electronic-tech Jack for lot

www.eleki-jack-iot.com

先進テクノロジで未来を切り開く 任意の角度でピタリ!! 7 STURIAR STATEST STATE CSV×UDPブロードキャストでデータを楽々収集



に入力するとパルス幅に応じ回転し指示角度で停止 モータ・ドライバで、ステッピング・モータを制御



ラズパイからPWM信号をサーボ・モータSG90 マイコン・ボードArduino MKR WiFi 1010+



ESP82系マイコンM5Stackでサーボ・モータを 回してドアの鍵を施錠するスマートなロックの製作



モータ制御用FET回路を経由してラズパイに汎用 のDCファンを接続、プログラムでDCファンを制御



DCブラジ・モータRE-280とFA-130、ステッピング・ ラズバイの温度が上かるとラズパイ・ケース蓋を モータST42BYH1004をArduinoMKRとUNOで制御 サーボ・モータで開いて冷却効果を高める応用例





サーボ・モータやDCモータを制御するプログラムとモータを動作させるためのモータ・ド ライバ(ドライブ回路)について解説します.

サーボ・モータは、ホビー向けの電子工作用として広く使われている Tower Pro製のマイ クロ・サーボ・モータ SG90 を、DC モータは、ラズベリー・パイ専用の冷却ファンと、汎用 のDC ファンを使って説明を進めます (図1-1).

第1章 CPU冷却ファンで試す, DCモータ制御の基礎

本章ではDCモータをラズベリー・パイで制御 するプログラムについて説明します.

その一例としてCPU冷却ファンを制御してみま

す. CPUの負荷が増えCPUの温度が上昇したと きに,DCモータでファンを回し冷却します.温 度によりファンの回転数を制御します.



図 1-1 本稿で解説するシステムの全 体図 CPU冷却システムの製作をとお して、DC動力制御の基礎をと 習する.第1章ではDCファン, 第2章でサーボ・モータについ て説明する



写真 1-1 専用 DC ファン (製作例 A・左) **と汎用 DC ファン** (製作例 B・右) ラズベリー・パイ専用 DC ファンには制御信号用の端子が付いているので、ラズベリー・パイの GPIO から直接制御できる。汎用の DC ファンを使用す る場合は制御用 FET 回路を経由してラズベリー・パイに接続する



写真 1-2 専用 DC ファン(製作例 A) はんだ付けやケース加工は不要

ハードウェアの準備① ラズベリー・パイ4専用DCファンと汎用DCファン

ハードウェアは、ラズベリー・パイ4(Raspberry Pi 4 Model B)専用の純正DCファンを用いる方法 (製作例A)と、汎用のDCファンを用いる方法(製 作例B)を紹介します。ハードウェアの準備を手軽 に済ませたい方は製作例Aを、ハードウェアを手 作りしたい方は製作例Bに挑戦してみると良いで しょう。

■ 製作例A

ラズベリー・パイ純正の専用ケース (Raspberry
Pi 4 Case) と CPU 冷却用 DC ファン (Raspberry Pi
4 Case Fan)を使用します。純正の DC ファンには、
制御信号の入力用端子が付いているので、ラズベ
リー・パイの GPIO から直接制御できます(写真

表1-1 専用DCファンの実験に必要な機器

機器名	数量		
ラズベリー・パイ本体(Raspberry Pi 4 B)	1台		
ACアダプタ,マイクロSDカード	1式		
専用ケース(Raspberry Pi 4 Case)	1個		
DCファン(Raspberry Pi 4 Case Fan)	1個		

1-1 左). 使用する機器のリストを表1-1 に示します. DCファン付属の取扱説明書に従って, DCファ ンの緑色シールがある面が基板側になる向きに取 り付け, 回路図[図1-2(a)]どおりに配線すれば完 成です(写真1-2). 完成したら, ラズベリー・パ イの準備の節に進んでください.

■ 製作例B

汎用のDCファンを使用します. ラズベリー・ パイに接続するには、制御用FET回路を経由する 必要があります. 筆者はラズベリー・パイ3を使 用しましたが、4でもかまいません. 製作には、 はんだ付けやケースの加工作業が必要です. 回路 図の一例を図1-2(b)に、必要な部品を表1-2に示 します.



ラズベリー・パイで汎用の冷却ファンを制御す るためのFET回路について説明します

エレキジャック



表1-2 汎用DCファンに必要な部品

機器名	数量		
ラズベリー・パイ本体(Raspberry Pi 3 B)	1台		
ACアダプタ,マイクロSDカード	1式		
ラズベリー・パイ用ケース	1個		
DCファン(日本電産 D02X-05TS1)	1個		
Nch MOS FET (2SK4150)	1個		
ポリスイッチ(100mA)	1個		
ダイオード(1N4148)	1個		
コンデンサ(10 µF/16V)	1個		
コンデンサ(0.1 μF)	1個		
抵抗器(100kΩ)	1個		
16ホール・ユニバーサル基板	1枚		
ピン・ヘッダ, ソケット, 電線, ビス	必要量		

筆者は日本電産製 D02X-05TS1(5V 50mA)を使 用しました.他のCPU冷却用DCファンを用いる 場合は、5V動作で、なるべく消費電流が少なく

(50mA程度以内). ケースへの取り付けが可能な 大きさ(記事では25mm角 10mm幅を使用)を選び ます. ラズベリー・パイ用のケースとセットで売 られているものであれば、ケースを加工する手間 が省けます.完成例を写真1-3に示します.

制御用FET回路[図1-2(b)]は、ラズベリー・パ イのGPIO14をNch MOS FET (2SK4150)のゲート に入力し、DCファンのマイナス端子側の電圧を 制御します.ポリスイッチF1はDCファンや回路 が故障したときに電流が流れ続けるのを防ぐため の保護部品です. リセッタブル・ヒューズやポリ マPTCと呼ぶこともあります。故障したモータに 電流を流し続けると、火災の原因に

図1-2



で停止する

回路図(図2-3)のように、サーボ・モータの茶 色のGND電線をラズベリー・パイ6番ピンのGND に、赤色の電源を4番ピン5V電源端子に、橙色の PWM信号を8番ピンGPIO14に接続します。 ラズ ベリー・パイ側の4番ピン,6番ピン,8番ピンに 接続する電線の色は,順に赤色,茶色,橙色にな ります。サーボ・モータの電線に取り付けられて いるピン・ソケットの順序は、茶色、赤色、橙色 なので、写真2-1のように茶色と赤色を入れ替え てください.

仕様上のPWM信号は、ON区間が5V、OFF区 間が0Vですが、実力的にはラズベリー・パイの GPIO 信号(電圧 3.3V) でも動作します. なお. SG90はおもにホビー向けの電子工作用部品です. 量産製品でサーボ・モータを使用する場合は、電 源や信号線に必要な保護回路を入れて よい

エレキジャックエロ

日本 サーボ/DCモータ自由自在プログラミング





写真2-1 ピン・ソケットのピンの順序を赤.茶.橙の順に刺し 替える ラズベリー・パイ側の4,6,8番ピンに赤色,茶色,橙色のリード線 を接続する



サーボ・モータの軸の回転位置を確認するため に、SG90に付属するプラスチック製のホーン・ア ームと、サーボ・モータの回転軸の角度がわかる ようにした角度表示板を写真2-2のように取り付 けます.

分度表示板は、ダウンロードしたファイルを展 開して raspifan フォルダ内の protractor.pdf をプリ ンタで印刷して使ってください. ハサミで切り抜 き、サーボ・モータの回転軸に接触しないよう両 面テープで取り付けます.

ホーン・アームの取り付け角度は、ケース内部



写真2-2 ホーン・アームと角度表示板を取り付けたサーボ・モ ータ SG90に付属するプラスチック製のホーン・アームと、紙製の角度表 示板を取り付けた

の回転軸ギアの下部にある2本のストッパから右 回りに約100°の方向に合わせます。ストッパの位 置がわかりにくい場合は、このあとp.28で紹介し ているプログラム5を使ってサーボ・モータを指 定角度に回転移動してから、指示した角度の位置 にホーム・アームを取り付けます。

ハードウェアの準備(4) サーボ・モータの制御方法

筆者が入手したサーボ・モータSG90は、周波 数50Hz(周期20ms)のPWMを用い.

図 2-3

接続回路図

接続する

表4-1 L298N使用 2A デュアル・モータ コントローラの制御信号と出力の関係 J3, J4 はジャンパ名, M1, M2 はモータ用のターミナル・ブロック

DIRA	EnA	In1	In2	OUT1	OUT2	DIRB
J3-2	J3-1	L298N-5	L298N-7	M1-1	M1-2	J4-2
0	1	1	0	V_S	GND	0
1	1	0	1	GND	V_S	1
Х	0	Х	Х	-	-	Х

5V(HV)入力がLOWのとき

5V入力がLOWのとき、FETのソースは3.3Vに 10kΩの抵抗でプルアップされているのでソース の電圧は3.3Vになっています。5V側はLOWなの でソースはドレインより高い電圧になります。

ソース-ドレイン間に寄生ダイオード(ボディ・ ダイオード)があるため、3.3V電源からプルアッ プ抵抗.寄生ダイオードを通じてドレインに電流 が流れます. 電流が流れるとプルアップ抵抗R_Iの 電圧降下によりFETのG-S間に電圧が生じます. G-S間の電圧がしきい値電圧を超えるとFETの ソース-ドレイン間にも電流が流れ出力(3.3V 側) はLOWになります.

3.3V(LV)入力がLOWのとき

LV側の入力がLOWのときは、ゲート-ソース 間に接続されている3.3Vからのプルアップ抵抗RL に電流が流れ、G-S間の電圧はしきい値電圧を超 えてFETはONになります。ドレインと5V電源 間のプルアップ抵抗R_Hからドレイン-ソースへと 電流が流れます. 出力側はR_Hの電圧降下でLOW になります.

レベル変換モジュール

変換モジュールは秋月電子通商で入手でき、図 4-5に示すように完成された基板のモジュールと ピン・ヘッダのキットになっています. 説明書に もありますが、ピン・ヘッダのはんだ付けは部品 が搭載された面を下にしてピンの説明がある面を 上にしてはんだ付けしたほうが配線のときに困り ません

キットのはんだ付けは、 ピン・ヘッダをブレッ ドボードに差し込みモジュールの基板を載せ、対 角線のピンをはんだ付けし位置の確認、浮きがな いか確認し必要な修正を行い残りのはんだ付けを 行います.

In4

L298N-12

0

1

Х

OUT3

M2-1

 V_S

GND

OUT4

M2-2

GND

 V_S

回転制御の方法

EnB

I4-1

1

0

In3

L298N-10

1

0

Χ

このコントローラの制御は回転の方向を決める 1ビットとモータのON/OFFを行うEnAの2ビッ トのデータで制御を行います. 制御信号と出力の 関係を表4-1に示します.

EnAはディジタル信号の1か0の他にアナログ 出力のPWM制御でスピード・コントロールがで きます. ArduinoにはPWM制御を行うための命 令として analog Write (n) が用意されています. n が0のときの出力は0のままです。1から254の場 合はデューティ比が1/255から254/255のパルスを 出力します。255のときはパルスでなく連続した







図4-6 テスト回路の配線のようす

ハイのままの出力となります. そのため, EnAが 0のときには回転はしません. 1から255のとき回 転し, 値が大きくなるに従い回転速度も増します.

ブレーキの機能は使用しないので、回転方向は DIRA, DIRBの値で決め、停止はEnA, EnBの値 を0にして、スピード・コントロールしない場合 はEnA, EnBに対してディジタル出力でHIGHを 出力します、スピード・コントロールが必要な場 合はアナログ出力のPWM制御で0から255の値を 出力します.

テスト回路の配線

テスト回路の全体のようすを図4-6に示します. ブレッドボードを発泡塩ビ製の板に張り付けて, ブレッドボードに Arduino MKR WiFi 1010とロジ ック・レベル変換モジュールを差し込み,デュア ル・モータ・コントローラは図に示すようにビス とナット,スペーサで板に固定しています.発泡 塩ビ製の板は軽く加工しやすく安価なので木の板 の代わりに使用しています.

配線のようすが写真ではわかりませんので,別 に各モジュール間の端子の接続についてもまとめ ておきました.端子名は各モジュールの表記名に



図4-7 テストに使用した配線材料

しています.

モータ・コントローラとブレッドボードなどの 各モジュール間には図47に示すような配線材料 を用意します.モータの電源はAC-DCアダプタ 利用します.赤黒の配線にDCジャックをはんだ 付けし,もう一方は被覆を剥いて,撚っておき, より線を端子台に接続してテストを行いました. 実際の運用時は,棒型圧着端子などを利用すると 信頼性が向上します.



VsとVssはともに5Vに設定する

モータの電源*Vs*と制御回路の電源*Vss*は分離されているので,モータの電源を5V以外に設定する場合は,必要な出力のACアダプタに差し替えるだけで済みます.L298のデータシートによると制御回路の*Vss*は最小4.5V,最大で7V,標準で5VなのでArduino MKR WiFi 1010から5Vの電源を受けることができます.

この記事のテスト回路は、 V_S 、 V_{SS} ともに5Vな のでAC-DCアダプタから V_S に5Vの電源を接続し、 図4-2に示したジャンパをショートし(デフォルト のまま) V_S から V_{SS} (このモジュールでは V_D)に電 力が供給されます.

● テスト・プログラム

テスト・プログラムは動作確認のためAチャネ ルに1台のモータRE-280(DC3V)を接続し、5秒で CW, CCW, 停止を繰り返します. 図4-11では、 スパイク・ノイズをオシロスコープで確認するた めに間隔を0.5秒に設定しました. 回転方向の制御 はポート6, PWM制御はポート3を割り当てます.

// mot 010015.ins MKR WiFi 1010 2021/9/27
int PWMA = 3; // ON/OFF スピードの制御
int DIRA = 6; // 回転方向の制御
int nn = 0;
int dt = 5000; //
int pwm_p=128;

ここまでで、定数変数の設定を行っています.

void setup() {
Serial.begin(115200);
Serial.println("モータコントローラ
テスト スタート");
pinMode(DIRA, OUTPUT);

pinMode(PWMA, OUTPUT);

初期化処理でポートを出力に設定. PWM出力 の場合出力の設定は必要ないがテストでディジタ ル出力が行えるようにしています.

void loop() { nn = nn + 1;Serial.println(nn): Serial.println("step 1 DIRA 0"); digitalWrite(DIRA, LOW); analogWrite(PWMA, pwm_p); // digitalWrite(PWMA, HIGH); delay(dt); // 変数定義部で500または5000を設定 Serial.println("step 2 DIRA 1"); digitalWrite(DIRA,HIGH) analogWrite(PWMA, pwm_p); //digitalWrite(PWMA, HIGH); delay(dt) Serial.println("step 3 DIRA 1 pwm_p=0"); analogWrite(PWMA,0) delav(dt):

回転方向2方向,休止として電源を切り離して 端子をオープンにしています.PWMで出力をコ ントロールする前にディジタル出力で動作確認し ます.

動作確認テスト

図4-8は、モータを未接続で動作の確認を行っ ています.1 outlはモータへのoutlの端子の出力 波形です.2 out2はモータへのout2の出力波形で す.中心のMモータへの供給電源は「out2-out1」 の演算結果の出力で、これは実際にモータの端子 に加わる電圧波形です.

このMの0Vのライン上下に,マイナスのパル スとプラスのパルスとGNDの期間が5秒ごとに繰 り返されています.マイナスのパルスのときほ



(特集) 基礎から学ぶ―ステッピング・モータとDCモータをマイコンでコントロールする方法



out1からout2に電流が流れモータは正転(CW)と なります.プラスのパルスのときはout2からout1 に電流が流れてモータは逆転(CCW)します.out1, out2がGNDのときには電源から切り離されてモー タは回転しません.

図4-9にモータを接続したときの状態を示しま す.out1,out2にはノイズが乗っています.モー タ用の電源は5.1Vを供給していますがHブリッジ の各素子の電圧降下がありモータの端子電圧をテ スタ実測では3.5Vと逆方向の-3.5Vくらいの電圧 を交互に繰り返していました.モータの入力端子 に0.1µFのセラミック・コンデンサ取り付けたの で、スパイク・ノイズは少し小さくなっています.

PWMに電力制御PWMA

EnAにArduinoのアナログ出力を加えることでモ ータのPWM制御を行うことができます.

analogWrite(PWMA,nn);

この命令のnnの値を0から255の値を設定する ことでPWMのデューティ比をnn/255に設定でき ます.

以上の命令でnnの値を40,128,255で動作してみます.



M5Stack (ESP32) シリーズでスマートなロックを作ります. この後編では, マイコンM5Stack Basic (ESP32) とWi-Fi スマートフォン検知センサ (マイコンATOM Lite), ToF センサ (Time of Flight;測距センサ), サーボ・モータを組み合わせてスマートフォンと連携した入退室チ ェック,帰宅検知,鍵の閉め忘れ確認機能を実現します.

プログラムは, M5Stack用プログラミング・ツールUIFLOWを使ってM5StickC Basicを 使います.



り込むモード)を使ってMACアドレスを登録した スマートフォンの接近を検知します.

検知したイベントは、UART 経由でマイコン M5Stack Basic に渡してサーボ・モータを駆動さ せ、鍵の開閉を行います。

マイコン M5Stack BasicのGrove端子(Port A)を

