電子情報工学実験

GCC と最適化

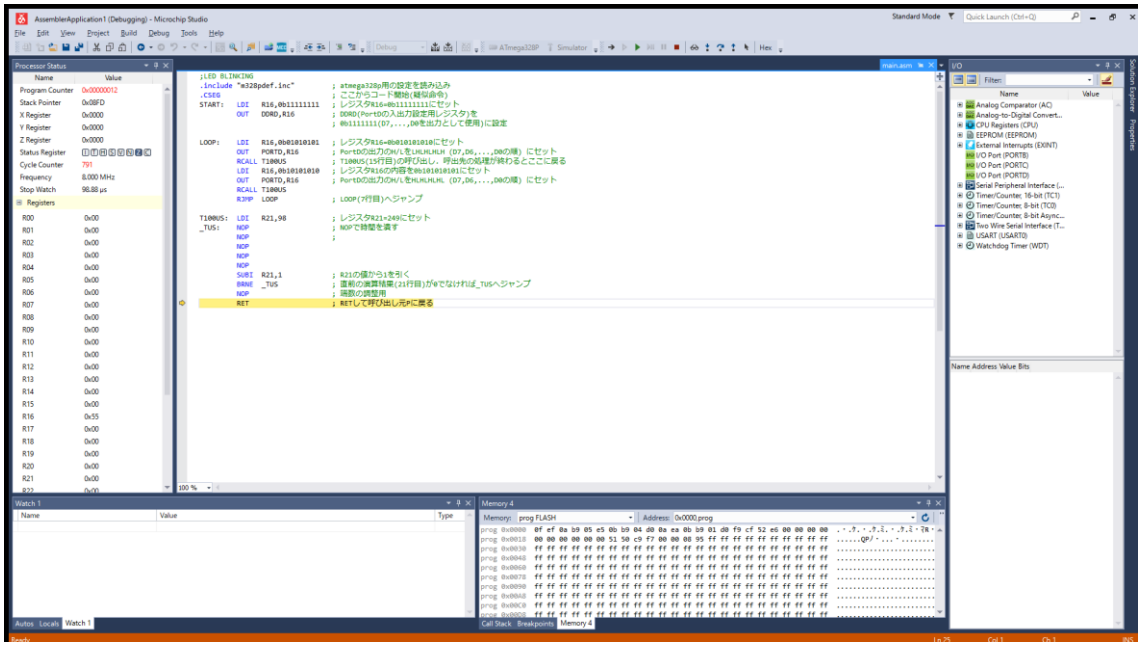
3I14 公文健太

実験

3.1 -1
RCALL 3
LDI 1
{
  NOP x5 5
  SUBI 1
  BRNE 2
} x248
NOP x5 5
SUBI 1
BRNE 1
NOP 1
RET 4
すべて足し合わせて、2000 クロック

3.1 -2
20 / 8 = 2.5 より、必要なクロック数は 2000 / 2.5 = 800 クロック
3.3 -1 のプログラムでは、ループする部分の回数を n とおくとクロック数は 16+8n とあらわせるため、16+8n = 800 ⇔ n = 98 となるため、
LDI R21, 98 に修正すれば 100us の遅延になる。

3.1 -3



3.1 -4

構文は OUT A, Rr

オペコードは 1011 1Aar rrrr AAAA

となるので、例のコードでは

OUT 0x04, R24

A: 00 0100

R: 11 0000

のため

1011 1001 1000 0100

16 進数に変換すると

b984

入れ替えて

84b9 となる。

3.2

one()では

R24 0x01 R25 0x00

twoHandredFiftyEight()では

R24 0x02 R25 0x01
のため R24 は下位 8bit、R25 は上位 8bit を表していると考えられる。
3.3 -1
loop.c では do-while 文が subi, sbc, brne などに解釈されており、その分 unrolledLoop.c にくらべ処理する部分が増えていると考えられる。

3.3 -2
O0 のみ遅延ループが削除されなかった。
コンパイルオプションの違いによりファイルサイズが変化した。
ファイルサイズは O0 > O1 = O2 = O3 = Os の順になった。

3.3 -3
ファイルサイズは
O0(5797B) > O3(5629B) > O1(4971B) = O2(4971B) > Os(4939B)
の順になった。

3.3 -4
O0:最適化はなし。デバッグ用に使われる。
O1:最小限の最適化と少しのパフォーマンス向上が見込める。
O2:バランスよく実行速度の向上とコードサイズが削減される。
O3:より最適化を行う。コンパイルの時間は長くなりファイルサイズも増加する。
Os:コードサイズの最適化を行う。実行速度はおろそかになる。
ソース:
https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc/Optimize-Options.html#Optimize-Options

3.3 -5
O0 以外のいずれかにすべき
なぜなら O0 では for 文が展開されてしまうため無限ループが展開されファイルサイズが大きくなるため。

3.3 -6
5ms

```
#define F_CPU 20000000UL
#include <asf.h>
#include <util/delay.h>
int main(void) {
```

```
    DDRB = 0x01;
    for(;;){
        _delay_ms(5);
        PORTB ^= 0x01;
        _delay_ms(5);
        PORTB ^= 0x00;
    }
}
```

10us

```
#define F_CPU 20000000UL
#include <asf.h>
#include <util/delay.h>
int main(void) {
    DDRB = 0x01;
    for(;;){
        _delay_us(10);
        PORTB ^= 0x01;
        _delay_us(10);
        PORTB ^= 0x00;
    }
}
```

感想

コンパイルオプションによってどのようにコードがアセンブラに変換されるかがわかった。いままでどのように機械語に変換されているかわからなかったので、lss ファイルなどを読んで細かい部分まで理解できたのでよかった。