

未来社会創造事業 探索加速型
「超スマート社会の実現」領域
終了報告書(探索研究)

令和2年度 終了報告書

平成30年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：大西 公平]

[慶應義塾大学 新川崎先端研究教育連携スクエア 特任教授]

[研究開発課題名：人のスキルを習得して進化するスマートロボット]

実施期間：平成30年11月15日～令和3年4月30日
(令和2年度より研究開発課題名「自己研鑽型物理エージェントの実現」を再編し継続)

§ 1. 研究実施体制

(1)「モデリング・編集技術」グループ(慶應義塾大学)

① 研究開発代表者:大西 公平 (慶應義塾大学新川崎先端研究教育連携スクエア、特任教授)

② 研究項目

- ・編集技術課題解決の事前検証
- ・モデリング技術課題解決の事前検証

(2)「編集」グループ(国際電気通信基礎技術研究所)

① 主たる共同研究者:森本 淳 (国際電気通信基礎技術研究所脳情報通信総合研究所、室長)

② 研究項目

- ・スキル伝達技術の探索
- ・スキル伝達技術に関わる POC の探索

(3)「モデリング技術」グループ(産業技術総合研究所)

① 主たる共同研究者:山崎 啓介 (産業技術総合研究所人工知能研究センター、主任研究員)

② 研究項目

- ・基礎アルゴリズム・シナリオの開発
- ・計算性能評価・プラットフォーム開発

(4)「編集技術」グループ(奈良先端科学技術大学院大学)

① 主たる共同研究者:松原 崇充 (奈良先端科学技術大学院大学研究推進機構、特任准教授)

② 研究項目

- ・シミュレーション環境と実環境をつなぐ AI 技術の探索

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、人が生み出し人に付随する暗黙的知識や技能等を動作データとして定量化し、それら知的資本を初期値として更に自己研鑽することで、人のスキルを習得して進化する人工機械(スマートロボット)を実現し、強力な Society5.0 の実現を目指す。本研究期間では、本格研究に向けたグループ間連携を目的とし、モデリング技術と動作編集技術の昇華に取り組み、以下の結果を得た。

- リアルハプティクス技術により得られる人の動作データを用いたロボットによる再現実行の際、操作者が状況に応じて動作を補正することが可能な手法を考案した。本手法により、元々の動作におけるスキルが抽出可能であると共に、補正動作を解析することで、環境の状態が変わった際に、作業者が何を重視しているかという暗黙知に関しても明示化可能となる。
- 動作の成否のみならず、より細かく評価が可能な機械学習アルゴリズムを考案し、実際の動作データについて解析を行うことで、動作結果を 100%の精度で 3 段階に分類可能な学習モデルを構築した。本手法を展開することで、同じ作業であっても初心者から熟練者まで細かく採点をし、熟練過程を定量的に示すことが可能となる。
- フィジカル空間の情報をサイバー空間でのセンサ表現として頑健に表すための Real-to-sim を実現する機械学習手法を目指した研究を進めた。具体的には、オートエンコーダを援用し、フィジカル空間での画像をサイバー空間内での正準画像に変換する方法を構築した。
- 人間とロボットなど、座標系が異なるシステムの間で経験を共有するための枠組みの開発に向け、そのための学習アルゴリズムの実装に向けた損失関数の設計を行った。
- シミュレーションとの連携について汎用的に使用可能となる方法の検討を行った。市販シミュレータにおけるデータ形式などを確認するため、WITNESS、FlexSIM、AnyLogic などの生産工程シミュレータ、OpenFORM などの物理現象シミュレータを動作させ、保存可能な情報やそのファイル形式について比較を行った。
- シミュレータ最適化パラメータ採集のため、WITNESS を用いた実際の物流倉庫のシミュレーションモデル作成および実データを使用したパラメータ最適化を行った。これによりモデルブリッジが可能となるパラメータ保存フォーマットについて指針を得た。

X. Sun, T. Nozaki, K. Ohnishi, and, T. Murakami, “Online Motion Modification by Operator in Motion Reproduction System”, 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, (IECON2020, Singapore), Oct. 18th-21st, pp. 668-673, (2020).

潜在動的モデルを持つ real-to-sim 画像変換の学習, 山之口智也, 鶴峯義久, 佐々木光, 内部英治, 森本淳, 松原崇充, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH) 2020 年

K. Kisamori, K. Yamazaki, Y. Komori, and, H. Tokieda, “Model Bridging: Connection Between Simulation Model and Neural Network,” Proceedings of ECML/PKDD, Sep. pp. 389-405, (2020).