

基礎コンピュータ工学

第5章 機械語プログラミング

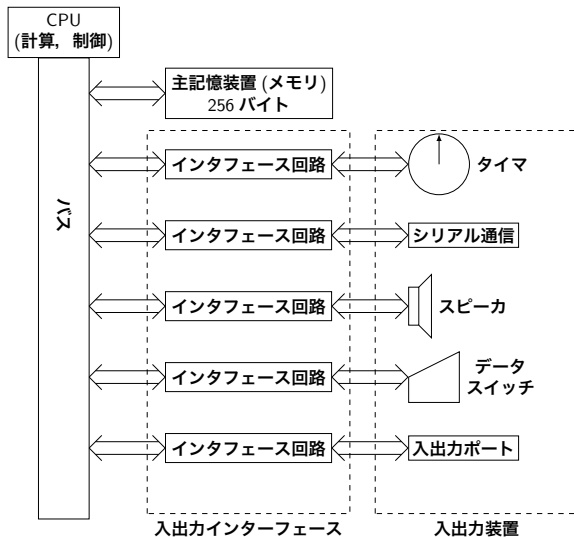
(パート11：入出力命令)

<https://github.com/tctsigemura/TecTextBook>

本スライドの入手：



TeC の構成を思い出してみる



入出力装置を操作するにはどうしたら良いのか？

メモリ領域とI/O 領域

メモリ領域とは別に、
入出力インタフェースを配置したI/O 領域がある。

メモリ領域

番地	内容
00	RAM 自由に使用可能
01	
...	
...	
DA	
DB	システム領域
DC	
...	
FF	

LD, ST, ADD... 命令で使用
(プログラムもここに置いた)

I/O 領域

番地	内容
0	Data-Sw/b0:Beep
1	Data-Sw/b0:Spk
2	SIO-Data
3	SIO-Clt/Stat
...	...
F	空き/空き

IN, OUT 命令で使用

I/O マップ (I/O 領域内の配置を書いたもの)

I/O 領域の内容を表す I/O マップがある。

I/O マップ		
番地	Read	Write
0	データスイッチ	ブザー
1	データスイッチ	スピーカ
2	SIO 受信データ	SIO 送信データ
3	SIO ステータス	SIO コントロール
4	タイマ現在値	タイマ周期
5	タイマステータス	タイマコントロール
6	空き	INT3 コントロール
7	PIO 入力ポート	PIO 出力ポート
8	ADC CH0	空き
9	ADC CH1	空き
A	ADC CH2	空き
B	ADC CH3	空き
C	空き	PIO コントロール
D	空き	空き
E	空き	空き
F	空き	空き

IN (Input) 命令 (入力命令)

I/O 領域からデータを入力 (*Read*) し結果をレジスタに格納する.

フラグ : 変化しない.

ニーモニック : IN GR,P ($GR \leftarrow IO[P]$)

命令フォーマット : 2 バイトの長さを持つ.

第 1 バイト		第 2 バイト
OP	GR XR	
1100 ₂	GR 00 ₂	0000 ₂ <i>pppp</i>

フローチャート : 平行四辺形の中に説明を書く.



IN (Input) 命令の使用例

データスイッチの値をデータランプに表示する。

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	C0 00	START	IN G0,0
02	A0 00		JMP START

- 無限ループになっているので停止しない。
- IN 命令は I/O の 0 番地（データスイッチ）を読む。
- IN 命令は即座に次の命令に進む（入力待はしない）。
- プログラムは全速力でループをまわる。
- G0 を表示した状態でプログラムを実行すると、データスイッチの値がデータランプに表示され続ける。

IN (Input) 命令の応用

入力したデータの合計を G0 に求める.

ラベル	ニーモニック	
START	LD	G0, #0
LOOP	IN	G1, 00H
	ST	G1, TMP
	ADD	G0, TMP
	HALT	
	JMP	LOOP
TMP	DS	1

1. プログラムを入力
2. PC に実行開始番地をセット
(0 番地なら RESET でも良い)
3. G0 を表示した状態にする
4. データスイッチにデータをセット
5. RUN ボタンを押す
6. データ分, 4, 5 を繰り返す
7. データランプに合計表示中

OUT (Output) 命令 (出力命令)

I/O 領域へレジスタのデータを出力 (Write) する.

フラグ : 変化しない.

ニーモニック : OUT GR,P ($\text{IO}[P] \leftarrow \text{GR}$)

命令フォーマット : 2 バイトの長さを持つ.

第 1 バイト		第 2 バイト
OP	GR XR	
1100_2	$GR \ 11_2$	$0000_2 \ pppp$

フローチャート : 平行四辺形の中に説明を書く (IN と同じ).

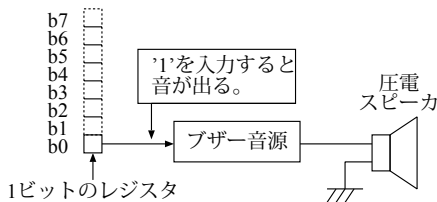


OUT (Output) 命令の応用

データスイッチ (D0) の操作でブザーを鳴らしたり止めたりする。

- TeC のブザーの仕組み

I/Oアドレス0番地



- ブザーを鳴らすプログラム

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	C0 00	START	IN GO,0
02	C3 00		OUT GO,0
04	A0 00		JMP START

ブザーが鳴り続けて困ったら RESET を押す。

学んだこと

- 「入出力命令」 = 「IN 命令と OUT 命令」
- I/O 領域と I/O マップ
- IN 命令と応用
データスイッチの値をデータランプに表示する。
データスイッチから入力した値の合計を求める。
- OUT 命令と応用
ブザーを鳴らす。

演習

- 0 で終わるデータ列を入力し合計を X 番地に求める。
- データスイッチのビット 7 (D7) でブザーを制御する。