

指示された複数物体の認識と移動ロボット・ハンドリングへの応用

北海学園大学大学院 ○塩濱 教幸, 深谷 健一

要旨

介護や家庭の現場などで、生活支援ロボットの実用化による労働力不足の解消が期待されている。そのロボットには「物を持ってくる」機能が必要とされている。そこで、深度センサを用いて特定物体を検出し、その位置データを得ることで、移動ロボットによるハンドリングを行なった。

1. はじめに

本研究では、「指示された物体を取ってくる」機能を持つ生活支援ロボット¹⁾のシステム構築を目的としている。これまで、測域センサをパンユニットに搭載し、3次元点群データを得ることで特定物体認識を行なってきた²⁾。今回は測域センサの代わりに、安価で入手容易である深度センサを用いる。その方法は、深度センサを回転させることで移動ロボット周囲の3次元点群データを得て、点群データを基に距離画像を作成し、作成距離画像と事前に用意した対象物の画像とをテンプレートマッチングすることで、対象物の候補を検出する。その後、候補の中から対象物を特定するため、SIFT特徴量を用いて画像マッチングするという2段階に分けて特定物体認識をする。対象物を検出すると、ロボットとの相対座標をロボットに与えることでハンドリングを試みる。今回の対象物はペットボトルと缶である。

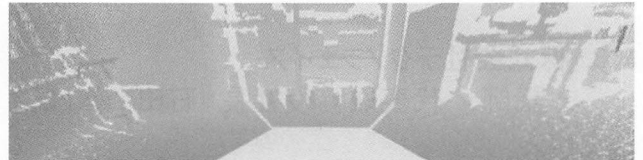


図1 3方向取得データ

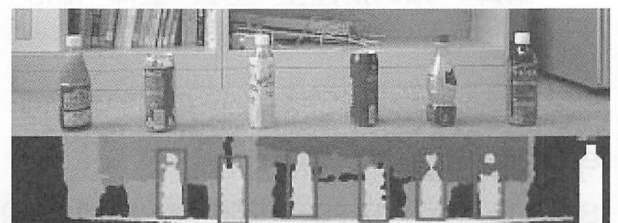


図2 ペットボトル・缶検出画像 (右下: テンプレート画像)

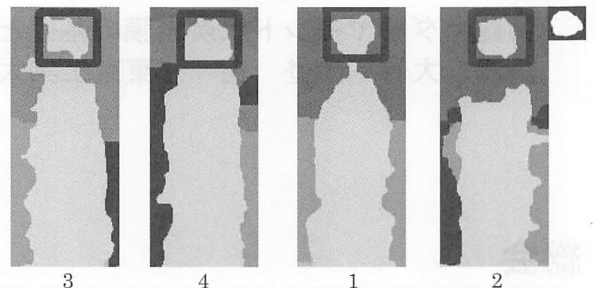


図3 キャップ検出画像 (右上: キャップテンプレート)

2. Xtion PRO LIVE を用いた特定物体認識

ロボット周囲環境を計測するため、パンユニットに Xtion PRO LIVE (以下 Xtion) を搭載して、3次元計測を行なう。Xtion とは、ASUS が開発した RGB カメラや深度センサ、ステレオマイクを備えた機器である。Xtion を回転させることで、前方、左、右の3つに分けて前方 180° の3次元点群データを取得する。実際に3方向から取得したデータを図1に示す。図1の中心付近にある物体が、本実験の対象物である。

2.1 距離画像作成方法

1mm の大きさを1ピクセル (1pix/mm) で表し、得た3次元距離情報の内、奥行情報をグレイスケール(8ビット, 256階調)で表現することで点群データをプロットし距離画像を作成する。プロットする点の大きさは奥行距離の違いによって変える。その後、メディアンフィルタ、膨張・収縮処理によってノイズ除去した画像を作成する。

2.2 対象物検出方法

ペットボトルと缶の両方を検出するために、作成距離画像と事前に用意した画像とをテンプレートマッチングする。その後、マッチング画像にキャップがあるかで、ペットボトルと缶の区別を行なう。キャップを検出する際に、形状特徴として、円形度、複雑度を計算しておくことで誤検出を少なくしている。実際に検出を行なった画像を図2と図3に示す。また、検出したペットボトルの相対座標と一致度(最大1)を表2に示す。

物体	横[mm]	高さ[mm]	奥行[mm]	一致度
	物体1	-91.0	139.0	1138.5
物体2	-508.0	136.0	1108.2	0.702
	503.0	135.0	1138.5	0.678
物体3	319.0	131.0	1138.5	0.654
	503.0	135.0	1138.5	0.678
物体4	319.0	131.0	1138.5	0.654
	503.0	135.0	1138.5	0.678

表1 検出したペットボトルの座標と一致度

2.3 SIFT 特徴量を用いた物体認識

SIFT 画像処理をする際、今までは対象物のある一方向から撮影した画像を用いていたが、対象物がある方向でない場合は認識できなかった。そこで、対象物を回転させた画像を何枚か撮影し、それを1つに合成した画像を用いることで、この問題に対処した。合成画像と SIFT 画像処理した結果を図4に示す。結果を見ると、対象物の見える方向が違っていても検出できる

ことが分かる。しかし、見える角度が少し変わると検出が難しくなるので、合成画像を作る際に、対象物の回転角度をさらに小さくして、回転画像の数を増やすなどの対策が必要となる場合がある。



図 4 SIFT 画像処理結果(左側：合成画像)

3. 移動ロボットによるハンドリングへの応用

物体形状認識をして、その後、SIFT 特徴量によって特定物体認識をすることで指示した対象物の位置データのみを取得する。その位置データを移動ロボットに送ることで対象物をハンドリングさせた。使用した機器は図 5 に示すように、①カラー単眼カメラ (Microsoft Life Cam Studio)、②Xtion PRO LIVE、③パンユニット (SPU-01b)、④ノート PC (Windows7 32bit Corei5 2.6GHz)、⑤自律移動ロボット (Pioneer 3-DX) である。実験システム構成、ロボットの動作フローチャート、ハンドリングしたときの時間経過をそれぞれ図 6～図 8 に示す。図 8 のように、指示したペットボトルを検出し、ハンドリングすることが出来た。

4. まとめ

特定物体認識する方法として、距離画像のテンプレートマッチングにより対象物を検出し、さらに SIFT 特徴量により特定物体の位置座標を得た。回転合成画像を作成し、マッチングすると、対象物の向きが変わっている場合でも SIFT 特徴量を用いて特定物体認識が可能である。これらの方法を応用した結果、位置が未知である指示した対象物をハンドリング出来た。

しかし、キャップ検出する際に、ロボットと対象物の距離が約 1.5m 以上になると、キャップの点群データを得ることが出来なくなる。この原因は Xtion の解像度である可能性が高いので、移動ロボットを対象物に近づけてからもう一度計測するなどの対策を立てる必要がある。

今後は、ロボットを対象物に近づける方法として、人による指差し認識を検討している。図 5 の上部に取り付けた Xtion を用いて、人を認識して指差し方向を検出する方法である。

謝辞

本研究は、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (平成 20 年～平成 24 年) の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) 山本貴史, 齋藤史倫, 橋本国松 他: 生活支援ロボット HSR の開発, 日本ロボット学会第 30 回記念学術講演会, 3C2-1, 2012.
- 2) 塩濱教幸, 深谷健一: 距離画像を用いた物体形状認識と移動ロボットによるハンドリングへの応用, 第 5 回日本ロボット学会北海道ロボット技術研究専門委員会学術講演会, A14, pp.112-114, 2013.

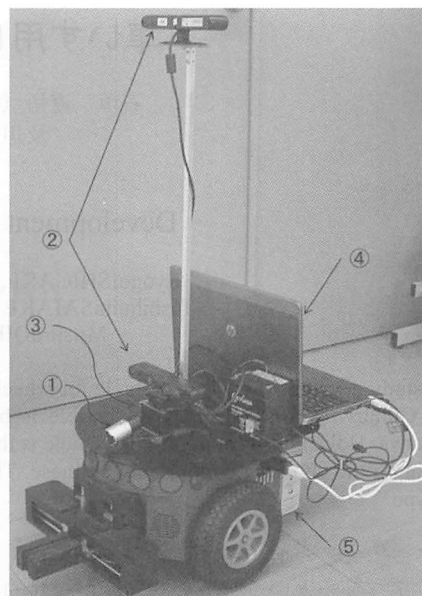


図 5 ロボット全景

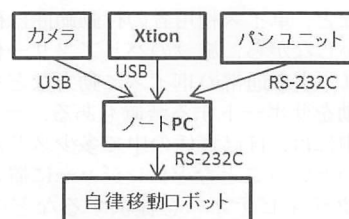


図 6 実験システム構成

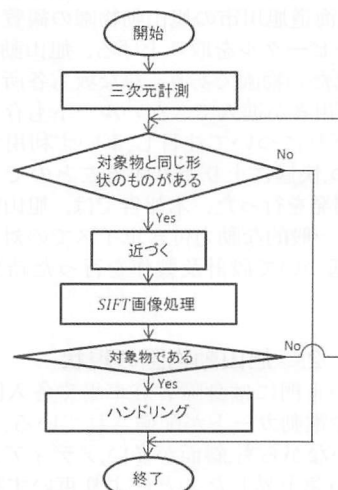


図 7 動作フローチャート

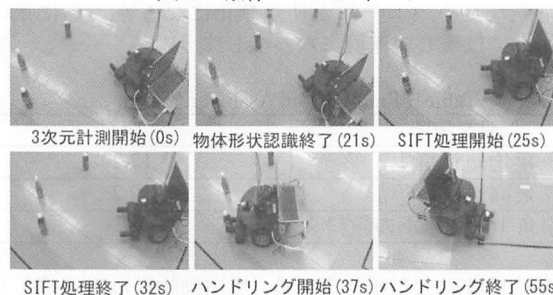


図 8 ハンドリング時間経過