

人の両手動作教示を用いた 片腕ロボットアームの動作計画手法

人がロボットに対して理想的な動作を提示し、ロボットがそれを基に動作を学習する、教示学習 (LfD: learning from human demonstration) は、ロボット動作計画の分野において、幅広く活用されてきた[1]。産業場面で広く活用される片腕のロボットアームに対しては、通常、人が両手を使って行う作業であったとしても、片腕を用いて動作教示を行う[2]。しかしながら、本来人が両手を用いて行っている作業を片手で行うことは、不自然な動作を生じさせ、動作教示の有効性を減少させている恐れがあった。

そこで本研究では、人が両手でを行った動作を教示を用いて、片腕のロボットの動作を生成する、新たな教示ベースの動作計画手法を考案した。具体的には、図 1 に示すような両手を用いたピックアンドプレース課題において、まず、両手の距離が最も近づいた最近接点を求める。その後、その時点で物体に対して影響を与える効果器 (エフェクタ) が切り替わると仮定して、その前後の両手の動きを結合させて、教示軌道を得る。接続点を境に動作が離散的に変化するため、ローパスフィルタを用いて、二つの動作を滑らかに繋ぐ。最後に、得られた 3 次元空間上の軌道情報の逆キネマティクスを解き、ロボットの動作 (6 次元の姿勢空間上の時系列データ) を得る。このような処理を行うことによって、人が両手を用いて行った動作から、滑らかな片腕ロボットの動作を生成することができる。

提案手法の有効性を検証するために、実験を行った。実験では、図 1 のような課題におけるロボットの動作を提案手法と従来手法を用いて計画した際の、成功率や姿勢空間上でのパス長 (計画された動作の質の高さを表す) 等を比較した。結果として、図 2 に示すように、提案手法は従来手法と比較して、より高品質な動作を高い確率で生成可能なことが明らかにされた。今後は本研究の結果を基に、提案手法のさらなる改善を行っていくと同時に、より実践的な場面を想定した評価・検証を行うことを予定している。

Keywords: Motion planning, Learning from human demonstration, Bi-manual motion

References

- [1] Ravichandar et al., (2020). Recent advances in robot learning from demonstration. *Annual review of control, robotics, and autonomous systems*, 3(1), 297-330.
- [2] Takamido, R., & Ota, J. (2023). Learning robot motion in a cluttered environment using unreliable human skeleton data collected by a single RGB camera. *IEEE Robotics and Automation Letters*.
- [3] Chen et al., (2024). Dual-arm demonstration based single-arm robot motion planning for pick and place task. *In proceedings of the 42nd Annual Conference of the Robotics Society of Japan*, AC1G3-02, 1-4.



図 1. 両手を用いたピックアンドプレース課題。

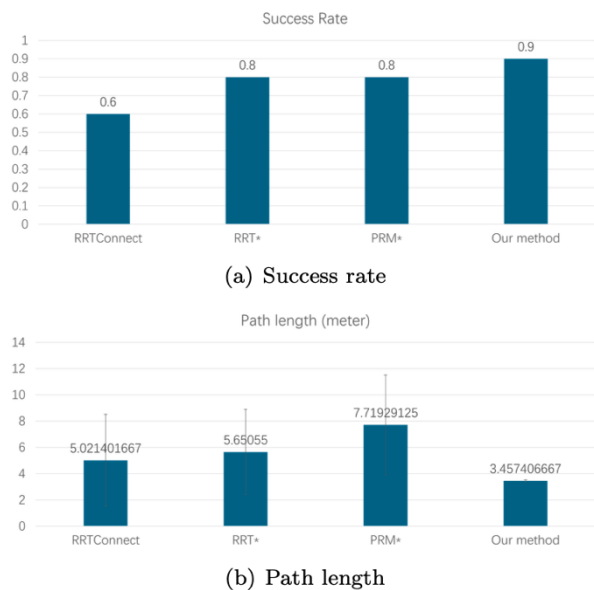


図 2. 検証実験の結果. (a) 成功率, (b) パス長。