

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

AA 2006/07
© Alberti

2

Programmazione
8. Tipi di dato

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**

AA 2006/07
© Alberti

3

Programmazione
8. Tipi di dato

Dichiarazione e inizializzazione

- Dichiarazione di variabili
`int x, y;`
`String nome;`
`MiaClasse nuova_variabile;`
- Inizializzazione di variabili mediante l'*operatore di assegnamento (=)*
`int x = 5;`
`String nome = new String("pallone");`
`nuova_variabile = new MiaClasse();`

AA 2006/07
© Alberti

4

Programmazione
8. Tipi di dato

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 **operazioni lecite**
 - `+ *`

In Java i dati sono di due categorie di tipi:

- tipi primitivi, detti anche *semplici*
- tipi di oggetti o *referimenti a oggetti*

AA 2006/07
© Alberti

5

Programmazione
8. Tipi di dato

Tipi di dati primitivi o 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`

AA 2006/07
© Alberti

6

Programmazione
8. Tipi di dato

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 (-2 ⁷)	127 (2 ⁷ -1)
short	2	-32,768 (-2 ¹⁵)	32,767 (2 ¹⁵ -1)
int	4	-2,147,483,648	2,147,483,647
long	8	-2 ⁶³	2 ⁶³ -1
float	4	+/- 1.4 x 10 ⁻⁴⁵	+/- 3.4 x 10 ³⁸
double	8	+/- 4.9 x 10 ⁻³²⁴	+/- 1.8 x 10 ³⁰⁸

AA 2006/07
© Alberti

7

Programmazione
8. Tipi di dato

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	

AA 2006/07
© Alberti

8

Programmazione
8. Tipi di dato

Espressioni

- Una **espressione** è una combinazione di operatori e operandi che ha un tipo e un valore
- Esempi:
 - I letterali, come: **125**, **variabile_x**
 - Le variabili costituiscono un'espressione il cui valore è il contenuto della variabile stessa
 - Si possono combinare espressioni semplici, come:
 - `i + j`
 - Le chiamate dei metodi costituiscono un'espressione il cui valore è il risultato riportato dal metodo
 - `"aiuto".toUpperCase()`

AA 2006/07
© Alberti

9

Programmazione
8. Tipi di dato

Espressioni aritmetiche

- Una **espressione aritmetica** calcola valori numerici mediante 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

AA 2006/07
© Alberti

10

Programmazione
8. Tipi di dato

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

AA 2006/07
© Alberti

11

Programmazione
8. Tipi di dato

Operatori su tipi aritmetici interi

- Qual'è il tipo del valore dell'espressione `i + j` se `i` e `j` sono entrambe di tipo:

int allora `i + j` è di tipo **int**
long allora `i + j` è di tipo **long**
short allora `i + j` è di tipo **int**
byte allora `i + j` è di tipo **int**

AA 2006/07
© Alberti

12

Programmazione
8. Tipi di dato

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](#)

AA 2006/07
© Alberti

13

Programmazione
8. Tipi di dato

Conversioni implicite

- Dati
`int y, long x, z;`
e l'istruzione di assegnamento
`x = y + z;`
- Il risultato dell'espressione `y + z` è di tipo `long`
- La variabile `y` viene **convertita** nel corrispondente valore di tipo `long` prima di effettuare l'operazione
- In generale i valori di un tipo più ristretto possono essere promossi ad un tipo più ampio

AA 2006/07
© Alberti

14

Programmazione
8. Tipi di dato

Conversioni implicite

- Dati
`int y, z; long x;`
e l'istruzione di assegnamento
`x = y + z;`
- Il risultato dell'espressione `y + z` è di tipo `int`
- Il valore di `y + z` viene **promossa** al tipo `long` prima di effettuare l'assegnamento

AA 2006/07
© Alberti

15

Programmazione
8. Tipi di dato

Conversioni implicite tra int e long

	x	y	z	y+z	x = y+z	promozioni
1	int	int	int	int	int	nessuna
2	long	int	int	int	long	y + z
3	long	long	int	long	long	z
4	long	int	long	long	long	y
5	long	long	long	long	long	nessuna
6	int	long	int	long	impossibile	
7	int	int	long	long	impossibile	
8	int	long	long	long	impossibile	

AA 2006/07
© Alberti

16

Programmazione
8. Tipi di dato

Conversioni esplicite

- E' possibile convertire un tipo ampio in uno piu' ristretto ma deve essere fatta su esplicita richiesta
 - Forzatura o cast
`(nome_tipo) espressione`
- ```
int x;
long y;
x = (int) y;
```
- La conversione di un tipo in uno più ristretto può portare a perdita di informazione
  - L'utilizzazione dell'operatore di cast implica la responsabilità del programmatore

AA 2006/07  
© Alberti

17

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Esempi

- `int x;`  
`long y, z;`  
`x = (int) (y + z);`
- `int x, y;`  
`long z;`  
`x = (int) (y + z);`
- `int x, z;`  
`long y;`  
`x = (int) y + z;`

AA 2006/07  
© Alberti

18

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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 cifre decimali possono essere archiviate per i tipi `float` e 15 per i `double`

### Conversioni implicite ed esplicite

- Conversioni implicite senza perdita di informazione  
`int ⇒ long ⇒ float ⇒ double`
- Non tutti i valori `int` e `long` sono rappresentati da `float` e `double`. Può esserci perdita di precisione dovuta alle approssimazioni

```
int x = 2109876543; x vale 2109876543
float y = x; y vale 2.10987648E9
int z = (int) y; z vale 2109876480
```

### Conversioni implicite nelle espressioni

- In espressioni aritmetiche con tipi `int`, `long`, `float` e `double`

|                     |                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>long</code>   | Aritmetica intera: nessun operando e' un <code>float/double</code> ma almeno uno e' <code>long</code> |
| <code>int</code>    | Aritmetica intera: nessun operando e' un <code>float/double</code> ma neanche <code>long</code>       |
| <code>double</code> | almeno un operando e' <code>double</code>                                                             |
| <code>float</code>  | Almeno un operando e' <code>float</code> ; e nessuno e' <code>double</code>                           |

### 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 tabella rappresentabile come una *lista ordinata*: a ogni carattere corrisponde uno e un solo 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'
```

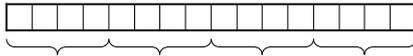
### I caratteri ASCII

- 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

- Una variabile di tipo **boolean** rappresenta una grandezza a due stati
  - un interruttore è **accesso** o **spento**
- Un valore **boolean** rappresenta una condizione di verità o falsità
- Le parole riservate (letterali costanti) **true** e **false** sono gli unici valori ammessi per il tipo boolean

```
boolean eseguito = false;
```

### Gli operatori logici

- Gli operatori che si possono applicare ai tipi **boolean** sono:
- due operatori binari che si applicano a due operandi **boolean** e riportano un valore a **boolean**
  - `&&` congiunzione o AND
  - `||` disgiunzione o OR
- un operatore unario che si applica a un operando **boolean** e riporta un valore **boolean**
  - `!` negazione o NOT

### Operatore logico not

- L'operatore logico **!** è anche chiamato *negazione logica* o *complemento logico*
- Se una condizione booleana **a** è vera, allora **!a** è falsa; se **a** è falsa, allora **!a** è vera
- Le espressioni logiche usano quindi la *tabella di verità* che segue

| a     | !a    |
|-------|-------|
| true  | false |
| false | true  |

AA 2006/07  
© Alberti

31

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Gli operatori logici and e or

- L'espressione logica **and**  
`a && b`  
è vera se entrambi gli operandi **a** e **b** sono veri, ed è falsa altrimenti
- L'espressione logica **or**  
`a || b`  
è vera se **a** o **b** o entrambi sono veri, ed è falsa altrimenti

AA 2006/07  
© Alberti

32

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Tavole di verità

- Una tavola di verità mostra le possibili combinazioni di termini di valori vero/falso
- Poiché **&&** e **||** hanno due operandi ciascuno, ci sono 4 possibili combinazioni

| a     | b     | a && b | a    b |
|-------|-------|--------|--------|
| true  | true  | true   | true   |
| true  | false | false  | true   |
| false | true  | false  | true   |
| false | false | false  | false  |

AA 2006/07  
© Alberti

33

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Espressioni booleane

- Espressioni in cui compaiono gli *operatori* di Java di *uguaglianza* o *relazionali*, che riportano valori **booleani**
  - `==` uguale
  - `!=` non uguale
  - `<` minore
  - `>` maggiore
  - `<=` minore o uguale
  - `>=` maggiore o uguale
- Si noti la differenza tra l'operatore di uguaglianza (`==`) e l'operatore di assegnamento (`=`)
- Vengono usate principalmente per esprimere le condizioni in istruzioni di controllo del flusso

AA 2006/07  
© Alberti

34

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Espressioni con operatori logici

- Gli operatori logici vengono usati per formare espressioni booleane complesse
  - Ad es condizioni in istruzioni di selezione o cicli

```
if (totale < MAX && !trovato)
 System.out.println ("Processing...");
```

- Gli operatori logici hanno relazioni di precedenza tra loro e con altri operatori

AA 2006/07  
© Alberti

35

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Espressioni con operatori logici

- Attenzione, da errore:
 

```
if (0 < numero < 1000) ...
if (car == 'a' || 'b') ...
```
- Occorre scrivere:
 

```
if (0 < numero && numero < 1000)
if (car == 'a' || car == 'b')
```

AA 2006/07  
© Alberti

36

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori in Java

- Operatori aritmetici
- Operatori di uguaglianza e relazionali
- Operatori logici in espressioni booleane
- Operatori di incremento e decremento
- Operatori di assegnamento
- Operatore condizionale
- La problematica della precedenza degli operatori
- L'associatività degli operatori

AA 2006/07 © Alberti 37 Programmazione 8. Tipi di dato

### Precedenza di operatori

- La **precedenza** specifica il grado di priorità di un operatore rispetto ad un altro e quindi l'ordine secondo il quale vengono applicati.
- In che ordine vengono valutati gli operatori nell'espressione:  
`a + b * c`
  - La moltiplicazione ha un più alto grado di precedenza rispetto alla somma, quindi ad a viene sommato il valore di `b * c`
- L'ordine di applicazione degli operatori può essere modificato mediante l'uso di parentesi (...)  
`(a + b) * c`
  - Otterremo ora `a + b` moltiplicato per `c`

AA 2006/07 © Alberti 38 Programmazione 8. Tipi di dato

### Precedenza di operatori logici

- L'operatore `!` ha la massima precedenza e `||` la minima.
- `a && b || a && c`  
è equivalente a  
`(a && b) || (a && c)`
- `!a && b || a && !c`  
è equivalente a  
`((!a) && b) || (a && (!c))`

AA 2006/07 © Alberti 39 Programmazione 8. Tipi di dato

### Tavole di verità di espressioni

- Le espressioni vengono valutate usando le tavole di verità

`(totale < MAX && !trovato)`

| <code>totale &lt; MAX</code> | <code>trovato</code> | <code>!trovato</code> | <code>totale &lt; MAX &amp;&amp; !trovato</code> |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| <code>false</code>           | <code>false</code>   | <code>true</code>     | <code>false</code>                               |
| <code>false</code>           | <code>true</code>    | <code>false</code>    | <code>false</code>                               |
| <code>true</code>            | <code>false</code>   | <code>true</code>     | <code>true</code>                                |
| <code>true</code>            | <code>true</code>    | <code>false</code>    | <code>false</code>                               |

AA 2006/07 © Alberti 40 Programmazione 8. Tipi di dato

### Legge di De Morgan

- Espressioni complesse come:  
`if (!(0 < numero && numero < 1000))`  
*non è vero che 0 < numero e numero < 1000*
- possono essere semplificate per essere rese più leggibili usando la legge di De Morgan (1806-1871)
- `!(a && b)` equivale a `!a || !b`
- `!(a || b)` equivale a `!a && !b`

AA 2006/07 © Alberti 41 Programmazione 8. Tipi di dato

### Semplificazione con De Morgan

- L'espressione:  
`if (!(0 < numero && numero < 1000))`  
si semplifica nell'espressione:  
`if (!(0 < numero) || !(numero < 1000))`  
e poi ancora:  
`if ((0 >= numero) || (numero >= 1000))`  
`if ((numero <= 0) || (numero >= 1000))`

AA 2006/07 © Alberti 42 Programmazione 8. Tipi di dato

### Espressioni booleane esempi

```
boolean x, y, z;
int a;
```

1. (x == y) || (x == !y)
2. (x == y) && (x == !y)
3. (a >= 10) && (a <= 25)
4. (a >= 10) || (a <= 25)
5. (a < 10) && (a > 25)
6. x && (a >= 10) || (a <= 25)
7. x && ((a >= 10) || (a <= 25))

Alcune condizioni sono sempre vere e altre sempre false  
Altre condizioni sono vere o false secondo i valori delle variabili

AA 2006/07  
© Alberti

43

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Metodi predicativi

- Un *metodo predicativo* restituisce un valore di tipo **boolean**:

```
public class ContoBancario {
 public boolean e' Scoperto() {
 return this.saldo() < 0
 }
}
```

- Esempi predefiniti nella classe Character  
**isDigit, isLetter, isUpperCase**

AA 2006/07  
© Alberti

44

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Lazy evaluation

- Il risultato di un operatore è normalmente determinato dopo i relativi operandi.
- **Eccezioni**
- gli operatori **&&** e **||** usano **lazy evaluation** (valutazione *pigra* o *cortocircuitata*)
  - Se, avendo valutato solo una parte di un'espressione booleana, è già possibile determinare il risultato dell'espressione, la parte che resta non viene valutata.

```
int x, y; ...
(x > 0) && (y++ != x)
```
- l'operatore condizionale usa lazy evaluation

AA 2006/07  
© Alberti

45

Programmazione  
8. Tipi di dato

### ! flag

- Qualunque variabile che può assumere solo due valori può essere dichiarata di tipo boolean

```
private boolean coniugato;
if (coniugato) ...
```

in sostituzione di

```
if (coniugato == true) ...
```

- Si chiamano anche *flag*

AA 2006/07  
© Alberti

46

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori di incremento e decremento

- Gli operatori di incremento e decremento sono operatori aritmetici unari
- L'operatore di *incremento* (**++**) aggiunge 1 al suo operando
- L'operatore di *decremento* (**--**) sottrae 1 al suo operando
- L'istruzione

```
cont++;
equivale all'istruzione
cont = cont + 1;
```

AA 2006/07  
© Alberti

47

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori di incremento e decremento

- Operatori di incremento e decremento possono essere usati in *forma prefissa* o *postfissa* a seconda della posizione dell'operatore rispetto alla variabile
- Nella *forma prefissa* prima viene incrementata la variabile, poi viene valutata l'espressione.
- Nella *forma postfissa* prima viene valutata l'espressione, poi viene incrementata la variabile.
- Quando si usano soli in una istruzione, le due forme sono equivalenti.

```
cont++; equivale a ++cont;
```

AA 2006/07  
© Alberti

48

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori di incremento e decremento

- In un'espressione, le due forme possono avere effetti molto diversi
- Sempre la variabile viene aumentata o decrementata
- Ma il valore usato nell'espressione dipende dalla forma prefissa o postfissa:

| espressione         | operazione sulla variabile | valore usato nell'espressione |
|---------------------|----------------------------|-------------------------------|
| <code>cont++</code> | somma 1                    | precedente                    |
| <code>++cont</code> | somma 1                    | nuovo                         |
| <code>cont--</code> | sottrae 1                  | precedente                    |
| <code>--cont</code> | sottrae 1                  | nuovo                         |

AA 2006/07  
© Alberti

49

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori di incremento e decremento

- se `cont` contiene attualmente il valore 45, allora

```
totale = cont++;
```

assegna 45 a `totale` e 46 a `cont`

- se `cont` contiene attualmente il valore 45, allora

```
totale = ++cont;
```

assegna il valore 46 sia a `totale` sia a `cont`

AA 2006/07  
© Alberti

50

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Effetti collaterali

- La valutazione di espressioni contenenti `++` e `--` da luogo a **effetti collaterali**.

- `x++ + y + x`
- `++x + y + x;`
- `if (x++ == --y)`  
`z = x + y;`  
`else`  
`z = x - y;`

AA 2006/07  
© Alberti

51

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori di assegnamento

- L'operando di destra di un operatore di assegnamento può essere un'espressione
- L'espressione di destra viene dapprima valutata quindi il risultato viene assegnato alla variabile, il cui precedente valore viene sovrascritto
- Nell'istruzione  

```
risultato /= (totale-MIN) % num;
```

 si calcola prima il valore dell'espressione  

```
((totale-MIN) % num);
```

 quindi si valuta `risultato / valore_espressione` e lo si assegna a `risultato`

AA 2006/07  
© Alberti

52

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori di assegnamento

- Spesso eseguiamo operazioni di aggiornamento del valore di una variabile utilizzando sempre alcune operazioni (somma o sottrazione ...)
- Alcuni operatori semplificando la notazione di *assegnamento* consentono questo processo
- Esempio:

```
num += cont;
```

equivale a

```
num = num + cont;
```

AA 2006/07  
© Alberti

53

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatori di assegnamento

| operatore       | esempio             | equivale a             |
|-----------------|---------------------|------------------------|
| <code>+=</code> | <code>x += y</code> | <code>x = x + y</code> |
| <code>-=</code> | <code>x -= y</code> | <code>x = x - y</code> |
| <code>*=</code> | <code>x *= y</code> | <code>x = x * y</code> |
| <code>/=</code> | <code>x /= y</code> | <code>x = x / y</code> |
| <code>%=</code> | <code>x %= y</code> | <code>x = x % y</code> |

AA 2006/07  
© Alberti

54

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Operatore condizionale

- L'operatore *condizionale* valuta una condizione booleana che determina quale espressione valutare, tra due possibili
- Il risultato dell'espressione selezionata diventa il risultato dell'operatore condizionale

`condizione ? Espressione_1 : espressione_2`

- Se *condizione* è vera, allora viene valutata *espressione\_1* altrimenti si valuta *espressione\_2*

### Operatore condizionale

- L'operatore condizionale è simile all'istruzione **if-else**, tranne che *riporta il valore di un'espressione*

`maggiore = (num1 > num2) ? num1 : num2;`

se *num1* è maggiore di *num2*, allora a *maggiore* viene assegnato *num1* altrimenti *num2*

- L'operatore condizionale è un operatore *ternario*, cioè richiede tre operandi

### Operatore condizionale

`System.out.println`

`("Il resto è di " + cont +  
(cont == 1) ? "euro" : "euri");`

- se *cont* è 1, allora stampa "euro". Per qualunque altro valore di *cont*, stampa "euri"

### Precedenza tra operatori

- Gli operatori possono venire combinati in espressioni complesse  
`risultato = totale + cont / max - scarto;`
- Gli operatori hanno una *precedenza* assegnata che determina l'ordine con cui vengono valutati
  - Moltiplicazione, divisione e resto sono valutati prima di somma, sottrazione e concatenazione tra stringhe
  - Le `()` per la valutazione dei parametri, l'operatore `dot` e gli operatori di auto-incr o auto-decr hanno massima precedenza
  - L'operatore di assegnamento la minima
  - [Tabella precedenza operatori Java](#)
- 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                      2 1 4 3

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

`z = a / (b * (c + (d - e)))`  
 5 4 3 2 1

### Associatività degli operatori

- Le *regole di associatività* stabiliscono l'ordine in cui eseguire le operazioni nel caso di due operatori nella stessa espressione che hanno *la stessa precedenza*
- In generale le operazioni possono essere eseguita da sinistra a destra (*left-to-right*), oppure da destra a sinistra (*right-to-left*)
- Tutti gli operatori binari in Java, assegnamenti esclusi, sono associativi a sinistra (*left-to-right*).
- Gli assegnamenti e gli operatori unari sono associativi a destra (*right-to-left*).

`a = b += c = -d` viene valutata come

`a = (b += (c = (-d)))`  
 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;
```

Poi il risultato è assegnato alla variabile alla sinistra

AA 2006/07  
© Alberti

61

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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 nuovo valore della variabile (il vecchio valore è sovrascritto)

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

AA 2006/07  
© Alberti

62

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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

AA 2006/07  
© Alberti

63

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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 viene rappresentato usando un certo quantitativo di memoria ad uno che ne usa di più (da *short* a *int*)
- Le *conversioni strette* possono perdere informazioni perchè restringono l'occupazione di memoria a disposizione del dato (da *int* a *short*)

AA 2006/07  
© Alberti

64

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Conversioni - 2

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

AA 2006/07  
© Alberti

65

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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;
```

AA 2006/07  
© Alberti

66

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Tabella conversioni tipi

| a \ da       | 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, s\* con perdita di precisione; c mediante casting esplicito

AA 2006/07  
© Alberti

67

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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

AA 2006/07  
© Alberti

68

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Packages

- Le classi della libreria standard sono organizzate in pacchetti

#### Package

`java.lang`

`java.applet`  
`java.awt`  
`javax.swing`  
`java.net`  
`java.util`  
`java.text`  
`java.math`

#### Scopo

supporto generale allo sviluppo  
importato automaticamente  
creare applets per il web  
grafica e interfacce grafiche  
ulteriori componenti grafiche per GUI  
comunicazione di rete  
utilità varie  
visualizzare testo formattato  
eseguire calcoli

AA 2006/07  
© Alberti

69

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Dichiarazione di import

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

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

- E la si importa

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

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

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

AA 2006/07  
© Alberti

70

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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 parte del pacchetto `java.util` va importata
  - Fornisce metodi per generare numeri pseudocasuali
  - Numeri pseudocasuali sono numeri distribuiti senza regola apparente in un dato intervallo

AA 2006/07  
© Alberti

71

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Numeri pseudo-casuali

- La classe `Random` del pacchetto `java.util` fornisce metodi per generare valori numerici pseudo-casuali
- È necessario istanziare un oggetto della classe. Il costruttore `Random()` crea un generatore casuale
- 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

AA 2006/07  
© Alberti

72

Programmazione  
8. Tipi di dato

### 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);
```

AA 2006/07  
© Alberti

73

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Invocazione dei metodi statici

- Si possono invocare in 2 modi:
  - `<NomeClasse>.<NomeMetodo>`
  - `<referimentoOggetto>.<NomeMetodo>`
- Usare sempre il I modo. Il II metodo è considerato improprio anche se possibile.
- 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

AA 2006/07  
© Alberti

74

Programmazione  
8. Tipi di dato

### Numeri pseudo-casuali - 2

- 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)
```

AA 2006/07
© Alberti

75

Programmazione
8. Tipi di dato

Esempi

- [Echo.java](#) e [Quadratic.java](#)
- [TestDado.java](#) e [Dado.java](#)
- [RandomNumbers.java](#)

AA 2006/07
© Alberti

76

Programmazione
8. Tipi di dato