

J4 情報システム実験実習 II 実験報告書

題目 DC モータの PWM 制御と速度フィードバック制御の基礎

実施年月日 2025 年 5 月 16 日 天候 晴れ 温度 25.9 °C 湿度 51 %
2025 年 5 月 23 日 天候 晴れ 温度 25.9 °C 湿度 51 %

提出年月日 2025 年 6 月 13 日

共同実験者 1 班

島田 山根海 石谷

青木 梅田

提出者

通し番号 35 学籍番号 22135 氏名 樋野煌晟

1. 目的

省略

2. 使用機器

省略

3. 実験方法

省略

4. 実験結果

4.1

実験 3.1 3) で作成したプログラムおよびプログラムの詳細を記載したコメントを図 1 に示す。

```
1  import wiringpi as pi
2  import time
3  LED_PIN_1 = 23      # LED1のピン
4  LED_PIN_2 = 24      # LED2のピン
5  SW_PIN = 4          # スイッチのピン
6
7  pi.wiringPiSetupGpio()
8  pi.pinMode(LED_PIN_1, pi.OUTPUT)
9  pi.pinMode(LED_PIN_2, pi.OUTPUT)
10
11 pi.wiringPiSetupGpio()
12 pi.pinMode(SW_PIN, pi.INPUT)
13
14 pi.softPwmCreate(LED_PIN_1, 0, 100) # LED1のPWM制御範囲を0~100に設定
15 pi.softPwmCreate(LED_PIN_2, 0, 100) # LED2も同様に設定
16
17 while True:
18     if pi.digitalRead(SW_PIN) == pi.HIGH: # スイッチが押されたら
19         while True:
20             value = 0
21             # LED1を徐々に明るくする
22             while value < 100:
23                 pi.softPwmWrite(LED_PIN_1, value) # LED1のPWM値を出力
24                 pi.softPwmWrite(LED_PIN_2, 0)    # LED2は消灯
25                 time.sleep(0.01)
26                 value += 1
27
28             value = 0
29             # LED2を徐々に明るくする [LED1は最大輝度]
30             while value < 100:
31                 pi.softPwmWrite(LED_PIN_1, 100)
32                 pi.softPwmWrite(LED_PIN_2, value)
33                 time.sleep(0.01)
34                 value += 1
35         else:
36             print('Switch is OFF') # スイッチが押されていないときのメッセージ
37
38     time.sleep(1) # 状態確認のインターバル
```

図 1 実験 3.1 3) のプログラムおよびコメント

図 1 の動作内容を以下に示す。

- スイッチが押されていない間：1秒ごとに Switch is OFF と表示。
- スイッチが押された瞬間、次のフェード動作を無限に繰り返す。
 - ① LED1 の明るさを 0→100%に約 1秒かけて滑らかに増加 (LED2 は消灯)。
 - ② LED1 を 100%のまま保持しつつ、LED2 の明るさを 0→100%に約 1秒かけて滑らかに増加。
 - ③ 手順 1 に戻り、LED1 と LED2 のフェードを交互にループ。
- スイッチを離してもフェードループは止まらず、プログラム終了まで続く。

4.2

実験 3.2 3) で作成したプログラムおよびプログラムの詳細を記載したコメントを図 2 に示す。

```

1 import wiringpi as pi
2 import time
3
4 MTR_PIN_1 = 23          # モーター正転用ピン
5 MTR_PIN_2 = 24          # モーター逆転用ピン
6 SW_PIN = 4              # スイッチピン
7
8 pi.wiringPiSetupGpio()
9 pi.pinMode(MTR_PIN_1, pi.OUTPUT)
10 pi.pinMode(MTR_PIN_2, pi.OUTPUT)
11 pi.pinMode(SW_PIN, pi.INPUT)
12
13 pi.softPwmCreate(MTR_PIN_1, 0, 100)      # MTR_PIN_1にPWM設定
14 pi.softPwmCreate(MTR_PIN_2, 0, 100)      # MTR_PIN_2は常に0(逆回転防止)
15
16 while True:
17     value = 20 # PWMの初期デューティ比
18     while(value <= 100):
19         if pi.digitalRead(SW_PIN) == pi.HIGH: # スイッチが押された場合
20             value += 20                      # デューティ比を20増加
21             time.sleep(0.5)                  # チャタリング防止用のウェイト
22
23         print('Duty ratio =', value)        # 現在のデューティ比を出力
24         pi.softPwmWrite(MTR_PIN_1, value)  # モーターをPWM制御で駆動
25         pi.softPwmWrite(MTR_PIN_2, 0)       # 常に0

```

図2 実験3.2.3) のプログラムおよびコメント

4.3

実験3.3.2) で計測した電圧値をグラフ化したものを見ると、図3に示す。



図3 実験3.3.2) で計測した電圧値

5. 考察

5.1 速度フィードバック制御系のアルゴリズム

速度フィードバック制御系のアルゴリズムをフローチャートで表したものを見ると、図4に示す[1]。

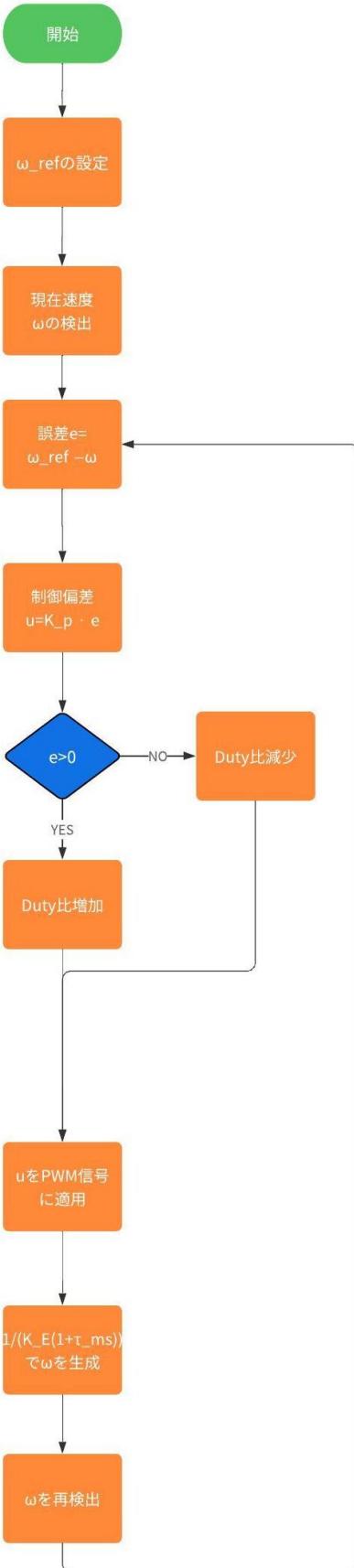


図4 速度フィードバック制御系のアルゴリズムのフローチャート

図4の無限ループより、 e がゼロに向かって収束し、目標速度 ω_{ref} を維持することができると考えられる。

5.2 モータドライバ回路を構成するHブリッジ回路の動作

Hブリッジは4つのスイッチ（トランジスタやMOSFETなど）を橋形に配置し、2つずつ対角で同時にON/OFFすることで、モータの駆動と停止、方向変更を行います。

N／O F F することでモータ端子 A, B 間の電圧極性を自由に変えられる回路である[2]. 以下に DC モータが正転, 逆転, 停止, ブレーキ動作する際のスイッチの状態および電流の方向を表 1 に示す. スイッチ上側を High-side (H1, H2), 下側を Low-side (L1, L2) とする (左側が H1-L1, 右側が H2-L2).

表 1 スイッチの状態 (H ブリッジ回路)

動作	H1	L1	H2	L2	電流方向
正転	ON	OFF	OFF	ON	A→B
逆転	OFF	ON	ON	OFF	B→A
停止	OFF	OFF	OFF	OFF	なし
ブレーキ	OFF	ON	OFF	ON	双方向循環電流

表 1 より, 以下に DC モータがそれぞれの動作を行うための条件を示す.

- 正転: 端子 A が + 側, B が - 側になる時.
- 逆転: 端子 B が + 側, A が - 側になる時.
- 停止: 4 素子すべて OFF. モータは慣性で惰走し, 自然減速する.
- ブレーキ: 端子 A = B (短絡状態) となり, 回転エネルギーが抵抗分に消費され急減速.

4 素子の組合せを正しく切り替えることで, DC モータの正転, 逆転, 停止, ブレーキの各モードを安全に実現できる.

6. 感想

今実験では, Raspberry Pi とモータドライバ IC をつなぎ, DC モータの PWM 制御について学んだ. GPIO に接続した LED を方向ごとに点灯・消灯させた時, 視覚フィードバックが加わり, 回路やプログラムの状態が直感的に把握できて非常に良かった. 理論と動作が結びつくのを実感し, より深く学ぶことができた. 実験を通して, 速度フィードバック制御の基礎について学ぶことができた. また, 班員で協力し, 課題をクリアするために試行錯誤する楽しさ, 難しさを学ぶことができた.

参考文献

- [1] 「ロボット制御: 速度フィードバック制御～組み込みプログラミングによるロボット制御～」, 千葉科学技術大学理工学部, http://odalab.spub.chitose.ac.jp/pdf/robot_control_2.pdf, 2025 年 6 月 12 日参照.
- [2] himao, 「【モータ駆動回路】H ブリッジ回路の動作原理について理解する」, Hatena Electronics, <https://practicalelectronicsblog.com/hbridge/>, 2025 年 6 月 12 日参照.