

Corso Web MVC

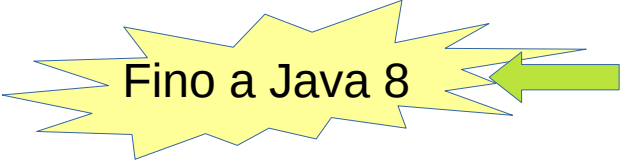
Java SE

Emanuele Galli

www.linkedin.com/in/egalli/

Java

Linguaggio di programmazione general-purpose, imperativo, class-based, object-oriented, multi-platform, network-centric progettato da James Gosling @ Sun Microsystems.



Fino a Java 8

- **JVM**: Java Virtual Machine
- JRE: Java Runtime Environment
- **JDK**: Java Development Kit

Versioni

- 23 maggio 1995: prima release
- 1998 1.2 (J2SE)
- 2004 1.5 (J2SE 5.0)
- 2011 Java SE 7
- 03/2014 Java SE 8 (LTS)
- 09/2018 Java SE 11 (LTS)
- 09/2019 Java SE 13



SE: Standard Edition

EE: Enterprise Edition

LTS: Long-Term Support

Link utili

Java Language Specifications: <https://docs.oracle.com/javase/specs/>

Java SE Documentation: <https://docs.oracle.com/en/java/javase/index.html>

Java SE 8 API Specification: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/index.html>

The Java Tutorials (JDK 8): <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/>

Java SE Downloads

<https://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>

<https://adoptopenjdk.net/>

Hello Java a riga di comando

- Generazione del **bytecode**

`javac Hello.java`

- *Visualizzazione del bytecode disassemblato*

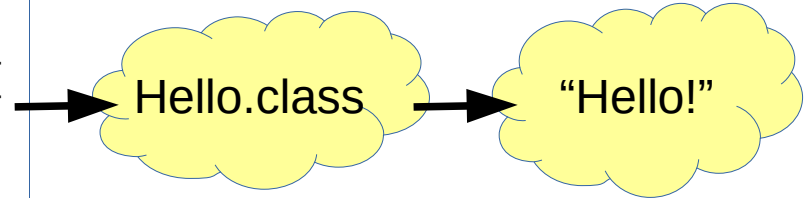
`javap -c Hello`

- Generazione del **codice macchina** ed **esecuzione**

`java Hello`

bin di jdk non nel system path!
vedi: impostazioni di Windows
path → variabili d'ambiente di sistema

```
// Hello.java
public class Hello {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello!");
    }
}
```



Version Control System (VCS)

- Obiettivi
 - Mantenere traccia dei cambiamenti nel codice; sincronizzazione del codice tra utenti
 - Cambiamenti di prova senza perdere il codice originale; tornare a versioni precedenti
- Architettura client/server (CVS, Subversion, ...)
 - Repository centralizzato con le informazioni del progetto (codice sorgente, risorse, configurazioni, documentazione, ...)
 - check-out/check-in (lock del file), branch/merge (conflitti)
- Distributed VCS, architettura peer-to-peer (Git, Mercurial, ...)
 - Repository clonato su tutte le macchine
 - Solo push e pull richiedono connessione di rete

Git

- 2005 by Linus Torvalds et al.
- 24 febbraio 2019: version 2.21
- Client ufficiale
 - <https://git-scm.com/> (SCM: Source Control Management)
- Supportato nei principali ambienti di sviluppo
- Siti su cui condividere pubblicamente un repository
 - github.com, bitbucket.org, ...
- Gli utenti registrati possono fare il [fork](#) di repository pubblici
 - Ad es: <https://github.com/egalli64/mpjp.git>, tasto “fork” in alto a destra

Configurazione di Git

- Vince il più specifico tra
 - Sistema: Programmi Git/mingw64/etc/gitconfig
 - Globale: Utente corrente .gitconfig
 - Locale: Repo corrente .git/config
- Set globale del nome e dell'email dalla shell di Git
 - `git config --global user.name "Emanuele Galli"`
 - `git config --global user.email egalli64@gmail.com`

Nuovo repository Git locale

- Prima si crea il repository remoto → URL .git
- A partire da quella URL, copia locale del repository
 - Esempio: <https://github.com/egalli64/empty.git>
- Shell di Git, nella directory git locale:
 - `git clone <URL>`
- Possiamo clonare ogni repository pubblico
- Per il push dobbiamo avere il permesso

Creare un file nel repository

Dalla shell di Git, nella directory del progetto

Crea il file hello.txt

Aggiorna la versione
nel repository locale
sincronizzandola
con la copia di lavoro

```
echo "hello" > hello.txt  
git add hello.txt  
git commit -m "first commit"  
git push -u origin master
```

I cambiamenti nel file
andranno nel repository

Aggiorna la versione
nel repository remoto
sincronizzandola
con quella in locale

File ignorati da Git

- Alcuni file devono restare locali
 - Configurazione
 - File compilati
- Per ignorare file o folder
 - Creare un file “.gitignore”
 - Inserire il nome del file, pattern o folder su una riga

Esempio di file
.gitignore

```
/bin/  
/*.tmp
```

git pull

- Per assicurarsi di lavorare sul codebase corrente, occorre sincronizzarsi col repository remoto via pull
- È in realtà la comune abbreviazione dei comandi fetch + merge origin/master

Cambiamenti nel repository

- Se vogliamo che un nuovo file, o che un edit, venga registrato nel repository, dobbiamo segnalarlo col comando `git add`
- A ogni commit va associato un `messaggio`, che dovrebbe descrivere il lavoro compiuto
`git commit -m ".classpath is only local"`
- Per l'editing, si può fondere add con commit, usando l'opzione "a"
`git commit -am "hello"`
- La prima commit crea il branch "master", le successive aggiornano il branch corrente

git push

- Commit aggiorna il repository locale
- Push aggiorna il repository remoto
- Per ridurre il rischio di conflitti, **prima pull**, dopo (e solo se non sono stati rilevati problemi) push

Conflitti su pull

- Il file hello.txt ha una sola riga: “A”
- L’utente X aggiunge una riga “K” e committa
- L’utente Y fa una pull, aggiunge la riga “B”, committa e fa un push
- Ora, il pull di X causa un **auto-merging** di hello.txt con un **conflitto**
- Git chiede di risolverlo editando il file + **add/commit** del risultato

Cambiamento
locale

Cambiamento
remoto

```
A
<<<<<<< HEAD
K
=====
B
>>>>>>> 627ffd9686ef003803a1ecdd25d2a2f2a655a897
```

id della commit
con conflitto

Branching del repository

- `git branch`
 - Lista dei branch esistenti, evidenzia quello corrente
- `git branch <name>`
 - Crea un nuovo branch
 - Il primo push del nuovo branch deve creare un upstream branch
 - `git push --set-upstream origin <name>`
- `git checkout <name>`
 - Permette di scegliere il branch corrente
- `git merge <name>`
 - Eseguito dal branch principale, fusione con risoluzione degli eventuali conflitti

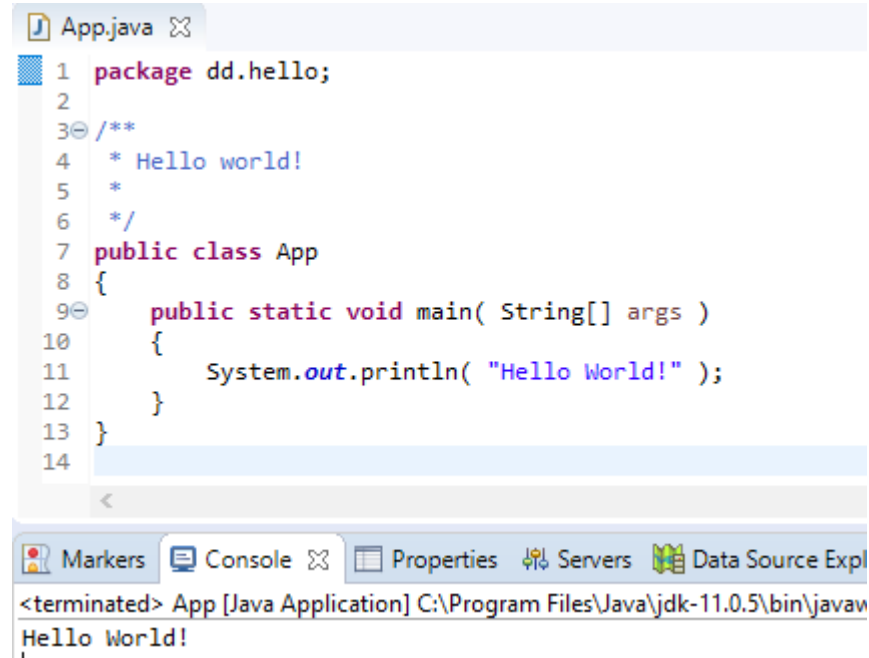
Principali comandi Git in breve

- clone <url>: clona un repository in locale
- add <filename(s)>: stage per commit
- commit -m "message": copia sul repository locale
- commit -am "message": add & commit
- status: lo stato del repository locale
- push: da locale a remoto
 - push --set-upstream origin <branch>
- pull: da remoto a locale
- log: storico delle commit
- reflog: storico in breve
- reset --hard <commit>: il repository locale torna alla situazione del commit specificato
- branch: lista dei branch correnti
- branch <branch>: creazione di un nuovo ramo di sviluppo
- checkout <branch>: scelta del branch corrente
- merge <branch>: fusione del branch

Integrated Development Environment (IDE)

- Semplifica lo sviluppo di applicazioni
 - IntelliJ IDEA
 - Eclipse IDE
 - Installer: <https://www.eclipse.org/downloads/>
 - Full: <https://www.eclipse.org/downloads/packages/>
 - STS – Spring Tool Suite
 - Apache NetBeans
 - Microsoft VS Code (“code editor”, più leggero di IDE)
 - ...

Hello World!



The screenshot shows an IDE window titled 'App.java'. The code is as follows:

```
1 package dd.hello;
2
3 /**
4  * Hello world!
5  *
6  */
7 public class App
8 {
9     public static void main( String[] args )
10    {
11        System.out.println( "Hello World!" );
12    }
13 }
14
```

Below the code editor, the 'Console' tab is active, displaying the output: '<terminated> App [Java Application] C:\Program Files\Java\jdk-11.0.5\bin\javav
Hello World!'



Build automation con Maven

- Build automation
 - Compilazione del codice sorgente
 - Packaging dell'eseguibile
 - Esecuzione automatica dei test
- UNIX make, Ant, Maven, Gradle
- Apache Maven, supportato da tutti i principali IDE per Java
 - pom.xml (POM: Project Object Model)
 - I processi seguono convenzioni stabilite, solo le eccezioni vanno indicate
 - Le dipendenze implicano il download automatico delle librerie richieste

Nuovo progetto Maven in Eclipse

- Creare un progetto Maven
 - File, New, Maven Project
 - È necessario specificare solo **group id** e **artifact id**
 - Il progetto risultante è per Java 5
- Nel POM specifichiamo le nostre **variazioni** (vedi slide successive)
 - Properties
 - Dependencies
- A volte occorre forzare l'update del progetto dopo aver cambiato il POM
 - Alt-F5 (o right-click sul nome del progetto → Maven, Update project)

Properties

- Definizione di costanti relative al POM
- Ad esempio:
 - Codifica nel codice sorgente
 - Versione di Java (source e target)

```
<properties>  
  <project.build.sourceEncoding>UTF-8</project.build.sourceEncoding>  
  <maven.compiler.source>11</maven.compiler.source>  
  <maven.compiler.target>11</maven.compiler.target>  
</properties>
```

Aggiungere una dependency

- Ricerca su repository Maven (central e altri)
 - <https://search.maven.org/>,
<https://mvnrepository.com/>
- Ad esempio:
 - JUnit (4.12 stabile), JUnit Jupiter engine (5.5.2)

```
<dependency>  
  <groupId>junit</groupId>  
  <artifactId>junit</artifactId>  
  <version>4.12</version>  
</dependency>
```

```
<dependency>  
  <groupId>org.junit.jupiter</groupId>  
  <artifactId>junit-jupiter-engine</artifactId>  
  <version>5.5.2</version>  
</dependency>
```

Tra le `<dependencies>`

Vogliamo usare Junit solo in test, perciò aggiungiamo:
`<scope>test</scope>`

Import di un progetto via Git

- Da Eclipse
 - File, Import ..., Git, Projects from Git (with smart import)
 - Clone URI
 - Fornita da GitHub. Ad es: <https://github.com/egalli64/mpjp>
 - Se Eclipse non lo riconosce come progetto Maven, va importato come “General Project” e poi “mavenizzato”
 - Oppure, se il repository è già stato clonato
 - import del progetto come Existing local repository

Nuovo repository Git in Eclipse

- GitHub, creazione di un nuovo repository “xyz”
- Shell di Git, nella directory git locale:

```
git clone <url di xyz.git>
```

(oppure si può clonarlo dalla prospettiva Git di Eclipse)

- Eclipse: creazione di un nuovo progetto
 - Location: directory del repository appena clonato git/xyz
- Il nuovo progetto viene automaticamente collegato da Eclipse al repository Git presente nel folder

Team per Git in Eclipse

- Right click sul nome del progetto, Team
 - Pull (o Pull... per il branch corrente)
 - Commit rimanda alla view “Git staging”
 - Push to upstream (per il branch corrente)
 - Switch To, New branch...
 - Basta specificare il nome del nuovo branch
 - Switch To, per cambiare il branch corrente
 - Merge branch, per fondere due branch

.gitignore in Eclipse

- Per ignorare file o folder
 - Come già visto, file .gitignore
 - Oppure: right-click sulla risorsa, Team, Ignore
- Eclipse annota le icone di file e folder con simboli per mostrare come sono gestiti da Git
 - punto di domanda: risorsa sconosciuta
 - asterisco: risorsa staged per commit
 - più: risorsa aggiunta a Git ma non ancora tracked
 - assenza di annotazioni: risorsa ignorata

Struttura del codice /1

- Dichiarazioni
 - **Package** (collezione di classi)
 - **Import** (accesso a classi di altri package)
 - **Class** (una sola “public” per file sorgente)
- Commenti
 - **Multi-line**
 - **Single-line**
 - **Javadoc-style**

```
/*  
 * A simple Java source file  
 */  
package s028;  
  
import java.lang.Math; // not required  
  
/**  
 * @author manny  
 */  
public class Simple {  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println(Math.PI);  
    }  
}  
  
class PackageClass {  
    // TBD  
}
```

Struttura del codice /2



- Metodi
 - **main** (definito)
 - **println** (invocato)
- Parentesi
 - **Graffe** (blocchi, body di classi e metodi)
 - **Tonde** (liste di parametri per metodi)
 - **Quadre** (array)
- **Statement** (sempre terminati da punto e virgola!)

```
/*  
 * A simple Java source file  
 */  
package s028;  
  
import java.lang.Math; // not required  
  
/**  
 * @author manny  
 */  
public class Simple {  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println(Math.PI);  
    }  
}  
  
class PackageClass {  
    // TBD  
}
```

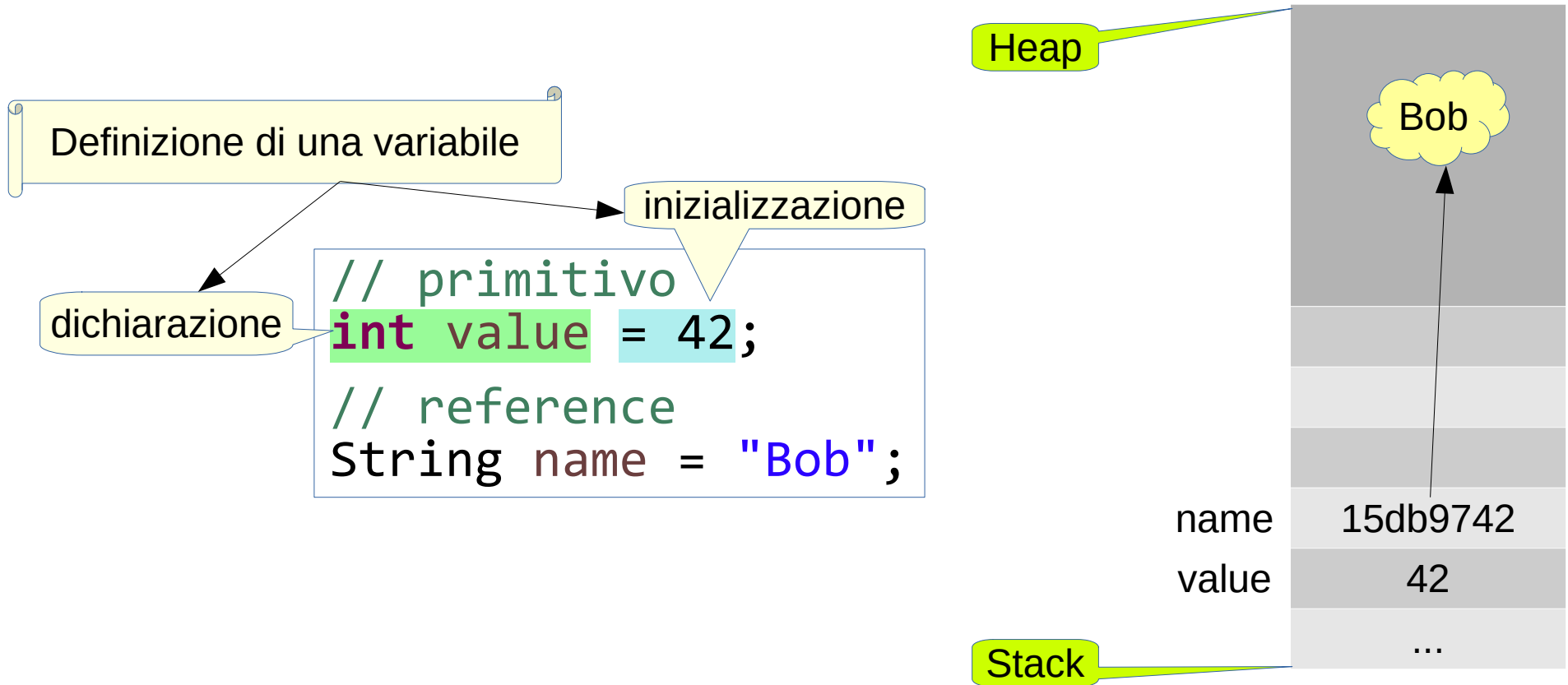
Variabili e tipi di dato

- Variabile: una locazione di memoria con un nome usato per accederla.
- Tipi di dato: determina valore della variabile e operazioni disponibili.
 - Primitive data type
 - Reference data type (class / interface)

Tipi primitivi

bit			signed integer		floating point IEEE 754
1(?)	boolean	false			
		true			
8			byte	-128	
				127	
16	char	'\u0000'	short	-32,768	
		'\uFFFF'		32,767	
32			int	-2^31	float 
				2^31 - 1	
64			long 	-2^63	double
				2^63 - 1	

Primitivi vs Reference



String

- Reference type che rappresenta una sequenza immutabile di caratteri
- StringBuilder, controparte mutabile, per creare stringhe complesse

```
String s = new String("hello");
```

```
String t = "hello";
```

Forma standard

Forma semplificata equivalente

Operatori unari

++ incremento

-- decremento

prefisso: “naturale”

postfisso: ritorna il valore
prima dell'operazione

+ mantiene il segno corrente

- cambia il segno corrente

```
int value = 1;
System.out.println(value);           // 1
System.out.println(++value);        // 2
System.out.println(--value);         // 1
System.out.println(value++);         // 1
System.out.println(value);           // 2
System.out.println(value--);         // 2
System.out.println(value);           // 1
System.out.println(+value);          // 1
System.out.println(-value);          // -1
```

Operatori aritmetici

+ addizione

- sottrazione

* moltiplicazione

/ divisione (intera)

% modulo

```
int a = 10;  
int b = 3;  
  
System.out.println(a + b); // 13  
System.out.println(a - b); // 7  
System.out.println(a * b); // 30  
System.out.println(a / b); // 3  
System.out.println(a % b); // 1
```

Concatenazione di stringhe

- L'operatore `+` è overloaded per le stringhe.
- Se un operando è di tipo stringa, l'altro viene convertito a stringa e si opera la concatenazione.
- Da Java 11, `repeat()` è una specie di moltiplicazione per stringhe

```
System.out.println("Resistance" + " is " + "useless");  
System.out.println("Solution: " + 42);  
  
System.out.println("Vogons".repeat(3));
```

Operatori relazionali

<	Minore
<=	Minore o uguale
>	Maggiore
>=	Maggiore o uguale
==	Uguale
!=	Diverso

```
int alpha = 12;  
int beta = 21;  
int gamma = 12;
```

```
System.out.println("alpha < beta? " + (alpha < beta)); // true  
System.out.println("alpha < gamma? " + (alpha < gamma)); // false  
System.out.println("alpha <= gamma? " + (alpha <= gamma)); // true  
  
System.out.println("alpha > beta? " + (alpha > beta)); // false  
System.out.println("alpha > gamma? " + (alpha > gamma)); // false  
System.out.println("alpha >= gamma? " + (alpha >= gamma)); // true  
  
System.out.println("alpha == beta? " + (alpha == beta)); // false  
System.out.println("alpha == gamma? " + (alpha == gamma)); // true  
  
System.out.println("alpha != beta? " + (alpha != beta)); // true  
System.out.println("alpha != gamma? " + (alpha != gamma)); // false
```

Operatori logici (e bitwise)

“shortcut”
preferiti

&&	AND
	OR
!	NOT
&	AND
	OR
^	XOR

```
boolean alpha = true;  
boolean beta = false;
```

```
System.out.println(alpha && beta);    // false  
System.out.println(alpha || beta);    // true  
System.out.println(!alpha);           // false  
System.out.println(alpha & beta);      // false  
System.out.println(alpha | beta);      // true
```

```
int gamma = 0b101;    // 5  
int delta = 0b110;    // 6
```

```
System.out.println(gamma & delta);    // 4 == 0100  
System.out.println(gamma | delta);    // 7 == 0111  
System.out.println(gamma ^ delta);    // 3 == 0011
```

Operatori di assegnamento

=	Assegnamento
+=	Aggiungi e assegna
-=	Sottrai e assegna
*=	Moltiplica e assegna
/=	Dividi e assegna
%=	Modulo e assegna
&=	AND e assegna
=	OR e assegna
^=	XOR e assegna

```
int alpha = 2;
```

```
alpha += 8;           // 10
```

```
alpha -= 3;           // 7
```

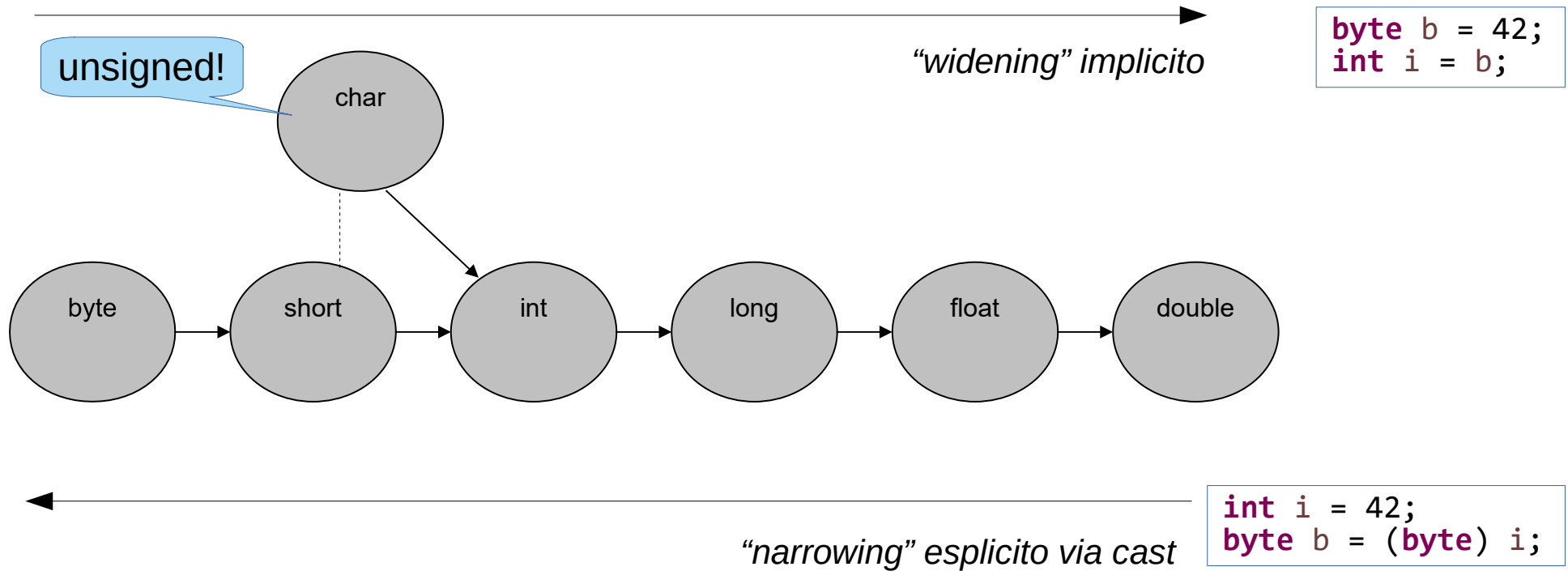
```
alpha *= 2;           // 14
```

```
alpha /= 2;           // 7
```

```
alpha %= 5;           // 2
```

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

Cast tra primitivi



Array

- Sequenza di “length” valori dello stesso tipo, memorizzati nello heap.
- Accesso per indice, a partire da 0.
- Tentativo di accedere a un elemento esterno → `ArrayIndexOutOfBoundsException`

```
int[] array = new int[12];  
array[0] = 7;  
  
int value = array[5];  
// value = array[12]; // exception
```

```
int[] array = { 1, 4, 3 };  
  
// array[array.length] = 21; // exception  
  
System.out.println(array.length); // 3
```

```
int[][] array2d = new int[4][5];  
  
int value = array2d[2][3];
```

[0][0]	[0][1]	[0][2]	[0][3]	[0][4]
[1][0]	[1][1]	[1][2]	[1][3]	[1][4]
[2][0]	[2][1]	[2][2]	[2][3]	[2][4]
[3][0]	[3][1]	[3][2]	[3][3]	[3][4]

if ... else if ... else

- Se la condizione è vera, si esegue il blocco associato.
- Altrimenti, se presente si esegue il blocco “else”.

```
if (condition) {  
    doSomething();  
}  
nextStep();
```

```
if (condition) {  
    doSomething();  
} else {  
    doSomethingElse();  
}  
nextStep();
```

```
if (condition) {  
    doSomething();  
} else if (otherCondition) {  
    doSomethingElse();  
} else {  
    doSomethingDifferent();  
}  
nextStep();
```

switch

Scelta multipla su byte, short, char, int, String, enum

```
int value = 42;
// ...

switch (value) {
case 1:
    // ...
    break;
case 2:
    // ...
    break;
default:
    // ...
    break;
}
```

```
String value = "1";
// ...

switch (value) {
case "1":
    // ...
    break;
case "2":
    // ...
    break;
default:
    // ...
    break;
}
```

```
public enum WeekendDay {
    SATURDAY, SUNDAY
}

WeekendDay day = WeekendDay.SATURDAY;
// ...

switch (day) {
case SATURDAY:
    // ...
    break;
case SUNDAY:
    // ...
    break;
}
```

loop

```
while (condition) {  
    // ...  
    if (something) {  
        condition = false;  
    }  
}
```

```
do {  
    // ...  
    if (something) {  
        condition = false;  
    }  
} while (condition);
```

```
for (int i = 0; i < 5; i++) {  
    // ...  
    if (i == 2) {  
        continue;  
    }  
    // ...  
}
```

```
String[] array = new String[5];  
// ...  
for (String item : array) {  
    System.out.println(item);  
}
```

for each

```
for (;;) {  
    // ...  
    if (something) {  
        break;  
    }  
    // ...  
}
```

forever

Classi e oggetti

- Classe:
 - Ogni classe è definita in un package
 - Descrive un nuovo tipo di dato, che ha variabili e metodi
- Oggetto
 - Istanza di una classe, che è il suo modello di riferimento



Metodo

- Blocco di codice che ha:
 - return type
 - nome
 - lista dei parametri
 - (lista eccezioni che può tirare)
- Associato a
 - una istanza (default)
 - o a una classe (static)

signature



```
public class Simple {  
    static String h() {  
        return "Hi";  
    }  
  
    int f(int a, int b) {  
        return a * b;  
    }  
  
    void g(boolean flag) {  
        if (flag) {  
            System.out.println("Hello");  
            return;  
        }  
        System.out.println("Goodbye");  
    }  
}
```

Parametri

- In Java i valori sono passati a funzioni “by value”
- Primitivi:
 - Il parametro è una copia del valore passato. La sua eventuale modifica non si riflette sul valore originale
- Reference
 - Il parametro è una copia della reference passata. L'oggetto referenziato è lo stesso e dunque una eventuale modifica si riflette sul chiamante
 - Nota che:
 - immutabili, come String e wrapper, non possono essere modificati per definizione
 - ogni reference può essere null, va controllata prima dell'uso: `Objects.requireNonNull()`

Constructor (ctor)

- Metodo speciale, con lo stesso nome della classe, invocato durante la creazione di un oggetto via “new” per inizializzarne lo stato
- Non ha return type (nemmeno void)
- Ogni classe può avere svariati ctor, ognuno dei quali deve essere distinguibile in base al numero/tipo dei suoi parametri
- Se una classe non ha ctor, Java ne crea uno di default senza parametri (che non fa niente)

Alcuni metodi di String

- char `charAt(int)`
 - int `compareTo(String)`
 - String `concat(String)`
 - boolean `contains(CharSequence)`
 - boolean `equals(Object)`
 - int `indexOf(int)`
 - int `indexOf(String)`
 - boolean `isEmpty()`
 - int `lastIndexOf(int ch)`
 - int `length()`
 - String `replace(char, char)`
 - String[] `split(String)`
 - String `substring(int)`, String `substring(int, int)`
 - String `toLowerCase()`
 - String `toUpperCase()`
 - String `trim()`
- Tra i metodi statici:***
- String `format(String, Object...)`
 - String `join(CharSequence, CharSequence...)`
 - String `valueOf(Object)`

Alcuni metodi di StringBuilder

- `StringBuilder(int)`
- `StringBuilder(String)`
- `StringBuilder append(Object)`
- `char charAt(int)`
- `StringBuilder delete(int, int)`
- `void ensureCapacity(int)`
- `int indexOf(String)`
- `StringBuilder insert(int, Object)`
- `int length()`
- `StringBuilder replace(int, int, String)`
- `StringBuilder reverse()`
- `void setCharAt(int, char)`
- `void setLength(int)`
- `String toString()`

La classe Math

Proprietà statiche

- E – base del logaritmo naturale
- PI – pi greco

Alcuni metodi statici

- double abs(double) // int, ...
- int addExact(int, int) // multiply ...
- double ceil(double)
- double cos(double) // sin(), tan()
- double exp(double)
- double floor(double)
- double log(double)

... alcuni metodi statici

- double max(double, double) // int, ...
- double min(double, double) // int, ...
- double pow(double, double)
- double random()
- long round(double)
- double sqrt(double)
- double toDegrees(double) // approx
- double toRadians(double) // approx

Unit Test

- Verifica (nel folder test) la correttezza di una “unità” di codice, permettendone il rilascio da parte del team di sviluppo con maggior confidenza
- Un unit test, tra l'altro:
 - dimostra che una nuova feature ha il comportamento atteso
 - documenta un cambiamento di funzionalità e verifica che non causi malfunzionamenti in altre parti del codice
 - mostra come funziona il codice corrente
 - tiene sotto controllo il comportamento delle dipendenze

JUnit in Eclipse

- Right click sulla classe (Simple) da testare
 - New, JUnit Test Case
 - JUnit 4 o 5 (Jupiter)
 - Source folder dovrebbe essere specifica per i test
 - Se richiesto, add JUnit library to the build path
- Il wizard crea una nuova classe (SimpleTest)
 - I metodi che JUnit esegue sono quelli annotati @Test
 - Il metodo statico fail() indica il fallimento di un test
- Per eseguire un test case: Run as, JUnit Test

Struttura di un test JUnit

- Ogni metodo di test dovrebbe
 - avere un nome significativo
 - essere strutturato in tre fasi
 - Preparazione
 - Esecuzione
 - Assert

```
public int negate(int value) {  
    return -value;  
}
```

Simple.java

SimpleTest.java

```
@Test  
public void negatePositive() {  
    Simple simple = new Simple();  
    int value = 42;  
  
    int result = simple.negate(value);  
  
    assertThat(result, equalTo(-42));  
}
```

@BeforeEach

- I metodi annotati @BeforeEach (Jupiter) o @Before (4) sono usati per la parte comune di inizializzazione dei test
- Ogni @Test è eseguito su una nuova istanza della classe, per assicurare l'indipendenza di ogni test
- Di conseguenza, ogni @Test causa l'esecuzione dei metodi @BeforeEach (o @Before)

```
private Simple simple;

@BeforeEach
public void init() {
    simple = new Simple();
}

@Test
public void negatePositive() {
    int value = 42;

    int result = simple.negate(value);

    assertThat(result, equalTo(-42));
}
```

JUnit assert

- Sono metodi statici definiti in `org.junit.jupiter.api.Assertions` (Jupiter) o `org.junit.Assert` (4)
 - `assertTrue(condition)`
 - `assertNull(reference)`
 - `assertEquals(expected, actual)`
 - `assertEquals(expected, actual, delta)`
- `assert Hamcrest-style`, usano `org.hamcrest.MatcherAssert.assertThat()` e `matcher` (`org.hamcrest.CoreMatchers`)
`assertThat(T, Matcher<? super T>)` n.b: convenzione opposta ai metodi classici: `actual` – `expected`
 - `assertThat(condition, is(true))`
 - `assertThat(actual, is(expected))`
 - `assertThat(reference, nullValue())`
 - `assertThat(actual, startsWith("Tom"))`
 - `assertThat(name, not(startsWith("Bob")))`

```
assertEquals(.87, .29 * 3, .0001);
```

Per altri matcher (`closeTo`, ...) vedi hamcrest 2.1+

Esercizi

- Implementare i seguenti metodi, verificarli con JUnit
 - speed(double distance, double time)
 - Distanza e tempo → velocità media
 - distance(int x0, int y0, int x1, int y1)
 - Distanza tra due punti (x0, y0) e (x1, y1) in un piano
 - engineCapacity(double bore, double stroke, int nr)
 - Alesaggio e corsa in mm, numero cilindri → cilindrata in cm cubi
 - digitSum(int value)
 - Somma delle cifre in un intero

Esercizi /2

- checkSign(int value)
 - “positive”, “negative”, o “zero”
- isOdd(int value)
 - Il valore passato è pari o dispari?
- asWord(int value)
 - “zero”, “one” ... “nine” per [0..9], altrimenti “other”
- vote(double percentile)
 - $F \leq 50$, E in (50, 60], D in (60, 70], C in (70, 80], B in (80, 90], $A > 90$
- isLeapYear(int year)
 - Anno bisestile?
- sort(int a, int b, int c)
 - Ordina i tre parametri

Esercizi /3

- `sum(int first, int last)`
 - somma tutti i valori in `[first, last]` (o zero), p.es: $(1, 3) \rightarrow 6$ e $(3, 1) \rightarrow 0$
- `sumEven(int first, int last)`
 - somma tutti i numeri pari nell'intervallo
- Per un (piccolo) intero, scrivere metodi che calcolano:
 - il fattoriale
 - il numero di Fibonacci (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, ...)
 - la tavola pitagorica (ritornata come array bidimensionale)

Esercizi /4

- reverse(String s)
 - Copia ribaltata
- isPalindrome(String s)
 - È un palindromo?
- removeVowels(String s)
 - Copia ma senza vocali
- bin2dec(String s)
 - Dalla rappresentazione binaria di un intero al suo valore
- reverse(int[] data)
 - Copia ribaltata
- average(int[] data)
 - Calcolo della media
- max(int[] data)
 - Trova il massimo

Tre principi OOP

- Incapsulamento per mezzo di classi
 - Visibilità pubblica (metodi) / privata (proprietà)
- Ereditarietà in gerarchie di classi
 - Dal generale al particolare
- Polimorfismo
 - Una interfaccia, molti metodi (override)

Lo “scope” delle variabili

- **Locali** (automatiche)
 - Esistenza limitata
 - a un metodo
 - a un blocco interno
- Member (field, property)
 - **di istanza** (default)
 - **di classe** (static)

```
public class Scope {  
    private static int staticMember = 5;  
    private long member = 5;  
  
    public void f() {  
        long local = 7;  
        if (staticMember == 2) {  
            short inner = 12;  
            staticMember = 1 + inner;  
            member = 3 + local;  
        }  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        double local = 5;  
        System.out.println(local);  
        staticMember = 12;  
    }  
}
```

Access modifier per data member

- Aiuta l'incapsulamento
 - Privato
- Dubbio
 - Protetto
- Normalmente sconsigliati
 - Package (default)
 - Pubblico

Static initializer

Costruttore

```
public class Access {  
    private int a;  
    protected short b;  
    static double c;  
    // public long d;  
  
    static {  
        c = 18;  
    }  
  
    public Access() {  
        this.a = 42;  
        this.b = 23;  
    }  
  
    // ...  
}
```

Access modifier per metodi

- Pubblico
- Package (usi speciali)
- Protetto / Privato (helper)

```
public class Access {  
    // ...  
  
    static private double f() {  
        return c;  
    }  
  
    void g() {  
        f();  
    }  
  
    public int h() {  
        return a / 2;  
    }  
}
```


Inizializzazione delle variabili

- Esplicita per assegnamento (preferita)
 - primitivi: diretto
 - reference: via new
- Implicita by default (solo member)
 - primitivi
 - numerici: 0
 - boolean: false
 - reference: null

```
int i = 42;  
String s = new String("Hello");
```

```
private int i;           // 0  
private boolean flag;    // false  
private String t;        // null
```

Final

- Costante primitiva

```
final int SIZE = 12;
```

- Reference che non può essere riassegnata

```
final StringBuilder sb = new StringBuilder("hello");
```

- Metodo di istanza che non può essere sovrascritto nelle classi derivate

```
public final void f() { // ...
```

- Metodo di classe che non può essere nascosto nelle classi derivate

```
public static final void g() { // ...
```

- Classe che non può essere estesa

```
public final class FinalSample { // ...
```

Tipi wrapper

- Controparte reference dei tipi primitivi
 - Boolean, Character, Byte, Short, Integer, Float, Double
- Boxing esplicito
 - Costruttore (deprecato da Java 9)
 - Static factory method
- Unboxing esplicito
 - Metodi definiti nel wrapper
- Auto-boxing
- Auto-unboxing

```
Integer i = new Integer(1);  
Integer j = Integer.valueOf(2);  
  
int k = j.intValue();  
  
Integer m = 3;  
  
int n = j;
```

Alcuni metodi statici dei wrapper

- Boolean
 - valueOf(boolean)
 - valueOf(String)
 - parseBoolean(String)
- Integer
 - parseInt(String)
 - toHexString(int)
- Character
 - isDigit(char)
 - isLetter(char)
 - isLetterOrDigit(char)
 - isLowerCase(char)
 - isUpperCase(char)
 - toUpperCase(char)
 - toLowerCase(char)

interface

- Cosa deve fare una classe, non come deve farlo (fino a Java 8)
- Una class “implements” una interface
- Un’interface “extends” un’altra interface
- I metodi sono (implicitamente) public
- Le eventuali proprietà sono costanti static final

interface vs class

```
interface Barker {  
    String bark();  
}  
  
interface BarkAndWag extends Barker {  
    int AVG_WAGGING_SPEED = 12;  
  
    int tailWaggingSpeed();  
}
```

```
public class Fox implements Barker {  
    @Override  
    public String bark() {  
        return "yap!";  
    }  
}
```

extends vs implements

```
public class Dog implements BarkAndWag {  
    @Override  
    public String bark() {  
        return "woof!";  
    }  
  
    @Override  
    public int tailWaggingSpeed() {  
        return BarkAndWag.AVG_WAGGING_SPEED;  
    }  
}
```

L'annotazione Override

- Annotazione: informazione aggiuntiva su di un elemento
- @Override
 - Annotazione applicabile solo ai metodi, genera un errore di compilazione se il metodo annotato non definisce un override
- **Override**: il metodo definito nella classe derivata ha la stessa signature e tipo di ritorno di un metodo super (che non deve essere final). La visibilità dell'override non può essere inferiore del metodo super
- **Overload**: metodi con stesso nome ma signature diversa
- Signature di un metodo: nome, numero, tipo e ordine dei parametri

abstract class

- Una classe abstract non può essere istanziata
- Un metodo abstract non ha body
- Una classe che ha un metodo abstract deve essere abstract, ma non viceversa
- Una subclass di una classe abstract o implementa tutti i suoi metodi abstract o è a sua volta abstract

Ereditarietà

- **extends (is-a)**
 - Subclasse che estende una già esistente
 - Eredita proprietà e metodi della superclass
 - p. es.: Mammal superclass di Cat e Dog
- **Aggregazione (has-a)**
 - Classe che ha come proprietà un'istanza di un'altra classe
 - p. es.: Tail in Cat e Dog

Ereditarietà in Java

- Single inheritance: una sola superclass
- Implicita derivazione da Object (che non ha superclass) by default
- Una subclass può essere usata al posto della sua superclass (is-a)
- Una subclass può aggiungere proprietà e metodi a quelli ereditati dalla superclass (attenzione a non nascondere proprietà della superclass con lo stesso nome!)
- Costruttori e quanto nella parte private della superclass non è ereditato dalla subclass
- Subclass transitivity: C subclass B, B subclass A \rightarrow C subclass A

this vs super

- **this** è una reference all'oggetto corrente
- **super** indica al compilatore che si intende accedere ad un metodo di una superclass dal contesto corrente
- ctor → ctor: (primo statement)
 - **this()** – nella classe
 - **super()** – nella superclass



Esempio di ereditarietà

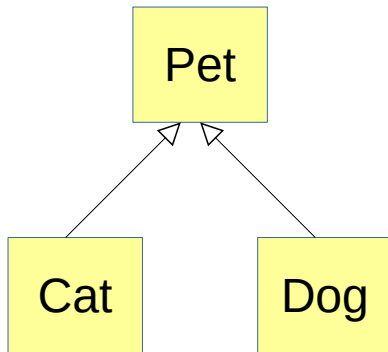
```
public class Pet {  
    private String name;  
  
    public Pet(String name) {  
        this.name = name;  
    }  
  
    public String getName() {  
        return name;  
    }  
}
```

```
Dog tom = new Dog("Tom");  
String name = tom.getName();  
double speed = tom.getSpeed();
```

```
public class Dog extends Pet {  
    private double speed;  
  
    public Dog(String name) {  
        this(name, 0);  
    }  
  
    public Dog(String name, double speed) {  
        super(name);  
        this.speed = speed;  
    }  
  
    public double getSpeed() {  
        return speed;  
    }  
}
```

Reference casting

- Upcast: da subclass a superclass (sicuro)
- Downcast: da superclass a subclass (rischioso)
 - Protetto con l'uso di `instanceof`



```
// Cat cat = (Cat) new Dog(); // Cannot cast from Dog to Cat

Pet pet = new Dog("Bob");
Dog dog = (Dog) pet; // OK
Cat cat = (Cat) pet; // trouble at runtime
if(pet instanceof Cat) { // OK
    Cat tom = (Cat) pet;
}
```

Eccezioni

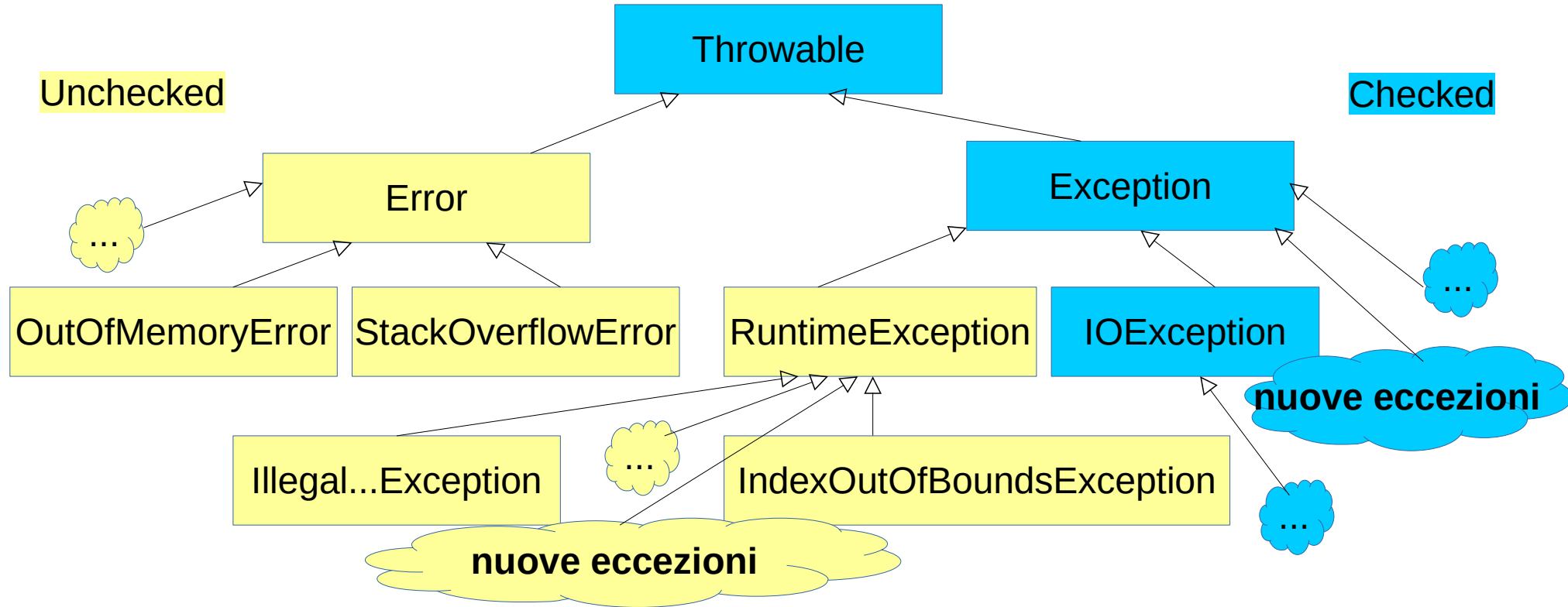
- Obbligano il chiamante a gestire gli errori
 - Unhandled exception → terminazione del programma
- Evidenziano il flusso normale di esecuzione
- Semplificano il debug esplicitando lo stack trace
- Possono chiarire il motivo scatenante dell'errore
- Checked vs unchecked

try – catch – finally

- **try**: esecuzione protetta
- **catch**: gestisce uno o più possibili eccezioni
- **finally**: sempre eseguito, alla fine del try o dell'eventuale catch
- Ad un blocco try deve seguire almeno un blocco catch o finally
- **“throws”** nella signature
“**throw**” per “tirare” una eccezione.

```
public void f() {  
    try {  
        g();  
    } catch (Exception ex) {  
        // ...  
    } finally {  
        cleanup();  
    }  
}  
  
// ...  
  
public void g() throws Exception {  
    // ...  
    if (somethingUnexpected()) {  
        throw new Exception();  
    }  
}
```

Gerarchia delle eccezioni



Test eccezioni in JUnit 3

Math.abs() di
Integer.MIN_VALUE
è
Integer.MIN_VALUE!

```
public int negate(int value) {  
    if(value == Integer.MIN_VALUE) {  
        throw new IllegalArgumentException("Can't negate MIN_VALUE");  
    }  
    return -value;  
}
```

```
@Test  
void negateException() {  
    Simple simple = new Simple();  
  
    try {  
        simple.negate(Integer.MIN_VALUE);  
    } catch (IllegalArgumentException iae) {  
        String message = iae.getMessage();  
        assertThat(message, is("Can't negate MIN_VALUE"));  
        return;  
    }  
    fail("An IllegalArgumentException was expected");  
}
```

JUnit 4.7 ExpectedException

```
@Rule
public ExpectedException thrown = ExpectedException.none();

@Test
public void negateMinInt() {
    thrown.expect(IllegalArgumentException.class);
    thrown.expectMessage("Can't negate MIN_VALUE");

    Simple simple = new Simple();
    sample.negate(Integer.MIN_VALUE);
}
```

Nel @Test
si dichiara
quale eccezione
e messaggio
ci si aspetta

Si definisce una
variabile di istanza
ExpectedException
taggata come @Rule

JUnit 5 `assertThrows()`

Il metodo fallisce se quanto testato non tira l'eccezione specificata

L'eccezione attesa viene tornata per permettere ulteriori test

```
@Test
public void negateMinInt() {
    IllegalArgumentException exc = assertThrows(IllegalArgumentException.class, //
        () -> simple.negate(Integer.MIN_VALUE));
    assertThat(exc.getMessage(), is("Can't negate MIN_VALUE"));
}
```

L'assertion è eseguita su di un Executable, interfaccia funzionale definita in Jupiter

Date e Time

- java.util
 - Date
 - DateFormat
 - Calendar
 - GregorianCalendar
 - TimeZone
 - SimpleTimeZone
- java.time (JDK 8)
 - LocalDate
 - LocalTime
 - LocalDateTime
 - DateTimeFormatter, FormatStyle
 - Instant, Duration, Period
- java.sql.Date



implementazioni
più chiare,
immutabili e
thread-safe

LocalDate e LocalTime

- Non hanno costruttori pubblici
- Factory methods: `now()`, `of()`
- Formattazione via `DateTimeFormatter` con `FormatStyle`
- `LocalDateTime` aggrega `LocalDate` e `LocalTime`

```
LocalDate date = LocalDate.now();
System.out.println(date);
System.out.println(LocalDate.of(2019, Month.JUNE, 2));
System.out.println(LocalDate.of(2019, 6, 2));
System.out.println(date.format(DateTimeFormatter.ofLocalizedDate(FormatStyle.FULL)));

LocalTime time = LocalTime.now();
System.out.println(time);

LocalDateTime ldt = LocalDateTime.of(date, time);
System.out.println(ldt);
```

java.sql Date, Time, Timestamp

- Supporto JDBC a date/time SQL
 - Date, Time, Timestamp
- Conversioni
 - *.valueOf(Local*)
 - Date.toLocalDate()
 - Time.toLocalTime()
 - Timestamp.toLocalDateTime()
 - Timestamp.toInstant()

La libreria java.io

- Supporto a operazioni di input e output
- In un programma solitamente i dati sono
 - Letti da sorgenti di input
 - Scritti su destinazioni di output
- Basata sul concetto di stream
 - Flusso sequenziale di dati
 - binari (byte)
 - testuali (char)
 - Aperto in lettura o scrittura prima dell'uso, va esplicitamente chiuso al termine
 - Astrazione di sorgenti/destinazioni (connessioni di rete, buffer in memoria, file su disco ...)

File

- Accesso a file e directory su memoria di massa
- I suoi quattro costruttori
 - `File dir = new File("/tmp");`
 - `File f1 = new File("/tmp/hello.txt");`
 - `File f2 = new File("/tmp", "hello.txt");`
 - `File f3 = new File(dir, "hello.txt");`
 - `File f4 = new File(new URI("file:///C://tmp/hello.txt"));`

Forward slash anche per Windows

Metodi per il test di File

- exists()
- isFile()
- isDirectory()
- isHidden()
- canRead()
- canWrite()
- canExecute()
- isAbsolute()

Alcuni altri metodi di File

- `getName()` // "hello.txt"
- `getPath()` // "\\tmp\\hello.txt"
- `getAbsolutePath()` // "D:\\tmp\\hello.txt"
- `getParent()` // "\\tmp"
- `lastModified()` // 1559331488083L
- `length()` // 4L
- `list()` // ["hello.txt"]

usa separatore (File.separator)
e formato del SO corrente

UNIX time in milliseconds

se invocato su una directory:
array dei nomi dei file contenuti

Scrittura in un file di testo

- Gerarchia basata sulla classe astratta **Writer**
 - **OutputStreamWriter** fa da bridge tra stream su caratteri e byte
 - Ridefinisce i metodi `write()`, `flush()`, `close()`
 - **FileWriter** costruisce un `FileOutputStream` da un `File` (o dal suo nome)
 - **PrintWriter** gestisce efficacemente l'`OutputStream` passato con i metodi `print()`, `println()`, `printf()`, `append()`
- 

```
File f = new File("/tmp/hello.txt");
PrintWriter pw = new PrintWriter(new FileWriter(f));
pw.println("hello");
pw.flush();
pw.close();
```

Lettura da un file di testo

- Gerarchia basata sulla classe astratta Reader
- InputStreamReader fa da bridge tra stream su caratteri e byte
 - Ridefinisce i metodi read() e close()
- FileReader costruisce un FileInputStream da un File (o dal suo nome)
- BufferedReader gestisce efficacemente l'InputStream passato con un buffer e fornendo metodi come readLine()

```
File f = new File("/tmp/hello.txt");  
BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(f));  
String line = br.readLine();  
br.close();
```

Input con Scanner

- Legge input formattato con funzionalità per convertirlo anche in formato binario
- Può leggere da input Stream, File, String, o altre classi che implementano Readable o ReadableByteChannel
- Uso generale di Scanner:
 - Il ctor associa l'oggetto scanner allo stream in lettura
 - Loop su `hasNext...()` per determinare se c'è un token in lettura del tipo atteso
 - Con `next...()` si legge il token
 - Terminato l'uso, ricordarsi di invocare `close()` sullo scanner

Un esempio per Scanner

```
import java.util.Scanner;

public class Adder {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Please, enter a few numbers");
        double result = 0;

        Scanner scanner = new Scanner(System.in);
        while (scanner.hasNext()) {
            if (scanner.hasNextDouble()) {
                result += scanner.nextDouble();
            } else {
                System.out.println("Bad input, discarded: " + scanner.next());
            }
        }
        scanner.close(); // see try-with-resources
        System.out.println("Total is " + result);
    }
}
```

try-with-resources

Per classi che implementano `AutoCloseable`

```
double result = 0;

// try-with-resources
try(Scanner scanner = new Scanner(System.in)) {
    while (scanner.hasNext()) {
        if (scanner.hasNextDouble()) {
            result += scanner.nextDouble();
        } else {
            System.out.println("Bad input, discarded: " + scanner.next());
        }
    }
}

System.out.println("Total is " + result);
```

Java Util Logging

```
public static void someLog() {
    Logger log =
        Logger.getLogger("sample");

    log.finest("finest message");
    log.finer("finer message");
    log.fine("fine message");
    log.config("config message");
    log.info("info message");
    log.warning("warning message");
    log.severe("severe message");
}
```

```
public static void main(String[] args) {
    Locale.setDefault(new Locale("en", "EN"));
    Logger log = Logger.getLogger("sample");

    someLog();

    ConsoleHandler handler = new ConsoleHandler();
    handler.setLevel(Level.ALL);
    log.setLevel(Level.ALL);
    log.addHandler(handler);
    log.setUseParentHandlers(false);

    someLog();
}
```


Inner class

- Nested class: classe definita all'interno di un'altra classe
- La nested class ha accesso diretto ai membri della classe in cui è definita
- È possibile definirla come locale ad un blocco
- Inner class: non-static nested class
- Utili (ad es.) per semplificare la gestione di eventi

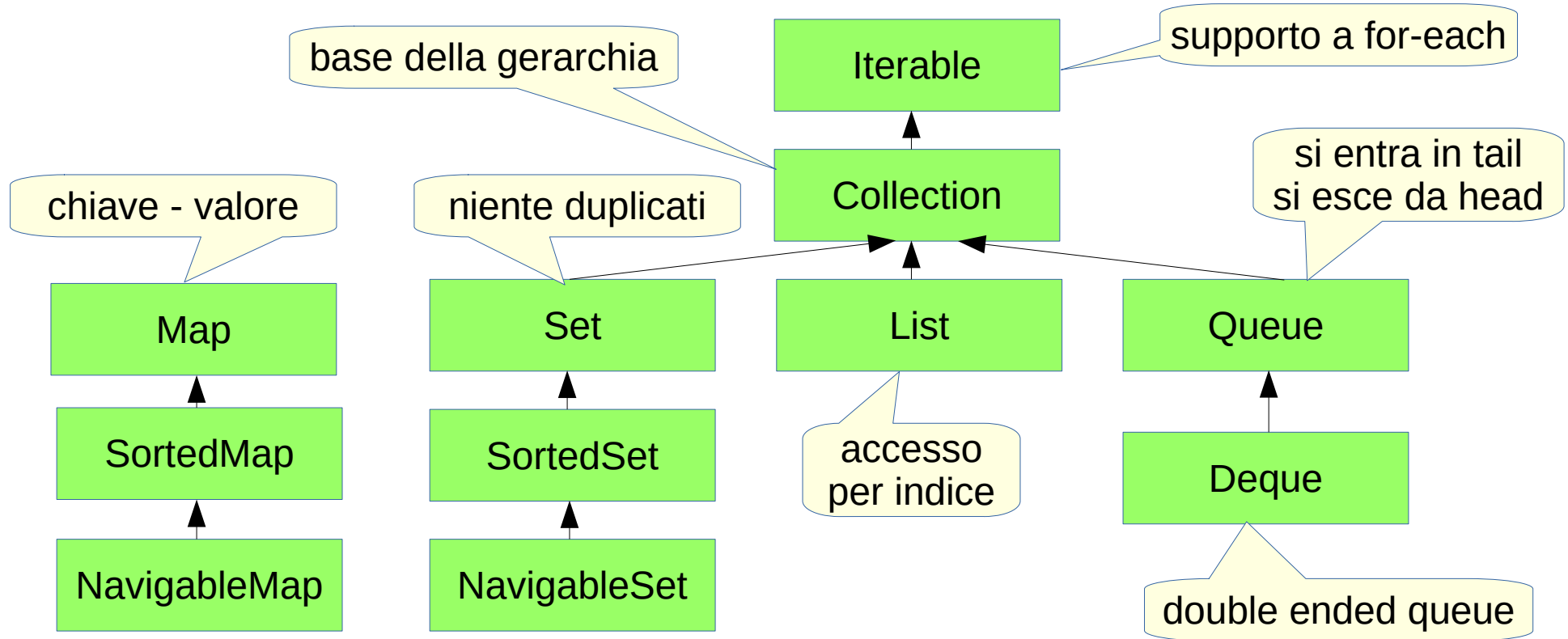
Generic

- Supporto ad algoritmi generici che operano allo stesso modo su tipi differenti (es: collezioni)
- Migliora la type safety del codice
- In Java è implementato solo per reference types
- Il tipo (o tipi) utilizzato dal generic è indicato tra parentesi angolari (minore, maggiore)

Java Collections Framework

- Lo scopo è memorizzare e gestire gruppi di oggetti (solo reference, no primitive)
- Enfasi su efficienza, performance, interoperabilità, estensibilità, adattabilità
- Basate su alcune interfacce standard
- La classe `Collections` contiene algoritmi generici
- L'interfaccia `Iterator` dichiara un modo standard per accedere, uno alla volta, gli elementi di una collezione

Interfacce per Collection



Alcuni metodi in Collection<E>

- boolean add(E)
- boolean addAll(Collection<? extends E>)
- void clear()
- boolean contains(Object);
- boolean equals(Object);
- boolean isEmpty();
- Iterator<E> iterator();
- boolean remove(Object);
- boolean retainAll(Collection<?>);
- int size();
- Object[] toArray();
- <T> T[] toArray(T[]);

Alcuni metodi in List<E>

- void add(int, E)
- E get(int)
- int indexOf(Object)
- E remove(int)
- E set(int, E)

Alcuni metodi in SortedSet<E>

- E first()
- E last()
- SortedSet<E> subSet(E, E)

Alcuni metodi in NavigableSet<E>

- E ceiling(E), E floor(E)
- E higher(E), E lower(E)
- E pollFirst(), E pollLast()
- Iterator<E> descendingIterator()
- NavigableSet<E> descendingSet()

Alcuni metodi in Queue<E>

- boolean offer(E e)
- E element()
- E peek()
- E remove()
- E poll()

Alcuni metodi in Deque<E>

- void addFirst(E), void addLast(E)
- E getFirst(), E getLast()
- boolean offerFirst(E), boolean offerLast(E)
- E peekFirst(), E peekLast()
- E pollFirst(), E pollLast()
- E pop(), void push(E)
- E removeFirst(), E removeLast()

Alcuni metodi in Map<K, V>

Map.Entry<K,V>

- K getKey()
- V getValue()
- V setValue(V)

- void clear()
- boolean containsKey(Object)
- boolean containsValue(Object)
- Set<Map.Entry<K, V>> entrySet()
- V get(Object)

- V getOrDefault(Object, V)
- boolean isEmpty()
- Set<K> keySet()
- V put(K, V)
- V putIfAbsent(K, V)
- V remove(Object)
- boolean remove(Object, Object)
- V replace(K key, V value)
- int size()
- Collection<V> values()

Metodi in NavigableMap<K, V>

- Map.Entry<K,V> ceilingEntry(K)
- K ceilingKey(K)
- Map.Entry<K,V> firstEntry()
- Map.Entry<K,V> floorEntry(K)
- K floorKey(K)
- NavigableMap<K,V> headMap(K, boolean)
- Map.Entry<K,V> higherEntry(K)
- K higherKey(K key)
- Map.Entry<K,V> lastEntry()
- Map.Entry<K,V> lowerEntry(K)
- K lowerKey(K)
- NavigableSet<K> navigableKeySet()
- Map.Entry<K,V> pollFirstEntry()
- Map.Entry<K,V> pollLastEntry()
- SortedMap<K,V> subMap(K, K)
- NavigableMap<K,V> tailMap(K, boolean)

ArrayList<E>

- implements List<E>
- Array dinamico vs standard array (dimensione fissa)
- Ctors
 - ArrayList() // capacity = 10
 - ArrayList(int) // set capacity
 - ArrayList(Collection<? extends E>) // copy

LinkedList<E>

- implements List<E>, Deque<E>
- Lista doppiamente linkata
- Accesso diretto solo a head e tail
- Ctors
 - LinkedList() // vuota
 - LinkedList(Collection<? extends E>) // copy

HashSet<E>

- implements Set<E>
- Basata sull'ADT hash table, $O(1)$, nessun ordine
- Ctors:
 - HashSet() // vuota, capacity 16, load factor .75
 - HashSet(int) // capacity
 - HashSet(int, float) // capacity e load factor
 - HashSet(Collection<? extends E>) // copy

LinkedHashSet<E>

- extends HashSet<E>
- Permette di accedere ai suoi elementi in ordine di inserimento
- Ctors:
 - LinkedHashSet() // capacity 16, load factor .75
 - LinkedHashSet(int) // capacity
 - LinkedHashSet(int, float) // capacity, load factor
 - LinkedHashSet(Collection<? extends E>) // copy

TreeSet<E>

- implements NavigableSet<E>
- Basata sull'ADT albero → ordine, $O(\log(N))$
- Gli elementi inseriti devono implementare Comparable ed essere tutti mutualmente comparabili
- Ctors:
 - TreeSet() // vuoto, ordine naturale
 - TreeSet(Collection<? extends E>) // copy
 - TreeSet(Comparator<? super E>) // sort by comparator
 - TreeSet(SortedSet<E>) // copy + comparator

TreeSet e Comparator

ordine naturale

comparator

plain

reversed

Java 8 lambda

```
List<String> data = Arrays.asList("alpha", "beta", "gamma", "delta");

TreeSet<String> ts = new TreeSet<>(data);

class MyStringComparator implements Comparator<String> {
    public int compare(String s, String t) {
        return s.compareTo(t);
    }
}

MyStringComparator msc = new MyStringComparator();

TreeSet<String> ts2 = new TreeSet<>(msc);
ts2.addAll(data);

TreeSet<String> ts3 = new TreeSet<>(msc.reversed());
ts3.addAll(data);

TreeSet<String> ts4 = new TreeSet<>((s, t) -> t.compareTo(s));
ts4.addAll(data);
```

HashMap<K, V>

- implements Map<K,V>
- Basata sull'ADT hash table, O(1), nessun ordine
- Mappa una chiave K (unica) ad un valore V
- Ctors:
 - HashMap() // vuota, capacity 16, load factor .75
 - HashMap(int) // capacity
 - HashMap(int, float) // capacity e load factor
 - HashMap(Map<? extends K, ? extends V>) // copy

TreeMap<K,V>

- implements NavigableMap<K,V>
- Basata sull'ADT albero → ordine, $O(\log(N))$
- Gli elementi inseriti devono implementare Comparable ed essere tutti mutualmente comparabili
- Ctors:
 - TreeMap() // vuota, ordine naturale
 - TreeMap(Comparator<? super K>) // sort by comparator
 - TreeMap(Map<? extends K, ? extends V>) // copy
 - TreeMap(SortedMap<K, ? extends V>) // copy + comparator

Reflection

- Package `java.lang.reflect`
- Permette di ottenere a run time informazioni su di una classe
- “Class” è la classe che rappresenta una classe
- “Field” rappresenta una proprietà, “Method” un metodo, ...

```
Class<?> c = Integer.class;  
Method[] methods = c.getMethods();  
for(Method method: methods) {  
    System.out.println(method);  
}
```

Tutti i metodi

Una specifica proprietà

```
Field field = ArrayList.class.getDeclaredField("elementData");  
field.setAccessible(true);  
Object[] data = (Object[]) field.get(al);
```

Multithreading

- Multitasking process-based vs thread-based
- L'interfaccia Runnable dichiara il metodo run()
- La classe Thread:
 - Ctors per Runnable
 - In alternativa, si può estendere Thread e ridefinire run()
 - start() per iniziare l'esecuzione

synchronized

- Metodo: serializza su this
- Blocco: serializza su oggetto specificato

comunicazione tra thread

- wait()
- notify() / notifyAll()