

情報工学実験2

ーコンピュータアーキテクチャ編ー コンピュータアーキテクチャと命令セット

075730G:澤岷千明

実験日 2008/10/20

提出日 2008/10/27

共同実験者

075711A 山口 藍

075715C 嘉陽 裕香

075722F 斉藤由利絵

実験目的

教育用ワンボードコンピュータ KUE-CHIP2 を用いて例題プログラムを実行することにより、KUE-CHIP2 の操作方法を習得する。また、簡単な機械語 (マシン語) プログラムの作成を通して、KUE-CHIP2 の命令セットおよび機械語プログラムの構造を理解することを目的とする。

実験概要

今回の実験では KUE-CHIP2 を実際に使う為のマニュアルを読むことから始まる。ボタンの説明、命令仕様が詳しく書かれてある。次は、アセンブリ言語プログラムを機械語に直したものを入力する。ここまでの実験は一通りの扱い方を学ぶ為のものである。

次に、ACC(アキュムレータ)、IX(インデックスレジスタ)、PC(プログラムカウンタ)などの値を見る方法、ある番地への移動等の実験を行う。これは自分でマニュアルを見ながら操作するための実験である。最後に、各自でプログラムを作り入力していく実験に入る。

実験内容

- (1) 「KUE-CHIP2 教育用ボード・リファレンスマニュアル (抜粋)」第 1 章、第 2 章を良く読み、KUE-CHIP2 の各表示部の意味、スイッチ類の操作方法を調べよ (報告の必要なし)。
- (2) 「KUE-CHIP2 教育用ボード・リファレンスマニュアル (抜粋)」第 3 章 3.2(P.18) および 3.3(P.24) の内容に従って、例題プログラムを入力し、実行せよ (報告の必要なし)。
- (3) 以下の各項目について、その操作方法 (操作手順) を調べ、実際に KUE-CHIP2 を操作し、動作を確認せよ (印がついた 5 項目についてのみ報告すればよい)。
 - (a) ACC の内容を見る方法 (手順)
 - (b) IX の内容を見る方法 (手順)
 - (c) PC の内容を見る方法 (手順)
 - (d) ACC に 10H を格納する方法 (手順)
 - (e) IX に 10H を格納する方法 (手順)
 - (f) PC に 10H を格納する方法 (手順)
 - (g) 80H 番地の内容を見る方法 (手順)
 - (h) 80H 番地に 34H を格納する方法 (手順)
 - (i) 00H 番地から 0FH 番地までの内容を連続的に見る方法 (手順)
 - (j) 90H 番地から 9FH 番地までの内容を連続的に見る方法 (手順)
 - (k) 00H 番地から 0FH 番地までの内容に 11H を格納する方法 (手順)
 - (l) 90H 番地から 9FH 番地までの内容に 11H を格納する方法 (手順)
 - (m) プログラムを 00H 番地から実行する方法 (手順)
 - (n) プログラムを 20H 番地から実行する方法 (手順)
 - (o) プログラムを 1 命令ずつ実行する方法 (手順)
 - (p) プログラムを 1 フェーズずつ実行する方法 (手順)
- (4) 学籍番号の 6 個の数を足してその合計を求めるプログラムを各自で作成し、実行しなさい。ただし、学籍番号の 6 個の数は、データ領域の 00H 番地 (100H 番地) から 05H 番地 (105H 番地) に予め格納しておくこと。

実験結果

- 実験 (1)、(2) の結果について

本実験の結果に関しては報告を省略する。

- 実験 (3) の結果について

- ー 実験 (3) に示した 印が付いた項目について、どのスイッチをどのような順番で操作すればよいのかを説明せよ。また、その操作をした結果、KUE-CHIP2 がどのような状態になるのかも説明せよ。

- (f) PC に 10H を格納

- SEL を 0010 に設定し、DATA に 0001 0000 を SET すればよい。

- (j) 90H 番地から 9FH 番地までの内容を連続的に見る

- アドレスが 90H 番地になるまで ADRINC を押し続け、9FH 番地になるまで同様に押せばよい。また、SEL を 1000 にした後に DATA に 1001 0000 を SET すれば 90H 番地へ行くので、それから 9FH 番地になるまで ADRINC を押せばよい。

- (l) 90H 番地から 9FH 番地までの内容に 11H を格納

- 上のようアドレスを 90H 番地にした後、DATA に 0001 0001 を SET し ADRINC を押す。これを 9FH 番地に到るまで繰り返せばよい。

- (n) プログラムを 20H 番地から実行

- SEL を 0010 にしたあと、DATA に 0010 0000 を SET すればよい。

- (o) プログラムを 1 命令ずつ実行

- 右上の SI(プッシュSW) を押して実行すればよい。

- 実験 (4) の結果について

- ー 各自で作成したアセンブラプログラムとその実行結果およびフローチャートを示せ。なお、アセンブラプログラムには、必ず、機械語 (マシン語) プログラムも併記すること。また、必要に応じて、プログラムを実行する前のレジスタやメモリの初期値も明記せよ。

予め、DATA 領域に数値を入力しておく。SEL を 0001 にした後、次の値を入力した。

DATA 領域	値
100H	0
101H	7
102H	5
103H	7
104H	3
105H	0

この数値での計算結果は 22 なので、16 進数で 16 になればよい。

表 1 DATA 領域の数値

そしてこの実験で作成したプログラムは以下のものである。

アドレス	機械語	アセンブラ語
00	65	LD ACC,(00H)
01	00	
02	B5	ADD ACC,(01H)
03	01	
04	B5	ADD ACC,(02H)
05	02	
06	B5	ADD ACC,(03H)
07	03	
08	B5	ADD ACC,(04H)
09	04	
0A	B5	ADD ACC,(05H)
0B	05	
0C	0F	HLT

表2 アセンブラプログラムおよび機械語プログラム

この計算結果は16であった。これを10進数に直すと22なので、このプログラムは正しいものである。

- 各自で作成したアセンブラプログラムがどのような動作をするプログラムなのかを、フローチャートなどを用いて説明し、実行結果の正当性を示せ。フローチャートとその説明を以下に示す。

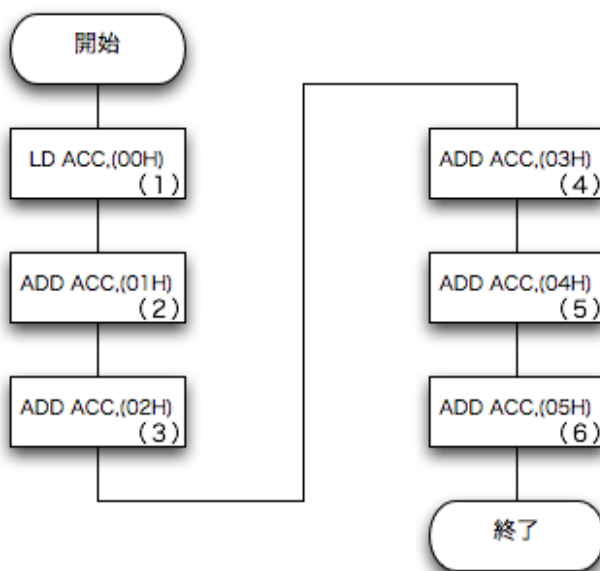


図1 アセンブラプログラムのフローチャート

- (1) データ領域 00H 番地の値を ACC へ読み込む。(このとき、値は0)
 - (2) データ領域 01H 番地の値を ACC へ加算する。(このとき、値は $0+7=7$)
 - (3) データ領域 02H 番地の値を ACC へ加算する。(このとき、値は $7+5=12$)
 - (4) データ領域 03H 番地の値を ACC へ加算する。(このとき、値は $12+7=19$)
 - (5) データ領域 04H 番地の値を ACC へ加算する。(このとき、値は $19+3=22$)
 - (6) データ領域 05H 番地の値を ACC へ加算する。(このとき、値は $22+0=22$)
- よって、値は22となる。これは16進数で16となるので、この結果は正当である。

考察

上記の実験結果に基づいて、以下の点について詳しく述べよ。

- 実験 (3) の考察について
 - ー 実験 (3) の結果に示した各操作結果と同じ結果が得られる別の操作方法があるか検討せよ。
既に示した通りの方法しかない。
- 実験 (4) の考察について
 - ー アセンブラプログラム (機械語プログラム) と、これまでに学んだプログラミング言語 (C 言語や Java など) とを比較し、両者の違いや特徴について考察せよ。
アセンブラ語と C 言語で、まず目につく違いは表記である。アセンブラ語と機械語は 1 行でその処理が記述されてあるが、C 言語や Java では一つの処理が複数行で記述されてあるのが普通である。
アセンブラ言語は機械語を人が理解し易くしたものであるため、コンピュータの種類ごとに違う、という特徴がある。
これまでならってきたプログラミング言語はコンパイラ型言語ともいい、変数名や数式などのような人間が読み易い、より抽象的な表現によってプログラムを記述し、コンパイラを用いて機械語や中間言語などのより低レベルの命令に変換し、目的のプログラムを生成する。
- その他の考察について
 - ー 本実験を通して得られた知見について詳しく説明せよ。
この実験で、アセンブラ語から機械語への変換方法を知る事ができた。また、命令コード早見表の見方もわかった。プログラムを変換する際、アドレスは適当に書いていたが、これは機械語と対応してあるものだということがわかった。

調査課題

下記の各項目について調査し、その結果を報告せよ。

(a) コンピュータの主要構成要素に関して、以下の設問に答えよ。

- ① 入力装置の具体例を 3 つ以上挙げ、それぞれの機能や特徴などを簡単に説明せよ。
 - キーボード
キーを叩いて文字を入力するための基本的な入力装置。英数字、記号等の他に Esc、Delete などの制御キーや、特定の機能を割り当てられる PF キー、カーソル移動の矢印キー、数字入力のためのテンキーなどがある。
 - マウス
ネズミに似ていることからその名の付いた入力装置。画面上の位置 (座標) を得るためことができ、クリックすると画面上のポインタの位置 (座標) が入力されるしくみになっている。
 - スキャナ
絵や写真等をデジタル画像データに変換してコンピュータに取り込むための装置。イメージスキャナともいう。用途によって、様々な種類がある。

② コンピュータは、メインメモリ (主記憶装置) 以外に大容量の補助記憶装置を装備しているのが普通である。補助記憶装置の例を5つ以上挙げ、それぞれの機能や特徴などを簡単に説明せよ。

- フラッシュメモリ
書き換え可能であり、電源を切ってもデータが消えない不揮発性の半導体メモリ。
- フロッピーディスク
磁性体を塗った円盤をカートリッジに入れたもので、磁気によってデータを記録する。
- 磁気テープ
粉末状の磁性体をバインダー (接着剤) と共にフィルム上に塗上した帯状磁気記録媒体。磁化の変化により情報を記録・再生するメディアのひとつ。いわゆるカセットテープやビデオテープである。
- 光ディスク
光学ドライブ装置を使い、光 (半導体レーザー) の反射により情報を読み書きする記憶媒体である。CD や DVD 等に使われている。
- 光磁気ディスク
赤色レーザー光と磁場を用いて磁気記録を行い、レーザー光を用いて再生を行う記憶媒体である。MO、あるいはMO ディスクと呼ばれる。MD 等に使われている。

③ 出力装置の具体例を3つ以上挙げ、それぞれの機能や特徴などを簡単に説明せよ。

- ディスプレイ
モニタとも言われるコンピュータなどの機器から出力される文字や図表を表示する装置。
- スピーカー
電気信号を物理振動に変えて、音楽や音声などの音を生み出す機器である。
- プリンタ
コンピュータから入力されたデータを紙などに印刷する装置。

④ メーカーの異なるプロセッサ (CPU) の具体例を3つ以上挙げ、メーカー名、形番等の情報をを列挙せよ (ただし、3つのうちの1つは自分のノートPCあるいは普段よく使用するPCに搭載されているプロセッサを選択すること)。また、それぞれの機能や特徴を簡単に説明せよ。

- 1.83Ghz Intel Core 2 Duo
我らが MacBook の CPU である。Intel 社の Core 2 Duo と言い、コア (処理を行う中心となる部分) が2つあるデュアルコアである。プロセッサナンバーは T5600 である。最新技術によって処理速度が速く、消費電力や発熱も低いので現在の主流と言える。デスクトップ用のものと、ノートパソコン用の二種類がある。
- AMD Athlon(tm)64 X2 Dual Core Processor 4000+ MMX, 3DNow (2CPUs), ~2.10Ghz, 1.00GB RAM
AMD 社のデュアルコアの CPU である。Intel 社の Pentium D と同じく、コアが2つある CPU で、その性質も Pentium D と似ている。つまり、実質2つのCPUを積んでいるような使用環境となる。だが、そのあと Intel 社が「Core」や「Core 2 Duo」を販売したため、遅れをとる形になり、そのため価格を安くすることで対抗しようとした。結果的に現在は、コストパフォーマンスで勝負する CPU となっている。

- Castor LoDDR2-2GB-800-R1

UMAX 社の CPU。DDR とは「ダブル・データ・レート」の略で、それをさらに改良したのが DDR2 である。それ以前のデータの送受信量が 2 倍になっており、DDR と比べ処理が早いだけでなく、消費電力も抑えられている。

- (b) レジスタとメインメモリ (主記憶装置) の違いを述べよ。また、KUE-CHIP2 に搭載されているレジスタのうち、アキュムレータ (ACC) とインデックスレジスタ (IX) の役割の違いを述べよ。

レジスタとメインメモリの違いは CPU 中にあるか否かである。

レジスタは CPU 内にあり、データを一時記憶するための記憶回路で高速で数は多くない。メモリは CPU 内なく、長く記憶するため速度より量を重視したものである。

ACC はデータの演算を行う場合に演算装置によって利用されるレジスタである。

IX はメインメモリ上のアドレスを求めるときなどに、基準からの増減値を記憶するレジスタである。

- (c) 「フォンノイマンボトルネック (von Neumann bottleneck)」について、以下の設問に答えよ。

- ① 以下に示す 10 個以上の用語を全て用いて、「フォンノイマンボトルネック」を説明せよ。なお、説明文の中に登場する下記の用語には、下線をつけること。

ー プロセッサ (CPU)、メインメモリ (主記憶装置)、バス、アクセス、速度、性能 (パフォーマンス)、Backus (バックウス (人名))、瓶の首 (瓶の細い部分)、ノイマン型コンピュータ、プログラム内蔵方式

コンピュータ・アーキテクチャの 1 つの型である ノイマン型コンピュータ に存在する性能上のボトルネックである。ボトルネックとは、システム設計上の制約の概念。英語の 瓶の首 (瓶の細い部分) の意。

ノイマン型では、メインメモリ に命令を格納し、CPU で処理をする。その際、命令を実行するにはデータ バス から アクセス の 速度 が遅いメモリに必ず触れなければならず、これがコンピュータの 性能 (パフォーマンス) を低下させている最大の原因となっている。

John Backus 氏は Can Programming be Liberated from the von Neumann Style? (プログラミングはフォンノイマン型から解放されるのか?) と語っている。

なお、本来この事はノイマン型だけでなく プログラム内蔵方式 に共通の事項であるが、プログラム内蔵方式の代表例がノイマン型であるため、こう呼ばれている。

- ② 「フォンノイマンボトルネック」を解消する技術や手法を 3 つ以上挙げ、それぞれについて、図表等を用いて詳しく説明せよ。(実際に使われている方法)

キャッシュメモリ

CPU など処理装置が情報を取得・更新する際に主記憶装置やバスなどの遅延・低帯域を隠蔽化させ、処理装置と記憶装置の性能差を埋めるために用いる高速小容量メモリのこと。

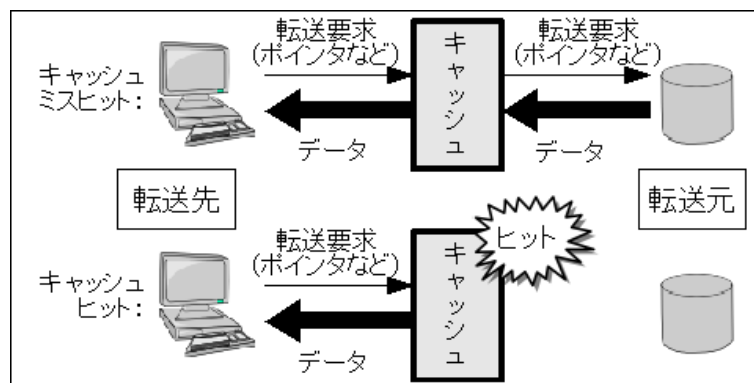


図2 キャッシュ概要図

引用元 [http://ja.wikipedia.org/wiki/キャッシュ_\(コンピュータシステム\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/キャッシュ_(コンピュータシステム))

サブルーチン

サブルーチンとはコンピュータプログラミングにおいて、プログラム中で意味や内容がまとまっている作業をひとつの手続きとしたものである。また、キャッシュのような断層的メモリの設計を持つコンピュータでは、よく使われるサブルーチンがキャッシュに格納されることで高速な動作を期待できる。

メモリの動作速度向上

ここでのメモリとは主記憶装置の中の読み書き自由な RAM のことである。この性能が上がると、アクセス速度も上がるのでボトルネックの解消にも繋がる。

感想

課題はやっぱり大変なものだと思わされる。今回の実験はやけに時間がかかってしまった。ささやかなミスを連発して授業が終わる時間になってもまだ終わっていなかった。CPU についてはほとんどわからなかったので、自分で調べるきっかけとなって良かったが、やはりよく解らない。前々から、色んな CPU の名前があるけれど何がどうなってるの? な状態だったので、以前の何もわからない状態からはわずかだが一歩を踏み出せたと思う。

参考文献・引用文献

- LaTeX -コマンド一覧
<http://www1.kiy.jp/~yoka/LaTeX/latex.html>
- Langs
<http://www2.airnet.ne.jp/sardine/langs/index.html>
- ハードウェア
<http://www.asahi-net.or.jp/~ax2s-kmtn/hardware/index.html>
- ウィキペディア
<http://ja.wikipedia.org/wiki/>
- CPU の性能の説明
<http://homepage2.nifty.com/kamurai/CPU.htm>
- 革新的発明と製品情報
<http://www.j-tokkyo.com/1999/G06F/JP11120157.shtml>