

課題情報シート

テーマ	画像認識と機械学習を用いたリバーシ対局ロボットの製作		
大学校	沖縄職業能力開発大学校		
ホームページ	www3.jeed.or.jp/okinawa/college/		
電話番号	098-934-4803（学務課）		
訓練課程	専門課程	訓練科	電子情報技術科
担当指導員	斉藤 正義		

開発（制作）年度・期間

2017 年度 ・ 10 カ月

（内訳）企画：1 カ月、設計：2 カ月、製作：6 カ月、調整：1 カ月

開発（制作）学生数

2 名

（内訳）機構設計・製作、画像処理、リバーシ思考ルーチン、ユーザーインターフェース：1 名

電子回路設計・製作、ロボット制御：1 名

習得した技能・技術

ロボットと制御回路の設計・製作技術を習得し、画像認識、リバーシ思考ルーチン、ユーザーインターフェース、およびモータの制御プログラムを習得しました。

開発（制作）のポイント

画像処理、リバーシ思考ルーチンおよびユーザーインターフェースは、Raspberry Pi を使用し、各種アクチュエータの制御を H8 マイコンで行いました。

Raspberry Pi®は Linux®で動作し、PC 上で同じ環境を作成し、動作確認を行ってから実際の機器に実装しました。

H8 マイコンは μ ITRON で動作し、単体で動作確認を行いながらプログラムをライブラリ化しておき、Raspberry Pi®と接続したときに即座に対応できるようにしました。

機能ごとにマイコンを使い分け、それらをシリアル信号により接続し、複数のマイコンの使い方を習得します。また、OS の違いも把握します。

石は 3 軸の直交ロボットにより動かし、各軸は DC モータとステッピングモータおよびソレノイドを用いて、PID 制御などにより位置と速度の制御を行っています。通常は 1 種類のアクチュエータで統一しますが、アクチュエータの違いによる制御方法の違いや特徴を理解するために 3 種類のアクチュエータを用いて制御を行いました。

機構部は購入品を極力減らし、自ら設計・製作した部品を使用しました。

訓練（指導）のポイント

機構部を含む全体の構成は、学生が事前に考えた案を元に一緒になって問題がないかを検討し、試作品を作りながら製作をしました。

画像処理、機械学習、リアルタイム OS の利用または PID 制御など使用した技術が多岐に及んだため、訓練時間内だけでは間に合わないので時間外で技術を習得しながら製作をしました。

部品の購入先の選定から開発環境の構築など製作に必要とされる全てのことを、学生自ら行ってもらい、途中で問題が起こっても先生の指示を待つことなく、お互いに相談しながら解決できるように指導しました。

お金のかからない範囲で仕様の追加や概観などの変更は学生が自ら決めて、製作に取り組むことにより、学生が興味を持って技術の習得をできるようにしました。

開発物の仕様

項目	内容
サイズ (W×D×H)	600×800×840
ステッピングモータ	DC24[V] 1.8 度
ブラシ付き DC モータ	DC24[V] 4500[min^{-1}]
プル型ソレノイド	DC24[V] 5.2[N]

使用機器

開発において使用した機器等（機器名・メーカー・型番）

ボール盤

基板加工機

参考文献

ITRON プログラミング入門—H8 マイコンと HOS で始める組み込み開発(2005) 濱原 和明オーム社
Open CV - Python チュートリアル（日本語訳版） http://labs.eecs.tottori-u.ac.jp/sd/Member/oyamada/OpenCV/html/py_tutorials/py_tutorials.html
リバーシプログラムの作り方 http://www.es-cube.net/es-cube/reversi/sample/index.html
オセロプログラムの作り方 http://hp.vector.co.jp/authors/VA015468/platina/algo/
強いオセロプログラムの内部動作 http://www.amy.hi-ho.ne.jp/okuhara/howtoj.htm
マイケル・ブロー(1997)「Experiments with Multi-ProbCut and a New High-Quality Evaluation Function for Othello」 https://skatgame.net/mburo/publications.html

画像認識と機械学習を用いたリバーシ対局ロボットの製作

沖縄職業能力開発大学校 専門課程 電子情報技術科 2 年

1. はじめに

私たちは人間とコンピュータが将棋で対局する様子を見て、将棋を指すロボットに関心を持ったが、複雑な機構のため、ルールや石の形状が単純なリバーシなら製作できるのではないかと考えた。

製作にあたって、電子情報技術科で学んだ各分野を深めることを目的として、本テーマを総合制作のテーマとした。

2. システム構成

2.1 概要

本製作物は、図 1 に示すように、人間とコンピュータのリバーシ対局において、実際のボードを共有する。

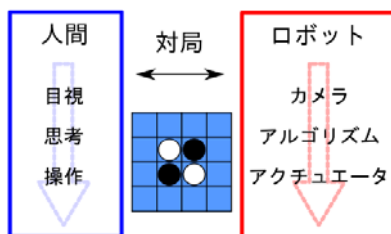


図 1 製作物の概要

そのため、人間同士の対局と同じように、実際のボード上でコンピュータとゲームを楽しむことができる。

ロボットは、ボードの状態をカメラによって取得し、リバーシ思考ルーチンによって最善手を探索する。実際の石を置くなどの操作を、各種アクチュエータを制御するマイコンへ指示する。マイコンは各種アクチュエータを制御する。

2.2 ハードウェア構成

実際のボード上で対局を行うため、ロボットのハードウェアは 3 部分で構成されている。主な制御には RTOS を使用している。

(1) アーム部

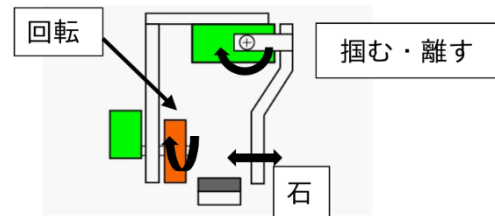
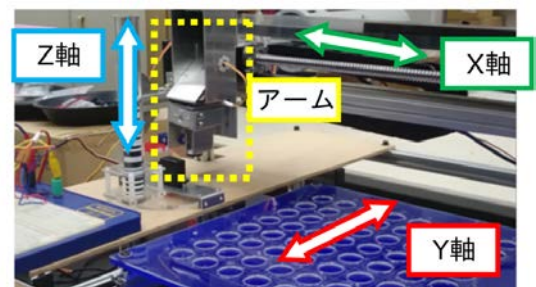


図 2 アーム部の簡略図

アーム部は、図 2 に示すような構造となっている。RC サーボモータを使用し、石を「掴む・離す・回転する」動作を行う。

(2) XYZ 直動軸



XYZ 各軸は図 3 に示すような構造となっている。X 軸はステッピングモータ、Y 軸は DC モータと位置決めのためのエンコーダ、Z 軸はソレノイドを使用している。

(3) アームへの石の供給部

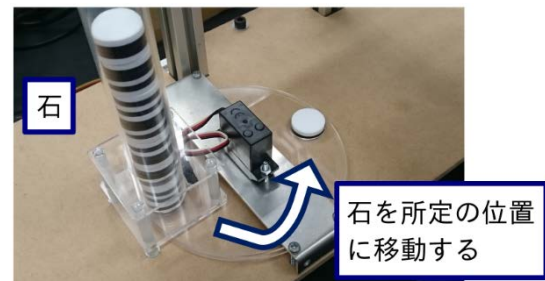


図 4 石の供給部の様子

石の供給部は図 4 のような構造である。サーボモータを使用し、コンピュータの手番での石を所定の位置に移動する。

2.3 ソフトウェア構成

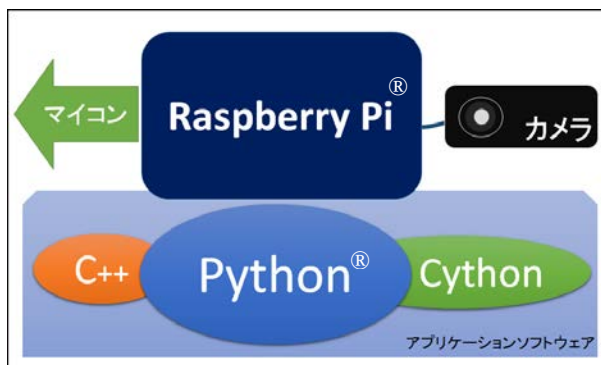


図5 ソフトウェア全体の構成

ソフトウェアの構成は、図5のようになっており、カメラおよび画像認識や、リバーシ思考ルーチンの演算には、Raspberry Pi®を使用した。

(1) 画像認識について

コンピュータと対局するためには、人間によって操作された盤面の状態を、読み取ることが必要である。

人間が石を置く、返すといった動作を行った後の盤面を、図6に示すように、カメラで取り込み、画像処理による結果から盤面の状態を読み取る。

これらの画像認識には、ライブラリ OpenCV®を用いて制作した。

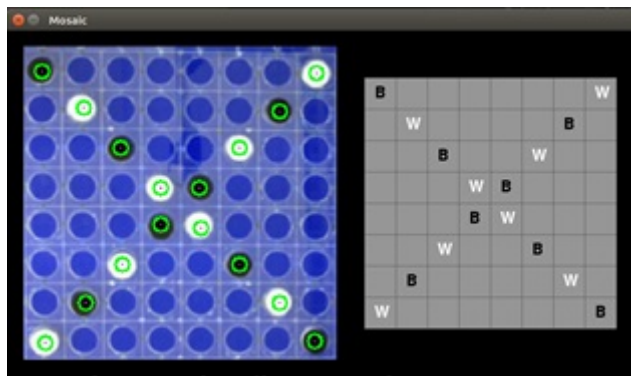


図6 ボードの画像認識の様子

(2) 対局ソフトウェアについて

コンピュータが打つ手を考えるためのソフトウェアを Python®と C++で制作した。

ゲーム画面を図7へ示す。ゲーム画面の GUI は、Python®のライブラリ Pygame を用いて描画した。



図7 ゲーム画面

(3) リバーシ思考ルーチンについて

人間がリバーシで次の手を考えるとき、「自分がここに置いたとき、相手はここに置くはず。その後、自分がここに置くから…」と数手先を頭の中で思考し、自分が有利になるだろうと思う場所に石を置く。これをプログラムで実現するため、ミニマックス法、評価関数、機械学習などを用いた。

3. おわりに

今回の総合制作では、人間とコンピュータが実際のボード上で対局できるロボットを製作した。RTOS や PID を使用したアクチュエータ制御、OpenCV®を用いた画像認識、最善手を探索するリバーシ思考ルーチンなど、電子情報技術科で学んだ各分野の理解を深めることができた。

これらの経験を生かして、今後は応用課程での取り組みにつなげたい。

参考文献

- ・ITRON プログラミング入門 オーム社
- ・μITRON4.0 標準ハンドブック パーソナルメディア
- ・リバーシプログラムの作り方
<http://www.es-cube.net/es-cube/reversi/sample/index.html>
- ・OpenCV-Python チュートリアル
http://labs.eecs.tottori-u.ac.jp/sd/Member/oyamada/OpenCV/html/py_tutorials/py_tutorials.html