

視覚センサを用いた自律移動ロボットの目標物認識

The Recognition of Target Thing by Autonomous Mobile Robot Using a Vision Sensor

斎藤秀幸*, 大久保重範*, 及川一美*, 高橋達也*

Hideyuki Saito*, Kazumi Oikawa*, Shigenori Okubo*, Tatuya Takahashi*

* 山形大学工学部

*Faculty of Engineering Yamagata University,

キーワード : 画像処理 (Image Processing), 視覚センサ (Vision Sensor), しきい値 (Threshold)

連絡先 : 〒992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16 山形大学工学部 機械システム工学科 大久保研究室 斎藤秀幸,
Tel.: (0238)26-3245, Fax.: (0238)26-3245, E-mail: sokubo@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

本研究室ではカメラを用いた視覚センサによる目標物を発見追従, 把持させる研究を行ってきた [1,2]. これまで用いてきた画像処理の方法は, 2 値化する際に抜き出したい色の値をしきい値に設定している. そのしきい値は, 抜き出したい色に合わせて設定しているので, 予め設定した色しか認識することが出来ない. 異なる色を抜き出すときにはしきい値を設定し直す必要があり汎用性がないものとなっていた.

そこで, 異なる色を抽出するために, 予めしきい値を設定するのではなく, カメラで目標物を認識するとき, 自動でしきい値を設定することで解決を図る.

今回は 2 値化する前処理段階として色の検出を行い, 自動で可変的にしきい値を設定することで色を抽出する方法について述べる.

2. 仕様

画像処理に使用した PC およびカメラの概略を Table 1, Table 2 に示す.

Table 1 Host Computer

CPU	Duron 750 MHz
OS	Linux kernel 2.4.31- Ovl1.8
compiler	gcc version 3.32

Table 2 Camera

company name	クリエイティブメディア株式会社
Type number	Video BLASTER WEBCAM
resolution	320 × 240
focal length	150mm ~

3. 画像処理

3.1 今までの画像処理

カメラの映像から目標物の色だけを抽出 (2 値化) し, 抽出した色の画素の一番大きな塊のみを残しそれ以外を消去 (ラベリング) する. さらに, 抽出した一番大きな塊の重心を求める処理 (重心計算) を行っている.

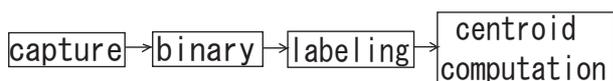


Fig. 1 The flow of image processing

3.2 2 値化

2 値化とは, 濃淡画像から 2 値画像を得ることをいう. 目標物以外の色を白くすることで, 目標物の色と白の 2 値画像が出来る. 2 値化する利点は, 情報量を削減することにより処理速度が速くなるということである.

3.2.1 HSB による 2 値化

RGB 形式は 1 つの色を表現するのに赤, 緑, 青の 3 つのパラメータを用いるため, 色の判定が煩雑になる. このため本研究では色の識別を 1 つのパラメータで表せる HSB 形式を用いている. HSB とは色の種類を表す色相 (Hue), 色の鮮やかさを表す彩度 (Saturation), 色の明るさを表す明度 (Blightness) の要素に分けた表色系である. 各パラメータは色相は $0 \sim 360^\circ$, 彩度は $0 \sim 100\%$, 明度は $0 \sim 100\%$ の値である. HSB の利点は, 色相のパラメータで色を識別できるため, 周囲の明るさの影響が小さい.

3.3 ラベリング

2 値化した画像だけでは, 目標物の色以外にノイズが抽出される. このノイズにより, ロボットが目標物の位置を正確に検出できなくなる可能性がある. そ

こで, ラベリング処理を行いノイズの除去を行う.

ラベリング処理とは, 画像内の連結している画素にラベルをつける事で, 画素を複数の塊として分類することが出来る. その塊のなかで, 最大面積の塊を抜き出すことによって, ボールだけを抽出することが出来る. 本研究室ではラベリングの手法に, 4 近傍ラベリング, ラインブロックラベリングという手法があるが [3], 今回は使用したラインブロックラベリング手法について説明する.

ラインブロックラベリング手法とは, 横に連結している画素を 1 つのブロックとして捉え, そのブロックの左端を最小値, 右端を最大値とする. その最小値と最大値の位置関係によりラベル付けを行っていく. Fig.2, Fig.3 のように $Max1 \geq Min2$ かつ $Min1 \leq Max2$ の時, それぞれの 2 つのブロックは連結していると判断する. ブロックの最小値と最大値の位置関係で画素の連結を判断することが出来るため, 従来使われていた隣接する 4 つの画素を調べるという方法より調べる画素が削減できる. よって, 画像処理速度が向上できるため, 今回用いることにした.

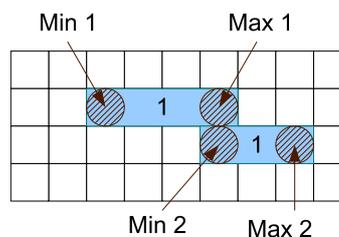


Fig. 2 lineblock labeling1

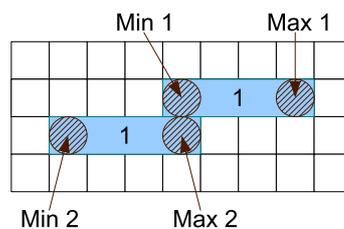


Fig. 3 lineblock labeling2

4. 問題点

今までのプログラムでは、2 値化をする際に、目標物を認識するためのしきい値を設定している。そのため、指定した色しか認識できず、色ごとに別のプログラムが必要となり効率が悪い。

4.1 解決策

そこで 1 つのプログラムでも異なる色を認識するために、しきい値を可变的に設定できる手法について述べる。そのための前段階の処理として色を検知し、それをしきい値に設定することでしきい値を変更出来るようにした。

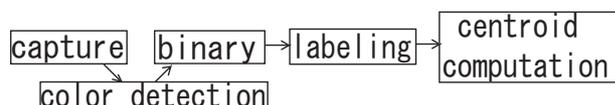


Fig. 4 New folw of image processing

4.2 色検知

カメラに映る目標物の色を検知する方法を考える。まず、Fig.5 に示す画面の黒枠内の領域に注目し、Fig.6 に示すように、この黒枠に認識したい目標物が映るように設置する。このとき画像処理を開始すると、その領域にある各画素の色相を求め、その平均値を計算する。



Fig. 5 The Recognition of Target Thing 1

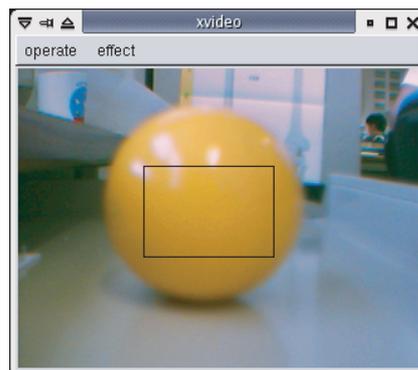


Fig. 6 The Recognition of Target Thing 2

この平均値の値を 2 値化するときのしきい値に設定することで、異なる色を認識させることが出来るようになる。また、しきい値に設定する際に、実験的に良く抽出できた平均値 $\pm 15^\circ$ の範囲に設定する。

5. 実験

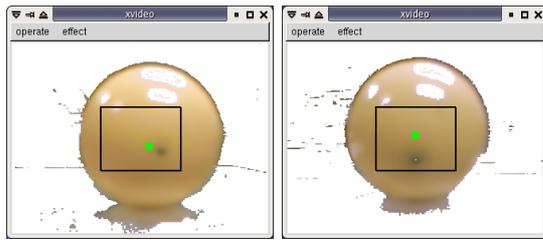
この方法でビジュアルトラッキングをおこなった。色検知から求めた可変しきい値が機能しているということを実験した。

5.1 実験方法

実験方法として、視覚的にわかり易いように抽出する色以外を白とすることで、抽出した色がわかるようにした。Fig.6 に示すように、黒枠内に抽出させたい色を映すことによって、抽出できるかを確認する。また、しきい値には、色相だけでなく明度も指定しているので、明度の値を変えて実験を行う。

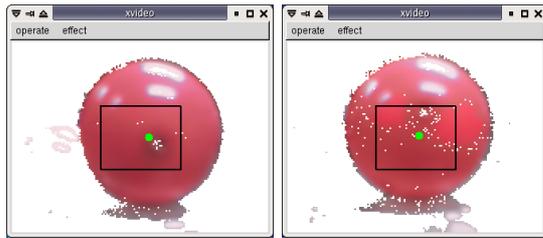
5.2 実験結果

Fig.7 は黄色を検知し、黄色だけを抜き出したものである。Fig.8 は赤を検知し、赤だけを抜き出したものである。Fig.9 は青を検知し、青だけを抜き出したものである。明度の値が 50% 以上の結果を (a)、40% 以上の結果を (b) に表示している。



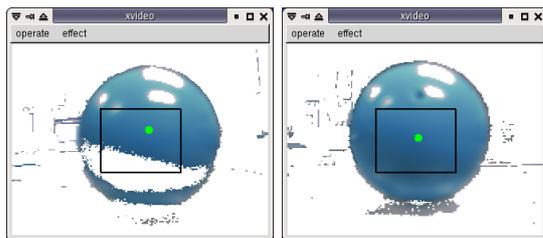
(a) (b)

Fig. 7 The extraction of yellow



(a) (b)

Fig. 8 The extraction of red



(a) (b)

Fig. 9 The extraction of blue

6. 考察

明度が 50% に設定しているときの、黄色、赤は正確に抜き出せている (Fig.7, Fig.8 の (a))。しかし、青は明度に関係で少しかけて抜き出している。(Fig.9 の (a))。明度を 40% 以上に設定したときの青は (Fig.9 の (b)), 50% 以上に設定するときよりは抜け出させているが、赤 (Fig.8 の (b)) を抜き出した結果はノイズが多くなっている。

また、しきい値を設定しているときに平均値 $\pm 15^\circ$ としているので、平均値が 15° 以下のとき、また、 345° 以上のとき、色相の範囲外になってしまうので、

しきい値の設定を見直す必要がある。

自律移動ロボットに目標物を追従させるためには、色を検知したときに平均値を保存しておいて、その値をしきい値に設定しなければならない。なぜなら、黒枠内に映る色をしきい値に設定しているのに、目標物が黒枠内から外れると抽出できなくなり、二度と発見できなくなってしまうからである。

7. おわりに

今回は、色ごとに別のプログラムを用意する問題に対して、可変しきい値にすることで異なる色の抽出を行うことは実証できた。今後は、画像処理を行った際に、色検知した値を保存しておき、その値をしきい値に設定することで、目標物を追従、把持を出来るようにしていきたい。さらに、明度の違いにより抽出ぐあい異なるので、明度の可変も出来るようにしたい。また、ソフトウェアだけでなく、ハードウェアを改良を重ねていきたい。

参考文献

- 1) 蔵前智映 他：視覚センサを用いた自律移動ロボットの開発，計測自動制御学会東北支部，第 224 回研究集会 (2005.10.14)，資料番号 224-3
- 2) 若生大輔：視覚による自律移動ロボットのボール把持タスクの実現，平成 17 年度 卒業論文
- 3) 山口智充 他：視覚センサを用いた自律移動ロボットの行動決定，計測自動制御学会東北支部，第 231 回研究集会 (2005.10.31)，資料番号 231-4
- 4) 飯尾淳：Linux による画像処理プログラミング，オーム社 (2000)