

視覚センサを用いた自律移動ロボットの開発

Development of the Autonomous Mobile Robot Using the Vision Sensor

藏前智映^E, 及川一美^{EE}, 大久保重範^{EEE}, 高橋達也^Y

Tomoaki Kuramae^E, Kazumi Oikawa^{EE},
Shigenori Okubo^{EEE}, Tatuya Takahashi^Y

山形大学工学部

Yamagata University

キーワード： 視覚センサ (Vision Sensor), RGB, HSV, ラベリング処理 (Labeling), 重心 (Gravity)

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
藏前智映, Tel.: (0238)26-3245, Fax.: (0238)26-3245, E-mail: dmr07320@di.p.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

何世紀も前から、人は機械が自分で考え、人間に尽くしてくれる事を夢見てきた。今ではその夢は新世代ロボットの登場とともに、現実のものとなってきている。将来、ロボットは感覚や感情を持つことを除けば、私たち人間ができることは何でもできるようになるだろう。しかし、現時点のロボットはコンピューターにプログラムされた命令に従って、いくつかの仕事をこなすしかできない。最新鋭ロボットは簡単な意思決定ができるようになってきているが、これも実はコンピューターの命令を基にしている点では同じと言える。

自律移動ロボットは、近年多くの大学や研究機関で研究が行われ、様々なロボットが研究されている。私達の研究室で開発している自律移動ロボットはビヘイビアベースド・ロボットが比較的性能の低いセンサやマイコンで柔軟な行動を示すこと

が可能である点に着目している。低性能のセンサやコンピュータではロボットのできることは制限されてしまうが、ローテクなロボットでも特化したある仕事をこなせることを示すことで、安価でセットアップコストの低いロボットを実現できるのではないかと考える。

最終的な目標はロボットがナビゲーションを基に移動して対象物を捕捉し、目的地まで移動させることである。本研究では、視覚センサであるカメラを用いて画像処理を行い、対象物(黄色のボール)を追いかけて捕捉することができるロボットについて論ずる。

2. システム構成

Fig.1に本研究でのシステム構成と流れを示す。

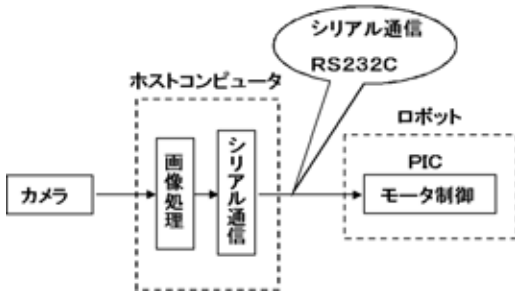


Fig. 1 システム構成

カメラにはクリエイティブメディア社製Video BLASTER WEBCAM Plusを使用する。解像度は 320×240 である。ホストコンピュータには日本データシステム株式会社製PCM-5335を用いCPUはNS Geode GX1(Pentium MMX 300MHz相当)、メモリは最大128MBである。また、Video4Linuxを用い画像処理プログラムの作成を行うためにOSにはLinux red hat 2.4を使用する。ロボットにはナムコ製マイクロマウスを用いる。

3. 画像処理

3.1 アプリケーション

Video BLASTER WEBCAM Plusからの取得画像を画像処理するために、Fig.2のようなアプリケーションを作成した。

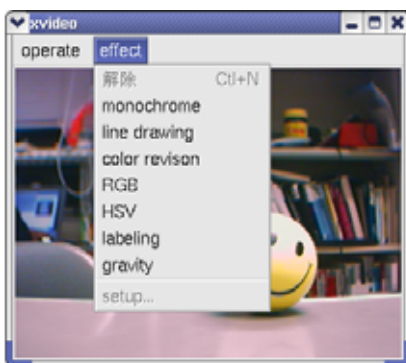


Fig. 2 アプリケーション

effect button を押し、実行したい画像処理を選択する。

3.2 画像処理の流れ

本研究での画像処理は、ロボットに目標物(ボール)を認識させ向かわせることである。色情報を元にした重心により目標物の位置を求めることにした。処理の流れをFig.3に示す。



Fig. 3 画像処理の流れ

3.3 色認識処理

3.3.1 RGBによる画像処理

RGB形式では1つの色を表現するのに赤・青・緑の3つのパラメータで表現している。そこでPhotoshop Elementsで目標物である黄色のボールのR,G,B値をそれぞれ調べた。しかし、光の当り具合により値が変化するため、R,G,B値それぞれの最大値、最小値を調べた。

$$145 < R < 250$$

$$145 < G < 255$$

$$0 < B < 69$$

以上の範囲で画像処理を行った結果をFig.4に示す。



Fig. 4 RGB処理後

3.3.2 HSVによる画像処理

RGB形式がR,G,Bの各原色の濃度の組み合わせから合成色を作るのに対して、HSV形式では色の種類を表す色相(H:hue)、色の明るさを表す明度(V:value)、色の濃さを表す彩度(S:saturation)で表現している。本研究では撮影物の周りの明るさによる外乱的な反射光などの影響を軽減するためにHSV形式で進めていく。そのためRGB形式からHSV形式に変換した。

変換式

明度 $V = \text{MAX}(R,G,B)$

彩度 $S = (\text{MAX}(R,G,B) - \text{MIN}(R,G,B)) / \text{MAX}(R,G,B)$

$\text{MAX}(R,G,B) < \text{MIN}(R,G,B)$ のとき、彩度 $S = 0$

色相

$\text{MAX}(R,G,B) = R$ なら

$H = 60 * (G - B) / (\text{MAX}(R,G,B) - \text{MIN}(R,G,B))$

$\text{MAX}(R,G,B) = G$ なら

$H = 60 * (B - R) / (\text{MAX}(R,G,B) - \text{MIN}(R,G,B)) + 120$

$\text{MAX}(R,G,B) = B$ なら

$H = 60 * (R - G) / (\text{MAX}(R,G,B) - \text{MIN}(R,G,B)) + 240$

$\text{MAX}(R,G,B) > \text{MIN}(R,G,B)$ のときのみ

色相Hと明度Vの範囲を以下のようにして画像処理を行った。

$$40 < H < 80; Y > 150$$

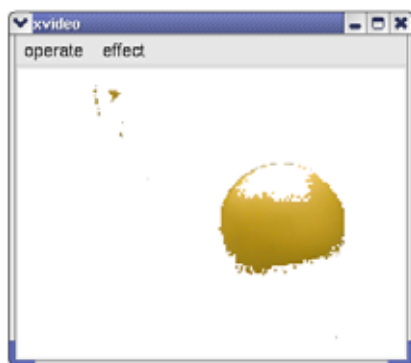


Fig. 5 HSV処理後

4. ラベリング処理

ラベリング処理とは、2値化された画像において、それぞれの連結成分に固有の番号をつける作業のことであり、ラベリング処理後、連結成分の最大面積を抜き出すことによって、背景の領域からボールの領域を抜き出すことができる(Fig.6)。本研究ではラベリングによって連結成分のサイズ(面積)を調べ、最大サイズの連結成分以外はノイズとして除去を行う。

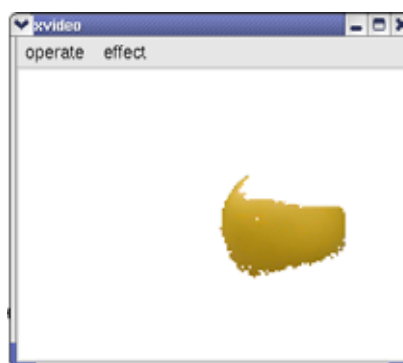


Fig. 6 ラベリング処理後

5. 重心

ラベリング処理後、最大面積の重心を求める。重心を求める式は以下の通りである。画素の位置 $(x_i, y_i) (i = 0, \dots, n - 1)$ の平均値重心の求める処理を行った結果が Fig.7 である。

ラベリング処理後の最大面積は不完全な形であったがボールの動きを認識するためには十分な結果が得られた。

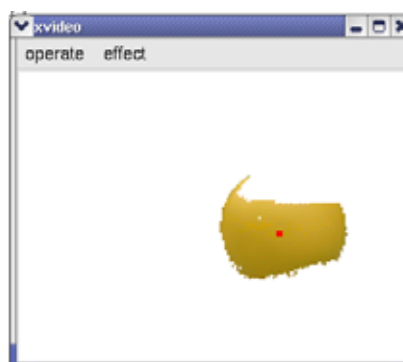


Fig. 7 重心計算後

6. ロボット

6.1 ロボット概観と仕様

本研究で用いるロボットの概観をFig8, Fig9に示す。



Fig. 8 front



Fig. 9 back

6.2 物体追跡方法

ロボットが目標物に向かうことができるように、1画面を6つの領域に分割する。さらに目標物に重心と画面の中心の距離を求め、目標物の重心がどの領域内に存在しているかを求める。どの領域に存在しているかに応じて左右のモータのスピードを変化させ、左右旋回させる。

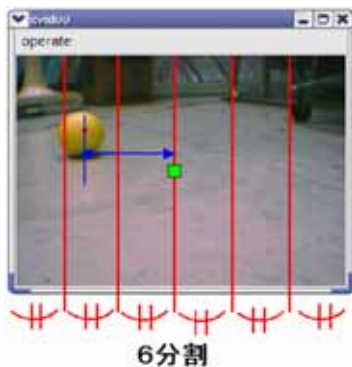


Fig. 10 分割方法

7. 今後の課題

今後の課題として、第一に画像処理プログラムの処理時間を短縮し、よりの確にボールの位置を解析できるようにする。現段階ではロボットは目標物の重心が6つに分割された画面のどの領域に存在するかを認識して方向を変えているため、正確に目標物に向かっているわけではない。そこで、画面の中心と目標物の重心との距離に応じて

ロボットの旋回角速度を変化させるなどを検討し、改良していく。また取得画像から黄色の物体を見つけ抜き出し、最大面積の物体だけを表示するようにしている。しかし、黄色のボールとよく似た色をした物体が近くにある場合区別ができていないという問題点がある。その問題点の改善方法としては物体の特徴パラメータである円形度、または周囲長を調べ抜き出す手法を取り入れることで区別することが可能であると考えられる。

第二に目標物を拘束して掴み運ぶ機構を考える。具体的にはタッチセンサを用いた手を作製し目標物を捕捉できるようにしていきたい。

8. おわりに

本研究ではロボットが目標物を認識し掴み運ぶシステムを構築するためにカメラによる物体認識について論じた。その結果、目標物を抜き出す手法について検証して、ロボットが目標物の重心の位置により特定物体の位置を認識し行動することができた。また、今後の課題と展望を示した。

参考文献

- 1) 井上誠喜、他：C言語で学ぶ実践画像処理、オーム社（1999）
- 2) 飯尾淳：Linuxによる画像処理プログラミング、オーム社（2000）
- 3) 及川一実：“自律移動ロボットにおける「考える」”、平成16年山形大学公開講座資料（2004）
- 4) 原田克彦：“小型ロボット制御実験環境の構築”、平成14年度専攻科特別研究論文集（2002）