

情報工学実験 III

第 3 回 : RISC マシンでのプログラミング

柴田裕一郎・松尾堅太郎・元島晃伸

shibata@cis.nagasaki-u.ac.jp
情報工学コース

2018 年 12 月 11 日

プログラミングの流れ

- ① 普通に C 言語でプログラムを書く
- ② アキュムレータに実装されている演算だけを使って C 言語のプログラムを書き直す
- ③ 書き直した C 言語のプログラムを RISC16 の命令列に置き換える
- ④ 命令列を 2 進数の命令コードに変換する

一見、手間がかかるようだが、**抽象度の高い設計から始めることが**作業を効率化する

C 言語によるプログラムの例


```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main()
4 {
5     int m, n, mn = 0;
6
7     scanf("%d", &m);
8     scanf("%d", &n);
9     printf("m = %d (0x%x), n = %d (0x%x)\n", m, m, n, n);
10
11    mn = m * n;
12
13    printf("mn = %d (0x%x)\n", mn, mn);
14    return (0);
15 }
```

加算とループを使って書き直したCプログラム

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main()
4 {
5     int m, n, mn = 0;
6
7     scanf("%d", &m);
8     scanf("%d", &n);
9     printf("m = %d (0x%x), n = %d (0x%x)\n", m, m, n, n);
10
11    do {
12        mn = mn + m;
13        n = n - 1;
14    } while (n != 0);
15
16    printf("mn = %d (0x%x)\n", mn, mn);
17    return (0);
18 }
```

プログラミング例

```
@00 00001011 00100000 // LLI r3, #0x20
@02 00000000 01110001 // LD r0, (r3)
@04 00001100 00100010 // LLI r4, #0x22
@06 00000001 10010001 // LD r1, (r4)
@08 00001101 00100100 // LLI r5, #0x24
@0a 00000010 10110001 // LD r2, (r5)
@0c 00000010 00000100 // ADD r2, r0
@0e 00100001 11111111 // ADDI r1, #-1
@10 10000001 11111010 // BNEZ r1, #-6
@12 00000010 10110000 // ST r2, (r5)
@14 00110110 00000010 // LUI r6, #0x02
@16 00000010 11010000 // ST r2, (r6)
@18 11000111 11111110 // JMP #-2
...
@20 00010010 00110100 // m
@22 00000000 00000100 // n
@24 00000000 00000000 // m * n
```

- ① $20_{(16)}$ 番地の値 (m) と $22_{(16)}$ 番地の値 ($m \times n$ の途中結果) の加算を n 回だけ繰り返し 7 セグメント LED に表示
- ② 最後は無限ループで停止 (ダイナミックストップ) 

$100_{(16)}$ 番地にセットした値を n とし、関数 $F(n)$ の値を計算して LED に表示するプログラムを作製し動作を確認せよ。

- n は 0 以上の整数とする
- 計算結果のオーバーフローについては考慮しなくてよい
- n の値を変更する際には、 $100_{(16)}$ 番地以外の値は変更せずに実行できなければならない

学生番号の末尾が 0

$$F(0) = 0$$

$$F(1) = 1$$

$$F(n) = F(n-1) + F(n-2) \quad (n \geq 2)$$

学生番号の末尾が 1

$$F(n) = n!$$

学生番号の末尾が 2

$$F(n) = \sum_{k=0}^n k(k+1)$$

学生番号の末尾が 3

$$F(0) = 0$$

$$F(1) = 0$$

$$F(2) = 1$$

$$F(n) = F(n-1) + F(n-2) + F(n-3) \quad (n \geq 3)$$

学生番号の末尾が 4

$$F(x) = n^n$$

学生番号の末尾が 5

$$F(x) = n! + n^2$$

学生番号の末尾が 6

$$F(0) = 0$$

$$F(1) = 1$$

$$F(n) = 2F(n - 1) + F(n - 2) \quad (n \geq 2)$$

学生番号の末尾が 7

$$F(n) = \sum_{k=0}^n k^2$$

学生番号の末尾が 8

$$F(n) = \sum_{k=0}^n k^3$$

学生番号の末尾が 9

$$F(n) = \sum_{k=0}^n (2^k - 1)$$