

# 画像認識技術を用いた自律型走行ロボットの製作

四国ポリテクカレッジ 情報技術科 山口 修  
(四国職業能力開発大学校)

## 1. はじめに

近年、自律型ロボットの存在感や重要性が高まってきた。介護福祉・高齢化対応や重労働、危険、汚れ作業の代用としてロボットの利用価値は高い。

産業ロボットの国内生産額は4,060億円で、その付加価値は4.4兆円ともいわれている。また、次世代のロボット市場価格は1,262億円といわれている。関連技術の向上と知識の拡大により大学や企業等の研究や試作として接客ロボットや食事支援ロボットなどの製作が試みられている。<sup>1)</sup>

こうした背景から、走行ロボットにCCDカメラを組み合わせて、画像認識技術を用いた自律型走行ロボットの製作に取り組んだ。CCDカメラを取り入れることで色や光の統計を行ったり、色を感知することが可能となるため、より高いレベルの機能を組み込ませたロボットを開発することができる。

## 2. 概要

システムの構成は走行ロボットとCCDカメラを組み合わせた自律型走行ロボットである。CCDカメラによって色を認識するアルゴリズムを試作し、走行動作を評価している。

色認識はプログラムをアップロードした後、リセットボタンを押すとグリーン(LED)が点灯する。消

灯した後、再びグリーンのLEDが点灯するまでカメラレンズの前に認識させる色を置く。これによりCCDカメラに色を認識させることができる。色認識が完了すると走行ロボットが色の追跡を開始する。

## 3. 走行ロボットの仕様

図1に組み立てた走行ロボットの外観図を示す。ロボットの特徴として次の項目があげられる。

1) ロボットはサーボモータによって制御されている。

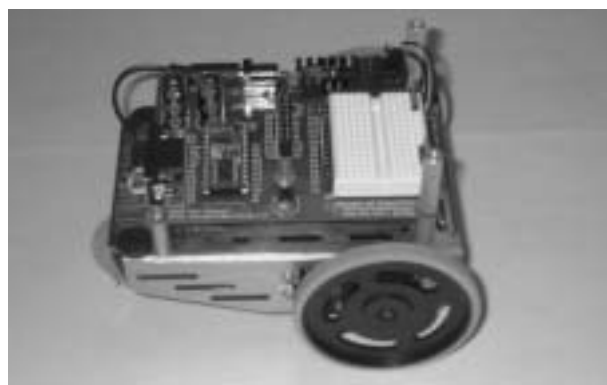


図1 走行ロボット

2) タイヤの直径は6.67cmで一回転すると約21cm進む。

3) プログラムにより特定の幅を持ったパルスを送ることでモータのスピード調整ができ、直進、後退、左折、右折、左回転、右回転の動作ができる。

4) ロボットのCPUモジュールはEEPROMを用いて

いる。サイズは16Kバイトでそのうちプログラム用に8Kバイトを使用している。<sup>2)</sup>

#### 4. CCDカメラの仕様

図2にCCDカメラの外観を示す。

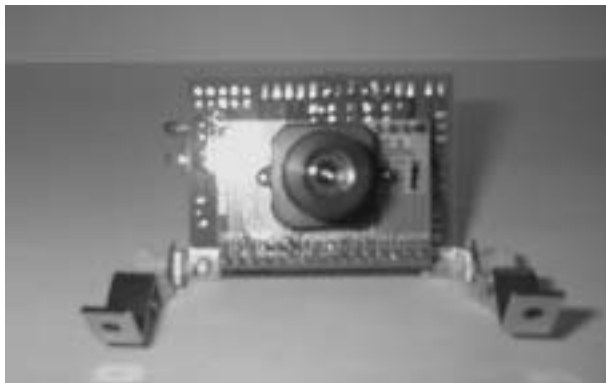


図2 CCDカメラの外観

- 1) CCDカメラからの黒い線はプリント基盤上のブレッドボードにあるVssに接続し、赤い線はVddのコネクタに接続している。図3示すように、青および白い線はシリアル通信用で使用していないピン9とピン10に接続している。
- 2) TTLレベルでシリアルポートを使用して通信を行う。以下にその機能を示す。
  - ・ 毎秒17フレームで、決めた色の特徴を探し、その色の中心を抽出する。
  - ・ 解像度は、80×143である。

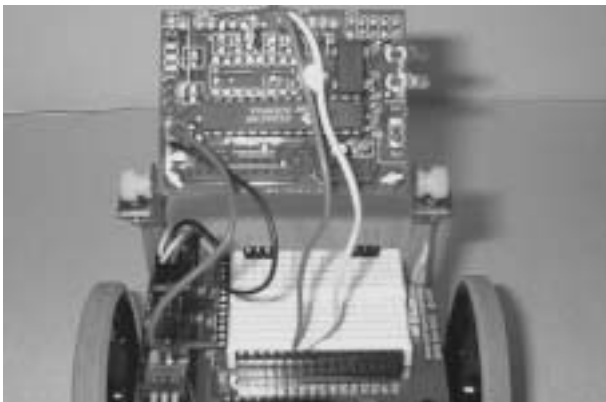


図3 CCDカメラの接続状況

- ・ CPUモジュールとのシリアル通信は、9600ボーである。
- ・ 色データを読み込みながら、サーボモータのドライブ制御により目的物を追跡する。<sup>2)</sup>

#### 5. 開発環境

図4に開発の手順を示す。

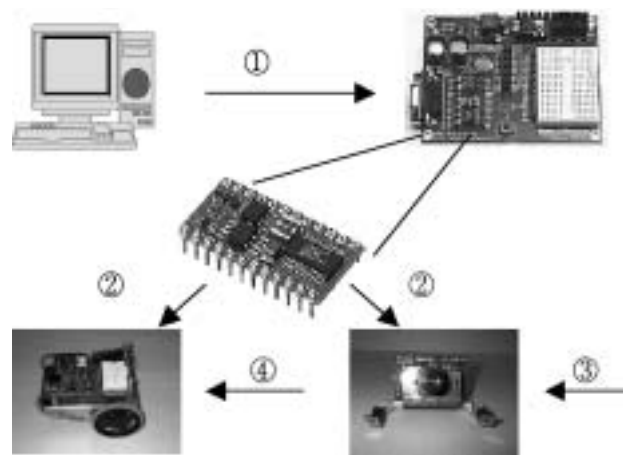


図4 開発の手順

- 1) ①でプログラムをアップロードする。
- 2) ②で走行ロボット側およびCCDカメラ側へ命令を出す。
  - ・ 走行ロボット側へサーボ速度・動作命令を出す。
  - ・ CCDカメラ側へ記録時間調整とピクセル数の判定命令を出す。
- 3) ③で色データを読み込む。
- 4) ④でサーボモータのドライブを制御する。<sup>2)</sup>

#### 6. 開発内容

- 1) P-BASIC言語<sup>注1)</sup>を用いた開発環境の準備
- 2) ロボットの組み立てと設定内容の検証
- 3) CPUモジュールへのプログラムアップロード
- 4) 試作プログラムの作成と動作検証
- 5) プログラム作成

- ①ライン走行アルゴリズム
- ②移動物体追跡走行アルゴリズム
- ③分散色認識走行アルゴリズム

P-BASIC言語は一般に使用されているBASIC言語に似ている。基礎的な英語力のある人であればだれでも使えるプログラミング言語である。BASIC言語の命令（インストラクション）は次の3種類に大きく分けることができる。

- ①INPUT（入力）
- ②DECISION/PROCESSING（決定／処理）
- ③OUTPUT（出力）

表1にBASIC言語の代表的な命令言語を示す。<sup>2)</sup>

ロボットの組み立てや動作検証でポイントとなるのは、動作するために必要な最低限のパーツだけで組み立てて、正常に動作することを確認した後に、

表1 命令言語

INPUT 入力	DECISION/PROCESSING 決定/処理	OUTPUT 出力
SERIN...	IF...THEN...	PWM...
INPUT...	BRANCH...	FREQOUT...
BUTTON...	GOTO...	SHIFTOUT...
PULSIN...	GOSUB...	SEROUT...
	FOR...NEXT...	OUTPUT...
	SLEEP...	LOW...
	PAUSE...	HIGH...

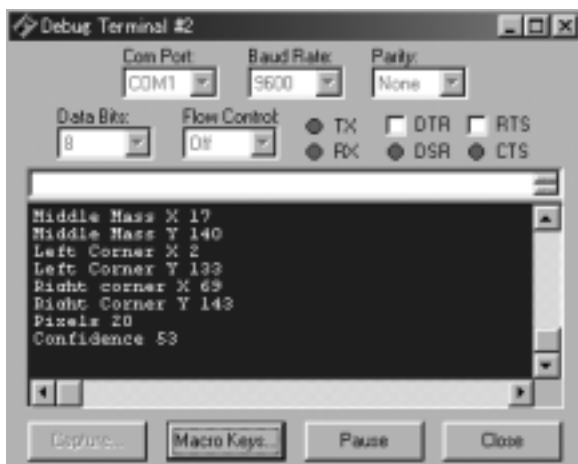


図5 試作プログラムによる実験

それ以外のパーツを1つ1つ追加していく方法が効果的である。

プログラムのアップロードはRS-232Cパラレル通信を使用する。

図5に示すように、試作プログラムはCCDカメラの目的物を追跡する能力を試すものであり、別の色で試したり大きさを変えたりして捕捉データが効果的であるかを検証する。

試作では3つのオリジナルプログラムを作成した。ライン走行と移動物体追跡走行では、前、後、左、右、回転とロボットの基本的な動作を検証し、応用として色を認識させるという独自のテーマに基づき分散色認識走行を開発した。

以下にライン走行，移動物体追跡走行，分散色認識走行のアルゴリズムについて説明する。

1) ライン走行<前進・回転> (図6)

- ・一定幅の色ライン上を走行する。
- ・ライン端で方位転換を行い，ライン上の色を認識するまで探索する。
- ・逆方向へ向きを変え繰り返しながら走行する。

2) 移動物体追跡走行<前進・後退> (図7)

- ・対象とする移動物体を追跡する。

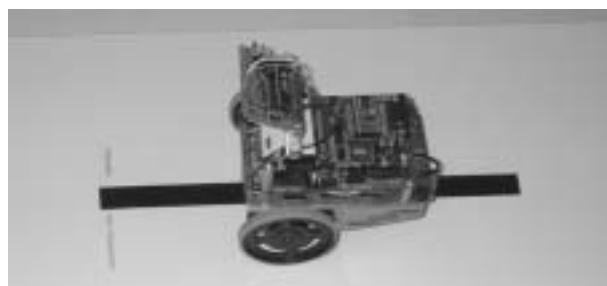


図6 ライン走行

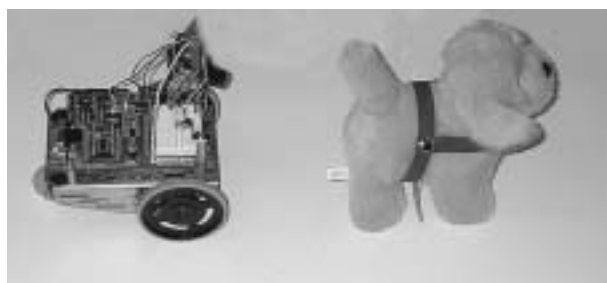


図7 移動物体追跡走行

- ・ある一定間隔の距離を保ち、物体が進むと前進し、戻ると後退する。

### 3) 分散色認識走行<前進> (図8)

- ・前方の色を認識しながら進む。
- ・自色と他色の境界近くに来たら次の色を認識して進む。
- ・異なった色間を繰り返しながら走行する。



図8 分散色認識走行

## 7. ハードウェアの調整

サーボモータの改良と速度調整を行った。サーボモータは約90度から180度の間で動くように内部のプラスチック板にストップタブがついている。図9に示すように、ストップタブを切り取った後、ファイナルギア裏側のプラスチックの中にメタルリングをはめ込まれていることを確認する。リングを外した後、図10のドライブプレートと呼ばれる金具を外し、再びメタルリングを取り付ける。これによりサーボモータの制御におけるループが開放され、サーボモータのスピード調整が可能となる。

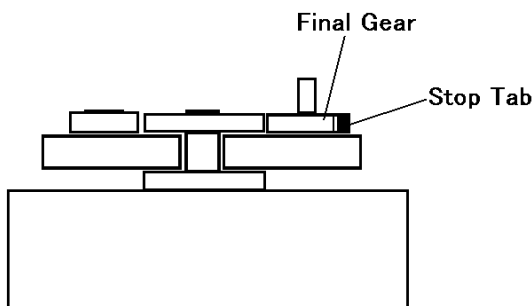


図9 サーボモータの内部構造

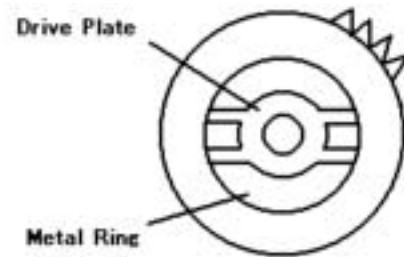


図10 ファイナルギアの裏側構造

## 8. ソフトウェアの調整

### 1) 画像処理を用いたピクセルデータの判定

本アルゴリズムは、すべてのプログラムにおいて欠かせない動作である。CCDカメラからのピクセルデータを使って追跡する対象物がどのくらいの距離にあるかを判定する。ピクセル値が大きいときは、物体が近くにあると判定し、ピクセル値が小さいときは、物体が離れていると判定する。これによりロボットが対象物の後を追跡するという動作が可能となる。

### 2) CCDカメラと追跡対象物間の距離条件

本アルゴリズムは、CCDカメラの使用範囲を決めるために重要な意味を持っている。追跡する対象物に対しては床平面と縦のY座標を使う。ロボットの動作上、床面を床平面として使うことにした。CCDカメラを床面に対してより効果的に働かせるために前方下向きに角度をつける。

CCDカメラが床面に向かって下向きの角度に取り付けられると、そのイメージからY座標の位置データにより追跡する対象物のおおよその範囲を決めることができる。

## 9. 今後の課題

音声による動作確認機能（メッセージ機能）の追加が課題である。改善により、ロボットが認識中の色や画像を見失ったときでも音声で知らせることが可能となる。また、混合色の色認識制御機能の追加

も課題である。使用したCCDカメラの短所をあげると単色のみしか記憶できないという欠点がある。走行したときに混合色の色認識が不安定になるという問題が発生した。さらに、処理が高速でないという欠点があるために色を見失うという問題も出てきている。これらの問題について解決する方法や手段の検討が必要である。

## 10. おわりに

画像認識技術を用いた自律型走行ロボットは、危険物認識システムおよび障害者や高齢者のための歩行誘導システムなどへの応用に生かすことができ有用である。

従来のロボットにビジョンシステムを組み込むことで、限られたパターンの動きだけでなく幅広

い作業への適用が期待できる。また、動作だけでなく色の計測データを他の面でも生かすことができる。

今回、色認識方法や動作を検証しながら進めてきたことでロボットへの関心と理解が高まった。今後はロボット製作に関するノウハウの整備や活用法、製作歩留まりを向上させるためのシミュレーションの活用など、効果的に進めていくことも検討していきたい。

### <参考文献>

- 1) 経済産業省近畿経済産業局総務企画部企画課，近畿地域における次世代ロボットに関する実態調査報告書について，次世代ロボット市場の現状と将来展望，pp. 25-27，経済産業省近畿経済産業局，2002
- 2) 関本清志，プログラム用エディター，命令言語 P-BASIC 言語，pp. 18-30 pp. 60-101，日本マイクロロボット教育社，2002

注1) P-BASICは，Parallax，Inc. の登録商標です。

# 技能検定学科試験問題解説集

国家技能検定制度による技能士を目指す方々の受検参考書として、1級および2級の学科試験について、正誤をつけて解説したものです。試験科目及びその範囲と細目付き。

## 新版・技能検定学科試験問題解説集 最新刊

### ■No.1 機械保全 (増補版)

A 5判・296ページ/定価 2,625円

共通問題 1級—100問 2級—83問

専門問題【機械系保全作業】1級—90問 2級—88問【電気系保全作業】1級—90問 2級—89問

### ■No.8 冷凍空気調和機器施工/熱絶縁施工

A 5判・248ページ/定価 2,625円

【冷凍空気調和機器施工】専門問題 (真偽法) 1級—68問 2級—72問 (多肢択一法) 1級—72問 2級—73問

【熱絶縁施工】専門問題 (真偽法) 1級—73問 2級—72問 (多肢択一法) 1級—72問 2級—74問

### ■No.15 金属材料試験

A 5判・208ページ/定価 2,730円

共通問題 (真偽法) 1級—32問 2級—34問 (多肢択一法) 1級—36問 2級—36問

専門問題【機械試験法】 (真偽法) 1級—43問 2級—42問 (多肢択一法) 1級—29問 2級—27問

【組織試験法】 (真偽法) 1級—42問 2級—43問 (多肢択一法) 1級—29問 2級—28問

### ■No.24 油圧装置調整

A 5判・160ページ/定価 1,680円

専門問題 (真偽法) 1級—78問 2級—80問 (多肢択一法) 1級—70問 2級—69問

■発行所

社団法人 雇用問題研究会 <http://www.koyoerc.or.jp>

〒104-0033 東京都中央区新川1-16-14 電話 03-3523-5181 (代表) FAX 03-3523-5187