

## 自律ロボットの知能のデザイン

システム科学技術学部 機械知能システム学科

1 年 中川 義隆

1 年 高橋 聡

1 年 野村 拓未

指導教員 准教授 佐藤 和人

助 手 間所 洋和

指導補助 4 年 大谷 寿光

### 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、決められた動作を実行するだけでなく、ロボット自身が自主的に環境や状況を把握し行動を判断する必要がある。本研究では、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 のようにレゴブロックで自由にロボットを組み立て、作成したプログラムをインストールし、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。

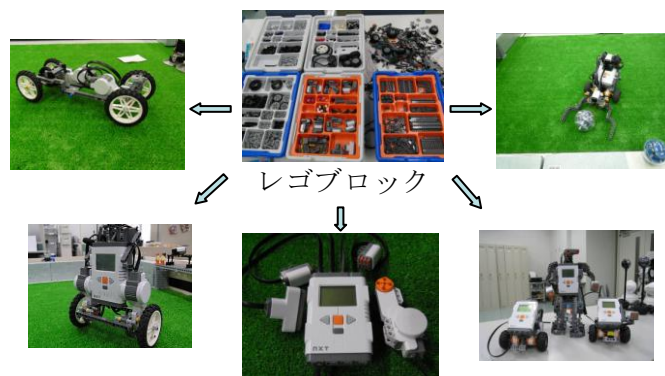


図 1 LEGO MINDSTORMS NXT

#### (2)ランドマーク :

自律走行テストにおいてロボット自身がコースのどの位置を走行しているかを認識させるために、図 2 に示す黄、赤、オレンジ、ピンク、青の色画用紙をランドマークとして用いた。

(3)障害物：

本研究では、実環境における様々な障害物を想定して、図3に示すボックスを用いた。

(4)実験用フィールド：

自律走行テストの予備実験として、回避行動の動作確認を行うために、図4のような縦180cm×横120cmのフィールドを用いた。

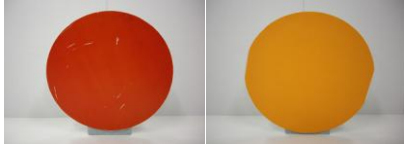


図2 ランドマーク



図3 障害物



図4 実験用フィールド

(5)LEGO MINDSTORMS Education NXT（プログラミング用ソフト）：

LEGO MINDSTORMS Education NXTは、図5に示すような操作画面になっており、必要な「命令ブロック」を組み合わせて行動プログラムを作成できる。命令ブロックの例として、図6に「超音波センサブロック」、図7「カラーセンサブロック」を示す。

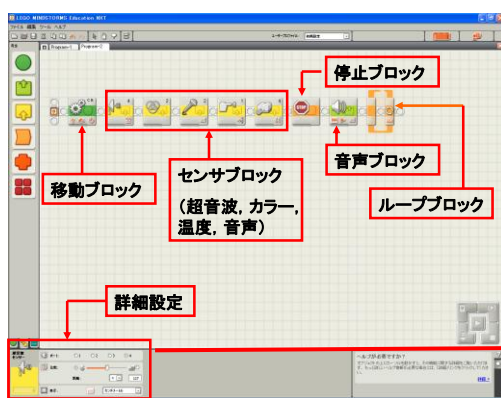


図5 操作画面

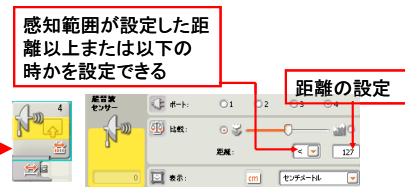


図6 超音波センサブロック



図7 カラーセンサブロック

3. 実験内容

本研究では、ロボットの動作を決定する知能に当たるソフトウェアに焦点を当て、以下の4点について実験を行った。

(1)搭載センサ動作確認：

実際に障害物を超音波センサの前に置いて、設定した距離の約30cmで反応するかを確認した。またランドマークをカラーセンサに当て、設定した色（黄、赤、オレンジ、ピンク、青）で反応するかを確認した。

(2)行動プログラムの設計、コーディング及び実装：

障害物の回避行動及びランドマークの識別を行う行動プログラムを作成するとともに、図8のような実験用ロボットをLEGO MINDSTORMS NXTを用いて組み立てた。脚部はモータの動力が直接車輪に伝わり、制御が簡単でかつ長い距離を移動するのに適した車輪とした。自律ロボットの主な構成は以下のとおりである。

A: コンピュータブロック NXT

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、ロボットの知能に相当する。

B: 超音波センサ

超音波の反射を利用して設定距離（最大 250cm）範囲内の物体を認識できるため、障害物や壁の認識に使用した。

C: カラーセンサ

色の値を設定することで様々な色を識別することができるため、ランドマークの認識に使用した。

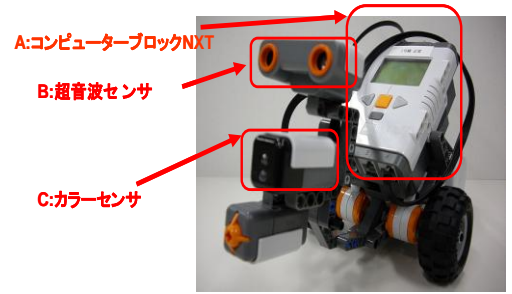


図 8 実験用ロボット

(3) 実験用ロボットによる自律走行テスト:

以下の二点を確認しながら、図 9 に示す学部棟 II 4 F の廊下を 1 周させた。

- ① ランドマークを認識して、ロボット自身が走行している位置を把握できるかどうか。
- ② 障害物で阻まれたコースを走行でき、障害物の位置が変化しても作成したプログラムによって対応できるかどうか。

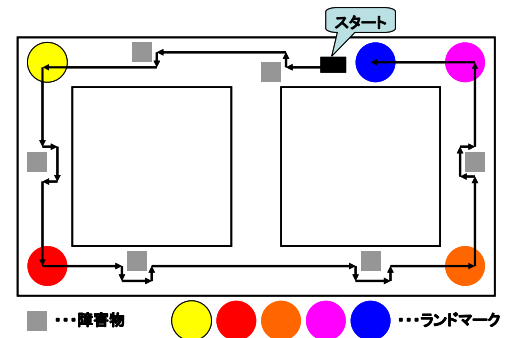


図 9 自律行動テストの実験環境 (学部棟 II 4 F の廊下)

(4) 行動プログラムの改良:

実験結果の分析から問題点を発見し、解決策を行動プログラムに反映させた。

#### 4. 実験結果と考察

ランドマークを識別させることで、ロボット自身がどの位置を走行しているかを把握し、最後の青のランドマークで停止することができた。

またタイプ A では、障害物を前方に感知すると左右 45° 方向に旋回して、物体までの距離が大きい方に進むことを繰り返すことで障害物を回避することができた。同様に、タイプ B でも障害物を前方に感知すると左右 45° 方向に旋回して、壁との距離を比較することで壁との距離が大きい、広い通路から障害物を回避することができた。

本研究で作成したプログラムと行動を以下に示す。

(1) ランドマークの認識

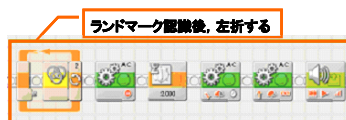


図 10(a) 行動プログラム (左折)

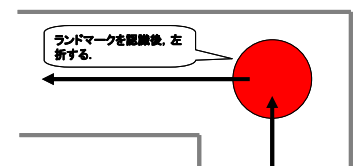


図 10(b) ランドマーク認識後左折



図 11(a) 行動プログラム (停止)

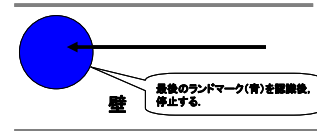


図 11(b) ランドマーク認識後停止

## (2) 障害物の回避行動

### ① タイプ A



図 12(a) タイプ A の行動プログラム

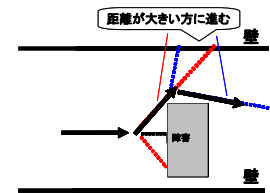


図 12(b) タイプ A の回避行動

### ② タイプ B

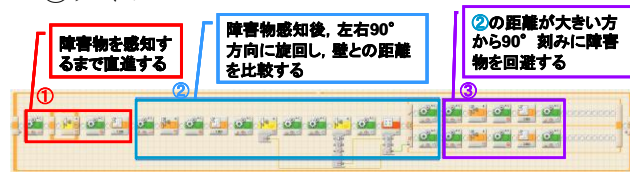


図 13(a) タイプ B の行動プログラム

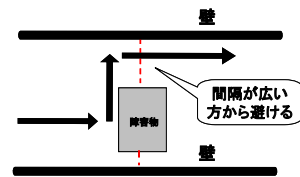


図 13(b) タイプ B の回避行動

このように判断基準を単一方向に依存する行動では視野が狭いと考えられるため、判断基準となる旋回方向を増やした方がより知的だと思われる。

## 5. まとめ

- (1) 単一方向ではあるが  $45^\circ$  や  $90^\circ$  に旋回して、適切な方向から障害物を回避できた。
- (2) ランドマークを識別させることで、ロボット自身がどの位置を走行しているかを把握しゴールを認識することができた。
- (3) 障害物回避、ランドマークの認識を行い、学部棟 II 4F の廊下を一周することができた。

今後の課題として、幅広い視野をロボットに与えることが挙げられる。例えば、位置情報を無線通信によりロボットに送信すれば、障害物を回避するのに適した方向を様々な視点から検出できると考えられるため、このようなシステム全体を視野に入れた研究を進めていきたい。

## 6. 参考文献

- [1] 「入門 LEGO MINDSTORMS NXT レゴブロックで作る動くロボット」,  
大庭慎一郎 著, ソフトバンク クリエイティブ株式会社
- [2] 「LEGO MINDSTORMS NXT オレンジブック」,  
五十川芳仁 著, レゴジャパン監修, 株式会社毎日コミュニケーションズ
- [3] 「LEGO MINDSTORMS NXT グレーブック」,  
大庭慎一郎・松原拓也 著, 株式会社毎日コミュニケーションズ
- [4] 「レゴブロックと ROBO LAB で学ぶエンジニアリングアプローチ」,  
Eric Wang 著, Chris Rogers 監修, 株式会社ラーニングシステム