

基礎コンピュータ工学

第2章 情報の表現

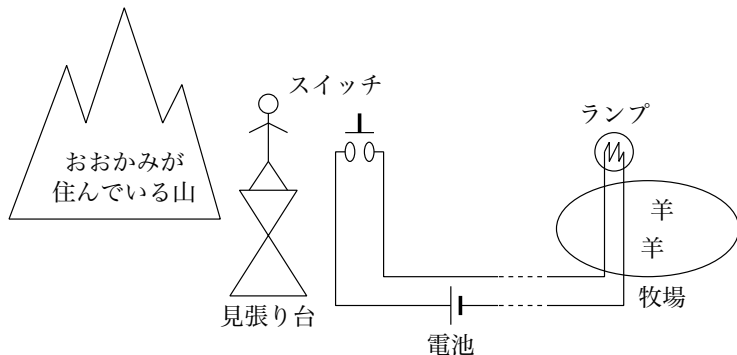
コンピュータの内部で情報が表現されるか.
どのような回路で扱うことができるか.

コンピュータは電気で動くので情報も電気で表現する必要がある.

$$\text{情報の表現} = \left(\begin{array}{l} \text{人：音声，文字，絵，...} \\ \text{コンピュータ：電圧，電流} \end{array} \right)$$

電氣を用いた情報の表現（おおかみ情報）

電氣の「ON/OFF」を用いて情報を表現する。



ランプ	意味
OFF	おおかみは来ていない
ON	おおかみが来た！！

ビット

前例のような「二つのどちらか」を表す情報が「情報の最小単位」になります。情報の最小単位のことを「**ビット (bit)**」と呼びます。

on/off のどちらか → 情報の最小単位 (ビット)

ビットの値は「ON/OFF」ではなく、「1/0」で書く。

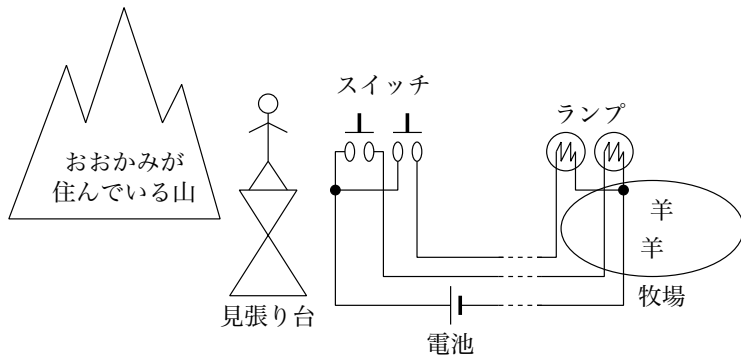
$$\left(\begin{array}{ll} \text{ON} & : 1 \\ \text{OFF} & : 0 \end{array} \right)$$

「おおかみが来た情報」をビットで表現する。

ビット値	意 味
0 (off)	おおかみは来ていない
1 (on)	おおかみが来た！！

より複雑な情報の表現（拡張おかみ情報）

複雑な情報は複数のランプ（ビット）の組み合わせで表現する。



ビット値	意 味
00	おかみはきていない（平気）
01	おかみが1頭来た（戦う）
10	おかみが2頭来た（？）
11	おかみがたくさん来た（逃げる）

ビットの組合せと表現できる情報

拡張おおかみ情報は2ビットで4種類の情報を表現した。一般には n ビットで 2^n 種類の情報を表現できる。

ビット数	ビットの組合せ	組合せ数
1	0 1	2
2	00 01 10 11	4
3	000 001 010 011 100 101 110 111	8
...	...	
n		2^n

「拡張おおかみ情報」のように，ビットの組合せに意味を持たせることで様々な情報を表現できる。

ビットの組合せの意味を表にして定義する。

ビット, ニブル, バイト

「ビット」は情報の最小単位

「ビット」は小さすぎるので「4ビット」, 「8ビット」まとめたものもある.

名前	ビット数	組合せの数
ビット (bit)	1	$2^1 = 2$
ニブル (nibble)	4	$2^4 = 16$
バイト (byte)	8	$2^8 = 256$

スマホの容量：32GB, 64GB, 128GB (「B」は**バイト**の意味)

USB メモリの容量：32GB, 64GB, 128GB (「B」は**バイト**の意味)

通信速度制限：7GB を超えると制限される (「B」は**バイト**の意味)

通信速度：通常は 100Mbps (「b」は**ビット**の意味)

通信速度：制限されると 128kbps (「b」は**ビット**の意味)

参考：bps：【bits per second / ビット毎秒】

数値の表現

これまで、ビットの組合せの意味決める。(表などにする)
ビットの組合せの意味を**ルールで決める**場合もある。
コンピュータの内部では数値は**2進数**で表現する。

10進数

- 0～9 の 10 種類の**数字**だけを使用する数値の表現方法。
- 一桁毎に 10 倍の重みを持つ

2進数

- 0, 1 の 2 種類の**数字**だけを使用する数値の表現方法。
- 一桁毎に 2 倍の重みを持つ
- 0, 1 の 2 種類の数字を**ビットの 0, 1 と対応付け**しやすい。
- n ビット (桁) の 2 進数で $0 \sim 2^n - 1$ までの値を表現できる。

4ビットの2進数

bit 3 (b_3)	bit 2 (b_2)	bit 1 (b_1)	bit 0 (b_0)	意味
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

2進数から10進数への変換

2進数の桁ごとの重みは、桁の番号を n とすると 2^n になる.

$$\begin{array}{cccc} b_3 & b_2 & b_1 & b_0 \\ 2^3 = 8 & 2^2 = 4 & 2^1 = 2 & 2^0 = 1 \end{array}$$

2進数の数値は、その桁の重みと桁の値を掛け合わせたものの合計.
例えば2進数の 1010_2 は、 2^3 の桁が1, 2^2 の桁が0, 2^1 の桁が1, 2^0 の桁が0ですから、次のように計算できる.

$$\begin{aligned} 1010_2 &= 2^3 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 0 \\ &= 8 \times 1 + 4 \times 0 + 2 \times 1 + 1 \times 0 \\ &= 8 + 0 + 2 + 0 \\ &= 10_{10} \end{aligned}$$

2進数から10進数への変換（問題）

問題； 次の2進数を10進数に変換しなさい.

1) 00011100_2

2) 00111000_2

3) 11100000_2

10進数から2進数への変換

2進数を2で割ると右に1桁移動する.

(10進数は10で割ると右に1桁移動した.)

その時の余りは最下位の桁からはみ出した数になる.

同じ値の10進数を2で割っても余りは同じ.

$$\begin{array}{rcl} & 10_{10} & = 1010_2 \\ \div 2 \downarrow & & \\ & 5_{10}^{\cdots 0} & = 0101_2^{\cdots 0} \\ \div 2 \downarrow & & \\ & 2_{10}^{\cdots 1} & = 0010_2^{\cdots 1} \\ \div 2 \downarrow & & \\ & 1_{10}^{\cdots 0} & = 0001_2^{\cdots 0} \\ \div 2 \downarrow & & \\ & 0_{10}^{\cdots 1} & = 0000_2^{\cdots 1} \end{array}$$

10進数から2進数への変換

2で割る操作を繰り返しながらはみ出して来た数を記録する.
右から並べると2進数で表したときの0/1の並びが分かる.

$$\begin{array}{r} 2) \ 10 \\ \hline 2) \ 5 \dots 0 \\ \hline 2) \ 2 \dots 1 \\ \hline 2) \ 1 \dots 0 \\ \hline 0 \dots 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{余りを右から順に並べると} \\ 1010_2 \end{array}$$

10進数から2進数への変換（問題）

問題； 次の10進数を8桁の2進数に変換しなさい.

1) 16_{10}

2) 50_{10}

3) 100_{10}

4) 127_{10}

5) 130_{10}

16進数

- 2進数 4桁を 16進数 1桁で書く.
- 16種類の数字が必要,
- A から F を数字の代用にする.
- 2進数の書き方
 01100100_2
 01100100_b
- 16進数の書き方
 64_{16}
 $64H$
- 右の表は暗記すること.

2進数	16進数	10進数
0000_2	0_{16}	0_{10}
0001_2	1_{16}	1_{10}
0010_2	2_{16}	2_{10}
0011_2	3_{16}	3_{10}
0100_2	4_{16}	4_{10}
0101_2	5_{16}	5_{10}
0110_2	6_{16}	6_{10}
0111_2	7_{16}	7_{10}
1000_2	8_{16}	8_{10}
1001_2	9_{16}	9_{10}
1010_2	A_{16}	10_{10}
1011_2	B_{16}	11_{10}
1100_2	C_{16}	12_{10}
1101_2	D_{16}	13_{10}
1110_2	E_{16}	14_{10}
1111_2	F_{16}	15_{10}

16進数のFFまで数えてみよう

00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	A0	B0	C0	D0	E0	F0
01	11	21	31	41	51	61	71	81	91	A1	B1	C1	D1	E1	F1
02	12	22	32	42	52	62	72	82	92	A2	B2	C2	D2	E2	F2
03	13	23	33	43	53	63	73	83	93	A3	B3	C3	D3	E3	F3
04	14	24	34	44	54	64	74	84	94	A4	B4	C4	D4	E4	F4
05	15	25	35	45	55	65	75	85	95	A5	B5	C5	D5	E5	F5
06	16	26	36	46	56	66	76	86	96	A6	B6	C6	D6	E6	F6
07	17	27	37	47	57	67	77	87	97	A7	B7	C7	D7	E7	F7
08	18	28	38	48	58	68	78	88	98	A8	B8	C8	D8	E8	F8
09	19	29	39	49	59	69	79	89	99	A9	B9	C9	D9	E9	F9
0A	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	AA	BA	CA	DA	EA	FA
0B	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	AB	BB	CB	DB	EB	FB
0C	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C	9C	AC	BC	CC	DC	EC	FC
0D	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	AD	BD	CD	DD	ED	FD
0E	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	9E	AE	BE	CE	DE	EE	FE
0F	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	AF	BF	CF	DF	EF	FF

16進数との変換

- 2進数 \longleftrightarrow 16進数
4桁の2進数と1桁の16進数の対応は暗記する.
- 10進数 \longleftrightarrow 16進数
 - 10進数 \longleftrightarrow 2進数 \longleftrightarrow 16進数
一度, 2進数に変換してから変換する.
 $100_{10} = 01100100_2 = 64_{16}$
 - 直接計算する
桁の重みは16倍になっていく.

h_3	h_2	h_1	h_0
$16^3 = 4096$	$16^2 = 256$	$16^1 = 16$	$16^0 = 1$
$2^{12} = 4096$	$2^8 = 256$	$2^4 = 16$	$2^0 = 1$

16進数との変換

10進数 \Rightarrow 16進数

$$16) \overline{100}$$

$$16) \overline{6 \cdots 4} \quad \text{余りを右から順に並べると } 64_{16}$$
$$\underline{ \cdots 6}$$

16進数 \Rightarrow 10進数

16進数の数値は、その桁の重みと桁の値を掛け合わせたものの合計。

$$\begin{aligned} 64_{16} &= 16^1 \times 6 + 16^0 \times 4 \\ &= 16 \times 6 + 1 \times 4 \\ &= 96 + 4 \\ &= 100_{10} \end{aligned}$$

16進数（問題 1/4）

問題 1 : 00_{16} から FF_{16} まで, 声に出して数えなさい.

問題 2 : 次の 2 進数を 2 桁の 16 進数に変換しなさい.

1) 00011100_2

2) 00111000_2

3) 11100000_2

4) 01110101_2

16進数（問題 2/4）

問題 3：次の 16 進数を 8 桁の 2 進数に変換しなさい.

1) 11_{16}

2) 56_{16}

3) AB_{16}

4) CD_{16}

5) $3C_{16}$

16進数（問題 3/4）

問題 4： 次の 16 進数を 10 進数に変換しなさい.

1) 11_{16}

2) 56_{16}

3) AB_{16}

4) CD_{16}

5) $3C_{16}$

16進数（問題 4/4）

問題 5： 次の 10 進数を 2 桁の 16 進数に変換しなさい.

1) 16_{10}

2) 50_{10}

3) 100_{10}

4) 127_{10}

5) 130_{10}