

基礎コンピュータ工学

第5章 機械語プログラミング

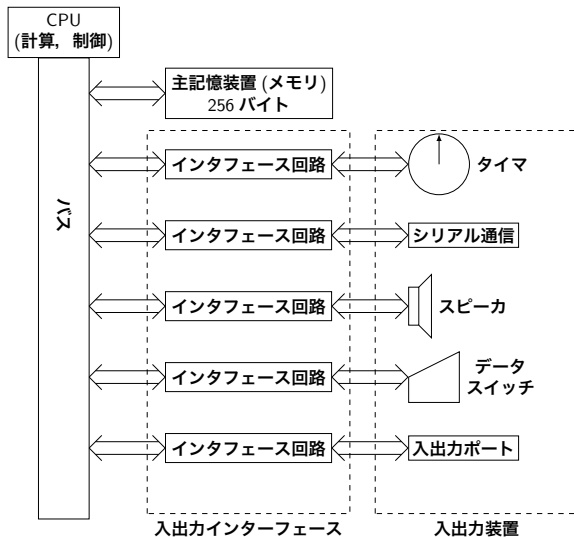
(パート11：入出力命令)

<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

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 <i>pppp</i>

フローチャート : 平行四辺形の中に説明を書く (IN と同じ).

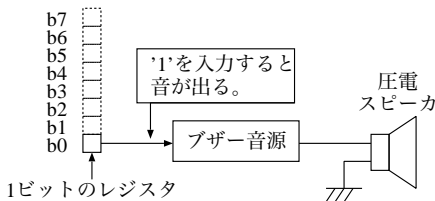


OUT (Output) 命令の応用

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。