

自主プロレポート

—「コンボしよう」

氏名：コウバイショウ

学籍番号：03-160282

目的

今回のプロジェクトは最近流行りのスマホゲーム「パズドラ」をやることを目標にしたものである。「パズドラ」というゲームを簡単に説明すると、スマホの画面に右図のような5 * 6の盤面があり、一つのドロップをつまんで、移動することにより、同じ色のドロップを三つ以上一列か一行に揃えることでコンボをするゲームである。ネットにはすでに多くのコンボができるように動かし方を教えてくれるアプリがあるが、その仕組みは当然なことにわからない。盤面情報をパソコンに入力し、動かし方を教えてくれるプログラウを作ることが今回のきっかけである。ただし、それだけでは、少しつまらない感じがあるので、ソフトだけでなく、ハードも作り、スマホ画面を認識し、自動的にペンでドロップを操作し、ゲームをクリアするマシンを作ろうと思って、今回のテーマを決めた。



原理

今回の目標を実現するためにハード面とソフト面両方やる必要がある。

先にソフトについて言うと、スマホ画面の盤面情報（色の認識）をカメラで取り入れること、コンボをするためのドロップ移動の探索プログラムを組むこと、パソコン側とマイコン側（マイコンは今回ピン数がより多く、Pythonで簡単にプログラムできるラズパイを使っている）とドロップの動かし方などを通信すること、マイコン側でアクチュエータに指令を送るのをプログラミングすることに大きく分けることができる。色の認識は OpenCV を用いてカメラから画面の RGB 情報を持ってきて、それを HSV に変換し、H (Hue) の値で色の分類を決める。pc とマイコンの通信はソケット通信の TCP プロトコルを使っている。TCP はストリーム方式で、情報の重複や喪失はほとんどなく、安定な通信ができると言われている。今回のアクチュエータは二つのステッピングモーターと一つのソレノイドを使っていて、モータードライバーは L6470 というものを使っている（図 1）。L6470 とマイコンの通信は SPI 通信で行って

いて、SPI 通信はシリアル通信の一種で、一つのマスター（マイコン）で複数のスレーブ（L6470 ドライバー）を制御することができる。ラズパイから出る電流値が足りないので、ソレノイドはトランジスタで電流増幅し駆動している。探索プログラムについて、今回はビームサーチを使っている。現在の盤面と今持っているドロップを親ノードにし、一步動かした後の状態を子ノードにする。三回ぐらいノード展開した後で一回各葉ノードを評価し、前何位を取り出し、次に発展する新しい親ノードにする。評価の値は現在の盤面に出来るコンボの数で決まる。何回か選り出した後に評価値の一番高い動かし方を解にする。

図1 L6470 モータードライバー

次に、ハードについて言うと、基本的にスマホがタッチペンと相対的に動ける xy テーブルを作ることである。その肝の部分は回転運動を直線運動に変換する機構である。基本的に三つのやり方あって、ピニオンとラックギラを使う方法、タイミングプーリとタイミングベルトを使う方法、ホールネジを使う方法がある（図2 参照）。今回はソフトに重点を置いているので、よりシ



ンプルに出来るラックギラの方を選んだ。回路の部分もハードに含めて言うと、今回の回路は基本的にステッピングモーター側とソレノイド側に分けることができる。回路図は図3の通りである。簡単に説明すると、SPI 通信はクロック、MOSI(Master Out Slave In)、MISO(Master In Slave Out)、CS(Channel Select)の四つの通信路から出来ていて、それをマイコン側の特定のピンに接続することで、回転の速さや位置の制御が出来る。ソレノイド側はトランジスタのベースをマイコンに、エミッタをグランドに、コレクターをソレノイドを介し電源のプラス側につける。

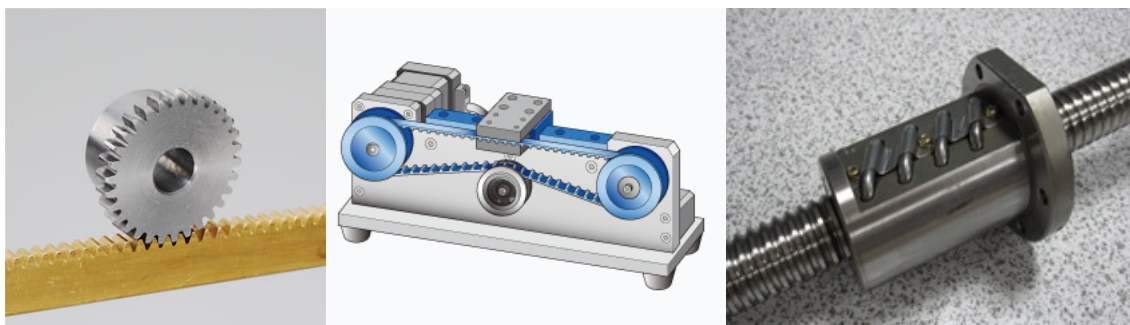


図2 直動機構

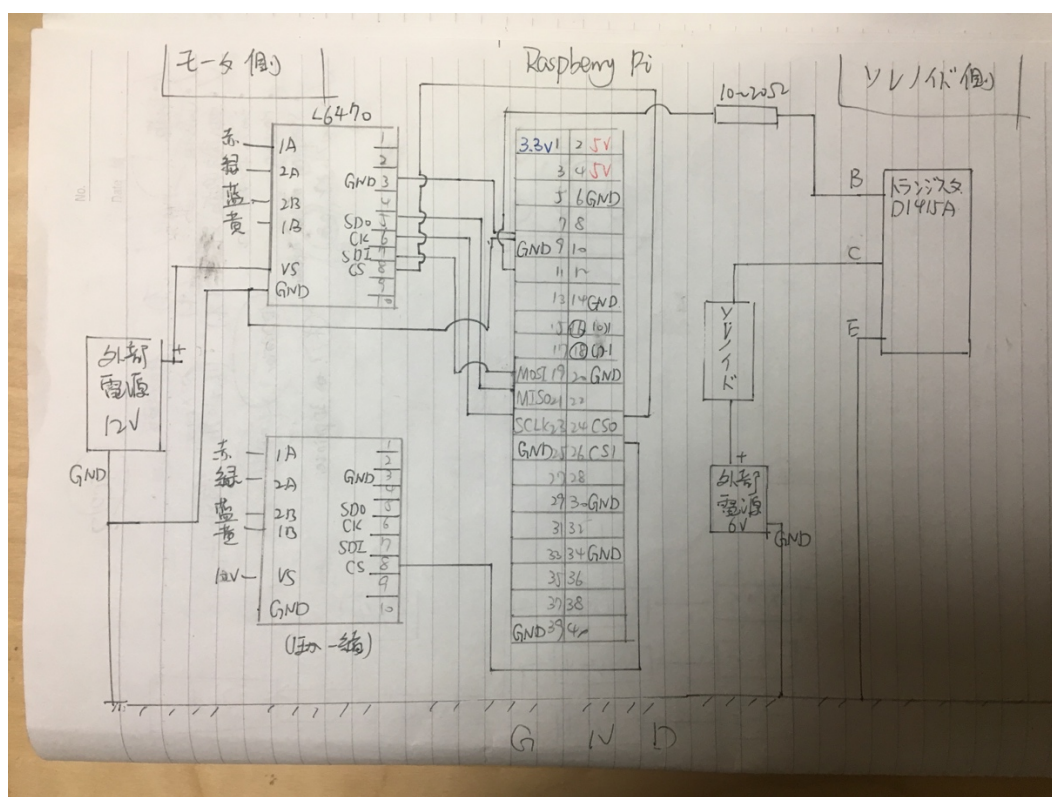


図3 回路図

設計（製作過程）

自主プロの期間は冬休みを除いて考えると、3週間ちょっとである。一週間目はハードの設計をした。今回はネットにあるものを参考にしてメカの部分のCADを作った（図4）。

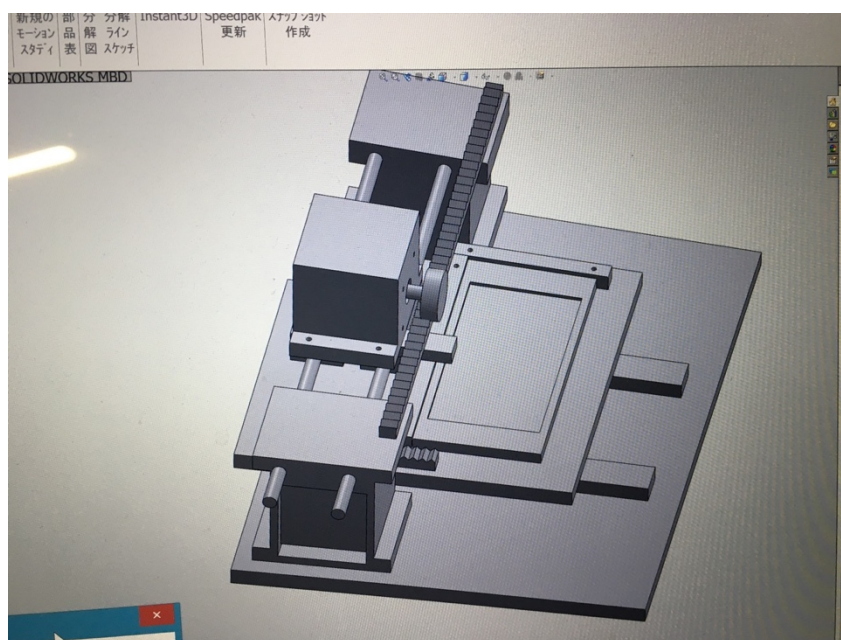


図4 メカのCAD図

スマホをいじるので割と精度が要る。直動の部品のなかに、リニアシャフト、リニアブッシュ、ピニオン、ラックギア、リニアスライダーなどは「モノタロウ」というネット通販で買ったものを使った。ラズパイやステッピングモーターなどは秋月電子で買った。

12月の下旬はモーターオルダーを3Dプリンターで加工しつつ、プログラムを書き始めた。今回のプログラムはラズパイとの相性を考えて、Pythonを使って書いた。休み中は帰省したので、一週間をかけてメイン部分の探索プログラムを完成した。その間は評価関数や探索幅をいろいろ試して、それほど時間をかけずにコンボができるパラメータの調整をやった(図5)。

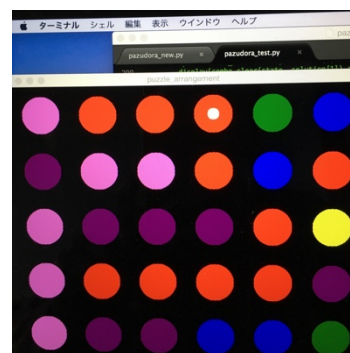


図5 ドロップ操作

年明けてからの一週間は、実際に工房で土台部品の加工、板の穴あけや届いた部品の組みあげをやりながら、画像認識やpcマイコン間通信のプログラムを組んだ。初めて長いコードを書くので、それぞれの機能のコードを統一するのに結構苦労した。タッチペンで手で触れないと働かないものがあるということを事前にわからなかったのが、部品探しや本体への取り付けでいろいろ悩んだ。最後に使ったのは図6のような雄ネジがついているもので、それに対応す

る雌ネジのあるアダプターを自分で作って、ソレノイドの末端に付けた（図7）。回路について今回は時間が足りなかったので、直接ブレードボードに基本の配線をして、毎回最低限の接続をすればできるようにしている（図8）。全体を組み上げた様子は図9である。



図6 タッチペン先

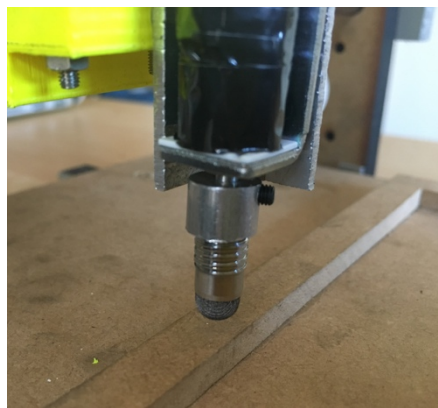


図7 タッチペンの付け方

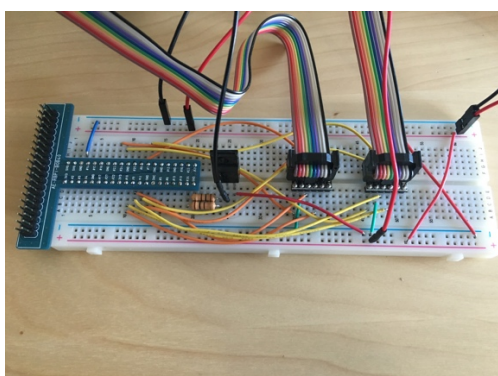


図8 ブレードボード上配線

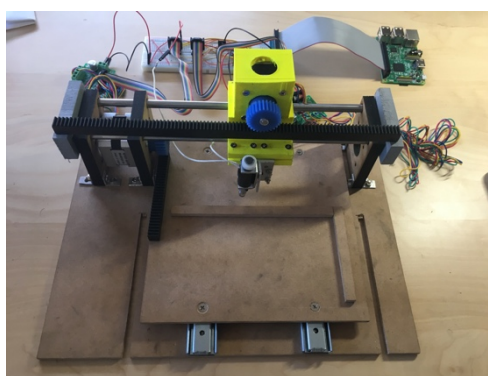


図9 完成全体図

動作結果

今回のプログラムはPython で書いたもので、並列処理を加えて、3秒ぐらいで平均6コンボが出来た。光線の状況が良ければ、自動的にゲームをクリアすることが出来た。目標通りのことができて、良い結果だと思っている。

考察

初めて自分でものを作るの、ちゃんとできるのかを疑いながら計画を立てて、進んでいた。後でつまづくことを考えて、何事も計画より早く進もうと思っていた。でも、ゼロに近い状態から始めた自分なので、やはりわからないこ

とばかりだった。その時はネットで調べたり、人に聞いたりして、なんとなくできるようにした。その過程は悩むことが多かったが、勉強になったこともいっぱいあった。例えば、SPI 通信の仕組み、機械要素の使い方などがある。

ただし、問題点もあった。スマホ画面を認識する時、照明関係により、色を誤認識する時がある。HSVの方はRGBより精度よく色の認識できるけど、カメラの自動フォーカスにより、色が変化してご認識が起きてしまう。それから、無線通信を使っているため、毎回IPアドレスを調べて、コードの中身を変える必要がある。Pythonでコードを書いているので、いくら並列処理をやっても、処理速度があまり上がらない。処理速度が必要な場合はC++などで書いた方がいいかもしれない。

問題もあったけど、この2ヶ月は結構頑張ったし、納得いく結果にもなったので、自分に85点をつけたいところである。これからの研究にも続けて、自主プロの時の熱心とやる気を持って、頑張っていきたいと思っている。

参考文献

「入門Python3」 オライリー・ジャパン

「みんなのRaspberry Pi 入門」 リックテレコム