

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)

令和元年度 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・グローバルリサーチインスティテュート・特任教授]

[研究開発課題名：自己研鑽型物理エージェントの実現]

実施期間：平成 30 年 11 月 15 日～令和 2 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

(1)「フィジカル化」グループ(慶應義塾大学)

① 研究開発代表者:大西 公平 (慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート、特任教授)

② 研究項目

- ・行為評価結果を用いた動作編集アルゴリズムの構築
- ・深層学習による時系列動作データのクラスタリングおよび評価手法の確立
- ・フィジカル空間の物体のサイバー空間への転写システムの開発

(2)「サイバー化」グループ(慶應義塾大学)

① 主たる共同研究者:村上 俊之 (慶應義塾大学理工学部、教授)

② 研究項目

- ・サイバー空間でのシミュレーションによる対象物理特性、制御パラメーター変化の影響評価
- ・動作データを用いた作業対象の物理特性のリアルタイム同定およびサイバー空間での再実行による補正検討。

(3)「物理エージェント」グループ(慶應義塾大学)

③ 主たる共同研究者:野崎 貴裕 (慶應義塾大学理工学部、専任講師)

④ 研究項目

- ・6 軸 SCARA の軌道情報取得ソフトウェア開発
- ・協調型マニピュレータの開発
- ・行為の記録再生フレームワークの開発

§2. 研究開発実施の概要

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、人間以上の熟練作業が可能となる人工機械(自己研鑽型物理エージェント)を実現し、強力な Society5.0 の実現を目指す。2019 年度は、人の暗黙知の特徴量を時系列に沿って明示化および作業対象モデリングの精度向上、自己研鑽アルゴリズムの構築に取り組み、以下の結果を得た。

1. 動作の特徴量の抽出と評価

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にAIによる解析手法を適用することで、時系列での動作特徴量抽出を行い、動作の認識および成功失敗が時系列で明確にクラスタリングできることを確認した。また、理想的な動作との差異を定量化し、熟練過程の評価手法を確立した。

2. 環境の物理モデル化

フィジカル空間においてリアルタイムで推定した対象の物理特性に対し、サイバー空間での再シミュレーションにより妥当性を検証し、更に内部で補正処理を行うことで推定精度の向上を実現した。

3. 動作・作業対象シミュレーション

フィジカル空間の物理特性をモデリングし、サイバー空間へ取り込むことで、高精度なシミュレーションを実現した。その結果、様々な物理特性を持つ対象に対する高精度な応答予測を可能とした。また、動作パラメーターの変更を行った際の挙動を高速にシミュレーションする環境を整えた。

4. リアルハプティクス技術と画像処理を組み合わせた動作設計

動作データを機能座標に変換し、機能毎の速度と力からタスク発現イベントを検出することで動作タイムチャートを生成し、そのフローの中で個別に幾何学的な座標変換を適用することで学習時と実行時の非整合性を解消する仕組みを確立した。

5. 自己研鑽アルゴリズムの策定

上記評価アルゴリズムを用いた実作業の評価結果に基づき、制御指令や制御パラメーターを調整することで、学習時と大きく条件が異なる対象についても適応的に行為が実行できる基本的なアルゴリズムを考案し、その実証実験を行うことで高度な自己研鑽に向けた指針を示した。

T. Okano, R. Oboe, K. Ohnishi, T. Murakami, “Selection of Required Controller for Position- and Force-Based Task in Motion Copying System”, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 32, No. 1, pp. 113-127, Feb. 2020.