教科書P. 20～

第4回：データの表現と変換（3）
：2進数における整数表現と減算

Copyright www.ochi-lab.org

本日の学習目標

1. コンピュータにおける桁と負の数の表現方法を理解する
2. 補数を利用して負の数を表現できる
3. 補数を利用した引き算ができる

Copyright www.ochi-lab.org

符号について考える

nビットでは2^n個の数を表現することができる

- 負の数を考慮しない場合
  符号なし整数

- 負の数を考慮する場合
  符号付き整数、補数による表現

それぞれ表現する整数の範囲や表現は変わってくる

Copyright www.ochi-lab.org

符号付き整数表現（補数表現）

負の数に対し、符号ビットを考えずに
絶対値の形で2進数変換したあと、以下の処理を行う

① 各ビットに対して0と1を反転させる
（これを<u>1の補数</u>と呼ぶ）

② 1の補数に対して、最下位ビットに1を加える

以上の手順で表現された2進数を<u>2の補数</u>と呼ぶ

Copyright www.ochi-lab.org

補数とは何か？

絶対値を足してけた上がりする値が補数

（10進数の場合）

－３　の補数は7

３＋　7　＝１０

（2進数の場合）

－3の補数は101

０１１　＋　１０１　＝1000

Copyright www.ochi-lab.org

補数を使うと何が嬉しい？

四則演算を全て足し算で表現できる

- 加算
- 減算＝補数の加算
- 乗算＝加算の繰り返し
- 除算＝減算の繰り返し＝補数の加算の繰り返し

演算装置の単純化

Copyright www.ochi-lab.org

補数を利用した減算

（10進数の場合）

５－３　→　５＋７　＝１２　→　２（桁上り無視）

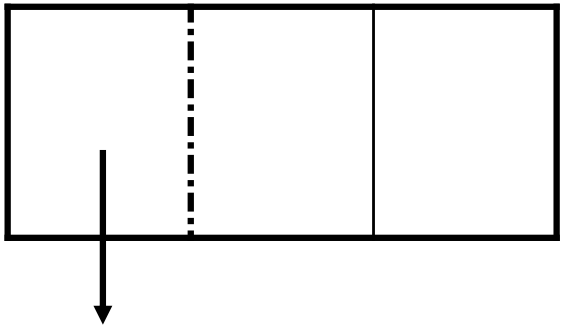
（2進数で考えると）

0101＋1101＝10010＝0010（桁上り無視）

5

－3の補数表現

補数の性質
最上位桁が符号桁になっている



符号

0：正の数
1：負の数

正の数	011	…	3
	010	…	2
	001	…	1
	000	…	0
負の数	111	…	−1
	110	…	−2
	101	…	−3

2の補数の場合

Copyright www.ochi-lab.org

補数かどうかの見極め方

負を扱う2進数であるか？（符号あり2進数か？）
YES → 最上位ビットは正/負を表すビット

【正の数】 → そのままの形で解釈する
【負の数】 → 補数表現されていると考える

問題　下記の符号あり2進数は正か負か？
$(10100)_2$　　$(00100)_2$

Copyright www.ochi-lab.org

補数を扱う2進数の解釈（10進数に戻せと言われたら？）

011	…	3
010	…	2
001	…	1
000	…	0
111	…	−1
110	…	−2
101	…	−3
100	…	−4

2の補数で表現された2進数は
は10進数でどうなるか？

正の数
→そのまま解釈

負の数の場合：
→ 再び補数変換することで
絶対値がわかる
→ それを10進数変換し、マイナスをつける

練習問題
$(101)_2$ は $(-3)_{10}$ であることを確認せよ（「2の補数」を利用）

Copyright www.ochi-lab.org

補数を用いた 2進数の引き算：（答えが正の数）

A－B　という引き算は
A+(Bの2の補数)と考えて加算する

例）13－5の場合

```
    0 1 1 0 1
＋   1 1 0 1 1
―――――――――――――
(1) 0 1 0 0 0
―――――――――――――
    0 1 0 0 0
```

捨てる

符号桁

（1）加算した結果，オーバーフローが生じた場合
　桁上げ部分は切り捨てる

（2）符号桁が0（正の数）であれば，
　そのままの数値を解釈すればよい
　（解釈→10進数でいくらか？）

$(8)_{10} \longleftarrow (01000)_2$

補数を用いた２進数の引き算：（答えが負の数）

例）5−7の場合

符号桁が1（負の数）の時
→答えは負の数
→答えは「2の補数」で表現されている

答えの解釈（10進数でいくらか？）
を求めるには？
→計算結果の「2の補数」を求める

０１０１
＋１００１

１１１０

符号桁 ↑ ↓ 2の補数に変換

００１０

$(-2)_{10} \leftarrow (2)_{10} \leftarrow (0010)_2$

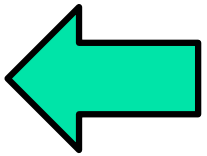
Copyright www.ochi-lab.org

注意事項

ビットで表現できる範囲を超える加算はできない

（例）符号あり4bit2進数において

0101 + 0100 = 1001
1001 + 1101 = 0110



この解はおかしい

見極め方：
正＋正＝負　、負＋負＝正
なら解がおかしいと判断

本講義ではこのパターンを出すことはないが注意

Copyright www.ochi-lab.org

演習４－４

2の補数を用いて次の減算を2進数(8bit)で行い,

答えを10進数に変換して確認しなさい

(1) $(7)_{10} - (15)_{10}$
(2) $(15)_{10} - (7)_{10}$
(3) $(3)_{10} - (10)_{10}$
(4) $(10)_{10} - (3)_{10}$

Copyright www.ochi-lab.org

小話:C言語のプログラムのデータ型

C言語でのデータ型は
下記のように範囲が定義されている

int 型
-2147483648 ～2147483647

unsigned int 型
0～4294967295

なぜか考えてみよう

Copyright www.ochi-lab.org

今週の宿題(1)

課題1
2の補数を用いて次の減算を8bitの2進数で行い,
答えを10進数に変換しなさい. 計算過程は必ず書くこと

(1) $(54)_{10} - (16)_{10}$
(2) $(18)_{10} - (36)_{10}$
(3) $(19.25)_{10} - (6.5)_{10}$
(4) $(15)_{10} - (5.5)_{10}$

(1)(2)は小数桁なし。(3)(4)は小数桁は2桁使う

Copyright www.ochi-lab.org

今週の宿題(2)

課題2
P25の正規化のところを読んで、
10進数の$(1234)_{10}$を10進数のまま正規化せよ
(教科書を持ってない人は、ネットで探してみる
「2進数 正規化 浮動小数点」などで探してみる)

課題3
新聞をよみ，電気電子分野に関する記事について、
下記の項目を書く．記事は必ず手書きにする．
(新聞とってない人は、ネットか図書館で)

- 記事タイトル、出典(新聞名)、日時
- 説明(3文以上)
- 感想(思ったこと感じたこと)

Copyright www.ochi-lab.org