

様式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成28年度）

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 挑戦的萌芽研究 4. 補助事業期間 平成28年度～平成29年度

5. 課題番号

1	6	K	1	2	5	0	2
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 物押しとドア開けに隠れたスキルのモデル化への挑戦

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
9 0 5 1 0 8 8 4	タカマツ ジュン 高松 淳	情報科学研究科	准教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

研究代表者側では、重い物体を操作する際のヒューマノイドの動作生成に取り組んだ。物体操作のための手先力および手先の軌道を入力として与えることで、全身動作をリアルタイムに生成する方法を提案した[業績1-3]。具体的には、1. 入力された手先力・手先軌道の情報から予見制御を用いて、重心の軌道を生成する方法、および2. 解析的逆運動学を部分的に取り入れた分解角運動量制御の高速解法を、組み合わせて用いることを提案した。これらの成果を国際会議で2件、国際ワークショップで1件発表した。これらは平成29年度の目標であるより高度な力制御を実現するための基礎技術となる。

研究者協力者側では、不確かさを含めたダイナミクスのモデル化手法の開発を行った[業績4]。これはニューラルネットワークを拡張したものであり、ノイズなどによって生じる誤差分布のモデル化、および入力に不確かさがある場合の出力確率分布の計算手法を確立した。さらに[業績4]では、開発したニューラルネットをダイナミクスモデルの学習に用い、方策を微分動的計画法によって求める、モデルベースの強化学習手法を開発した。[業績5]では、シンボルレベルでのスキル表現を可能とするため、グラフ構造で表現されるダイナミカルシステムに対して微分動的計画法によって方策を求める手法を開発した。[業績4]と組み合わせて用いることが可能であり、不確かさの伝搬を考慮した上で、最適なスキルの選択とスキルのパラメータの最適化が可能となった。簡略化された物押しタスク、注ぐタスクなどで手法の有効性を検証した。これらの成果を国際会議で2件発表した。

10. キーワード

- | | | | |
|-----------------|-----------|----------|--------|
| (1) ヒューマノイドロボット | (2) 動作スキル | (3) 不確かさ | (4) 学習 |
| (5) | (6) | (7) | (8) |

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

研究代表者側では、重い物体を操作する際のヒューマノイドロボット特有のダイナミクスモデルを構築することに成功した。本提案では、新たな機械学習手法の確立も主眼の一つであるが、それを実際のヒューマノイドロボットを用いて実現することも重要である。本年度は、全体目標を達成するため、物体側の不確かさを極力減らしたうえで、ヒューマノイドロボット側に存在する不確かさを排除することに注力した。結果、39kgと軽量のヒューマノイドロボットHRP-4を用いて10kgの箱を押すことに成功した。このことから、ヒューマノイドロボット特有のダイナミクスモデルを構築することには成功したといえる。

研究者協力者側では、不確かさを含めたダイナミクスのモデル化手法、不確かさを制御する手法、およびスキルが複数存在し、スキルの選択も含めた動作計画を行う方法を開発した。シミュレーションレベルではあるが実証実験にも成功している。

両者の成果と組み合わせることで、ヒューマノイドロボットによる押し動作などのタスクで、不確かさの制御が達成できると考えており、研究はおおむね順調に進展しているといえる。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

研究代表者側では、平成28年度に構築したヒューマノイドロボット特有のダイナミクスモデルを用い、押し動作の際に物体の不確かさを増やしていくことで、不確かさに対する頑健性を実現することから始める。次に、不確かさの少ないドア開けタスクの中で、直線以外の手先軌道、時々刻々に変化する手先力方向を入力とした際のモデルの検証を行う。最後にドア開けタスクの中に潜む不確かさを研究協力者の協力を得て解決していく。

研究者協力者側では、ドア開けのダイナミクスモデルが与えられたという想定で、不確実なモデルパラメータ(ドアの軸など)の同定を行う手法を開発する。扱う対象のドアが1種類だけなら既存の状態推定手法で解決できるが、我々は複数種類のドアおよびスキルを想定しているため、グラフ構造によって記述されるダイナミカルシステムにおける状態推定手法を開発する必要がある。今年度は、短期合同研究を実施し、両者の成果を統合する。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

研究室で所有しているものを最大限再利用することで物品費を抑えられたことが大きい。次年度使用額は少額であり、無理に使う必要はないと判断した。

(使用計画)

次年度使用額も少額であるため、次年度の使用計画は大きくは変わらないが、短期合同研究を推進するため、旅費、人件費にあてる予定である。

(課題番号： 16K12502)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計(0)件/うち査読付論文 計(0)件/うち国際共著 計(0)件/うちオープンアクセス 計(0)件

著者名		論文標題				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
オープンアクセス						

〔学会発表〕 計(5)件/うち招待講演 計(0)件/うち国際学会 計(5)件

発表者名		発表標題	
Satoki Tsuichihara, Yuya Hakamata, Gustavo Alfonso Garcia Ricardez, Jun Takamatsu, and Tsukasa Ogasawara		Accelerating Whole-body Motion Generation Using Regression of Humanoid's Torso Posture	
学会等名	発表年月日	発表場所	
Proceedings of the 16th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2016) (国際学会)	2016年11月15日 ~ 2016年11月17日	Cancun, Mexico	

発表者名		発表標題	
Yuya Hakamata, Satoki Tsuichihara, Jun Takamatsu, and Tsukasa Ogasawara		Whole Body Motion Generation of Humanoid Robot using a Predicted Reaction Force	
学会等名	発表年月日	発表場所	
Proceedings of the 16th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2016) (国際学会)	2016年11月15日 ~ 2016年11月17日	Cancun, Mexico	

発表者名	発表標題	
Jun Takamatsu, Satoki Tsuichihara, Yuya Hakamata, and Tsukasa Ogasawara	Achieving Real-Time Humanoid Motion Generation and Natural Speed Pushing/Pulling Motion using Experiences	
学会等名	発表年月日	発表場所
Korea-Japan Workshop on Robotics and Information Technology for Better Quality of Life, 2016 (国際学会)	2016年09月10日 ~ 2016年09月11日	Seoul, Korea

発表者名	発表標題	
Akihiko Yamaguchi and Christopher G. Atkeson	Neural Networks and Differential Dynamic Programming for Reinforcement Learning Problems	
学会等名	発表年月日	発表場所
Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2016) (国際学会)	2016年05月16日 ~ 2016年05月21日	Stockholm, Sweden

発表者名	発表標題	
Akihiko Yamaguchi and Christopher G. Atkeson	Differential Dynamic Programming for Graph-Structured Dynamical Systems: Generalization of Pouring Behavior with Different Skills	
学会等名	発表年月日	発表場所
Proceedings of the 16th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids2016) (国際学会)	2016年11月15日 ~ 2016年11月17日	Cancun, Mexico

〔図書〕 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

(課題番号: 16K12502)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(4/5)

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究：-

17. 備考

--