

多関節ロボットアーム uArm による物体のピッキング作業に関する研究

Study on object picking work by multi-joint manipulator uArm

陳 奕棟

指導教員 小川毅彦

拓殖大学大学院 機械・電子システム工学専攻 小川研究室

キーワード：ロボットアーム、OpenMV カメラ、画像認識、制御

1. はじめに

人間が行う作業の代替としてロボットが広く使用され、今後 AI や IoT の進展とともにセンサ情報により自律的に動作する知能ロボットの重要性が増すことと予想される。物体の移動のために用いられるロボットアームには直交型やスカラ型などがあるが、水平多関節型は腕の構造に近く、人間の代替作業をさせる装置として用いられる。物体に直接影響を与えるエンドエフェクタとしては、物体を挟んで把持するグリッパや、空気で吸引するサクシヨンカップなどがある。

物体をカメラ等で認識しながら自動的にロボットアームで移動する場合、物体の形状や向き、位置によって把持の難易度が変わる。また、エンドエフェクタによっても異なる。生産ライン等において、ばらばらに置かれた部品の中から適切なものを選ぶピッキングの作業は重要である。本研究ではピッキングの作業を対象とし、物体の形状、位置、色、向きによる影響を調べる。

2. ロボットアームと関連機材

本研究では、図 1 の UFACTORY 製の水平多関節ロボットアーム uArm を用いる。画像センサとして OpenMV カメラモジュールをアームの先端に取り付ける。物体を把持するエンドエフェクタとして、uArm 標準のグリッパとサクシヨンカップを用いる。

uArm は 4 自由度でジョイントはギアボックスとステッピングモータで駆動する。精度は 0.2mm で最大 500g の物体をピッキングできる。動作範囲は 50mm~320mm で、最高速度は 100mm/s である。PC と

の接続は USB または Bluetooth で、マザーボードは Arduino MEGA 2560 である。開発環境として Python SDK がサポートされている¹⁾。

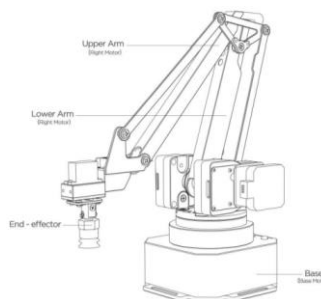


図 1 uArm 構造図



図 2 OpenMV カメラ



図 3 グリッパ



図 4 サクシヨンカップ

本研究で使う図 2 の OpenMV カメラは、小型のカメラ搭載マイコンボードであり、Python スクリプト (MicroPython) でプログラムできる。OpenMV Cam が認識しているものに対して、色の追跡、顔の検出などを短時間で実行し、実際の I/O ピンを制御することができる²⁾。OpenMV カメラは、uArm エンドエフェクタ部に下向きに取り付けられ、物体の映像を取得することができる。

本研究で使ったエンドエフェクタは、図 3, 4 に示すグリッパとサクシヨンカップである。グリッパで掴める最大サイズは 40mm、最大握力は 750~800g である。サクシヨンカップは空気で吸引する

吸盤で、半径は5mm~10mm、最大圧力は33kPaである。本研究では、グリッパとサクシオンカップを使用して、それぞれの特徴を調べる。

3. ロボットアーム UARM によるピッキング作業

ピッキングとは物体を取り出す作業であり、中でも、バラバラの状態に積まれた物体に対する作業がばら積みピッキングである。本研究では、ばら積みピッキングを目標とし、物体の形状、位置、色、向きによる影響を調べる。エンドエフェクタはグリッパとサクシオンカップを用い、物体は緑、青、赤、黄に色付けされた木製の球または立方体とする。これらの把持の可能性を実験で確かめる。

グリッパによるピッキングは、物体の形状により位置や向きに把持精度が左右される。まずは、位置による把持精度を確認するために、平面上に配置した立方体を掴み移動する実験を行う。グリッパを使いカメラ中心位置を原点として、手前と奥に中心間隔5cm、左と右に7cmの4つの方向に配置し、計5つの位置で各10回のピッキング実験を行った。立方体の配置の位置を図5に示す。

サクシオンカップによるピッキングは、表面が平らで滑らかな軽量の物体に限られる。ここでは、グリッパによる実験と同様に、位置による把持精度を確認するために、平面上の位置に配置した立方体を吸引し移動する実験を行う。グリッパの場合と同様に立方体を配置し、同様に実験を行った。

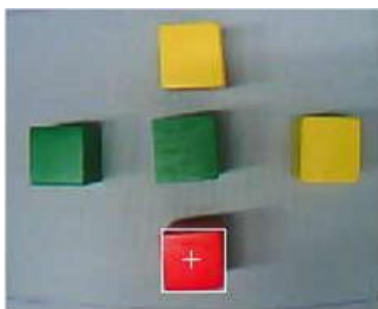


図5 立方体の配置図

4. 実験

グリッパとサクシオンカップを用い、対象物の位置を変えてピッキングの実験を行った。エンドエフェクタの初期位置は、中心に置いた物体上部15cmとする。そこからOpenMVカメラによって対象物を識別し、エンドエフェクタを移動して対象物

を把持または吸引する。そして対象物を持ち上げて指定した位置へ移動させた。実験は10回の試行で行い、成功率を表1に示す。結果によると、グリッパでは左右の位置に配置した場合の把持が困難であった。これは、立方体が斜めの位置になることでグリッパの向きと差が生じたからである。それに対し、手前または奥の位置ではほぼ問題なく把持することができた。サクシオンカップでは、中心以外のすべての位置でピッキングが困難であった。これは、中心以外では、カメラによる位置の推定にやや誤差があり、サクシオンカップを立方体の中心に移動することができなかったことによる。

今回の実験では、同色・同形状の物体でも位置によって成功率は異なった。また、エンドエフェクタによる影響と位置関係もあった。例えば、グリッパと与えられた対象物の位置関係は変えることができず、その結果把持できないことがあった。また、サクシオンはキューブの表面中心部に当てないと吸引できない場合があった。一方でグリッパは少しずれても、把持できる場合があった。

表1 実験結果

位置	グリッパ	サクシオンカップ
中心	100%	100%
手前 5cm	90%	30%
奥 5cm	90%	0%
左 7cm	0%	0%
右 7cm	0%	30%

4. まとめ

本研究ではOpenMVカメラを装着したuArmロボットアームを用いて、対象物のピッキング作業の実験を行った。エンドエフェクタにグリッパまたはサクシオンカップを用いた場合の違いについて、対象物の位置との関係で検討を行った。今後は位置推定および移動のプログラムを再検討し、対象物の位置によらず作業成功率を向上させる。

参考文献

- 1) UFACTORY, <https://www.ufactory.cc/>
- 2) OpenMV, <https://openmv.io/>