

## 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 岡 正人, 矢野 智昭, 小谷内 範穂, 樹野 淳也, 友國 伸保, 柴田 瑞穂

### 1. 平成 27 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)

室内での利用を目的とする低価格の介護リフト型歩行車 (アルファローラ, (株)ミハマ) の胸パッドに 1 軸回転機構を加えることで歩行促進効果の向上を図る。本研究では、胸部支持パッドの 1 軸フリー回転機構に回転角度センサを新たに取り付け、歩行中における回転機構の回転角の測定とモーションキャプチャー画像計測を同時に行う。本手法を用いて被験者 5 人を対象として歩行計測を行い、胸部支持パッドの回転による歩行促進の効果について定量的に評価する。

#### ② 球面モータの開発 (矢野)

1 台で球面多自由度の動きを実現する球面モータ本体および球面駆動に必要な球面センサ、球面支持機構、球面減速機ならびに制御方法の研究を行っている。ホール素子アレイを使用した球体姿勢センサを試作し、ホール素子の情報から球体の姿勢を決定する理論を確立した。球面モータの制御電流を最適化する手法を確立した。球面モータ、姿勢センサ、球面減速機および制御装置を組み合わせて球面駆動システムを構築し、駆動実験を行った。

#### ③ フィールドロボットの開発 (小谷内)

実社会に役立つロボットを目指した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。超少子高齢化社会の到来に備えて生活支援分野でのロボットの活用が強く望まれており、そのため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。そこで、3 次元 CAD ツールである SolidWorks を用いてパーソナル・ロボットの詳細な幾何モデルの構築を図った。さらに、ODA を用いた動力学シミュレーションの可能性を探った。

また、フィールドロボティクスの別の場面として、建設機械の情報化施工の研究を開始した。通常のジャイロではドリフト現象などで適用が困難なバックホーの胴体の旋回軸の回転角度の計測に対して、2 次元レーザースキャンを使った計測方法の検討を行った。さらに、フリーゲームエンジンの UNITY を使ったシミュレータの構築を行った。

#### ④ 低慣性なロボットアームの開発（岡）

ロボットアームは必要なトルクを得るために減速ギアを用いている。この減速ギアを用いることにより、アーム全体の重量が重たくなる欠点がある。本研究ではネジ式のアームを用いてアームを駆動する。これにより減速ギアを必要としないシンプルで軽量の構造でアームを構成できた。また、静止時においては電力を消費しない（電磁ブレーキを必要としない）特徴がある。

#### ⑤ 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。

#### ⑥ 人間搭乗可能な階段昇降ロボットの研究（友國）

2 輪倒立移動機構を応用した人間搭乗可能な階段昇降ロボットの研究において、3 次元物理モデルの設計と制御則の検討をおこない、アクティブキャスタにおいて、5mm の段差乗り越え可能なハードウェアを実現するための減速機についての研究を行った。

#### ⑦ 柔軟外殻水中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 27 年度は、使用機器の耐圧力性評価法の確立および浮力材を利用した姿勢変更に関する力学モデルの構築を実施した。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 27 年度は、ZMP(Zero-Moment-Point)を実測することにより、試作したロボットの歩行特性を評価し、従来の剛体を利用した歩行ロボットと異なる結果が得られる可能性を見出した。

## 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」、国立研究開発法人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. 主要な研究業績

### (1) 論文（4 件）

- 1) 矢野 智昭, 大岡 昌博, インフォモーション工学の提案（ビッグデータとアクチュエータの融合）, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告, Vol.6, pp.97-100, 2015
- 2) Tomoya Kudo, Tomoaki Yano, Soichi Ibaraki, Toshiyuki Takatsuji, Sonko Osawa, “Estimation of three-dimensional volumetric errors of machining centers by a

- tracking interferometer”, Precision Engineering, No.39, pp.179-186,2015
- 3) Mizuho Shibata, Shinichi Hirai, “A Pinching Strategy for Fabrics Using Wiping Deformation”, Robotics, 5(2), 10; doi:10.3390/robotics5020010, 2016
  - 4) 柴田 瑞穂, “円筒状物体把持のための柔軟爪を有するロボットハンドの開発”, 近畿大学次世代基盤技術研究所研究所報告Vol.6, pp. 67-71, 2015
- (2) 学会発表 (23 件)
- 1) Jian Huang, Noriho Koyachi, and Naoki Miyano, Evaluating the Assistant Effectiveness of a Walking Rollator Equipped with a Free Rotating Chest Support Mechanism, u-Healthcare 2015, S3-2-4, 2015.12.2
  - 2) 黄 健, 宮野 直樹, 小谷内 範穂, “胸部回転機構付き介護リフト型歩行アシストによる歩行効果の評価”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2015 in Kyoto,(2015-5),2P1-J05.
  - 3) 田上 将治, 小谷内 範穂, 田口 暁穂, “電動シリンダ負荷の均等化を目指したパラレルリンクの機構設計法”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2015 in Kyoto,(2015-5),2A2-B05.
  - 4) 田上 将治, 小谷内 範穂, 田口 暁穂, “短軸動作に重点を置いたパラレルリンクの機構設計法の提案”, 日本機械学会Dynamics and Design Conference 2015,(2015-8),427.
  - 5) Mizuho Shibata, Norimitsu Sakagami, “A Robot Fish Encapsulated by An Electromagnetic Wave-Transmitting Plastic Film”, Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, pp.2729-2734, 2015.
  - 6) Mizuho Shibata, Norimitsu Sakagami, “Attitude Control Mechanism for Underwater Robot with Flexible Plastic Film Body”, Proceedings of the Twenty-fifth (2015) International Ocean and Polar Engineering Conference, Kona, Big Island, Hawaii, USA, June 21-26, Vol.2, pp. 558-563, 2015.
  - 7) 横田 成彬, 柴田 瑞穂, “柔軟外骨格型ロボットにおける耐衝撃性評価”, ロボティクス・メカトロニクス講演会2015, 2015.
  - 8) T. Yano, M. Ohka, “Proposal of a ubiquitous patient watching system -an application of the bio-informotion technology-”, Letter of the 12th International Conference on Ubiquitous Healthcare,S3-2-5,2015.12.2
  - 9) A. Gofuku, K. Adachi, T. Yano, “A simulation study of Driving Technique of Electro-Magnets to Increase Rotation Torque of 14-12 Spherical Motor”, Proceedings of the 10th International Symposium on Linear Drives for Industrial Applications (LDIA2015) ,No.ELM3, pp.9-12, 2015.7.28
  - 10) 矢野 智昭, “インフォメーション工学の提案 アクチュエータをクラウドにつなぐ話”, 日本機械学会講習会No.15-121,2015.12.4
  - 11) 矢野 智昭, “球面駆動システム 球面モータおよびその周辺機器”, 日本機械学会講習会No.15-121,2015.12.4
  - 12) 矢野 智昭, “技術ロードマップから見る2030年の社会—アクチュエータロードマップ—”, 日本機械学会年次大会特別企画, 2015.9.13 (招待講演)

- 13) 矢野 智昭, 五福 明夫, 柴田 光宣, “高速全方向電磁波計測システムの提案—球面駆動システムの開発—”, 電子情報通信学会アンテナ・伝播研究会, 2015.9.4
- 14) 山本 悠, 五福 明夫, 笠島 永吉, 矢野 智昭, “電磁駆動式球面モータの回転制御のためのトルクマップ作成”, 第27回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム, 2015.5.14
- 15) 安達 和輝, 廣瀬 友貴, 五福 明夫, 矢野 智昭, “14-12球面モータのシミュレーションによる回転性能評価”, 第27回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム, 2015.5.14
- 16) 岡 正人, 田中 幹也 “動画・音声通信ソフトを用いた遠隔操作に関する研究”, 日本産業技術教育学会, pp.6, (2015.8.22-23)
- 17) 岡 正人, 田中 幹也 “ハイブリッド型競技用ロボットの試作と検討”, 日本産業技術教育学会第58回全国大会, pp.151, (2015.8.22-23)
- 18) Junya Tatsuno and Setsuo Maeda, “Reducing Whole-body Vibration Exposure of Occupants in Autonomous Car by Intelligent Behavior”, Proc. of the 10th Asian Control Conference (ASCC 2015), Kota Kinabaru, (2015-6)
- 19) Junya Tatsuno and Setsuo Maeda, “Possibility of ride comfort improvement and low back pain prevention for autonomous car occupants”, Proceedings of the 12th International Conference on Ubiquitous Healthcare (u-Healthcare2015),pp.152, (2015-11)
- 20) 田島 淳, 砂川 光, 江上 親宏, 樹野 淳也, “中山間地域営農支援運搬システムの開発”, 農作業研究, Vol.51,Ex.1,春季大会講演要旨集, pp.1-2,(2016-3)
- 21) 樹野 淳也, 広野 和也, 西村 公伸, “受動歩行機の作製を通じたデザイン能力の涵養”, 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会講演論文集CD-ROM, 1P2-Q02, (2015-05)
- 22) 花村 健, 花村 幸次朗, 樹野 淳也, “高効率での接ぎ木が可能な接ぎ木ロボットの開発”, 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会講演論文集CD-ROM, 2P1-C07, (2015-05)
- 23) 友國 伸保, 小竹 元基, “スライダ・脚車輪付き倒立2輪移動ロボットにおける外乱を考慮した倒立開始シーケンス”, 計測自動制御学会SI部門講演会(SI2015), 1G1-4, (2015-12)

(3) 講演 (11 件)

- 1) 黄 健, “先端ロボット工学研究センター研究紹介 (その 1)”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 産学連携企画, 2015.5.17
- 2) 黄 健, “先端ロボット工学研究センター研究紹介 (その 2)”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 産学連携企画, 2015.5.17
- 3) 柴田 瑞穂, “先端ロボット工学研究センター研究紹介 (その 3)”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 産学連携企画, 2015.5.17
- 4) 小谷内 範穂, “ロボットの教育・研究開発の新たな拠点を目指して”, 広島県産業用ロボット活用高度化研究会第 5 回研究会講演, 2015.7.9
- 5) 友國 伸保, “階段昇降可能な車いす型移動体の開発”, 産総研中国センター×近畿大学工学部 技術交流サロン in 東広島, 2015.09.16

- 6) 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 2015, パネル展示, 2015.10.26
- 7) 小谷内 範穂, “フレキシブル・パーソナル・ロボットの研究”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2015, パネル展示, 2015.10.26
- 8) 矢野 智昭, 五福 明夫, “球面駆動システム”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2015, パネル展示, 2015.10.26
- 9) 柴田 瑞穂, 横田 成彬, “耐衝撃性を有する柔軟外骨格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 2015, パネル展示, 2015.10.26
- 10) 柴田 瑞穂, “柔軟素材を利用した軽量ロボットの実現”, 東広島市産学官マッチングイベント 2015, パネル展示, 2015.11.17
- 11) 矢野 智昭, “パワー密度が世界最高の小型アクチュエータ”, 第 2 回宇宙探査オープンイノベーションフォーラム, 2016.3.29

#### 4. 外部資金獲得 (8 件)

- (1) 黄 健, 小谷内 範穂, JST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」 (代表) (2015.10~2016.9)
- (2) 柴田 瑞穂, 科学研究費, 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 (代表) (2015~2016年度)
- (3) 柴田 瑞穂, 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)平成26年度第2回 【FS】 探索タイプ, 「ロボットパッキング法による自律水中ロボットの開発」 (代表) (2015.1~2015.12)
- (4) 矢野 智昭, 科学研究費, 基盤研究(A), 「多面体幾何学にもとづく球面駆動システムの研究」, 2424603 (代表) (2012~2015 年度)
- (5) 矢野 智昭, 「パワー密度が世界最高の小型アクチュエータの開発」, 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構宇宙探査イノベーションハブ採択提案<課題解決型>, 2016年1月14日採択
- (6) 矢野 智昭, 宇宙科学研究所戦略的開発研究費(平成27年度), 「着陸ダイナミクスの研究」 (分担)
- (7) 樹野 淳也: 科学研究費, 基盤研究(C), 「脚式ロボットによる環境保全型農業の実践」, 25420231 (代表) (2013~2015年度)
- (8) 樹野 淳也: (公財) サタケ技術振興財団, ロボット技術による傾斜地カンキツ園の生長モニタリング (代表者) (2015.4~2016.3)

#### 5. 学外兼務業務

- (1) 黄 健
  - ・ u-Healthcare 2015, 実行委員会委員
  - ・ The IEEE 2015 International Conference of Robotics and Biomimetics (ROBIO2014) プログラム委員
- (2) 小谷内 範穂
  - ・ つくばチャレンジ 2015 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
- ・ ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 プログラム委員(2014.12～2015.5)
- (4) 矢野 智昭
- ・ 国立研究開発法人産業技術総合研究所 製造技術研究部門 客員研究員(2013.4～)
  - ・ 日本機械学会 英文ジャーナル編修委員会委員(2011.4.1～)
  - ・ 日本機械学会 機素潤滑設計部門アクチュエータシステム技術企画委員会委員(1990.4.1～)
  - ・ 日本機械学会 イノベーションセンター技術ロードマップ委員会委員(2013.4.1～)
  - ・ 日本 AEM 学会 理事(2014.4.1～)
  - ・ 電気学会 産業応用部門リニアドライブ技術委員会委員(2002.4.1～)
  - ・ 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ピアレビュー(2004.4.1～)
  - ・ 文部科学省 科学技術政策研究所技術動向研究センター 専門調査員(2008.4.1～)
  - ・ 精密工学会 次世代センサ・アクチュエータ委員会 委員(2015.2.1～)
  - ・ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 宇宙工学委員会研究班員(2011.4.1～)
  - ・ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 着陸ダイナミクス研究会委員(2013.4.1～)
  - ・ 東広島商工会議所 モータ・ジェネレータ研究会会員(2014.4～2016.3)
  - ・ (独)日本学術振興会 審査委員候補(2010.4～)
- (5) 樹野 淳也
- ・ 第 48 回日本人間工学会中国四国支部大会実行委員長(2015.12.10 開催)
  - ・ 第 23 回日本人体振動学会実行委員長(2015.8.24 開催)
  - ・ 平成 28 年度計測自動制御学会中国支部運営委員

## 6. その他

- (1) 柴田 瑞穂, “樹脂フィルムのロボット分野での活用—魚型ロボットの開発を例に—”, MATERIAL STAGE, Vol. 15, No. 3, pp. 60-62, 2015.
- (2) T. Yano, U.S.A. patent 13/813280, “Multi-pole Spherical Stepping Motor and Multi-pole Spherical AC Servo Motor”, 2015.7.11
- (3) 矢野 智昭, Techno-Frontier2015 モーションエンジニアリング展示会, 幕張メッセ (2015.5.20-2015.5.22) 球面ステッピングモータ, 球面減速機構の展示・実演
- (4) 矢野 智昭(調査協力者), 第 10 回分野別科学技術予測調査, 文部科学省科学技術・学術政策研究所動向研究センター, 全 813 ページ, 2015.10.3
- (5) 矢野 智昭, 1 台で手首のような動きをする球面モータ, 近畿大学工学部公開講座, 2015.6.27
- (6) 矢野 智昭, 五福 明夫, 柴田 光宣, 球面駆動システムの実演, 近畿大学工学部研究公開フォーラム, 2015.10.26
- (7) 樹野 淳也, 農作業機械と事故防止—安全で快適な農作業のために—, 近畿大学公開講座, 2015.5.16