

506 工業高校における制御学習とロボット製作

正 蓮田 裕一 (宇都宮工業高校) ○ 渡邊 雅人 (宇都宮工業高校 3年)
 中田 達也 (宇都宮工業高校 3年) 原田 洋行 (宇都宮工業高校 3年)
 椎貝 賢太 (宇都宮工業高校 2年) 菱沼 星也 (宇都宮工業高校 2年)
 半田 旭 (宇都宮工業高校 1年) 正 古沢 利明 (帝京大学理工学部)

Yuichi HASUDA (Utsunomiya Technical High School), Masato WATANABE, Tatsuya NAKATA, Hiroyuki HARADA, Kenta SHIIGAI, Seiya HISHINUMA, Asahi HANDA and Toshiaki FURUSAWA (Teikyo University)

Key Words: Sensors, Educational robot, Rotary Encoder, World Robot Olympiad

1 緒論

分解組み立て型ロボットの一つであるマインドストームは基礎的な制御学習機器として多くの大学や工業高校などで用いられている。10年前から宇都宮工業高校では制御学習にマインドストームを導入すると共に、センサの効果的使用法について報告してきた。

本研究ではロータリーエンコーダやライトセンサについて動作精度を明らかにしている。さらに、ライトセンサによる色や形状の異なる対象物を正確に識別するための試みとロータリーエンコーダの性能試験を踏まえた分解組み立て型ロボット等の設計・製作を報告する。

2 ロータリーエンコーダによる制御

2-1 授業におけるロータリーエンコーダの制御例

本校電子機械科の制御学習は3年間で座学224時間、実習96時間の授業が実施される。1学年では電子回路の基礎とC言語を用いた簡単なプログラム作成を行い、実際にトレースロボットを製作する。2学年では図1に示したようにモータの回転速度の制御をPICとロータリーエンコーダを用いて行う。

向かい合わせた発光素子と受光素子の間をスリットが回転し、光の通過・遮断により回転角を検出する。検出した回転角をデジタル信号の形で出力し、PICで制御する。

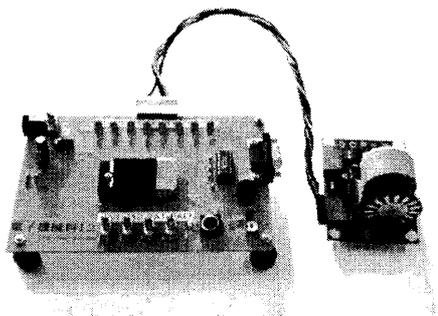


図1 ロータリーエンコーダを用いたモータの回転速度の制御

2-2 ロータリーエンコーダの構造

実験にはレゴ社の光電式ロータリーエンコーダ付モータ (type: 9842) を用いた。同ロータリーエンコーダは発光素子と受光素子の間にスリット付きのギヤを付けて回転した時の回転角を出力している (図2・3参照)。

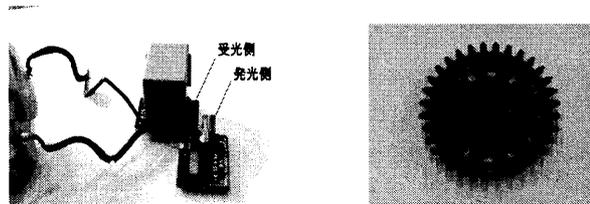


図2 ロータリーエンコーダ 図3 スリット付ギヤ

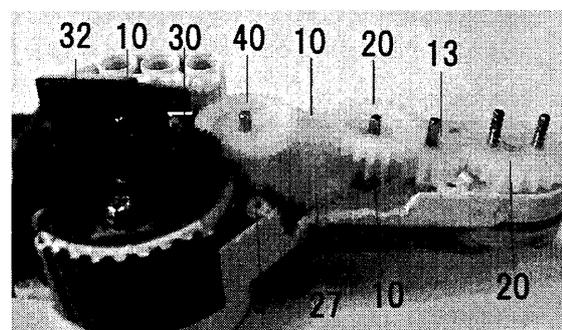


図4 ロータリーエンコーダ側と駆動軸側のギヤ配列

図4に示すようにモータ主軸のギヤの歯数は10枚 ($Z_A=10$)、ロータリーエンコーダのスリット付きギヤの歯数は32枚 ($Z_r=32$)となる。一方、駆動軸側は $Z_1=30 \cdot Z_2=40 \cdot Z_3=9 \cdot Z_4=27 \cdot Z_5=10 \cdot Z_6=20 \cdot Z_7=10 \cdot Z_8=13 \cdot Z_9=20$ となるので、ロータリーエンコーダ側と駆動軸側の比 (ギヤ比) G_r は、15:1になる。

スリット付ギヤのスリット数が12なので、明暗は24になる。ロータリーエンコーダ側と駆動軸側のギヤ比が15:1なので、スリットの一つの明暗で駆動軸を 1° ($15 \times 24 = 360$) ずつ正確に制御できる。

2-3 ロータリーエンコーダを用いたロボット

の巡回制御

前述したロータリーエンコーダをロボットに付属したときの動作を調べた。図5に実験に使用したマシンを示す。左右のタイヤの中心間距離を150mmにし、直径56mmのタイヤを駆動させる。マシンが90°内の巡回することを想定して駆動力レベル(P1)をP1=3からP1=5までの範囲でロータリーエンコーダの値を25から250まで変化させ、マシンの巡回角度を求めた。

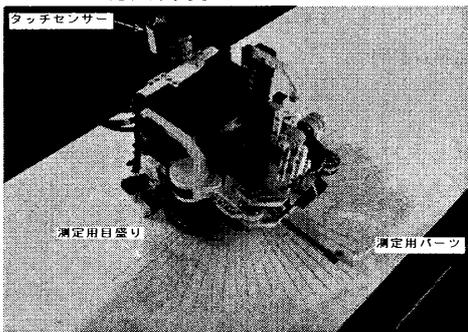


図5 実験に使用した基本マシンと実験コース

図6にロータリーエンコーダの値を変化させた時のマシンの車体巡回角度の変化を示す。車体巡回角度は左右の巡回でほとんど変わらない。また、巡回角度に理論値とほぼ比例関係が得られることから高い精度で巡回角度の制御が可能である。駆動力レベルが増加するに従い巡回角度も増加している。全ての駆動力レベルで理論値よりも高い値を示すのはモータ停止後、ブレーキ機能が無いため慣性巡回してしまうためである。

プログラムに適切なモータの逆回転を追加する事により、理論値と同様な車体巡回ができる。

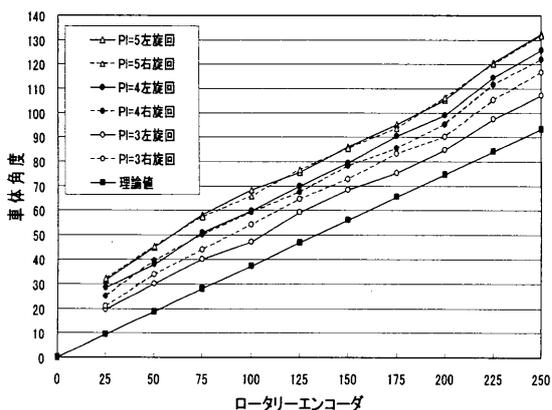


図6 ロータリーエンコーダによる走行距離の制御

3 ライトセンサによる対象物の識別

図7にライトセンサを用いて色と形状の異なる直方体のブロックの識別を行うマシンを示す。ブロックは縦横高さが30×30×30mmと50×50

×30mmの2種類で、それぞれ赤、青、緑の3色である。マシンの上部にライトセンサを付け、ブロックの色と形状を識別することを試みた。

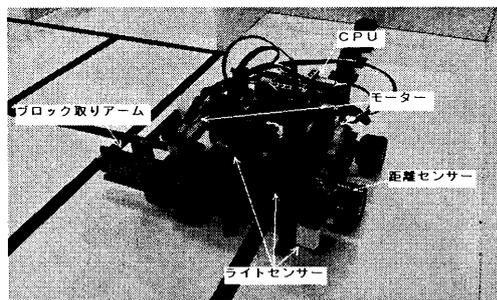


図7 ライトセンサを使い対象物の識別を行うマシン

ライトセンサで対象物を測定した結果、赤≒55, 青≒29, 緑≒27の値を示し、青と緑の識別が困難である。そこで、ブロックを識別する際に図8に示すプログラムでコンテナを使い、複数回対象物をライトセンサで測り、平均値を求めた。この手法により従来の一点測定の3倍の信頼性・再現性を得ることが出来た。

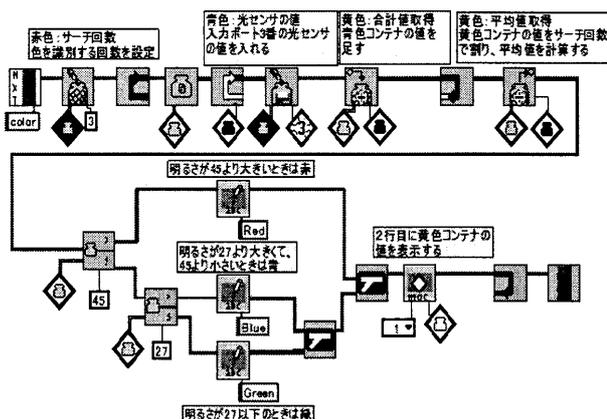


図8 対象物を識別するプログラム

マインドストームを用いた世界的なコンテストであるWRO(ワールド・ロボット・オリンピック)では、ロボットは約1.2m×2.4mのコースの中を正確に速くコース内を移動することが不可欠である。WRO 2011に向けたマシンではライトセンサとロータリーエンコーダを併用することで、移動距離を正確に測定しながら、対象物であるブロックを正確に識別することができた。

参考文献

- HASUDA, KINEBUCHI: The 1st. Int. Symp. on Robotics in Science and Technology Education 2008(2008)pp49-52.
- 蓮田・岸本・原田 他: 日本機械学会茨城支部学術講演会論文集(2010) 27-28.