

情報工学実験実習

第 3 回

マイクロコンピュータ応用

実験年月日 2018 年 11 月 3 日 (月)

提出年月日 2018 年 12 月 10 日 (月)

班番号 6

報告者 3 年 19 番 6 班 末田 貴一

共同実験者

7 番 川上 求

42 番 山崎 敦史

47 番 ロンサン

2018/12/03 マイコン3

3-C-19 TakahitoSueda

issue

☒ 課題4のコメント記入

目的

拡張パラレルIOボードの使い方を学び、拡張パラレルIOボードにステッピングモータをつなぎ制御する。
さらにスイッチも同時に制御することを目標とする。

装置

拡張パラレルIOボード

マイコントレーナには1つのIOポートがついています。
しかし、2つ以上の拡張ボードを接続する必要が生じることもあります。
MT-Zでは本演習で用いるパラレルIOボードを接続することで、2つのIOポートを増やすことができます。

実験

課題1

拡張パラレルIOボードに接続したステッピングモータを1相励磁回転で回転させなさい。
プログラムは前回のステッピングモータの制御プログラムの出力ポートアドレスを実験書を参考に修正することでステッピングモータは動きます。

プログラムを表1.1に示す。

表1.1 課題1のプログラム

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
4			PA EQU 04H	オンボード ポートAアドレス
5			PB EQU 05H	オンボード ポートBアドレス
7			CTL EQU 07H	オンボード コントロールポートアドレス
90			CLWD EQU 90H	オンボード コントロールワード

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
21			PB2 EQU 21H	拡張IOボード ポートBアドレス
23			CTL2 EQU 23H	拡張IOボード コントロールポートアドレス
90			CTLW EQU 90H	拡張IOボード コントロールワード
8400			ORG 8400H	
8400	3E 90		CL A, CLWD	オンボード用コントロールワードをAレジスタに転送
8402	D3 07		OUT (CTL), A	Aレジスタの値をオンボードコントロールポートに出力
8404	3E 90		LD A, CTLW2	拡張IOボード用コントロールワードをAレジスタに転送
8406	D3 23		OUT (CTL2), A	Aレジスタの値を拡張IOボードコントロールポートに出力
8408	11 00 40		LD DE, 4000H	4000HをDEレジスタに転送
840B	CD 1A 84	LOOP:	CALL MOTOR:	モータを呼び出す
840E	DB 04		IN A, (PA)	ポートAの状態をAレジスタに入力
8410	E6 01		AND 01H	01Hと論理積をとる
8412	FE 00		CP 00H	00Hと比較する
8414	CA 37 84		JP Z, SLOW:	フラグレジスタがZならばSLOWにジャンプ
8417	C3 3D 84		JP FAST	そうでなければFASTにジャンプ
841A	3E 01	MOTOR:	LD A, 01H	01HをAレジスタに転送
841C	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
841E	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8421	3E 02		LD A , 02H	02HをAレジスタに転送
8423	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
8425	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8428	3E 04		LD A, 04H	04HをAレジスタに転送

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
842A	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
842C	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
842F	3E 08		LD A, 08H	08HをAレジスタに転送
8431	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
8433	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8436	C9		RET	ルーティン終了
8437	11 00 10	SLOW:	LD DE, 1000H	DEレジスタに1000Hを転送
843A	C3 0B 84		JP LOOP	LOOPにジャンプ
843D	11 00 03	FAST:	LD DE, 300H	DEレジスタに300Hを転送
8440	C3 0B 84		JP LOOP	LOOPにジャンプ
8600			ORG 8600H	
8600	62	TIMER:	LD H, D	Dレジスタの値をHレジスタに転送
8601	6B		LD L, E	Eレジスタの値をLレジスタに転送
8602	5F		LD E, A	Aレジスタの値をEレジスタに転送
8603	2B	TLOOP:	DEC HL	HLレジスタの値から1を引く
8604	7C		LD A, H	Hレジスタの値をAレジスタに転送
8605	B5		OR L	Aレジスタの値とLレジスタの値の論理和をとる
8606	20 FB		JP NZ, TLOOP	フラグレジスタがNZならばTLOOPにジャンプ
8608	7B		LD A, E	Eレジスタの値をAレジスタに転送
8609	C9		RET	ルーティンの終了
860A			END	

課題2

課題1のプログラムに、LEDをすべて点灯させる機能を追加しましょう。

プログラムを表2.1に示す。

表2.1 課題2のプログラム

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
5			PB EQU 05H	ポートBのアドレス
7			CTL EQU 07H	コントロールポートアドレス
21			PB EQU 21H	拡張IOポートBアドレス
23			CTL EQU 23H	拡張IOコントロールポートアドレス
90			CLWD EQU 90H	拡張IOコントロールワード
8400			ORG 8400H	
8400	3E 90	STPMTR:	LD A, CLWD	コントロールワードをAレジスタに転送
8402	D3 23		OUT (CTL), A	Aレジスタの値をコントロールポートに出力
8404	3E 01	LOOP:	LD A, 01H	01HをAレジスタに転送
8406	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
8408	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
840B	3E 02		LD A, 02H	02HをAレジスタに転送
840D	D3 21		OUT(PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
840F	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8412	3E 04		LD A, 04H	04HをAレジスタに転送
8414	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
8416	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8419	3E 08		LD A, 08H	08HをAレジスタに転送
841B	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
841D	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8420	3E 90		LD A, CLWD	コントロールワードをAレジスタに転送
8422	D3 07		OUT 07 A	Aレジスタの値をコントロールポートに出力
8424	3E FF		LD A, FFH	FFHをAレジスタに転送
8426	D3 05		OUT (PB), A	Aレジスタの値をコントロールポートに出力
8428	C3 04 84		JP LOOP	ループにジャンプ
8440			ORG 8440H	
8440	21 00 40	TIMER:	LD HL 4000H	値4000HをHLレジスタに転送
8443	5F		LD E, A	Aレジスタの値をEレジスタに転送

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8444	2B	TLOOP:	DEC HL	HLレジスタの値から1を引く
8445	7C		LD A,H	Hレジスタの値をAレジスタに転送
8446	B5		OR L	Aの値とLの値の論理和をとる
8447	20 FB		JR NZ, TLOOP	フラグレジスタがNZならばTLOOPにジャンプ
8449	7B		LD A, E	Eレジスタの値をAレジスタに転送
844A	C9		RET	ルーティン終了
844B			END	

課題3

右側のスイッチがONの場合高速回転、OFFの場合は低速回転するプログラムを作りなさい。

プログラムを表3.1に示す。

表3.1 課題3のプログラム

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
4			PA EQU 04H	オンボード ポートAアドレス
5			PB EQU 05H	オンボード ポートBアドレス
7			CTL EQU 07H	オンボード コントロールポートアドレス
90			CLWD EQU 90H	オンボード コントロールワード
21			PB2 EQU 21H	拡張IOボード ポートBアドレス
23			CTL2 EQU 23H	拡張IOボード コントロールポートアドレス
90			CTLW EQU 90H	拡張IOボード コントロールワード
8400			ORG 8400H	
8400	3E 90		CL A, CLWD	オンボード用コントロールワードをAレジスタに転送
8402	D3 07		OUT (CTL), A	Aレジスタの値をオンボードコントロールポートに出力
8404	3E 90		LD A, CTLW2	拡張IOボード用コントロールワードをAレジスタに転送
8406	D3 23		OUT (CTL2), A	Aレジスタの値を拡張IOボードコントロールポートに出力

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8408	11 00 40		LD DE, 4000H	4000HをDEレジスタに転送
840B	CD 1A 84	LOOP:	CALL MOTOR:	モータを呼び出す
840E	DB 04		IN A, (PA)	ポートAの状態をAレジスタに入力
8410	E6 01		AND 01H	01Hと論理積をとる
8412	FE 00		CP 00H	00Hと比較する
8414	CA 37 84		JP Z, SLOW:	フラグレジスタがZならばSLOWにジャンプ
8417	C3 3D 84		JP FAST	そうでなければFASTにジャンプ
841A	3E 01	MOTOR:	LD A, 01H	01HをAレジスタに転送
841C	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
841E	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8421	3E 02		LD A , 02H	02HをAレジスタに転送
8423	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
8425	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8428	3E 04		LD A, 04H	04HをAレジスタに転送
842A	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
842C	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
842F	3E 08		LD A, 08H	08HをAレジスタに転送
8431	D3 21		OUT (PB2), A	Aレジスタの値を拡張IOボード ポートBに出力
8433	CD 00 86		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8436	C9		RET	ルーティン終了
8437	11 00 10	SLOW:	LD DE, 1000H	DEレジスタに1000Hを転送
843A	C3 0B 84		JP LOOP	LOOPにジャンプ

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
843D	11 00 03	FAST:	LD DE, 300H	DEレジスタに300Hを転送
8440	C3 0B 84		JP LOOP	LOOPにジャンプ
8600			ORG 8440H	
8600	21 00 40	TIMER:	LD HL 4000H	値4000HをHLレジスタに転送
8603	5F		LD E, A	Aレジスタの値をEレジスタに転送
8604	2B	TLOOP:	DEC HL	HLレジスタの値から1を引く
8605	7C		LD A,H	Hレジスタの値をAレジスタに転送
8606	B5		OR L	Aの値とLの値の論理和をとる
8607	20 FB		JR NZ, TLOOP	フラグレジスタがNZならばTLOOPにジャンプ
8609	7B		LD A, E	Eレジスタの値をAレジスタに転送
860A	C9		RET	ルーティン終了
860B			END	

課題4

右側のスイッチをONにすると時計まわりに回転し、OFFのとき反時計まわりに回転させるプログラムを作成しましょう。

プログラムを表4.1に示します。

表4.1 課題4のプログラム

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8400	3E 90		LD A, 90	初期設定
8402	D3 07		OUT 07, A	初期設定
8404	3E 90		LD A, 90	初期設定
8406	D3 23		OUT 23, A	初期設定
8408	11 00 40		LD DE, 4000	DEレジスタに4000Hを転送
840B	DB 04		IN A, 04	04ポートから入力
840D	E6 01		AND 01	01とAND
840F	FE 00		CP 00	00と比較

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8411	CA 33 84		JP Z, 8433	ゼロフラグがZなら8433にジャンプ
8414	3E 01		LD A, 01	Aに01Hをロード
8416	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
8418	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
841B	3E 02		LD A, 02	Aレジスタに02Hをロード
841D	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
841F	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
8422	3E 04		LD A, 04	Aレジスタに04Hをロード
8424	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
8426	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
8429	3E 08		LD A, 08	Aレジスタに08Hをロード
842B	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
842D	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
8430	C3 0B 84		JP 840B	840Bにジャンプ
8433	3E 08		LD A, 08	Aレジスタに08Hをロード
8435	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
8437	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
843A	3E 04		LD A, 04	Aレジスタに04Hをロード
843C	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
843E	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
8441	3E 02		LD A, 02	Aレジスタに02Hをロード
8443	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
8445	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
8448	3E 01		LD A, 01	Aレジスタに01Hをロード
844A	D3 21		OUT 21, A	Aレジスタをアウトプット
844C	CD 00 86		CALL 8600	TIMERを呼ぶ
844F	C3 0B 84		JP 840B	840Bにジャンプ
8600			ORG 8600H	
8600	62	TIMER:	LD H, D	Dレジスタの値をHレジスタに転送

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8601	6B		LD L, E	Eレジスタの値をLレジスタに転送
8602	5F		LD E, A	Aレジスタの値をEレジスタに転送
8603	2B	TLOOP:	DEC HL	HLレジスタの値から1を引く
8604	7C		LD A, H	Hレジスタの値をAレジスタに転送
8605	B5		OR L	Aレジスタの値とLレジスタの値の論理和をとる
8606	20 FB		JP NZ, TLOOP	フラグレジスタがNZならばTLOOPにジャンプ
8608	7B		LD A, E	Eレジスタの値をAレジスタに転送
8609	C9		RET	ルーティンの終了
860A			END	

課題5

一定時間をすぎるとステッピングモータの回転が止まるプログラムを作成せよ。

プログラムを表5.1に示す。

表5.1 課題5のプログラム

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
21			PB EQU 21H	拡張IOポートBアドレス
23			CTL EQU 23H	拡張IOコントロールポートアドレス
90			CLWD EQU 90H	拡張IOコントロールワード
8400			ORG 8400H	
83FE	06 FF		LD B, FFH	BレジスタにFFHを転送
8400	3E 90	STPMTR:	LD A, CLWD	コントロールワードをAレジスタに転送
8402	D3 23		OUT (CTL), A	Aレジスタの値をコントロールポートに出力
8404	3E 01	LOOP:	LD A, 01H	01HをAレジスタに転送
8406	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
8408	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
840B	3E 02		LD A, 02H	02HをAレジスタに転送
840D	D3 21		OUT(PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
840F	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8412	3E 04		LD A, 04H	04HをAレジスタに転送

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8414	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
8416	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8419	3E 08		LD A, 08H	08HをAレジスタに転送
841B	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
841D	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8420	5		DEC B	Bレジスタから1を引く
8421	FE 00		CP 00H	Bレジスタと00Hを比較する
8423	C2 04 84		JP NZ, LOOP	フラグレジスタがNZならばLOOPにジャンプ
8426	C3 00 00		JP 0000H	そうでなければモニタプログラムにジャンプ
8440			ORG 8440H	
8440	21 00 40	TIMER:	LD HL 4000H	値4000HをHLレジスタに転送
8443	5F		LD E, A	Aレジスタの値をEレジスタに転送
8444	2B	TLOOP:	DEC HL	HLレジスタの値から1を引く
8445	7C		LD A,H	Hレジスタの値をAレジスタに転送
8446	B5		OR L	Aの値とLの値の論理和をとる
8447	20 FB		JR NZ, TLOOP	フラグレジスタがNZならばTLOOPにジャンプ
8449	7B		LD A, E	Eレジスタの値をAレジスタに転送
844A	C9		RET	ルーティン終了
844B			END	

課題6

時間とともにモータの回転が変化する(方向もしくは速度)プログラムを作成せよ。

プログラムを表6.1に示す。

表6.1 課題6のプログラム

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
21			PB EQU 21H	拡張IOポートBアドレス
23			CTL EQU 23H	拡張IOコントロールポートアドレス
90			CLWD EQU 90H	拡張IOコントロールワード
8400			ORG 8400H	

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8400	3E 90	STPMTR:	LD A, CLWD	コントロールワードをAレジスタに転送
8402	D3 23		OUT (CTL), A	Aレジスタの値をコントロールポートに出力
8404	3E 01	LOOP:	LD A, 01H	01HをAレジスタに転送
8406	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
8408	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
840B	3E 02		LD A, 02H	02HをAレジスタに転送
840D	D3 21		OUT(PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
840F	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8412	3E 04		LD A, 04H	04HをAレジスタに転送
8414	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
8416	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8419	3E 08		LD A, 08H	08HをAレジスタに転送
841B	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
841D	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
8420	3E 08		LD A, 08H	08HをAレジスタに転送
	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
	3E 04		LD A, 04H	04HをAレジスタに転送
	D3 21		OUT(PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
	3E 02		LD A, 02H	02HをAレジスタに転送
	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
	3E 01		LD A, 01H	01HをAレジスタに転送
	D3 21		OUT (PB), A	Aレジスタの値をポートBに出力
	CD 40 84		CALL TIMER	タイマーを呼び出す
	C3 04 84		JP LOOP	ループにジャンプ
8440			ORG 8440H	
8440	21 00 40	TIMER:	LD HL 4000H	値4000HをHLレジスタに転送

アドレス	機械語	ラベル	ニーモニック	コメント
8443	5F		LD E, A	Aレジスタの値をEレジスタに転送
8444	2B	TLOOP:	DEC HL	HLレジスタの値から1を引く
8445	7C		LD A,H	Hレジスタの値をAレジスタに転送
8446	B5		OR L	Aの値とLの値の論理和をとる
8447	20 FB		JR NZ, TLOOP	フラグレジスタがNZならばTLOOPにジャンプ
8449	7B		LD A, E	Eレジスタの値をAレジスタに転送
844A	C9		RET	ルーティン終了
844B			END	

考察課題

考察課題1

メモリマップドIOとはどのような入出力方式か、説明せよ。

CPUがIOデバイスにアクセスするための命令を、RAMへのアクセスと同様の命令と同じアドレス空間で扱う方式。

考察課題2

メモリマップドIOではない方式で入出力を行うマイコンのIO空間はどのようなになっているか、説明せよ。

メモリマップドIOとは違いCPUがIOデバイスにアクセスする命令が別途用意されている。
そのためアドレス空間もそれぞれ独立している。

考察課題3

次回の課題プログラムの流れを考えよ。

次回の課題で満たさなければならない仕様

- ☐ ステッピングモーターインターフェースをパラレルIOボードにつなぎ、1相励磁回転をさせる。
- ☐ 2つのスイッチを使って、回転方向と回転速度を独立して変えられるようにする。
- ☐ LEDの点灯を回転速度と回転方向の組み合わせごとに変化させる。
 - 変化のさせかたは任意。

次回のレポートで報告する仕様

- ☐ 表示の仕様はどうなっているか
 - 回転方向と回転速度の各組み合わせに対して、どんな表示になるか
- ☐ どのスイッチがどの役割を果たしているのか
- ☐ フローチャートまたは別の手段を使って、大まかな処理の流れを報告
- ☐ ソースコードを報告

考察

まず次のプログラムは巨大になることが想定される。
その想定から予測できる人的ミスは以下の通りである。

- 入力ミス
- 入力ミスによる番地ミス
- 番地ミス修正中のさらなる人的ミス

以上を緩和する構成である必要がある。

よって、各処理をなるべくコンポーネント化し、コンポーネント間の疎結合を目指すことで人的ミスの修正範囲を狭めることを試みる。

設計

まず今回の仕様から必要な機能を分析し、そこからコンポーネント化する。

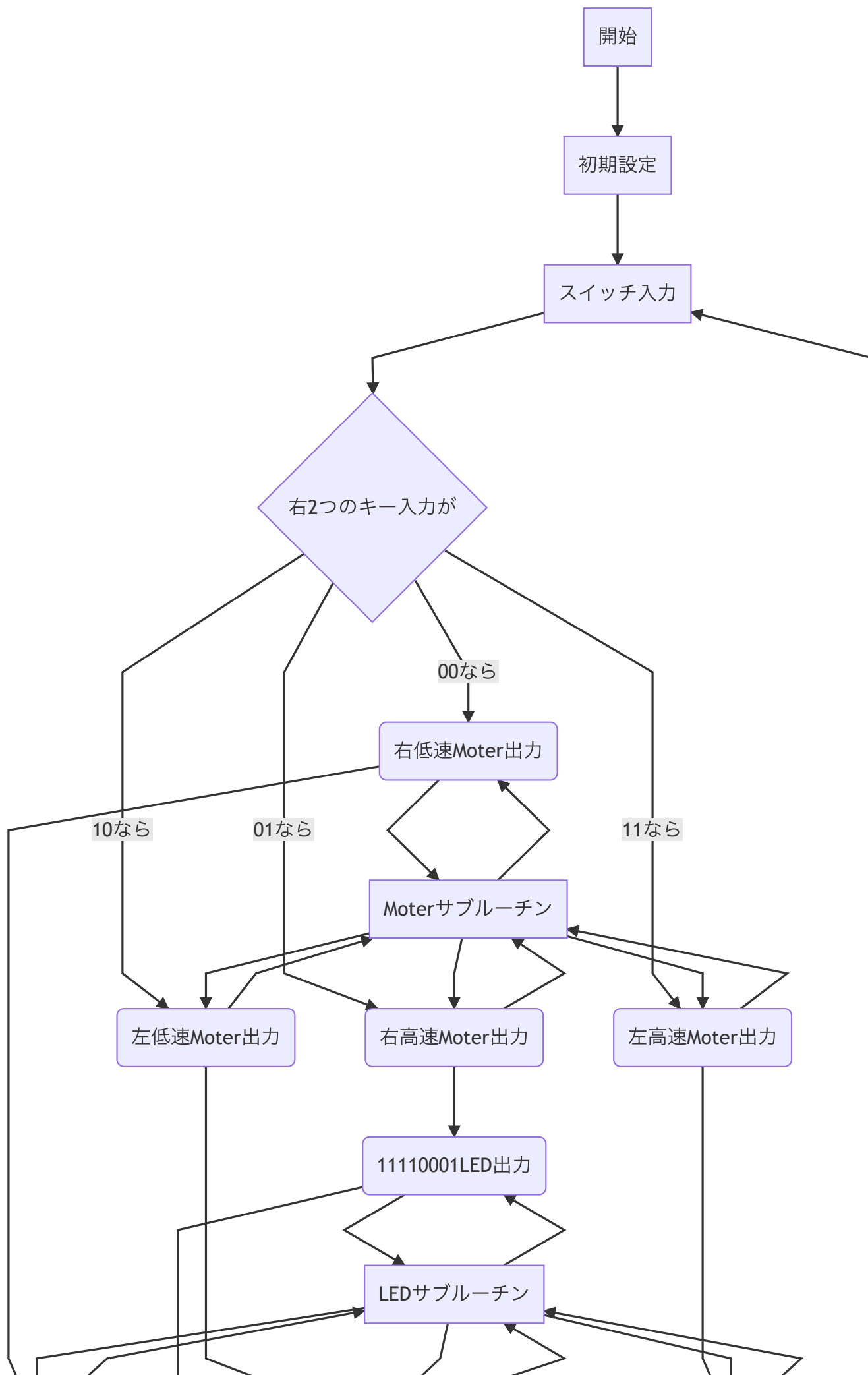
各コンポーネントをサブルーチンとして実装する。

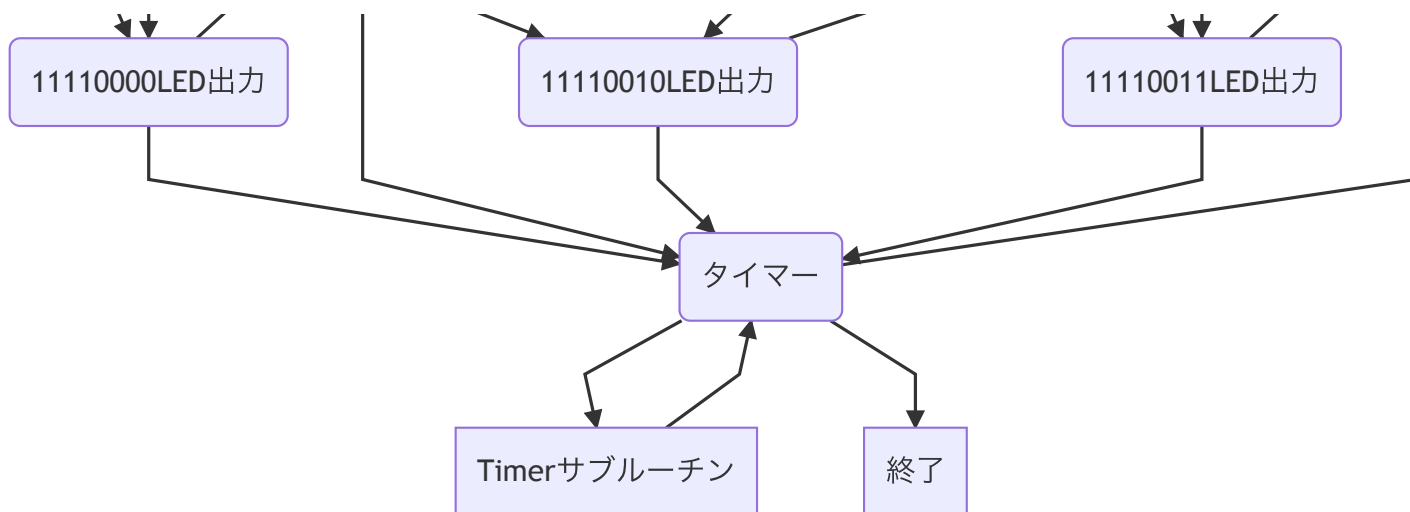
各ルーチン間のアドレスは可能な限り広く取ることでプログラムにミスがあった際の修正にスケーラビリティをもたせる。

ルーチン

- メインルーチン
 - 各サブルーチンを順に実行する。
 - 初期設定→入力判定→Moter出力→LED出力→Timer呼び出し→Loop
- Timerルーチン
 - タイマーを使用する。
 - delay文も考えたが、メインルーチンが長くなるので今回はTimerルーチンを用意する。
- Moterルーチン
 - 回転方向と回転速度を制御する。
 - サブルーチンの数が増えるが、入力判定の回数を減らしたいのでこの構成とする。
 - RHルーチン
 - 右高速を出力するサブルーチン
 - RLルーチン
 - 右低速を出力するサブルーチン
 - LHルーチン
 - 左高速を出力するサブルーチン
 - LLルーチン
 - 左低速を出力するサブルーチン
- LEDルーチン
 - 各状態を表示するLEDルーチン
 - 必要なパターンは右高速、右低速、左高速、左低速の4種類
 - 回転方向と回転速度を入力するスイッチの状態からLEDパターンを決定出力

フローチャート





```

``` mermaid
graph TD
 st[開始] --> pc1[初期設定]
 pc1 --> pc2[スイッチ入力]
 pc2 --> if{右2つのキー入力が}
 pcsb_m[Moterサブルーチン]
 pcsb_l[LEDサブルーチン]
 pcsb_t[Timerサブルーチン]
 if --> |00なら| pc3(右低速Moter出力)
 pc3 --> pcsb_m
 pcsb_m --> pc3
 if --> |01なら| pc4(右高速Moter出力)
 pc4 --> pcsb_m
 pcsb_m --> pc4
 if --> |10なら| pc5(左低速Moter出力)
 pc5 --> pcsb_m
 pcsb_m --> pc5
 if --> |11なら| pc6(左高速Moter出力)
 pc6 --> pcsb_m
 pcsb_m --> pc6
 pc3 --> pc7(11110000LED出力)
 pc7 --> pcsb_l
 pcsb_l --> pc7
 pc4 --> pc8(11110001LED出力)
 pc8 --> pcsb_l
 pcsb_l --> pc8
 pc5 --> pc9(11110010LED出力)
 pc9 --> pcsb_l
 pcsb_l --> pc9
 pc6 --> pc10(11110011LED出力)
 pc10 --> pcsb_l
 pcsb_l --> pc10
 pc7 --> pc11
 pc8 --> pc11
 pc9 --> pc11
 pc10 --> pc11
 pc11(タイマー) --> pc2
 pc11 --> pcsb_t
 pcsb_t --> pc11
 pc11 --> ed[終了]

```