

カラー画像と距離画像を用いた移動ロボットの物体追従制御 Object tracking control for mobile robots using color and depth images

○千葉 寛也, 井上 健司
○Hiroya Chiba, Kenji Inoue

山形大学
Yamagata University

キーワード：物体追従制御 (Object tracking control), 移動ロボット (mobile robot)
特徴点抽出 (Feature extraction), 距離画像 (Depth image)

連絡先：〒992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16
山形大学大学院理工学研究科応用生命システム工学専攻 井上健司
TEL&FAX: 0238-26-3335, E-mail: inoue@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

移動ロボットを物体へ追従させるためには、物体の 3 次元情報を取得する必要がある。しかし、距離画像（距離を画素値とする画像）を用いるだけでは物体と背景を分離できない場合がある。

そこで、カラー画像を用いて物体と背景の特徴点を抽出し、距離画像を用いて物体上にある可能性の高い特徴点のみを残すことで、物体の位置を推定して、移動ロボットを物体に追従させる手法を提案する。

2. 物体追従制御

2.1 カメラを搭載したロボット

図 1 のように、カラー画像と距離画像を取得できるカメラに、パン・チルトを制御する 2 個のモータを付けてロボットのボディに搭載した。カメラの解像度は、カラー画像 640×480, 距離画像 320×240 で、計測可能な距離範囲は 150~800[mm]である。



図 1 カメラを搭載した 6 脚ロボット[1]

2.2 物体の追跡方法

特徴点抽出とは、画像上で濃淡の差が明確な部分＝特徴点を求めることである。本研究では OpenCV ライブラリに実装されている LK 法[2]を用いて特徴点を得る。動画の前後のフレームで似ている特徴点を対応付けることで、特徴点の移動を追跡できる。ただし、特徴点は物体・背景に関わらず抽出される。そこで、距離データを用いて物体上の特徴点を絞り込む。物体周囲に設定した枠内について、以下の画像処理を繰り返す。

- ①カラー画像 (図 2) と距離画像を取得する。
- ②前フレームの特徴点の数が最小数を下回っていたら、現フレームのカラー画像枠内で新たに特徴点を抽出する (図 3)。そうでなければ、前フレームのカラー画像枠内の特徴点を現フレーム上で追跡する。追跡できなかった特徴点は削除される。
- ③距離画像の枠内の画素値（距離）のヒストグラム (図 4) を求めて平均 d と標準偏差 σ を計算する。
- ④②で得られた特徴点群のうち、距離が $d \pm \sigma$ の範囲にあるものを物体上の特徴点として残り、他は削除する (図 5)。残った特徴点の距離の平均を物体の距離 D とする。
- ⑤物体の距離 D に応じて枠の大きさを変更し、枠の大きさに合わせて特徴点の最小数を決める。
- ⑥画像上の特徴点群の平均位置に、枠の中心位置を移動する。

なお、図 3, 5 の枠内の点群が、特徴点を表している。

2.3 ロボットの追従制御

物体追跡の結果に基づき、カメラのパン・チルトとロボットを制御する。

- ⑦枠の中心位置が画像の中心となるように、カメラのパン・チルトを動かす。
- ⑧カメラがロボット正面を向いていないときは、正面を向くまでロボットをその場旋回させる。



図 2 カラー画像



図 3 特徴点抽出

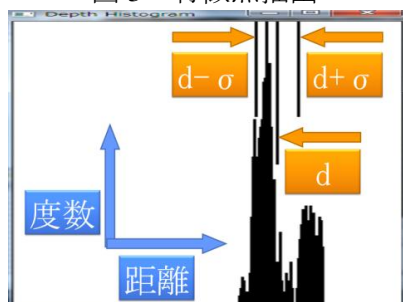


図 4 距離のヒストグラム

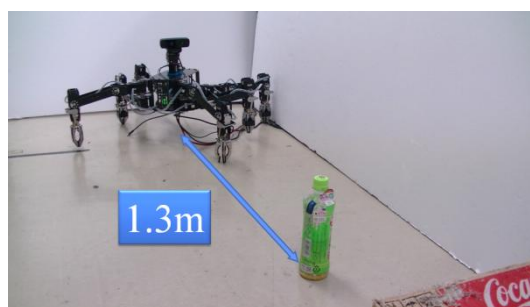


図 5 距離値を用いた
不要特徴点の除去

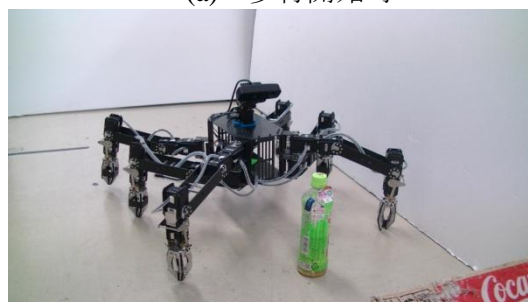
- ⑨カメラがロボット正面を向いているときは、物体に接近するまでロボットを前進させる。
- ⑩物体に接近したら、ロボットを停止する。

3. 追従実験

ペットボトルにロボットを接近させる実験を行った。図 6(a)は歩行開始時の状態で、ロボットとペットボトルの距離は 1.3[m]である。接近後の状態を図 6(b)に示す。図のように、ロボットは自動でペットボトルに接近できた。同様に、ドアノブへの接近や、移動する物体への追従にも成功した。



(a) 歩行開始時



(b) 接近後

図 6 物体追従実験

4. おわりに

特徴点抽出と距離データを用いて移動ロボットを物体に追従させる方法を提案し、実験によりその有効性を検証した。今後は、追従精度を向上させ、物体のマニピュレーションに応用する。

参考文献

- [1] 井上, 大江: 3つのモードを切り替え可能な6脚作業移動ロボットの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2008 講演論文集, 1A1-E04, 2008/6.
- [2] Bruce D. Lucas “Image Matching by the Method of Differences”, Carnegie Mellon University, year 1984.