

コンピュータ・サイエンス1

第4回

コンピュータでの情報の扱い

人間科学科コミュニケーション専攻

白銀 純子

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

1

第4回の内容

- コンピュータの構成(続き)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

2

コンピュータでの情報の扱い方

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

3

コンピュータの基本構成

- コンピュータは電気回路で構成
 - 電気回路: 電気が通ることによって動作する様々な部品(電気素子)を電気を通す線で結んだもの
 - CPUなど、ほとんどの部品は電気回路で構成
- コンピュータは、電気回路に電気が通ることによって様々な命令を処理
 - ある瞬間に、電気回路中のどの線に電気が通ったか・通らなかったかで全ての物事を処理
 - 回路中にたくさんスイッチがあり、ある瞬間でどのスイッチがONでどのスイッチがOFFになっていたか、のようなイメージ
 - 人間がコンピュータの動作を考えると、電気が通った線を1、通らなかった線を0のように数で表現

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

4

コンピュータでの情報の扱い方[1](p. 2)

- コンピュータが扱える情報は「0」と「1」のみ
 - ある瞬間で電気が通らなかった線と通った線を0と1として扱って考える
- 大量の「0」と「1」を組み合わせて情報を表現
 - Ex. 1文字1文字は、0と1の並びで表現
 - それぞれの物事は、決まった個数の0と1で表現
 - 半角英数字: 8個
 - 全角文字: 16個
 - etc.

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

5

コンピュータでの情報の扱い方[2](p. 2)

- 数値は0と1の並びで表現
 - 数値を表す0と1の個数は、扱い方によっていくつか種類が存在

例えば...

「50」: 110010

「100」: 1100100

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

6

コンピュータでの情報の扱い方[3](p. 2)

- 1文字1文字は0と1の並びで表現

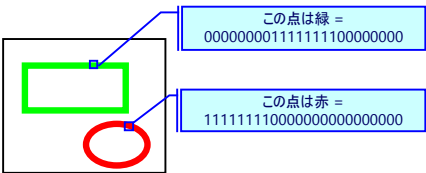
例えば...
アルファベットの「N」: 01001110
8個の0と1
日本語の「ん」: 1010010011110011
16個の0と1

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

7

コンピュータでの情報の扱い方[4](p. 2)

- 画像は、コンピュータにとっては点の集まり
 - 1つ1つの点は何色かで絵を表現



Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

8

コンピュータでの情報の扱い方[5](p. 2)

- コンピュータの利用以前: フィルムやテープ
 - 情報をそのままの形で記録
 - 情報の種類ごとに別個の機器や記録媒体が必要
 - 動画: 映画フィルムやビデオテープ
 - 音声: レコードや録音テープ
- コンピュータ
 - 様々な情報を「0」と「1」の形(ビット)に加工して記録
 - 数, 文字, 画像, 音声, etc. は、全てそれぞれの方法で0と1の並びに変えてから記録
 - 情報をどのように加工・保存・伝送することも簡単に可能
 - 同じコンピュータで、様々な情報を扱えるようになった
 - 個別の機器ごとではできなかった、多様できめ細かな処理が可能になった

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

9

ビット[1](p. 4)

- コンピュータで扱う情報は「0」と「1」の2文字
 - 2文字では、2種類の情報しか表現できない

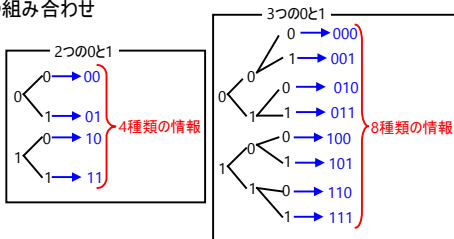
↓
たくさんの種類の情報を扱うには...
大量の0と1を組み合わせる

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

10

ビット[2](p. 4)

- 0と1の組み合わせ



Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

11

ビット[3](p. 4)

- 2個の「1」と「0」→ 4種類の情報
- 3個の「1」と「0」→ 8種類の情報
- n個の「1」と「0」→ 2^n 種類の情報

↓
組み合わせる「0」と「1」の数が多くなれば、
表現できる情報の種類も増える

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

12

ビット[4](p. 4)

- **ビット**: 情報を表現する1つ1つの「0」と「1」
 - コンピュータでの情報量の基本単位
 - 情報を表現する「0」と「1」の個数
- **ビット列**: 情報を表現する1つ1つの「0」と「1」の並び

例えば...

「50」: 110010 → 6 ビット
「100」: 1100100 → 7 ビット
アルファベットの「N」: 01001110 → 8 ビット
日本語の「ん」: 1010010011110011 → 16 ビット

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

13

2進数[1](p. 4)

- **n進数**: 数をn個の文字で表す方法
 - 10進数: 数を10個の文字で表す方法(普段使っている数の表現方法)
 - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9の10個の文字
 - 2進数: 数を2個の文字で表す方法
 - 0, 1の2個の文字

コンピュータ: 「0」と「1」で全ての情報を表現

➡ 「2進数で情報を表現している」、と言える

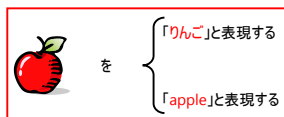
Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

14

2進数[2](p. 4)

- 2進数
 - 「0」と「1」だけで全ての数を表現

10進数の「50」= 2進数で「110010」



表現方法が違うだけ

2進数は、10進数での表現を違う表現にしたいだけ
(数の量などが変わるわけではない)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

15

2進数[3](p. 4)

- 2進数
 - 「0」と「1」だけで全ての数を表現
 - 「2」で繰り上がる、という考え方
 - 10進数: 10で繰り上がる

10進数	2進数
0	00
1	01
2	10
3	11

10進数	2進数
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

繰り上がり

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

16

2進数[4](p. 4)

- n進数を区別して数を表記する場合: (数)_nと表記
 - 10進数: (数)₁₀
 - 2進数: (数)₂

(100)₁₀: 10進数の百

(100)₂: 2進数の100(10進数で4)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

17

10進数を2進数に変換

- 10進数の数は、2進数の表現に直すことができる

2	10進数の数
2	商1...余り1
2	商2...余り2
...	...
2	商n-1...余りn-1
	商n...余りn

1. 10進数の数を2で割って商1と余り1を計算する
2. 商1を2で割って商2と余り2を計算する
3. 商2を2で割って商3と余り3を計算する
4.

商が0になるまで繰り返す
※小数の計算はしない

➡ 余りを余りnから余り1の順に左から並べたものが2進数

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

18

10進数を2進数に変換(例)

10進数の13を2進数に変換

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)13} \\ 2 \overline{)6} \cdots \text{余り: } 1 \\ 2 \overline{)3} \cdots \text{余り: } 0 \\ 2 \overline{)1} \cdots \text{余り: } 1 \\ 0 \cdots \text{余り: } 1 \end{array}$$

$(13)_{10} = (1101)_2$

10進数の50を2進数に変換

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)50} \\ 2 \overline{)25} \cdots \text{余り: } 0 \\ 2 \overline{)12} \cdots \text{余り: } 0 \\ 2 \overline{)6} \cdots \text{余り: } 0 \\ 2 \overline{)3} \cdots \text{余り: } 0 \\ 2 \overline{)1} \cdots \text{余り: } 1 \\ 0 \cdots \text{余り: } 1 \end{array}$$

$(50)_{10} = (110010)_2$

※矢印の方向に余りを並べる

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

2進数の桁数

- 10進数: 普通、「2」や「200」などの数を「02」や「00200」とは表現しない
- 2進数: 「xx桁の2進数」は、2進数の桁数が「xx」に足りなければ、**2進数の前に「0」をつけて表す**
 - Ex. 10進数の「2」を6桁の2進数で表せ → **000010**

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

2進数を10進数に変換

- 単純に...
 - 2進数の各桁の上にそれぞれ「2」を書く
 1. で書いた「2」の右肩に、右から0, 1, 2, ...と書いていく
 - $2^0, 2^1, 2^2, \dots$ ができていく

右から左に、0, 1, 2, ...と番号をつける

1.

2	2	2	2	2	2
1	1	1	0	1	0

→

2.

2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
1	1	1	0	1	0

※2ⁿ: 2をn回かけ算する
 Ex. 2³: 2 × 2 × 2 = 8

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

2進数を10進数に変換

- 単純に...
 - 各桁の上の「2ⁿ」と、それぞれの桁の数をかけあわせる
 2. の結果を足し合わせる

2.

2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
1	1	1	0	1	0

↓

3.

2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
×	×	×	×	×	×
1	1	1	0	1	0
2 ⁵	2 ⁴	2 ³	0	2 ¹	0

↓

4.

2 ⁵	2 ⁴	2 ³	0	2 ¹	0
足し合わせる					
2 ⁵ + 2 ⁴ + 2 ³ + 0 + 2 ¹ + 0 = 58					

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

2進数を10進数に変換[4]

- 2⁰ ~ 2¹⁰の数は覚えておくとう便利

2のべき乗	10進数	2進数
2 ⁰	1	1
2 ¹	2	10
2 ²	4	100
2 ³	8	1000
2 ⁴	16	10000
2 ⁵	32	100000
2 ⁶	64	1000000
2 ⁷	128	10000000
2 ⁸	256	100000000
2 ⁹	512	1000000000
2 ¹⁰	1024	10000000000

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

やってみよう! [1]

- 10進数の「25」を2進数に
- 10進数の「500」を2進数に
- 10進数の「255」を2進数に
- 10進数の「135」を10桁の2進数に
- 10進数の「200」を12桁の2進数に
- 2進数の「00101010101010」を10進数に
- 2進数の「011110000010」を10進数に
- 2進数の「0010000111001」を10進数に

} ビット数も数えてみよう!

※計算方法は、自分でやりやすい方法があれば、それを使って良い

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

4

2進数での足し算

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

足し算をする方法[1](p. 6)

- 10進数での1桁の足し算
 - たくさん($10 \times 10 = 100$)のパターンが存在
 - $1+1, 1+2, 1+3, \dots, 2+1, 2+2, 2+3, \dots, 8+6$ (繰り上がり1), $8+7$ (繰り上がり1),
...
- 2進数での1桁の足し算
 - 4通り
 - 足した結果が2になると繰り上がり1(2進数では10進数の2を「10」と表すため)
 - $0+0, 0+1, 1+0, 1+1$ (繰り上がり1)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

足し算をする方法[2](p. 6)

- 基本的な2進数の足し算の方法は10進数と同じ

0110(10進数で6)と0101(10進数で5)の足し算

$$\begin{array}{r} 0110 \\ + 0101 \\ \hline 1011 \end{array}$$

10(2進数で表記)

繰り上がり
この桁(3桁目)に残すもの

計算結果: 1011(10進数で11)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

桁あふれ(オーバーフロー)[1]

- コンピュータでは数を表すビット数(2進数の桁数)は固定されている
- 計算の結果、決まった桁数を越えると...?

Ex. 数を4ビット(4桁)で表す場合:
1110(10進数で14)と0101(10進数で5)の足し算

$$\begin{array}{r} 1110 \\ + 0101 \\ \hline 10011 \end{array}$$

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

桁あふれ(オーバーフロー)[2]

Ex. 数を4ビット(4桁)で表す場合
1110(10進数で14)と0101(10進数で5)の足し算

$$\begin{array}{r} 1110 \\ + 0101 \\ \hline 10011 \end{array}$$

5ビット目(5桁目, 決められた桁数を越えてしまった部分)

決められた桁数を越えた部分は無視される(捨てられてしまう)

0011

無視される(捨てられる)

計算結果: 0011(10進数で3)

計算結果が決められた桁数を越えること:
桁あふれ(オーバーフロー)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

桁あふれ(オーバーフロー)[3]

- コンピュータの世界では、数表現する2進数の桁数は常に固定
- 計算内容などによる変化はなし
- 通常は、32桁または64桁で数表現
 - 授業のスライドは、そんなに長く書けないので、小さい桁数で表現
- 桁あふれ(オーバーフロー)が起こると...
本来の計算結果とコンピュータでの結果が違ってしまう
- Ex. 4桁の2進数1110と1010の計算結果: 10011
 - 10011は5桁になってしまったので、0011という4桁で表現
→ 本来の計算結果とは違う結果

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved.

桁あふれ(オーバーフロー)の扱い[1]

- コンピュータでは、2進数の各桁を、1つずつ箱に入れて扱っている、というイメージ
 - 各桁を入れる箱の数に限りがある
 - Ex. 数を4ビットで表す = 数を4桁で表す(2進数の各桁を入れる箱の数が4個)
 - どのような計算をしたとしても、箱の数は変更されない
 - Ex. 数を4ビットで表すときに、 $(1110 + 0101)_2$ の計算結果も4ビットでしか表現できない(箱は4個しかない)

本来の計算結果(人間が自分の手で行った計算結果)とコンピュータが行った計算結果(Ex. 電卓などの計算結果)が違ってしまふ現象

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015, All rights reserved. 31

桁あふれ(オーバーフロー)の扱い[2]

- 2進数の各桁を入れる箱は、小さい桁(右の桁)の分から用意される

計算結果を入れるために用意されている箱

計算の結果、5桁目に入ってしまった but... 箱は4つしか用意されていない

5桁目は無視されるので計算結果は $(0011)_2$

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015, All rights reserved. 32

やってみよう! [2]

- 8ビットの数の足し算をし、結果を10進数で計算すること(桁あふれも考えて結果を計算すること)
 - $10101010 + 01010101$
 - $11110000 + 01000000$
 - $10010010 + 11001100$
- 2進数10110を3倍した数を計算すること(2009年度ITパスポート春期試験問題)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015, All rights reserved. 33

2進数の 2^n 倍と $1/2^n$

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015, All rights reserved. 34

2進数 $\times 2^n$

- 「2進数 $\times 2^n$ 」の計算は簡単
 - 2進数の一番右に、n個分「0」をつけるだけ
 - 2^n は2進数で表現すると、 $(10)_2$ をn回掛け算した数だから

Ex:
 $(101101)_2 \times (8)_{10}$
 $= (101101)_2 \times (2^3)_{10}$
 $= (101101)_2 \times (1000)_2$
 $= 101101000$

もとの2進数の一番右に3個「0」がついているだけ

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015, All rights reserved. 35

2進数 $\times 2^n$

- かけ算する2進数を小数で表現したとき、小数以下に「0」が並んでいる
 - 2^n を2進数にかけると、小数以下に並んでいた「0」が出てきて、もとの数がn個分左にずれる、というイメージ

「左にnビットシフトする」と呼ぶ

Ex:
 $(101101)_2 \times (8)_{10}$
 $= (101101)_2 \times (2^3)_{10}$

101101を左に3ビットシフトした数(小数点が移動しているだけ)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015, All rights reserved. 36

2進数 ÷ 2ⁿ

- 「2進数 ÷ 2ⁿ」の計算も簡単
 - 2進数の右からn桁分を小数部分にするだけ
 - 「2進数 ÷ 2ⁿ」は2進数で表現すると、2進数を(10)₂でn回割り算した数だから

Ex:
 $(111101)_2 \div (8)_{10}$
 $= (111101)_2 \div (2^3)_{10}$
 $= (111101)_2 \div (1000)_2$
 $= 111.101$

もとの2進数右から3桁分を小数部分にしたらだけ
 (小数点が移動しているだけ)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved. 37

2進数 ÷ 2ⁿ

- 2ⁿで2進数を割ると、その2進数がn個分右にずれる、というイメージ
 「右にnビットシフトする」と呼ぶ

Ex:
 $(111101)_2 \times (8)_{10}$
 $= (111101)_2 \times (2^3)_{10}$

111101
 11110 .1
 1111 .01
 111 .101

111101を右に3ビットシフトした数

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved. 38

シフト算でもオーバーフロー

- オーバーフローが起こるのは...
 - 足し算
 - かけ算(左にシフトする計算)

かけ算の場合... Ex. 4ビットの数: $(1011)_2 \times (8)_{10}$
 $(1011)_2 \times (8)_{10} = (1011)_2 \times (2^3)_{10}$
 $= (1011)_2 \times (1000)_2$
 $= (1011000)_2$

7ビット(7桁)になってしまった
 but... 各桁を入れる箱は、小さい桁から4桁分

大きい桁(左の桁)から3桁分が無視されるので、計算結果は $(1000)_2$

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved. 39

やってみよう! [3]

- 10010を左に4ビットシフトした数
- 11001を左に7ビットシフトした数
- 1110101を左に2ビットシフトした数
- 10100000を右に3ビットシフトした数
- 11010100000を右に5ビットシフトした数
- 10101000を右に2ビットシフトした数

※すべて2進数のままで良い

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved. 40

コンピュータでの情報量

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved. 41

バイト [1] (p. 8)

- コンピュータでの情報量:
 情報を表現する「0」と「1」の数 = ビット

コンピュータの世界では、「0」と「1」を8個単位で扱うことが多い

Ex:
 半角英数字の文字: 8個の「0」と「1」で構成 (8個 × 1)
 全角の文字: 16個の「0」と「1」で構成 (8個 × 2)
 画像などの色: 24個の「0」と「1」で構成 (8個 × 3)

8ビットで1つの単位: **バイト(byte)**

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2015. All rights reserved. 42

バイト[2](p. 8)

- 1バイト(byte) = 8ビット(bit)
 - 半角英数1文字(8ビット): 1バイト
 - 全角1文字(16ビット): 2バイト
 - 画像などの色1つ(24ビット): 3バイト

バイト[3](p. 8)

- 現実世界: 1000で1つの単位
 - 1000: 1K (1000m = 1Km)
 - コンピュータの世界では 2^{10} で1つの単位
 - 1Kbyte(キロバイト, KB): 1024byte
 - 1Mbyte(メガバイト, MB): 1024Kbyte
 - 1Gbyte(ギガバイト, GB): 1024Mbyte
 - 1Tbyte(テラバイト, TB): 1024Gbyte
- 便宜上、1KB = 1000byte, 1MB = 1000KB, etc. とすることもある