

並進関節を用いた柔軟3指ハンドとスカラームによる物体操作

石川淳一 (立命館大) 平井慎一 (立命館大)

1. 緒言

工場の組み立て作業などは、未だに人間による作業が行われている。その要因のひとつに、人間は、把持対象物の姿勢や位置を巧み操作することができることが考えられる。そのため、人間のように、把持対象物の姿勢や位置を操作可能なロボットアームの研究が進められてきた。

グリップを取り付けた6自由度ロボットアームは、把持対象物を X, Y, Z 方向の移動, X, Y, Z 軸回りの回転, 物体把持を行うことが可能である。ところが、グリップを取り付けた6自由度ロボットアームでは、把持対象物の姿勢を保ったまま動作させるときに、すべての関節を動作させる必要がある。そのため、制御の複雑化という問題がある。

スカラームは、X, Y, Z 方向の移動と Z 軸回りの回転の回転を行うことができる。また、各動作を独立して駆動させることができる。そのため、制御を簡易にすることが可能である。

柔軟3指ハンドは、X, Y 軸回りの回転, 物体把持を行うことが可能である [1]。また、指先が柔軟であるため、把持対象物の形状が複雑な場合でも、物体把持を行えることが期待されている。

本報告では、3自由度の並進関節を用いた柔軟3指ハンドを取り付けた4自由度のスカラームを提案する。また、3自由度の並進関節を用いた柔軟3指ハンドの概要について示す。

2. グリップを取り付けた6自由度ロボットアームの問題点

2.1 グリップを取り付けた6自由度ロボットアームによるペグインホール作業

図1に6自由度アームにグリップが付いたマニピュレータを示す。グリップを取り付けた6自由度ロボットアームの問題点とは、制御の複雑化である。

この問題点について図2に示す6自由度アームにグ

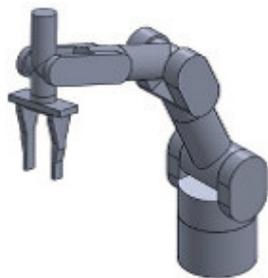


図1 グリップ+6自由度ロボットアーム

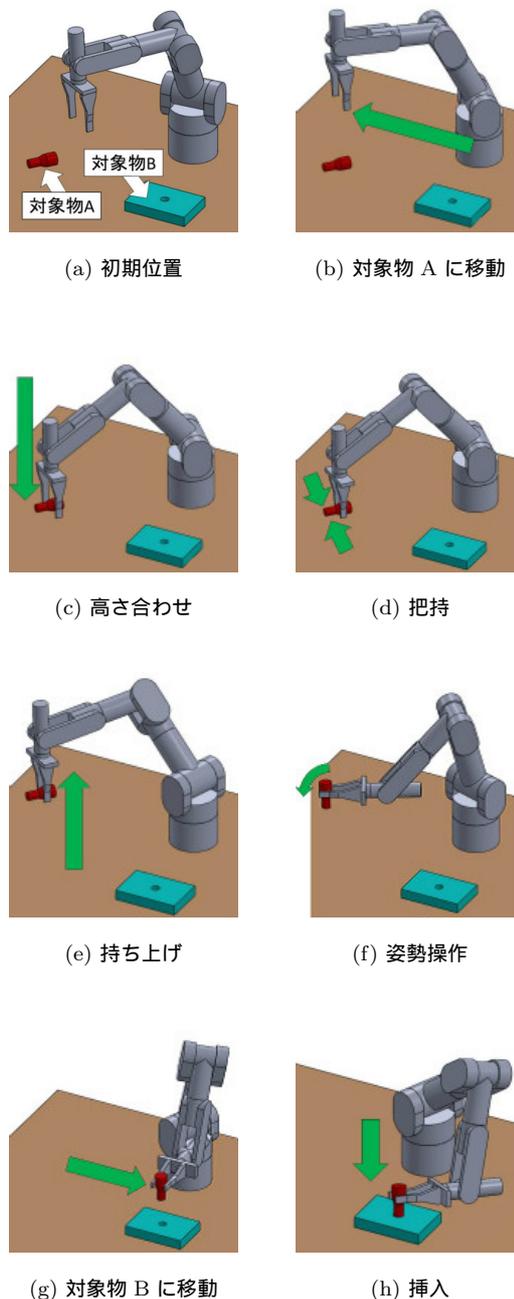


図2 グリップ+6自由度ロボットアームによるペグインホール作業

リップが付いたマニピュレータによるペグインホール作業を用いて説明する。

1. 図2(a), 図2(b)に示すように、6自由度ロボットアームを使用して X, Y 方向の移動を行い、対象

物 A のある座標上にハンドを持っていく。

2. 図 2(c) に示すように、6 自由度ロボットアームを使用して Z 方向の移動を行い、対象物が掴める高さまでハンドを持っていく。
3. 図 2(d) に示すように、グリッパを使用して物体の把持を行う。
4. 図 2(e) に示すように、6 自由度ロボットアームを使用して Z 方向の移動を行い、物体を持ち上げる。
5. 図 2(f) に示すように、6 自由度ロボットアームを使用して物体の姿勢変更を行う。
6. 図 2(g) に示すように、6 自由度ロボットアームを使用して X、Y 方向の移動を行い、対象物 B のある座標上にハンドを持っていく。
7. 図 2(h) に示すように、6 自由度ロボットアームを使用して Z 方向の移動を行い、対象物 A を対象物 B に挿入する。

6 自由度ロボットアームにグリッパがついたマニピュレータは、把持した物体の姿勢を保ったまま動作させるとき、多くの関節を動作させる必要がある。そのため、制御が複雑になる。

2.2 スカラロボットハンドによるペグインホール作業

次に、今回、提案した並進関節を用いた柔軟 3 指ハンドをスカラアームを図 3(c) に示す。また、図 3(c) の動作について、図 4 に示すペグインホール作業を用いて説明する。

1. 図 4(a)、図 4(b) に示すように、スカラアームを使用して X、Y 方向の移動を行い、対象物 A のある

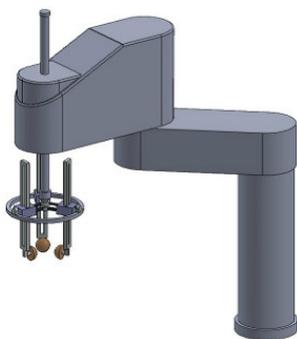
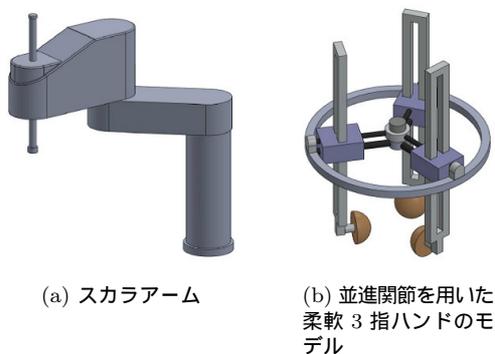


図 3 スカラアームの応用

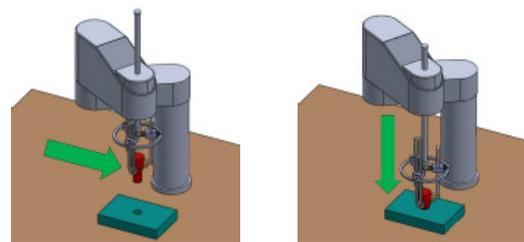
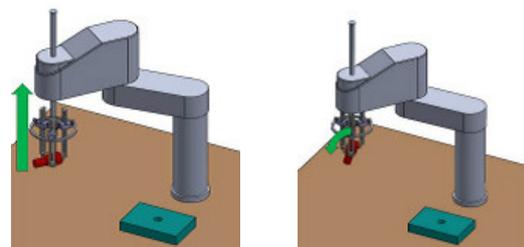
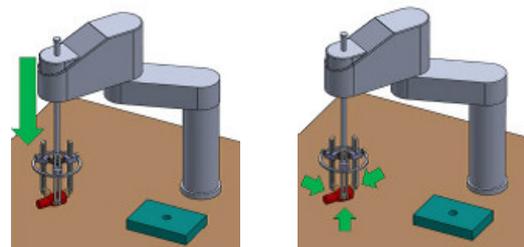
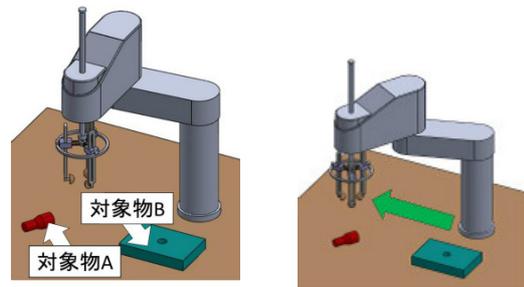


図 4 スカラロボットハンドによるペグインホール作業

座標上にハンドを持っていく。

2. 図 4(c) に示すように、スカラアームを使用して Z 方向の移動を行い、対象物が掴める高さまでハンドを持っていく。
3. 図 4(d) に示すように、ハンドを使用して物体の把持を行う。
4. 図 4(e) に示すように、スカラアームを使用して Z 方向の移動を行い、物体を持ち上げる。
5. 図 4(f) に示すように、ハンドを使用して物体の姿勢変更を行う。
6. 図 4(g) に示すように、スカラアームを使用して X、

Y方向の移動を行い、対象物Bのある座標上にハンドを持っていく。

7. 図4(h)に示すように、スカラームを使用してZ方向の移動を行い、対象物Aを対象物Bに挿入する。

スカラームはX, Y, Z方向の移動とZ軸回りの回転の4自由度の動作が可能である。並進関節を用いた柔軟3指は、X, Y軸回りの回転の2自由度の動作と、把持力の制御が可能である。したがって、この3自由度のハンドを4自由度のスカラームに取り付けることで、剛体の6自由度の運動と把持力の制御が可能となる。

これらより、スカラロボットハンドは、把持した物体の姿勢を保ったまま動作させるとき、1個または2個の関節を動作するだけで行うことができる。よって、制御が簡易的することが期待される。

3. 並進関節を用いた柔軟3指ハンドの試作機

図5, 図6, 図7に、実機の上面図, 正面図, 全体図を示す。実機のサイズは縦550mm, 横660mm, 高さ550mmであり、重量は指機構同士のなす角度は等間隔に120deg.である。図5に示す把持機構により、指機構が図8のように3個運動しながら把持対象物を把持する。図6に示す指機構により、図9のように柔軟指が上下に動き、把持対象物の姿勢を操作する。このハンドは、把持機構に1自由度, 指機構に2自由度の計3自由度から構成されている。

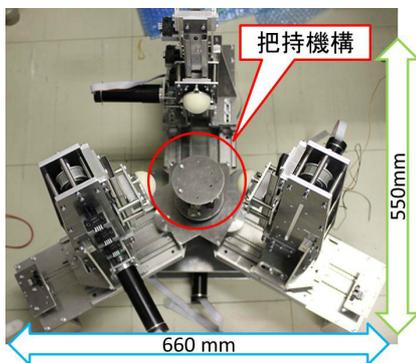


図5 実機の上面図

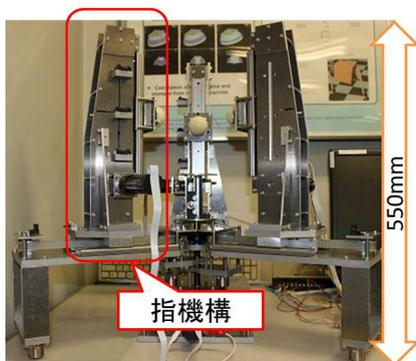


図6 実機の正面図

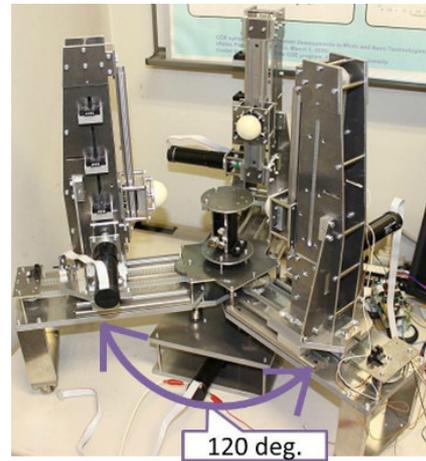
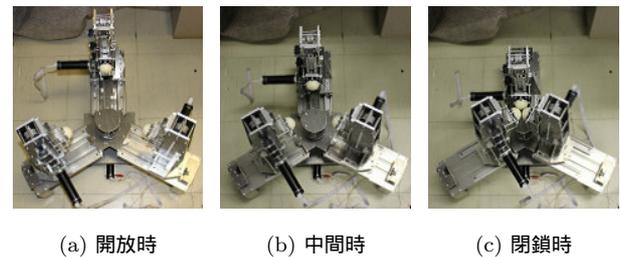


図7 実機の全体図



(a) 開放時

(b) 中間時

(c) 閉鎖時

図8 把持機構の動作



(a) 上昇時

(b) 初期位置

(c) 下降時

図9 指機構の動作

4. 結言

本報告では、並進関節を用いた柔軟3指ハンドとスカラームが、グリップを取り付けた6自由度ロボットアームに比べ、制御の簡易化をできることを提案した。また、製作した並進関節を用いた柔軟3指ハンドの試作機の概要を示した。

今後はこの試作機を用いて、物体の把持、姿勢制御を行う。また、試作機の小型化や軽量化を行い、スカラームへの取り付けを試みる。

参考文献

- [1] 石川 淳一, 平井 慎一, “並進関節を用いた柔軟3指による把持対象物の姿勢操作”, ロボティクス・メカトロニクス'12講演会予稿集 CD-ROM, 浜松, May 28-29, 2012.