

ハンドアイカメラを用いたロボットキャリブレーションにおける計測ポーズの最適化

ロボットを制御する際の運動学モデルは、リンク長や関節のオフセットといった運動学パラメータをもとに構築される。しかし、運動学パラメータはロボットの加工・組立のバラつきや熱膨張といった要因により誤差が生じるため、運動学モデルにも誤差が生じ正確な運動ができなくなってしまう。そこで運動学パラメータの補正、すなわちロボットキャリブレーションが必要となる。従来のロボットキャリブレーションではレーザートラッカーなどの高精度で大掛かりな計測装置が用いられていたが、近年では簡便に計測するためにロボット手先のハンドアイカメラを用いる手法が注目を集めている。しかしながら、カメラの計測精度は比較的低く、キャリブレーションの精度も低下してしまう。つまり、カメラ計測の簡便さと精度はトレードオフの関係にある。

一方で、ロボットキャリブレーションの精度は計測ポーズに依存する、すなわちロボットにどのようなポーズを取らせて計測するかによって変わるとも報告されている。この点に関しては、計測ポーズと運動学パラメータの関係を感度解析することにより、一定の制約化で計測ポーズを最適化している研究がある。しかし、この手法はハンドアイカメラを用いたロボットキャリブレーションに対してそのまま適用することはできない。なぜなら、ハンドアイカメラによる計測ではキャリブレーションマーカを撮影できなければならず、マーカの設定場所に応じてロボット手先の制約も変化するためである。

以上の背景から、ハンドアイカメラを用いたロボットキャリブレーションにおいて高精度を達成するため、我々はハンドアイカメラによる制約を考慮した計測ポーズの最適化手法を提案している。カメラ画像にのるノイズ等の影響が手先ポーズの推定に与える影響と、手先ポーズの誤差がキャリブレーション自体に与える影響を考慮することで、カメラによる手先ポーズ計測の精度の制約に影響を受けにくいキャリブレーションポーズを最適化により求めることができる。例えば、シミュレーションによる検証の結果、Fig. 1 のように最適化された計測ポーズが得られ、キャリブレーション精度の向上が確認されることを確かめた。このアプローチにより従来の専用の装置を用いたキャリブレーションと比較し、簡易なセットアップで精度の高いロボットキャリブレーションが可能となる。

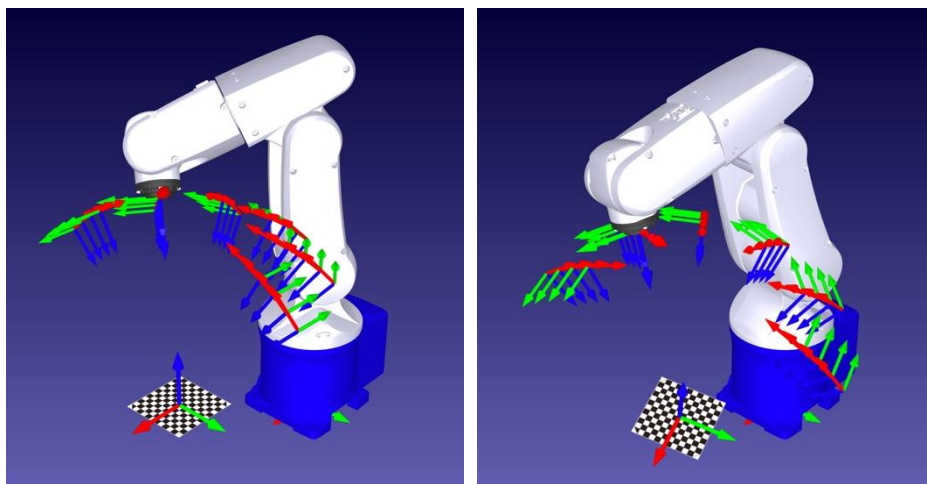


Fig. 1 (左図) 初期計測ポーズ。(右図) 最適化された計測ポーズ。

Keywords: ロボットキャリブレーション, 最適化, ハンドアイカメラ, 絶対位置決め精度