

# Kinect の距離画像とカラー画像の併用による部材の分離精度向上

## Improvement of Component Separation Accuracy with Combined Use of Kinect Depth Map and Color Image

宮田 繁春†  
Shigeharu Miyata

矢式 良行‡  
Yoshiyuki Yashiki

### 1. まえがき

工業製品の生産現場では、生産ラインへの製品用部材の供給から加工仕上げまでのプロセスが、ほぼ完全自動化で行われている。加工ラインへの部材供給は、従来パーツフィーダを利用して行われている。そのパーツフィーダへの部材投入は、依然として人の手で行わなければならないのが現状である。今までのような製品を大量に生産する生産スタイルでは、パーツフィーダによって部材が生産ラインへ供給されていた。現在は多品種少量生産に対応できるよう、箱からロボットで部材をピッキングし、ラインへ供給するシステム構築が検討され始め、多くの企業が実用化を目指している。その実用化に向け、多くのランダムピンピッキングシステムに関する研究が行われている[1]。しかしながら、把持対象に制約があったり複数のロボットハンドを用意する必要があったりなどの理由で、パーツフィーダを用意したり専用治具を制作したりするのに比較して、ロボットによるピッキングが大いに優位であると言えない面も否めない。また、部材の位置、形、方向などを認識するための、ビジョンシステムが高価であるため、現場への導入が難しい面もある。

ロボットによって部材をピッキングするためには、3Dビジョンセンサが欠かせない。最近、マイクロソフト社が、ゲーム機 Xbox 用のビジョンセンサとして Kinect をリリースした。Kinect は安価で購入でき（数万円で購入可能）、容易にカラー画像、距離画像が取得できるため、ロボットによるピンピッキングに利用した研究が見うけられるようになった[2]。Kinect は、マイクロソフト社から無償の Kinect for Windows SDK が提供されているため、様々な目的のプログラム開発が可能である。そのため、本研究においても、箱の中に山積みされた部材をロボットによりピッキングするためのシステム構築において、3D ビジョンセンサにマイクロソフト社製 Kinect を利用する。

山積みされた部材をロボットでピッキングする場合、Kinect で得られた距離画像を基に部材の位置、向きを算出していく。その時、箱の底から同じ程度の高さにあるランダムに山積みされた複数の部材が互いに並んで隣り合わせの状態にある場合には、複数の部材を一つの部材として誤認識してしまう。その場合、ロボットハンドの爪が確実に部材を把持できなかつたり、最悪の場合には、爪が部材に当たって爪が破損してしまったりする。このような事象によって生産ラインを止めてしまう重大な事態を引き起こす危険性がある。

† 近畿大学工学部, Kinki University

‡ シグマ株式会社, Sigma Corporation

以上のことを踏まえ、本報告では、まず、Kinect の距離画像のみを利用して山積みされた部材を個々に認識しようとする場合には、複数の部材を一つの部材と誤認識する可能性があることを示す。次に、その解決法として、Kinect で同時に得られているカラー画像を併用し、それを Blob 解析することにより、複数の部材を一つの部材と誤認識していたものを、個々の部材に分離して確実に1個の部材をピッキング対象として選択できるようになることを示す。

2章では、3D ビジョンセンサに Kinect を使った計測システムの概要を述べる。3章は、複数の部材が1個の部材と誤認識された領域に対して、距離画像情報とカラー画像情報を併用し個々に分離抽出する手法を述べ、その実験結果を示す。4章は、結論を述べる。

### 2. 3D ビジョンセンサの概要

Kinect は、Windows 用のソフトウェア開発ソフトキット (Kinect for Windows SDK) を使用して開発されたソフトウェアと組み合わせるものである。音声認識、モーションセンサ、骨格追跡など最新のテクノロジーを使い手や体の動きによってバーチャル空間を操作できるため、直感的なインタフェースとして通常は利用される。Kinect の仕様は、次のようになっている。ハードウェア：センサ；カラーカメラ x1、深度カメラ x1(赤外線)、マイク x4、ポート；USB 2.0、カラーカメラ解像度；640x480/1280x960、深度センサ解像度；320x240/640x480/80x80、深度センサ有効距離；0.4m-3.0m(near モード)/0.8m-4.0m(通常モード)、光源；LED。Fig.1 は、Kinect の外観と、Kinect の距離画像とカラー画像に対して処理を行うために開発したソフトウェアの処理画面を示す。処理画面の左側が距離画像で、右画面がカラー画像、右下に距離情報が出力され、マウスで指定した位置の距離が確認できるようにしている。距離画像中の黄色で囲まれた領域が計測対象領域である。その中に緑色で彩られた領域が、ピッキング候補の対象部材である。画面は、個々の部材が分離されずにうまく認識されていない例を示している。

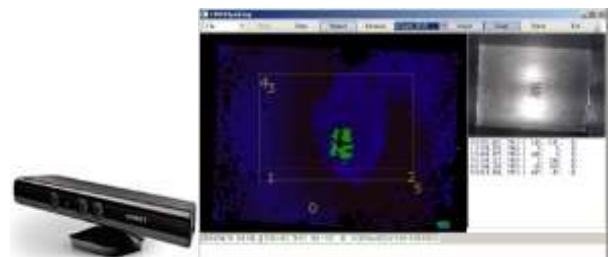


Fig.1 Kinect の外観と処理画面

### 3. ピッキング位置の同定

#### 3.1 距離画像情報のみを利用した場合

Kinect で得られた距離画像を基に部材の位置、向きを算出していく。その時、箱の底から同じ程度の高さにあるランダムに山積みされた複数の部材が互いに並んで隣合わせの状態（平置き状態）にある場合には、複数の部材を一つの部材として誤認識してしまい、ロボットがピッキングし損ねてしまうことになる。

Fig.2 は、個々の部材がうまく把持できない、部材の端同士がある角度で接している状態、T 字で接した状態、部材が直列・並列に接した状態の内の一例を示す。



Fig.2 ロボットが把持できない場合の部材の配置  
T 字で接した状態

#### 3.2 カラー画像情報を付加した場合

Fig.3 は、部材を平面上に配置し、部材の端同士が角度をもって接している状態と T 字で接した状態を作り、距離画像情報のみで部材の位置を算定したものである。部材 6 は、部材の端同士が接した状態でもうまく分離されて個々の部材が認識されているが、部材番号 1 と 2 は、2 個を 1 の部材と誤認識されている。

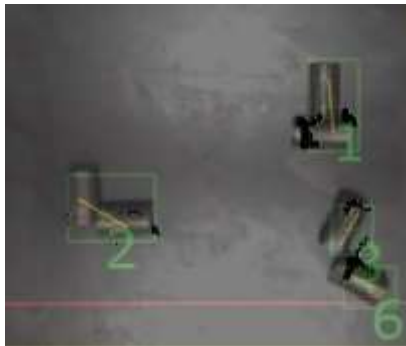


Fig.3 部材の端同士が角度をもって接している部材および T 字で接した部材に対して、それぞれ一つの部材として誤認識した例

#### 3.3 Blob 解析の適用

本節では、Fig.3 に示す誤認識を起しやすき場合に対して、距離画像と同時に得られるカラー画像に対して次のような Blob 解析の処理を施すことにより個々の部材が分離できることを示す。

Kinect で同時に得られているカラー画像を併用し、それを Blob 解析することにより、複数の部材を一つの部材と誤認識していたものを、個々の部材に分離して確実に 1 個の部材をピッキング対象として選択した一例を Fig.4 に示す。

Fig.3 に示す緑枠で選択されているピッキング候補の内、予め設定した評価基準に従ってピッキング対象を決定し、注目領域 ROI を設定する。ROI 内の画素値の平均値を求め、

経験に基づきその 1.15 倍の値を閾値として 2 値化画像を得る。その 2 値化画像に対して、Blob 検出とその特徴量を算出する。複数存在する Blob の内、設定値した面積特徴量を持つ Blob に対してのみラベリング処理を行い、ラベリング画像を得る。ラベリングされた領域が分離された部材領域を示している。同時に、分離処理に利用可能なマスク画像を得ておく。複数に分離された部材の内、注目領域の中心から最も近距離に存在する部材をピッキング対象とする。ロボットは、決定された対象部材の長径に並行な方向に姿勢を取るよう設定すればよい。



Fig.4 2 個の部材が接した T 字型で接した場合の処理結果、最終的にピッキング対象として 1 個の部材が選択された

### 4. まとめ

本報告は、ばら積みにされた部材をロボットでピッキングする場合、Kinect の距離画像を利用した場合の問題点とその解決法について述べた。

Blob 解析において、ROI 内の画素値の平均値を求め、経験に基づきその 1.15 倍の値を閾値として 2 値化をおこなった。閾値の設定は、Blob 解析のキーポイントである。本報告では、経験的にこのような設定方法で処理を実行したが、周囲の光環境の条件を考慮して適切な値に設定する必要がある。閾値をどのように算出するべきかは、今後に残された課題である。

Blob 解析により複数の部材が候補として分離抽出された後、最終的にピッキング対象部材を決定する時、注目領域の中心から最も近距離に存在する部材をその対象として選択するようにしているが、より合理的な方法を今後検討する必要がある。

#### 謝辞

本研究は、平成 25 年度新事業創出チャレンジ企業支援事業の一環として行われた。研究を行うに当たり多大なる支援を頂いた、シグマ株式会社社長下中様、広島県立総合技術研究所の討論頂いた方々に感謝する。

#### 参考文献

- [1] G. Sansoni, P. Bellandi, F. Leoni and F. Docchio, "Optoranger: a 3D pattern matching method for bin picking application," ELSEVIER Optics and Lasers in Engineering, vol. 54, pp. 222-231, 2014.
- [2] R. Mojtahedzadeh, A. Bouguerra and A. J. Lilienthal, "Automatic relational scene representation for safe robotic manipulation tasks," Proc. Of 2013 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robotics and Systems(IROS), pp.1335-1340, Nov. 3-7, Tokyo, Japan, 2013.