

AI 活用で挑む学問の革新と創成
2020 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

河原塚健人

東京大学 大学院情報理工学系研究科
大学院生(博士後期課程)

情報化身体の学習理論に基づく成長ロボットの革新と創成

§ 1. 研究成果の概要

本年度は、(1)情報化身体モデルのネットワーク構成検討、(2)AutoEncoder 型情報化身体に関する応用理論の構築、(3)筋骨格構造・軸駆動型構造への上記理論の適用を行った。

(1)ネットワーク構成については、データマスクを利用した特殊な AutoEncoder 型の情報化身体、ガウス過程回帰、相互情報量を活用したグラフ構造等を検討したが、現在は AutoEncoder 型を最有力候補として実装を進めている。与えられた冗長センサのデータストリームからネットワークの入出力を自動で決定すべく、構造の記述方法を検討している。現在までに、静的動作と動的動作についてネットワークを分けて記述し、決定的だけでなく確率的なセンサ値挙動も考慮可能とした。また、Parametric Bias を使い直接的にセンサには現れないような暗黙的挙動を考慮することに成功した。

(2)(1)で開発した AutoEncoder 型の情報化身体について、制御・状態推定・異常検知・シミュレーションを行う応用理論を開発した。順伝播と逆伝播を繰り返し、現在の身体状態に関する潜在変数を常に更新することでこれを行う。また、筋破断、つまり身体変化を考慮可能な手法も提案した。筋破断を異常検知し、その情報に応じて制御・状態推定・ネットワークのオンライン学習則を変化させることで、身体変化に対応する。

(3)(2)で開発した手法をいくつかのロボットに実装し、その有効性を確認した。筋骨格ヒューマノイド Musashi の静的/動的な身体姿勢制御、台車ロボット Fetch の床材質に適応した分散最小化制御、Musashi と双腕ロボット PR2 における箱の開け閉めを行う動的な模倣学習、Musashi と PR2 における清掃道具であるはたきの先端位置制御・身体-道具間位置関係適応が可能となった。

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Kawaharazuka, M. Nishiura, Y. Koga, Y. Omura, Y. Toshimitsu, Y. Asano, K. Okada, K. Kawasaki, M. Inaba, “Automatic Grouping of Redundant Sensors and Actuators Using Functional and Spatial Connections: Application to Muscle Grouping for Musculoskeletal Humanoids”, IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 6, no. 2, pp. 1981–1988, 2021
- 2) K. Kawaharazuka, M. Nishiura, S. Nakashima, Y. Toshimitsu, Y. Omura, Y. Koga, Y. Asano, K. Okada, K. Kawasaki, M. Inaba, “Stability Recognition with Active Vibration for Bracing Behaviors and Motion Extensions Using Environment in Musculoskeletal Humanoids”, in Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Soft Robotics, pp. 126–133, 2021