

本日の授業のテーマ

本日の事業のテーマは、以下のとおりです。

- (1) コンピューターのハードウェアの構成要素
 - 一般的なパソコンの構成要素
 - COMMT II の構成要素
 - CPU と主記憶装置

- (2) CPU の構成要素
 - 演算装置
 - レジスター
 - 制御装置

本日の授業のゴールは、以下のとおり。

- コンピューターの基本構造がわかる。

0. 先週の復習

0.1 アセンブラとは何か?

- 皆さんが勉強する CASL II とは、アセンブラ言語である。
- コンピューター内部では、データと命令は 0 と 1 の 2 進数で表現している。
- たとえば、加算命令(足し算)は、

00100000000100000000000000001010 (1)

とコンピューターの内部では表現しています(教科書 p.1)。これをマシン語といいます。これは、覚えるのも大変だし、これでプログラムをすると、大量のタイプミスが発生するでしょう。実際、初期のコンピュータープログラマーは、この方法でプログラムを入力していたので、その労力は大変なものだったと思います。

- そこで、この命令を人間にわかり易くする工夫が考えられました。(1)の代わりに、

ADDA GR1, ADDRES (2)

と、表記するようにしたので(教科書 p.1)。これがアセンブラ言語です。

- 実際に(2)実行する場合は、アセンブラーと言うプログラムで、(1)の形にします。この変換をアセンブルすると言います。
- 高級言語、たとえば FORTRAN とアセンブラ言語には、大きな違いがある。高級言語の 1 個の命令ををコンパイルしてマシン語に変換すると、それは数多くのマシン語から構成されます。一方、アセンブラ言語をアセンブルすると、1 個のマシン語になります。即ち、アセンブラ言語はマシン後と 1 対 1 の対応があります。

加算命令の場合

FORTRAN		
A = B + C	コンパイルすると	複数のマシン語から構成
アセンブラ言語		
ADDA GR1, ADDRES	アセンブルすると	1 個のマシン語

- 高級言語に比べて、アセンブラ言語の方が、プログラムは大変です。それにもかかわらず、アセンブラを使う理由は、
 - ①動作速度が速い
 - ②ハードウェアの細かい処理ができる。です。
- アセンブラ言語は CPU の動作を指示するものとも言えます。したがって、CPU の種類によりそのアセンブラ言語は異なります。
- 情報処理技術者試験でも、アセンブラ言語があります。その場合、CPU 毎に試験をしていたのでは、大変です。そこで、仮想のアセンブラ言語、CASL II が考えられました。
- CASL II に対応した CPU は存在しませんが、その命令が単純なため、アセンブラ言語の勉強には良い教材です。皆さんは、将来、アセンブラを使う可能性がありますので、その準備として、勉強してください。

1. ハードウェアの構成要素

1.1 一般的なパソコンの構成要素

皆さんがよく使用しているパソコンは、図 1 のような機器から構成されています。では、いったい、どのようにしてコンピューターは動作するのでしょうか?。たとえば、皆さんが、電子メールを使う場合を考えましょう。次のように動作します。

- ①電子メールのアイコンをダブルクリックします。
- ②するとハードディスクにあるプログラムが、main memory に格納されます。
- ③CPU は、main memory に書かれた命令とデータを読み出し、実際の動作をします。
- ④通信装置に指令を出して、外部からデータを取ってくるように命令します。
- ⑤外部からデータが送られてきて、それはメモリーに格納されます。
- ⑥そのデータを CPU が処理して、main memory に戻します。
- ⑦処理したデータを main memory から、ディスプレイに表示させます。
- ⑧キーボードやマウスからのデータを読み込み、main memory に記憶させます。
- ⑨必要な処理が終了したら、終了ボタンを押します。
- ⑩電子メールプログラムを格納していた main memory の領域を開放します。

大雑把には、このような動作をします。

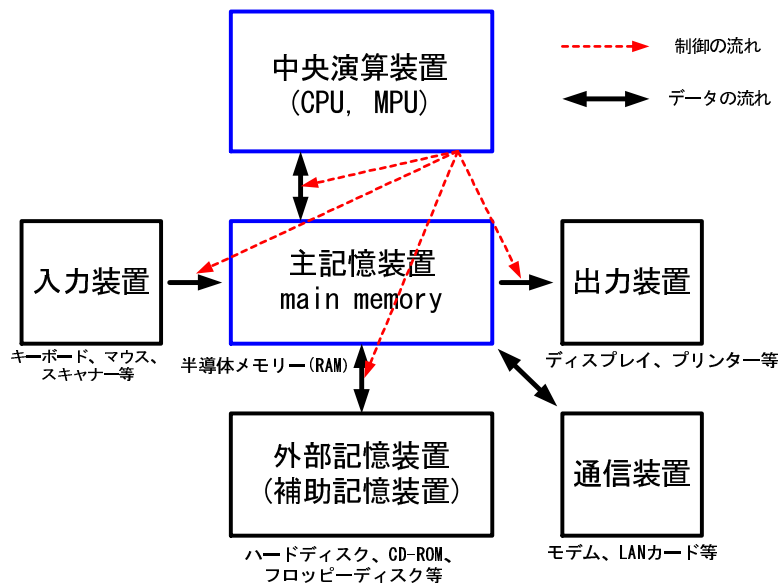


図 1 一般的なパソコンの構成

1.2 COMMT II の構成要素

先に示したパソコンは、構成機器が多く、初心者が勉強するには難しすぎます。そこで、必要不可欠な機器だけで構成された仮想のコンピューターを考えます。それが、COMMT II です。では、コンピューターに必要な不可欠な構成機器とは、何でしょうか?

1 チップマイコンやパソコン、あるいは大型コンピューターからスーパーコンピューターまで、必ず CPU と主記憶装置から構成されています。あとは、何かしらの入出力が必要でしょう。アセンブラを勉強する上で、必要最小限のハードウェアを持った COMMT II を図 2 に示します。この COMMT II を動作させるためのアセンブラ言語が CASL II です。

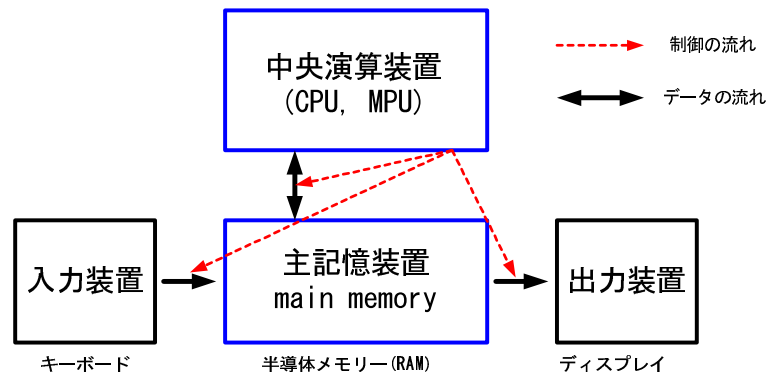


図 2 COMMET の構成

1.2 主記憶装置と CPU

図 1 や図 2 からわかるように、コンピューターの内部では、制御命令とデータの信号が流れています。データを加工や記憶、あるいは外部へ出力していることがわかります。コンピューターはデータを処理(加工・記憶・出力)するものと言ってよいでしょう。コンピューターにとってもっとも重要なものはデータです。

このデータの処理を司っているのが、中央演算装置です。いろいろな呼び方がありますが、以降 CPU と呼ぶことにします。

図 1 や図 2 を見てください。この CPU がデータの受け渡しをするものは、main memory だけです。CPU は、main memory からのみデータを引き出して、加工して、その結果をそこへ戻しているのです。

物理学者のファインマンは、CPU を頭の悪い事務員、main memory をファイルキャビネット、データをファイルキャビネットに入れるカードにたとえています。ただ、頭は悪いけれども非常に早く仕事ができるとしています。ここで、次の問題を考えます。

- 多くのセールスマンを雇っている会社があります。
- セールスマンの情報は、カードにかかれています。
- この頭の悪い事務員に、セールスマン全員の東京担当の売上の合計を出しなさいと命令をします。

すると、この事務員は、次の動作をして、東京での売上を出します。

- ①社員番号 1 番のセールスマンのカードをキャビネットから取り出します。
- ②担当地域を見ます。
- ③もし、担当地域が東京だったら、
 - キャビネットから、合計売上のカードを出します。
 - セールスマンの売上と合計売上のカードを足し算します。
 - 足し算した結果を合計売上カードに書き込みます。
 - 合計売上カードを元のキャビネットに戻します。
 を実行します。

- ④セールスマンのカードをキャビネットに戻します。
- ⑤次のセールスマンのカードを取り出して、同じことを続けます。

社員番号	0052
氏名	山本昌志
給料	415, 000
売上	¥35, 800, 000
担当地域	秋田県
入社年度	1992
評価	ダメ
・	・
・	・
・	・

最後のセールスマンまでこの動作が終わると、合計が分かります。非常に面倒くさいことをしていますね。

コンピューターはこれと、全く同じ動作をします。事務員が CPU で、キャビネットが main memory です。コンピューターらしく書くと、図3です。

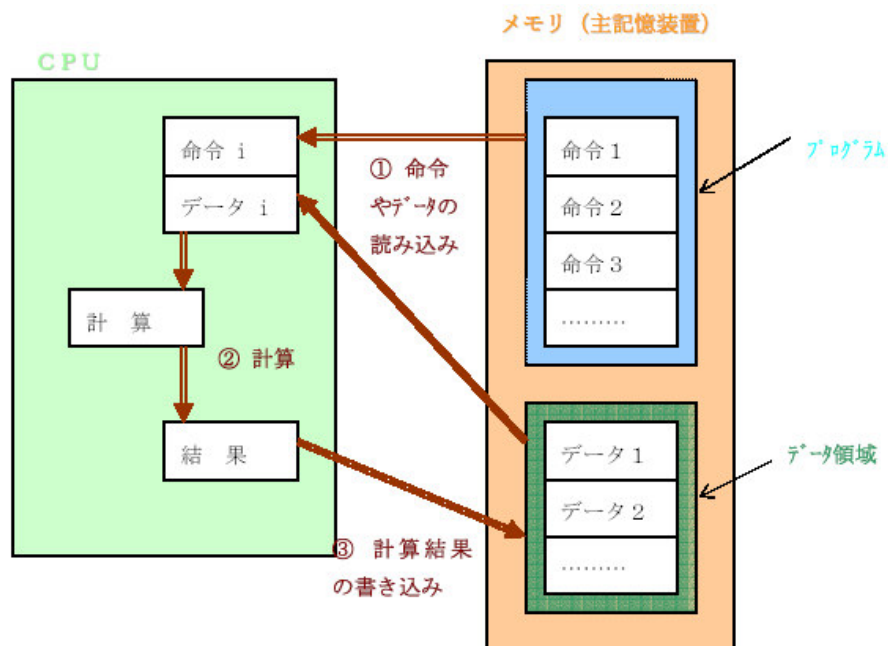


図3 コンピューターの動作

2. CPU の構成要素

コンピューターの構成と大体の動作は分かったと思います。特にアセンブラ言語を勉強する場合、CPU とメモリーの関係をよく知っておく必要があります。その関係は、先ほど示したとおりです。では、CPU はどのようになっているのでしょうか。CPU にできることは、いたって簡単で、教科書の 203 ページを見てください。この程度のことしかできません。これらの命令を組み合わせて、非常に複雑なことを行うのです。

CPU は大きく分けて、4つの部品から構成されています。①演算装置②レジスター③制御装置④クロックです。特に、①と②が重要です。働きを理解してください。

2.1 演算装置

実際に演算を実施する機構です。といっても、三角関数など複雑な演算はできません。できることは、算術加算、算術減算、論理演算、ビット演算や比較などです。

2.2 レジスター

CPU 内部にあるメモリーです。CPU の外にある main memory より、うんと早く動作します。COMMET II には、4種類のレジスターが用意されています。

- 汎用レジスター
- スタックポインター
- プログラムレジスター(プログラムカウンター)
- フラグレジスター

2.3 制御装置

メインメモリー上の命令やデータをレジスターに読み出し、命令の実行結果に応じて、コンピューター全体を制御します。

2.4 クロック

CPUの外にあるものもあります。クロックは、コンピューターが動作するタイミングとなるパルス信号を発生させる回路です。COMMETでは、特に明記されていないし、プログラマーが気にすることはありません。

参考文献

- [1] 東田幸樹 他, アセンブラ言語 CASL II, 工学図書株式会社
- [2] 矢沢久雄, プログラムはなぜ動くのか, 日経 BP 社
- [3] 守屋悦朗, <http://www.em.edu.waseda.ac.jp/~moriya/education/CAI/infomath3/>
- [4] 日経ソフトウェア 2002年9月号
- [5] ファインマン計算機科学, 岩波書店