Tipi di dati primitivi

Programmazione
Corso di laurea in Informatica

La nozione di tipo di dato

- Il tipo del dato consente di esprimere la natura del dato
- Indica il modo con cui verrà interpretata la sequenza di bit che rappresenta il dato
  - La stessa sequenza può rappresentare un intero o un carattere ad esempio
- Determina il campo dei valori che un dato può assumere
- Specifica le operazioni possibili sui dati

Tipi di dati e Java

- Java è un linguaggio ***fortemente tipizzato***
- Il tipo di ogni variabile o espressione può essere identificato leggendo il programma ed è già noto al momento della compilazione
  - È obbligatorio dichiarare il tipo di una variabile prima di utilizzarla
  - Durante la compilazione sono effettuati tutti i controlli relativi alla compatibilità dei tipi e sono stabilite eventuali conversioni implicite.
- Dopo la dichiarazione non è possibile assegnare alla variabile valori di tipo diverso
  - Salvo i casi di ***shadowing*** della ***visibilità***

Dichiarazione e definizione

- Dichiarazione di variabili

```
int x, y;
String nome;
```

- Definizione di variabili

```
int x = 5;
String nome = new String("pallone");
```


Tipi di dato

- Ogni tipo di dato è individuato da un ***nome*** (parola riservata)
  - `int`, `double`, `char`
- Che definisce un ***insieme di valori*** letterali possibili
  - `3`, `3.1`, `'c'`
- E di ***di operazioni lecite***
  - `+` `*`

In Java i dati sono di due categorie di tipi:

- tipi primitivi, detti anche semplici
- tipi di oggetti o riferimenti a oggetti

Tipi di dati primitivi semplici

8 tipi di dati ***primitivi*** per rappresentare:

- numeri interi
  - `byte`, `short`, `int`, `long`
- numeri decimali in virgola mobile
  - `float`, `double`
- i caratteri
  - `char`
- i valori booleani
  - `boolean`

Tipi di dati primitivi numerici

- La differenza tra i diversi tipi per dati numerici consiste nello spazio di memoria che viene utilizzata per la rappresentazione
  - E quindi nell'intervallo di valori che possono rappresentare

Tipo	Memoria in byte	Valore min	Valore max
byte	1	-128	127
short	2	-32,768	32,767
int	4	-2,147,483,648	2,147,483,647
long	8	< -9 x 10^{18}	> 9 x 10^{18}
float	4	+/- 3.4 x 10^{38} con 7 cifre significative	
double	8	+/- 1.7 x 10^{308} con 15 cifre significative	

Ordini di grandezza degli interi

tipo	occ	numero di combinazioni		circa	ordine
byte	1	2^8	256		
		2^{10}		10^3	mille
short	2	2^{16}	65536		
		2^{20}		10^6	milione
		2^{30}		10^9	miliardo
int	4	2^{32}	4.294.967.296		
		2^{40}		10^{12}	mille miliardi
		2^{50}		10^{15}	milione di miliardi
		2^{60}		10^{18}	miliardo di miliardi
long	8	2^{64}	1.844.672.545.073.135.616		

Espressioni aritmetiche

- Una ***espressione*** è una combinazione di operatori e operandi
- Una ***espressione aritmetica*** calcola valori numerici e usa operatori aritmetici:

somma	+
sottrazione	-
moltiplicazione	*
divisione	/
resto	%

- Se uno o entrambi gli operandi di un operatore sono di tipo virgola mobile, il risultato è di tipo virgola mobile

Operatori sui tipi aritmetici

tipo	simbolo	operazione	esempio
`float`, `double`	+	somma	4.50e01 + 5.30e00 = 5.03e01
	-	sottrazione	6.57e02 – 5.7e01 = 6.00e02
	*	moltiplicazione	7e03 * 3.0e00 = 2.1e04
	/	divisione	9.6e01 / 2e01 = 4.8e00
`byte`, `short`, `int`, `long`	+	somma	45 + 5 = 50
	-	sottrazione	657 – 57 = 600
	*	moltiplicazione	7000 * 3 =21000
	/	divisione	10 / 3 = 3
	%	resto	10 % 3 = 1

Divisione e resto

- Se entrambi gli operandi dell'operatore / sono interi, il risultato è intero e la parte decimale è persa

```
14 / 3      uguale a    4
8 / 12      uguale a    0
```

- L'operatore resto % riporta il resto della divisione

```
14 % 3      uguale a    2
8 % 12      uguale a    8
```

- Esempio `Divisione.java`

Notazione scientifica e precisione

- I tipi che rappresentano numeri decimali possono essere visualizzati in diversi modi:
  - `3.14159712  9.0  0.5e+001  -16.3e+002`
  - Dove `e` indica la notazione scientifica in potenze di 10 (***notazione-e***) e separa il numero dall'esponente cui elevare la base 10
  - La velocità della luce è di 299.792,5 Km/sec si può scrivere come `2.997925e8` in Java
- I tipi `float` e `double` si archiviano come valori approssimati
  - Circa le prime 7 o 15 cifre decimali possono essere archiviate

Intervalli numerici e precisione

- I tipi interi (`byte`, `short`, `int`, `long`) rappresentano numeri interi in un dato intervallo
  - Per il tipo `int`, le costanti `Integer.MIN_VALUE` e `Integer.MAX_VALUE` danno gli estremi dell'intervallo
- I tipi in virgola mobile (`float`, `double`) rappresentano i numeri con una precisione finita e introducono approssimazioni
- Problemi di **overflow** e **perdita di precisione**
  - Es: `Overflow.java` e `Precisione.java`

I caratteri

- Una variabile `char` contiene un singolo carattere dell'insieme dei caratteri ***Unicode***
  - Un insieme di caratteri (ASCII, Unicode, …) *è una lista ordinata*, e a ogni carattere corrisponde un numero
- L'insieme ***Unicode*** usa 16 bits per rappresentare un carattere, ammettendone quindi 65.536 diversi
  - E' uno standard internazionale e contiene caratteri e simboli per molti diversi linguaggi
- I caratteri letterali sono delimitati dal carattere `'`

```
'a'   'X'   '7'   '$'   ','   '\n'
```

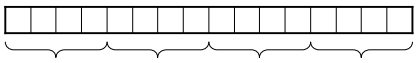

I caratteri ASCII

- L'insieme dei caratteri *ASCII* è più vecchio e più piccolo dell'Unicode, ma ancora in uso
- L'insieme dei caratteri *ASCII* è un sottoinsieme dell'insieme Unicode che comprende:

maiuscole	A, B, C, …
minuscole	a, b, c, …
punteggiatura	punto, punto e virgola, …
cifre	0, 1, 2, …
simboli speciali	&, |, \, …
caratteri di controllo	ritorno, tabulazioni, ...

I caratteri UNICODE

- Sono codificati tra i valori `\u0000` e `\uffff`
- La sequenza di escape `\u` indica che il numero che segue è un carattere ***Unicode*** e i numeri sono espressi in esadecimale
  - ***Numeri esadecimali*** sono rappresentati in base 16 quindi mediante le cifre 0-9 e a-f. 16 cifre in tutto appunto



ciascuna delle 16 cifre esadecimali rappresenta una delle 16 possibili configurazioni di 4 bit

La rappresentazione dei caratteri

Formato ASCII esteso

- Utilizza 8 bit, quindi rappresenta 256 valori
- La prima metà è il formato ASCII, ottenuta utilizzando solo 7 bit
- La seconda metà rappresenta vari caratteri speciali
  - Le lettere accentate o con segni particolari: umlaut o cediglie …
- ISO 8859 del 1980 stabilisce lo standard per il formato ASCII esteso a 8 bit
  - 0-127 ISO-Latin 1 (il vecchio ISO 646)
  - 128-159 non sono usati
  - 160-255 i caratteri speciali
- Ma 256 caratteri non sono comunque sufficienti per rappresentare i caratteri di tutte le lingue

Formato ISO10646

- ISO10646 è una collezione di 2^{32} caratteri organizzati in un ipercubo a 4 dimensioni
  - 256 gruppi di 256 piani di 256 righe di 256 caratteri di 8 bit (g,p,r,c)
  - Il formato ***Unicode***, chiamato anche *Basic Multilingual Plane*, è (0,0,r,c) e rappresenta tutti i set di caratteri inclusi il cinese, il giapponese e il coreano
- *Encoding* è la funzione che mappa un codice in una sequenza di byte per la trasmissione o l'archiviazione
  - ***Quoted Printable***: i caratteri tra 128 e 255 sono rappresentati con 3 byte di cui il 1° è il segno =, gli altri contengono il valore del codice in esadecimale
    - è diventa =E8
  - **UCS-2** trasmette solo i due piani utilizzati da UNICODE
  - **UTF8** inoltre li trasmette in opportune sequenze di byte a 8 bit

Il tipo boolean

- Un valore `boolean` rappresenta una condizione di verità o falsità
- Una variabile di tipo boolean può rappresentare un valore a due stati
  - come un interruttore che è ***acceso*** o ***spento***
- Le parole riservate (lettrerali costanti) `true` e `false` sono gli unici valori ammessi per il tipo boolean

```
boolean eseguito = false;
```


Espressioni booleane

- Sono espressioni che riportano un valore di tipo booleano
- Vengono usate principalmente per esprimere le condizioni in istruzioni di controllo del flusso e si costruiscono mediante operatori di relazione e operatori logici

```
dato > 10
nome_1 < nome_2
(dato < 5) && !finito
```


Precedenza tra operatori

- Gli operatori possono venire combinati in espressioni complesse

```
risultato = totale + cont / max - scarto;
```

- Gli operatori hanno una ***precedenza*** ben definita implicita che determina l'ordine con cui vengono valutati
  - Moltiplicazione, divisione e resto sono valutati prima di somma, sottrazione e concatenazione tra stringhe
- Gli operatori che hanno la stessa precedenza sono valutati da sinistra a destra
- Mediante le parentesi si può alterare l'ordine di precedenza

Precedenza tra operatori

- Ordine di valutazione dell'espressione:

```
a + b + c + d + e        a + b * c - d / e
1   2   3   4            3   1   4   2

a / (b + c) - d % e
2    1   4   3

a / (b * (c + (d - e)))
4    3   2   1
```


Operatore di assegnamento

- Ha la precedenza più bassa di qualunque altro operatore

Prima si valuta l'espressione alla destra dell'operatore =

```
risposta = somma / 4 + MAX * altro;
4          1   3     2
```

Poi il risultato è assegnato alla variabile alla sinistra

Assegnamento, ancora

- I membri di destra e sinistra dell'operatore **=** (**assegnamento**) possono contenere la stessa variabile

dapprima, si aggiunge 1 al valore originario della variabile

```
numero = numero + 1;
```

Poi il risultato è immagazzinato come nuove valore della variabile (il vecchio valore è sovrascritto)

Si può anche usare l'assegnamento `+=`; `numero += 1;`

Assegnamento in variabili di riferimento

- Si consideri l'assegnamento

```
x = y;
```

- Se `x` e `y` sono *variabili di tipo semplice*, il risultato dell'istruzione sarà che il contenuto di `y` viene copiato come contenuto di `x`
- Se `x` e `y` sono *variabili di tipo oggetto* e contengono il riferimento all'oggetto allora conseguenza dell'istruzione è che il riferimento di `y` viene copiato come contenuto di `x`
  - `x` e `y` si riferiscono ora allo stesso oggetto
- In entrambi i casi il contenuto della variabile `y` non cambia

Conversione tra tipi primitivi

- Qualche volta è utile o necessario convertire i dati da un tipo ad un altro
  - Un intero considerarlo come un numero in virgola mobile
- Le conversione vanno fatte con cautela per non perdere informazioni
- Le ***conversioni larghe*** sono sicure perchè vanno da un tipo di dato che usa un certo quantitativo di memoria ad uno più grande (da `short` a `int`)
- Le ***conversioni strette*** possono perdere informazioni perchè restringono l'occupazione di memoria a dispozione del dato (da `int` a `short`)

Conversioni - 2

- Le conversioni tra tipi di dato possono avvenire in 3 modi:
  - a. ***Conversioni*** durante una operazione di assegnamento
  - b. ***Promozione*** in una espressione aritmetica
  - c. ***Casting***

a. quando un valore di un tipo viene assegnato ad una variabile di un altro tipo
  - È consentita solo la conversione larga

b. avviene automaticamente quando operatori aritmetici devono convertire gli operandi

Conversioni – 3

c. conversione detta ***casting*** è la tecnica di conversione più pericolosa e potente

- Tramite un casting esplicito si possono realizzare sia la *conversione larga* sia quella *stretta*
- Per effettuare un casting di tipo si dichiara il nuovo tipo tra `()` di fronte al valore di cui si vuole fare la conversione
- `int totale, numero;`

  `float risultato;` vogliamo dividere senza perdita d'informazione `totale` per `numero` effettuiamo un cast su `totale`:

```
risultato = (float) totale / numero;
```


Tabella conversioni tipi

da \ a	boolean	byte	short	char	int	long	float	double
boolean		n	n	n	n	n	n	n
byte 8bit	n		s	c	s	s	s	s
short 16bit	n	c		c	s	s	s	s
char 16 bit	n	c	c		s	s	s	s
int 32bit	n	c	c	c		s	s*	s
long 64bit	n	c	c	c	c		s*	s
float 32bit	n	c	c	c	c	c		s
double 64bit	n	c	c	c	c	c	c	

n non si applica; s viene fatto automaticamente; c mediante casting esplicito

Librerie di classi

- Una *libreria* è una collezione di classi che possono essere usate nei programmi
- La *libreria standard* fa parte di ogni sistema di sviluppo Java
- Le classi della libreria NON fanno parte del linguaggio, ma vengono usate continuamente
- La classe `System` e la classe `String` sono parte della libreria di classi standard di Java
- Altre librerie possono essere prodotte da terze parti o sviluppate da voi stessi

Packages

- Le classi della libreria standard sono organizzate in pacchetti

Package	*Scopo*
`java.lang`	**supporto generale allo sviluppo** importato automaticamente
`java.applet`	**creare applets per il web**
`java.awt`	**grafica e interfacce grafiche**
`javax.swing`	**ulteriori componenti grafiche per GUI**
`java.net`	**comunicazione di rete**
`java.util`	**utilità varie**
`java.text`	**visualizzare testo formattato**
`java.math`	**eseguire calcoli**

Dichiarazione di import

- Per usare una classe di un pacchetto, si indica il suo nome per esteso

```
java.util.Random;
```

- O si importa la classe e quindi si indica solo il nome della classe

```
import java.util.Random;
```

- Per importare tutte le classi di un pacchetto si usa il carattere 'jolly' *

```
import java.util.*;
```


Dichiarazione di import - 2

- Tutte le classi del pacchetto `java.lang` sono importate automaticamente
  - Quindi non dobbiamo esplicitamente importare le classi `System` o `String` ad esempio
- La classe `Random` class è parte del pacchetto `java.util`
  - Fornisce metodi per generare numeri pseudocasuali
  - Per determinati scopi occorrono numeri in certi intervalli

Metodi statici di classe

- Alcuni metodi possono essere invocati tramite la classe, invece che tramite un oggetto della classe
- Sono i ***metodi di classe*** o ***metodi statici***
- La classe `Math` del pacchetto `java.lang` contiene molti metodi statici, che eseguono varie funzioni matematiche
  - Il valore assoluto, funzioni trigonometriche, radici quadrate, etc.

```
temp = Math.cos(90) + Math.sqrt(delta);
```


Invocazione dei metodi statici

- Si possono invocare in 2 modi:

```
<NomeClasse>.<NomeMetodo>
<riferimentoOggetto>.<NomeMetodo>
```

  - Usare sempre il **I** modo
- I metodi statici sono risolti durante la compilazione
- I metodi d'istanza in esecuzione
- Le eventuali sottoclassi non hanno una propria copia dei metodi statici, ma condividono la stessa

Numeri pseudo-casuali

- La classe `Random` del pacchetto `java.util`, che va importato esplicitamente
- Per generare valori numerici pseudo-casuali è necessario istanziare un oggetto della classe. Il costruttore `Random()` crea un generatore
- Successivamente al generatore si possono richiedere servizi, invocando diversi metodi di generazione di numeri
- `nextInt()` `nextBoolean()` `nextFloat()` `nextInt(int n)` che restituisce un valore compreso tra `0` incluso e `n` escluso

Numeri pseudo-casuali

- I numeri pseudocasuali sono anche generabili con il metodo statico `random()` della classe `Math` del pacchetto `java.lang`

```
public static double random()
```

- Riporta un valore `x` nell'intervallo `0.0 <= x < 1.0`
- Per generare valori interi in un dato intervallo occorre effettuare un'operazione di scala e un cast esplicito.
  - Es: `0 <= x <= 4`

```
int x =(int) (Math.random() * 5)
```


Esempi

- `Echo.java` e `Quadratic.java`
- `TestDado.java` e `Dado.java`
- `RandomNumbers.java`