

アセンブラ言語と機械語と高級言語

山本昌志*

2004年4月19日

1 前回の復習と本日の話題

1.1 前回の復習

前回は、コンピューターの簡単な仕組みについて学習しました。そこで、学習したことは、

- コンピューターは、メモリーと CPU から構成されている。
- メモリーには、プログラムとデータが格納されている。
- コンピューターは、プログラムの通りに動作する。動作は、メモリーのデータを読み込んで、それを加工して、メモリーに戻している。
- CPU は論理回路で構成されている。

というようなことでした。

1.2 本日の話題

今日は、ハードウェアの話から、少しはなれて、ソフトウェア(プログラム)について、説明します。特に、機械語、アセンブラ言語、高級言語についてお話しします。

2 コンピュータープログラムの歴史

2.1 なぜプログラムが必要か？

所詮、コンピューターはプログラムの通りに動作する自動計算機に過ぎません。もし、プログラムが無かったらどうなるのでしょうか？。コンピューターは、全く動作せず、何もできません。いかに、素晴らしいハードウェアがあっても、プログラムが無いと、それはただの箱です。

プログラムの無い計算機といえば、電卓を使うことを思い浮かべるでしょう。電卓のみを用いて、例えば連立方程式を計算する場合を想像しましょう。この場合、人間の頭にその解法があり、それに従い手を動

*国立秋田工業高等専門学校 電気工学科

かして計算しています。この場合、プログラムに相当しているものが、頭の中にあり、指を通して、ハードウェアである計算機に指示を与えています。

では、いったいプログラムとは何でしょうか?。一言で言うと、それはコンピューターに指示を与えるものといえます。その特徴は、

- あいまいな表現が許されない。

機械相手ですから、仕方ないことです。

2.2 プログラム方法の変遷

未完に終わりましたが、最初にコンピューターを考えたと言われるのが、イギリスのチャールズ・バベッジ (Charles Babbage, 1791-1871) です。当時、イギリスは産業革命で、大量の織物が作られていました。それは、ジャカルが発明した自動織機で作られていました。織物の柄はパンチカードに書かれており、それに従い機械が自動的に織物を作っていたようです。バベッジはそれを利用して、自動計算機を作ろうと考えたようです。

最初に稼動した電子計算機は、アメリカの ENIAC です。それは、プログラムボードと呼ばれる配線板上の配線を組み替える方法で、プログラムが書かれました。これは、ハードウェアそのものを変えることにより、プログラムしていることとなります。要するにコンピューターの動作を配線で示したわけです。

もう少し進化すると、メモリーにプログラムを書くようになりました。0 と 1 を全てメモリー上にスイッチで指定するようなことが行われていました。コンピューターの動作を 0 と 1 で示しています。これこそ、機械語です。今もそうですが、コンピューターは 0 と 1 でできた機械語しか分かりません。それをそのまま指定していたわけです。例えば、足し算をするときは、

```
0010 0000 0001 0000 0000 0000 0000 1010
```

と書きます。これは、メモリーの内容そのもので、これに従い CPU の線の電圧が 0 や 1 になります。それに従い、論理回路が動作しました。

さすがに 0 と 1 を並べただけのプログラムは、分かりにくく、専門的なプログラマーにしかプログラムはできませんでした。これをもう少し、分かりやすくしたのがアセンブラ言語です。先ほどの加算のプログラムを

```
ADDA GR1,ADDRESS
```

と書きます。ADD というのは加算するという英語です。その後の A はきにしないでください。これは、GR1 と ADDRESS を加算しなさいという命令です。詳細は後ほど学習しますが、先ほどの 0 と 1 が並んだプログラムよりは格段に分かりやすくなりました。これは、

- ADDA GR1 → 0010 0000 0001 0000
- ADDRESS → 0000 0000 0000 1010

に対応しています。要するに、人間がわかりやすいアセンブラ言語は、機械が唯一理解できる機械語と 1 対 1 に対応しています。このようにすることで、プログラムは格段に容易になりました。

ただし、アセンブラ言語を機械語に翻訳する仕事は必要です。このアセンブラ言語から機械語への翻訳をアセンブルするといいます。このアセンブルの作業は、コンピューターに任せればかってにやってくれます。そのためのソフトウェアをアセンブラーといいます。

アセンブラーが開発されたことで、プログラムはかなり容易になりましたが、それでもまだ、一部の専門家にしか使えません。もっと、人間に近いプログラミング言語が必要です。そこで、1950 年代初頭に FORTRAN 言語の登場となるわけです。これは、皆さんが学習した通り、誰でもコンピュータープログラムができます。これは、非常に人間の言葉に近く、加算は、

$$C=A+B$$

と書けばよいです。これは、人間にとって非常に分かりやすい表現です。しかし、コンピューターにとっては全く分からない表現になってしまいました。そのために、この FORTRAN 言語で書かれたプログラムを機械語に翻訳する必要があります。翻訳は、コンピューターに任せればよく、そのためのプログラムが用意されています。それは、コンパイラーと言われるプログラムです。皆さんは、FORTRAN コンパイラーを使ったことがあるでしょう。あるいは、C 言語のコンパイラーを使ったことがある人がいるかもしれません。コンピューターのプログラム言語は、誰でもが簡単にプログラムできるように開発されてきました。

3 高級言語の実行方法

FORTRAN や C 言語、BASIC、Java、COBOL 等の人間のわかりやすいプログラム言語は、高級言語と呼ばれています。一方、アセンブラ言語や機械語のように、コンピューターが理解できる言語は、低級言語と呼ばれています。

高級言語といっても、コンパイラーを使って、最終的には機械語に翻訳しています。どのような、高級言語でも、コンピューター上で実行する場合、最終的には機械語に翻訳されなくてはなりません。機械語の 0 と 1 の塊が、メモリーにロードされて、それが CPU の論理回路で処理されます。

4 アセンブラ言語を学習する理由

コンピュータープログラムは誰でも、使えるように機械語から高級言語に進化しました。それでは、今、アセンブラ言語を学習する意味があるのでしょうか？。アセンブラ言語を勉強する 3 つの理由を示して、本日の講義は終わりとします。

明らかに、アセンブラ言語が高級言語に勝っている点があります。一つは実行速度です。高級言語をコンパイルして、機械語にすると、どうしても処理が複雑になります。たとえば、エラーの処理とか、コンパイラーがかってにルーチンを追加します。アセンブラ言語でプログラムするとそのような処理は不要であれば記述しなければ良いので、機械語が簡単になります。機械語が簡単であれば、それだけ速度が出ます。

2 つ目の理由は、ハードウェアに近いところで、細かい制御が可能ということです。特定の制御線の電圧を 1 や 0 に変えることが、アセンブラで直接記述できます。

皆さんがアセンブラ言語を学習する最も大きな理由は、コンピューターの仕組みを理解するためです。アセンブラ言語は、機械語と1対1に対応しています。機械語の動作は、そのコンピューターのハードウェア (CPU) の動作と考えると差し支えありません。そのため、アセンブラ言語を理解するとコンピューターの動作や原理が理解できます。がんばって理解しましょう。