

自律ロボットの知能のデザイン (2nd)

システム科学技術学部 機械知能システム学科

2年 野村 拓未

2年 中川 義隆

2年 高橋 聡

指導教員 准教授 佐藤 和人

助 手 間所 洋和

指導補助 4年 内海 祐哉

1. はじめに

21 世紀は人間と共生し人間の日常生活をサポートするロボットの実現が求められている。このようなロボットは、決められたタスクを実行するだけでなく、ロボット自身が自律的に環境や状況を把握した上で行動する知能を有している必要がある。昨年度は、単に決められたタスクのみ行い限られた環境に適応し行動できるロボットのソフトウェアを開発した。そこで、今年度はプログラミング可能なロボットを用いて、未知の環境や状況に適応できる知能化技術の実現に向けたソフトウェアの開発を行った。

2. 使用機器

(1)LEGO MINDSTORMS NXT

LEGO MINDSTORMS NXT は、図 1 に示すレゴブロックで自由にロボットを組み立て、開発して制御プログラムをビルド後アップロードすることで、自在な行動を実現できる教育用ロボットのキットである。

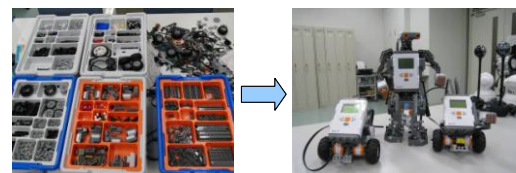


図 1 LEGO MINDSTORMS NXT

(2)nxtCamv2

nxtCamv2(カメラ)の解像度は 176×144 pixels でフレームレートは 30 fps である。最大 8 色まで登録が可能である。

nxtCamv2 で画像を Capture(取り込み)して、図 2 に示す nxtCamv2 View 操作画面で画像中から特定物体の色を抽出し、カラーマップに登録する。登録した色をもとに tracking(追跡)する物体を検出する。

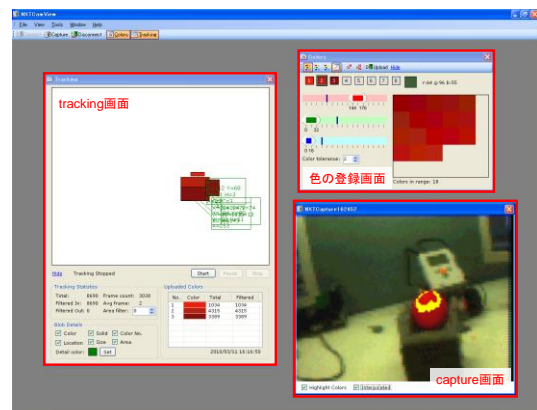


図 2 NXT Cam View 操作画面

3. 実験内容

本研究では、ロボットの知能に相当するソフトウェアに焦点を当て、2種類のロボットを組み立ててそれぞれ以下の実験を行った。

(1)倒立振り子ロボットの製作

図3に示す倒立振り子ロボットを組み立てた後、Web上に公開されている倒立振り子のサンプルプログラムを用いて、倒立振り子が正常に動作するか実験した。また、センサ類は以下のものを使用した。

(a)超音波センサ

超音波の反射を利用して、設定した範囲内の物体を検出できる。ロボットは、設定距離の範囲内の物体を検出するとロボットが後退するようにプログラムされている。

(b)ジャイロセンサ

角度や角速度を検出することができる。ロボットの傾きの検出に使用した。

(c)コンピュータブロック NXT (NXT)

NXTは、作成した行動プログラムをインストールし、各種モータやセンサを制御する部分である。またBluetoothが内蔵されておりNXT同士の通信が可能である。本実験ではNXTでリモコンを製作し、ロボットを遠隔操作可能にした。

①ロボットの倒立可能な最大傾斜角の測定

図4に示す板の上でロボットを倒立させ、板の片端を持ち上げて1°ずつ傾斜を大きくしてゆき、倒立不能になったときの角度を測定した。

角度に対応する高さの算出には、板の長さ及び持ち上げ高さ h 、斜面のなす角を θ として計算式(1)を用いた。

$$\theta = \sin^{-1} \frac{h}{d} \dots(1)$$

②超音波センサの反応設定値と実際の反応距離の誤差

ロボットの超音波センサにおいて、図5のように実際の反応距離を測定し、プログラム上で設定されている反応距離(250mm)と比較した。

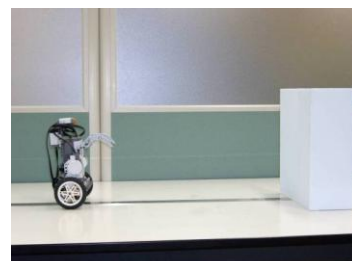
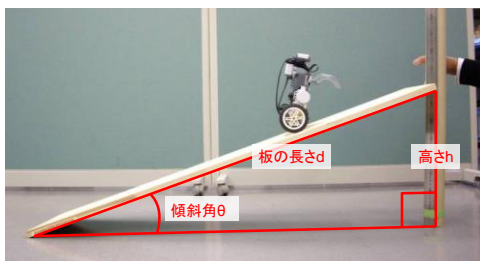


図4 倒立可能な傾 図5 超音波センサの反応距離の測定

(2)カメラを搭載した倒立振り子ロボットの製作



図3 倒立振り子ロボット

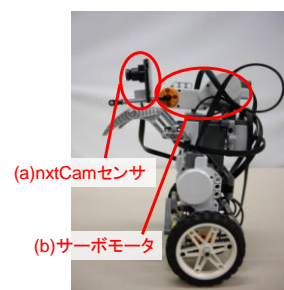


図3に示す倒立振り子ロボットを改造して、図6に示すカメラ付き倒立振り子ロボットを組み立てた。nxtCamv2を上下に運動させることで、目標物体をtrackingしやすくするためにサーボモータを取り付けた。Web上に公開されているカメラ付き倒立振り子のサンプルプログラムを用いて、ロボットが正常に動作するか確認した。

①nxtCamv2による目標物体の最大tracking距離の測定

ロボットのカメラを、目標物体(ボール)から100mm間隔で遠ざけてゆき、trackingが可能な距離を測定した。

②ロボットによるtracking実験

ロボットにボールを認識させた上で、そこからボールを図7に示す座標系で運動させ、追跡できるかを実験した。

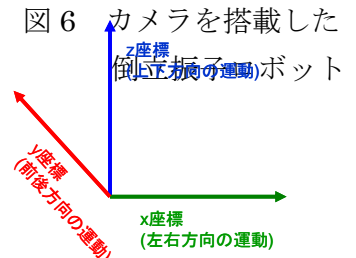


図7 座標系と運動方向

4. 実験結果

(1)倒立振り子ロボットの製作

①ロボットの倒立可能な最大傾斜角の測定

1°ずつ傾斜を大きくしていったところ、21°まではその場で倒立できていたが、22°ではその場に倒立することができずに斜面を下っていった。

②超音波センサの反応設定値と実際の反応距離の誤差

表1に示す実験結果より、反応距離は246.8mmとなった。

表1 超音波センサの反応距離

回数	反応距離(mm)
1	240
2	244
3	251
4	249
5	250
平均	246.8

(2)カメラを搭載した倒立振り子ロボットの製作

①nxtCamv2による目標物体の最大tracking距離の測定

100mm間隔で遠ざけたところ、徐々にtrackingできるサイズの範囲が小さくなっていった。1200mm時点で認識しづらくなり、1500mm時点で認識することが困難な状態になった。

②ロボットによるtracking実験

実験結果を図8及び表2に示す。

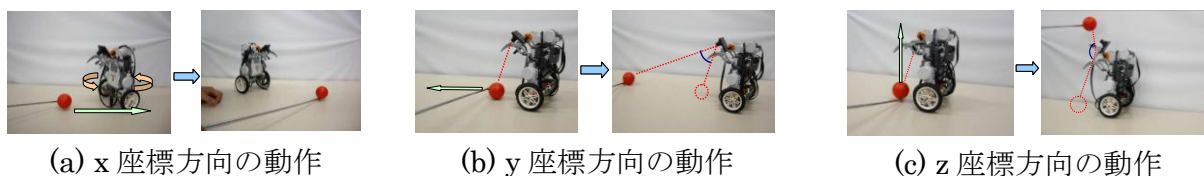


図8 それぞれの座標にボールを動かした場合のロボットの動作

表 2 ボールの動きとロボットの反応

座標	ボールの運動方向	結果
x	左右	車輪を回転させ、追跡した。
y	前後	カメラ部のモータでのみ追跡し、ロボット自体が前後に移動することはなかった。
z	上下	カメラ部のモータで追跡した。

5. 考察

(1)倒立振子ロボットの製作

倒立振子の最大傾斜角は 21° であった。しかし、カメラを搭載するとその分重量も増すため、最大傾斜角が 21° 以下になると考えられる。

プログラム上で超音波センサの反応値が 250mm に設定されていたが、実験結果は 246.8mm であったことから、 3.2mm の誤差が生じた。その理由として、超音波センサが跳ね返った超音波を検出するのに微小な時間が生じたことが考えられる。

(2)カメラを搭載した倒立振子ロボットの製作

ボールの前後運動に対してロボット自体が前後に移動しなかった理由として、`nxtCamv2` は視覚は持っているものの、遠近感を判断できないためだと考えられる。

`tracking` の時点で近くにある物体は大きく認識でき、遠くにある物体は小さく認識される。これを利用すれば遠近感を持たせることが可能になると考えられる。また、カメラを 2 台使用することでも遠近感を基にロボットを制御できると考えられる。

6. まとめ

今回の研究では、ロボットが倒立するという点で自律走行させることができた。また、カメラで視覚を与えることによって特定物体の色を認識することができた。

今後の課題は、物体の色をあらかじめカメラに登録しなくても自動的にそのシーンにおいて登録できるようにすることや、物体の色だけではなく、その物体を認識できるようにすることである。そして未知のシーンや環境に適應できるソフトウェアを開発することである。

7. 参考文献・URL

[1] 「Eclipse ではじめる C」

NRI ラーニングネットワーク株式会社 著, 株式会社 翔泳社

[2] 「nxtOSEK」

<http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/index.htm>

[3] 「mindsensors.com」

<http://www.mindsensors.com/>