

## FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. PIER LUCA MONTESSORO

Facoltà di Ingegneria  
Università degli Studi di UdineCodifica dei numeri interi positivi e  
negativi

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2)

1

## Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore prof. Pier Luca Montessoro, Università degli Studi di Udine.

Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.

Ogni altro utilizzo o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampe) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore.

L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).

In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.

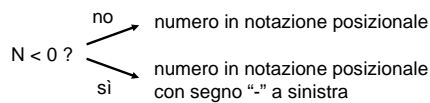
In ogni caso questa nota di copyright e il suo richiamo in calce ad ogni slide non devono mai essere rimossi e devono essere riportati anche in utilizzi parziali.

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2)

2

## Numeri negativi e positivi

- Aritmetica tradizionale



- In binario non esiste il segno "-"

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2)

3

## Rappresentazione in modulo e segno

- Si dedica un bit al segno:  
0 = positivo  
1 = negativo
- È necessario predefinire il numero di bit

- Esempio (su 4 bit):

$$\begin{array}{ll} 5_{10} & \rightarrow 0101_2 \\ -5_{10} & \rightarrow 1101_2 \end{array}$$

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2)

4

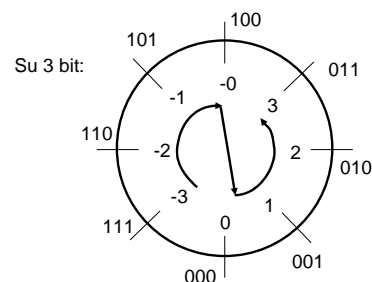
Minimo e massimo valore  
rappresentabile in modulo e segno

$$-(2^{n-1} - 1) \leq N \leq 2^{n-1} - 1$$

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2)

5

## Rappresentazione in modulo e segno



© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2)

6

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Rappresentazione in complemento alla base diminuita

$N < 0$  ?

- no → N in notazione posizionale
- sì →  $N_{\text{compl. alla base dim.}} = b^n - 1 - |N|$

- La cifra più significativa assume funzione di segno

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 7

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Rappresentazione in complemento alla base diminuita

- In binario: complemento a 1
- Lo schema di codifica è il seguente:

$N < 0$  ?

- no → numero in notazione posizionale (binario puro)
- sì → numero in notazione posizionale con tutti i bit complementati

- Il bit più significativo ha funzione di segno:  
0 = positivo (e quindi binario puro)  
1 = negativo (e quindi complementato)

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 8

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Complemento a 1: esempi su 4 bit

- $-3_{10}$   
→  $2^4 - 1 - |-3_{10}|$   
→  $10000_2 - 1 - 0011$   
→  $1111 - 0011 = 1100$
- $1011$   
→ è negativo (primo bit a 1)  
→  $|N| = 10000_2 - 1 - 1011$   
→  $1111 - 1011 = 0100$   
→  $-4_{10}$

PER COMPLEMENTARE A 1 SI INVERTONO TUTTI I BIT DEL NUMERO IN BINARIO PURO

PER "DECOMPLEMENTARE" SI RIAPPLICA IL COMPLEMENTO

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 9

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Minimo e massimo valore rappresentabile in complemento a 1

$$-(2^{n-1} - 1) \leq N \leq 2^{n-1} - 1$$

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 10

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Rappresentazione in complemento a 1

Su 3 bit:

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 11

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Rappresentazione in complemento alla base

$N < 0$  ?

- no → N in notazione posizionale
- sì →  $N_{\text{compl. alla base}} = b^n - |N|$

- La cifra più significativa assume funzione di segno

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 12

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Rappresentazione in complemento alla base

- In binario: complemento a 2
- Lo schema di codifica è il seguente:

$N < 0$  ? 
 

- no → numero in notazione posizionale (binario puro)
- si → numero in complemento a 2 (diverse tecniche per ottenerlo)

- Il bit più significativo ha funzione di segno:
  - 0 = positivo (e quindi binario puro)
  - 1 = negativo (e quindi complementato)

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 13

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Complemento a 2

COMPL. A 2 = COMPL A 1 + 1

OPPURE

SI RIPORTANO, PARTENDO DA DESTRA, TUTTI I BIT A ZERO FINO AL PRIMO UNO (COMPRESO) E SI COMPLEMENTANO GLI ALTRI

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 14

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Complemento a 2: esempi su 4 bit

- $-3_{10}$ 
  - $\rightarrow 2^4 - |-3_{10}|$
  - $\rightarrow 10000_2 - 0011$
  - $\rightarrow 1111 + 1 - 0011 = 1101$
- 1011
  - $\rightarrow$  è negativo (primo bit a 1)
  - $\rightarrow |N| = 10000_2 - 1011$
  - $\rightarrow 1111 + 1 - 1011 = 0101$
  - $\rightarrow -5_{10}$

PER "DECOMPLEMENTARE" SI RIAPPLICA IL COMPLEMENTO

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 15

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Minimo e massimo valore rappresentabile in complemento a 2

$$-2^{n-1} \leq N \leq 2^{n-1} - 1$$

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 16

Fondamenti di Informatica - Codifica dei numeri interi positivi e negativi

### Rappresentazione in complemento a 2

Su 3 bit:

© 2000 Pier Luca Montessoro (si veda la nota di copyright alla slide n. 2) 17