

# CPU の仕組み

樋口さぶろお

龍谷大学工学部数理情報学科

情報処理の基礎 L10(2014-12-10 Wed)

## 今日の目標

- レジスタ, 命令実行サイクルが説明できる
- 表を参照して, 機械語プログラムで何が起きるか説明できる
- 表を参照して, 特定のことが起きる機械語プログラムを書ける



<http://hig3.net>

## L09-S1

## Quiz 解答:メモリー

$$\textcircled{1} \frac{1\text{GB}}{4\text{GB/s}} = 0.25\text{s}.$$

$$\textcircled{2} \frac{1\text{GB}}{1\text{B}} \times \left(10\text{ns} + \frac{1\text{B}}{4\text{GB/s}}\right) = 10.25\text{s}$$

## L09-S2

## Quiz 解答:メモリー

$$\textcircled{1} \frac{0.5\text{GB}}{2\text{GB/s}} = 0.25\text{s}.$$

$$\textcircled{2} \frac{0.5\text{GB}}{1\text{B}} \times \left(20\text{ns} + \frac{1\text{B}}{2\text{GB/s}}\right) = 10.25\text{s}$$

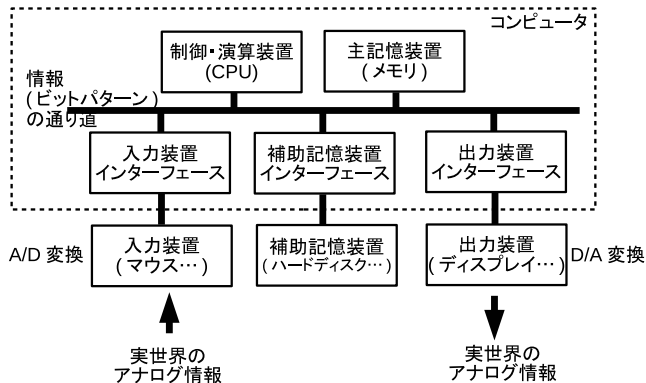
# ここまで来たよ

① 略解:メモリの仕組み

② CPU の仕組み

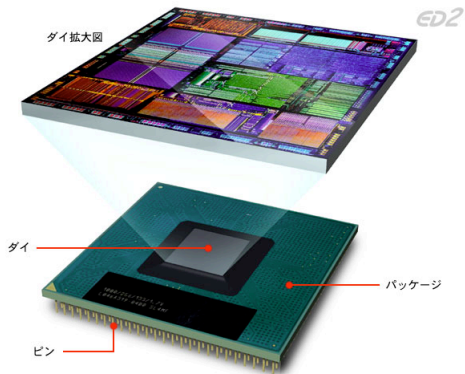
- CPU の仕組み
- 機械語

# コンピュータの構成の復習

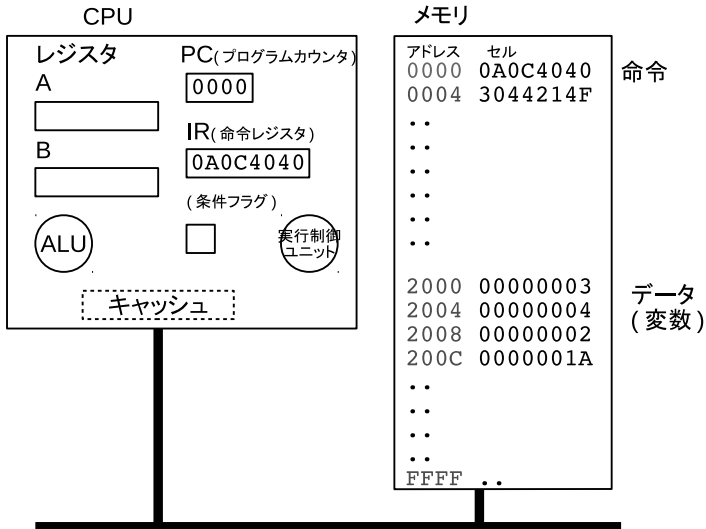


## CPU(=Central Processing Unit=制御・演算装置) の復習

機能メモリに置かれた命令を読み、それに従って、メモリに置かれたデータを読み取り、演算を行い、メモリにデータを書き込む。



## CPU をもっとよく見ると？



8b=1B

(32bit CPU の)1 ワード = 32b=4B

16 進数 2 桁 1B=8b

16 進数 4 桁 2B=16b

16 進数 8 桁 4B=32b

実行制御ユニットの合図で, 1 サイクルに 1 回, 下のループがまわる

- PC のアドレスの命令が IR に読み込まれる
- PC を 1 ワード分,  $l = 4$  だけ進める.
- IR の命令が解釈実行される.
- はじめにもどる

命令は次ページにのいずれか. 32b. 図のメモリの「命令」部分の 16 進数との関係は次週.

本当は, 停止する命令とか, 入力, 出力を引き起こすような命令とかあるけど省略.

**レジスタ** 32b. CPU 内のデータの置き場. メモリより高速だけど 2 個しかない

関数電卓の

**PC** 16b. アドレスを記憶できる. メモリ中の現在実行する命令の位置.

**IR** 32b. 現在実行している **機械語命令**

**条件フラグ** 1b.

**アドレス** 16b. メモリ中の使える部分を 0000 — FFFF で指定

**セル** 1B×4. アドレス × セル =  分.

**キャッシュ** メモリと CPU との間のコピーを高速化するもの. 待て最終週.

**ALU** 命令に応じてレジスタ間に加算器などを発動する.

**実行制御ユニット** 前のページのサイクルを司る.



## ここまで来たよ

① 略解:メモリの仕組み

② CPU の仕組み

- CPU の仕組み
- 機械語

## 命令一覧

<input type="text"/> 20b 定数, <input type="text"/> 16b アドレス, <input type="checkbox"/> A or B のレジスタ指定 読込 <input type="text"/> <input type="text"/>	メモリのアドレス <input type="text"/> の値をレジスタ <input type="checkbox"/> にコピー
定数読込 <input type="text"/> <input type="text"/>	定数 <input type="text"/> をレジスタ <input type="checkbox"/> にコピー
書出 <input type="text"/> <input type="text"/>	レジスタ <input type="checkbox"/> の値をメモリのアドレス <input type="text"/> にコピー
演算 (加算) <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	レジスタ <input type="checkbox"/> A と <input type="checkbox"/> B に対して ALU を使って加算 $A + B$ を行い, 結果を <input type="checkbox"/> A におく
演算 (減算) <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	$A - B$ . 結果が負なら条件フラグを 1 に.
演算 (乗算) <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	$A \times B$ .
演算 (除算) <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	$A / B$ .
分岐 <input type="text"/>	PC の値を <input type="text"/> に変更する
条件分岐 <input type="text"/>	条件フラグがセットされているときだけ PC の値を <input type="text"/> に変更する. 条件フラグを 0 に

## Quiz(機械語)

この状況で、アドレス 1000 から 100C の機械語命令が順に実行されると、レジスタとメモリの内容はどうか？

CPU のレジスタ

A:00001F01

B:00002A03

メモリ

アドレス:セルの中身

1000:読込 A 1204

1004:定数読込 B 01208

1008:演算 (加算) A B

100C:書出 A 1204

1010:??

:

1200: 00001204

1204: 00001010

1208: 0000000A

120C: 0000000B

:

## 機械語

上で説明した命令群のこと. これしかできない… 変数とか変数宣言とかない.

変数は, プログラマが  とか決める

人間にとっては書くのたいへんだけど, CPU にとっては楽

言語

↑ コンパイル (with コンパイラ cc)

C, Java, ...

人間にとっては書くの楽だけど, CPU にとっては理解が難しい

言語

## Quiz(機械語)

⋮

1200: 整数  $x$ 1204: 整数  $y$ 1208: 整数  $z$ 

1216: ??

1220: ??

1224: ??

⋮

この状況から実行を始めて、 $2 \times (x + 2 \times y)$  をアドレス 1216 に書き込む機械語プログラムを書こう。



## Quiz(機械語)

すべて 16 進法.

ここから実行が始まり, 0114 の命令が実行されようとするときの CPU とメモリの状況は? もしレジスタ A と B の中身が逆だったら?

PC: 0100

レジスタ

A:00001200

B:00001204

メモリ

アドレス:セルの中身

:

0100: 演算 (減算) A B

0104: 条件分岐 0110

0108: 書出 B 1200

010C: 分岐 0114

0110: 書出 A 1200

0114: :

:

1200: 00001010

1204: 00001200

:





## Quiz(機械語)

⋮  
1400: 正または負の整数  $x$

1404: ?

1408: ?

⋮

この状況から実行を始めて、 $x$  の絶対値をメモリのアドレス 1404 に書き込むように、アドレス 1000 から始めて機械語命令を並べよう。



## ノイマン型コンピュータ＝プログラム内蔵式コンピュータ

こういうやつ

- 一列に並んだメモリに、データとともにプログラムを記憶する
- コンピュータはプログラムを一行ずつ実行する
- 人間が異なるプログラムを与えると、異なる動作をする

対義語: 非ノイマン型コンピュータ

- ノイマン型が提案される前: 実行したい計算に応じて、コンピュータの配線を (=演算回路の結線を) ニッパーと半田ごてで変更するコンピュータ
- SF では: 人間が目的に即したプログラムを与えなくても自律的に動作するコンピュータ. 例: アシモフのロボットシリーズ, 鉄腕アトム

## 連絡

- 配布資料は 1-503 向かいの引出, <http://hig3.net> で再配布.
- Quiz の略解は <http://hig3.net> で配布しています.
- 予習問題, 成績や略解は <http://hig3.net> → RaMMoodle から
- 非参照非相談テストの答案や成績や略解は <http://hig3.net> → RaMMoodle から
- 予習問題 火 23:55 まで. ← ポリシー変更
- 樋口のオフィスアワー 木 6(1-539), 金昼 (7-002/1-502).
- 2014-11-17 から チューターは月火水木昼 (1-614).
- 2015-01-14 水 3 ふつうの授業
- 2015-01-14 水 5 たぶん**プチテストリベンジ** 希望者のみ参加. プチテストと同じ出題計画. これと前回のプチテストのうち, 点数の高いほうを 30 ピーナッツ分とします. プチテストで 70% 以上を得た人は, 無視してファイナルトリアルに集中することをおすすめします.
- 2015-01-21 水 たぶん補講
- 2015-01-28 水 たぶんファイナルトリアル (40 ピーナッツ)