作）

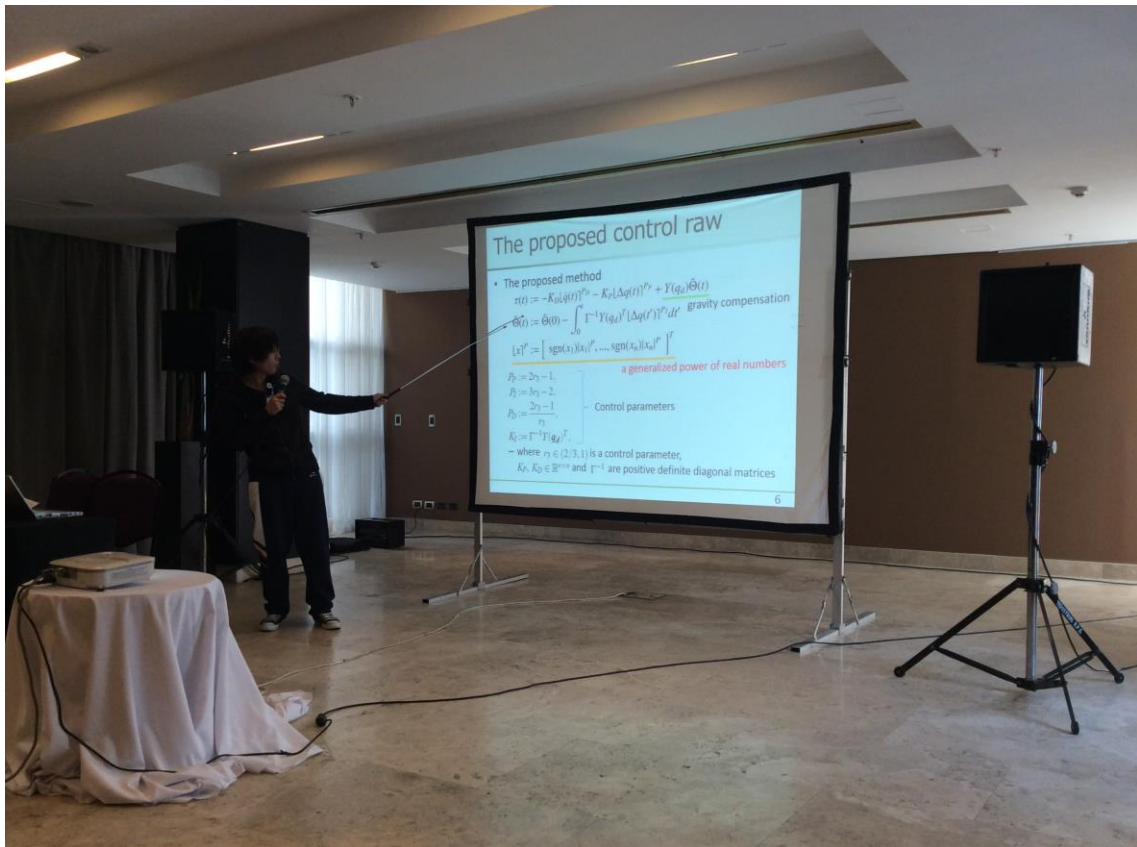
箸ロボット（完成品）

手先のわずかな感覚を再現するため、箸には超高精度なエンコーダ（回転量を計測するセンサー）がついており、わずかな箸のソリも検知できるようになっています。

有限時間整定制御という非線形制御理論分野で使われている制御則を応用し、人間の目でわからないような精度で位置決めができるような箸の制御を開発しました。

（２）学会発表

開発した制御則について、国際会議で発表を行いました。国際会議で発表を行うには査読という専門家によるチェックを通過する必要があります。我々が制御則に対する一定の有用性が世界から認められたことを意味しています。



IEEE Multi-Conference on Systems and Control 2016という国際会議での発表の様子

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

有限時間整定制御により位置決めされたロボットアームを人の手でつついてみると、やわらかくロボットアームがもとの場所に戻ろうとする性質があります。学術的にはかなり乱暴に、また、誤解をおそれずに言えば、有限時間整定制御は普通のPID制御とくらべて「や

わらかく外乱を除去する性質」があります。そのため、本研究を押し進めることで、安全な産業ロボットの実現、また、それを押し進めて、人と一緒に働いても安全なロボットの実現に貢献するのではないかと考えています。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究は研究代表者が助教として初めて独立して研究立ち上げ、独立予算をもって行った研究のうちの一つです。

一般に、競争的資金はあまりにも保守的な研究計画を立てると評価をいただけない。さりとて、あまりにも挑戦的すぎると取り扱いきれなくなる問題点があります。本研究を一通り経験することで、(定量的に述べることは極めて困難ですが) 研究の実現可能性と挑戦性のバランスのとり方を感じ取ることができたのではないかと思います。

もちろん、開発や研究作業についても相応の成果を出すことができたのではないかと思います。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

以下に発表した国内/国際会議論文、ポスター発表を挙げます。

- 1) Yoshiro Fukui, Takahiro Wada: Velocity field control with energy compensation toward therapeutic exercise, CDC2016, 55th IEEE Conference on Decision and Control, Aria Resort & Casino, Las Vegas, USA, 835/842, 2016/12/12-14. (発表日 12/12, Mechanical Systems (Regular Session), Paper MoA23.3)
- 2) Tomohiro Kunimune, Yoshiro Fukui, Takahiro Wada: Passive Velocity Field Control with discontinuous desired velocity fields, ROBI02016, IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, Shangri-La Hotel, Qingdao, China, 1165/1172, 2016/12/03-07 (発表日12/5, Rehabilitation and Assistive Robotics II, Paper Mod02-2).
- 3) Juro Fujishiro, Yoshiro Fukui and Takahiro Wada: Finite-time PD Control of Robot Manipulators with Adaptive Gravity Compensation, MSC2016, IEEE Multi-Conference on Systems and Control 2016, the NH City & Tower Hotel, Buenos Aires, Argentina, 898/904, 2016/09/19-22. (発表日09/21, Adaptive Control, Paper WeB03.4)
- 4) Juro Fujishiro, Yoshiro Fukui and Takahiro Wada: Adaptive trajectory tracking control with finite-time stability for robot manipulators, 2015 International Automatic Control Conference (CACS 2015), Yilan, Taiwan, 369/375, 2015/11/18-20. (発表日11/20)
- 5) 藤城 十郎, 福井 善朗, 和田 隆広: 有限時間整定性を有するロボットアームに対する軌道追従型適応制御, 第58回自動制御連合講演会, Vol. CD-ROM, 2015/11/14-15 (神戸大学 六甲台第2キャンパス(工学部)), 発表日11/15.

- 6) 藤城 十郎, 福井 善朗, 和田 隆広: 有限時間整定性を持つ1リンクロボットアームに対する軌道追従型適応制御, 第33回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2015), Vol. CD-ROM, RSJ2015AC1B1-04, 2015/09/03-05 (東京電機大学 東京千住キャンパス), 発表日09/03.
- 7) 角木 信仁, 福井 善朗, 和田 隆広: 可操作度を考慮した人間装着型ロボットにおけるエネルギー補償付き 速度場追従制御, 第2回計測自動制御部門マルチシンポジウム (MSCS2016), ポスターID PS-32, 2016/03/07-10 (南山大学 名古屋キャンパス), 発表日03/08
- 8) 南部 克也, 福井 善朗, 和田 隆広: 2次遅れ系の同次有限時間整定制御に対するサンプリング時間と次数 の設計手法, 第2回計測自動制御部門マルチシンポジウム (MSCS2016), ポスターID PS-36, 2016/03/07-10 (南山大学 名古屋キャンパス), 発表日03/08

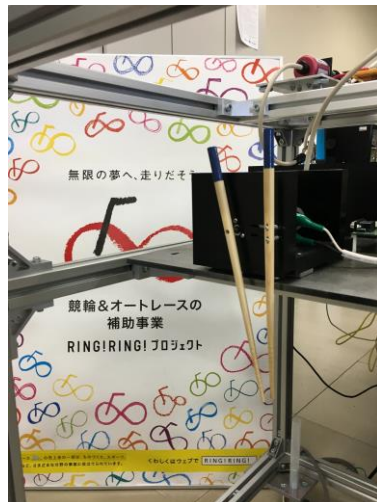
7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

箸ロボット:

英語: http://www.eonet.ne.jp/~fukui-yoshiro/robots_en.html

日本語: <http://www.eonet.ne.jp/~fukui-yoshiro/robots.html>



製作物: 箸ロボット

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 立命館大学情報理工学部ヒューマンロボティクス研究室 (リツメイカンダイガクジョウホウリコウガクブヒューマンロボティクスケンキュウシツ)

住 所 : 〒525-8577 (半角)

滋賀県草津市野路東1-1-1立命館大学情報理工学部ヒューマンロボティ
クス研究室

申 請 者 : 助教 福井善朗 (フクイヨシロウ)

担 当 部 署 : 知能情報学科 (チノウジョウホウガッカ)

E-mail : fukui@em.ci.ritsumeai.ac.jp

URL : <http://hr.ci.ritsumeai.ac.jp/>