

1-3 先端ロボット工学研究センター活動報告

先端ロボット工学研究センター長 黄 健
所員 小谷内 範穂, 樹野 淳也, 柴田 瑞穂, 田上 将治

1. 平成 28 年度活動報告

本年度は、安心・安全で快適な社会を構築するためのロボット技術の研究と開発の推進という目標を実現するため、以下の研究活動が行われた。

① 介護リフト型歩行アシストの歩行評価 (黄・小谷内)

高齢者の立ち上がりと歩行を支援するため、現在さまざまな免荷式リフトが開発され、商品化されている。これまでの研究では、モーションキャプチャーを用いて歩行中の腰部や下肢部の運動を測定し、腰部のスイングと膝伸展角の関連が確認された。しかしながら、歩行車は市販モデルのため、センサが一切付けられていない。胸部支持パッドの回転角度と傾斜角度の情報および胸部支持パッドに掛かっている圧力の情報を直接計測することができず、歩行促進の評価と影響要因の解明には至っていない。本年度では、歩行促進効果の評価およびその影響要因を明らかにするため、角度センサと圧力センサを取り付けることを前提とした胸部支持パッドを含んだ新しい歩行車の設計と試作を行った。

② フィールドロボットの開発 (小谷内)

フィールドロボティクスの研究開発のひとつとして 4 輪 4 脚形パーソナル・ロボットの研究を行っている。生活支援分野での歩行者追従型ロボットプラットフォームの構築を目指している。パーソナル・ロボットが階段・段差を含む 3 次元環境を移動する制御プログラムの開発にはさまざまな環境との細かい干渉や転倒防止を取り込む必要があり、実機実験だけでなく計算機シミュレーションが非常に重要になる。ODA を用いた動力学シミュレーションで、実機の形状に近づける研究を行った。転倒時の機器破壊を最小にとどめるため、1/3 モデルの設計を行った。

また、フィールドロボティクスの別の場面として、災害時の探索ロボットとして補助クローラ形ロボットの設計を試みた。

農業分野でのフィールドロボティクス例として、従来ミツバチで行われた受粉作業を安価な小型マルチコプタードローンで行うためのシステム設計と振動棒をつけたドローンの飛行実験を行った。

③ 車両の自動化に関する研究 (樹野)

農業機械と自動車を対象に、自動作業・自動走行に関して研究を行っている。農業機械については、脚型移動機構を持つ農作業ロボットの開発を進めており、今年度は低コストでバックラッシュの少ないサーボシステムの開発や、省自由度型のサーボ機構の開発を検討した。一方、自動走行車は、オートレーンチェンジのような知的機能を利用すると、乗車中の全身振動暴露が減少できると考えられ、ドライビングシミュレータを用いて、その

効果を実証する実験を行った。

④ 柔軟ロボットに関する研究（柴田）

現在、外殻を柔軟な樹脂フィルムで構成する水中ロボットを試作している。平成 28 年度は、狭隘部での運動を目的に薄型形状の試作機を製作した。この水中ロボットの製作には真空包装の技術を利用している。真空包装機に関しては、企業からの支援（機器貸与）を受けている。また、本体を柔軟素材（樹脂材）で構成する外骨格型二足歩行ロボットを試作している。平成 28 年度は、衝突現象を、非線形ばねを含むシステムとしてモデル化し、試作したロボットの有効性を議論した。その結果、軽量かつ柔軟な外殻が衝突時の接触力を低減する可能性を見出した。

⑤ 膝関節リハビリ機器の多機能化に関する研究（田上）

歩行をはじめ日常生活を送る上で重要な役割を担う膝は、加齢や怪我などによる疾患も少なくなく、様々な治療が行われる。治療過程のリハビリテーションでは、特に関節の固着や可動域回復のために患部の膝をモータによりゆっくりと曲げ伸ばしする他動訓練器と呼ばれる機器が多用されている。その有効性は広く知られている一方で、患者にとっては機械任せとなるため筋力の回復が遅れる。そこでコンプライアンス制御を応用してトレーニング負荷を発生させる仕組みを提案、他動訓練器に付加した。平成 28 年度は試作器の制御ソフトウェアの実装と筋電位計測による効果確認を行い、その有用性を確認した。

2. 共同研究

- (1) 小谷内 範穂：「フィールドロボティクスの研究」，(国研)産業技術総合研究所との共同研究
- (2) 柴田 瑞穂：研究支援「ロボットパッキング技術の開発」(株)古川製作所
- (3) 田上 将治：「運動機能の回復・改善を目指した神経筋トレーニング機器の開発」，ちゅうごく産業創造センターからの受託研究
- (4) 田上 将治：「リハビリ・トレーニング機器のための制御技術開発」，(株)御幸鉄工所からの受託研究

3. 主要な研究業績

- (1) 著書 (1 件)
 - 1) M. Shibata, “Fish-Like Robot Encapsulated by a Plastic Film (Chapter 11)”, Recent Advances in Robotic Systems, InTech, pp. 235-251, 2016
- (2) 論文 (2 件)
 - 1) Junya TATSUNO, Kiyoshi TAJIMA and Katsuhiko INAGAKI, “Two-dimensional Localization System of a Legged Robot for Shaft Tillage Cultivation”, Mechanical Engineering Journal, 4(2), Paper 16-00472, 2017
 - 2) 田上 将治, 五百井 清, “撃心原理を応用した衝撃低減方法の基礎検討”, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告 Vol.7, pp. 77-80, 2016

(3) 学会発表 (12 件)

- 1) Jian Huang, Noriho, Koyachi, “Evaluating the Assistance Effectiveness of a Newly Developed Rollator Mounted with a Freely Rotating Chest Support Pad”, Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO2016), pp.1185-1190, (2016.12)
- 2) 黄 健, 小谷内 範穂, “1軸フリー回転可能な胸部支持パッドを有するリフト型歩行車の設計と試作”, 第34回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2016)講演論文DVD, 1E1-02, (2016.9)
- 3) 黄 健, 小谷内 範穂, “回転機構付き胸部支持パッドを有する歩行車の歩行促進効果の評価”, ロボティクス・メカトロニクス講演会'16講演論文DVD, 2A2-02A3, (2016.6)
- 4) Nobutake Hiraoka, Junya Tatsuno and Katsuhiko Inagaki, “Omnidirectional Motion Planning for a Leg-wheeled Robot with Reduced DOF and Using Passive Wheels”, Proceedings of 14th International Conference on Control, Automation, Robotics & Vision, (ICARCV 2016), Phuket, Thailand, paper number MO31.2, (2016)
- 5) Nobutake Hiraoka, Junya Tatsuno and Katsuhiko Inagaki, “Study of an Omnidirectional Robotic Cart Using Passive Wheels”, Proceedings of 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2016), pp.5850-5855, (2016)
- 6) Junya Tatsuno and Setsuo Maeda, “Driving Simulator Experiment on Ride Comfort Improvement and Low Back Pain Prevention of Autonomous Car Occupants”, Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Human Factors in Transportation, Florida, USA, pp.511-523, (2016)
- 7) Mizuho Shibata, Nariaki Yokota, “Experimental evaluations of impact resistance of a biped robot composed of flexible struts”, Advanced in Cooperative Robotics (CLAWAR2016), pp.312-319, (2016)
- 8) 柴田 瑞穂, 坂上 憲光, “柔軟外殻水中ロボットにおける封入液量とひれ運動の関係”, SICE SI 2016, (2016)
- 9) 柴田 瑞穂, “近畿大学工学部ロボティクス学科の成り立ちとカリキュラム”, 第34回日本ロボット学会講演集, (2016)
- 10) 坂上 憲光, 柴田 瑞穂, 川村 貞夫, “浮心移動機構を持つ水中ロボットシミュレータの開発と解析”, 第34回日本ロボット学会講演集, (2016)
- 11) Masaharu Tagami, Shinzo Sato, Masaki Hasegawa and Yasutaka Tagawa, “A Proposal of the Load Control Technique for Rehabilitation Devices”, IEEE-CACS2016, pp. 43, (2016.11)
- 12) 田上 将治, 佐藤 普三, 長谷川 正哉, 田川 泰敬, “関節リハビリ機器のための負荷制御手法の基礎検討”, 計測自動制御学会SI部門講演会(SI2016), 2853-2857, (2016.12)

(4) 講演 (9 件)

- 1) 小谷内 範穂, “フィールドロボティクス研究室”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2016, パネル展示, 2015.10.26

- 2) 黄 健, “介護リフト型歩行アシストによる歩行効果の評価”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2016, パネル展示, 2016.10.31
- 3) 柴田 瑞穂, “真空包装技術のロボットへの適用”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2016, 口頭発表, 2016.10.31
- 4) 柴田 瑞穂, 横田 成彬, “柔軟外殻型二足歩行ロボットの実現”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2016, パネル展示, 2016.10.31
- 5) 柴田 瑞穂, “真空包装技術を利用した魚型水中ロボットの開発”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2016, パネル展示, 2016.10.31
- 6) 田上 将治, “撃心原理を応用した衝撃低減手法”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2016, パネル展示, 2016.10.31
- 7) 小谷内 範穂, “ニーズ/シーズのマッチングフォーラム～ロボットがどこでも使われる未来を目指して～”, ひろしま産業振興機構マッチングフォーラム, 講演および研究室見学, 2016.11.9
- 8) 黄 健, “歩行促進効果を有する歩行車の開発”, 東広島市産学金官マッチングイベント 2016, パネル展示, 2016.11.15
- 9) 田上 将治, “仕組みの簡単な衝撃低減機構と手押し台車への応用”, 広域技術マッチングフェア, 2017.3.22

(5) 特許出願 (3 件)

- 1) 黄 健, 今本 治彦, 大江 泰法, 特願 2016-207038, 「切替式腹腔鏡手術用鉗子」, 2016.10.21 出願
- 2) 黄 健, 小谷内 範穂, 宮野 直樹, 特願 2017- 3085, 「歩行車」, 2017.2.22 出願
- 3) 田上 将治, (企業との共同出願), 2016.11

4. 外部資金獲得 (3 件)

- (1) 黄 健 (代表), JST研究成果展開事業マッチングプランナー プログラム, 「歩行促進機能を有するリフト型歩行アシストの開発支援」, MP27115658707 (2015.10.1～2016.9.30)
- (2) 柴田 瑞穂: 科学研究費助成事業 (学術研究助成金基金) 若手研究(B), 「高圧環境下での駆動を可能とする柔軟外殻水中ロボットの力学」, 15K18011, 2015～2016 年度 (代表者)
- (3) 田上 将治: ちゅうごく産業創造センター, H28年度新産業創出研究会, 「運動機能の回復・改善を目指した神経筋トレーニング機器の開発」 (研究代表), 2016.4～2017.3

5. 学外兼務業務

- (1) 黄 健
 - ・ The IEEE 2016 International Conference of Robotics and Biomimetics (ROBIO2016) PC 委員
- (2) 小谷内 範穂
 - ・ つくばチャレンジ 2016 実行委員会委員

- ・広島県産業用ロボット活用高度化研究会会長
 - ・NEDO ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト「低コストなバラ積み自動車部品組付けシステムの開発」アドバイザー
 - ・NEDO 分野横断的公募事業に係る事前書面審査員（ピアレビュー）
- (3) 柴田 瑞穂
- ・ロボット学会 2017 年度代議員 (2017.3～2021.2)
- (4) 樹野 淳也
- ・2016 年度計測自動制御学会中国支部運営委員
 - ・2016 年度日本人間工学会中国・四国支部理事

6. その他

- (1) 柴田 瑞穂, 優秀講演賞 (「柴田 瑞穂, 坂上 憲光, “柔軟外殻水中ロボットにおける封入液量とひれ運動の関係”, SICE SI 2016, 2016」の講演に対して)
- (2) 柴田 瑞穂, 水中ロボットの紹介, 広島エフエム放送 大窪シゲキの9 ジラジ, 2016.8.11