

## 研究テーマ 自立高齢者生活支援のためのインテリジェント・ロボットの開発

研究代表者 王 碩玉 高知工科大学 教授

共同研究者 井上 喜雄 高知工科大学 教授



石田 健司 高知大学医学部附属病院 准教授、 片岡 万里 高知大学医学部看護学科 教授

### 1. 研究の背景と達成目標

本研究は、廃用症候群予防の観点から、下肢障害者や立位バランス能力不足な弱体高齢者のために、上半身の運動器機能を最大限に生かす、自立生活支援ロボットを開発する。現在、様々な生活支援ロボットが開発されている。しかし、これらのほとんどは、単一機能しか持っていない機器であるため、自立生活に必要な基本的動作群（Activities of Daily Living, ADL）には対応できていない。また、狭い自宅に多数の単一機能型機器を備えることが困難であるとともに、使い方が統一されず煩雑である。

そこで今回の研究は、単体多機能型生活支援ロボットを提案し、具体的に①安全性保証技術、②作業意図推定法、③トータルシステムの構成法を開発することにより、下肢障害者や弱体高齢者の自立生活支援を目的とする、単体多機能型生活支援ロボットを完成させ、実環境での支援実験を行い、有用性を示す。

### 2. 主な研究成果と社会、学術へのインパクト

単体多機能型生活支援ロボットを構成する三つの核技術として、安全性制御技術の開発、作業意図の推定法の開発、トータルシステム構成法の開発は予定のとおり完成した。これらによって開発した単体多機能型生活支援ロボット（写真1）を用いて、実際の支援作業を行い、有用性を示した。これらの成果は、IEEE ROBIO2015と、第28回バイオ・メディカルファジィシステム学会2015年次大会にて受賞し、国内特許と国際特許をそれぞれ一件取得した。

単体多機能型生活支援ロボットが社会に広く普及すると、下肢障害者や立位バランス能力不足な弱体高齢者の介護者の労働量が減り、被護者の社会性も拡大する。生活の質向上と寝たきり人口の減少によって、活気のある社会づくりに貢献できる。

### 3. 研究成果

①図1に示すように、安全性を保証するために、安全性制御技術の開発に成功した。実験により、安全性を確保できることを確認した。更に、一般論として安全性制御の定式化を考案し、具体的な安全性制御の一般解を与えた。この二つの結果は、世界で始めて得られている成果である。



写真1 生活支援ロボット

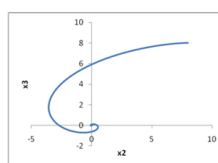


図1 安全性制御

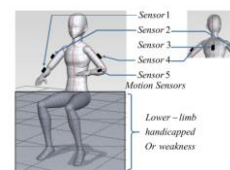


図2 作業意図同定法

②図2に示すように上半身の動きを利用し、距離型ファジィ推論法に基づいて、作業意図の同定法を開発した。実際の生活環境において、移動、移乗(写真3)、掃除(写真4)、テーブルを拭く(写真5)、双腕による運搬(写真6)、立ち上がり支援、高所にある物を取る、流し台作業、食事づくりなど自立生活に必要な動作を支援することにより、有用性を示した。

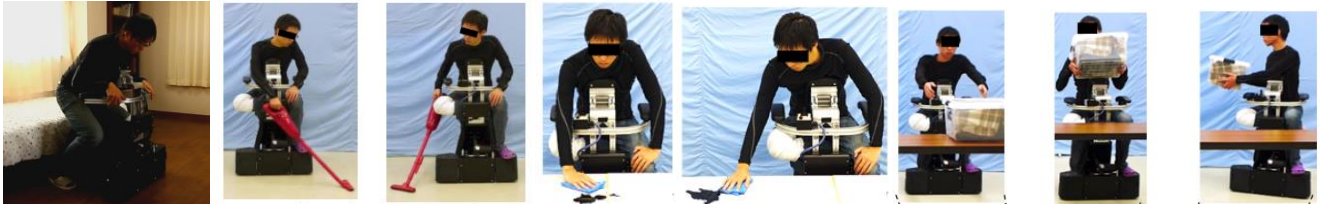


写真3 移乗

写真4 掃除

写真5 テーブルを拭く

写真5 双腕による物の運搬

③障がい者の乗り心地と重心ずれを考慮した、トータルシステム構成法を開発した。老人ホームや高齢者自宅にて軌道計画要パラメータを調査した。擬似的下肢障がい者や弱体高齢者を対象とした実験により、有効性を示した。当日、動画で実験の様子を示す。

## 今後の展開

今回の研究は、福祉介護ロボットとしての単体多機能型自立生活支援ロボットの概念と、福祉介護ロボットの必要な機能とそれらの相互関係を制御工学の立場から示すことで、福祉機器に対して新たなパラダイムを拓く可能性がある。また安全性制御の考え方は、独創的且つ単純明快であり、福祉ロボット普及の壁である安全性問題解決の突破口となる。今後、多様な情報を利用して、より汎用性を持たせることにより、高齢者人口は全国では2番目で且つ山間地域で独居老人の多い高知県に貢献することを元として、全国さらに世界への発信を目指す。

## 4. 発表実績

- (1) Bo Shen, Shuoyu Wang, Real Time Identification of User's Activity of Daily Life by Distance Type Fuzzy Reasoning Method, ICIC express letters, Vol. 10, No. 2, pp. 524-527, 2016.
- (2) Ping Sun, Shuoyu Wang, Redundant Input Guaranteed Cost Non-fragile Tracking Control for Omnidirectional Rehabilitative Training Walker, International Journal of Control, Automation, and System(IJCAS), Vol. 13, No. 2, pp.454-462, 2015, DOI 10.1007/s12555-013-0445-6.
- (3) Bo Shen, Shuoyu Wang, An Independent Life Support Robot for the Lower-Limb Handicapped and Elderly, Task-Intention-Identification and Assistive-Motion-Planning Algorithm. 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomechanics (ROBIO 2015), pp. 1169-1176, 2015. Finalist of Best Student Paper Award
- (4) 狩野雄史, 王碩玉, 王義娜, 腕の動作と姿勢による移動支援タスクの認識, 第28回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会 講演論文集 (BMFSA2015) 研究奨励賞
- (5) 瀋博, 王碩玉, 上半身動作による日常作業の意図認識法, 第33回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2015AC2A1-08, 2015.
- (6) Yina Wang, and shuoyu Wang, Development of an Excretion Care Support Robot with Human Cooperative Characteristics, 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp.6868-6871, 2015, DOI: 10.1109/EMBC.2015.7319971