

不確実な人教示データを活用した 柔軟かつ高速な最適動作計画手法の提案

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]。通常ロボットの動作計画は、姿勢空間上でランダムに点を抽出する、ランダムサンプリングを用いた方法が主に取られているが、この教示学習を用いることによって、通常の方法では解けないような複雑な問題も、高速に解くことができる。しかしながら、従来手法ではモーションキャプチャ等の高精度な計測手法に依存したアルゴリズムを用いているため、1台のRGB映像から抽出した骨格情報など、不確実な教示データに対しての適用なこんなんであった。我々はこれまでの研究[2]でその問題を部分的に解決してきたが、その研究で開発したアルゴリズムでは、動作の最適性が保証されていないという問題があった。

そこで本研究では、1台のビデオカメラから抽出した骨格情報という、不確実な人教示データを活用して、柔軟かつ高速に最適動作計画を実施する、新たな動作計画アルゴリズムの開発を行った[3]。図1は提案手法の概要を示している。提案手法では、まず、不確実な人教示データを部分パスに分割して、姿勢空間内の詳細な探索を行う。これによって、ノイズ等の影響で衝突が生じる部分を局所的に修正しつつ、姿勢空間内を幅広く探索することができる。次に、初期解の発見後は、より短い毛色になるようにパスの繋ぎ替えを行っていくことにより、漸近的に解を最適解へと収束させていく。これによって、不確実な教示データを活用して、柔軟かつ高速に最適動作計画を行うことを可能にした。

提案手法の有効性を検証するため、実験を実施した。実験においては、図2に示す2つの課題を対象とし、1台のRGBカメラで人の動作を撮影し、それをロボットへの教示データとした。実験の結果、提案手法によって、通常的手法では解くことが困難な動作計画問題においても、90%以上の確率で解を求めることができ、また、経路長も50%以上削減できることが明らかになった。今後は提案手法のさらなる改善を行っていくと同時に、より厳密な検証を行っていく。

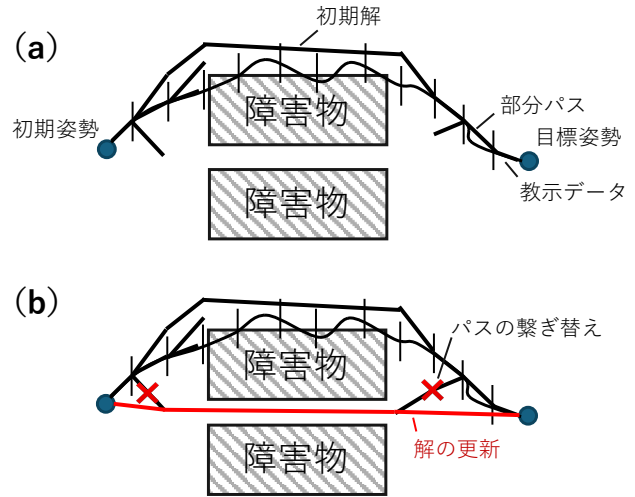


図 1. 提案手法の全体像. (a) 部分パスを利用した解の探索, (b) パスの繋ぎ替えによる最適化.

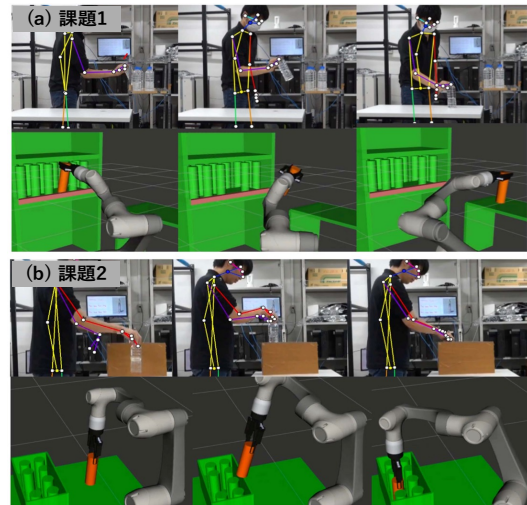


図 2. 実験における課題. (a) 棚から物体の取り出し, (b) 箱の中への物体の設置.

Keywords: Motion planning, Sampling-based planning, Optimal motion planning

References

- [1] Ravichandar, H., Polydoros, A. S., Chernova, S., & Billard, A. (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] 高御堂 良太 & 太田順, (2024). 不確実な人教示データを活用した柔軟かつ高速な最適動作計画手法の提案, 日本ロボット学会学術講演会第 42 回学術講演会予稿集, AC3B2-01, 1-3.