



Insegnamento di Elementi di informatica (6 CFU)

La rappresentazione dei numeri reali

ing. Nadia Ranaldo
 Facoltà di Ingegneria
 Università degli Studi del Sannio

I numeri reali



- I sistemi di numerazione posizionale possono essere utilizzati per la rappresentazione dei numeri reali
- Due possibili rappresentazioni:
 - Virgola fissa
 - Virgola mobile
- Nota: la rappresentazione dei reali sarà un'approssimazione perché si possono avere infinite cifre decimali

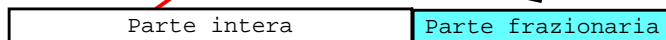
Elementi di Informatica - La Rappresentazione dei numeri interi

2

La rappresentazione in virgola fissa



$p + f$ cifre



esempi con 3 bit per la parte intera e 2 per quella frazionaria: 011.11, 101.01

$$r = \sum_{i=-f}^{p-1} c_i \cdot B^i$$

$$s = c_{p-1} \dots c_0 . c_{-1} c_{-2} \dots c_{-f} \rightarrow r?$$

$$= c_{p-1} \cdot B^{p-1} + \dots + c_0 \cdot B^0 + c_{-1} \cdot B^{-1} + \dots + c_{-f} \cdot B^{-f}$$

3

Esempio



Base 10:

$$247,35 = 2 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 7 + 3 \cdot 10^{-1} + 5 \cdot 10^{-2}$$

Base 2: $p=5$ e $f=3$

$$00111,111 \rightarrow$$

$$0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3}$$

$$\rightarrow 4 + 2 + 1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 = 7,875$$

dove $2^{-1} = 1/2 = 0.5$, $2^{-2} = 1/2^2 = 0.25$ ecc.
 e in generale $2^{-n} = 1/2^n$

4

Virgola fissa: Analisi



- Adatta solo a casi particolari in cui l'intervallo di valori da rappresentare è noto a priori
- Non adatta nella maggior parte delle applicazioni scientifiche o finanziarie, in cui l'intervallo dei numeri usati è molto grande
- Ad esempio in astronomia la massa dell'elettrone è pari a

0,0 ... 0 9



con 27 zeri!

5

La rappresentazione in virgola mobile



- La rappresentazione in virgola mobile è nota come **notazione scientifica**:
- un qualsiasi numero reale si rappresenta con una qualsiasi coppia di numeri <mantissa, esponente> tale che:

$$r = \text{mantissa} \cdot B^{\text{esponente}}$$

- la mantissa è anche detta significando ed è un numero reale
- l'esponente è un numero intero

$$\text{Esempio: } 0,0 \dots 0 9 = 9 \cdot 10^{-28}$$

6

La rappresentazione in virgola mobile



Esempi di numeri reali in virgola mobile:

$13,78 \cdot 10^0$	$1,378 \cdot 10^1$
$137,8 \cdot 10^{-1}$	$0,001378 \cdot 10^4$

Come si vede dagli esempi, esistono più coppie <esponente, mantissa> per rappresentare uno stesso numero reale

- Per scegliere una rappresentazione in virgola mobile occorre fissare:
 - la base b
 - p = il numero di cifre della mantissa in base b
 - quante delle p cifre sono riservate alla parte intera
 - il minimo esponente e il massimo esponente

7

Forma normalizzata



Tra queste rappresentazioni, quella in cui si ha mantissa $\in [B^0, B^1[$

si dice **forma normalizzata**

- **nella base 10 mantissa** $\in [1, 10[$

Nella forma normalizzata la cifra più significativa del significando è intera ed è diversa da 0

$13,78 \cdot 10^0$	$1,378 \cdot 10^1$	$137,8 \cdot 10^{-1}$	$0,001378 \cdot 10^4$
--------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------

forma normalizzata

- La forma normalizzata permette di rappresentare i numeri con la massima precisione, permettendo di utilizzare tutte le cifre a disposizione

8

In base 2



$00101.010 \cdot 2^0$ (non è normalizzata)

mantissa $\notin [2^0, 2^1[$

$001.01010 \cdot 2^{10}$ (normalizzata)

mantissa $\in [2^0, 2^1[$

Vantaggi della rappresentazione in virgola mobile



- Rappresentare con poche cifre numeri molto grandi
- Rappresentare con precisione numeri molto piccoli