

機械語入門

コンピュータ用語

文字コード

n進数

コンピュータプログラムをしていると1つの数字を2進数、10進数、16進数と様々な表現で表すことがある。ここで確認しておきましょう。

10進数

0から9までの数字をつかい1つの桁を表します。通常一般的によく使用する数値表現です。

コンピュータの数値の最小単位をビットといいます。0と1の2つで表します。

2進数

コンピュータの数値の最小単位をビットといいます。0と1の2つで表します。

ニブル

あまり最近では聞かないのですがニブルという用語があり4ビット単位に区切ります。

レジスタ	意味
EAX	アキュムレータレジスタ
EBX	ベースレジスタ
ECX	カウンタレジスタ
EDX	データレジスタ
ESP	スタックポインターレジスタ
ESI	ソースレジスタ
EDI	デスティネーションレジスタ
EFLAGS	フラグレジスタ

8の桁	4の桁	2の桁	1の桁
0	0	0	0

$1 + 2 + 4 + 8 = 15 \text{ (0xf)}$

8の桁	4の桁	2の桁	1の桁
1	1	0	0

$4 + 8 = 12 \text{ (0xc)}$

16進数

0x00 のビットイメージ

bit7	bit6	bit5	bit4		bit3	bit2	bit1	bit0
0	0	0	0		0	0	0	0

ビットをニブル単位(4つに)区切って考えると計算しやすくなります。
上位の4bitは0 下位の4bitは0なので 0x00となります。

0xa5 のビットイメージ

bit7	bit6	bit5	bit4		bit3	bit2	bit1	bit0
1	0	1	0		0	1	0	1

上位の4bitは10で16進数では0xa、下位の4bitは5なので 0xa5となります。

0xff のビットイメージ

bit7	bit6	bit5	bit4		bit3	bit2	bit1	bit0
1	1	1	1		1	1	1	1

上位の4bitは $1 + 2 + 4 + 8 = 15$ (0xf)
下位の4bitも $1 + 2 + 4 + 8 = 15$ (0xf) なので
255 で 16進数では0xFFとなります。

1 Bytesでbit7が符号ありとなしの場合

16進数	10進数(符号なし)	10進数(符号あり)
0x0	0	0
0x1	1	1
0x2	2	2
0x3	3	3
0x7F	127	127
0x80	128	-128
0x81	129	-127
0x82	130	-126
0x83	131	-125
0xFC	252	-4
0xFD	253	-3
0xFE	254	-2

0xFF	255	-1
------	-----	----

ハードウェア

CPU

80386のレジスタ

レジスタ	意味
EAX	アキュムレータレジスタ
EBX	ベースレジスタ
ECX	カウンタレジスタ
EDX	データレジスタ
ESP	スタックポインターレジスタ
ESI	ソースレジスタ
EDI	デスティネーションレジスタ
EFLAGS	フラグレジスタ

EFLAGレジスタの上位16ビット

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ID	VIP	VIF	AC	VM	RF

<>

EFLAGレジスタの下位16ビット

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	NT	IOPL		OF	DF	IF	TF	SF	ZF	0	AF	0	PF	1	CF

EFLAGレジスタの重要なbit

bit	意味
0	CF：キャリーフラグ。最後の算術演算操作で加算においてレジスタの大きさを越えてビットのキャリー（桁上がり）かボロー（桁借り）をした場合にセットされる。これは、キャリーの生じた加算やボローの生じた減算の次の操作がされた場合に、1個のレジスタだけ扱うことのできる値であるか確認するのに使われる。
2	PF：パリティフラグ。結果の最下位バイトに値1のビットが偶数個含まれている場合にセットされ、奇数個の場合にはクリアされる。
6	ZF：ゼロフラグ。操作の結果がゼロ (0) になった場合にセットされる。
7	SF：符号フラグ。操作の結果が負となった場合にセットされる。

その他は省略します。

参考RUL

[X86アセンブラ/x86アーキテクチャ - Wikibooks](#)

メモリー

アドレス

- メモリーはアドレスが割り振られている。

1つのアドレスに1バイトの数字が保存できる。アドレスは0x00000000～0xFFFFFFFFで4294967296番地を表現できる。
よって4Gbyte格納できることになる。

アドレス	+15	+14	+13	+12	+11	+10	+9	+8	+7	+6	+5	+4	+3
0x0000000	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0x0000010	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0x0000020	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0x0000030	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0x0000040	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0x0000050	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0x0000060	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0x0000070	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

<

>

命令表

コード	名前	意味
00	add	
03 FF	add edi,edi	
08	or	
10	adr	
18	sbb	
20	and	
28	sub	
30	xor	
33 C0	xor eax,eax	eaxレジスタに0を代入する
33 C1		

33 D2	xor edx,edx	edxレジスタに0を代入する
3B C2	cmp eax,edx	eaxとedxを比較する
3B EC	cmp ebp,esp	ebpとespを比較する
40	inc	レジスタの内容を+1する
42	inc edx	edxレジスタの内容を+1する
48	dec	レジスタの内容を-1する
4D	dec ebp	ebpレジスタの内容を-1する
50	push eax	eaxレジスタをスタックにpushする
53	push ebx	ebxレジスタをスタックにpushする
54	push esp	
55	push ebp	
56	push esi	
57	push edi	
5B	pop ebx	
5C		
5D	pop ebp	
5E	pop esi	
5F	pop edi	
68	push \$????????	
7E ??	jle \$??	
7F ??	jg \$??	
81 C4	add esp,\$??	
83 C4	add esp,??	
85 C0	test eax,eax	
8B 01	mov eax,dword ptr [ecx]	
8B 40 ??	mov eax,dword ptr [eax+\$??]	
8B C8	mov ecx,eax	
8B CE	mov ecx,esi	
8B E5	mov esp,ebp	
8B EC	mov ebp,esp	
8B F0	mov esi,eax	
8D BD	lea edi,\$????????	

90	nop	何もしない
A0	mov al	
B8	mov eax,\$????????	
B9	mov ecx,\$????????	
BA	mov edx,\$????????	
BF	mov edi,1\$????????	
C3	ret	
D1	shl dw ord ptr [ebp-8],1	
D1 FF	sar edi,1	
E0	loopnz ecx	ecxを-1して0以外だったらPCを移動する
E8 ?? ?? ?? ??	call \$????????	
E9	jmp \$????????	
FF 10	call dw ord ptr [eax]	

参考URL

[coder32 edition | X86 Opcode and Instruction Reference 1.12](#)

load / store

演算

- 加減算
- 比較
- シフト命令
- 論理演算
- ビット演算

ジャンプ、分岐命令

- jp, jz

サブルーチン呼び出し

- call,ret命令

待避・復帰命令

- push,pop
アルゴリズムで出てくるスタック構造です。

入出力命令

- IN, OUT

割り込み

- NMI, V-Blank

IOポート

CPUの実行している様子のアニメーションを作ることができないか？

デバッカーの使い方

- 変数の確認
- メモリー内容の確認方法
- ブレークポイントのつけ方
- ステップ実行してプログラムの動きをデバックする

最初のプログラムはmainから起動する？

- main関数の前に動いているプログラムがあることを説明

Windows コンソールアプリケーションを作る

1. Visual Studio 2019を起動します
2. メニューの[ファイル(F)]-[新規作成(N)]-[プロジェクト(P)...]を選択
3. [Visual C++]-[Windows コンソールアプリケーション]を選択

ファイル名(N): ConsoleApplication1
場所(L): 任意
ソリューションのディレクトリを作成(D) のチェックをつける

簡単なC言語のプログラムを逆アセンブラしてみよう

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    printf("Hello World!\n");
}
```

ソースコードにブレークポイントを設定

- int main()の横にマウスカーソルを合わせて赤いマークを付ける
又はソースコードにカーソルを合わせ

[メニュー]-[デバック]-[ブレークポイントの設定/解除]で設定します。
※F9 キーで設定可能です。

Debugビルドして 逆アセンブルを確認

1. Debug と x86を選択して 開始又はローカルWindows デバッカをを起動
2. ソースコード上でマウス右メニューで逆アセンブルへ移動を選ぶ。
3. 表示オプションのコードバイトの表示を✓をつける

以下の様に表示されます。

```
int main()
{
00A61810 55                push    ebp
00A61811 8B EC            mov     ebp,esp
00A61813 81 EC C0 00 00 00  sub     esp,0C0h
00A61819 53                push    ebx
00A6181A 56                push    esi
00A6181B 57                push    edi
00A6181C 8D BD 40 FF FF FF  lea     edi,[ebp-0C0h]
00A61822 B9 30 00 00 00  mov     ecx,30h
00A61827 B8 CC CC CC CC  mov     eax,0CCCCCCCCh
00A6182C F3 AB            rep stos dword ptr es:[edi]
00A6182E B9 02 C0 A6 00  mov     ecx,offset _001BD82A_consoleapplication1@cpp (0A6C002h)
00A61833 E8 DA F9 FF FF  call    @__CheckForDebuggerJustMyCode@4 (0A61212h)
    printf("Hello World!\n");
00A61838 68 30 7B A6 00  push    offset string "Hello World!\n" (0A67B30h)
00A6183D E8 09 F8 FF FF  call    _printf (0A6104Bh)
00A61842 83 C4 04            add     esp,4
}
00A61845 33 C0            xor     eax,eax
00A61847 5F                pop     edi
00A61848 5E                pop     esi
}
00A61849 5B                pop     ebx
00A6184A 81 C4 C0 00 00 00  add     esp,0C0h
00A61850 3B EC            cmp     ebp,esp
00A61852 E8 C5 F9 FF FF  call    __RTC_CheckEsp (0A6121Ch)
00A61857 8B E5            mov     esp,ebp
00A61859 5D                pop     ebp
00A6185A C3                ret
```

Releaseビルドして 逆アセンブルを確認

コードが最適化されているのがわかると思います。

```
    printf("Hello World!\n");
00AE1040 68 F8 20 AE 00  push    offset string "Hello World!\n" (0AE20F8h)
00AE1045 E8 C6 FF FF FF  call    printf (0AE1010h)
00AE104A 83 C4 04            add     esp,4
}
00AE104D 33 C0            xor     eax,eax
00AE104F C3                ret
```

C言語のプログラムを逆アセンブラしてみよう(その2)

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int number = 0x01234567;
    printf("number=%d", number );
}
```

Debugビルドして 逆アセンブルを確認

```
#include <stdio.h>
#include <memory.h>
```



```

int main()
{
010E42F0 55                push    ebp
010E42F1 8B EC            mov     ebp,esp
010E42F3 81 EC CC 00 00 00  sub     esp,0CCh
010E42F9 53                push    ebx
010E42FA 56                push    esi
010E42FB 57                push    edi
010E42FC 8D BD 34 FF FF FF  lea     edi,[ebp-0CCh]
010E4302 B9 33 00 00 00  mov     ecx,33h
010E4307 B8 CC CC CC CC  mov     eax,0CCCCCCCCh
010E430C F3 AB            rep stos dword ptr es:[edi]
010E430E B9 0A C0 0E 01  mov     ecx,offset _001BD82A_consoleapplication1@cpp (010EC00Ah)
010E4313 E8 FA CE FF FF  call    @__CheckForDebuggerJustMyCode@4 (010E1212h)
    int number = 0x01234567;
010E4318 C7 45 F8 67 45 23 01 mov     dword ptr [number],1234567h
    printf("number=%d", number);
010E431F 8B 45 F8            mov     eax,dword ptr [number]
010E4322 50                push    eax
010E4323 68 30 7B 0E 01  push    offset string "number=%d" (010E7B30h)
010E4328 E8 1E CD FF FF  call    _printf (010E104Bh)
010E432D 83 C4 08            add     esp,8
}
010E4330 33 C0            xor     eax,eax
010E4332 5F                pop     edi
010E4333 5E                pop     esi
010E4334 5B                pop     ebx
010E4335 81 C4 CC 00 00 00  add     esp,0CCh
010E433B 3B EC            cmp     ebp,esp
010E433D E8 DA CE FF FF  call    __RTC_CheckEsp (010E121Ch)
010E4342 8B E5            mov     esp,ebp
010E4344 5D                pop     ebp
010E4345 C3                ret

```

Releaseビルドして 逆アセンブルを確認

```

    int number = 0x01234567;
    printf("number=%d", number);
00F71040 68 FF 00 00 00  push    1234567h
00F71045 68 F8 20 F7 00  push    offset string "number=%d" (0F720F8h)
00F7104A E8 C1 FF FF FF  call    printf (0F71010h)
00F7104F 83 C4 08            add     esp,8
}
00F71052 33 C0            xor     eax,eax
}
00F71054 C3                ret

```