2 進数, 16 進数, 10 進数 の相互変換

松本 徳真 (matsu@netfort.gr.jp)

2001 年 3 月 9

概 要

コンピュータをより深く扱おうとすると 2 進数, 16 進数, を知らずに過ごすことは出来ません (少なくとも現状では). UNIX 系の OS を扱うならさらに, 8 進数も頻出します. このドキュメントでは, これらの相互変換方法を解り易い事を主眼に説明します. ひょっとしたら難しいかもしれませんが, それは筆者の力量の問題ですので勘弁してください. 目標は, 紙と鉛筆で, 2 進数, 8 進数, 16 進数, 10 進数での表記を相互変換出来るようになることです.

また, 関数電卓には 10 進数,16 進数等の相互変換可能な物がありますが, 2 進数への変換をサポートした物はあまり見かけません. 電卓に頼ることに決めた方も, 「2 進数, 8 進数, 16 進数 の相互変換」の部分くらいは知っておくと良いかもしれません.

1 10 進数って何?

10 を基準に数を数えるシステムです. 皆さんが日常的に一番多く使用しているのが 10 進数でしょう. 例えば 10 進数で

31456

と表記されていれば, これは

$\underline{3} \times (1 \times \mathbf{10} \times \mathbf{10} \times \mathbf{10} \times \mathbf{10}) + \underline{1} \times (1 \times \mathbf{10} \times \mathbf{10} \times \mathbf{10}) + \underline{4} \times (1 \times \mathbf{10} \times \mathbf{10}) + \underline{5} \times (1 \times \mathbf{10}) + \underline{6} \times (1)$

あるいは、

$\underline{3} \times \mathbf{10}^4 + \underline{1} \times \mathbf{10}^3 + \underline{4} \times \mathbf{10}^2 + \underline{5} \times \mathbf{10}^1 + \underline{6} \times \mathbf{10}^0$

という意味になります. また,

3.1415

なら

$\underline{3} \times (1) + \underline{1} \times (1/\mathbf{10}) + \underline{4} \times (1/\mathbf{10}/\mathbf{10}) + \underline{1} \times (1/\mathbf{10}/\mathbf{10}/\mathbf{10}) + \underline{5} \times (1/\mathbf{10}/\mathbf{10}/\mathbf{10}/\mathbf{10})$

$= \underline{3} \times \mathbf{10}^0 + \underline{1} \times \mathbf{10}^{-1} + \underline{4} \times \mathbf{10}^{-2} + \underline{1} \times \mathbf{10}^{-3} + \underline{5} \times \mathbf{10}^{-4}$

ということです.

8 進数で

31456

と表記されているなら

$\underline{3} \times (1 \times \mathbf{8} \times \mathbf{8} \times \mathbf{8} \times \mathbf{8}) + \underline{1} \times (1 \times \mathbf{8} \times \mathbf{8} \times \mathbf{8}) + \underline{4} \times (1 \times \mathbf{8} \times \mathbf{8}) + \underline{5} \times (1 \times \mathbf{8}) + \underline{6} \times (1)$

$= \underline{3} \times \mathbf{8}^4 + \underline{1} \times \mathbf{8}^3 + \underline{4} \times \mathbf{8}^2 + \underline{5} \times \mathbf{8}^1 + \underline{6} \times \mathbf{8}^0$

ということです.

ここで気をつけなければならないのは, 10 進数なら 0~9 の十種類の記号で表現され 8 進数なら 0~7 の八種類, 2 進数なら 0 と 1 の二種類の記号で表現されるという事です.

$\underline{4} \times \mathbf{8}^1 + 9 \times \mathbf{8}^0 = \underline{5} \times \mathbf{8}^1 + \underline{1} \times \mathbf{8}^0$

ではありますが, 8 進数表記をする場合,

49

という表現はあり得なくて, 必ず

51

と表記します.

同様に 16 進数も扱えるわけですが、この場合 16 種類の記号を使用します。使うのは 0∼9 と A, B, C, D, E, F の 16 種類です. A∼F の代わりに a∼f を使用することも有ります.

16 進数	10 進数
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
F	15

という風に対応します。16 進数で

A3C5

と表記されているなら, A=10, C=12 ですから,

$\underline{10} \times \mathbf{16}^3 + \underline{3} \times \mathbf{16}^2 + \underline{12} \times \mathbf{16}^1 + \underline{5} \times \mathbf{16}^0$

という事です。

2 2 進数, 8 進数, 16 進数, から 10 進数への変換

たぶん 10 進数での計算には慣れているでしょうから, 2 進数, 16 進数 等他のシステムから 10 進数への変換は簡単に出来るでしょう (暗算では難しいかもしれません).

2 進数

10111001

ならば

$\underline{1} \times \mathbf{2}^7 + \underline{0} \times \mathbf{2}^6 + \underline{1} \times \mathbf{2}^5 + \underline{1} \times \mathbf{2}^4 + \underline{1} \times \mathbf{2}^3 + \underline{0} \times \mathbf{2}^2 + \underline{0} \times \mathbf{2}^1 + \underline{1} \times \mathbf{2}^0$

$= \underline{1} \times 128 + \underline{0} \times 64 + \underline{1} \times 32 + \underline{1} \times 16 + \underline{1} \times 8 + \underline{0} \times 4 + \underline{0} \times 2 + \underline{1} \times 1$

$= 185$

となります. 大丈夫ですか?

8 進数

271

の場合ですと

$\underline{2} \times \mathbf{8}^2 + \underline{7} \times \mathbf{8}^1 + \underline{1} \times \mathbf{8}^0$

$= \underline{2} \times 64 + \underline{7} \times 8 + \underline{1} \times 1$

$= 185$
となります.
16 進数
$B9$
の場合は B=11 で有ることを覚えていれば, 同様に,
$\underline{11} \times \mathbf{16}^1 + \underline{9} \times \mathbf{16}^0$
$= \underline{11} \times 16 + \underline{9} \times 1$
$= 185$
となります. どうでしょうか? 簡単でしょう??

3　2 進数, 8 進数, 16 進数 の相互変換

$8 = 2^3 = 2 \times 2 \times 2$
$16 = 2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2$
という事実を踏まえれば, 2 進数から, 8 進数あるいは 16 進数への相互変換は, 簡単だろうという事にお気づきでしょうか? 現在主流のコンピュータの内部は 0 と 1 の 2 進数の世界なのですが, 同じ数字でも 2 進数で表現すると桁が多くなって人間が扱うに多少の困難を伴います. そこで, 2 進数との相互変換が楽で, 日常使う 10 進数程度の桁数で表現できる 8 進数, 16 進数が使われてきたのです.

それでは 2 進数から 8 進数の変換を考えてみましょう. 2 進数
10111001
は,
$\underline{1} \times \mathbf{2}^7 + \underline{0} \times \mathbf{2}^6 + \underline{1} \times \mathbf{2}^5 + \underline{1} \times \mathbf{2}^4 + \underline{1} \times \mathbf{2}^3 + \underline{0} \times \mathbf{2}^2 + \underline{0} \times \mathbf{2}^1 + \underline{1} \times \mathbf{2}^0$
ということですが, これは,
$(\underline{1} \times \mathbf{2}^1 + \underline{0} \times \mathbf{2}^0) \times \mathbf{8}^2 + (\underline{1} \times \mathbf{2}^2 + \underline{1} \times \mathbf{2}^1 + \underline{1} \times \mathbf{2}^0) \times \mathbf{8}^1 + (\underline{0} \times \mathbf{2}^2 + \underline{0} \times \mathbf{2}^1 + \underline{1} \times \mathbf{2}^0) \times \mathbf{8}^0$
と書き直すことも出来ます. つまり 8 進数 1 桁が 2 進数の 3 桁分に相当するという事です. 16 進数の場合も同様で, 16 進数 1 桁が 2 進数の 4 桁分に相当します.

とりあえず, いかに簡単に変換できるか実際にやってみましょう. まず 2 進数, 8 進数, 16 進数の関係ですが

2 進数	8 進数	2 進数	16 進数
000	0	0000	0
001	1	0001	1
010	2	0010	2
011	3	0011	3
100	4	0100	4
101	5	0101	5
110	6	0110	6
111	7	0111	7
		1000	8
		1001	9
		1010	A
		1011	B
		1100	C
		1101	D
		1110	E
		1111	F

これを覚えておきます. 2 進数 16 進数の表だけ覚えれば, 8 進数もパターンは同じなので十分です. 大昔に, 一生懸命九九の表を覚えた事と思いますが, まああれと同じと思ってください。それでも九九よりは覚える量が少なくて楽だとは思います.

2 進数

1011010010111001011010111110100

を 16 進数に変換するときは下位 (右) から順に **4** 桁ごとに区切ります.

10 1101 0010 1110 0101 1010 1111 0100

上の表を頼りに 0010=2, 1101=D ... 0100=4 という事から,

10 1101 0010 1110 0101 1010 1111 0100
2 D 2 E 5 A F 4

というわけで 16 進数では

2D2E5AF4

という事になります. これなら紙と鉛筆で, すぐに変換できますね. 同様に 8 進数に変換したいなら下位 (右) から順に **3** 桁ごとに区切ります.

101 101 001 011 100 101 101 011 110 100

例の表を頼りに 101=5, 001=1 ... 100=4 から,

101 101 001 011 100 101 101 011 110 100
5 5 1 3 4 5 5 3 6 4

つまり 8 進数では

5513455364

と表されるということです.

次に 8 進数, 16 進数から 2 進数への変換ですが, これは上の作業を逆にやるだけです.

16 進数
A15C48BE
を 2 進数に変換したいなら

A	1	5	C	4	8	B	E
1010	0001	0101	1100	0100	1000	1011	1110

というわけで
10100001010111000100100010111110
となります.
8 進数
3147206512
ならば

3	1	4	7	2	0	6	5	1	2
011	001	100	111	010	000	110	101	001	010

から
011001100111010000110101001010
これで 2 進数表記に変換されました.

8 進数と 16 進数の相互変換は, 残念ながら簡単には出来ません. そこで多少手間ですが,

8 進数 → 2 進数 → 16 進数
16 進数 → 2 進数 → 8 進数

という風に一度 2 進数に変換すると比較的簡単に変換出来ることが分るでしょう.

4 10 進数から, 2 進数, 8 進数, 16 進数への変換

さてさて, 最後に残ったのはこの問題です. なぜ最後に残ったかというと, たぶんこれが今までで一番難しいからでしょう. でも慣れれば簡単 (たぶん...).

10 進数
531
を 16 進数に変換するのは
$531 = \underline{2} \times 256 + \underline{1} \times 16 + \underline{3} \times 1 = \underline{2} \times \mathbf{16}^2 + \underline{1} \times \mathbf{16}^1 + \underline{3} \times \mathbf{16}^0$
という変換が出来る人なら, 16 進数で 213 とあっと言う間に変換終了となるわけです. 実際には上の式をもう少し変形して,
$531 = \underline{2} \times \mathbf{16}^2 + \underline{1} \times \mathbf{16}^1 + \underline{3} \times 16^0 = \mathbf{16} \times (\mathbf{16} \times \underline{2} + \underline{1}) + \underline{3}$
という事を利用すれば良いわけです.

531 を **16** で割ると 商は 33 余り $\underline{3}$
33 を **16** で割ると 商は 2 余り $\underline{1}$
2 を **16** で割ると 商は 0 余り $\underline{2}$

商が 0 になるまで繰り返し, 余りの所を逆順に読んで 213 が 16 進数に変換された結果になります。

次に同様に 8 進数に変換してみましょう.
10 進数の
331562
を 8 進数に変換するには,

331562 を **8** で割ると 商は 41445 余り 2
41445 を **8** で割ると 商は 5180 余り 5
5180 を **8** で割ると 商は 647 余り 4
647 を **8** で割ると 商は 80 余り 7
80 を **8** で割ると 商は 10 余り 0
10 を **8** で割ると 商は 1 余り 2
1 を **8** で割ると 商は 0 余り 1
と計算して答えは
1207452

となります. 実際に私が計算するときは, メモ用紙に

331562	

と書いて

331562 を **8** で割ると 商は 41445 余り 2 を計算しながら,

331562	
41445	2

と書き加えます. 続いて,

41445 を **8** で割ると 商は 5180 余り 5 を計算しながら,

331562	
41445	2
5180	5

と書き加えます. これを延々と続けて最後に,

331562	
41445	2
5180	5
647	4
80	7
10	0
1	2

となったところで, 8 進数への変換結果は 1207452 とします. 慣れないと素早くは出来ないでしょうし, 私も年を重ねるにつれ変換に時間が掛かるようになりましたが, 落ち着いて (時間をかけて) やれば, 簡単に変換できる事が分ると思います。

さて, 実際に自分で計算した方はお気づきの通り 16 で割るより, 8 で割る方が楽だったと思いますがどうでしょう? つまり多くの人にとって 10 進数からは 8 進数への変換の方が楽だということです. まあ, 今となっては関数電卓で簡単に変換できるので関係ないかもしれませんが.

ついでに 2 進数へも変換してみましょう. 今度は 2 で割ることをお忘れなく. 計算は皆さんにお任せするとして, 私の計算メモだけ紹介します.

10 進数で 331562 を, 2 進数へ変換します.

331562	
165781	0
82890	1
41445	0
20722	1
10361	0
5180	1
2590	0
1295	0
647	1
323	1
161	1
80	1
40	0
20	0
10	0
5	0
2	1
1	0

結果は 1010000111100101010 となりました．実際に計算してみた方, 如何でしたか? 2 で割る計算は楽だけど, 計算量が多いのでかえって大変だったのでは無いでしょうか? この場合は一度 8 進数に変換して

1207452

これを先ほどの 8 進数から 2 進数への変換方法でやったとおり,

1	2	0	7	4	5	2
001	010	000	111	100	101	010

から

1010000111100101010

と計算した方が楽でしょう．2 進数, 8 進数, 16 進数, 10 進数の相互変換を電卓に頼っていた方は, ひょっとしたら気づかなかったかも知れませんが 8 進数って中途半端で使いにくいように見えて, 手変換する時にはとっても便利だったりするのですよね.

それでは, 本稿はこれでおしまいです.