

ロボット工学学習のためのカリキュラムとテキストの開発

専攻科2年 生産システム工学専攻 廣田真也

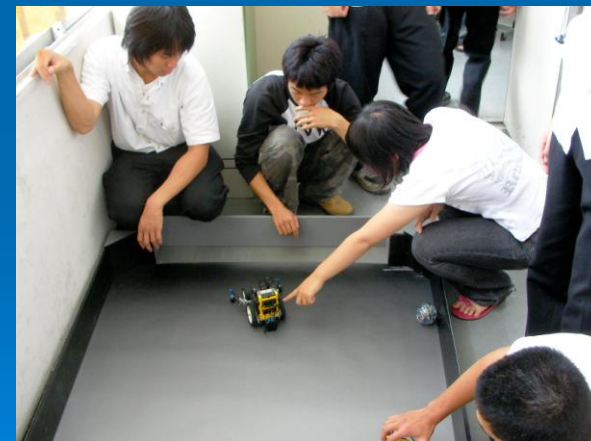
研究背景

ロボット工学は電気・機械・制御などなど複数の分野の知識から成り立っており、基礎を教えるのが難しい。

そこで、ロボットを実際に製作しながら基礎知識を学習する方法が試みられている。

福井高専の場合・・・

機械工学科3年のC言語応用にて、ロボットサッカー用のロボット製作学習を実施



ロボットサッカーとは？

グレースケールを施したフィールド(右図)で、
ロボットがボールを取り合い、
相手ゴールにシュートする競技

どんなロボットを作るのか？

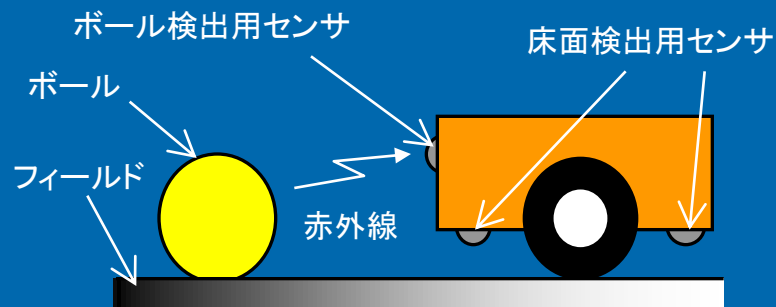
ボールを見つける機能と、自機の向きを認識
する機能を最低限持つロボット
ロボットにはボールを見つけるためのセンサと、
床の色を調べるためのセンサを搭載

どんなものを使ってロボットを作るのか？

ロボットを材料から作るのは大変
レゴ・マインドストームなら、ブロックを組み合わせて
簡単にロボットのハードウェアを作れる

学習時間は？

100分=1コマとして、週一回
15週間実施する



サッカー用ロボットの概略図



レゴ・マインドストームで作ったロボット

これまでの学習の利点

- ・学習者がロボットに興味を持ち、積極的に学習を進められる
- ・プログラムと実際の制御動作を結びつけながら学習が進められる

レポートから分かった問題点

- ・センサの取り扱いに手間取り、プログラムや動作機構の改善に手が回らない
- ・与えられた学習時間が短く、技術的問題を解決できずに、授業が終わってしまう

⇒学習内容の改善が必要！

本研究の目標

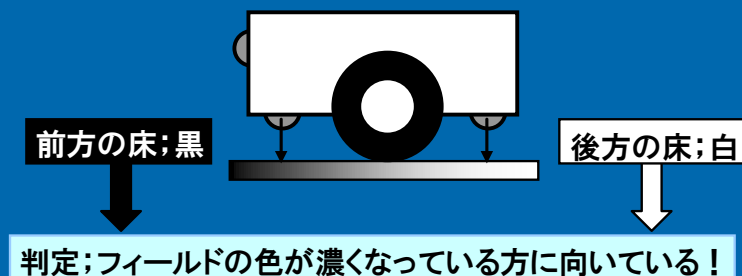
これまでの学習レポートで挙げられてきた問題を解決するため、ロボットの光センサについて測定実験を通してその特性を調査し、それを元に解決策を提案

そして、提案された解決策を新たに盛り込んだテキストとカリキュラムを開発し、ロボット工学学習のさらなる内容の充実を図る

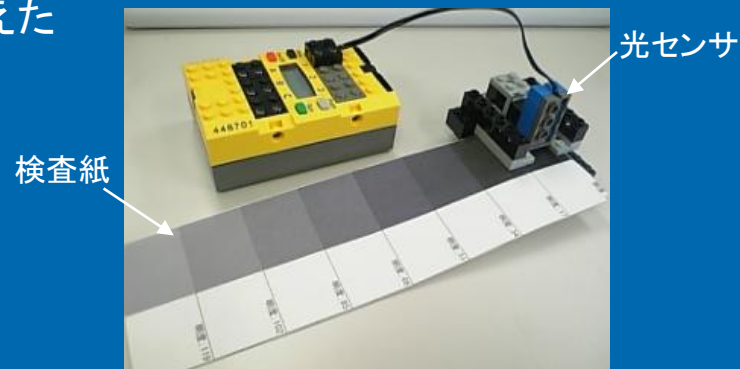
光センサの各実験

◎床面検出用光センサに関する測定実験

サッカーロボットでは車体前後の床の色を光センサで調べて、その違いから方向を認識
しかしセンサの出力にバラつきがあり、うまくいかない！
どんな床の色でどんな出力を出すのか調べて、対策を考えた



床の色から方位を認識する方法



床面検出用光センサの実験

レゴ・マインドストームに付属しているセンサは出力にずれがある

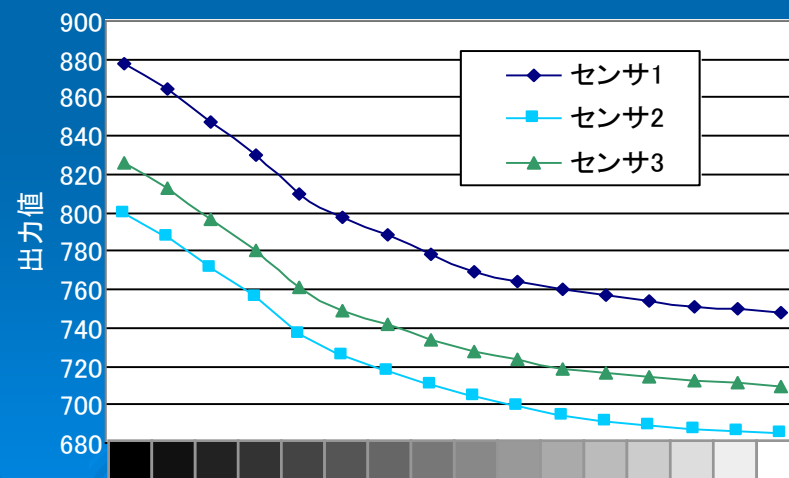
⇒ 出力修正が必要

⇒ 対処法: プログラム上での値の補正

床面の色が明るくなるにつれて、出力値が下がり、変化量が減る

⇒ 白に近い色のフィールド上では、方向が認識しにくくなり、
わずかな値の変化も正確に捉える必要がある

⇒ 対処法: 太陽光などの外乱対策



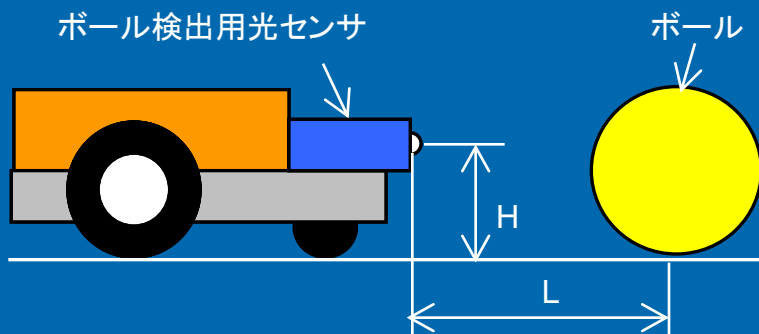
紙の色
床面検出用センサの実験結果

◎ボール検出用光センサに関する測定実験

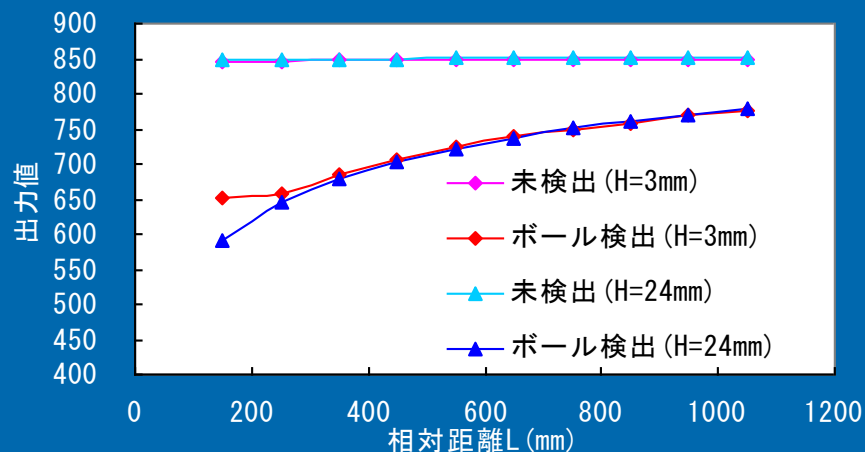
サッカーロボットでは、サッカーロボット専用のボールから出される赤外線をセンサで検出し、ボールの有無を確認

しかし、うまくボールを見つけられない場合が多い！

対策を考えるため、ボール検出用光センサの位置と、センサの感度の関係を調べた



ボール検出用光センサの実験



ボール検出用光センサの実験結果

ボールの距離とセンサの出力する値は対数関数的な関係を有する

ボールセンサの位置が低いと、近くにボールが接近してきても、センサがボールとの距離の変化を捉えにくくなる

⇒ ロボットを作る上で、センサの取り付け位置を工夫する必要がある

⇒ 対処法: テキストでデータを示しつつ、工夫を促す

学習用テキストの改善

測定実験から分かった各センサの特性改善方法に関するページをこれまで使用されていたテキストに追加し、学習内容を改善

5.3 床センサの選定・使用方法

ロボット前方・後方の床色を2つのセンサで検出して出力した値を比較し方向を判定する場合、2つセンサの性能に大きな違いがあれば困ります(2つの激辛料理の味を比較するのに、一方を甘党の人に、もう一方の料理を辛党の人に味見させたりしないのと同じです)。ですから床検知用のライトセンサには床色の濃さとセンサ値の関係が似ている物を使用し、同じ床色に対して近い値が出るよう工夫を施す必要があります。それでは、具体的にどのようにして床センサを選定し使用するかの説明します。

床センサの選定基準

右の図 5.4 は試しに8つのライトセンサを選び出し、様々な色の紙にかざしてセンサ値を測定したときの結果です。どのセンサも、紙の色が明るくなるにつれて値が低下するという形の曲線を描いていますが、全体的な値のずれがあります。この中でグラフの曲線形状が似ている2つのセンサを選び出します。図 5.4 の曲線を重ね合わせると図 5.5 のようになります。この中でセンサ 2 の曲線がとてもしに近い形をしており、色に対するセンサ値の変化の様子がよく似ていると考えられます。よってこの場合、センサ 2 を床センサ用に使用します。

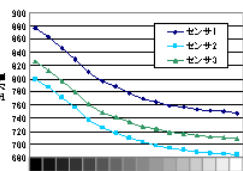


図 5.4 紙の色とセンサの値の関係

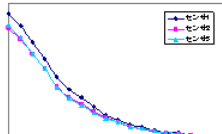


図 5.5 各曲線の比較

床センサの値の補正

検出する床の色が同じでも、2つのセンサの値が一致するわけではありません。例えば、図 5.4 のセンサ 2、8 の値を比較すると、センサ 2 の方がセンサ 8 より全体的に見て 25くらい高いです。この事実の状態で、『センサ 2 のほうが 8 より 25 高くして...』と考えながら方向識別プログラムを作るのは不便です。そんなときは図 5.6 のように、センサ値に一定の値を足して(または引いて)補正してしまえば、各センサの値のずれを考えずに方向識別プログラムを作成することができます。

```
task main() {
  int HOSEI2;//補正後のセンサ値(この値を方向判定に使う)
  SetSensor(SENSOR_2,SENSOR_LIGHT);
  SetSensorMode(SENSOR_2,SENSOR_MODE_RAW);
  while(1){
    HOSEI2=SENSOR_2+25;//センサ値の補正(センサ 2 の値+25)
  }
}
```

図 5.6 センサ値の補正

5. 床探知ロボットの製作の手引き

先センサを使って床の様子を調べ、自分の向きを判断するロボットを実際につけてみましょう。

5.1 床探知ロボットの動作原理

床探知ロボットは、床の色の違いを利用して、自分がどちらを向いているのか判断します。例えば...

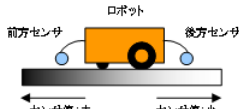


図 5.1 床探知ロボットの判断

前方センサの値 > 後方センサの値

なら、ちょうど図 5.1 のようにロボットはフィールドの黒い方を向いていることになるわけです。

ただしセンサ値の大小関係だけでは細かい向きは判断できません。図 5.2 に示す状態 1、状態 2 を区別しない場合...



図 5.2 ロボットの配置と方向判断

しきい値 > 前方センサの値-後方センサの値

のように、値の差を基準に判断すると良いでしょう。

5.2 床センサの作り方

センサを下向きにしてロボットに付けただけでは床センサとしての役割を果たせません。例えば図 5.2 の状態 1 のように、前方センサと後方センサが違う床色を検出したとしても、場所によってはほんのわずかな値の違いしか出ません。周囲の光によってセンサの値がころころ変化すると、たちまちロボットは方向を識別できなくなります。ですから、周囲の光を遮断する工夫をしなければなりません。図 5.3 に示すように、センサの受光部周りにブロックのひしきを付け、ロボットに観望するときは受光部を床に近づけてください。ただし、センサを床に接触させると床の色を覆べられなくなります。

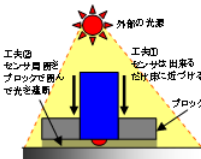


図 5.3 床センサの断面図

～床センサに対する工夫とその効果～
ブロックのひしきを付けたり、センサを床に近づけると、外部の光によるセンサ値の変化を大幅に減らすことができます。右の図は、昼と夜でセンサ値がどのくらい変わったかを示したものです。何も工夫をしないと昼と夜でかなり値が変化しますが、センサを床に近づけたり近く、ひしきなどで目の光を遮ると、昼夜のように明るさが大きく変わる状況でもセンサの値はこわくずかしく変動しません。

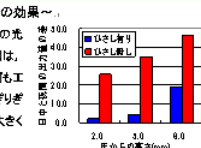


図 5.4 高さの影響

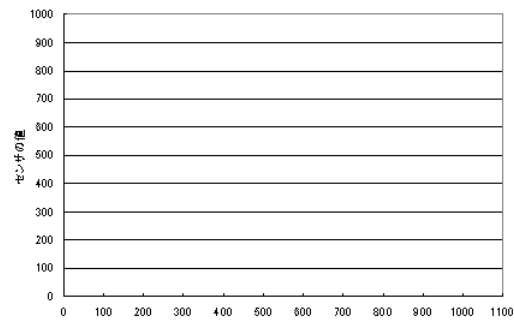


図 4.7 測定結果

ボールの有無を識別する上で最適なしきい値: _____

ボール追従用のプログラムにこのしきい値を導入し、ロボットがボールを追いかけられるか試してみよう。

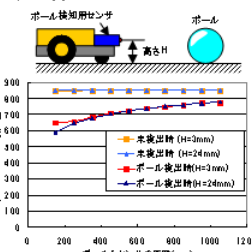
チャレンジ!

もう1つ、しきい値"THRESHOLD2"を設定して、ロボットに「ボールに近づきすぎたら停止する」という機能を追加してみましょう。

THRESHOLD2= _____

～ボール検知用センサの工夫2～

センサの値からボールの距離を判定する場合、センサの取り付け高さも考えなければいけません。実験でセンサを床から 8mm と 24mm の高さに設置しボールを検知させてみたところ、右の図のような結果が出ました。通常、ボールがセンサに近いほどセンサの値はどんどん下がりますが、センサが床に近い(高さ 8mm)と、ボールがある程度近くまで接近したとき値が下がりにくくなります。距離によってセンサ値が大きく変わったほうが距離の判定がしやすいですから、センサは床からある程度離してロボットに付けましょう。



センサの選定方法と出力値の補正方法に関するページ

床面検出用光センサの外乱防止策と効果のページ

センサの高さと出力値の影響に関するページ