

# 福岡工業大学 機関リポジトリ

## FITREPO

Title	標識ロープを利用したライン走行ロボット I
Author(s)	弘中 大介
Citation	福岡工業大学研究論集 第40巻第1号 P37-P40
Issue Date	2007-9
URI	<a href="http://hdl.handle.net/11478/928">http://hdl.handle.net/11478/928</a>
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher

Fukuoka Institute of Technology

# 標識ロープを利用したライン走行ロボット I

白 川 弘 明 (情報メディア学科)  
弘 中 大 介 (情報メディア学科)  
谷 口 泰 敏 (情報工学科)

## Line Following Robot that Uses an Indicator Rope I

Hiroaki SHIRAKAWA (Department of Information and Multimedia Technology)

Daisuke HIRONAKA (Department of Information and Multimedia Technology)

Yasutoshi TANIGUCHI (Department of Computer Science and Engineering)

### Abstract

Most line following robots, which are used for the basic education, are only able to travel along a drawn line. In this paper, one proposes the idea of using a flexible rope, which can be freely followed by the robot. In addition, by using a yellow and black striped pattern on the rope, one calculates the travel distance. Information concerning the travel distance was wirelessly relayed to a personal computer, and in this manner the positional status of the robot can be displayed on the screen. As a result, a simple robot with high travel flexibility was successfully developed.

Keywords: *flexible rope, line, striped patten, travel distance, information on the travel distance*

### 1. はじめに

ライン走行ロボットはロボットの学習教材として主に学生実験などで製作実験用として教育に使われ成果を上げている。また、一部の積極的な学生は競技大会に出場して他大学の競技者との交流により互いに刺激を受け技術の向上を量っている。これらの観点から見ればそれなりの教育上の効果が上がっていることは事実である。しかし、一般的には製作が終わると身につけた技術を他方面に応用することもなく、これ以上の発展性を考えていないのが現状である。本短大のプロジェクト学習においてもライン走行ロボットを製作実

験として採用しているがこの点では同様である。そこで著者はこの教材を発展させるためにラインを標識ロープに置き替え、ロープに沿って走行できる利用価値のあるロボットの開発を行った。

また、監視ロボットの研究者の多くは屋内の廊下、展示会場でのブースの周りを確実に移動できるロボットを開発している。これらのロボットはレーザ、超音波、赤外線、CCDカメラを用いた画像処理など多くのセンサを搭載した高度なロボットである。しかし、今一つ正確さと安全性に欠けるものでありまだ十分とはいえない。一部ではあるがこれらの問題をほぼ解決した装置が開発されたという情報もあるが、かなり高額な装置であるため手軽に利用はできない。そこで今回提案した標識ロープ方式ロボットは利用する場所の環境が変わっても簡単にロープの形状を変えただけで走

行できるのが利点がある。

## 2. システム構成

標識ロープは市販されており縞模様が黄色と黒、白と赤の2種類がある。認識装置にはライン走行ロボットによく使われている赤外線センサを使用した。よって、原理そのものは教材ロボットと大して変わらない。しかし、このロープの縞模様は一定でかつ等間隔になっておりロボットが走行する距離情報として利用できることに着目した。この情報を無線でパソコン側に送りロボットの移動状況が把握できるようにした。パソコンのディスプレイ上にはロボットを使用する周辺環境を予め描いておき、その上にロープの形状を正確な縮尺図で描く。次に縞模様の単位長をディスプレイ上での単位移動距離として対応させておけばロボットの移動状態を目視できる。ロボット全体の構成を図1に示す。

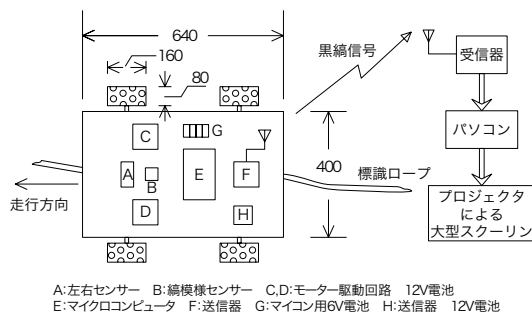


図1 全体構成図

赤外線センサで黄色と黒縞それに白と赤縞のロープの計測を行ったが黄色と黒縞は図2、図3のようにかんりの鋭い特性を示した。しかし、白と赤縞はほとんど反応はなかった。よって、前者のロープを採用した。

ロボットの車体の大きさは400mm×640mmと大きめにした。また、車輪も直径160mm、幅60mmのものを使用した。将来監視用のロボットとしての発展性を考えれば最低でもこのサイズは必要である。

距離情報をパソコンに伝送するのはRS232Cの直列通信方式を採用した。<sup>1)~5)</sup>

一般のライン走行ロボットは凸凹のない平らなフィールド上に極端に色の違うラインを描き、色による反射光の強弱を利用してラインの形状を読みとっている。そして、ある値で2値化することにより左右のモーターのON、OFFを行いラインに沿った走行をさ

せている。この方式はかなりのジグザグ走行を免れない。しかし、本研究ではフィールド平面とロープの断面の円形が作る凸型の形状を利用して赤外線センサでフィールドとロープ間の高さを計測しながら走行する方式である。しかも、この高さ情報はアナログ電圧に変換されマイクロコンピュータ (PIC16F877) に内蔵されている10ビットの分解能を持つA/Dコンバーターでデジタル信号に変換する。このデータをPWM信号としてモーターの回転速度調整として用いるためスムーズな走行になる。

写真1に黄色と黒縞の標識ロープを示す。



写真1 標識ロープ

## 3. 標識ロープと赤外線センサーの特性

図2はロープの中心点を基準に左右のずれによるセンサーの電圧変化を計測したものである。ロープの直径は12mmであるため、左右のずれ範囲も12mmとして横軸は1mm間隔で測定した。センサーとロープの縦軸は2mm間隔で行った。左右対称の特性であるため両方のモーターは、ずれの度合いに応じた回転速度が得られた。図3は黄色と黒の縞模様の検出でセンサーをロープの中心に置き、ロープの線状に沿って5mm間隔で移動した測定結果である。ロープとセンサーの縦軸は図2と同様に2mm間隔で行った。黒い縞部分は縦軸の距離に関係なく0.2Vの電圧を示した。両サイドの電圧の上昇は黄色い縞部分である。

## 4. センサ部の構造

センサー部は図4に示すように3個の赤外線センサ

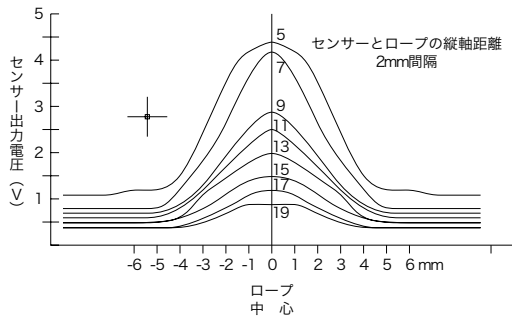


図2 ロープの左右特性

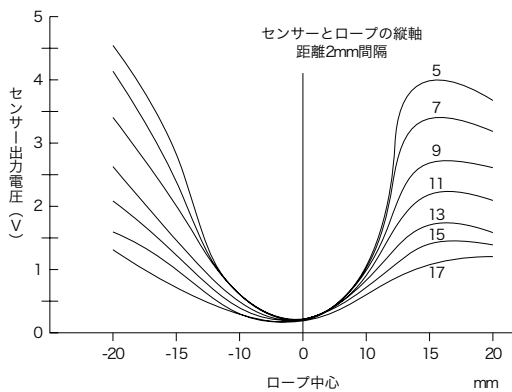


図3 縞模様検出特性

で構成した。前方車軸線上の中心を基準に左右にそれぞれ±20mmの移動を可能にし、2個のセンサー間隔の微調整ができる構造にした。この車軸中心より30mm後方に縞模様検出センサー1個を取り付けた。

このセンサーは独自に上下方向に±30mmの移動を可能にし、ロープとの縦軸の距離の微調整ができるようにした。

また、センサ部全体は同時に±40mmの上下移動が可能である。

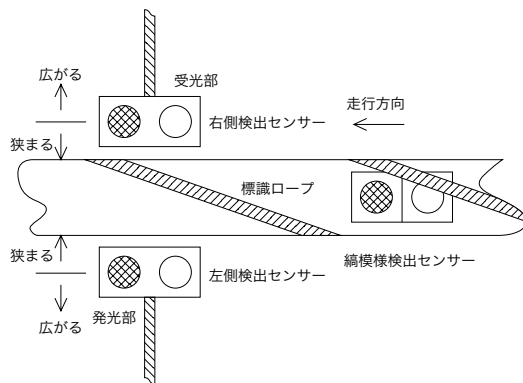


図4 センサー部構造図

## 5. マイクロプロセッサ (CPU)

ロボットの制御にはPIC16F877を使用した。図5にマイクロコンピュータと周辺装置<sup>9)10)</sup>の構成を示す。このマイクロコンピュータにはA/Dコンバータ10ビット8チャンネル、PWM、非同期シリアル通信の機能が内蔵されているので、このような簡易なシステムの制御には適している。それに各ビットの入力、出力の電流が200mAであるために回路の部品数を少なくすることができる。

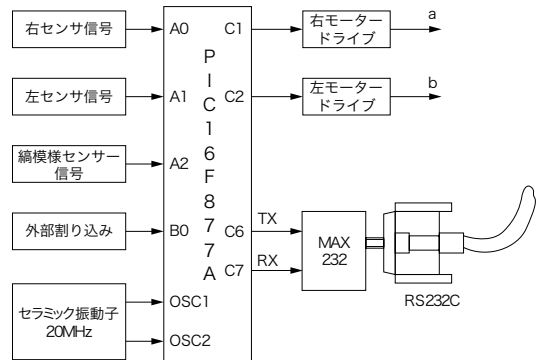


図5 16F877と周辺装置の構成図

## 6. 電源回路

電源は電力消費の大きさを入れ3つの電源に分割した。<sup>11)</sup>

### ①モーター駆動部

12V 3Ah、急速充電式(5分)式のバッテリーを2個を左右別々に独立させた。モータの規定電圧は7.2Vであるため8Vの3端子レギュレータを使用して極性保護用にダイオードを直列に接続しモータ電圧を規定の7.2Vにした。

### ②制御部

制御部はほとんど電力の消費をしないので市販の乾電池を4個を使用した。

### ③通信器部

通信器部の電力消費は①と②の中間にあたり12V 2Ahのバッテリーを1個使用し、3端子レギュレータで5Vに変換して使用した。

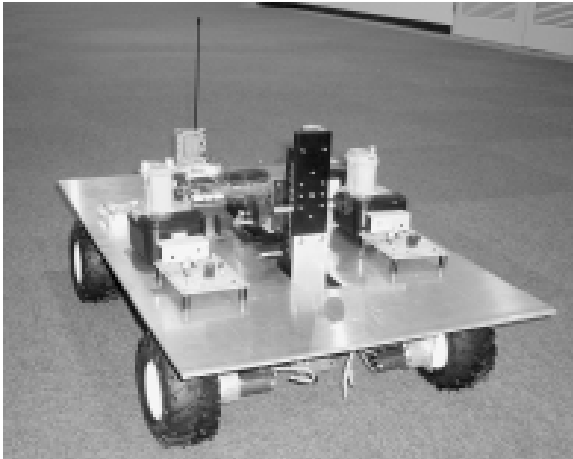


写真2 ロボット写真

## 7. おわりに

今回の製作 I の段階において①標識ロープに沿ってロボットの直線状の走行を確認できた。②ロープの縞模様が走行距離情報として利用できることも確認できた。③パソコンのディスプレイ上に走行情報を表示できた。以上の成果を上げることができた。この基礎技術を基に、①ロボットの速度を上げる。②複雑な形状のロープに沿って高速で走行できるようにする。③走行方向を 1 方向のみではなくパソコンからの指令で前進、後進、停止を可能にする、などのシステムにすることが今後の課題である。なお、プロジェクト学習が始まって 4 年目になるがロボットプロジェクトⅢレベルのオリジナルな教材として十分に活用できると考えている。

## 参 考 文 献

- 1) サッカーロボットのハードウェア構成  
福岡工業大学情報科学研究所  
1999年 第10巻 2000年 第11巻  
石井、田中、谷口、白川
- 2) ロボカップ用実時間画像認識のための一方式  
計測自動制御学会ロボティクスメカトロニクス  
部門講演会 2000年 12月  
谷口、田中、石井、白川
- 3) サッカーロボット YAMAKASA の構造と機能  
福岡工業大学情報科学研究所  
2000年第13巻 田中、石井、谷口、白川
- 4) サッカーロボットのハードウェア構成 RoboCup  
競技 (小型部門) に向けて(1)(2)  
1999年10月3日、2000年9月13日  
谷口、田中、石井、白川
- 5) サッカーロボットのハードウェア構成 Robo-Cup  
競技 (小型部門に向けて I)  
1999年11月 谷口、石井、田中、白川
- 6) 技術者のためのマイコンによる計測入門  
2000年10月20日  
山崎、中野、白川、谷口 コロナ社
- 7) マイコンによる機械の制御 (基礎編)  
1988年5月16日  
白川弘明 共著 4 昭晃堂
- 8) PIC ワンチップマイクロコントローラ応用編  
マニュアル 2002年7月1日 第3版発行  
株マイクロアプリケーションラボラトリ
- 9) PIC ワンチップマイクロコントローラ基礎編  
マニュアル 2002年4月1日 第4版発行  
株マイクロアプリケーションラボラトリ
- 10) 車椅子用集散調整機能付き照明器の試作 I  
福岡工業大学研究論集 第39巻 第2号  
2007年2月27日 白川弘明、齋藤文親