

重点研究分野の概要

(進捗・成果等の報告)

重点研究分野とは

「福島での課題解決」に結びつく研究を重点研究分野「foR プロジェクト」に指定しました。震災や原発事故による深刻な地域課題の解決に向け、研究が加速することが期待されます。

(1) foR-F プロジェクト※

福島県の地域課題の解決に必要な研究であるとともに、国策としても重要な研究など、特に地域・社会ニーズが高いと認知されている、将来的に大学の価値を高める（大学の特色となる）ことが見込まれると学長が判断した研究を行うプロジェクト

(2) foR-A プロジェクト※

福島県の地域課題の解決に必要な研究を行うプロジェクト

※RはResearch、FはFuture、AはAreaの頭文字。

共存型人支援ロボットの開発に関する研究

(実施期間：平成28年4月1日～平成29年3月31日)

代表者 共生システム理工学類 教授 高橋 隆行

○成果の概要

研究代表者は福島大学に着任以来、倒立振り子型人支援ロボット *i-Pentar* の開発を継続的に実施し、これまで関連技術を含め多くの実績を挙げてきた。本研究は、*i-Pentar* の実現を目指した研究を推進し、併せて関連する要素技術の研究開発およびその応用研究を行うことが目的である。

本年度は、まず第一に、*i-Pentar* の可操作性を向上させるため、研究代表者らが提案したブレーキ付全方向車輪を活用した新たな移動プラットフォームを試作してその可能性を評価すること、第二に、研究代表者らが提案している、さまざまな移動床面の幾何学的な形状を統一的に記述できる数学モデルを *i-Pentar* の制御に適用し、スロープ、段差、湾曲した床面などでの移動制御法の開発を行うこと、第三に、コーティング式接触センサの曲面への適用手法を開発し、*i-Pentar* の全身を被覆可能な接触センサとしての応用の可能性を評価することを研究目標とした。また、第四として、昨年の課題となっていた、*i-Pentar* と人との間でのモノの受け渡し動作を実現するために、人の手の認識システムの改良を研究課題として追加した。さらに、一連の *i-Pentar* の研究開発のひとつの成果である、クラウン減速機構の性能を向上させるための検討も並行して行った。これらの結果は、関連する研究業績に示したように、担当学生の受賞1件、発表済みもしくは発表予定の国内会議論文11編、投稿中の国際会議論文1編の成果につながった。以下、具体的な内容について、箇条書きでまとめる。

(1) *i-Pentar* の車輪に横方向移動能力を付加して可操作性を向上させるために、研究代表者らが提案しているブレーキ付全方向車輪を製作するとともに、それを利用した移動ロボットを試作して評価を行った。その結果、ブレーキを使用することでロボットの可操作性を大幅に向上させることが可能となることが明らかとなった(論文[1]、投稿中1件(国際会議))。ただし、現在のブレーキは on/off 機能のみであり、今後、中間的なブレーキ力を発生できるよ

うに改良し、さらなる可操作性の向上を目指す必要がある。

(2) 移動床面の幾何学形状を統一的に記述できる数学モデルの応用に関しては、昨年度の結果をさらに洗練させて学会にて発表した(論文[7])。しかしながら、共同で研究を行う予定であった学生が健康上の理由から大学を休むこととなり、さらなる研究の進捗は図れなかった。

(3) コーティング式接触センサについては、円筒面(センサがループ状となる)への適用を検討した。その結果、そのような曲面であっても接触を検出できることが明らかとなった。これは、ロボットハンドの指や胴体全体を覆うセンサが実現できることを意味する。また、センサモデルの精密化を進め、実際のセンサの挙動の記述性を高めることに成功した(論文[2][3])。

(4) 昨年度の課題であった、受け渡し動作の実現に必要な手の姿勢検出システムに関して、受け渡し動作時の人の手の形状が5種類に分類できることを示すとともに、その形状を記述するモデルを改良することで、ほぼ満足できる性能を持つ検出システムを構築できた(受賞[1]、論文[4][6])。今後は、受け渡し動作に必要なハンド・マニピュレータシステムの構築を進める。

(5) これまでクラウン減速機は、ボールエンドミルを利用して加工していた。この方法では、表面粗さを小さくすることと加工時間を短縮することは相反するものとなっていた。そこで、スクエアエンドミルを利用した創成型加工法について検討を行い、加工試験を行った結果、加工精度の向上ならびに加工時間の大幅短縮(1/10以下)が図れる見通しを得た(論文[5])。

○foR プロジェクトの指定及び財政的支援を受けての効果

foR プロジェクトの財政的支援を受けたことによる最も大きな効果は、研究員(プロジェクト)を雇用できた点である。本研究テーマは、*i-Pentar* 本体のシステム開発に加え、さまざまな要素技術開発が複雑に絡む大きなテーマであり、関わる学生も多い。雇用した研究員は、高度な専門的知識を活用して *i-Pentar* の具体

的な研究開発を担うとともに、研究代表者との緊密かつ多面的な協力体制を構築することで、研究の推進ならびに学生教育の両面で大きな効果を挙げている。

また、foRプロジェクトの指定を受けることにより、本研究の重要性に関する対外的な説得力が向上した。本プロジェクトに関連しては、これまで文科省大学発新産業創出拠点プロジェクト（プロジェクト支援型）等、いくつかの大型資金を得ているが、今後さらに努力したい。

○関連する研究実績

【外部資金研究】

日本学術振興会・科研費 B	1件	12,800千円
共同研究費	2件	5,358千円
設備整備費補助金	1件	49,000千円

【受賞】

[1]優秀発表奨励賞（共同で研究を実施した学類生（佐藤弘基），論文[6]），公益社団法人 計測自動制御学会東北支部

【論文等】

[1]Luis Canete, Takayuki Takahashi: Development of cooperative wheeled inverted pendulum assistant robots for object manipulation -Modeling, analysis and verification of cooperative object lifting -, JSME The Robotics and Mechatronics Conference 2017, 2017.5 (to appear) .

[2]北島諒一，カニエテルイス，高橋隆行：コーディング式触覚センサの開発～円筒曲面塗布型センサ実現可能性の検討～，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017，2017.5 (to appear) .

[3]北島諒一，カニエテルイス，高橋隆行：コーディング式触覚センサの開発～センサモデルの改良～，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017，2017.5 (to appear) .

[4]佐藤弘基，カニエテルイス，高橋隆行：ロボットに対する人の手渡し動作における提示行動調査と手形状判別，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017，2017.5 (to appear) .

[5]佐々木裕之，伏見雅英，成田良一，関実，高橋隆行：クラウン減速機の加工精度向上のための加工方法～5軸マシニングセンタとスクエアエンドミルによる創成加工～，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017，2017.5 (to appear) .

[6]佐藤 弘基，カニエテ ルイス，高橋 隆行：人支援ロボットの受け渡し動作のための手認識システムの開発 ～ロボットへの提示行動の調査と手形状の分離方法の基礎的検討～，計測自動制御学会 東北支部 第 305 回研究集会，no.305-9, 2016.11, (会津大学) .

[7]Luis Canete Takayuki Takahashi, Disturbance Modeling and Compensation of Generalized Ground Profile for Wheeled Inverted Pendulum Robots, The 34th Annual Conference of the robotics society of Japan, 2A2-01, 2016.9 (山形大学工学部) .

他 発表済み 4 件，投稿中（国際会議）1 件