

# Lezione V

## Lunedì 3-Ott-2005

### Rappresentazione dell'Informazione

G. Manduchi  
Rappresentazione delle Informazioni  
[http://www.adt.unipd.it/corsi/FondamentiInf/Calcolatori\\_elettronici/rappresentazione.htm](http://www.adt.unipd.it/corsi/FondamentiInf/Calcolatori_elettronici/rappresentazione.htm)

1

### Rappresentazione dell'Informazione

- ❑ L'informazione che l'uomo elabora e' molto varia.
  - testi, numeri, immagini, suoni
- ❑ Per memorizzare ed elaborare queste informazioni in un sistema informatico (computer) e' necessario definire una codifica che consenta di esprimerle in formato adatto all'elaboratore
- ❑ Vediamo come si codifica l'informazione relativa a:
  - numeri
  - testi
  - immagini

2

### Numeri binari

- ❑ I numeri che siamo abituati a utilizzare sono espressi nella *notazione posizionale in base decimale*
  - *base decimale*: usiamo *dieci cifre diverse* (da 0 a 9)
  - *notazione posizionale*: *cifre uguali in posizioni diverse hanno significato diverso* (si dice anche che hanno *peso* diverso, cioè pesano diversamente nella determinazione del valore del numero espresso)
 

$434 = 4 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0$
  - il *peso* di una cifra è uguale alla *base del sistema di numerazione* (10, in questo caso), elevata alla *potenza uguale alla posizione* della cifra nel numero, posizione che *si incrementa da destra a sinistra a partire da 0*
  - la parte frazionaria, a destra del simbolo separatore, si valuta con potenze *negative*

$4,34 = 4 \cdot 10^0 + 3 \cdot 10^{-1} + 4 \cdot 10^{-2}$

3

### Numeri binari

- ❑ I computer usano invece *numeri binari*, cioè numeri rappresentati con notazione posizionale *in base binaria*
  - la base binaria usa solo *due cifre diverse*, 0 e 1
  - la conversione da base binaria a decimale è semplice

$1101_2 = (1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0)_{10} = 13_{10}$

$1,101_2 = (1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3})_{10} = 1,625_{10}$

- ❑ I numeri binari sono più facili da manipolare per i sistemi elettronici, perché è meno complicato costruire circuiti logici che distinguono tra due stati ("acceso" e "spento"), piuttosto che fra *dieci livelli diversi* di tensione

4

### Numeri binari

- ❑ La *conversione* di un numero *da base decimale a base binaria* è, invece, più complessa
- ❑ Innanzitutto, la parte intera del numero va elaborata indipendentemente dalla eventuale parte frazionaria
  - la parte intera del numero decimale viene convertita nella parte intera del numero binario
  - la parte frazionaria del numero decimale viene convertita nella parte frazionaria del numero binario
  - la posizione del punto separatore rimane invariata

5

### Numeri binari

- ❑ Per convertire *la sola parte intera*, si divide il numero per 2, eliminando l'eventuale resto e continuando a dividere per 2 il quoziente ottenuto fino a quando non si ottiene quoziente uguale a 0
- ❑ Il numero binario si ottiene scrivendo *la serie dei resti* delle divisioni, *iniziando dall'ultimo* resto ottenuto
- ❑ **Attenzione:** non fermarsi quando si ottiene **quoziente 1**, ma proseguire fino a **0**

100 / 2 = 50 resto 0
50 / 2 = 25 resto 0
25 / 2 = 12 resto 1
12 / 2 = 6 resto 0
6 / 2 = 3 resto 0
3 / 2 = 1 resto 1
1 / 2 = 0 resto 1

$100_{10} = 1100100_2$

6

### Numeri binari

- Per convertire *la sola parte frazionaria*, si moltiplica il numero per 2, sottraendo 1 dal prodotto se è maggiore di 1 e continuando a moltiplicare per 2 il risultato così ottenuto fino a quando non si ottiene un risultato uguale a 0 oppure un risultato già ottenuto in precedenza
- Il numero binario si ottiene scrivendo *la serie delle parti intere dei prodotti* ottenuti, *iniziando dal primo*
- Se si ottiene un risultato già ottenuto in precedenza, il numero sarà *periodico*, anche se *non lo era* in base decimale

0,35 · 2 = 0,7
0,7 · 2 = 1,4
0,4 · 2 = 0,8
0,8 · 2 = 1,6
0,6 · 2 = 1,2
0,2 · 2 = 0,4

↓

$0,35_{10} = 0,0101110_2$

7

### Numeri Naturali

- Con 8 bit (1 byte) in binario si possono rappresentare  $2^8$  combinazioni pari a 256 numeri diversi:
  - $- 0_{10} = 0000\ 0000_2$
  - $- 1_{10} = 0000\ 0001_2$
  - $- 2_{10} = 0000\ 0010_2$
  - $- 3_{10} = 0000\ 0011_2$
  - $- \dots$
  - $- 254_{10} = 1111\ 1110_2$
  - $- 255_{10} = 1111\ 1111_2$

Con **n bit** si rappresentano  $2^n$  numeri interi

- $- 2^8 \Rightarrow 256$  numeri
- $- 2^{16} \Rightarrow 65\ 536$  numeri
- $- 2^{32} \Rightarrow 4\ 294\ 967\ 296$  numeri

8

### Numeri Interi

#### Formato modulo e segno

- Si può usare un bit per esprimere l'informazione del segno

$+ 127_{10} = 01111111_2$	Bit di segno + (bit più significativo)
$+ 126_{10} = 01111110_2$	
$\dots = \dots$	
$+ 1_{10} = 0000001_2$	DUE RAPPRESENTAZIONI DELLO ZERO
$+ 0_{10} = 0000000_2$	
$- 0_{10} = 1000000_2$	
$- 1_{10} = 1000001_2$	Bit di segno - (bit più significativo)
$\dots = \dots$	
$- 126_{10} = 11111110_2$	
$- 127_{10} = 11111111_2$	

In pratica questa rappresentazione non viene usata

9

### Numeri Interi

#### Formato complemento a due

- In complemento a due la sequenza di cifre binarie  $-a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0$  significa  $-a_n 2^n + a_{n-1} 2^{n-1} + \dots + a_1 2^1 + a_0 2^0$

$+ 127_{10} = 01111111_2$	0 rappresenta il segno +
$+ 126_{10} = 01111110_2$	
$\dots = \dots$	
$+ 1_{10} = 0000001_2$	Rappresentazione unica dello zero
$0_{10} = 0000000_2$	
$- 1_{10} = 1111111_2$	
$\dots = \dots$	Il bit più significativo rappresenta ancora il segno
$- 127_{10} = 10000001_2$	
$- 128_{10} = 10000000_2$	

Con n = 8 bit si rappresentano numeri da -128 a +127  
Con **n bit** si rappresentano numeri da  $-2^{n-1}$  a  $+2^{n-1}-1$

10

### Complemento a due

#### Somma algebrica

- Somma con le regole della somma in colonna
- $0 + 0 = 0$      $0 + 1 = 1 + 0 = 1$      $1 + 1 = 0$  con riporto di 1
- Esempi con rappresentazione a 8 bit

$0000\ 0101$	$+ 5$	$0000\ 0101$	$+ 5$
$0000\ 0010$	$+ 2$	$1111\ 1110$	$- 2$
$0000\ 0111$	$+ 7$	$1\ 0000\ 0011$	$+ 3$

Un riporto a sinistra della cifra più significativa può essere ignorato a patto che si ottenga come risultato un numero che può essere rappresentato con il numero di bit a disposizione

- Con rappresentazione a 8 bit

$0111\ 1111$	$+127$	$1000\ 0000$	$-128$
$0000\ 0001$	$+ 1$	$1111\ 1111$	$- 1$
$1000\ 0000$	$-128$	$1\ 0111\ 1111$	$+127$

Esempi di Errore di Overflow (tabacco)

11

### Regola per l'errore di Overflow

- Errore di Overflow: quando si ha superamento dei limiti di rappresentazione con i bit a disposizione
- Analizzando la due cifre più significative del risultato si può determinare se è avvenuta una condizione di overflow
- ASSENZA DI OVERFLOW
  - Nessun riporto nelle due cifre più significative
  - Riporto in entrambe le cifre più significative
- PRESENZA DI OVERFLOW
  - Riporto in una sola delle due cifre più significative

12

### Inversione



- La rappresentazione in complemento a due dei numeri interi e' adottata in tutti i computer per la semplicita' della realizzazione della procedura di somma algebrica.
- Inverso di un numero (Cambio segno)

-		+7	-7
-		00000111	11111001
-	Complemento a 1	11111000	00000110
-	Incremento di 1	00000001	00000001
-		11111001	00000111
-		-7	+7

Complemento a 1: 0 diventa 1, 1 diventa 0

13

### Rappresentazione Esadecimale



- E' la rappresentazione in base 16
  - Si usano 16 cifre: (0,1,..., 9, A, B, C, D, E, F)
  - $A = 10_{10}$ ,  $B = 11_{10}$ ,  $C = 12_{10}$ ,  $D = 13_{10}$ ,  $E = 14_{10}$ ,  $F = 15_{10}$
- Viene usata dall'uomo per rappresentare numeri binari o sequenze di bit in modo piu' compatto
- Per convertire un numero binario in esadecimale si raggruppano i bit a gruppi di quattro partendo da destra verso sinistra

Esempio a 8 bit (byte)  
 $-(01111111)_2 \Rightarrow (0111 | 1111)_2 \Rightarrow 7F_{16}$

Esempio a 32 bit:  $11110001101011100010011110000101_2$   
 $-\ (1111 | 0001 | 1010 | 1110 | 0010 | 0111 | 1000 | 0101)_2$   
 $-\ \begin{matrix} F & 1 & A & E & 2 & 7 & 8 & 5 \end{matrix}$   
 $- \mathbf{F1AE\ 2785}_{16}$

14

### Conversioni Esadecimali

- Per convertire un numero da esadecimale a binario si convertono le sue singole cifre:
 

$3F_{16} = 0011\ 1111_2$
3                  F
- Per convertire un numero da esadecimale a decimale o viceversa si applica la definizione di notazione posizionale in base 16

$$3F_{16} = 3 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 63_{10}$$

$1000_{10} / 16 = 62_{10}$ resto 8	→	$1000_{10} = 3E8_{16}$
$62_{10} / 16 = 3_{10}$ resto E (14 <sub>10</sub> )		
$3_{10} / 16 = 0_{10}$ resto 3		

- Per convertire da decimale a esadecimale si puo' anche convertire in base 2 e poi da base 2 a base 16

$$1000_{10} = 1111101000_2 = 0011\ 1110\ 1000_2 = 3E8_{16}$$

15

### Numeri Razionali e Reali



- I numeri reali devono essere rappresentati necessariamente in modo approssimato
- Infatti con n bit possiamo rappresentare 2<sup>n</sup> numeri, mentre sappiamo che in ogni intervallo reale ci sono infiniti numeri reali
- Si utilizza una notazione a *mantissa ed esponente*, come nel calcolo scientifico:
  - 1024.3 viene rappresentato come 1.0243\*10<sup>3</sup>
  - 1.0243 e' la mantissa
  - 3 e' l'esponente
- Nella rappresentazione binaria dei numeri reali la mantissa e l'esponente sono espressi in binario
- La base e' 2 anziche' 10

16

### Numeri Reali



- Il motivo della base 2 e' che e' facile dividere e moltiplicare per 2 i numeri binari, semplicemente spostando a sinistra o a destra la posizione della virgola (virgola mobile)
  - $1101 = 1.101 * 2^3$
  - $0.0010 = 1.0 * 2^{-3}$
- In passato sono stati usati vari formati per rappresentare i numeri reali
- Una convenzione si e' imposta sulle altre
  - Standard IEEE 754

17

### Standard IEEE 754



- Due formati: a 32 e 64 bit
- Descriviamo il formato a 32 bit
 

S	EEEEEEEE	MMMMMMMMMMMMMMMMMMMM
	8bit	23bit
----- 32 bit -----		

  - S un bit di segno della mantissa (bit piu' significativo)
  - E 8 bit per esprimere l'esponente
  - M 23 bit per esprimere la mantissa
- Il numero viene *normalizzato* in modo che il bit piu' significativo della mantissa si trovi immediatamente a sinistra della virgola
  - 1011.11 viene normalizzato in  $1.01111 * 2^3$

18

### Standard IEEE754



- Effettuata la normalizzazione si memorizza
  - La mantissa in modulo e segno ( S e M...M)
  - L'esponente in eccesso 127 ovvero il numero viene incrementato di 127 prima di essere convertito in binario
    - quindi si rappresentano i numeri tra -127 e + 128
- Rappresentazione dello zero:
  - Il numero con esponente -127 e mantissa tutta a zero viene usato per rappresentare lo 0
  - Zero: 0 00000000 000000000000000000000000
- L'esponente +128 viene usato per rappresentare NaN (Not a Number) simbolo speciale per indicare condizioni d'errore: ad esempio il risultato dell'operazione 0 / 0
  - NaN: 0 11111111 000000000000000000000000

### Standard IEEE754

- Il numero piu' piccolo positivo rappresentabile e'
  - $1.000000000000000000000000_2 * 2^{-126} \sim 1.8 * 10^{-38}$
- Il numero piu' grande rappresentabile e':
  - $1.111111111111111111111111_2 * 2^{+127} \sim 3.4 * 10^{+38}$
- La distanza fra due numeri reali successivi rappresentabili in questo formato dipende dal valore dell'esponente, infatti i numeri piu' vicini differiranno per il valore del bit meno significativo della mantissa e percio' la loro distanza sara'
  - $\Delta = 2^{-23} * 2^E$  dove E e' il valore dell'esponente

### Standard IEEE754

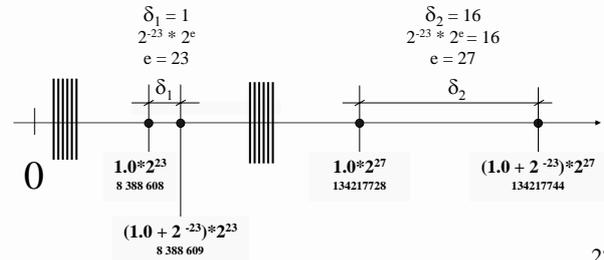


- Ad esempio si consideri il numero binario
  - $a = 1.000000000000000000000000_2 * 2^5 = 2^5 = 32_{10}$
  - Il numero successivo rappresentabile e':
  - $b = 1.000000000000000000000001_2 * 2^5 = (1 + 2^{-23}) * 2^5$
  - La distanza fra i due numeri:
    - $\delta = b - a = 2^{-23} * 2^5 = 2^{-18}$
- La distanza dei numeri rappresentabili cresce al crescere del loro valore assoluto (ovvero la densita' dei numeri rappresentabili diminuisce)
- Di questi fatto si deve tener conto quando si sommano numeri reali in questo formato

### Densita' dei numeri rappresentabili in virgola mobile



- Esempio in formato IEEE754 Singola Precisione (mantissa a 23 bit)



### Standard IEEE754

- Si consideri la somma  $10.5 + 0.125$
- Traduciamola in binario e normalizziamola
  - $10.5_{10} = 1010.1_2 = 1.0101_2 * 2^3$
  - $0.125_{10} = 0.001_2 = 1.0 * 2^{-3}$
- Per eseguire la somma bisogna riportare entrambi i termini allo stesso esponente:
  - $10.5 + 0.125 = 1.0101 * 2^3 + 0.000001 * 2^3 = 1.010101 * 2^3$
- Si osservi che se il numero di bit destinati alla mantissa fosse stato inferiore a 6, l'operazione avrebbe dato per risultato
  - $10.5 + 0.125 = 10.5$  !!!!
- A causa della necessaria approssimazione introdotta dalla rappresentazione

### Rappresentazione di testi

- A ciascun carattere viene associato un numero intero. La tabella che associa i caratteri ai numeri si dice CODICE. L'uso di *Codici Standard* permette a computer di tipo diverso di scambiare testi
- Codice UNICODE
  - Usa 2 byte (16 bit) per ciascun carattere
  - Si possono rappresentare  $2^{16} = 65,536$  caratteri
  - Praticamente tutti i caratteri degli alfabeti umani esistenti
- Codice ASCII
  - Sottinsieme del codice UNICODE
  - ancora largamente usato
  - usa solo 7 bit
  - Si possono rappresentare solo  $2^7 = 128$  caratteri

### Rappresentazione di Immagini

- ❑ Le immagini vengono *discretizzate* suddividendole in *Pixel (Picture Element)*

- ❑



- ❑ Un *Pixel* corrispondente a un singolo punto sullo schermo quando vengono visualizzate su video.
- ❑ Risoluzioni tipiche degli schermi (pixel per riga x pixel per colonna) sono
  - 640x480, 800x600, 1024x864, 1152x864, 1280x1024

25

### Rappresentazione di Immagini

- ❑ A ciascun pixel e' necessario associare un colore
  - con 8 bit si rappresentano  $2^8 = 256$  toni di colore
  - Con 16 bit fino a  $2^{16} = 65\,536$  colori
- ❑ Si comprende quindi come la memorizzazione di immagini richieda la memorizzazione di molti numeri
  - Un'immagine 1280 x 1024 con colori a 16 bit (2 byte) richiede 2.56 Mbyte ovvero
    - piu' di due milioni di byte (esattamente 2 621 440)
    - 1 kByte = 1024 byte
    - 1 Mbyte = 1024 kByte

26

### Rappresentazione di Immagini

- ❑ Per questo motivo le immagini non sono generalmente memorizzate come semplici sequenze di colori associati ai pixel, ma vengono utilizzati dei formati che permettono una *compressione*, ovvero una riduzione del numero di bytes usati per codificare l'immagine
- ❑ I due formati piu' comuni per memorizzare immagini statiche sono denominati *gif* e *jpeg*
- ❑ Nel formato *gif* viene effettuata una riduzione dei byte senza perdita di informazione
- ❑ Nel formato *jpeg* si ha perdita di informazione. La qualita' dell'immagine risulta comunque perfettamente accettabile all'occhio umano

27

### Rappresentazione di immagini

- ❑ Per memorizzare sequenze di immagini si usa il formato *mpeg*, che e' un'estensione del *jpeg*. Nel formato *mpeg* vengono memorizzate non sequenze di immagini, ma solo le differenze tra l'immagine corrente (frame) e il frame precedente

28

### Esercizi per Casa

- ❑ Conversioni da decimale a binario 8 bit
  - 93, 25, 127, -34, -88, -125
- ❑ Conversioni da binario 8 bit a decimale
  - 0010 1111, 0111 0101, 1010 1111, 1100 1100
- ❑ Conversione da binario a esadecimale
  - 1111 0101, 1001 0101, 1101 0001, 1000 0111
- ❑ Conversioni da esadecimale a binario
  - FAB8, 7CE0, 49B2, AF01
- ❑ Conversioni da esadecimale a decimale
  - 3F, 41, 2A, 5B
- ❑ Conversione da decimale a esadecimale
  - 72, 27, 88, 116

29

### Esercizi per Casa

- ❑ Inversione di numeri binari a 8 bit
  - 0011 1000, 1111 1111, 0101 0101, 1100 1111
- ❑ Somme algebriche binarie a 8 bit (segnalare i casi di overflow)
  - 0011 0111 + 0001 0000
  - 1000 0010 + 1000 1000
  - 0111 1110 + 1111 1101
  - 0111 1101 + 0001 1111

30

## Lezione VI Ma 4-Ott-2005

### Ancora sulla rappresentazione dei testi

31

### I codici *Unicode* e *ASCII*

- ❑ I programmi Java sono scritti usando l'insieme di caratteri *Unicode*
- ❑ *Unicode* utilizza, per rappresentare un carattere, un numero intero senza segno di 16 bit e definisce circa 39.000 caratteri in molti alfabeti diversi
- ❑ I primi 128 codici Unicode coincidono con l'insieme di caratteri *Basic Latin* noto anche come *ASCII* (American Standard Code for Information Interchange)
- ❑ In java, i token *parole chiave*, *caratteri di interpunzione*, *operatori* e *costanti numeriche* sono definiti usando i soli caratteri ASCII
- ❑ Noi utilizzeremo solo i caratteri ASCII anche per definire *identificatori* e quindi possiamo dimenticarci di Unicode

32

### Il codice ASCII

- ❑ I primi 32 caratteri del codice ASCII (con codice da 0 a 31) sono *caratteri di controllo*, di nostro interesse sono solo i caratteri
  - 9 tabulatore '\t'
  - 10 nuova riga '\n'
  - 13 invio '\r'
- ❑ I caratteri da 32 a 127 sono caratteri stampabili
  - 32 spazio ' '
  - da 48 a 57 caratteri numerici, le cifre decimali '0', '1'...
  - da 65 a 90, da 97 a 122 caratteri alfabetici (maiuscoli e minuscoli)
  - da 33 a 47, da 58 a 64, da 91 a 96, da 123 a 127 caratteri di interpunzione

33

### Il codice Unicode e i numeri in complemento a due



- ❑ Non bisogna confondere le rappresentazioni dei numeri e dei caratteri
- ❑ Il numero intero 1 in *notazione binaria complemento a due a 16 bit* ha la seguente rappresentazione
  - $1_{10} = 0000\ 0000\ 0000\ 0001_2$
- ❑ Il carattere '1' in *Codice Unicode (16 bit)* ha la seguente rappresentazione binaria
  - $'1' = 0031_{16} = 0000\ 0000\ 0011\ 0001$

34

### Tipi di dati fondamentali

(Horstmann cap. IV)  
(Horstmann cap. III seconda edizione)

35

### Un programma che elabora numeri

```
public class Coins1
{
    public static void main(String[] args)
    {
        int lit = 15000;    // lire italiane
        double euro = 2.35; // euro

        // calcola il valore totale
        double totalEuro = euro + lit / 1936.27;

        // stampa il valore totale
        System.out.print("Valore totale in euro ");
        System.out.println(totalEuro);
    }
}
```



36

## Un programma che elabora numeri

- Questo programma elabora *due tipi di numeri*
  - **numeri interi** per le lire italiane, che non prevedono l'uso di decimi e centesimi e quindi non hanno bisogno di una parte frazionaria
  - **numeri frazionari** (“in virgola mobile”) per gli euro, che prevedono l'uso di decimi e centesimi e assumono valori con il separatore decimale
- I numeri interi (positivi e negativi) si rappresentano in Java con il tipo di dati **int**
- I numeri in virgola mobile (positivi e negativi, **a precisione doppia**) si rappresentano in Java con il tipo di dati **double** (IEEE 754 doppia precisione)

37

## Perché usare due tipi di numeri?

- In realtà sarebbe possibile usare numeri in virgola mobile anche per rappresentare i numeri interi, ma ecco due buoni motivi per non farlo
  - “**pratica**”: i numeri interi rappresentati come tipo di dati **int** sono più *efficienti*, perché *occupano meno spazio in memoria* e sono *elaborati più velocemente*
  - “**filosofia**”: indicando esplicitamente che per le lire italiane usiamo un numero intero, rendiamo *evidente* il fatto che non esistono i decimali per le lire italiane
    - *è importante rendere comprensibili i programmi!*

38

## I commenti

- Nel programma sono presenti anche dei **commenti**, che vengono *ignorati* dal compilatore, ma che rendono il programma molto più comprensibile `// lire italiane`
- Un commento *inizia con una doppia barra // e termina alla fine della riga*
- Nel commento si può scrivere *qualsiasi cosa*
- Se il commento si deve estendere *per più righe*, è molto scomodo usare tante volte la sequenza //
- Si può iniziare un commento con `/*` e terminarlo con `*/`

```
// questo e' un commento
// lungo, inutile...
// ... e anche scomodo
```

```
/*
questo e' un commento
lungo, inutile...
ma piu' comodo
*/
```

## Alcune note sintattiche

- L'operatore che indica la divisione è `/`, quello che indica la moltiplicazione è `*` `lit / 1936.27`
- Quando si scrivono numeri in virgola mobile, bisogna usare il **punto** come separatore decimale, invece della virgola (uso anglosassone) `1936.27`
- Quando si scrivono numeri, non bisogna indicare il punto separatore delle migliaia `15000`
- I numeri in virgola mobile si possono anche esprimere in **notazione esponenziale**

```
1.93627E3 // vale 1.93627 × 103
```

40

## System.out.println ()

- Il metodo `System.out.print()` invia una stringa all'output standard come `System.out.println()` ma non va a capo alla fine della stringa stampata
- `System.out.println (parametro)`
  - Come parametro possiamo avere una stringa
    - `System.out.println("Hello, World!");`
  - Il parametro può essere un numero o una variabile numerica
    - `System.out.println(7+5);`
    - `System.out.println(totalEuro);`
- `out` è un oggetto di classe `PrintStream` definito nella classe `System` della libreria standard. Consultare la documentazione della classe `System` e della classe `PrintStream` ([javaDocs](#))

41

## Uso delle variabili

42

### L'uso delle variabili

- ❑ Il programma fa uso di *variabili* di tipo numerico
  - **lit** di tipo **int**, **euro** e **totalEuro** di tipo **double**
- ❑ Le *variabili* sono spazi di memoria, identificati da un *identificatore (nome)*, che possono conservare *valori* di un *determinato tipo*
- ❑ Ciascuna variabile deve essere *definita*, indicandone il *tipo* ed il *nome* `int lit;`
- ❑ Una variabile può contenere soltanto valori del suo *stesso tipo*
- ❑ Nella *definizione di una variabile*, è possibile *assegnare* un *valore iniziale* `int lit = 15000;`

43

### L'uso delle variabili

- ❑ Il programma poteva risolvere lo stesso problema anche senza fare uso di variabili

```
public class Coins2
{ public static void main(String[] args)
  { system.out.print("Valore totale in euro ");
    system.out.println(2.35 + 15000 / 1936.27);
  }
}
```

ma sarebbe stato *molto meno comprensibile* e *modificabile con difficoltà*

44

### I nomi delle variabili

- ❑ La scelta dei nomi per le variabili è molto importante, ed è bene *scegliere nomi che descrivano adeguatamente la funzione della variabile*
- ❑ In Java, un nome (di variabile, di metodo, di classe...) può essere composto da *lettere*, da *numeri* e dal *carattere di sottolineatura*, ma
  - deve iniziare con una lettera (anche **\_** va bene)
  - non può essere una parola chiave del linguaggio
  - non può contenere spazi
- ❑ Le lettere *maiuscole* sono diverse dalle *minuscole*! Ma è buona norma non usare nello stesso programma nomi di variabili che differiscano soltanto per una maiuscola

45

### Definizione di variabili



- ❑ Sintassi: `nomeTipo nomeVariabile;`  
`nomeTipo nomeVariabile = espressione;`
- ❑ Scopo: definire la nuova variabile *nomeVariabile*, di tipo *nomeTipo*, ed eventualmente assegnarle il valore iniziale *espressione*
- ❑ Di solito in Java si usano le seguenti *convenzioni*
  - *i nomi di variabili e di metodi iniziano con una lettera minuscola* `lit` `main` `println`
  - *i nomi di classi iniziano con una lettera maiuscola* `Coins1`
  - i nomi composti, in entrambi i casi, si ottengono attaccando le parole successive alla prima con la maiuscola

```
totalEuro MoveRectangle
```

46

### Assegnazioni

47

### L'uso delle variabili

- ❑ Abbiamo visto come i programmi usino le variabili per memorizzare i valori da elaborare e i risultati dell'elaborazione
- ❑ Le *variabili* sono posizioni in memoria che possono conservare *valori* di un *determinato tipo*
- ❑ Il valore memorizzato in una variabile può essere *modificato*, non soltanto *inizializzato*...
- ❑ Il cambiamento del valore di una variabile si ottiene con un *enunciato di assegnazione*

48

### L'uso delle variabili

```
public class Coins3
{
    public static void main(String[] args)
    {
        int lit = 15000; // lire italiane
        double euro = 2.35; // euro
        double dollars = 3.05; // dollari
        // calcola il valore totale
        // sommando successivamente i contributi
        double totalEuro = lit / 1936.27;
        totalEuro = totalEuro + euro;
        totalEuro = totalEuro + dollars * 0.93;
        System.out.print("Valore totale in euro ");
        System.out.println(totalEuro);
    }
}
```

49

### L'uso delle variabili

- In questo caso il valore della variabile **totalEuro** *cambia* durante l'esecuzione del programma
  - per prima cosa la variabile viene *inizializzata* contestualmente alla sua *definizione*

```
double totalEuro = lit / 1936.27;
```

- poi la variabile viene *incrementata*, due volte

```
totalEuro = totalEuro + euro;
totalEuro = totalEuro + dollars * 0.93;
```

mediante *enunciati di assegnazione*

50

### L'assegnazione

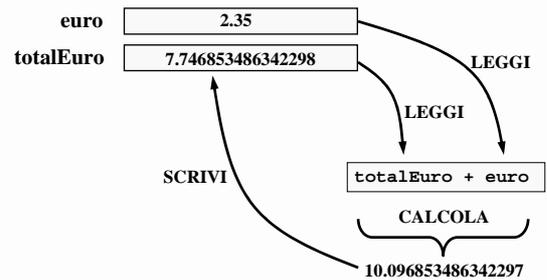
- Analizziamo l'enunciato di assegnazione
 

```
totalEuro = totalEuro + euro;
```
- Cosa significa? *Non* certo che **totalEuro** è uguale a se stessa più qualcos'altro...
- L'enunciato di assegnazione significa
 

*Calcola il valore dell'espressione a destra del segno = e scrivi il risultato nella posizione di memoria assegnata alla variabile indicata a sinistra del segno =*

51

### L'assegnazione



52

### Assegnazione o definizione?

- Attenzione a non confondere la *definizione* di una variabile con un enunciato di *assegnazione*!
- ```
double totalEuro = lit / 1936.27;
totalEuro = totalEuro + euro;
```
- La definizione di una variabile inizia specificando il *tipo* della variabile, l'assegnazione no
- *Una variabile può essere definita una volta sola in una sezione di codice*, mentre le si può assegnare un valore molte volte
- Il compilatore segnala come errore il tentativo di definire una variabile una seconda volta

```
double euro = 2;
double euro = euro + 3;
```

euro is already defined

### Assegnazione



- Sintassi:
 

```
nomeVariabile = espressione;
```
- Scopo: assegnare il nuovo valore *espressione* alla variabile *nomeVariabile*
- Nota: purtroppo Java (come C e C++) utilizza il segno = per indicare l'assegnazione, creando confusione con l'operatore di uguaglianza (che vedremo essere un doppio segno =, cioè ==); altri linguaggi usano simboli diversi per l'assegnazione (ad esempio, il linguaggio Pascal usa :=)

54

## Costanti

55

### L'uso delle costanti

- Un programma per il cambio di valuta

```
public class Convert1
{
    public static void main(String[] args)
    {
        double dollars = 2.35;
        double euro = dollars * 0.84;
    }
}
```

- Chi legge il programma potrebbe legittimamente chiedersi quale sia il significato del “*numero magico*” **0.84** usato nel programma per convertire i dollari in euro...

56

### L'uso delle costanti

- Così come si usano nomi simbolici descrittivi per le variabili, è opportuno assegnare *nomi simbolici* anche alle *costanti* utilizzate nei programmi

```
public class Convert2
{
    public static void main(String[] args)
    {
        final double EURO_PER_DOLLAR = 0.84;
        double dollars = 2.35;
        double euro = dollars * EURO_PER_DOLLAR;
    }
}
```

- Un primo *vantaggio* molto importante **aumenta la leggibilità**

57

### L'uso delle costanti

- Un *altro vantaggio*: se il valore della costante deve cambiare (nel nostro caso, perché varia il tasso di cambio euro/dollaro), la modifica va fatta *in un solo punto* del codice!

```
public class Convert3
{
    public static void main(String[] args)
    {
        final double EURO_PER_DOLLAR = 0.84;
        double dollars1 = 2.35;
        double euro1 = dollars1 * EURO_PER_DOLLAR;
        double dollars2 = 3.45;
        double euro2 = dollars2 * EURO_PER_DOLLAR;
    }
}
```

### Definizione di costante



- Sintassi:
 

```
final nomeTipo NOME_COSTANTE = espressione;
```
- Scopo: definire la costante *NOME\_COSTANTE* di tipo *nomeTipo*, assegnandole il valore *espressione*, che non potrà più essere modificato
- Nota: il compilatore segnala come *errore semantico* il tentativo di assegnare un *nuovo valore* a una costante, dopo la sua inizializzazione
- Di solito in Java si usa la seguente convenzione
  - i nomi di costanti sono formati da lettere maiuscole*
    - i nomi composti si ottengono attaccando le parole successive alla prima con un *carattere di sottolineatura*

59

### I tipi fondamentali di dati numerici

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Numeri interi</li> <li><b>byte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>intero a 8 bit</li> </ul> </li> <li><b>short</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>intero a 16 bit</li> </ul> </li> <li><b>int</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>intero a 32 bit</li> </ul> </li> <li><b>long</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>intero a 64 bit</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Numeri in virgola mobile</li> <li><b>float</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>virgola mobile a singola precisione (IEEE 754 – 32 bit)</li> </ul> </li> <li><b>double</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>virgola mobile doppia precisione (IEEE 754 – 64 bit)</li> </ul> </li> </ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Il linguaggio Java, a differenza di C, definisce il numero di bit usati per la rappresentazione dei tipi fondamentali di dati.

60

### Altri tipi di dati numerici

- ❑ In generale useremo **int** per i numeri interi e **double** per i numeri frazionari, a meno di non avere qualche particolare motivo per fare diversamente
- ❑ Ad esempio useremo il tipo **long** in quelle applicazioni dove l'intervallo rappresentato dal tipo **int** non sia sufficiente
- ❑ La precisione del tipo **float** (circa *sette cifre* in base dieci) non e' generalmente sufficiente, per cui si usa il tipo comunemente **double** (circa *quindici cifre in base* dieci) per i numeri frazionari

## Lezione VII Me 5-Ott-2005

### Tipi di dati fondamentali

### Numeri interi in Java

- ❑ In Java tutti i tipi di dati fondamentali per numeri interi usano internamente la rappresentazione in complemento a due
- ❑ La JVM *non segnala le condizioni di overflow* nelle operazioni aritmetiche
  - si ottiene semplicemente un risultato errato
- ❑ L'unica operazione aritmetica tra numeri interi che genera un'eccezione è la divisione con divisore zero
  - **ArithmeticException**

### Tipi di dati fondamentali

- ❑ Se servono i valori massimi e minimi dei numeri rappresentati con i vari tipi di dati non occorre ricordarli, perché nel pacchetto **java.lang** della libreria standard per ciascun tipo di dati fondamentali è presente una classe in cui sono definiti questi valori come costanti

| tipo   | Valore minimo            | Valore massimo           |
|--------|--------------------------|--------------------------|
| byte   | <b>Byte.MIN_VALUE</b>    | <b>Byte.MAX_VALUE</b>    |
| short  | <b>Short.MIN_VALUE</b>   | <b>Short.MAX_VALUE</b>   |
| int    | <b>Integer.MIN_VALUE</b> | <b>Integer.MAX_VALUE</b> |
| long   | <b>Long.MIN_VALUE</b>    | <b>Long.MAX_VALUE</b>    |
| float  | <b>Float.MIN_VALUE</b>   | <b>Float.MAX_VALUE</b>   |
| double | <b>Double.MIN_VALUE</b>  | <b>Double.MAX_VALUE</b>  |

Java.lang pacchetto di libreria speciale



### Numeri in virgola mobile in Java

- ❑ Lo standard IEEE 754 prevede anche la rappresentazione di NaN, di  $+\infty$  e di  $-\infty$
- ❑ Sono definite le seguenti costanti
  - **Double.NaN**
  - **Double.NEGATIVE\_INFINITY**
  - **Double.POSITIVE\_INFINITY**
- ❑ e le corrispondenti costanti **Float**
  - **Float.NaN**
  - **Float.NEGATIVE\_INFINITY**
  - **Float.POSITIVE\_INFINITY**

### Numeri in virgola mobile in Java

- ❑ In Java tutti i tipi di dati fondamentali per numeri in virgola mobile usano internamente una rappresentazione binaria codificata dallo standard internazionale IEEE 754
  - float, double
- ❑ La divisione con divisore zero non è un errore se effettuata tra numeri in virgola mobile
  - se il dividendo è diverso da zero, il risultato è **infinito** (con il segno del dividendo)
  - se anche il dividendo è zero, il risultato non è un numero e viene usata la codifica speciale **NaN** (Not a Number)

## Conversioni fra diversi tipi fondamentali di dati

67

### Assegnazioni con conversione

- ❑ In un'assegnazione, il *tipo* di dati dell'*espressione* e della *variabile* a cui la si assegna devono essere *compatibili*
  - se i tipi non sono compatibili, il compilatore segnala un *errore* (non sintattico ma *semantico*)
- ❑ I tipi *non* sono compatibili se provocano una *possibile perdita di informazione* durante la conversione
- ❑ L'assegnazione di un valore di tipo numerico intero **int** ad una variabile di tipo numerico in virgola mobile **double** non può provocare perdita di informazione, quindi è ammessa

```
int intVar = 2;
double doubleVar = intVar;
```

➔

OK

68

### Tipi di dati numerici incompatibili

```
double doubleVar = 2.3;
int intVar = doubleVar;
```

possible loss of precision  
found : double  
required: int

- ❑ In questo caso si avrebbe una perdita di informazione, perché la (eventuale) *parte frazionaria* di un valore in virgola mobile non può essere memorizzata in una variabile di tipo intero
- ❑ Per questo motivo il compilatore non accetta un enunciato di questo tipo, segnalando l'**errore semantico** e interrompendo la compilazione

69

### Conversioni forzate (*cast*)

- ❑ Ci sono però casi in cui si vuole effettivamente ottenere la *conversione di un numero in virgola mobile in un numero intero*
- ❑ Lo si fa segnalando al compilatore l'intenzione *esplicita* di accettare l'eventuale perdita di informazione, mediante un *cast* ("forzatura")

```
double doubleVar = 2.3;
int intVar = (int)doubleVar;
```

➔

OK

- ❑ Alla variabile **intVar** viene così assegnato il valore 2, la *parte intera* dell'espressione

70

## Operazioni aritmetiche

+ - \* / %

71

### Operazioni aritmetiche

- ❑ L'operatore di *moltiplicazione* \* va sempre indicato *esplicitamente*, non può essere *sottinteso*
- ❑ Le operazioni di *moltiplicazione* e *divisione* hanno la *precedenza* sulle operazioni di *addizione* e *sottrazione*, cioè vengono eseguite prima
- ❑ È possibile usare *coppie di parentesi tonde* per indicare in quale ordine valutare sotto-espressioni

$$a + b / 2 \neq (a + b) / 2$$

- ❑ In Java non esiste il *simbolo di frazione*, le frazioni vanno espresse "*in linea*", usando l'operatore di divisione

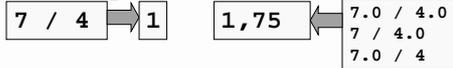
$$\frac{a+b}{2} \rightarrow (a + b) / 2$$

72

### Operazioni aritmetiche

- Quando *entrambi* gli operandi sono numeri *interi*, la *divisione* ha una caratteristica particolare, che può essere utile ma che va usata con attenzione

– *calcola il quoziente intero, scartando il resto!*



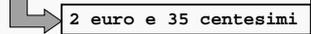
- Il resto della divisione tra numeri interi può essere calcolato usando l'operatore % (**modulo**) e il cui simbolo è stato scelto perché è simile all'operatore di divisione



73

### Divisione fra interi

```
public class Coins5
{
    public static void main(String[] args)
    {
        double euro = 2.35;
        final int CENT_PER_EURO = 100;
        int centEuro = (int)(euro * CENT_PER_EURO);
        int intEuro = centEuro / CENT_PER_EURO;
        centEuro = centEuro % CENT_PER_EURO;
        System.out.println(intEuro);
        System.out.print(" euro e ");
        System.out.print(centEuro);
        System.out.println(" centesimi");
    }
}
```



74

### Conversioni con arrotondamento

- La *conversione forzata* di un valore in virgola mobile in un valore intero avviene con *troncamento, trascurando la parte frazionaria*
- Spesso si vuole invece effettuare tale conversione con *arrotondamento, convertendo all'intero più vicino*
- Ad esempio, possiamo *sommare 0.5 prima* di fare la conversione

```
double rate = 2.95;
int intRate = (int)(rate + 0.5);
System.out.println(intRate);
```



75

### Conversioni con arrotondamento

- Questo semplice algoritmo per arrotondare i numeri in virgola mobile funziona però soltanto per numeri positivi, quindi non è molto valido...

```
double rate = -2.95;
int intRate = (int)(rate + 0.5);
System.out.println(intRate);
```



- Un'ottima soluzione è messa a disposizione dal metodo **round()** della classe **Math** della libreria standard, che funziona bene per tutti i numeri

```
double rate = -2.95;
int intRate = (int)Math.round(rate);
System.out.println(intRate);
```



76

### Errori di arrotondamento



- Gli errori di arrotondamento sono un fenomeno naturale nel calcolo in virgola mobile eseguito con un numero *finito* di cifre significative
  - calcolando 1/3 con due cifre significative, si ottiene 0,33
  - moltiplicando 0,33 per 3, si ottiene 0,99 e non 1
- Siamo abituati a valutare questi errori pensando alla rappresentazione dei numeri in base *decimale*, ma gli elaboratori rappresentano i numeri in virgola mobile in base *binaria* e a volte si ottengono dei risultati inattesi!

77

### Errori di arrotondamento



```
double f = 4.35;
int n = (int)(100 * f);
System.out.println(n);
```



- Qui l'errore *inatteso* è dovuto al fatto che 4,35 non ha una *rappresentazione esatta* nel sistema binario, proprio come 1/3 non ha una rappresentazione esatta nel sistema decimale
  - 4,35 viene rappresentato con un numero appena un po' inferiore a 4,35, che, quando viene moltiplicato per 100, fornisce un numero appena un po' inferiore a 435, quanto basta però per essere troncato a 434
- È sempre meglio usare **Math.round()**

78

## Funzioni più complesse

- ❑ Non esistono *operatori* per calcolare funzioni più complesse, come l'elevamento a potenza
- ❑ La classe **Math** della libreria standard mette a disposizione *metodi statici* per il calcolo di tutte le funzioni algebriche e trigonometriche, richiedendo parametri **double** e restituendo risultati **double**
  - **Math.pow(x, y)** restituisce  $x^y$   
(il nome **pow** deriva da *power*, potenza)
  - **Math.sqrt(x)** restituisce la radice quadrata di **x**  
(il nome **sqrt** deriva da *square root*, radice quadrata)
  - **Math.log(x)** restituisce il logaritmo naturale di **x**
  - **Math.sin(x)** restituisce il seno di **x** espresso in radianti

Visitate la documentazione della classe Math in javaDocs

79

## Combinare assegnazioni e aritmetica



- ❑ Abbiamo già visto come in Java sia possibile combinare in un unico enunciato *un'assegnazione* ed *un'espressione aritmetica che coinvolge la variabile a cui si assegnerà il risultato*

```
totalEuro = totalEuro + dollars * 0.84;
```

- ❑ Questa operazione è talmente comune nella programmazione, che il linguaggio Java fornisce una *scorciatoia*

```
totalEuro += dollars * 0.84;
```

che esiste per tutti gli operatori aritmetici

```
x = x * 2;
```

```
x *= 2;
```

80

## Incremento di una variabile

- ❑ L'*incremento* di una variabile è l'operazione che consiste nell'*aumentarne il valore di uno*

```
int counter = 0;
counter = counter + 1;
```

- ❑ Questa operazione è talmente comune nella programmazione, che il linguaggio Java fornisce un *operatore apposito per l'incremento*

```
counter++;
```

e per il decremento

```
counter--;
```

81

## Il metodo Math.round()

```
double rate = -2.95;
int intRate = (int)Math.round(rate);
System.out.println(intRate);
```

- ❑ C'è una differenza sostanziale tra il metodo **round()** e, ad esempio, il metodo **println()** già visto
  - **println()** agisce su un oggetto (ad esempio, **System.out**)
  - **round()** non agisce su un oggetto (**Math** è una classe)
- ❑ Il metodo **Math.round()** è un *metodo statico*

82

## Il metodo Math.round()

Seguitemela anche voi!

- ❑ Come si fa a capire che **System.out.println()** è un metodo applicato a un oggetto, mentre **Math.round()** no?
- ❑ *La sintassi è identica...Math* sembra un oggetto!
- ❑ Tutte le classi, gli oggetti e i metodi della libreria standard seguono una rigida *convenzione*
  - i nomi delle classi (**Math**, **System**) iniziano con una lettera *maiuscola*
  - i nomi di oggetti (**out**) e metodi (**println()**, **round()**) iniziano con una lettera *minuscola*
    - oggetti e metodi si distinguono perché *solo i metodi sono sempre seguiti dalle parentesi tonde*

83

## Invocazione di metodo statico



- ❑ Sintassi:

```
NomeClasse.nomeMetodo(parametri)
```

- ❑ Scopo: invocare il metodo statico *nomeMetodo* definito nella classe *NomeClasse*, fornendo gli eventuali *parametri* richiesti
- ❑ Nota: un metodo statico non viene invocato con un oggetto, ma con un nome di classe
- ❑ La classe **java.lang.Math** contiene solo metodi statici:
  - **Math.sin()**, **Math.exp()**, **Math.round()** ...

84

# Variabili non inizializzate

85

## Variabili non inizializzate

- ❑ È buona regola fornire *sempre* un valore di inizializzazione nella definizione di variabili
- ❑ Cosa succede altrimenti? `int lit;`
  - la definizione di una variabile “*crea*” la variabile, cioè le *riserva uno spazio* nella memoria primaria (la quantità di spazio dipende dal tipo della variabile)
  - tale spazio di memoria non è “*vuoto*”, una condizione che non si può verificare in un circuito elettronico, ma contiene un valore “*casuale*” (in realtà contiene l’ultimo valore attribuito a quello spazio da un precedente programma... valore che a noi non è noto)

86

## Variabili non inizializzate

- ❑ Se si usasse il valore di una variabile *prima* di averle assegnato un qualsiasi valore, il programma si troverebbe a elaborare quel valore che “*casualmente*” si trova nello spazio di memoria riservato alla variabile **ERRORE**

```

public class Coins4 // NON FUNZIONA!
{
    public static void main(String[] args)
    {
        int lit;
        double euro = 2.35;
        double totalEuro = euro + lit / 1936.27;
        System.out.print("Valore totale in euro ");
        System.out.println(totalEuro);
    }
}
    
```

87

## Variabili non inizializzate

- ❑ Questo problema provoca insidiosi errori di esecuzione in molti linguaggi di programmazione
  - il *compilatore* Java, invece, segnala come *errore* l’*utilizzo* di variabili a cui non sia mai stato assegnato un valore (mentre non è un errore la sola definizione...)

**Coins4.java:5: variable lit might not have been initialized**

- questi errori non sono sintattici, bensì *logici*, ma vengono comunque individuati dal compilatore, perché si tratta di *errori semantici* (cioè di *comportamento* del programma) *individuabili in modo automatico*

88

# Stringhe

89

## Il tipo di dati “stringa”

- ❑ I tipi di dati più importanti nella maggior parte dei programmi sono i *numeri* e le *stringhe*
- ❑ Una *stringa* è una *sequenza di caratteri*, che in Java (come in molti altri linguaggi) vanno *racchiusi tra virgolette* `"Hello"`
  - le virgolette non fanno parte della stringa
- ❑ Possiamo *dichiarare* e *inizializzare variabili di tipo stringa* `String name = "John";`
- ❑ Possiamo *assegnare un valore* a una variabile di tipo stringa `name = "Michael";`

90

## Il tipo di dati "stringa"

- ❑ I numeri sono **tipi di dati fondamentali**
- ❑ Diversamente dai numeri, *le stringhe sono oggetti*
  - infatti, il tipo di dati **String** inizia con la **maiuscola!**
  - invece, **int** e **double** iniziano con la minuscola...
  - I numeri sono dati fondamentali
- ❑ Una **variabile** di tipo stringa può quindi essere utilizzata per **invocare metodi** della classe **String**
  - ad esempio, il metodo **length()** restituisce la **lunghezza** di una stringa, cioè **il numero di caratteri** presenti in essa (senza contare le virgolette)

```
String name = "John";
int n = name.length();
```

→ 4

91

## Il tipo di dati "stringa"

- ❑ Il metodo **length()** della classe **String** **non è un metodo statico**
  - infatti **per invocarlo usiamo un oggetto della classe String, e non il nome della classe stessa**

|                                                                          |                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <pre>// NON FUNZIONA! String s = "John"; int n = String.length(s);</pre> | <pre>// FUNZIONA String s = "John"; int n = s.length();</pre> |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

- ❑ Una **stringa di lunghezza zero**, che non contiene caratteri, si chiama **stringa vuota** e si indica con due caratteri virgolette **consecutivi**, senza spazi interposti

```
String empty = "";
System.out.println(empty.length());
```

→ 0

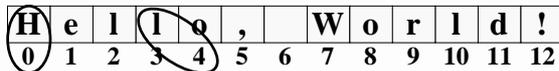
92

## Estrazione di sottostringhe Attenzione alla minuscola!

- ❑ Per estrarre una sottostringa da una stringa si usa il metodo **substring()**

```
String greeting = "Hello, World!";
String sub = greeting.substring(0, 4);
// sub contiene "Hell"
```

- il **primo** parametro di **substring()** è la **posizione del primo carattere** che si vuole estrarre
- il **secondo** parametro è la **posizione successiva all'ultimo carattere** che si vuole estrarre



93

## Estrazione di sottostringhe

- ❑ La **posizione** dei caratteri nelle stringhe viene **stranamente numerata a partire da 0** anziché da 1



- in linguaggi precedenti, come il C e il C++, questa era un'esigenza **tecnica**, mentre in Java non lo è più e si è mantenuta questa strana caratteristica soltanto per **uniformità** con tali linguaggi molto diffusi

- ❑ Alcune cose da ricordare
  - la posizione dell'ultimo carattere corrisponde alla lunghezza della stringa meno 1
  - la differenza tra i due parametri di **substring()** corrisponde alla lunghezza della sottostringa estratta

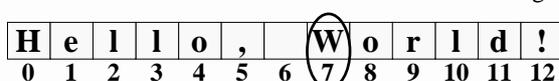
94

## Estrazione di sottostringhe

- ❑ Il metodo **substring()** può essere anche invocato con **un solo** parametro

```
String greeting = "Hello, World!";
String sub = greeting.substring(7);
// sub contiene "World!"
```

- ❑ In questo caso il parametro fornito indica la posizione del primo carattere che si vuole estrarre, e l'estrazione continua fino al termine della stringa



95

## Estrazione di sottostringhe

- ❑ Cosa succede se si fornisce un **parametro errato** a **substring()**?

```
// NON FUNZIONA!
String greeting = "Hello, World!";
String sub = greeting.substring(0, 14);
```

- ❑ Il programma viene compilato correttamente, ma viene generato un **errore** in esecuzione

```
Exception in thread "main"
java.lang.StringIndexOutOfBoundsException
String index out of range: 14
```



96

## Concatenazione di stringhe

- ❑ Per concatenare due stringhe si usa l'*operatore* +

```
String s1 = "li";
String s2 = "re";
String s3 = s1 + s2; // s3 contiene lire
int lit = 15000;
String s = lit + s3; // s contiene "15000lire"
```

- ❑ L'operatore di concatenazione è identico all'operatore di addizione
  - se una delle espressioni a sinistra o a destra dell'operatore + è una stringa, l'altra espressione viene *convertita* in stringa e si effettua la concatenazione

97

## Concatenazione di stringhe

```
int lit = 15000;
String litName = "lire";
String s = lit + litName;
// s contiene "15000lire"
```

- ❑ Osserviamo che la concatenazione prodotta non è proprio quella che avremmo voluto, perché *manca uno spazio* tra **15000** e **lire**
  - l'operatore di concatenazione *non aggiunge spazi!* (*meno male*, diremo la maggior parte delle volte...)

- ❑ L'effetto voluto si ottiene così

```
String s = lit + " " + litName;
```

Non è una stringa vuota, ma una stringa con un solo carattere, uno spazio (*blank*)

98

## Concatenazione di stringhe

- ❑ La concatenazione è molto utile per ridurre il numero di enunciati usati per stampare i risultati dei programmi

```
int total = 10;
System.out.print("Il totale e' ");
System.out.println(total);
```

```
int total = 10;
System.out.println("Il totale e' " + total);
```

- ❑ Bisogna fare attenzione a come viene gestito il concetto di "*andare a capo*", cioè alla differenza tra `print()` e `println()`

99

## Alcuni metodi utili di String

- ❑ Un problema che capita spesso di affrontare è quello della conversione di una stringa per ottenerne un'altra tutta in maiuscolo o tutta in minuscolo
- ❑ La classe **String** mette a disposizione due metodi
  - `toUpperCase()` converte tutto in maiuscolo
  - `toLowerCase()` converte tutto in minuscolo

```
String s = "Hello";
String ss = s.toUpperCase() + s.toLowerCase();
// ss vale "HELLOhello"
```

100

## Alcuni metodi utili di String

```
String s = "Hello";
String ss = s.toUpperCase() + s.toLowerCase();
// s vale ancora "Hello" !
```

- ❑ Si noti che l'applicazione di uno di questi metodi alla stringa *s* **non altera il contenuto** della stringa *s*, ma *restituisce una nuova stringa*
- ❑ In particolare, *nessun metodo della classe String modifica l'oggetto con cui viene invocato!*
  - si dice perciò che gli oggetti della classe **String** sono *oggetti immutabili*

101

**Lezione VIII**  
**Gi 6-Ott-2005**

**Vari Argomenti**

102

## Esempio

- ❑ Scriviamo un programma che genera la login per un utente, con la regola seguente
  - si prendono le iniziali del nome e del cognome dell'utente, si rendono minuscole e si concatena il numero di matricola dell'utente espresso numericamente

```
Utente: Marco Dante
Matricola: 545136
=> Login: md545136
```

103

## Esempio

```
public class MakeLogin
{
    public static void main(String[] args)
    {
        String firstName = "Marco"; // nome
        String lastName = "Dante"; // cognome
        int matr = 525136; // matricola
        // estrai le iniziali
        String initials = firstName.substring(0, 1)
            + lastName.substring(0, 1);
        // converti in minuscolo e concatena matr
        String lg = initials.toLowerCase() + matr;
        // stampa la login
        System.out.println("La login e' " + lg);
    }
}
```

## Sequenze di "escape"



- ❑ Proviamo a stampare una stringa che *contiene* delle virgolette `Hello, "World!"`

```
// NON FUNZIONA!
System.out.println("Hello, "World!");
```

- ❑ Il compilatore identifica le seconde virgolette come la fine della prima stringa `"Hello, "`, ma poi non capisce il significato della parola `World`
- ❑ Basta inserire una barra rovesciata `\` (*backslash*) prima delle virgolette *all'interno* della stringa

```
System.out.println("Hello, \"World!\");
```

105

## Sequenze di "escape"



```
// FUNZIONA!
System.out.println("Hello, \"World!\");
```

- ❑ Il carattere *backslash* `\` all'interno di una stringa non rappresenta se stesso, ma si usa per codificare altri caratteri che sarebbe *difficile* inserire in una stringa, per vari motivi (*sequenza di escape*)
- ❑ Allora, come si fa ad inserire veramente un carattere *backslash* in una stringa?
  - si usa la sequenza di escape `\\`

```
System.out.println("File C:\\autoexec.bat");
```

File C:\autoexec.bat

106

## Sequenze di "escape"



- ❑ Un'altra sequenza di escape che si usa è `\n`, che rappresenta il carattere di "nuova riga" o "andare a capo"

```
System.out.println("**\n**\n***\n");
;
System.out.println("");
System.out.println("****");
System.out.println("****");
```

107

## Sequenze di "escape"



- ❑ Ad esempio, per scrivere parole italiane con lettere accentate senza avere a disposizione una tastiera italiana

```
System.out.println("Perch\u00E9?");
```

Perché?

- ❑ Queste sequenze di escape utilizzano la codifica standard **Unicode**

<http://www.unicode.org>

108

## Il tipo fondamentale di dati char

109

## Caratteri in una stringa

- ❑ Sappiamo già come estrarre sottostringhe da una stringa con il metodo **substring()**
- ❑ A volte è necessario estrarre ed elaborare *sottostringhe* di dimensioni minime cioè *di lunghezza unitaria*
  - una stringa di lunghezza unitaria contiene *un solo carattere* che può essere memorizzato in una variabile di tipo **char** anziché in una stringa
  - il tipo **char** in Java è *un tipo di dato fondamentale* come i tipi di dati numerici ed il tipo **boolean** cioè *non è una classe*

110

## Caratteri in una stringa

- ❑ La presenza del tipo di dati **char** non è strettamente necessaria in Java (ed è anche per questo motivo che non l'avevamo ancora studiato)
  - infatti *ogni elaborazione che può essere fatta su variabili di tipo char potrebbe essere fatta su stringhe di lunghezza unitaria*
- ❑ L'uso del tipo **char** per memorizzare stringhe di lunghezza unitaria è però importante perché
  - una variabile di tipo **char** *occupa meno spazio in memoria* di una stringa di lunghezza unitaria
  - le *elaborazioni* su variabili di tipo **char** sono *più veloci*

111

## Caratteri in una stringa

- ❑ Il metodo **charAt()** della classe **String** restituisce il singolo carattere che si trova nella posizione indicata dal parametro ricevuto
  - la convenzione sulla numerazione delle posizioni in una stringa è la stessa usata dal metodo **substring**

```
String s = "John";
char c = s.charAt(2); // c contiene 'h'
```

112

## Caratteri in una stringa

- ❑ Come si può elaborare un variabile di tipo **char**?
  - la si può *stampare* passandola a **System.out.print()**
  - la si può *concatenare a una stringa* con l'operatore di concatenazione + (verrà convertita in stringa con le stesse regole della conversione dei tipi numerici)
- ❑ Una variabile di tipo **char** può anche essere inizializzata con una *costante di tipo carattere*
  - una costante di tipo carattere è *un singolo carattere* racchiuso tra *singoli* apici ("apostrofo") `char ch = 'x';`
- ❑ Il singolo carattere può anche essere una "sequenza di escape"

```
char ch = '\u00E9'; // carattere 'é'
char nl = '\n'; // carattere per andare a capo
```

## Caratteri in una stringa

- ❑ Java gestisce correttamente i caratteri dello standard Unicode
- ❑ La maggior parte dei sistemi operativi non li gestisce correttamente. Questo si riflette nel seguente fenomeno: se un programma Java visualizza una stringa che contiene un carattere che non fa parte del codice ASCII (sottoinsieme dei primi 128 caratteri dello standard Unicode), l'interazione dello standard output di Java con il sistema operativo provoca la visualizzazione di caratteri strani e non del carattere corretto.
- ❑ Il fenomeno è presente in alcune versioni (anche la più recente) del JDK, anche se non in tutti i sistemi operativi.
- ❑ Verificare tale fenomeno sul proprio sistema, provando, ad esempio, ad eseguire il seguente programma:
 

```
public class TestUnicode
{ public static void main(String[] args)
  { System.out.println(" èèèèèè ");
  }
}
```
- ❑ Per evitare questo problema, si consiglia di non usare lettere accentate nei messaggi visualizzati dai programmi (usare, in alternativa, l'accento).

114

## Ricevere Dati in Ingresso

115

## I dati in ingresso ai programmi

- ❑ I programmi visti finora non sono molto utili, visto che eseguono *sempre la stessa elaborazione ad ogni esecuzione*
- ❑ La classe **MakeLogin** genera sempre la login **md525136**
  - se si vuole che generi la login per un altro utente è necessario modificare il codice sorgente (in particolare, le inizializzazioni delle variabili) e compilarlo di nuovo
- ❑ I programmi utili hanno bisogno di *ricevere dati in ingresso* dall'utente

116

## javax.swing.JOptionPane

- ❑ La classe `JOptionPane` contenuta nel pacchetto `javax.swing` fornisce un comodo strumento: il metodo statico `showInputDialog()`
- ❑ Visualizza un dialog box in cui e' contenuta una stringa e un campo in cui puo' essere inserita una stringa
- ❑ Restituisce una stringa
- ❑ Alla fine bisogna usare il metodo `System.exit()` per terminare il programma

117

## javax.swing.JOptionPane

```
import javax.swing.JOptionPane;
public class Echo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        // acquisisce una stringa da dialog box
        String s = JOptionPane.showInputDialog
            ("inserisci una stringa");

        // invia la stringa a message box
        JOptionPane.showMessageDialog(null, s);

        // invia la stringa a standard output
        System.out.println(s);

        // termina l'esecuzione della JVM
        System.exit(0);
    }
}
```



118

## javax.swing.JOptionPane

- ❑ **import**: parola chiave del linguaggio java. Serve ad importare una o piu' classi da un pacchetto di libreria
- ❑ **null**: costante nulla. Ne vedremo l'uso
- ❑ **System.exit(0)**: metodo statico della classe `System` che termina l'esecuzione della JVM
  - il parametro serve come codice di stato: per convenzione un valore non nullo indica una terminazione anomala

119

## I pacchetti di classi

120

## I pacchetti di classi (*package*)

- ❑ Tutte le classi della libreria standard sono raccolte in **pacchetti** (*package*) e sono organizzate per argomento e/o per finalità
  - la classe `JOptionPane` appartiene al pacchetto `javax.swing`
- ❑ Per **usare** una classe di una libreria bisogna **importarla** nel programma usando l'enunciato
  - `import nomePacchetto.NomeClasse;`
- ❑ Le classi `System` e `String` appartengono al pacchetto `java.lang`
  - il pacchetto `java.lang` viene **importato automaticamente**

121

## Importare classi da un pacchetto



❑ Sintassi: `import nomePacchetto.NomeClasse;`

- Scopo: importare una classe da un pacchetto per poterla utilizzare in un programma



❑ Sintassi: `import nomePacchetto.*;`

- Scopo: importare tutte le classi di un pacchetto per poterle utilizzare in un programma

- ❑ Nota: le classi del pacchetto `java.lang` non hanno bisogno di essere importate

- ❑ Attenzione: non si possono importare **più pacchetti** con un solo enunciato

```
import java.*; // ERRORE
```

- ❑ Gli enunciati di importazione vanno inseriti prima della definizione della classe

122

## Stili per l'importazione di classi



- ❑ Usare un enunciato **import** per ogni classe importata

```
import javax.swing.JOptionPane;
import javax.swing.JRadioButton;
```

- ❑ Usare un enunciato **import** che importa **tutte le classi di un pacchetto**

```
import javax.swing.*;
```

- non è un errore importare classi che non si usano!
- se si usano più enunciati di questo tipo non è più chiaro il pacchetto di appartenenza di ciascuna classe

```
import java.io.*;
import java.math.*;
```

Se adesso usiamo la classe `File` a quale pacchetto appartiene?

- sapere a quale pacchetto appartiene una classe è utile ad esempio per reperire la documentazione della sua interfaccia pubblica

123

## Stili per l'importazione di classi



- ❑ Non usare per nulla gli enunciati **import** ed indicare sempre il **nome completo** delle classi utilizzate nel codice

```
javax.swing.JOptionPane.showMessageDialog(null, s);
```

- ❑ Questo stile è **assai poco usato** perché è molto noioso aumenta la probabilità di errori di battitura e aumenta la lunghezza delle linee del codice (diminuendo così la leggibilità del programma)

124

## Standard input dei programmi

- ❑ Un modo semplice e immediato per fornire dati in ingresso ad un programma consiste nell'**utilizzo della tastiera**
  - altri metodi fanno uso del mouse, del microfono...
- ❑ Abbiamo visto che tutti i programmi Java hanno accesso al proprio **standard output**, tramite l'oggetto `System.out` di tipo `java.io.PrintStream` definito nella classe `java.lang.System`
- ❑ Analogamente, l'interprete Java mette a disposizione dei programmi in esecuzione il proprio standard input (**flusso di input**), tramite l'oggetto `System.in` di tipo `java.io.InputStream` definito nella classe `java.lang.System`

125

## Classe InputStream

- ❑ La classe `InputStream` mette a disposizione il metodo
  - `read()` che legge un byte alla volta
  - non molto comodo!
- ❑ Leggere da input standard richiede nozioni di Java che ancora non abbiamo

126

### La classe Scanner (jdk5.0!)

- ❑ Sfortunatamente, la classe **InputStream** *non possiede metodi comodi* per la ricezione di dati numerici e stringhe
  - **PrintStream** ha invece il *comodissimo* metodo **print()**
- ❑ La libreria standard di **JDK5.0** mette a disposizione la comoda classe **java.util.Scanner**
- ❑ Lo scopo della classe **Scanner** è quello di fornire una comoda interfaccia all'oggetto **System.in**

### Acquisire dati dallo Standard Input con la classe java.util.Scanner

### Costruire un oggetto di classe Scanner

- ❑ Prima di tutto bisogna *creare* un nuovo *oggetto* di classe **Scanner**



```
Scanner in = new Scanner(System.in);
```

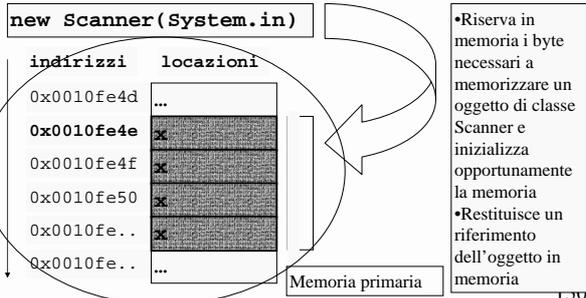
- ❑ Analizziamo l'espressione a destra dell'operatore di assegnazione nell'enunciato precedente



- ❑ Un costruttore di una classe ha lo stesso identificatore della classe stessa (si noti l'iniziale maiuscola!)

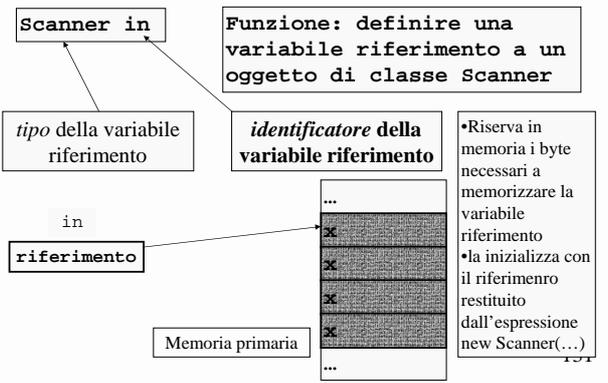
### Costruire un oggetto di classe Scanner

- ❑ In genere, in una classe possono essere definiti uno o piu' costruttori
  - Scanner definisce 8 costruttori
  - Math non ha costruttori
  - Un costruttore puo' avere zero, uno o piu' parametri



### Costruire un oggetto di classe Scanner

```
Scanner in = new Scanner(System.in);
```



### Acquisire Numeri da Standard Input

- ❑ Ora che abbiamo definito un oggetto di classe Scanner possiamo acquisire dati dallo Standard Input
- ❑ Come si fa se si vogliono acquisire dei valori numerici?
  - numero intero: metodo `int nextInt()`

```
Scanner in = new Scanner(System.in);
System.out.println("Introduci un numero intero :");
int n = in.nextInt();
System.out.print("Introdotta : " + n);
```

- numero in virgola mobile: metodo `double nextDouble()`

```
...
System.out.println("Introduci un numero frazionario :");
double x = in.nextDouble();
System.out.print("Introdotta : " + x);
```

### Acquisire Stringhe da Standard Input

- Come si fa se si vogliono acquisire delle stringhe?
  - parola (stringa delimitata dai caratteri SP, \t, \n, \r):
    - metodo String next()

```
...
System.out.print("Introduci una o piu' parole :")
String s = in.next();
System.out.println("Introdotto : " + s);
```

- Riga (stringa delimitata dai caratteri \n o \r):
  - metodo String nextLine()

```
...
System.out.print("Introduci una o piu' parole :")
String s = in.nextLine();
System.out.println("Introdotto : " + s);
```

133

### La classe Scanner

- Dato che la classe **Scanner** non fa parte del pacchetto java.lang, ma del pacchetto **java.util**, è necessario importare la classe prima di usarla
- Quando non si usa piu' l'oggetto di classe Scanner e' bene chiuderlo
  - in.close();

134

### Esempio

```
/* produce la login a partire dai dati nome,
   cognome e numero di matricola di uno studente
*/
import java.util.Scanner;
public class MakeLogin2
{ public static void main(String[] args)
  { Scanner in = new Scanner(System.in);
    System.out.print("Inserire il nome: ");
    String nome = in.next();
    System.out.print("Inserire il cognome: ");
    String cognome = in.next();
    System.out.print("Inserire la matricola: ");
    int matr = in.nextInt();
    String inits = nome.substring(0,1) +
                  cognome.substring(0,1);
    String lg = inits.toLowerCase() + matr;
    System.out.println("La login e' " + lg);
    in.close();
  }
}
```

135

### Esempio

```
/* produce la login a partire dai dati nome,
   cognome e numero di matricola di uno studente
*/
import java.util.Scanner;
public class MakeLogin3
{ public static void main(String[] args)
  { Scanner in = new Scanner(System.in);
    System.out.print("Inserire nella stessa riga ");
    System.out.print("nome cognome e matr");
    String nome = in.next();
    String cognome = in.next();
    int matr = in.nextInt();
    String inits = nome.substring(0,1) +
                  cognome.substring(0,1);
    String lg = inits.toLowerCase() + matr;
    System.out.println("La login e' " + lg);
    in.close();
  }
}
```

### Esempio

```
/* produce la login a partire dai dati nome,
   cognome e numero di matricola di uno studente
*/
import javax.swing.JOptionPane;
import java.util.Scanner;
public class MakeLogin4
{ public static void main(String[] args)
  { String s = JOptionPane.showInputDialog
    ("Inserire nome cognome e matricola");
    Scanner in = new Scanner(s);
    String nome = in.next();
    String cognome = in.next();
    int matr = in.nextInt();
    String inits = nome.substring(0,1) +
                  cognome.substring(0,1);
    String lg = inits.toLowerCase() + matr;
    JOptionPane.showMessageDialog
    (null, "La login e' " + lg);
    in.close();
    System.exit(0);
  }
}
```

### Convertire stringhe in numeri



- Convertire una stringa che contiene solo caratteri numerici decimali (e' lecito anche il segno – prefisso) in un numero intero

```
String matr = "543210";
int n = Integer.parseInt(matr);
n++;
System.out.println(n);
```

543211

- e se la stringa non rappresenta un numero intero?

```
String matr = "543b10";
int n = Integer.parseInt(matr);
```

in esecuzione l'interprete genera un'eccezione

NumberFormatException

138

### Convertire stringhe in numeri

- Convertire una stringa che rappresenta un numero a virgola mobile in un numero in virgola mobile

```
String euroStr = "2.15";
double euro = Double.parseDouble(euroStr);
euro += 10.0;
System.out.println(euro);
```

→ 12.15

- e se la stringa non rappresenta un numero?

```
String euroStr = "2,15"; // la virgola!
double euro = Double.parseDouble(euroStr);
```

NumberFormatException

### E Convertire numeri in stringhe?

- Si puo' usare l'operatore di concatenazione; funziona anche con i numeri:

```
double euro = 2.15;
String euroStr = euro + ""; // "" = stringa vuota!
```

```
int matr = 543210;
String matrStr = matr + ""; // stringa vuota!
```

### Formattazione di Numeri



- Talvolta si desidera stampare numeri con formati particolari, ad esempio
  - intero decimale (standard)
  - esadecimale
  - virgola mobile con un numero di cifre e precisione prestabilite
  - virgola mobile con notazione esponenziale
- Il metodo *printf()* della classe *java.io.PrintStream* ci permette di fare questo
- Il primo parametro del metodo *printf()* e' una stringa di formato che contiene caratteri da stampare e caratteri specificatori del formato

```
double total = 1.1234567;
System.out.printf("Totale = %5.2f", total);
```

### Formattazione di Numeri

```
double total = 12.345678;
System.out.printf("Totale = %5.2f", total);
```

12.35

- %5.2f* e' uno specificatore di formato che significa: numero in virgola mobile (%f) formato da 5 caratteri (compreso il punto!) con due cifre dopo la virgola
- Questo formato e' applicato alla variabile *total*, che e' il secondo parametro del metodo

### Formattazione di Numeri

```
int address = 0x0000000f; //numero in formato esadecimale
double value = 10.123456789;
System.out.println(address + " -> " + value);
```

15 -> 10.123456789

```
System.out.printf("%x -> %7.4f %n", address, value);
```

f -> 10.1235

```
System.out.printf("%x -> %e %n", address, value);
```

f -> 1.012346e+01

- %x* e' uno specificatore di formato che significa: numero intero in notazione esadecimale
- %e* e' uno specificatore di formato che significa: numero in virgola mobile (float) con notazione esponenziale
- %n* e' uno specificatore di formato che significa a capo

### Formattazione di Numeri

- Nella classe *java.lang.String* esiste anche il metodo statico *format()* che restituisce una stringa formattata;
- Nel metodo si usano gli specificatori di formato gia' visti

```
int address = 0x0000000f; //numero in formato esadecimale
double value = 10.123456789;
```

```
String s = String.format("%x -> %7.4f %n", address, value);
```

```
System.out.println(s);
```

f -> 10.1235

## Programma proposto

- ❑ Leggere da input standard un numero intero positivo avente al massimo 5 cifre e visualizzare sull'output standard le singole cifre del numero separandole con uno spazio
- ❑ Se il numero ha meno di 5 cifre, si introducano zeri a sinistra; ad esempio:
  - il numero 12345 viene visualizzato come 1 2 3 4 5
  - il numero 123 come 0 0 1 2 3

145