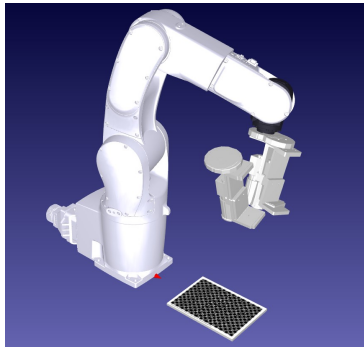


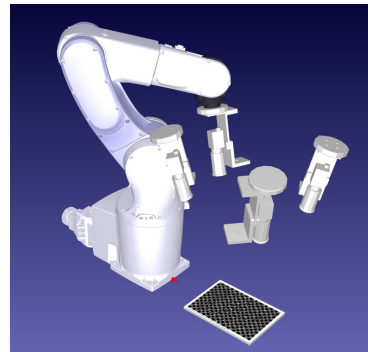
ロボットのジョイントコンプライアンスキャリブレーションのための計測ポーズ最適化手法の提案

ロボットマニピュレータの動作精度は、製造公差、設置誤差、摩耗などのさまざまな要因によって影響を受ける可能性があります。オンラインティーチングを使用すれば、マニピュレータの動作を目標軌道と一致させることができますが、この方法は時間とリソースを大量に消費する可能性があります。一方、ロボットキャリブレーションを用いたオフラインティーチングを実施すれば、オンラインティーチングのコストを削減できますが、高精度な動作を実現するためには、関節オフセットのキャリブレーションが不可欠です。これまでに、エンドエフェクタを拘束するための特殊な装置を用いたり、レーザーポイントを追跡したりするなど、さまざまなキャリブレーション手法が提案されてきました。しかし、関節角のオフセットは、誤差の RMS 値の最大 90% を占める可能性があり、さらに、関節オフセットは日常的な使用によって変化するため、キャリブレーションは継続的な課題となっています。

この課題に対処するため、研究者たちは単眼カメラと地面上のマーカーを使用したキャリブレーション手法を提案しました。しかし、この方法による姿勢推定の精度は、物理的な制約のため、レーザートラッキングよりも低くなります。本研究では、ハンドアイカメラとマーカーを用いて、最適な計測姿勢を決定する新たな手法を提案します。従来の可観測性指標 O1[1] に基づき、カメラ画像による姿勢推定誤差が関節コンプライアンスキャリブレーションに与える影響を評価するための新しい指標 Ov1 を提案しました [2]。本研究では、提案した指標を最大化するよう最適化された姿勢においてマーカーを用いた計測を行うことで、他の手法よりも高い精度で関節コンプライアンスキャリブレーションを実現しました。



(a) Optimized poses by O1



(b) Optimized poses by Ov1

References

- [1] Shouhei Shirafuji, Hiroki Goto, Xiaotian Zhang, Keiji Okuhara, Noritaka Takamura, Naoya Kagawa, Hiroyasu Baba, and Jun Ota. Visual-biased observability index for camera-based robot calibration. *Journal of Mechanisms and Robotics*, 16(5), 2024.
- [2] Xiaotian Zhang et al. Visual-based joint compliance calibration using measurement pose optimization. *International Journal of Automation Technology*, 2025.