

# CORSO JAVA EE

# Indice generale

INTRODUZIONE A JAVA.....	4
JAVA PLATFORM.....	5
VANTAGGI E SVANTAGGI JAVA.....	6
JRE, JDK E AMBIENTI DI SVILUPPO.....	6
JAVA RUNTIME ENVIRONMENT (JRE).....	6
JAVA DEVELOPMENT KIT (JDK).....	7
AMBIENTI DI SVILUPPO CON INTERFACCIA GRAFICA.....	7
TIPI DI SOFTWARE.....	7
STANDALONE.....	7
CLIENT / SERVER.....	8
APPLICAZIONE WEB.....	8
SVILUPPO SOFTWARE: WATERFALL VS AGILE.....	8
METODOLOGIA WATERFALL.....	9
METODOLOGIA AGILE.....	9
COMPILAZIONE ED ESECUZIONE DEL PROGRAMMA.....	10
FILE JAR.....	11
FILE MANIFEST.....	11
DEBUG.....	11
VARIABILI E TIPI DI DATO.....	12
TIPI DI DATO.....	14
TIPI DI DATO PRIMITIVI.....	14
BOOLEAN.....	14
BYTE.....	15
SHORT.....	15
INT.....	15
LONG.....	15
FLOAT.....	15
DOUBLE.....	15
CHAR.....	16
LA CLASSE STRING.....	16
CONCATENAZIONE.....	17
TRASFORMAZIONE.....	17
SOSTITUZIONE.....	18
ESTRAZIONE.....	19
CONFRONTO.....	19
ALTRI METODI UTILI PER LE STRINGHE.....	19
OPERATORI.....	20
OPERATORE PUNTO (.).....	20
OPERATORI ARITMETICI.....	20
OPERATORI LOGICI.....	21
OPERATORI RELAZIONALI O DI CONFRONTO.....	21
CASTING.....	22
METODI.....	23
PARAMETRI.....	23
SIGNATURE.....	24
OVERLOADING DEI METODI.....	24
VARARGS.....	24
MODIFICATORE DI ACCESSO AI METODI.....	25
I MODIFICATORI (PIÚ IN GENERALE).....	26
MODIFICATORI DI ACCESSO.....	26

ALTRI MODIFICATORI: FINAL E STATIC.....	29
SINTASSI.....	30
CLASSI E INTERFACCE.....	30
METODI E VARIABILI.....	31
PACKAGE.....	33
COMANDO IMPORT.....	33
NAMING E CODE CONVENTION.....	34
NAMING E CODE CONVENTION PER LE CLASSI.....	34
NAMING E CODE CONVENTION PER LE VARIABILI.....	34
NAMING CONVENTION PER I METODI.....	34
COMANDI CONDIZIONALI.....	35
IF – ELSE.....	35
SWITCH – CASE.....	36
COMANDO RETURN.....	37
CICLI.....	38
WHILE.....	38
DO – WHILE.....	38
FOR.....	38
ESEMPIO DI TUTTI E 3 I CICLI.....	39
COMANDI DI INTERRUZIONE DI CICLO.....	40
BREAK.....	40
CONTINUE.....	40
ESEMPIO CON BREAK E CONTINUE.....	41
PROGRAMMAZIONE ORIENTATA AGLI OGGETTI.....	42
INCAPSULAMENTO (parte 1).....	44
EREDITARIETÁ (parte 1).....	45
POLIMORFISMO (parte 1).....	45
CONSEGUENZE A LIVELLO HARDWARE DOPO AVER ISTANZIATO UNA CLASSE.....	46
RELAZIONE TRA CLASSI.....	47
ASSOCIAZIONE.....	48
ECCEZIONI.....	49
ECCEZIONI CHECKED.....	49
ECCEZIONI UNCHECKED.....	50
MECCANISMI DI GESTIONE DELLE ECCEZIONI.....	51
TRY – CATCH – FINALLY.....	56
THROW E THROWS.....	57
ARRAY, LISTE E COLLECTION, CLASSI WRAPPER, AUTOBOXING E UNBOXING.....	59
LISTE.....	59
MAPPE.....	60
ARRAY.....	61
ARRAY MULTIDIMENSIONALI.....	64
INTERFACCE COLLECTION E LIST.....	65
INTERFACCIA COLLECTION.....	65
INTERFACCIA LIST.....	66
CLASSI ARRAYLIST, HASHMAP E PROPERTIES.....	66
CLASSE ARRAYLIST.....	66
CLASSE HASHMAP.....	69
CLASSE PROPERTIES.....	71
INTERFACCIA ITERATOR.....	72
CICLARE LE COLLECTION.....	73
CLASSI WRAPPER.....	75
BOXING, AUTOBOXING E UNBOXING.....	76

INTERFACCE.....	77
CLASSI ASTRATTE.....	80
CLASSE INNER, LOCALE E ANONIMA.....	83
APPROFONDIMENTO CLASSI INNER.....	89
JAVA JENERICS.....	93
THREAD E CONCORRENZA.....	94
PROCESSO.....	94
THREAD.....	94
CONCORRENZA.....	96
CICLO DI VITA DI UN THREAD.....	97
THREAD PRIORITY.....	98
CREARE UN THREAD IN JAVA.....	99
MULTITHREADING.....	100
CONCORRENZA IN JAVA.....	103
CONCORRENZA CON L'UTILIZZO DEI THREAD.....	103
CONCORRENZA CON L'UTILIZZO DEGLI EXECUTOR.....	106
CONCORRENZA CON L'UTILIZZO DEL FRAMEWORK FORK/JOIN.....	108
SINCRONIZZAZIONE.....	110
ESEMPIO MULTITHREADING E CONCORRENZA : PRODUCER-CONSUMER.....	115
METODI WAIT(), NOTIFY(), NOTIFYALL().....	119
WAIT().....	119
NOTIFY() E NOTIFYALL().....	120
SINCRONIZZAZIONE AVANZATA CON LOCK E REENTRANTLOCK.....	120
LOCK.....	120
REENTRANTLOCK.....	121
UTILIZZARE IL BLOCCO TRY - FINALLY CON I THREAD.....	122
THREAD POOL.....	124
CLASSI ARRAYBLOCKINGQUEUE E LINKEDBLOCKINGQUEUE.....	127
CLASSE ARRAYBLOCKINGQUEUE.....	128
CLASSE LINKEDBLOCKINGQUEUE.....	130
GESTIONE BANCONI SALUMI MEDIANTE THREAD POOL.....	131
DEADLOCK, STARVATION E LIVELOCK.....	135
DEADLOCK.....	135
STARVATION.....	135
LIVELOCK.....	136

# INTRODUZIONE A JAVA

JAVA è un linguaggio di programmazione object oriented (orientato agli oggetti). La programmazione a oggetti è un paradigma ancora oggi molto utilizzato, perché ci consente di modellare al meglio delle situazioni reali.

La sintassi del linguaggio JAVA è molto simile ai linguaggi C e C++, da cui eredita parecchie caratteristiche. Per certi versi, però, JAVA è più semplice da utilizzare rispetto i due linguaggi citati precedentemente.

La caratteristica principale che ha reso JAVA così popolare è la portabilità, cioè l'essere indipendente dal sistema operativo su cui viene eseguito un software. Gli elementi fondamentali che rendono JAVA un linguaggio di programmazione portabile sono la Java Virtual Machine (Macchina virtuale o JVM) e la Java Platform.



Appunto, portabilità vuol dire scrivere il proprio codice sorgente una sola volta, compilarlo ed eseguirlo su qualsiasi dispositivo dotato di una macchina virtuale. Un programma JAVA è rappresentato da uno o più file.java, al cui interno sono presenti i nostri sorgenti, ovvero il codice che scriviamo. Attraverso il compilatore chiamato JAVAC, il nostro codice sorgente viene tradotto in un linguaggio intermedio, chiamato bytecode. Tutti questi file compilati avranno l'estensione .class e potranno essere interpretati dalla JVM, che è un processore virtuale che legge il/i nostro/i file.class e traduce il bytecode al loro interno in linguaggio macchina. Quindi, se su dispositivi differenti, con sistema operativo differente, abbiamo la stessa JVM, possiamo eseguire il nostro software senza necessità di ricompilarlo ogni volta.

Oggi JAVA è utilizzato per scrivere:

- applicazioni web: La maggior parte delle applicazioni enterprise (applicazioni aziendali) utilizzano JAVA, soprattutto nella parte backend;
- applicazioni per smartphone e tablet: Android, per esempio, è un sistema operativo scritto in JAVA, così come tutte le app scritte per questo sistema operativo;
- applicazioni per decoder digitali, elettrodomestici e così via.

# JAVA PLATFORM

La Java platform è una piattaforma composta da due componenti:

- JVM, di cui abbiamo già parlato precedentemente;
- API (Application Programming Interface), cioè un set di librerie (componenti software) messi a disposizione degli sviluppatori per poter scrivere software JAVA.

La Java Platform è disponibile in 3 configurazioni:

- Java Standard Edition (JSE): mette a disposizione il set standard di API per poter scrivere applicazioni standalone (programma che può funzionare senza che siano richiesti altri componenti o addirittura senza sistema operativo), client e server, per accesso a database, per il calcolo scientifico e così via;
- Java Enterprise Edition (JEE): mette a disposizione, oltre alle API della Standard Edition, anche quelle per scrivere applicazioni distribuite (ad esempio applicazioni web);
- Java Micro Edition (JME): mette a disposizione le API per sviluppare applicazioni mobile.

## VANTAGGI E SVANTAGGI JAVA

Vantaggi

- indipendenza del linguaggio bytecode: consente di eseguire lo stesso programma su più dispositivi dotati di JVM;
- velocità di sviluppo;
- grande disponibilità di librerie;
- alta integrazione con il web.

Svantaggi

- velocità di esecuzione: il programma viene eseguito ed elaborato dalla JVM, che a sua volta traduce le istruzioni in linguaggio macchina. Pertanto il tempo di esecuzione è leggermente più lento rispetto ad un programma scritto in C++;
- attraverso la decompilazione è possibile risalire al codice sorgente.

# JRE, JDK E AMBIENTI DI SVILUPPO

## JAVA RUNTIME ENVIRONMENT (JRE)

JRE è un'implementazione della JVM, ed è necessario per l'esecuzione dei programmi JAVA.

Il JRE contiene:

- JVM.
- API standard di JAVA.
- Un launcher necessario per avviare i programmi già compilati in bytecode. Tutti i programmi partono sempre da una classe dotata di un metodo main()

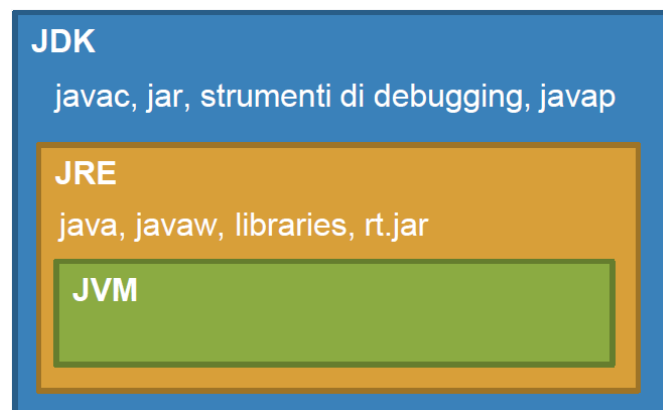
Il JRE deve essere installato su tutti i dispositivi che hanno necessità di eseguire software scritti in JAVA.

## JAVA DEVELOPMENT KIT (JDK)

JDK è un insieme di librerie e software messe a disposizione da Oracle, che consentono di sviluppare software scritti in JAVA.

JDK è un ambiente di sviluppo a tutti gli effetti, poiché appunto contiene tutte queste librerie che ci consentono di sviluppare software, ma è un ambiente di sviluppo a console, ovvero non è dotato di un'interfaccia grafica, ma le istruzioni si eseguono mediante il prompt di comandi. Gli ambienti di sviluppo più famosi, dotati di interfaccia grafica, sono Eclipse, Netbeans e IntelliJ IDEA.

Il JDK contiene librerie importanti per lo sviluppo, il JRE e la JVM.



## AMBIENTI DI SVILUPPO CON INTERFACCIA GRAFICA

Un ambiente di sviluppo integrato o IDE (Integrated Development Environment), rispetto al JDK, è un software dotato di interfaccia grafica che consente agli sviluppatori di creare software JAVA, semplificando la programmazione e la gestione dei file. È utile perché:

- consente di segnalare e visualizzare subito gli errori di sintassi all'interno del codice;
- consente di effettuare il debug in maniera semplice;
- offre una serie di strumenti e funzionalità di supporto allo sviluppatore.

# TIPI DI SOFTWARE

## STANDALONE

Il software standalone è un software che è installato all'interno di un sistema operativo ed è autonomo, perché non richiede l'uso di particolari componenti esterne con cui interagire (per esempio i server).

Esempi di software standalone sono:

- il pacchetto di software Microsoft (Word, Excel, ...);
- i software Adobe (Photoshop, InDesign, ...);
- alcune app per dispositivi mobile (ad es. l'app che visualizza le foto, l'app che gestisce i file del device).

## CLIENT / SERVER

Il software client/server è composto dai due componenti omonimi che definiscono il suo nome. La componente client è installata sul nostro dispositivo personale, mentre la componente server si trova su un dispositivo remoto e fornisce un servizio al client.

Esempi di sistemi client/server:

- File server: per la condividere i file;
- FTP server: per l'upload/download dei file;
- Database server: per la gestione dei dati;

Questa architettura, però, ha un limite importante. Questo limite riguarda la necessità di installare il software della componente client su ciascun terminale che deve accedere a questo software. Questo problema si risolve con le applicazioni web.

## APPLICAZIONE WEB

L'applicazione web è nata con lo scopo di migliorare l'utilizzo dei componenti client, senza la necessità di dover installare nuovi software. Un'applicazione web è accessibile mediante un normale browser.

L'applicazione web è un tipo di client/server evoluto, in cui è sostanzialmente il browser a fare da client, che scarica per noi tutte le varie informazioni (le pagine web) che ci servono per interagire con la componente server. In questo caso, il server e il client comunicano mediante protocollo HTTP.

Per accedere alle applicazioni web si utilizzano URL o link ipertestuali.



# SVILUPPO SOFTWARE: WATERFALL VS AGILE

Dopo aver visto i vari tipi di software, adesso vediamo come si sviluppa un software. Non ha senso parlare di sviluppo nel momento in cui abbiamo a che fare con degli script o piccoli software che devono svolgere un compito particolare, ma solo nel momento in cui abbiamo a che fare con software complessi o strutturati per la gestione di un'intera azienda.

Usare una metodologia per lo sviluppo di un software complesso è importante, perché consente di realizzare il software in maniera più organizzata e strutturata, limitando gli errori che uscirebbero fuori nel caso di uno sviluppo senza criterio.

Le metodologie per lo sviluppo di un software sono 2: waterfall e agile.

## METODOLOGIA WATERFALL

Nella metodologia waterfall (o classica) la sequenza delle fasi del ciclo di vita di un progetto software è strettamente sequenziale e, prima di passare alla fase successiva, è necessario che quella corrente sia terminata completamente.

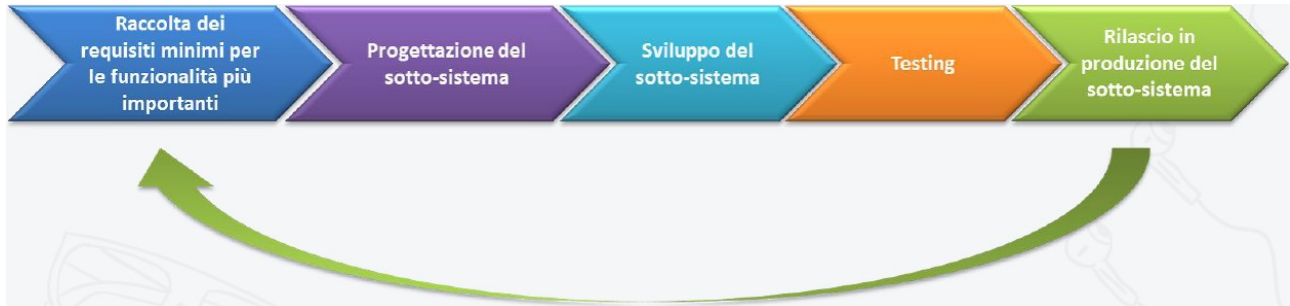


Quindi, in questo tipo di approccio raccogliamo i requisiti all'inizio, sulla base di quei requisiti viene sviluppato il software e, infine, facciamo vedere il nostro software completo solo al termine del rilascio in produzione.

Il limite principale di questa metodologia è quello di aver realizzato un prodotto che soddisfa perfettamente i requisiti inizialmente raccolti che, però, nel frattempo possono essere cambiati e quindi il software è diverso da quello atteso.

# METODOLOGIA AGILE

Nella metodologia agile abbiamo le stesse fasi della metodologia waterfall, ma il ciclo di vita di un progetto software è visto come una sequenza di tante iterazioni, dove ogni iterazione è un arco temporale che va dalle 2 alle 4 settimane.



In ciascuna iterazione prendiamo un pezzettino del nostro software sul quale vengono eseguite tutte le fasi, dopodiché si prende un altro pezzettino e si ritorna indietro nelle fasi per rieseguirle tutte e così via, fino alla realizzazione di tutti i pezzettini che comporranno il software finale.

Vantaggi di questa metodologia:

- coinvolgimento attivo del committente e degli utenti nel processo di sviluppo;
- aggiornamenti regolari e frequenti sullo stato dell'applicazione;
- validazione continua dei requisiti (dopo ogni iterazione);
- consegna rapida delle funzionalità di base;
- pianificazione fissa dei tempi di consegna per funzionalità;
- maggiori test, software migliore.

# COMPILAZIONE ED ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

La compilazione è quel processo che consente di trasformare il codice sorgente, che si trova all'interno dei nostri file.java, in un linguaggio intermedio chiamato bytecode, che è il linguaggio interpretato dalla JVM.

Tutti i file compilati si trovano all'interno di file che hanno estensione .class . Quindi, a partire dal nostro sorgente .java, tramite la compilazione viene creato uno o più file .class .

Il tool messo a disposizione dalla JDK per compilare il nostro software è il tool javac.

## FILE JAR

Un JAR è un file compresso (archivio o zip) che contiene al suo interno una serie di file compilati del nostro software, ed eventuali librerie aggiuntive. I vantaggi dell'uso del JAR sono:

- Compressione, perché i file vengono compressi in un unico file, quindi la dimensione complessiva del programma diminuisce.
- Firma, perché il file JAR contiene una cartella META-INF, che contiene a sua volta il file MANIFEST.MF. Questo file consente di identificare al meglio il nostro software, ossia identificare per esempio il Class-Path, il Main-Class, l'autore e così via.
- Portabilità, perché lo stesso JAR può essere eseguito su diversi sistemi operativi che contengono la JVM richiesta per l'esecuzione.

## FILE MANIFEST

Alcuni attributi del file MANIFEST sono:

- Manifest-Version: definisce appunto la versione del file MANIFEST.
- Created-By: definisce la versione e il vendor del JDK utilizzato per creare il file.
- Class-Path: definisce il percorso delle librerie che sono necessarie per eseguire il software.
- Main-Class: contiene la classe che ha il metodo main() per avviare il nostro software.

# DEBUG

Il debug è il miglior strumento che un programmatore può utilizzare durante lo sviluppo di un software. Questo strumento serve sostanzialmente per testare il codice che abbiamo scritto, prima di effettuare altre operazioni. In particolare, il debug:

- serve per osservare il comportamento del nostro programma quando è in fase di esecuzione e di individuare in anticipo gli eventuali errori logici e di compilazione, che sono nascosti e mascherati all'interno del nostro software;
- è un'attività che consiste nell'eseguire il programma a step, interrompendo l'esecuzione ad una certa istruzione;

Il debug può essere fatto in due modi:

- debug tramite il log, dove il log è uno strumento che scrive delle istruzioni all'interno di un file, o all'interno della console. La sintassi generica è la seguente:  
`log.debug("Questa frase uscirà nel log solo in fase di debug del software");`
- debug tramite IDE, che si effettua inserendo dei breakpoint (punti di interruzione) all'interno del nostro codice sorgente. I breakpoint consentono di interrompere l'esecuzione del programma e di eseguire, da quel punto in poi, le istruzioni passo passo.

# VARIABILI E TIPI DI DATO

Consideriamo che un software, per essere eseguito, ha bisogno del processore che svolge i calcoli e della memoria al cui interno vengono salvate le variabili che utilizziamo durante l'esecuzione del nostro programma. Una variabile è una porzione di questa memoria, che viene riservata al nostro programma e al cui interno salviamo i nostri dati di volta in volta, man mano che utilizziamo la variabile.

Il nome della variabile rappresenta l'indirizzo fisico in cui è presente la variabile e serve per indicare, all'interno della memoria, il punto in cui è presente la nostra variabile, in modo da potervi accedere in lettura per visualizzarne il valore, o in scrittura per modificarlo.

Una variabile assume un preciso significato in base al punto di codice in cui viene definita. In JAVA ci sono 4 tipi di variabili:

- le variabili locali sono definite all'interno di un metodo. Sono create quando il metodo viene invocato e cancellate dalla memoria quando il metodo viene terminato;
- le variabili di istanza sono definite all'interno di una classe, ma fuori dai metodi della classe stessa (altrimenti diventano variabili locali);
- le variabili di classe sono variabili di istanza che hanno il modificatore static;
- i parametri sono variabili che vengono dichiarate all'interno delle parentesi tonde di un determinato metodo.

Facciamo un esempio:

```
public class Variabili {  
    public int b = 5; /*variabile d'istanza*/  
  
    public static String stampa = "Ciao"; /*variabile di classe*/  
  
    public static void main(String[] args) { /*La variabile args è un parametro*/  
  
        Variabili c = new Variabili();  
        c.b = 10; /*richiamo e modifica della variabile d'istanza, che richiede  
                la creazione di un oggetto con new*/  
  
        System.out.println(Variabili.stampa); /*richiamo della variabile di classe,  
        che non richiede la creazione di un oggetto con new*/  
  
        int a = 10; /*variabile locale*/  
    }  
}
```

Una variabile, per essere utilizzata, deve essere prima dichiarata e poi inizializzata. La dichiarazione serve per riservare uno spazio di memoria per la nostra variabile. Ovviamente, quando viene dichiarata, la variabile non ha valore. L'inizializzazione invece è l'operazione che consente di assegnare il valore alla variabile che abbiamo dichiarato. Posso dichiarare una variabile senza inizializzarla, ma non posso inizializzare una variabile se non l'ho dichiarata.

Vediamo un esempio:

```
public class Variabili {  
    public static void main(String[] args) { /*la variabile args è un parametro*/  
        int a = 10; /*variabile locale*/  
        Variabili v; /*dichiarazione*/  
        v = new Variabili();/*inizializzazione*/  
        Variabili v2 = new Variabili();/*dichiarazione e inizializzazione*/  
    }  
}
```

## TIPI DI DATO

Il tipo di dato è un insieme di caratteristiche. Una variabile che ha un determinato tipo di dato, può avere solo valori che soddisfano le caratteristiche del tipo di dato per cui è stata definita. Per esempio, se definisco una variabile di tipo int, tale variabile può contenere solo valori di tipo intero, altrimenti avrò errori già in fasi di compilazione.

In JAVA esistono due tipi di dato:

- i tipi di dato primitivi, che sono 8 (boolean, byte, char, double, float, int, long, short) ed utilizzano una quantità di memoria predefinita. Ogni tipo primitivo ha un valore di default;
- i tipi di riferimento, (classi, interfacce,...) che utilizzano ovviamente una quantità di memoria che varia in funzione del numero di informazioni contenute. Più informazioni ci sono in un tipo di riferimento in una classe, tanto più sarà la memoria richiesta per poter istanziare un oggetto di quel tipo. Ogni variabile di questo tipo viene inizializzata di default con il valore null.

## TIPI DI DATO PRIMITIVI

I tipi di dato primitivi sono 8: boolean, byte, char, double, float, int, long e short.

### BOOLEAN

Il tipo di dato boolean rappresenta i valori vero o falso. Non è specificata quanta memoria utilizza, ma basterebbe comunque un solo bit per specificare true o false. Il valore di default è false.

Generalmente questa variabile boolean si utilizza all'interno dello statement if.

### BYTE

Il tipo di dato byte rappresenta i valori interi che vanno da -128 a 127 (inclusi). Questo tipo di dato utilizza 8 bit di memoria e viene usato generalmente per risparmiare della memoria in array di grandi dimensioni. Nella variabile di tipo byte non sono ammesse le operazioni aritmetiche, quindi somma, sottrazione, moltiplicazione e divisione.

#### Esempio

```
byte a = 100;
byte b = -5;
byte c = (byte) (a+b);
```

```
/* nella console viene stampato 95 */
System.out.println(c);
```

**NOTA:** la variabile **c** contiene il valore in byte della somma tra **a** e **b**.  
**a+b = 95** quindi il valore di **c** è 95.

```
byte d = 100;
byte e = 50;
byte f = (byte) (d+e);
```

```
/* nella console viene stampato -106 */
System.out.println(f);
```

**NOTA:** la variabile **f** contiene il valore in byte della somma tra **d** e **e**.  
**d+e = 150** quindi il valore di **f** è -106.

#### Esempio

```
String str = "frase di esempio";
```

```
/* getBytes() codifica la stringa in una sequenza di byte e li  
salva in un array di byte */
```

```
byte[] strByte = str.getBytes();
```

```
for(int i = 0; i < strByte.length; i++) {
```

```
/* stampiamo il valore in byte di ogni carattere della stringa */  
System.out.print(strByte[i] + " ");
```

```
}
```

**L'output nella console sarà:** 102 114 97 115 101 32  
100 105 32 101 115 101 109 112 105 111

**102** è il valore in byte della lettera **f**

### SHORT

Il tipo di dato short rappresenta valori interi compresi tra -32768 e 32767 (inclusi). Una variabile short occupa 16 bit e, anche in questo caso, non sono ammesse le operazioni aritmetiche.

### INT

Il tipo di dato int rappresenta valori interi compresi tra -2147483648 e 2147483647 (inclusi). È il tipo di dato utilizzato per rappresentare i valori interi. Su questo tipo di variabile è possibile effettuare le operazioni aritmetiche.

### LONG

Il tipo di dato long è come il tipo di dato int, solo che occupa 64 bit. Questo tipo di dato è utilizzato quando si lavora, ovviamente, con numeri di grandi dimensioni e le operazioni aritmetiche sono ammesse anche in questo caso.

## FLOAT

Il tipo di dato float rappresenta i numeri in virgola mobile, cioè numeri reali con precisione singola. Il tipo float utilizza 32 bit e il valore di default 0.0f. Questo tipo di dato è consigliabile non utilizzarlo quando vogliamo ottenere valori precisi, ad esempio quando si lavora con le valute. Quando si lavora su valori precisi esiste la classe java.math.BigDecimal.

## DOUBLE

Il tipo di dato double rappresenta i numeri in virgola mobile, cioè sempre numeri reali, ma con precisione doppia stavolta. I double occupano 64 bit e il valore di default è 0.0d. Quando si lavora con numeri decimali, il consiglio è quello di usare il tipo di dato double rispetto al float.

Vediamo un esempio con float e double:

```
public class FloatDouble {  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        float a = 100.45f; /* oppure float a = (float) 100.45*/  
        float b = -10.30f; /* oppure float b = (float) -10.30*/  
  
        System.out.println("La somma di tipo float e' " + (a + b)); //La somma di tipo  
float e' 90.149994  
  
        double c = 100.45;  
        double d = -10.30;  
  
        System.out.println("La somma di tipo double e' " + (c + d)); //La somma di tipo  
double e' 90.15  
    }  
}
```

## CHAR

Il tipo di dato char rappresenta un carattere Unicode. Unicode è il sistema di codifica che assegna un numero univoco ad ogni carattere utilizzato per la scrittura di testi. Il valore più piccolo è '\u0000' (cioè 0), mentre il valore più grande è '\uffff' (cioè 65535). Il char occupa 16 bit e il valore di default è '\u0000' (cioè 0).



# LA CLASSE STRING

La classe String è la classe fondamentale di JAVA che ci consente di lavorare e manipolare le stringhe.

Una stringa è una sequenza finita di caratteri racchiusa tra virgolette, dove per carattere si intendono lettere, numeri, apici, apostrofi, caratteri speciali e così via.

In JAVA le stringhe sono rappresentate dall'oggetto String, che si trova all'interno del package java.lang. Da fare attenzione sul fatto che JAVA non ha il tipo di dato primitivo string.

Facciamo un esempio:

```
String val1 = "Lorem ipsum...";
```

La classe String ha una particolarità, ossia è una classe immutabile. Essendo tale classe immutabile, non può essere estesa, quindi non possiamo creare una nostra classe che eredita la classe String.

Per ottenere un'istanza della classe String ci sono 4 modi:

- Modo 1 - Stringa con valore  
`String str1 = "Stringa 1";`
- Modo 2 - Stringa con valore nullo  
`String str2;`
- Modo 3 - Stringa con creazione ed inizializzazione dell'oggetto  
`String str3 = new String("Stringa 3");`
- Modo 4 - Stringa creata a partire da un array di char  
`char[] array = {'S', 't', 'r', 'i', 'n', 'g', 'a', ' ', ' ', '3'};`  
`String str4 = new String(array);`

## CONCATENAZIONE

Concatenare due o più stringhe vuol dire unirle tutte in un'unica stringa.

La concatenazione si può fare in due modi:

- con l'operatore + ;
- con il metodo concat() messo a disposizione dalla classe String.

Per esempio:

```
public class Stringhe {  
    public static void main(String[] args) {  
        String val1 = "Lorem ipsum...";  
        String val2 = "test,,,";  
  
        String val3 = val1 + val2;  
        System.out.println(val3); //Lorem ipsum...test,,,  
  
        String val4 = val1.concat(val2);  
        System.out.println(val4); //Lorem ipsum...test,,,  
    }  
}
```

## TRASFORMAZIONE

La trasformazione consente di modificare la stringa in ingresso, cambiando l'aspetto dei suoi caratteri. I metodi messi a disposizione dalla classe String per la trasformazione di una stringa sono `toLowerCase()`, `toUpperCase()` e `trim()`.

Per esempio:

### Esempi: Trasformazione in minuscolo

```
String str1 = " StringA 1 ";  
System.out.println(str1.toLowerCase());
```

*Output: stringa 1*

### Esempi: Trasformazione in maiuscolo

```
String str2 = " StringA 2 ";  
System.out.println(str2.toUpperCase());
```

*Output: STRINGA 2*

### Esempi: Rimozione di spazi iniziali e finali

```
String str3 = " StringA 3 ";  
String str4 = str3.trim();
```

*Il valore di str4 è "StringA 3" (senza spazi iniziali e finali)*

## SOSTITUZIONE

La sostituzione consente di sostituire uno o più caratteri all'interno di una stringa. I metodi messi a disposizione dalla classe String per la sostituzione di caratteri nelle stringhe sono:

- `replace(CharSequence target, CharSequence replacement)`: sostituisce tutto quello che fa parte di `target` con la sequenza di caratteri che troviamo all'interno di `replacement`;
- `replaceAll(String regex, String replacement)`: sostituisce tutte le sottostringhe che corrispondono all'espressione regolare `regex` con la sottostringa `replacement`;
- `replaceFirst(String regex, String replacement)`: sostituisce solo la prima sottostringa che corrisponde all'espressione regolare `regex` con la sottostringa `replacement`.

Per esempio:

```
public class Stringhe {  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        String val5 = "Questo e' il corso Java AVANZATO";  
  
        /* replace */  
        String val6 = val5.replace("a", "!");  
        System.out.println(val6); //Questo e' il corso J!v! AVANZATO  
  
        /* replaceAll */  
        String val7 = val5.replaceAll("[a-n]+", "4");  
        /*tutte le lettere dalla a alla n minuscole sono sostituite dal 4*/  
  
        System.out.println(val7); //Qu4sto 4' 4 4orso J4v4 AVANZATO  
    }  
}
```

```

        /* replaceFirst*/
        String val8 = val5.replaceFirst("[a-n]+", "P");
/*sostituisce con P solo la prima lettera trovata nella stringa tra a e n minuscola*/

        System.out.println(val8); //QuPsto e' il corso Java AVANZATO
    }
}

```

## ESTRAZIONE

L'estrazione consente di estrarre una sottostringa da una stringa. I metodi messi a disposizione dalla classe String per l'estrazione di caratteri dalle stringhe sono:

- `substring(beginIndex)`: specifica solamente l'indice di inizio estrazione;
- `substring(beginIndex, endIndex)`: specifica sia l'indice di inizio che l'indice di fine estrazione.

Per esempio:

```

public class Stringhe {

    public static void main(String[] args) {

        String val5 = "Questo e' il corso Java AVANZATO";

        /*substring*/
        String val9 = val5.substring(5);
        System.out.println(val9); //o e' il corso Java AVANZATO

        String val10 = val5.substring(0, 5);
        System.out.println(val10); //Quest

    }
}

```

## CONFRONTO

Il confronto consente di comparare due stringhe. I metodi messi a disposizione dalla classe String per il confronto di due stringhe sono:

- `equals(Object anObject)`: effettua un confronto tra due stringhe e ritorna true se sono uguali, altrimenti ritorna false. Questo metodo è case sensitive, cioè tiene conto se un carattere è maiuscolo o minuscolo.
- `equalsIgnoreCase(String anotherString)`: svolge lo stesso compito del primo metodo, ma non è case sensitive, cioè non tiene conto se un carattere è maiuscolo e minuscolo.

Per esempio:

```

public class Stringhe {

    public static void main(String[] args) {
        /*equals*/
        String val11 = "Paolo Preite";
        String val12 = "paolo preite";
        System.out.println(val11.equals(val12)); //false
    }
}

```

```

        System.out.println(val11.equalsIgnoreCase(val12));//true
    }
}

```

## ALTRI METODI UTILI PER LE STRINGHE

- `String.valueOf(int i)`: converte il numero intero in ingresso in una stringa. É possibile convertire anche tutti gli altri tipi di dato;
- `split(String regex)`: consente di dividere una stringa in un array di stringhe, secondo l'espressione regolare passata in ingresso;
- `startsWith(String prefix)`: ritorna true se la stringa inizia con il prefisso indicato, altrimenti false;
- `endsWith(String suffix)`: ritorna true se la stringa finisce con il suffisso indicato, altrimenti false;
- `charAt(int index)`: prende in ingresso un indice e ritorna il carattere posizionato su quell'indice

Per esempio:

```

public class Stringhe {
    public static void main(String[] args) {

        /*equals*/
        String val11 = "Paolo Preite";
        String val12 = "paolo preite";
        System.out.println(val11.equals(val12));//false
        System.out.println(val11.equalsIgnoreCase(val12));//true

        /*split*/
        String[] array = val11.split(" ");

        for(int i = 0; i < array.length; i++){
            System.out.println(array[i]);//Paolo
                                           //Preite
        }

        /*startsWith e endsWith*/
        System.out.println(val11.startsWith("Pao")); //true
        System.out.println(val11.endsWith("Pao")); //false

        /*charAt*/
        System.out.println(val11.charAt(3));//L
    }
}

```

## OPERATORI

### OPERATORE PUNTO (.)

L'operatore punto ci consente di accedere alle variabili e metodi di una classe e alle variabili e metodi di un oggetto.

# OPERATORI ARITMETICI

Tra gli operatori aritmetici abbiamo:

- somma con il simbolo + ;
- sottrazione con il simbolo - ;
- moltiplicazione con il simbolo \* ;
- divisione con il simbolo / ;
- modulo con il simbolo %, per calcolare il resto di una divisione tra interi.

Tutti gli operatori aritmetici si possono esprimere direttamente con il loro simbolo, oppure con il simbolo seguito dall'uguale (+, -, \*, /, %). La differenza è che nel primo caso assegniamo il risultato dell'operazione ad una nuova variabile, mentre nel secondo caso assegniamo ad una variabile il valore che già possiede, modificato però dall'operazione e il numero che seguono nell'istruzione.

Per esempio:

```
public class OperatoriAritmetici {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        int a = 10;  
        int b = 20;  
  
        int c = a + b;  
  
        System.out.println(c); //30  
        System.out.println(a += b); //30  
    }  
}
```

Consideriamo che il tipo di dato ritornato dalle operazioni varia in funzione del tipo di dati degli operandi.

# OPERATORI LOGICI

Gli operatori logici sono utilizzati per confrontare due elementi e ritornano come risultato due valori:

- vero (o true);
- falso (o false);

Gli operatori logici sono:

- AND (A && B): restituisce true se e solo se A e B sono vere entrambe, altrimenti false;
- OR (A || B): restituisce true se e solo se almeno uno tra A o B è vero, altrimenti false;
- NOT (!A): se A è true, il NOT restituisce false e viceversa.

# OPERATORI RELAZIONALI O DI CONFRONTO

Gli operatori relazionali confrontano due operandi, ritornando come risultato due valori:

- vero (o true);
- falso (o false);

Gli operatori relazionali sono:

- Maggiore di (  $A > B$  )
- Maggiore o uguale di (  $A \geq B$  )
- Minore di (  $A < B$  )
- Minore o uguale di (  $A \leq B$  )
- Uguale a (  $A == B$  )
- Diverso da (  $A != B$  )

Per ciascun operatore abbiamo true se il confronto risulta effettivamente essere veritiero, altrimenti false.

# CASTING

Il casting è l'operazione che consente il passaggio di una variabile da un tipo di dato ad un altro. Questo vuol dire che posso convertire una variabile di un determinato tipo in una variabile di un altro tipo.

Il cast può essere:

- implicito, quando non abbiamo una dichiarazione esplicita;
- esplicito, quando la dichiarazione del casting viene proprio esplicitata attraverso il nostro codice.

Il cast esplicito si scrive attraverso la dichiarazione del nuovo tipo tra parentesi tonde, accanto alla variabile. Per esempio, `(int) myvar` converte il valore della variabile `my var` di tipo `long` in un `int`.

# METODI

I metodi sono dei blocchi di codice che possono essere riutilizzati all'interno del nostro software. Essi vengono utilizzati per rappresentare il comportamento di classi e oggetti.

Per esempio, immaginiamo di avere una classe `Persona`, un metodo che rappresenta un'azione potrebbe essere `cammina()`, oppure il metodo `mangia()` e così via. Questi metodi effettuano al loro interno delle operazioni che simulano l'essere umano che cammina, o che mangia.

I metodi sono importanti perché, se abbiamo più volte bisogno di un blocco di istruzioni durante l'implementazione di un software, ci evitano di riscrivere sempre la stessa porzione di codice. Basterà, quindi, invocare il metodo di cui abbiamo bisogno, passando gli eventuali parametri in ingresso.

Un metodo si definisce nel seguente modo:

```
[modificatore di accesso] [altri modificatori] TipoRitornato nomeMetodo(parametri) [throws Eccezioni] {  
    // blocco di codice appartenente al metodo  
    return variabile;  
}
```

- [modificatore di accesso] = uno a scelta tra `private`, `protected`, `public`, `default`
- [altri modificatori] = `static final` (è possibile che siano presenti anche tutti e due)
- TipoRitornato = `void` se il metodo non ritorna niente (in questo caso lo statement `return` non va inserito), tipo primitivo o classe in base al valore ritornato
- nomeMetodo = nome del metodo scelto
- parametri = lista dei parametri ammessi in ingresso: `Tipo1 param1,..., Tipo N paramN`. È possibile anche definire metodi che non accettano parametri in ingresso
- throws = lista delle classi delegate alla gestione delle eccezioni in caso di errore `ClasseEccezione1, ..., ClasseEccezioneN`

## PARAMETRI

I parametri in ingresso di un metodo possono essere di vario tipo e possono essere utilizzati all'interno del metodo.

```
public String getUserInfo(String nome, String cognome, int anni) {  
    return nome + " " + cognome + ", età: " + anni;  
}
```

Le variabili nome, cognome e anni possono essere utilizzate nel corpo del metodo (la parte tra parentesi graffe).

## SIGNATURE

La firma o signature del metodo è data dalla coppia nome e parametri. Il nome da solo non dice niente.

Possiamo creare più metodi che hanno lo stesso nome, purché i parametri siano diversi.

## OVERLOADING DEI METODI

L'overloading dei metodi è una caratteristica di JAVA, che consente di definire più volte il metodo in una classe, ovviamente utilizzando diversi parametri.

## VARARGS

Dalla versione 1.5 di JAVA, esiste un meccanismo che si chiama varargs, che consente di definire dei metodi che hanno dei parametri formali indefiniti. Ciò vuol dire che, definendo un varargs, posso passare da 0 a n parametri.

Il varargs si definisce utilizzando il modificatore ... (3 punti).

Vediamo un esempio:

```
public class Varargs {  
    public String concatena(String... vars){  
        String out = "";  
  
        for(int i = 0; i < vars.length; i++){  
            out += vars[i];  
        }  
        return out;  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        Varargs a = new Varargs();  
        String d = a.concatena("Paolo", "Preite", "Corso", "Java");  
  
        System.out.println(d);//PaoloPreiteCorsoJava  
    }  
}
```



Per la JVM, definire un varargs equivale a definire un array, quindi posso iterare il varargs come se fosse un'array a tutti gli effetti.

## MODIFICATORE DI ACCESSO AI METODI

I modificatori di accesso sono 4:

- **public**: il metodo è visibile a tutte le classi;
- **private**: il metodo è visibile solo alla classe che lo definisce;
- **protected**: il metodo è visibile solo alla classi che si trovano all'interno dello stesso package e dalle classi che estendono la classe che contiene il metodo;
- **default**: il metodo è visibile solo alle classi che si trovano nello stesso package nella classe in cui è stato definito il metodo.

Altri modificatori:

- **final**: utilizzato per rendere un metodo non ridefinibile (o non modificabile). Quindi, ciò non permette di fare l'override di questo metodo
- **static**: utilizzato per definire metodi associati ad una classe, ma non ad un'istanza. Questo vuol dire che i metodi statici non possono interagire con le variabili d'istanza, ma solamente con quelle statiche.

Invocazione di un metodo statico: `NomeClasse.nomeMetodo(...)`

Invocazione di un metodo non statico: `nomeIstanza.nomeMetodo(...)`

Quindi, i metodi non statici sono associati ad ogni istanza di una classe, per cui il contesto di esecuzione è l'istanza stessa. I metodi non statici possono accedere alle variabili e ai metodi statici, ma il contrario non vale.

# I MODIFICATORI (PIÙ IN GENERALE)

Il modificatore è una parola riservata al linguaggio JAVA.

Un modificatore va scritto prima della dichiarazione del componente, quindi prima di una classe, o prima di un metodo, o prima di una variabile. Ovviamente è possibile utilizzare anche più modificatori, oltre a quelli di accesso, senza un ordine preciso.

## MODIFICATORI DI ACCESSO

I modificatori di accesso, abbiamo visto, sono in grado di cambiare la visibilità e l'accesso ad un componente (classe, metodo, variabile).

Abbiamo visto anche che i modificatori di accesso sono 4:

- **public**: può essere utilizzato sia sulle classi, sia sui metodi e sia sulle variabili d'istanza (cioè le variabili definite all'interno di una classe, ma fuori dai metodi della classe stessa);
  - le classi **public** sono visibili da qualsiasi classe situata in qualsiasi package;
  - i metodi o le variabili di istanza **public** sono visibili da qualsiasi classe, in qualsiasi package;
- **protected**: può essere utilizzato sia sui metodi, sia sulle variabili d'istanza, ma non sulle classi, ed è leggermente più restrittivo del modificatore **public**;
  - un metodo o una variabile d'istanza **protected** è visibile da qualsiasi classe definita nello stesso package, o da tutte le classi che la ereditano, anche se si trovano in package diversi;
- **default** (o senza modificatore): può essere utilizzato sia sulle classi, sia sui metodi e sia sulle variabili d'istanza;
  - una classe definita senza modificatore è visibile solo dalle classi appartenenti dallo stesso package;
  - i metodi e le variabili d'istanza senza modificatore sono visibili solo alle classi che appartengono allo stesso package della classe che li definisce;
- **private**: può essere utilizzato sia sui metodi, sia sulle variabili d'istanza, ma non sulle classi, ed è il modificatore più restrittivo in assoluto;
  - un metodo o una variabile **private** è visibile solo all'interno della classe in è stato definito.

	Ovunque	Stessa classe	Stesso package	Classe derivata
<b>public</b>	SI	SI	SI	SI
<b>protected</b>	NO	SI	SI	SI
<b>default</b>	NO	SI	SI	NO
<b>private</b>	NO	SI	NO	NO

Per esempio:



#### Persona.java

```
package modificatori1;

public class Persona {
    private int id;
    private String nome;
    private String cognome;

    public void cammina() {
        /*...*/
    }

    protected void mangia() {
        /*...*/
    }

    void dormi(){
        /*...*/
    }

    private void bevi(){
        /*...*/
    }
}
```

#### MainPersonaModificatori1.java

```
package modificatori1;

public class MainPersonaModificatori1 {

    public static void main(String[] args) {
        Persona p = new Persona();

        p.cammina();
        p.dormi();
        p.bevi(); //bevi() has private access in modificatori1.Persona
        p.mangia();
    }
}
```

### MainPersonaModificatori2.java

```
package modificatori2;

import modificatori1.Persona;

public class MainPersonaModificatori2 {

    public static void main(String[] args) {
        Persona p = new Persona();

        p.cammina();
        p.dormi(); //dormi() is not public in modificatori1.Persona;
        p.bevi(); //bevi() has private access in modificatori1.Persona
        p.mangia(); //mangia() has protected access in modificatori1.Persona
    }
}
```

### Persona2.java

```
package modificatori2;

import modificatori1.Persona;

public class Persona2 extends Persona {
    @Override
    public void cammina() {
        super.cammina();
    }

    @Override
    protected void mangia() {
        super.mangia();
    }
}
```

## ALTRI MODIFICATORI: FINAL E STATIC

Altri modificatori:

- **final**: può essere utilizzato sia sulle classi, sia sui metodi e sia sulle variabili. Questo modificatore indica che il componente non può essere modificato;
  - una classe final non può essere estesa;
  - non si può fare l'override di un metodo final;
  - un attributo final è una costante, cioè il suo valore non cambia mai. Per convenzione, tutte le variabili final hanno il nome in maiuscolo;
- **static**: può essere utilizzato sia sui metodi, sia sulle variabili, ma non sulle classi. Gli elementi static sono caricati in memoria insieme alla classe, ed appartengono alla classe e non all'oggetto;
  - un elemento static può essere usato anche se non esiste nessuna istanza;
  - un metodo static non può accedere ad elementi non static, poiché questi potrebbero non esistere in memoria

# SINTASSI

## CLASSI E INTERFACCE

La prima riga dei file contenenti le classi e le interfacce deve avere la definizione del package. Possiamo creare classi ed interfacce senza specificare il package, quindi utilizzando il package di default, però questa operazione è altamente sconsigliata.

### SI

```
package it.corsi.java;  
public class NomeClasse {  
    ...  
}
```

### NO (SCONSIGLIATO IL DEFAULT)

```
public class NomeClasse {  
    ...  
}
```

Prima del nome dell'elemento, è necessario specificare la sua visibilità e il tipo.

### SI

```
package it.corsi.java;  
public interface NomeInterfaccia {  
    ...  
}
```

### NO (SCONSIGLIATO IL DEFAULT)

```
package it.corsi.java;  
NomeInterfaccia {  
    ...  
}
```

Dopo il nome dell'elemento, è possibile inserire altri elementi (ad esempio implements o extends)

### SI

```
package it.corsi.java;  
public class NomeClasse extends ClasseA {  
    ...  
}
```

### NO

```
package it.corsi.java;  
public class NomeClasse extends {  
    ...  
}
```

Il contenuto della classe e dell'interfaccia è racchiuso tra parentesi graffe {}

### SI

```
package it.corsi.java;  
public class NomeClasse {  
    private int id;  
}
```

### NO

```
package it.corsi.java;  
public class NomeClasse  
    private int id;
```

Una classe può contenere sia variabili, sia metodi. Se la classe è astratta, possiamo inserire all'interno della classe anche solo la definizione del metodo, senza l'implementazione.

```
package it.corsi.java;

public class NomeClasse {
    private String varA;

    public String getVarA() {
        return this.varA;
    }
}
```

Un'interfaccia può contenere variabili e solo le definizioni dei metodi, non le implementazioni.

### SI

```
package it.corsi.java;

public interface NomeInterfaccia {
    public String getUser();
}
```

### NO

```
package it.corsi.java;

public interface NomeInterfaccia {
    public String getUser() {
        ...
    }
}
```

## METODI E VARIABILI

Prima del nome del metodo è necessario inserire la visibilità. Se non inseriamo la visibilità, viene considerata quella di default. È comunque sconsigliato usare quella di default, ma è meglio utilizzare sempre una visibilità che sia chiara.

Subito dopo la visibilità, è necessario specificare il tipo di dato ritornato. Se il metodo non ritorna niente, al posto del tipo di dato ritornato bisogna scrivere void.

### SI

```
package it.corsi.java;

public class NomeClasse {

    public String calcolaCodiceFiscale(...) {
        ....
    }

    void stampaSomma() {
        ....
    }
}
```

### NO

```
package it.corsi.java;

public class NomeClasse {

    calcolaCodiceFiscale(...) {
        ....
    }

    private stampaSomma() {
        ....
    }
}
```

Dopo il nome del metodo, è necessario specificare eventuali argomenti in input, racchiusi tra parentesi tonde (). Se un metodo ovviamente non ha parametri in ingresso, avremo semplicemente le parentesi tonde. Tutte le istruzioni che vengono eseguite all'interno di un metodo, sono racchiuse tra parentesi graffe {}.

#### SI

```
package it.corsi.java;

public class NomeClasse {
    public int calcolaSomma(int a, int b) {
        return a+b;
    }

    void stampaSomma() {
        System.out.println(calcolaSomma(3,4));
    }
}
```

#### NO

```
package it.corsi.java;

public class NomeClasse {
    public int calcolaSomma(a, b) {
        return a+b;
    }

    void stampaSomma()
        System.out.println(calcolaSomma(3,4));
}
```

Un metodo può contenere al suo interno variabili ed una serie di istruzioni che consentono di eseguire un'operazione. Se le variabili sono variabili di classe o di istanza, quindi dichiarate al di fuori del metodo, bisogna definire la visibilità. In tutti i casi bisogna definire il tipo di dato che rappresenta questa variabile. La visibilità non deve essere inserita se le variabili sono variabili locali, quindi definite all'interno di metodi.

#### SI

```
package it.corsi.java;

public class NomeClasse {
    private int id;
    String nome;

    public int calcolaSomma(int a, int b) {
        return a+b;
    }

    void stampaSomma() {
        String out = calcolaSomma(3,4);
        System.out.println(out);
    }
}
```

#### NO

```
package it.corsi.java;

public class NomeClasse {
    private id;
    nome;

    public int calcolaSomma(int a, b) {
        return a+b;
    }

    void stampaSomma() {
        private String out = calcolaSomma(3,4);
        System.out.println(out);
    }
}
```



# PACKAGE

Il package è uno strumento messo a disposizione da JAVA per raggruppare ed organizzare i vari elementi (classi, interfacce, enumeration, classi astratte e così via) all'interno del nostro software.

L'obiettivo principale del package è semplificare la lettura del codice sorgente e l'accesso a tali elementi, evitando eventuali situazioni di concorrenza tra classi.

JAVA stesso organizza i suoi elementi in package, in base alla loro funzione. Per esempio:

Esempi:

- **java.lang:** contiene le classi principali del linguaggio (Object, Class, System, String, StringBuffer,...)
- **java.util:** contiene le classi di utilità generica (Date, List, ArrayList, ...)
- **java.io:** contiene le classi per la gestione di input ed output (File, InputStream, OutputStream, FileInputStream, FileOutputStream)

Quando sviluppiamo un software, ovviamente anche noi dobbiamo creare i package in maniera tale da organizzare al meglio le nostre classi e i nostri elementi in generale.

La naming convention per i package prevede che essi siano scritti solo con lettere minuscole. Il package dovrebbe iniziare con l'estensione dei domini com, edu, gov, mil, net, org, oppure con le due lettere che identificano una nazione.

Ovviamente, avere package strutturati ci consente di gestire al meglio le nostre classi. Per esempio:

Esempio di organizzazione di package per una web application Java:

**it.corsi.java.forms**

conterrà classi di tipo "Form"

**it.corsi.java.bean**

conterrà classi di tipo "JavaBean"

**it.corsi.java.actions**

conterrà classi di tipo "Action"

## COMANDO IMPORT

Import è una parola riservata a JAVA che consente di importare delle librerie esterne, anche librerie che non fanno parte del nostro package, permettendoci di utilizzarle nelle nostre classi.

Se vogliamo utilizzare una classe esterna al nostro progetto, innanzitutto dobbiamo specificare dove si trova il jar della libreria esterna che contiene le classi che vogliamo utilizzare, se la libreria non è disponibile tra quelle fornite da JAVA. Poi dobbiamo effettuare l'import, quindi importare le classi o il package (se vogliamo utilizzare più classi che si trovano all'interno dello stesso package).

Quindi, la dichiarazione di import ci consente di utilizzare le classi che sono presenti all'interno del package che stiamo importando.

L'import si effettua subito dopo la dichiarazione del package, prima della definizione della classe.

# NAMING E CODE CONVENTION

Le naming e code convention sono delle indicazioni di tipo sintattico che consentono di rendere i sorgenti di un software facilmente leggibili anche da chi non l'ha scritto.

Non si tratta di regole obbligatorie, ma sono altamente consigliate.

Per quanto riguarda le naming e code convention dei package, li abbiamo visti nel paragrafo precedente.

## NAMING E CODE CONVENTION PER LE CLASSI

Il nome della classe deve essere un sostantivo e deve iniziare con la lettera maiuscola.

Se il nome della classe contiene più sostantivi, ciascun sostantivo deve avere la prima lettera maiuscola.

È ammesso utilizzare classi che hanno tutte lettere maiuscole solamente per acronimi o abbreviazioni, come URL, HTML e così via.

Per le interfacce valgono le stesse regole delle classi.

## NAMING E CODE CONVENTION PER LE VARIABILI

Il nome di una variabile deve indicare cosa rappresenta la variabile e deve iniziare con la lettera minuscola.

Se la variabile è composta da più parole, dalla seconda parola la prima lettera deve essere maiuscola.

È ammesso utilizzare nomi di variabili tutto in maiuscolo solo per le variabili di tipo costanti, che hanno il modificatore `final`. Se il nome di una variabile usata come costante è composta da più parole, si devono separare con il simbolo di underscore `"_"`.

Le variabili non devono mai iniziare con i simboli underscore `"_"` o dollaro `"$"`.

Le singole lettere `"i"`, `"j"`, `"k"`... devono essere utilizzate solo come variabili temporanee (ad esempio in un ciclo `for`).

## NAMING CONVENTION PER I METODI

I metodi devono essere verbi, oppure devono iniziare con un verbo.

Tutti i metodi devono iniziare con la lettera minuscola.

In caso di nome composto da più parole, anche qui a partire dalla seconda parola la prima lettera deve essere maiuscola.

# COMANDI CONDIZIONALI

I comandi condizionali sono delle espressioni che consentono di eseguire una porzione di codice, se si verifica una determinata condizione che specifichiamo. Sostanzialmente funzionano in questo modo:

SE si verifica la condizione1  
    esegui queste istruzioni  
ALTRIMENTI SE si verifica la condizione2  
    esegui queste istruzioni  
...  
ALTRIMENTI  
    esegui queste istruzioni perché nessuna delle precedenti è soddisfatta

In JAVA abbiamo due tipi di comandi condizionali:

- if - else
- switch – case

## IF – ELSE

Il comando if – else consente di eseguire una porzione di codice, solo se si verifica una condizione.

La sintassi è la seguente:

```
if(condizione_1) {  
    /* esegui queste istruzioni e non eseguire le successive */  
} else if(condizione_2) {  
    /* esegui queste istruzioni e non eseguire le successive */  
} else {  
    /* esegui queste istruzioni perché nessuna delle precedenti condizioni era vera */  
}
```

I comandi “else” ed “else if” non sono obbligatori.

Tutte le condizioni devono essere ovviamente di tipo boolean, quindi devono restituire o “true” o “false”.

Le parentesi graffe nell’if – else non sono obbligatorie, ma è caldamente consigliato di usarle sempre.

Vediamo un esempio:

```
public class IfElse {  
  
    public int recuperaIlMaggiore(int num1, int num2, int num3){  
        int maggiore = 0;  
  
        if(num1 > num2 && num1 > num3){  
            maggiore = num1;  
        }else if(num2 > num1 && num2 > num3){  
            maggiore = num2;  
        }else{  
            maggiore = num3;  
        }  
  
        return maggiore;  
    }  
}
```

```

public static void main(String[] args) {
    IfElse ie = new IfElse();
    int maggiore = ie.recuperaIlMaggiore(5, 3, 2);
    System.out.println(maggiore); //5
}
}

```

## SWITCH – CASE

Il comando switch -case è sempre un tipo di comando condizionale, che consente di eseguire una porzione di codice, anche qui, solo se si verifica una determinata condizione.

La sintassi è la seguente:

```

switch(parametro) {
    case valore_1:
        /* ...istruzioni... */
    case valore_2:
        /* ...istruzioni... */
    default:
        /* ...istruzioni... */
}

```

**Logica di funzionamento:** vengono eseguite le istruzioni a partire dal case che ha lo stesso valore di parametro.

*Es. se parametro = valore\_2 lo switch eseguirà tutte le istruzioni del case valore\_2 e del case default*

Il parametro passato in ingresso, a partire da JAVA 1.7, può essere anche String.

Uno switch si può interrompere attraverso il comando break.

Vediamo un esempio:

```

public class SwitchCase {

    public String switchSenzaBreak(int codice){
        String testo = null;

        switch (codice){
            case 1:
                testo = "codice 1";

            case 2:
                testo = "codice 2";
            case 3:
                testo = "codice 3";
        }
        return testo;
    }

    public String switchConBreak(int codice){
        String testo = null;

        switch (codice){
            case 1:
                testo = "codice 1";
                break;

            case 2:
                testo = "codice 2";
                break;
            case 3:
                testo = "codice 3";
        }
    }
}

```

```

        break;
    }
    return testo;
}

public static void main(String[] args) {

    SwitchCase sc = new SwitchCase();
    String testoDaSwitchSenzaBreak = sc.switchSenzaBreak(1);
    String testoDaSwitchConBreak = sc.switchConBreak(1);
    System.out.println(testoDaSwitchSenzaBreak);//codice 3
    System.out.println(testoDaSwitchConBreak);//codice 1

}
}

```

## COMANDO RETURN

Questo comando è fondamentale perché, quando definiamo un metodo, consente di impostare il valore che vogliamo ritornare all'interno del metodo.

Il comando return può essere utilizzato solo se un metodo ha un parametro di ritorno specificato, quindi non può essere void. Tale comando può essere utilizzato anche più volte all'interno dello stesso metodo. Per esempio:

```

public class Return {

    public int recuperaIlMaggiore(int num1, int num2, int num3){
        if(num1 > num2 && num1 > num3){
            return num1;
        }else if(num2 > num1 && num2 > num3){
            return num2;
        }else{
            return num3;
        }
    }

    public String recuperaCodice(int codice){
        switch (codice){
            case 1:
                return "codice 1";
            case 2:
                return "codice 2";
            case 3:
                return "codice 3";
        }
        return "";
    }

    public static void main(String[] args) {
        Return r = new Return();
        int maggiore = r.recuperaIlMaggiore(5, 3, 2);
        String testo = r.recuperaCodice(1);
        System.out.println(maggiore);//5
        System.out.println(testo);//codice 1
    }
}

```

# CICLI

I cicli consentono di eseguire ripetutamente un blocco di codice.

I cicli in JAVA sono 3:

- while
- do – while
- for

In tutte e 3 i cicli, le istruzioni sono racchiuse tra parentesi graffe {}. È possibile creare anche dei cicli senza inserire le parentesi graffe, però è caldamente consigliato utilizzarle sempre per semplificare la lettura del codice e per evitare eventuali bug applicativi inattesi.

## WHILE

Il comando while esegue un blocco di codice finché non viene verificata la condizione specificata all'inizio del blocco di codice. La sintassi è la seguente:

```
while(condizione) {  
    /* esegui queste istruzioni finché non si verifica la "condizione" */  
}
```

Da fare attenzione al fatto che, se la condizione del while è sempre vera, una volta che il software entra all'interno del while, andrà in loop infinito e non terminerà mai.

## DO – WHILE

Il comando do – while è simile al comando while, solo che nel do – while la condizione viene verificata alla fine del blocco di codice e non all'inizio.

Nel do – while l'esecuzione del blocco di codice viene effettuata almeno una volta, anche se la condizione è falsa. Anche in questo caso è importante che la condizione diventi falsa, altrimenti il ciclo andrà in loop infinito. La sintassi è la seguente:

```
do {  
    /* esegui queste istruzioni finché non si verifica la "condizione" */  
} while(condizione);
```

## FOR

Il comando for esegue un blocco di codice finché non viene verificata la condizione specificata. La sintassi è la seguente:

```
for(inizializzazione; condizione; incremento) {  
    /* esegui queste istruzioni finché si verifica la "condizione" */  
}
```

- l'inizializzazione è un'espressione che contiene la definizione e l'inizializzazione di una variabile. Consente di definire una variabile che utilizziamo come contatore;
- la condizione è l'espressione che viene verificata;
- l'incremento è un'espressione che consente di aumentare o diminuire la variabile (che abbiamo definito in fase di inizializzazione) ad ogni iterazione.

Anche qui posso creare un loop infinito, se non specifico alcun parametro.

## ESEMPIO DI TUTTI E 3 I CICLI

Per esempio:

```
public class ForWhileDoWhile {

    public void iteraConWhile(int contatore, int estremo){
        while(contatore < estremo){
            System.out.println("contatore vale" + contatore);
            contatore++;
        }

        System.out.println("sono uscito dal ciclo while\n");
    }

    public void iteraConDoWhile(int contatore, int estremo){
        do{
            System.out.println("contatore vale" + contatore);
            contatore++;
        }while(contatore < estremo);

        System.out.println("sono uscito dal ciclo do-while\n");
    }

    public void iteraConFor(int contatore){
        for(int i = 0; i < contatore; i++){
            System.out.println(i);
        }

        System.out.println("sono uscito dal ciclo for\n");
    }

    public static void main(String[] args) {
        ForWhileDoWhile fwdw = new ForWhileDoWhile();
        fwdw.iteraConWhile(0,5);
        fwdw.iteraConWhile(5,5);
        fwdw.iteraConDoWhile(0,5);
        fwdw.iteraConDoWhile(5,5);
        fwdw.iteraConFor(5);
    }
}
```

L'output di tale codice è il seguente:

```
contatore vale0  
contatore vale1  
contatore vale2  
contatore vale3  
contatore vale4  
sono uscito dal ciclo while
```

```
sono uscito dal ciclo while
```

```
contatore vale0  
contatore vale1  
contatore vale2  
contatore vale3  
contatore vale4  
sono uscito dal ciclo do-while
```

```
contatore vale5  
sono uscito dal ciclo do-while
```

```
0  
1  
2  
3  
4  
sono uscito dal ciclo for
```

## COMANDI DI INTERRUZIONE DI CICLO

I comandi di interruzione di ciclo sono delle parole riservate a JAVA, che ci consentono di interrompere i cicli. I comandi di interruzione di ciclo sono 2:

- `break;`
- `continue.`

### BREAK

Il comando `break` è utilizzato per terminare l'esecuzione di un blocco di codice in un ciclo o uno `switch`. Quando il nostro software, durante l'esecuzione, incontra l'istruzione `break`, esce da un' iterazione e la interrompe, non eseguendo neanche le successive.

### CONTINUE

Il comando `continue` è utilizzato per terminare l'iterazione corrente, dicendo al software di proseguire con l'iterazione successiva.



## ESEMPIO CON BREAK E CONTINUE

```
public class BreakContinue {  
  
    public void Break(int interruttore, int estremo){  
  
        for(int i = 0; i < estremo; i++){  
            if(i == interruttore){  
                System.out.println("i == interruttore!!!");  
                break;  
            }  
            System.out.println("Iterazione numero " + i);  
        }  
  
        System.out.println("ciclo con break\n");  
    }  
  
    public void Continue(int interruttore, int estremo){  
  
        for(int i = 0; i < estremo; i++){  
            if(i == interruttore){  
                System.out.println("i == interruttore!!!");  
                continue;  
            }  
            System.out.println("Iterazione numero " + i);  
        }  
  
        System.out.println("ciclo con continue\n");  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        BreakContinue bc = new BreakContinue();  
        bc.Break(5, 10);  
        bc.Continue(5,10);  
    }  
}
```

L'output di tale codice è il seguente:

```
Iterazione numero 0  
Iterazione numero 1  
Iterazione numero 2  
Iterazione numero 3  
Iterazione numero 4  
i == interruttore!!!  
ciclo con break
```

```
Iterazione numero 0  
Iterazione numero 1  
Iterazione numero 2  
Iterazione numero 3  
Iterazione numero 4  
i == interruttore!!!  
Iterazione numero 6  
Iterazione numero 7  
Iterazione numero 8  
Iterazione numero 9  
ciclo con continue
```

# PROGRAMMAZIONE ORIENTATA AGLI OGGETTI

La programmazione orientata agli oggetti è un approccio alla programmazione nato tra la seconda metà degli anni 50 e l'inizio degli anni 60.

La caratteristica fondamentale di questo paradigma è che consente di rappresentare un problema, o delle entità reali, attraverso oggetti software e consente di stabilire delle relazioni che intercorrono tra queste entità reali.

Nella programmazione funzionale, lo sviluppo di un programma è basato su variabili e funzioni (o metodi). Nella programmazione a oggetti, invece, lo sviluppo è basato su entità chiamate classi che contengono al loro interno variabili (attributi della classe) e funzioni (metodi che definiscono il comportamento).

Per esempio, pensando ad uno smartphone, nella programmazione funzionale avremmo una serie di array che rappresentano ogni singolo componente, intersecati tra di loro attraverso delle funzioni. Invece, nella programmazione a oggetti avremmo una serie di classi che rappresentano ogni singolo componente, al cui interno mettere variabili e funzioni.

Tra i vantaggi della programmazione orientata agli oggetti abbiamo:

- il supporto alla modellazione software di oggetti del mondo reale e del mondo astratto da riprodurre;
- una migliore gestione e manutenzione dei software di grandi dimensioni;
- favorisce lo sviluppo modulare di software ed il riuso del codice.

I concetti base della programmazione orientata agli oggetti sono:

- classe, che rappresenta un tipo di dato;
- attributo, che rappresenta la proprietà di una classe ed è definita attraverso la variabile;
- metodo, che rappresenta l'azione che una classe può eseguire;
- oggetto o istanza, che è la rappresentazione fisica di una classe.

Vediamo un esempio pratico, modellando la classe smartphone:

Smartphone.java

```
public class Smartphone {  
  
    private String serialNumber;  
    private String imei;  
    private String marca;  
    private String modello;  
    private Display schermo;  
  
    public String getSerialNumber() {  
        return serialNumber;  
    }  
  
    public void setSerialNumber(String serialNumber) {  
        this.serialNumber = serialNumber;  
    }  
}
```

```

    public String getImei() {
        return imei;
    }

    public void setImei(String imei) {
        this.imei = imei;
    }

    public String getMarca() {
        return marca;
    }

    public void setMarca(String marca) {
        this.marca = marca;
    }

    public String getModello() {
        return modello;
    }

    public void setModello(String modello) {
        this.modello = modello;
    }
}

```

#### Display.java

```

public class Display {

    private String marca;
    private String modello;
    private String risoluzione;

    public String getMarca() {
        return marca;
    }

    public void setMarca(String marca) {
        this.marca = marca;
    }

    public String getModello() {
        return modello;
    }

    public void setModello(String modello) {
        this.modello = modello;
    }

    public String getRisoluzione() {
        return risoluzione;
    }

    public void setRisoluzione(String risoluzione) {
        this.risoluzione = risoluzione;
    }
}

```

## MainSmartphone.java

```
public class MainSmartphone {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        Smartphone sm1 = new Smartphone();  
        sm1.setImei("123123");  
        sm1.setMarca("Apple");  
        sm1.setModello("iPhone 7");  
  
        Smartphone sm2 = new Smartphone();  
        sm2.setImei("6576575");  
        sm2.setMarca("Samsung");  
        sm1.setModello("Note7");  
    }  
}
```

## INCAPSULAMENTO (parte 1)

L'incapsulamento è una tecnica che consente di nascondere il funzionamento interno di una porzione di programma, quindi permette di dichiarare cosa si fa, ma non come. Per la programmazione a oggetti, l'incapsulamento si traduce nel fatto di nascondere gli attributi, quindi rendere gli attributi visibili solo all'interno della classe con la keyword private e consentire l'accesso agli attributi attraverso dei metodi getter e setter con visibilità public.

L'incapsulamento si basa sul principio dell'information hiding, cioè sapere cosa fa una classe, ma non come lo fa. Detto ciò, possiamo inserire all'interno dei metodi getter e setter delle operazioni che non vogliamo far vedere all'utente. Vediamo un esempio con i metodi getter e setter di imei della classe Smartphone:

```
public String getImei() {  
    String tmp = imei.concat("---");  
    return tmp;  
}  
  
public void setImei(String imeitmp) {  
    if(imeitmp.length() < 20){  
        imeitmp.concat("sos94");  
    }  
  
    this.imei = imeitmp;  
}
```

Le modifiche all'interno dei getter e setter vengono considerate solo se la variabile a cui si riferiscono è di tipo private, altrimenti vengono ignorate dal compilatore.

## EREDITARIETÀ (parte 1)

L'ereditarietà è una tecnica che consente di estendere delle caratteristiche di una classe ad un'altra classe.

Una classe che eredita da un'altra classe ha le seguenti peculiarità:

- mantiene metodi ed attributi della classe da cui deriva;
- può definire i propri metodi o attributi;
- può ridefinire il codice di alcuni dei metodi ereditati mediante un meccanismo chiamato overriding.

Esempio	Ereditata da Prodotto	Ereditata da Prodotto
<div>Prodotto</div> <p><i>Attributi</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- id</li><li>- nome</li><li>- descrizione</li><li>..</li></ul> <p><i>Metodi</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- List getStores()</li><li>...</li></ul>	<div>Smartphone</div> <p><i>Stessi attributi di Prodotto ed inoltre</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- dimensioni</li><li>- memoria</li><li>- processore</li><li>..</li></ul> <p><i>Stessi metodi di Prodotto e possibilità di crearne di nuovi...</i></p>	<div>Libro</div> <p><i>Stessi attributi di Prodotto ed inoltre</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- numeroPagine</li><li>- autore</li><li>- editore</li><li>..</li></ul> <p><i>Stessi metodi di Prodotto e possibilità di crearne di nuovi...</i></p>

## POLIMORFISMO (parte 1)

Il polimorfismo è una tecnica che consente di sovrascrivere delle caratteristiche o azioni di un metodo. È una caratteristica strettamente legata all'ereditarietà, quindi se una classe eredita un'altra classe, la nuova classe potrà ridefinire le azioni che effettua la classe madre.

Il polimorfismo si effettua con l'overriding e consiste nel realizzare in ciascuna classe figlia un'implementazione del metodo della classe madre.

Esempio	Ereditata da Prodotto	Ereditata da Prodotto
<div>Prodotto</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- List getStores()</li></ul>	<div>Smartphone</div> <p>Sovrascrivo il metodo <b>getStores()</b> recuperando la lista dei negozi dov'è possibile acquistare il libro da una tabella dei negozi di ecommerce</p>	<div>Libro</div> <p>Sovrascrivo il metodo <b>getStores()</b> recuperando la lista dei negozi dov'è possibile acquistare il libro da una tabella dei negozi fisici</p>

## CONSEGUENZE A LIVELLO HARDWARE DOPO AVER ISTANZIATO UNA CLASSE

Nel nostro dispositivo, ovviamente, abbiamo il processore che effettua i calcoli, l'hard disk su cui vengono salvate le informazioni e la RAM.

Nel caso specifico della programmazione a oggetti, ogni istanza di una classe viene associata ad una particolare area della memoria.

Creare un'istanza, quindi, vuol dire riservare una porzione di memoria, o allocare memoria.

Se la classe viene inizializzata, la porzione viene anche riempita con i valori passati in fase di inizializzazione

JAVA consente di inizializzare automaticamente un oggetto attraverso dei metodi chiamati costruttori. Il costruttore consente di creare un'istanza di una classe.

Quando un oggetto non viene più utilizzato, la memoria occupata da quell'oggetto si può eliminare attraverso un metodo chiamato distruttore.

JAVA non consente di eliminare gli oggetti dalla memoria, ma ha un meccanismo, chiamato garbage collector, che in automatico libera la memoria quando gli oggetti non sono più utilizzati.

### Esempio

```
private String produttore;
```

```
produttore = new String("Utilizzo il costruttore");
```

Creo un'istanza della classe **String** e la chiamo **produttore**. Il nostro dispositivo riserva una porzione di memoria alla nostra istanza produttore.

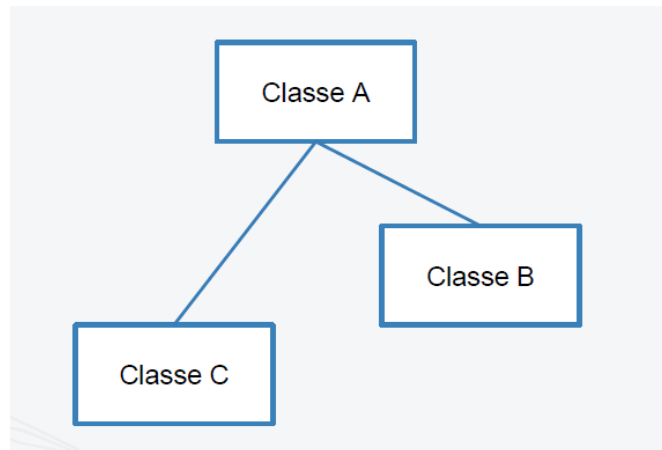
Inizializzo la variabile produttore attraverso il costruttore della classe String.

In questa fase, il nostro dispositivo riempirà lo spazio di memoria riservato all'istanza con il valore assegnato (cioè la frase "Utilizzo il costruttore")

# RELAZIONE TRA CLASSI

Nella programmazione a oggetti, molto spesso una classe ha la necessità di interfacciarsi con una o più classi per scambiare informazioni, per scambiare messaggi o per invocare l'esecuzione di un metodo.

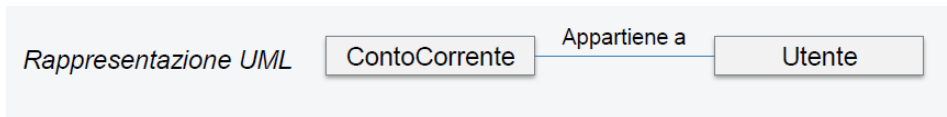
Il rapporto che esiste tra due o più classi consente di determinare e di identificare il tipo di relazione che intercorre tra esse.



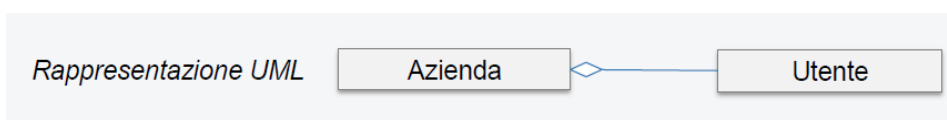
Un esempio classico è considerare la classe Prodotto e la classe CategoriaProdotto. Una classe Prodotto può appartenere a una o più CategoriaProdotto.

Le relazioni tra classi sono:

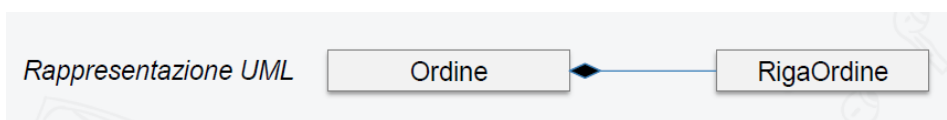
- Associazione



- Aggregazione



- Composizione

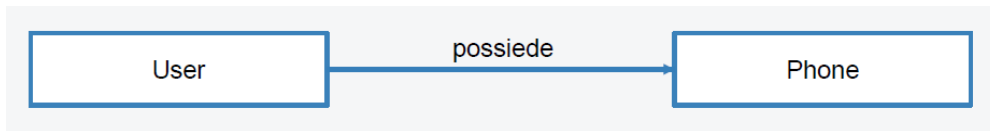


# ASSOCIAZIONE

L'associazione è la relazione tra due classi più diffusa.

Si ha una relazione di associazione tra la classe A e la classe B se, da un'istanza della classe A, è possibile accedere ad un'istanza della classe B, o viceversa.

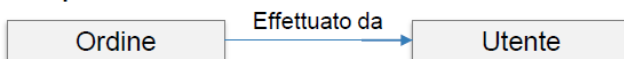
Ad esempio, un utente può avere più numeri di telefono.



Dal punto di vista della modellazione UML, è possibile assegnare un nome (ad es <<possiede>>) e una direzione all'associazione. La direzione serve ad indicare il verso in cui avviene la navigazione tra le classi, cioè a partire da quale classe posso accedere alle informazioni dell'altra classe.

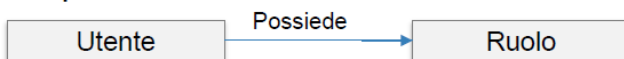
Se la navigazione è bidirezionale, non è necessario inserire delle frecce.

## Esempio



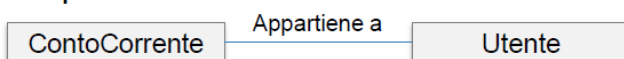
La relazione indica che un ordine di acquisto è effettuato da un utente.  
A partire dall'ordine è possibile risalire all'utente che l'ha creato. Il contrario non si può fare.

## Esempio



La relazione indica che un utente ha uno o più ruoli.  
A partire dall'utente è possibile risalire ai ruoli associati. Il contrario non si può fare.

## Esempio



La relazione indica che un conto corrente appartiene ad uno o più utenti.  
La relazione è bidirezionale poiché a partire dall'utente è possibile risalire al suo conto corrente e viceversa.



# ECCEZIONI

Le eccezioni sono delle situazioni anomale e inaspettate, che si possono verificare durante l'esecuzione di un programma.

Quando si verifica delle eccezioni, a seconda della loro gravità, possiamo avere l'interruzione del programma, generare output inattesi, inserire delle righe sul database che non andavano inserite, effettuare il tracciamento di attività inattese e così via. Le situazioni che possono generare le eccezioni sono molteplici.

Quando si sviluppa un nuovo software, è importante prevenire l'errore e, ancor di più, gestire eventuali situazioni anomale.

Per esempio, supponiamo di avere un metodo che calcola la divisione tra due numeri. Se il divisore è 0, avremo un'eccezione che può, se non è gestita correttamente, interrompere l'esecuzione del software.

Un altro esempio ancor più frequente ce lo abbiamo quando, nella dichiarazione delle variabili, non è presente alcuna inizializzazione.

Le eccezioni possono essere di due tipi:

- eccezioni controllate (checked)
- eccezioni non controllate (unchecked)

## ECCEZIONI CHECKED

Le eccezioni checked sono dovute a eventi che si verificano esternamente al nostro software.

L'esempio classico è durante l'utilizzo delle classi File, FileReader e FileWriter per leggere un file di configurazione, o di testo. Se il file non esiste, avremo un'eccezione.

Questi tipi di eccezioni si chiamano controllate perché, già in fase di compilazione, il compilatore ci segnala la mancata gestione di queste eccezioni. Vediamo un esempio in JAVA:

```
import java.io.File;
import java.io.FileReader;

public class MainEccezioni {

    public static void main(String[] args){

        File f = new File("test.txt");

        f.exists();

        FileReader fr = new FileReader(f);//exception java.io.FileNotFoundException
/*se il file non esiste*/
    }
}
```

## ECCEZIONI UNCHECKED

Le eccezioni non controllate sono i famosi bug, non vengono rilevate dal compilatore, però si possono verificare durante l'esecuzione di un programma. Vediamo un esempio in JAVA:

```
public class EccezioniUnchecked {  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        EccezioniUnchecked eu = new EccezioniUnchecked();  
        eu.stampaTesto(null);  
        //at eccezione.EccezioniUnchecked.main(EccezioniUnchecked.java:8)  
  
        eu.stampaTesto("testo di prova");/*non viene eseguito perché è stata lanciata  
un'eccezione*/  
  
    }  
  
    private void stampaTesto(String testo){  
  
        String tmp = testo.concat("...");/*punto in cui è lanciata l'eccezione*/  
        //at eccezione.EccezioniUnchecked.stampaTesto(EccezioniUnchecked.java:16)  
  
        System.out.println(tmp);/*non viene eseguito perché è stata lanciata  
un'eccezione*/  
    }  
}
```

# MECCANISMI DI GESTIONE DELLE ECCEZIONI

JAVA consente di gestire in maniera molto elegante le eccezioni che si possono verificare all'interno del nostro software, in quanto le eccezioni sono oggetti di classi particolari.

Quando in un metodo si verifica un'eccezione, tale metodo la lancia e la passa al metodo chiamante. Ritorniamo all'esempio precedente per capire questo concetto:

```
1 package eccezione;  
2  
3 public class EccezioniUnchecked {  
4  
5     public static void main(String[] args) {  
6  
7         EccezioniUnchecked eu = new EccezioniUnchecked();  
8         eu.stampaTesto(null);  
9         //at eccezione.EccezioniUnchecked.main(EccezioniUnchecked.java:8)  
10  
11         eu.stampaTesto("testo di prova");/*non viene eseguito perché è stata lanciata un'eccezione*/  
12  
13     }  
14  
15     private void stampaTesto(String testo){  
16  
17         String tmp = testo.concat("...");/*punto in cui è lanciata l'eccezione*/  
18         //at eccezione.EccezioniUnchecked.stampaTesto(EccezioniUnchecked.java:16)  
19  
20         System.out.println(tmp);/*non viene eseguito perché è stata lanciata un'eccezione*/  
21     }  
22 }  
23
```

EccezioniUnchecked x

C:\Users\spanico\.jdk\corretto-1.8.0\_312\bin\java.exe ...

Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException Create breakpoint  
at eccezione.EccezioniUnchecked.stampaTesto(EccezioniUnchecked.java:16)  
at eccezione.EccezioniUnchecked.main(EccezioniUnchecked.java:8)

Process finished with exit code 1

Nell'esempio abbiamo il metodo stampaTesto(), che prende come parametro in ingresso la stringa testo, utilizza questo parametro per fare una concatenazione e, infine, stampa il valore della variabile tmp, che contiene il risultato della concatenazione. Se passiamo null al metodo, abbiamo già visto che abbiamo un'eccezione NullPointerException. Tale eccezione è stata lanciata dal metodo stampaTesto() ed è stata passata al metodo chiamante, che in questo caso è il main(). Quindi, se leggiamo la console dopo la compilazione del sorgente, la prima riga dell' "at" indica il metodo in cui è stata generata l'eccezione (ossia il metodo che ha lanciato l'eccezione), dopodiché a cascata ci sono tutti i metodi che sono stati invocati prima di arrivare al metodo che ha generato l'eccezione.

Il metodo nel quale si verifica l'eccezione termina l'esecuzione, senza eseguire il resto delle istruzioni nel corpo del metodo.

Quando l'eccezione raggiunge il metodo main(), l'esecuzione del programma termina e viene stampato il messaggio di errore.

Se inseriamo qualche piccola modifica all'esempio precedente, possiamo notare che comunque il compilatore ci mostrerà lo stesso l'eccezione e tutti i metodi invocati a cascata, seguendo lo stesso principio di prima:

```
1 package eccezione;
2
3 public class EccezioniUnchecked {
4
5     public static void main(String[] args) {
6
7         EccezioniUnchecked eu = new EccezioniUnchecked();
8         eu.stampaTesto2 (null);
9         //at eccezione.EccezioniUnchecked.main(EccezioniUnchecked.java:8)
10
11         eu.stampaTesto("testo di prova");/*non viene eseguito perché è stata lanciata un'eccezione*/
12     }
13
14     private void stampaTesto(String testo){
15
16         String tmp = testo.concat("...");/*punto in cui è lanciata l'eccezione*/
17         //at eccezione.EccezioniUnchecked.stampaTesto(EccezioniUnchecked.java:16)
18
19         System.out.println(tmp);/*non viene eseguito perché è stata lanciata un'eccezione*/
20     }
21
22     private void stampaTesto2(String testo){
23
24         stampaTesto(testo);
25     }
26 }
27
28
```

EccezioniUnchecked x

C:\Users\spanico\jdk\corretto-1.8.0\_312\bin\java.exe ...

Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException Create breakpoint

at eccezione.EccezioniUnchecked.stampaTesto(EccezioniUnchecked.java:17)

at eccezione.EccezioniUnchecked.stampaTesto2(EccezioniUnchecked.java:25)

at eccezione.EccezioniUnchecked.main(EccezioniUnchecked.java:8)

Process finished with exit code 1

Proviamo ora a gestire l'eccezione nel metodo stampaTesto2() per vedere quale sarà il nuovo output:

```
public class EccezioniUnchecked {

    public static void main(String[] args) {

        EccezioniUnchecked eu = new EccezioniUnchecked();
        eu.stampaTesto2 (null);

        eu.stampaTesto("testo di prova");

    }

    private void stampaTesto(String testo){

        String tmp = testo.concat("...");

        System.out.println(tmp);// testo di prova...

    }

}
```

```

private void stampaTesto2(String testo){

    try{
        stampaTesto(testo);
    }catch(Exception e) {}

}

```

In questo caso è successo che è stato chiamato il metodo stampaTesto2(), che a sua volta chiama il metodo stampaTesto(). Il metodo stampaTesto() lancia l'eccezione che viene, però, intercettata nel metodo stampaTesto2() nel blocco try/catch, per cui la chiamata al metodo stampaTesto2() nel main() va a buon fine. Infine, il software esegue come se nulla fosse tutto il resto delle istruzioni.

Detto ciò, per quanto riguarda l'intercettare e gestire le eccezioni, possiamo fare 2 cose:

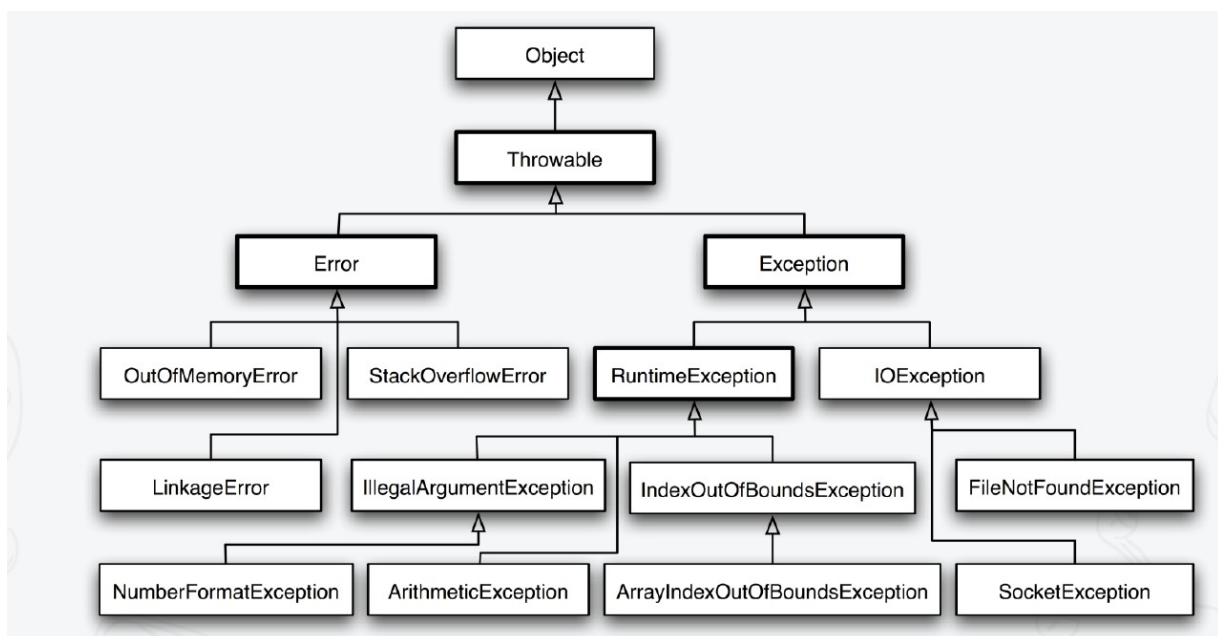
- catturare l'eccezione e decidere come gestirla;
- proseguire l'esecuzione del programma, ignorando l'eccezione (come nell'esempio precedente)

Le eccezioni in JAVA, abbiamo detto, sono istanze di sottoclassi della classe java.lang.Throwable.

Utilizzando il principio dell'ereditarietà, è possibile definire gerarchie di eccezioni. Tali gerarchie servono per identificare in maniera più rapida (ed elegante) le varie eccezioni, consentendo di gestirle nel modo opportuno.

In JAVA esiste una gerarchia di eccezioni predefinite, tuttavia siamo liberi di definire nuove sottoclassi di eccezioni in base alle nostre esigenze.

La classe Throwable, che è la classe principale per quanto riguarda le eccezioni, ha due sottoclassi: java.lang.Error e java.lang.Exception.



Le sottoclassi di Error vengono invocate quando si verificano dei problemi irrecuperabili relativi al funzionamento della JVM (memoria esaurita, crash del disco, ...), perciò non vanno né catturati né gestiti.

Le sottoclassi di Exception vengono invocate quando si verificano situazioni potenzialmente recuperabili (indice di un array oltre i limiti, file da leggere o su cui scrivere non trovato, formato di un numero errato,...), che vanno intercettate e gestite.

Ora vediamo un esempio di creazione di un'eccezione personalizzata:

Prima di scrivere l'esempio, però, bisogna sapere che per creare un'eccezione personalizzata, è necessario definire una classe che eredita le proprietà della classe `java.lang.RuntimeException`.

#### CorsoJavaException.java

```
import java.io.PrintStream;
import java.io.PrintWriter;

public class CorsoJavaException extends Throwable{

    /*IL serialVersionUID si genera da IDE*/
    private static final long serialVersionUID = 181090653271288169L;

    /*Fare override di tutti i metodi della classe Throwable*/
    /*Per il nostro esempio, effettuiamo modifiche nel metodo
    * getMessage()*/

    public CorsoJavaException() {
        super();
    }

    public CorsoJavaException(String message) {
        super(message);
    }

    public CorsoJavaException(String message, Throwable cause) {
        super(message, cause);
    }

    public CorsoJavaException(Throwable cause) {
        super(cause);
    }

    protected CorsoJavaException(String message, Throwable cause, boolean
enableSuppression, boolean writableStackTrace) {
        super(message, cause, enableSuppression, writableStackTrace);
    }

    @Override
    public String getMessage() {
        /*return super.getMessage()*/;
        return "ATTENZIONE: nel progetto Corso_JAVA_EE si e' verificato un errore!!!";
    }

    @Override
    public String getLocalizedMessage() {
        return super.getLocalizedMessage();
    }

    @Override
```

```

public synchronized Throwable getCause() {
    return super.getCause();
}

@Override
public synchronized Throwable initCause(Throwable cause) {
    return super.initCause(cause);
}

@Override
public String toString() {
    return super.toString();
}

@Override
public void printStackTrace() {
    super.printStackTrace();
}

@Override
public void printStackTrace(PrintStream s) {
    super.printStackTrace(s);
}

@Override
public void printStackTrace(PrintWriter s) {
    super.printStackTrace(s);
}

@Override
public synchronized Throwable fillInStackTrace() {
    return super.fillInStackTrace();
}

@Override
public StackTraceElement[] getStackTrace() {
    return super.getStackTrace();
}

@Override
public void setStackTrace(StackTraceElement[] stackTrace) {
    super.setStackTrace(stackTrace);
}
}

```

### MainEccezionePersonalizzata.java

```

public class MainEccezionePersonalizzata {

    public static void main(String[] args) {
        MainEccezionePersonalizzata mainEccezionePersonalizzata = new
MainEccezionePersonalizzata();
        try {
            mainEccezionePersonalizzata.stampaTesto(null);
        } catch (CorsoJavaException e) {
            /*e.printStackTrace();*/
            System.out.println(e.getMessage());
        }
    }
}

```

```

    }

    public void stampaTesto(String testo) throws CorsoJavaException {
        if(testo == null){
            throw new CorsoJavaException();
        }
    }
}

```

## TRY – CATCH – FINALLY

Il blocco try - catch - finally consente di eseguire un programma, intercettando e gestendo l'eventuale eccezione che si verifica.

### Sintassi

```

try {
    /* blocco di istruzioni da eseguire */
} catch {
    /* istruzioni da eseguire quando viene intercettata un'eccezione */
} finally {
    /* istruzioni da eseguire al termine del blocco di istruzioni try o catch */
}

```

Vediamo alcune regole da seguire per utilizzare il blocco try – catch – finally:

- è possibile avere più blocchi catch per gestire diversi tipi di eccezioni;
- è possibile avere solo un blocco try ed un blocco finally;
- se è presente almeno un blocco catch, il blocco finally può essere omesso.

Il blocco try – catch – finally ha il seguente comportamento:

- se le istruzioni che si trovano all'interno del blocco try non generano eccezioni ed è presente il blocco finally, vengono eseguite le istruzioni che si trovano nel finally. In questo caso, tutto quello che si trova nel blocco catch non verrà eseguito;
- se un'istruzione presente all'interno del blocco try genera un'eccezione, viene interrotta l'esecuzione delle istruzioni che seguono il punto in cui si è verificata l'eccezione, vengono eseguite le istruzioni che si trovano nel catch e, in seguito, quelle che si trovano nel finally, se presente;
- le istruzioni presenti nel blocco finally vengono eseguite sempre, anche in caso di eccezioni, se presente.

L'ultima regola è molto importante nel caso in cui, per esempio, si sta lavorando con file e database ed è necessario che il blocco di istruzioni che chiude il file o la connessione al database sia sempre eseguito ad un certo punto del codice.



# THROW E THROWS

Il comando throw viene utilizzato per lanciare un'eccezione durante l'esecuzione del software.

Tale comando consiste semplicemente nello scrivere la keyword throw, seguita da new Exception(), ossia l'oggetto della classe Exception che estende Throwable. Dopodichè si può passare eventualmente a Exception un messaggio come parametro in ingresso e, quando la JVM in fase di esecuzione intercetta la riga in cui è presente la keyword throw, lancerà un'eccezione, che verrà affidata al metodo chiamante e salirà a cascata fino al metodo main(), se non viene intercettata prima.

Quando lanciamo un'eccezione con throw in un metodo e richiamiamo tale metodo in un'altra parte del codice, l'eccezione va catturata e gestita. Si può fare nei seguenti due modi:

1. Inserendo il blocco try – catch dove viene chiamato il metodo in cui è stata lanciata l'eccezione con throw:

```
public class Throw1 {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        Throw1 t = new Throw1();  
        t.eseguiTesto(null);  
        System.out.println("sono l'istruzione dopo la chiamata al metodo eseguiTesto()  
nel main()");  
    }  
  
    public void stampaTesto(String testo) throws CorsoJavaException {  
        if(testo == null){  
            throw new CorsoJavaException();  
        }  
    }  
  
    public void eseguiTesto(String testo){  
        try {  
            stampaTesto(testo);  
        } catch (CorsoJavaException e) {  
            e.printStackTrace();  
        }  
    }  
}
```

L'output di questo codice è il seguente:

eccezione.CorsoJavaException: ATTENZIONE: nel progetto Corso\_JAVA\_EE si e' verificato un errore!!!

```
    at eccezione.Throw1.stampaTesto(Throw1.java:13)  
    at eccezione.Throw1.eseguiTesto(Throw1.java:19)  
    at eccezione.Throw1.main(Throw1.java:7)  
sono l'istruzione dopo la chiamata al metodo eseguiTesto() nel main()
```

2. Utilizzando la keyword `throws` per posticipare la cattura e la gestione dell'eccezione alla prossima chiamata del metodo in cui si sarebbe dovuta trattare l'eccezione:

```
public class Throw2 {

    public static void main(String[] args) {
        Throw2 t = new Throw2();
        try {
            t.eseguiTesto(null);
        } catch (CorsoJavaException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println("sono l'istruzione dopo la chiamata al metodo eseguiTesto()
nel main()");
    }

    public void stampaTesto(String testo) throws CorsoJavaException {
        if(testo == null){
            throw new CorsoJavaException();
        }
    }

    public void eseguiTesto(String testo) throws CorsoJavaException {
        stampaTesto(testo);
    }
}
```

L'output di questo codice è il seguente:

```
eccezione.CorsoJavaException: ATTENZIONE: nel progetto Corso_JAVA_EE si e' verificato
un errore!!!
```

```
    at eccezione.Throw2.stampaTesto(Throw2.java:17)
    at eccezione.Throw2.eseguiTesto(Throw2.java:22)
    at eccezione.Throw2.main(Throw2.java:8)
sono l'istruzione dopo la chiamata al metodo eseguiTesto() nel main()
```

Si deve porre attenzione, però, al fatto che se utilizziamo la keyword `throws` anche sul metodo `main()`, l'eccezione verrà mandata alla JVM, che di fatto non gestirà l'eccezione. Per cui in questa casistica il programma si arresta appena si verifica l'eccezione e, nel nostro esempio, la stringa "sono l'istruzione dopo la chiamata al metodo `eseguiTesto()` nel `main()`" non comparirà in console perché non verrà eseguita, in quanto il programma si è arrestato prima. Quindi, detto ciò, è consigliato non utilizzare la keyword `throws` sul metodo `main()`, altrimenti le eccezioni non verranno mai gestite.

# ARRAY, LISTE E COLLECTION, CLASSI WRAPPER, AUTOBOXING E UNBOXING

## LISTE

Una lista è semplicemente un elenco di oggetti. Alcuni esempi di liste sono:

- i programmi televisivi del giorno;
- le città di una nazione;
- le nazioni;
- la lista della spesa;
- le auto che attraversano il casello autostradale;
- gli studenti immatricolati;
- ... .

Generalmente le liste, nell'ambito del software, vengono utilizzate quando vengono effettuate le ricerche all'interno del database.

Abbiamo due tipi di liste:

1. Liste statiche, che hanno una lunghezza predefinita e non cambia nel tempo.

0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

2. Liste dinamiche, che hanno una lunghezza iniziale non definita e che può cambiare nel tempo.

0	1	2	3	4	5	...	n
---	---	---	---	---	---	-----	---

Per la gestione delle liste, JAVA mette a disposizione 2 tipi di strutture dati:

1. Array, per gestire le liste statiche.
2. Collection, per gestire le liste dinamiche.

# MAPPE

Una mappa è una collezione di oggetti identificati da una chiave univoca.

Key	Value
K1	E1
K2	E2
K3	E3
K4	E4
K5	E5

Ogni elemento (**value**) viene salvato nella mappa e viene associato ad una chiave (**key**).

Per accedere ad un elemento presente nella mappa, posso utilizzare la chiave associata.

Per esempio, immaginiamo di avere una lista di utenti. Una chiave univoca per definire una mappa di utenti può essere il codice fiscale. Quindi, possiamo creare una mappa che ha come chiave il codice fiscale e come valore associato ad ogni codice fiscale ha un'istanza dell'oggetto utente, che rappresenta la persona.

Lo scopo principale delle mappe è quello di gestire in maniera più efficace l'accesso agli elementi. Infatti, attraverso la chiave è possibile cercare un elemento, piuttosto che iterare una lista.

Per gestire le mappe, JAVA mette a disposizione una serie di classi:

- HashMap;
- Hashtable;
- Properties;
- TreeMap.

Queste classi si trovano nel package java.util.

# ARRAY

Un array è un contenitore di elementi, che possono essere sia dati primitivi che complessi. Le caratteristiche di un array sono:

- ha una lunghezza fissa;
- la lunghezza viene specificata in fase di inizializzazione;
- gli elementi presenti all'interno dell'array devono essere tutti dello stesso tipo;
- il primo elemento dell'array si trova alla posizione 0, mentre l'ultimo alla posizione n-1, dove n è la lunghezza dell'array.

Array di 10 elementi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

La sintassi per la definizione di un array è la seguente:

```
TipoDiDato[] nomeVariabile;
```

Si specifica il tipo di dato seguito da apertura e chiusura delle parentesi quadre.

L'inizializzazione si effettua con la keyword new:

```
nomeVariabile = new TipoDiDato[n];
```

In fase di inizializzazione è necessario specificare la lunghezza **n** dell'array.  
La lunghezza è un numero intero positivo.

## Esempi

```
int[] arrayDiInteri = new int[5];      /* definizione ed inizializzazione di un array di interi */
Prodotto[] arrayDiProdotti;           /* definizione di un array di oggetti di tipo Prodotto */
arrayDiProdotti = new Prodotto[4];    /* inizializzazione dell'array di oggetti di tipo Prodotto */
```

Per conoscere la lunghezza di un array è possibile utilizzare l'attributo length.

```
Type[] nomeVariabile = new Type[n];
nomeVariabile.length restituisce come valore "n".
```

Per accedere all'iesimo elemento si deve fare:

```
nomeVariabile[ indice ]
```

Per accedere a tutti gli elementi di un array (in lettura e scrittura), possiamo utilizzare un ciclo for che parte da 0 a n-1, dove n è la lunghezza dell'array. In questo modo, all'interno del ciclo for, la variabile i potrà essere utilizzata all'interno delle parentesi quadre per scrivere o leggere all'iesimo elemento dell'array.

Possiamo anche creare, inizializzare e riempire un array nella stessa istruzione:

```
Type[] nomeVariabile = new Type[]{  
    new Type(...),  
    new Type(...),  
    new Type(...)  
};
```

#### Esempio 3

```
public Prodotto[] generaArrayDiProdotto() {  
    Prodotto[] prodotti = new Prodotto[] {  
        new Prodotto("Prodotto 1", "Produttore Prodotto 1"),  
        new Prodotto("Prodotto 2", "Produttore Prodotto 2"),  
        new Prodotto("Prodotto 3", "Produttore Prodotto 3")  
    };  
    return prodotti;  
}
```

L'array è costituito da 3 elementi.

quindi **prodotti.length = 3**

Vediamo un esempio con gli array:

```
import programmazione_a Oggetti Esempio.gestionale.Smartphone;  
  
public class Array {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        Array array = new Array();  
        array.creaArray();  
    }  
  
    public void creaArray(){  
  
        int[] test; /*dichiarazione dell'array test*/  
        test = new int[5]; /*inizializzazione dell'array test*/  
  
        int[] numeri = new int[10]; /*definizione e inizializzazione array di elementi  
di tipo intero*/  
  
        /*Accesso in scrittura all'array di interi in ogni singola posizione*/  
        /*#####*/  
        numeri[0] = 10;  
        numeri[1] = 11;  
        numeri[2] = 12;  
        numeri[3] = 13;  
        numeri[4] = 14;  
        numeri[5] = 15;  
        numeri[6] = 16;  
        numeri[7] = 17;  
        numeri[8] = 18;  
        numeri[9] = 19;  
        /*#####*/  
    }  
}
```

```

/*Accesso in scrittura all'array di interi mediante il for*/
/*#####*/
for(int i = 0; i < numeri.length; i++){
    numeri[i] = 10+i;
}
/*#####*/

Smartphone[] prodotti = new Smartphone[3];/*definizione e inizializzazione
array di oggetti di tipo Smartphone*/

/*Accesso in scrittura all'array di Smartphone in ogni singola posizione*/
/*#####*/
prodotti[0] = new Smartphone();
prodotti[0].setMarca("Apple");
prodotti[0].setNome("Iphone");
/*...*/

prodotti[1] = new Smartphone();
prodotti[1].setMarca("Samsung");
prodotti[1].setNome("Note");
/*...*/

prodotti[2] = new Smartphone();
prodotti[2].setMarca("Huawai");
prodotti[2].setNome("P8Lite");
/*...*/
/*#####*/

/*Accesso in lettura all'array di Smartphone mediante il for*/
/*#####*/
for (int i = 0; i < prodotti.length; i++){
    Smartphone sm = prodotti[i];

    System.out.println(sm.getMarca() + " " + sm.getNome());
}
/*#####*/

/*Accesso in lettura all'array di Smartphone mediante il foreach*/
/*#####*/
for (Smartphone sm : prodotti){
    System.out.println(sm.getMarca() + " " + sm.getNome());
}
/*#####*/

}
}

```

# ARRAY MULTIDIMENSIONALI

È possibile in JAVA anche creare array di array, ovvero array multidimensionali. Gli array multidimensionali sono utilizzati per gestire matrici.

La sintassi per la definizione di un array multidimensionale è la seguente:

```
TipoDiDato[][]...[] nomeVariabile = new TipoDiDato[n][m]...[k];  
  
Array bidimensionale: int[][] nomeVariabile = new int[n][m];  
Array tridimensionale: int[][][] nomeVariabile = new int[n][m][k];  
...
```

Le matrici sono strutture che hanno n righe ed m colonne, come una tabella.

Vediamo un esempio:

```
public class ArrayMultidimensionale {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        ArrayMultidimensionale arrayMultidimensionale = new ArrayMultidimensionale();  
  
        arrayMultidimensionale.creaArrayMultidimensionale();  
    }  
  
    public void creaArrayMultidimensionale(){  
  
        int[][] matrice = new int[10][10]; /*dichiarazione matrice 10x10, ossia 10  
righe e 10 colonne*/  
  
        /*Accesso in scrittura all'array multidimensionale con il ciclo for*/  
        /*#####*/  
        for (int i = 0; i < matrice.length; i++){ /*iterazione sulle righe della  
matrice*/  
            for (int j = 0; j < matrice[i].length; j++){ /*iterazione sulle colonne  
della matrice*/  
                matrice[i][j] = i + j;  
            }  
        }  
        /*#####*/  
  
        /*Accesso in lettura all'array multidimensionale con il ciclo for*/  
        /*#####*/  
        for (int i = 0; i < matrice.length; i++){ /*iterazione sulle righe della  
matrice*/  
            for (int j = 0; j < matrice[i].length; j++){ /*iterazione sulle colonne  
della matrice*/  
                System.out.println(matrice[i][j]);  
            }  
        }  
        /*#####*/  
    }  
}
```



# INTERFACCE COLLECTION E LIST

Abbiamo visto precedentemente che gli array si utilizzano per la gestione delle liste statiche.

Quando, invece, abbiamo a che fare con liste dinamiche, ovvero liste di cui non sappiamo inizialmente la dimensione, possiamo utilizzare degli strumenti fatti apposta per la gestione di questi tipi di liste. Tali strumenti vengono chiamati collection.

Le collection sono un set di interfacce e classi, messe a disposizione da JAVA, che consentono di gestire oggetti di lunghezza variabile.

Le classi e le interfacce collection si trovano nel package `java.util`.

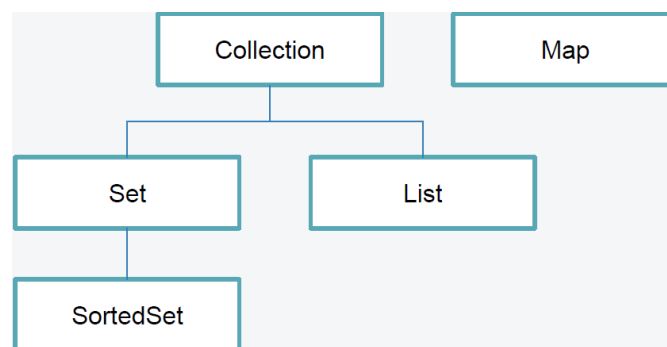
Tra i metodi per la manipolazione delle collection abbiamo:

- metodi per la ricerca di elementi all'interno di una collection;
- metodi per l'ordinamento di elementi all'interno di una collection.

Le interfacce principali sono:

- `Collection`;
- `Map`.

Le interfacce `Set` e `List` estendono `Collection`



## INTERFACCIA COLLECTION

L'interfaccia `Collection` è l'interfaccia più generica. Da questa interfaccia derivano poi un set di classi, che implementano le proprietà e le caratteristiche di questa interfaccia e consentono di gestire appunto le liste.

L'interfaccia `Collection`:

- non definisce l'ordine in cui vengono memorizzati gli elementi;
- non definisce se ci possono essere elementi duplicati;
- non può contenere tipi primitivi, ma solamente oggetti. Per inserire tipi primitivi, è necessario effettuare il boxing.

## INTERFACCIA LIST

L'interfaccia List estende l'interfaccia Collection e, rispetto a Collection, ha queste caratteristiche:

- gli oggetti vengono ordinati in base all'inserimento;
- può contenere duplicati;
- consente di aggiungere elementi specificando l'indice (ad esempio è possibile inserire un elemento nella posizione 5);
- consente di accedere agli elementi specificando l'indice.

## CLASSI ARRAYLIST, HASHMAP E PROPERTIES

### CLASSE ARRAYLIST

La classe ArrayList è l'implementazione dell'interfaccia List.

I costruttori della classe ArrayList sono 2:

- `ArrayList<E>()`: serve per creare un'istanza della classe ArrayList vuota, ovvero senza specificare la capacità iniziale;
- `ArrayList<E>(int capacitaIniziale)`: serve per creare un'istanza della classe ArrayList in cui viene specificata la capacità iniziale. In seguito, il valore della capacità iniziale può variare nel tempo a seconda della quantità di elementi che deve contenere.

Il simbolo `<E>` indica il tipo di elementi che sono presenti all'interno della lista.

#### Esempi

`ArrayList<Prodotto> lista = new ArrayList<Prodotto>();` ← Definiamo una lista di oggetti di tipo Prodotto

`ArrayList<String> lista = new ArrayList<String>();` ← Definiamo una lista di oggetti di tipo String

I metodi della classe ArrayList sono:

- `Object get(int index)`: restituisce l'elemento che si trova alla posizione index specificata;
- `Object set(int index, Object obj)`: sostituisce l'elemento presente nella posizione index con l'elemento obj che stiamo passando in ingresso;
- `boolean add(Object obj)`: aggiunge un nuovo elemento obj subito dopo l'ultimo elemento;
- `void add(int index, Object obj)`: inserisce l'elemento obj nella posizione index e sposta tutti gli altri elementi dalla posizione index in poi, scalandoli di una posizione;
- `int size()`: restituisce il numero di elementi nella lista;
- `boolean isEmpty()`: restituisce true se la lista è vuota, false se la lista contiene almeno un elemento;

- Object remove(int index): cancella l'elemento che si trova nella posizione index;
- int indexOf(Object elem): restituisce la prima posizione nella lista dell'elemento elem passato, oppure -1 se l'elemento non esiste;
- String toString(): restituisce una stringa contenente un tutti gli elementi presenti nella lista;
- void clear(): elimina tutti gli elementi della lista, svuotandola;
- T[] toArray(T[] a): converte la lista in un array.

Vediamo un esempio:

```
import programmazione_a Oggetti Esempio.Smartphone;

import java.util.ArrayList;
import java.util.List;

public class ArrayListEsempio {

    public static void main(String[] args) {

        ArrayListEsempio al = new ArrayListEsempio();

        al.esempioArrayList();
    }

    public void esempioArrayList(){
        /*Primo modo per istanziare un oggetto di tipo ArrayList*/
        List<String> lista = new ArrayList<String>();

        lista.add("Paolo");
        lista.add("Mario");
        lista.add("Chiara");
        lista.add("Marta");

        for (String nome: lista){
            System.out.print(nome + " "); //Paolo Mario Chiara Marta
        }
        System.out.println();
        System.out.println("-----");

        lista.add(2, "Valerio");

        for (String nome: lista){
            System.out.print(nome + " "); //Paolo Mario Valerio Chiara Marta
        }
        System.out.println();
        System.out.println("-----");

        lista.remove(2);

        for (String nome: lista){
            System.out.print(nome + " "); //Paolo Mario Chiara Marta
        }
        System.out.println();
        System.out.println("-----");

        lista.set(2, "Claudia");
    }
}
```

```

for (String nome: lista){
    System.out.print(nome + " "); //Paolo Mario Claudia Marta
}
System.out.println();
System.out.println("-----");

System.out.println(lista.size()); //4

System.out.println("-----");

System.out.println(lista.isEmpty()); //false

lista.clear();

System.out.println("-----");

System.out.println(lista.size()); //0

System.out.println("-----");

System.out.println(lista.isEmpty()); //true

lista.add("Paolo");
lista.add("Mario");
lista.add("Chiara");
lista.add("Marta");

System.out.println("-----");

System.out.println(lista.indexOf("Mario")); //1

System.out.println("-----");

System.out.println(lista.toString()); //[Paolo, Mario, Chiara, Marta]

System.out.println("-----");

/*Conversione da ArrayList a Array*/
String[] listaArray = lista.toArray(new String[lista.size()]);

for (String nome : listaArray) {
    System.out.print(nome + " "); //Paolo Mario Chiara Marta
}

/*Secondo modo per istanziare un oggetto di tipo ArrayList*/
ArrayList<String> lista2 = new ArrayList<String>();

List<Smartphone> smartphone = new ArrayList<Smartphone>();

/* Siccome non abbiamo definito un costruttore per la classe Smartphone, */
/* che specifica in ingresso più parametri per caratterizzare l'oggetto, */
/* dobbiamo fare nella seguente maniera per aggiungere oggetti di tipo
Smartphone nell lista dello stesso tipo: */
Smartphone sm = new Smartphone();
sm.setMarca("Apple");
sm.setModello("iPhone");

smartphone.add(sm);

```

```

Smartphone sm2 = new Smartphone();
sm2.setMarca("Samsung");
sm2.setModello("Galaxy");

smartphone.add(sm2);
}
}

```

## CLASSE HASHMAP

La classe HashMap serve per la gestione delle mappe. Tale classe è un'implementazione dell'interfaccia Map.

La classe HashMap ha due costruttori:

- `HashMap<K,V>():` crea un'istanza della classe HashMap vuota;
- `HashMap<K,V>(int initialCapacity):` crea un'istanza della classe HashMap in cui viene specificata la capacità iniziale, quindi il numero di elementi iniziali che verranno aggiunti all'interno della mappa.

Il simbolo `<K,V>` indica la coppia di elementi chiave-valore. K indica il tipo di dato che avranno le varie chiavi, mentre V indica il tipo di dato che avranno gli elementi che aggiungeremo all'interno della mappa.

### Esempi

```
HashMap<String, Prodotto> lista = new HashMap<String, Prodotto>();
```

Definiamo una mappa che ha come chiave una variabile di tipo String e come valore un oggetto di tipo Prodotto

I metodi principali sono:

- `Object get(Object key)` restituisce l'elemento associato alla chiave passata in ingresso;
- `Object put(Object key, Object value)` aggiunge un elemento value alla lista e lo associa alla chiave key. Ovviamente se la mappa contiene già questa chiave, il vecchio elemento verrà sostituito da quello nuovo. Il metodo ritorna null se la chiave non è presente, quindi se si tratta di un nuovo inserimento di un oggetto, oppure ritorna il precedente oggetto associato a key se questa chiave era già presente all'interno della mappa;
- `Object remove(Object key)` rimuove l'elemento associato a key. Il metodo ritorna l'elemento che era associato a key prima della rimozione;
- `int size()` specifica il numero di elementi presenti nella mappa;
- `boolean containsKey(Object key)` restituisce true se la chiave è presente nella mappa, false altrimenti;
- `void clear()` elimina gli elementi dalla mappa;

- `Set<Object> keySet()` restituisce un oggetto di tipo `Set`, che contiene tutte le chiavi presenti nella mappa;
- `boolean isEmpty()` restituisce `true` se la mappa è vuota, `false` altrimenti.

Facciamo un esempio:

```
import programmazione_a Oggetti Esempio.Smartphone;

import java.util.HashMap;
import java.util.Map;

public class HashMapEsempio {

    public static void main(String[] args) {

        HashMapEsempio m = new HashMapEsempio();
        m.esempioHashMap();
    }

    public void esempioHashMap(){

        /*Primo modo per istanziare un oggetto di tipo HashMap*/
        Map<String, Smartphone> mappa = new HashMap<String, Smartphone>();

        Smartphone sm = new Smartphone();
        sm.setMarca("Apple");
        sm.setModello("iPhone");

        mappa.put(sm.getModello(), sm);

        Smartphone sm2 = new Smartphone();
        sm2.setMarca("Samsung");
        sm2.setModello("Galaxy");

        mappa.put(sm2.getModello(), sm2);

        Smartphone sm3 = mappa.get("iPhone");
        System.out.println(sm3.getMarca() + " " + sm3.getModello()); //Apple iPhone
        System.out.println("-----");

        System.out.println(mappa.size()); // 2
        System.out.println("-----");

        mappa.clear();

        System.out.println(mappa.size()); // 0
        System.out.println("-----");

        Smartphone sm4 = new Smartphone();
        sm4.setMarca("Apple");
        sm4.setModello("iPhone");

        mappa.put(sm.getModello(), sm3);

        Smartphone sm5 = new Smartphone();
        sm5.setMarca("Samsung");
        sm5.setModello("Galaxy");
```

```

        mappa.put(sm5.getModello(), sm5);

        mappa.remove("Galaxy");

        System.out.println(mappa.size()); // 1
        System.out.println("-----");

        System.out.println(mappa.keySet()); // [iPhone]
        System.out.println("-----");

        System.out.println(mappa.containsKey("iPhone")); // true

        /*Secondo modo per istanziare un oggetto di tipo HashMap*/
        HashMap<String, Smartphone> mappa2 = new HashMap<String, Smartphone>();
    }
}

```

## CLASSE PROPERTIES

Questa classe è molto importante perché ci consente di gestire i file di configurazione dei nostri software.

Per esempio, quando creiamo un software che accede ad un database, generalmente le informazioni relative al database (indirizzo IP, porta, username, password, nome del database e così via) le dobbiamo salvare in file esterni al software. La classe Properties carica questi file e li converte in una mappa.

Questi file di configurazione hanno come estensione .properties.

Vediamo un esempio:

**config.properties**

```

db-name=corso
db-address=127.0.0.1
db-user=root
db-password=test

```

**PropertiesEsempio.java**

```

import java.io.*;
import java.util.Properties;

public class PropertiesEsempio {

    public static void main(String[] args) {

        PropertiesEsempio pe = new PropertiesEsempio();
        pe.getConfig();

    }

    public void getConfig(){
        Properties p = new Properties();
    }
}

```

```

        InputStream is = null;
        try {
            is = new FileInputStream(new File("C:\\Users\\spanico\\IdeaProjects\\
Corso_JAVA_EE\\src\\array_list_collection_classi_wrapper_autoboxing_unboxing\\
config.properties"));

            /*Metodo per caricare il file properties se esiste*/
            p.load(is);

            /*db-name=corso
            db-address=127.0.0.1
            db-user=root
            db-password=test*/

            System.out.println(p.getProperty("db-name")); // corso

        } catch (FileNotFoundException e) {
            e.printStackTrace();
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

```

## INTERFACCIA ITERATOR

L'interfaccia Iterator è importante perché consente di iterare le Collection.

Tale interfaccia si trova nel package java.util e consente di generare classi per l'iterazione degli elementi di una Collection.

I metodi definiti dall'interfaccia Iterator sono 3:

- hasNext() ritorna true fino a quando ci sono elementi della lista da scorrere. Questo metodo tipicamente viene usato all'interno di un while come condizione;
- next() ritorna l'elemento successivo;
- remove() rimuove dalla lista l'ultimo elemento ritornato.

Il metodo remove deve essere usato solo durante un ciclo sugli elementi, altrimenti avremo l'eccezione ConcurrentModificationException quando accederemo al successivo elemento della lista.

Le interfacce Collection, List, Set e le relative classi che le implementano contengono il metodo Iterator() che ritorna un oggetto di tipo Iterator.



# CICLARE LE COLLECTION

Vediamo un esempio pratico:

```
import programmazione_a Oggetti Esempio.Smartphone;

import java.util.*;

public class CiclareCollection {

    public static void main(String[] args) {
        CiclareCollection cc = new CiclareCollection();
        cc.esempioIterazione();
    }

    public void esempioIterazione(){

        /* Dichiarazione lista e popolamento */

        List<String> lista = new ArrayList<String>();

        lista.add("Paolo");
        lista.add("Mario");
        lista.add("Chiara");
        lista.add("Marta");

        /* Metodo 1 di iterazione per liste: for */

        System.out.print("Risultato iterazione con for su lista = ");
        for(int i = 0; i < lista.size(); i++){
            String nome = lista.get(i);

            System.out.print(nome + " ");
        }

        System.out.println();
        System.out.println("-----");

        /* Metodo 2 di iterazione per liste: foreach */

        System.out.print("Risultato iterazione con foreach su lista = ");

        for (String nome : lista) {
            System.out.print(nome + " ");
        }

        System.out.println();
        System.out.println("-----");

        /* Metodo 3 di iterazione per liste: interfaccia Iterator */

        System.out.print("Risultato iterazione con interfaccia Iterator su lista = ");

        Iterator<String> it = lista.iterator();

        while(it.hasNext()){
            String nome = it.next();

            System.out.print(nome + " ");
```

```

    }

    System.out.println();
    System.out.println("-----");

    /* Dichiarazione mappa e popolamento */

    Map<String, Smartphone> mappa = new HashMap<String, Smartphone>();

    Smartphone sm = new Smartphone();
    sm.setMarca("Apple");
    sm.setModello("iPhone");

    mappa.put(sm.getModello(), sm);

    Smartphone sm2 = new Smartphone();
    sm2.setMarca("Samsung");
    sm2.setModello("Galaxy");

    mappa.put(sm2.getModello(), sm2);

    Set<String> chiavi = mappa.keySet();

    /* Metodo 1 di iterazione per le chiavi delle mappe: foreach */

    System.out.print("Risultato iterazione con foreach sulle chiavi di una mappa = ");

    for (String string : chiavi){
        System.out.print(string + " ");
    }

    System.out.println();
    System.out.println("-----");

    /* Metodo 2 di iterazione per le chiavi delle mappe: interfaccia Iterator */

    System.out.print("Risultato iterazione con interfaccia Iterator sulle chiavi di una mappa = ");

    Iterator<String> it2 = chiavi.iterator();

    while (it2.hasNext()){
        String chiave = it2.next();

        System.out.print(chiave + " ");
    }

    System.out.println();
    System.out.println("-----");
}
}

```

# CLASSI WRAPPER

Le classi Wrapper sono delle particolari classi che trasformano un tipo di dato primitivo in un oggetto di tipo equivalente.

I tipi di dato primitivo in JAVA non sono oggetti. Nel tempo, però, si è avuta la necessità di definire delle classi che rappresentassero i tipi di dato primitivi e da qui abbiamo avuto la nascita delle classi Wrapper.

## Esempio

```
int var1 = 5; /* questa è una variabile di tipo primitivo int */
```

```
Integer var2 = new Integer(5); /* questa è un'istanza della classe Integer */
```

Per ogni tipo primitivo esiste una classe Wrapper.

Tipo primitivo	Classe Wrapper
byte	Byte
short	Short
int	Integer
long	Long
float	Float
double	Double
char	Character
boolean	Boolean

Vediamo un esempio:

```
public class ClasseWrapperEsempio {  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        /* É solo un dato primitivo, per cui JAVA non gli mette a disposizione alcun  
metodo */  
        int a = 10;  
  
        /* É un oggetto di tipo intero, per cui JAVA gli mette a disposizione dei  
metodi */  
        Integer b = new Integer(10);  
  
        Integer c = new Integer(a);  
  
    }  
}
```

## BOXING, AUTOBOXING E UNBOXING

Il boxing è una caratteristica di JAVA che consente di “inscatolare” un tipo primitivo nella relativa classe Wrapper.

L’autoboxing è una caratteristica di JAVA che consente di convertire un tipo primitivo in una classe Wrapper.

L’unboxing è una caratteristica di JAVA che consente di convertire una classe Wrapper in un tipo primitivo.

### Esempi di boxing

```
Integer var1 = new Integer (35);  
Double var2 = new Double (15.6d);  
Boolean var3 = Boolean.parseBoolean("false");  
  
int varInt = 5;  
Integer varInteger = new Integer(varInt);
```

### Esempi di autoboxing

```
Integer var4 = 35;  
Double var5 = 15.6;  
Boolean var6 = false;
```

### Esempi di unboxing

```
Integer var4 = 35;  
Double var5 = 15.6;  
Boolean var6 = false;  
  
int var7 = var4;  
double var8 = var5;  
boolean var9 = var6;
```

Ovviamente si può intuire che questi 3 concetti sono strettamente legati alle classi Wrapper.

# INTERFACCE

Un'interfaccia è un componente JAVA che consente di specificare azioni comuni a più tipi di oggetti, senza implementarne la logica.

Vediamo quali sono le caratteristiche dell'interfaccia:

- l'interfaccia contiene solo la definizione dei metodi e non l'implementazione;
- l'interfaccia non contiene costruttori;
- l'interfaccia può contenere delle variabili. Queste variabili possono essere solamente costanti, quindi devono contenere il modificatore final;
- l'interfaccia si definisce attraverso la parola riservata interface;
- una classe che implementa un'interfaccia ha l'obbligo di implementarne tutti i metodi;
- una classe può ereditare solo una classe;
- una classe può implementare una o più interfacce per gestire l'ereditarietà multipla;
- un'interfaccia può ereditare una o più interfacce.

public class ClasseC <b>extends</b> ClasseA, ClasseB { ... }	<b>NON SI PUO' FARE</b>
public class ClasseC <b>implements</b> InterfacciaA, InterfacciaB { ... }	<b>SI PUO' FARE</b>

Generalmente un'interfaccia si utilizza per definire dei metodi comuni a più classi, che non hanno alcuna relazione gerarchica tra di loro.

Vediamo un esempio:

**GeneraDati.java**

```
public interface GeneraDati {  
    public String generaXML();  
}
```

**Prodotto.java**

```
public class Prodotto implements GeneraDati{  
    private long id;  
    private String nome;  
    private String codice;  
    private double prezzo;  
  
    public long getId() {  
        return id;  
    }  
}
```

```

    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public String getNome() {
        return nome;
    }

    public void setName(String nome) {
        this.nome = nome;
    }

    public String getCodice() {
        return codice;
    }

    public void setCodice(String codice) {
        this.codice = codice;
    }

    public double getPrezzo() {
        return prezzo;
    }

    public void setPrezzo(double prezzo) {
        this.prezzo = prezzo;
    }

    @Override
    public String generaXML() {
        String xml =
            "<prodotto>" +
            "    <codice>" + getCodice() + "</codice>" +
            "    <nome>" + getNome() + "</nome>" +
            "    <prezzo>" + getPrezzo() + "</prezzo>" +
            "</prodotto>";

        return xml;
    }
}

```

### FormaGeometrica.java

```

public class FormaGeometrica implements GeneraDati{

    private double lato1;
    private double lato2;
    private double lato3;
    private double lato4;
    private double lato5;

    public double getLato1() {
        return lato1;
    }
}

```

```

public void setLato1(double lato1) {
    this.lato1 = lato1;
}

public double getLato2() {
    return lato2;
}

public void setLato2(double lato2) {
    this.lato2 = lato2;
}

public double getLato3() {
    return lato3;
}

public void setLato3(double lato3) {
    this.lato3 = lato3;
}

public double getLato4() {
    return lato4;
}

public void setLato4(double lato4) {
    this.lato4 = lato4;
}

public double getLato5() {
    return lato5;
}

public void setLato5(double lato5) {
    this.lato5 = lato5;
}

public double calcolaPerimetro(){
    return 0; /* calcolo perimetro */
}

public double calcolaArea(){
    return 0; /* calcolo area */
}

@Override
public String generaXML() {
    return null;
}
}

```

# CLASSI ASTRATTE

Una classe astratta è un elemento JAVA che consente, analogamente all'interfaccia, di dichiarare caratteristiche comuni fra più classi.

A differenza dell'interfaccia, la classe astratta può contenere anche la definizione e l'implementazione dei metodi, così come può contenere attributi e costruttori. Abbiamo visto che, invece, l'interfaccia può contenere solo la definizione dei metodi e variabili costanti.

Quello che non possiamo fare con una classe astratta, rispetto a una classe normale, è istanziarla con la keyword new.

Una classe astratta si definisce attraverso le parole riservate `abstract` e `class`.

Tutti i metodi astratti devono essere preceduti dalla parola riservata `abstract` e sono tutti quei metodi che non hanno l'implementazione.

```
package it.corsi.java;

public abstract class FormaGeometrica implements ConvertiDati {
    abstract double calcolaPerimetro();
    abstract double calcolaArea();
    abstract void disegnaForma();

    public String toString() {
        return FormaGeometrica.class.getSimpleName();
    }
}
```

Una classe astratta si utilizza principalmente per definire, appunto, delle entità astratte (o di alto livello), da cui è possibile definire altre classi che hanno una relazione gerarchica con essa.

Esempio:

- le classi Quadrato e Rettangolo rappresentano due figure geometriche;
- su ciascuna forma geometrica è possibile calcolare l'area ed il perimetro;
- la classe astratta FormaGeometrica definisce i metodi per calcolare area e perimetro, che poi verranno implementati nelle classi Quadrato e Rettangolo.

```
public abstract class FormaGeometrica implements ConvertiDati {
    abstract double calcolaPerimetro();
    abstract double calcolaArea();
    abstract void disegnaForma();
    ...
}
```



Vediamo un esempio:

#### Prodotto.java

```
public abstract class Prodotto {

    private long id;
    private String nome;
    private String descrizione;
    private double prezzo;

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public String getNome() {
        return nome;
    }

    public void setNome(String nome) {
        this.nome = nome;
    }

    public String getDescrizione() {
        return descrizione;
    }

    public void setDescrizione(String descrizione) {
        this.descrizione = descrizione;
    }

    public double getPrezzo() {
        return prezzo;
    }

    public void setPrezzo(double prezzo) {
        this.prezzo = prezzo;
    }

    public abstract double calcolaSpedizione();

    public abstract int calcolaVendite();
}
```

### Televisore.java

```
public class Televisore extends Prodotto{

    @Override
    public double calcolaSpedizione() {
        return 0;
    }

    @Override
    public int calcolaVendite() {
        return 0;
    }
}
```

### Lavatrice.java

```
public class Lavatrice extends Prodotto{

    @Override
    public double calcolaSpedizione() {
        return 0;
    }

    @Override
    public int calcolaVendite() {
        return 0;
    }
}
```

# CLASSE INNER, LOCALE E ANONIMA

La regola generale in JAVA dice che per ogni classe deve esistere un corrispondente file.java. Inoltre il nome della classe deve essere uguale al nome del file.

Esempio:

se ho la classe Prodotto, il nome del file deve essere Prodotto.java.

Inoltre, per creare istanze di una classe JAVA, la sintassi da utilizzare è:

```
NomeClasse var = new NomeClasse(...);
```

Fanno eccezione a questa regola generale di JAVA 3 tipi di classe:

- classe inner: è una classe definita all'interno di un'altra classe, fuori dai metodi. La classe inner può essere utilizzata in lettura anche fuori dalla classe che la contiene, ma le sue istanze possono essere create solamente all'interno dei metodi della classe che la contiene;
- classe locale: è una classe definita all'interno di un metodo di un'altra classe;
- classe anonima: è un costrutto particolare che consente di creare ed istanziare una classe, senza dover creare un file.java. Vengono generalmente utilizzate nell'implementazione delle interfacce grafiche. Sono classi che vengono definite, inizializzate e istanziate nello stesso momento.

## Esempio classe inner:

```
class Appartamento {  
    private String indirizzo;  
    private List<Stanza> stanze;  
  
    public void aggiungiStanza(String nome, String piano) {  
        ...  
        Stanza s = new Stanza();  
        s.setNomeStanza(nome);  
        s.setPiano(piano);  
        stanze.add(s);  
    }  
  
    class Stanza {  
        private String nomeStanza;  
        private String piano;  
        ...  
    }  
    ...  
}
```

#### Esempio classe inner:

```
public class Test {  
    Appartamento app = new Appartamento();  
  
    app.setIndirizzo("Via test");  
    app.aggiungiStanza("salotto", "terra");  
    app.aggiungiStanza("bagno", "primo");  
    app.aggiungiStanza("camera da letto matrimoniale", "primo");  
  
    for(Stanza stanza : app.getStanze()) {  
        System.out.println(stanza.getNomeStanza() + " - " + stanza.getPiano());  
    }  
}
```

#### Esempio classe local:

```
class Appartamento {  
    private String indirizzo;  
    private List<Stanza> stanze;  
    private double metriQuadrati;  
  
    public void aggiungiStanza(String nome, String piano, double lato1, double lato2) {  
        class CalcolaMetriQuadrati {  
            public double calcola(double lato1, double lato2) {  
                return lato1*lato2;  
            }  
        }  
        ...  
        Stanza s = new Stanza();  
        s.setNomeStanza(nome);  
        stanze.add(s);  
        ...  
        CalcolaMetriQuadrati mq = new CalcolaMetriQuadrati();  
        this.aggiungiMetriQuadrati(mq.calcola(lato1, lato2));  
    }  
    ...  
}
```

Vediamo un altro esempio sulle classi inner e local:

#### Appartamento.java

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;

public class Appartamento {

    private int piano;

    private List<StanzaStandard> stanzeSt;
    private List<StanzaInner> stanzeIn;

    public void aggiungiStanza(double mq, String accessori){
        /*All'interno di Appartamento è possibile istanziare oggetti della classe StanzaInner*/
        getStanzeIn().add(new Appartamento.StanzaInner(16,"angolo cottura"));

        /*Classe Local*/
        class CalcolaPerimetro {

            public double calcola(double lato1, double lato2){
                return lato1 + lato2;
            }

        }

        CalcolaPerimetro cp = new CalcolaPerimetro();
        cp.calcola(3, 6);

    }

    public int getPiano() {
        return piano;
    }

    public void setPiano(int piano) {
        this.piano = piano;
    }

    public List<StanzaStandard> getStanzeSt() {
        if(stanzeSt == null){
            stanzeSt = new ArrayList<StanzaStandard>();
        }

        return stanzeSt;
    }

    public void setStanzeSt(List<StanzaStandard> stanzeSt) {
        this.stanzeSt = stanzeSt;
    }

    public List<StanzaInner> getStanzeIn() {
        if(stanzeIn == null){
            stanzeIn = new ArrayList<StanzaInner>();
        }

        return stanzeIn;
    }
}
```

```

    }

    public void setStanzeIn(List<StanzaInner> stanzeIn) {
        this.stanzeIn = stanzeIn;
    }

    /*Classe Inner*/
    class StanzaInner {

        private double mq;
        private String accessori;

        public StanzaInner(double mq, String accessori) {
            this.mq = mq;
            this.accessori = accessori;
        }

        public double getMq() {
            return mq;
        }

        public void setMq(double mq) {
            this.mq = mq;
        }

        public String getAccessori() {
            return accessori;
        }

        public void setAccessori(String accessori) {
            this.accessori = accessori;
        }

    }
}

```

#### StanzaStandard.java

```

public class StanzaStandard {
    private double mq;
    private String accessori;

    public StanzaStandard(double mq, String accessori) {
        this.mq = mq;
        this.accessori = accessori;
    }

    public double getMq() {
        return mq;
    }

    public void setMq(double mq) {
        this.mq = mq;
    }

    public String getAccessori() {
        return accessori;
    }
}

```

```

    public void setAccessori(String accessori) {
        this.accessori = accessori;
    }
}

```

#### MainInnerLocal.java

```

import java.util.List;

public class MainInnerLocal {

    public static void main(String[] args) {

        Appartamento a = new Appartamento();

        a.setPiano(0);

        a.getStanzeSt().add(new StanzaStandard(30,"angolo cottura"));

        /*L'istruzione di seguito è un errore perchè non possiamo istanziare oggetti
        della classe StanzaInner all'esterno della classe Appartamento*/
        /*a.getStanzeIn().add(new Appartamento.StanzaInner(16,"angolo cottura"));
        //java: an enclosing instance that contains
        classe_inner_local_anonima.Appartamento.StanzaInner is required */

        a.aggiungiStanza(16,"angolo cottura");

        List<StanzaStandard> st = a.getStanzeSt();

        for(StanzaStandard stanzaStandard : st){
            System.out.println(stanzaStandard.getMq()); // 30.0
        }

        List<Appartamento.StanzaInner> st2 = a.getStanzeIn();

        for (Appartamento.StanzaInner stanzaInner : st2) {
            System.out.println(stanzaInner.getMq()); // 16.0
        }
    }
}

```

**Esempio classe anonima:**

```
interface ActionListener {  
    void actionPerformed(ActionEvent e);  
}  
  
class A {  
    public ActionListener getButtonListener(final JButton b) {  
        return new ActionListener() {  
            public void actionPerformed(ActionEvent e) {  
                // codice eseguito quando l'utente preme il pulsante  
            }  
        };  
    }  
}
```

Vediamo un altro esempio sulla classe anonima:

**Azione.java**

```
public interface Azione {  
    public void eseguiAzione();  
}
```

**AzioneImpl.java**

```
public class AzioneImpl implements Azione{  
    @Override  
    public void eseguiAzione() {  
        System.out.println("Sono nella classe AzioneImpl");  
    }  
}
```

**MainAnonima.java**

```
public class MainAnonima {  
    public static void main(String[] args) {  
        MainAnonima m = new MainAnonima();  
  
        Azione a1 = m.eseguiAzione();  
        a1.eseguiAzione(); //Sono nella classe AzioneImpl  
        Azione a2 = m.eseguiAzione2();  
        a2.eseguiAzione(); //Sono nella classe anonima Azione  
    }  
  
    public Azione eseguiAzione() {  
        return new AzioneImpl();  
    }  
}
```



```

public Azione eseguiAzione2(){

    /*Classe anonima*/
    return new Azione() {
        @Override
        public void eseguiAzione() {
            System.out.println("Sono nella classe anonima Azione");
        }
    };
}
}

```

## APPROFONDIMENTO CLASSI INNER

E' possibile istanziare classi inner fuori dalla classe che la definisce?

La risposta è SI.

Riprendiamo l'esempio della video lezione:

```

public class Appartamento {
    ...

    class StanzaInner {
        private double mq;
        private String accessori;
        ...
    }
}

```

Come abbiamo visto, la classe StanzaInner, così com'è definita non può essere istanziata fuori dalla classe Appartamento, per cui, in una classe esterna (che ad es. chiamiamo Main) non potrà fare:

```

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Appartamento a = new Appartamento();

        StanzaInner si = new StanzaInner(16, "angolo cottura");
    }
}

```

Per poter istanziare la classe StanzaInner all'esterno della classe Appartamento la soluzione è rendere la classe static, quindi avremo:

```

public class Appartamento {
    ...
    static class StanzaInner {
        private double mq;
        private String accessori;

        public StanzaInner(double mq, String accessori) {
            super();
            this.mq = mq;
            this.accessori = accessori;
        }
        ...
    }
}

```

A questo punto possiamo istanziare la classe StanzaInner, utilizzando la seguente sintassi:

```
ClasseInner nomeVariabile = new ClassePrincipale.ClasseInner();
```

Quindi, tornando al nostro esempio, avremo:

```
public class Main {  
    public static void main(String[] args) {  
        Appartamento a = new Appartamento();  
        StanzaInner si = new Appartamento.StanzaInner(16, "angolo cottura");  
        ...  
    }  
}
```

Ecco il codice completo delle classi Appartamento e Main:

```
import java.util.ArrayList;  
import java.util.List;  
  
public class Appartamento {  
    private int piano;  
  
    private List<StanzaStandard> stanzeSt;  
    private List<StanzaInner> stanzeIn;  
  
    public void aggiungiStanza(double mq, String accessori) {  
        class CalcolaPerimetro {  
            public double calcola(double lato1, double lato2) {  
                return lato1+lato2;  
            }  
        }  
  
        CalcolaPerimetro cp = new CalcolaPerimetro();  
        cp.calcola(3, 6);  
  
        getStanzeIn().add(new StanzaInner(mq, accessori));  
    }  
  
    static class StanzaInner {  
        private double mq;  
        private String accessori;  
  
        public StanzaInner(double mq, String accessori) {  
            super();  
            this.mq = mq;  
            this.accessori = accessori;  
        }  
        /**  
         * @return the mq  
         */  
        public double getMq() {  
            return mq;  
        }  
        /**  
         * @param mq the mq to set  
         */  
        public void setMq(double mq) {  
            this.mq = mq;  
        }  
        /**
```

```

        * @return the accessori
        */
        public String getAccessori() {
            return accessori;
        }
        /**
        * @param accessori the accessori to set
        */
        public void setAccessori(String accessori) {
            this.accessori = accessori;
        }

    }
    /**
    * @return the piano
    */
    public int getPiano() {
        return piano;
    }
    /**
    * @param piano the piano to set
    */
    public void setPiano(int piano) {
        this.piano = piano;
    }
    /**
    * @return the stanzeSt
    */
    public List<StanzaStandard> getStanzeSt() {
        if(stanzeSt == null) {
            stanzeSt = new ArrayList<StanzaStandard>();
        }

        return stanzeSt;
    }
    /**
    * @param stanzeSt the stanzeSt to set
    */
    public void setStanzeSt(List<StanzaStandard> stanzeSt) {
        this.stanzeSt = stanzeSt;
    }
    /**
    * @return the stanzeIn
    */
    public List<StanzaInner> getStanzeIn() {
        if(stanzeIn == null) {
            stanzeIn = new ArrayList<StanzaInner>();
        }

        return stanzeIn;
    }
    /**
    * @param stanzeIn the stanzeIn to set
    */
    public void setStanzeIn(List<StanzaInner> stanzeIn) {
        this.stanzeIn = stanzeIn;
    }
}

```

```

package it.corso.java.classiinnerlocali;

import java.util.List;
import it.corso.java.classiinnerlocali.Appartamento.StanzaInner;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Appartamento a = new Appartamento();

        a.setPiano(0);

        a.getStanzeSt().add(new StanzaStandard(16, "angolo cottura"));

        StanzaInner si = new Appartamento.StanzaInner(16, "angolo cottura");
        a.getStanzeIn().add(si);

        a.aggiungiStanza(30, "angolo cottura");

        List<StanzaStandard> st = a.getStanzeSt();

        for (StanzaStandard stanzaStandard : st) {
            System.out.println(stanzaStandard.getMq());
        }

        List<StanzaInner> st2 = a.getStanzeIn();

        for (StanzaInner stanzaInner : st2) {
            System.out.println(stanzaInner.getMq());
        }
    }
}

```

# JAVA JENERICS

I generics sono stati introdotti a partire dalla versione 5 di JAVA.

I generics sono degli strumenti, messi a disposizione dal linguaggio di programmazione, che ci consentono di definire degli elementi parametrizzati, attraverso la notazione <Tipo>.

Vediamo cosa vuol dire definire elementi parametrizzati:

Prima di JAVA 5, quando creavamo le liste, avevamo la seguente sintassi:

```
List nomeVariabile = new ArrayList();
```

Questo tipo di sintassi non specificava cosa doveva contenere la lista al suo interno, quindi per accedere ad ogni suo elemento, dovevo fare il casting. Per risolvere questo problema, attraverso i generics è stata implementata una nuova modalità di definizione degli elementi parametrizzati:

```
List<Tipo> nomeVariabile = new ArrayList<Tipo>();
```

Vediamo un esempio:

```
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;

public class MainGenerics {

    public static void main(String[] args) {

        /* senza generics */
        List lista1 = new ArrayList();

        /* senza generics posso aggiungere elementi di tipo diverso,
        * ma ciò può creare problemi */
        lista1.add("es 1");
        lista1.add("es 2");
        lista1.add(new Appartamento());

        String test1 = (String) lista1.get(0);

        /* con generics */
        List<String> lista2 = new ArrayList<>();

        lista2.add("es 3");
        lista2.add("es 4");

        String test2 = lista2.get(0);
    }
}
```

L'utilizzo dei generics offre una serie di vantaggi, in particolare:

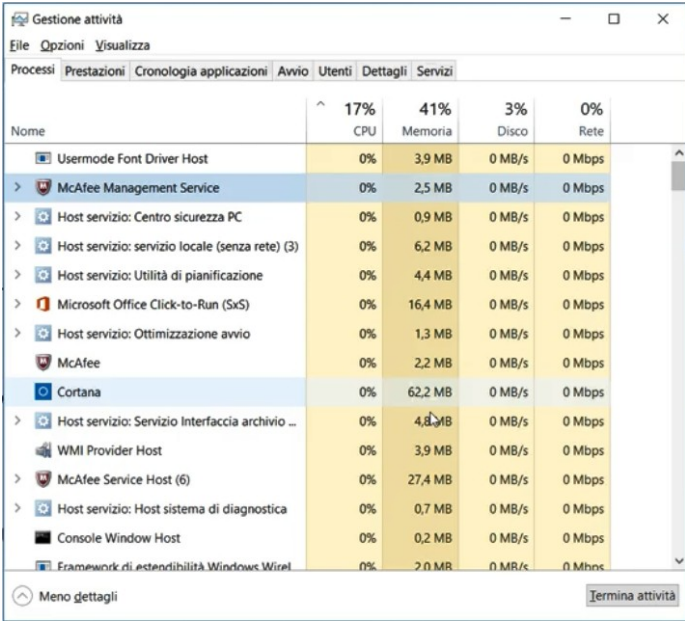
- abbiamo una migliore gestione del type checking, cioè sappiamo il tipo di elementi che contiene una lista già in fase di compilazione ;
- ci consente di evitare il casting, che è un'operazione abbastanza pesante per JAVA.

# THREAD E CONCORRENZA

## PROCESSO

Prima di capire cosa è un thread, dobbiamo definire cosa è un processo.

Quando installiamo su un dispositivo un software, copiamo i file compilati del software stesso all'interno del dispositivo, indipendentemente dal tipo di sistema operativo che vi è installato sopra. Il software in stato di esecuzione genera un processo, che avrà un ID univoco e occuperà una porzione di RAM dove salverà le sue informazioni. Quindi, un processo può essere definito come un'istanza del software che contiene le istruzioni e i dati che vengono elaborati durante l'esecuzione del software. Un esempio lo possiamo vedere sulla gestione attività del PC, dove sono elencati tutti i processi attivi in quel dato momento:



The screenshot shows the Windows Task Manager window titled "Gestione attività". The "Processi" tab is selected. The table lists various background processes with their names, CPU usage, memory usage, disk usage, and network usage. The processes are sorted by CPU usage, with "Cortana" showing the highest usage at 17%.

Nome	17% CPU	41% Memoria	3% Disco	0% Rete
Usermode Font Driver Host	0%	3.9 MB	0 MB/s	0 Mbps
McAfee Management Service	0%	2.5 MB	0 MB/s	0 Mbps
Host servizio: Centro sicurezza PC	0%	0.9 MB	0 MB/s	0 Mbps
Host servizio: servizio locale (senza rete) (3)	0%	6.2 MB	0 MB/s	0 Mbps
Host servizio: Utilità di pianificazione	0%	4.4 MB	0 MB/s	0 Mbps
Microsoft Office Click-to-Run (SxS)	0%	16.4 MB	0 MB/s	0 Mbps
Host servizio: Ottimizzazione avvio	0%	1.3 MB	0 MB/s	0 Mbps
McAfee	0%	2.2 MB	0 MB/s	0 Mbps
Cortana	17%	62.2 MB	0 MB/s	0 Mbps
Host servizio: Servizio Interfaccia archivio ...	0%	4.8 MB	0 MB/s	0 Mbps
WMI Provider Host	0%	3.9 MB	0 MB/s	0 Mbps
McAfee Service Host (6)	0%	27.4 MB	0 MB/s	0 Mbps
Host servizio: Host sistema di diagnostica	0%	0.7 MB	0 MB/s	0 Mbps
Console Window Host	0%	0.2 MB	0 MB/s	0 Mbps
Framework di estendibilità Windows Wirel...	0%	2.0 MB	0 MB/s	0 Mbps

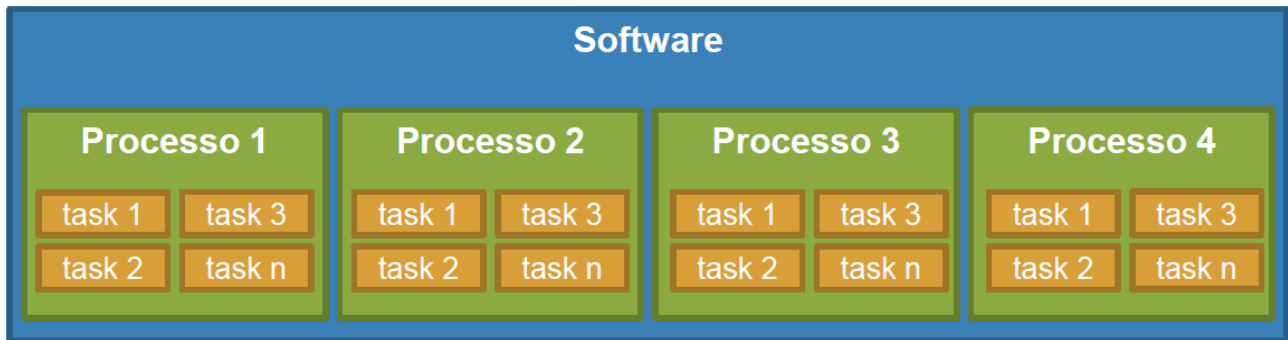
Siccome i sistemi operativi sono multitasking, possiamo eseguire più processi contemporaneamente e il sistema operativo assegnerà la CPU all'i-esimo processo, a seconda delle necessità.

## THREAD

Quando abbiamo la necessità di suddividere un processo in più sottoprocessi (o task), i quali devono essere indipendenti tra loro, a quel punto parliamo di thread. Un thread è un sottoprocesso che ha vita propria e svolge un determinato compito. Più thread possono essere eseguiti in maniera concorrente, a seconda delle necessità.

Quindi, in linea generale lo scopo dei thread è quello di dividere un processo in tante piccole parti, dove ogni parte lavora in maniera autonoma e deve gestire un evento o una risorsa.

Vediamo un esempio:



In questo esempio abbiamo il nostro software e 4 processi, che sono intesi come 4 istanze dello stesso software. Il numero di processi equivale al numero di volte che l'utente avvia lo stesso software. Ogni processo avrà i suoi task per la gestione delle singole attività e dei singoli eventi.

Esempi di utilizzo dei thread sono:

**Nel caso del browser web:**

- un thread che si occupa di scrivere il testo e visualizzarlo a video;
- un thread che si occupa di effettuare la ricerca.

**Nel caso del server web:**

- un thread che si occupa di accettare le richieste e creare altri thread che le gestiscono;
- un thread che si occupa di gestire una richiesta.

**Nel caso di word:**

- un thread che si occupa di scrivere i comandi digitati dall'utente;
- un thread che si occupa di cercare i sinonimi e gli errori di scrittura;
- un thread che si occupa di visualizzare gli errori di ortografia.

# CONCORRENZA

Ovviamente anche il sistema operativo stesso è composto da diversi software. Se il dispositivo non fosse in grado di gestire l'accesso concorrente a questi programmi, potremmo eseguire un solo programma alla volta. Ad esempio, non potremmo navigare su internet e al tempo stesso guardare un video, scrivere un documento, ascoltare musica e così via.

Si capisce a questo punto che la gestione della concorrenza diventa fondamentale, perché consente di sfruttare tutte le risorse hardware a disposizione per l'esecuzione di più software contemporaneamente.

Quindi, la concorrenza è un insieme di concetti che consentono di rappresentare e descrivere l'esecuzione di due o più processi in maniera simultanea o non simultanea, a seconda della tipologia di architettura su cui stiamo eseguendo un software. Due o più processi, quindi due o più istanze di diversi software o dello stesso software, sono in esecuzione concorrente se vengono eseguiti in parallelo. A seconda del tipo di architettura, abbiamo 2 tipi di parallelismo:

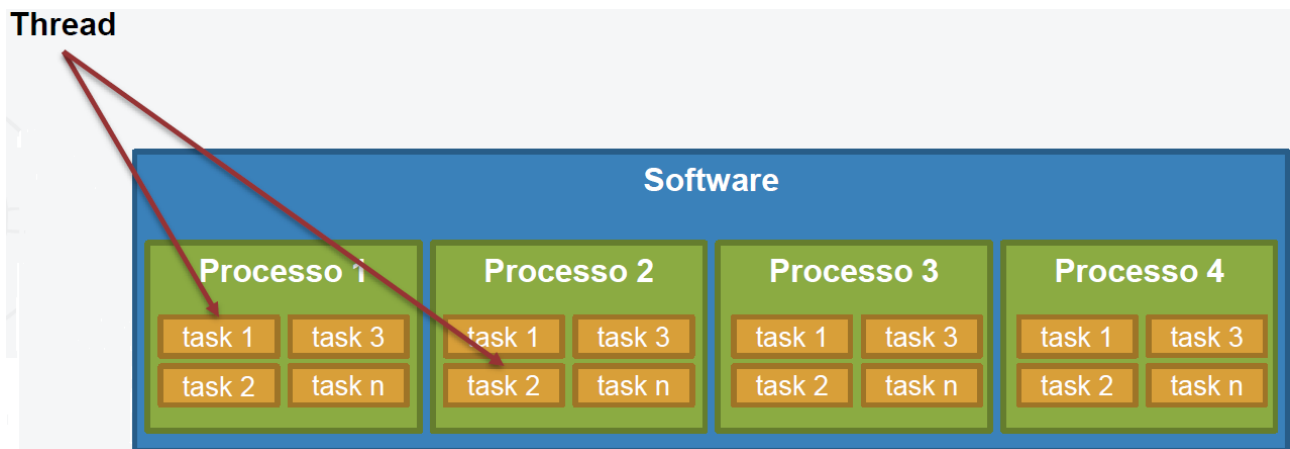
- il parallelismo reale avviene quando più processi sono attivi su un dispositivo dotato di più processori, dove ogni processore prende in carico un processo, oppure quando più processi sono attivi su più dispositivi indipendenti tra loro e distribuiti.
- Il parallelismo apparente avviene quando più processi sono attivi su un dispositivo dotato di un processore.



## CICLO DI VITA DI UN THREAD

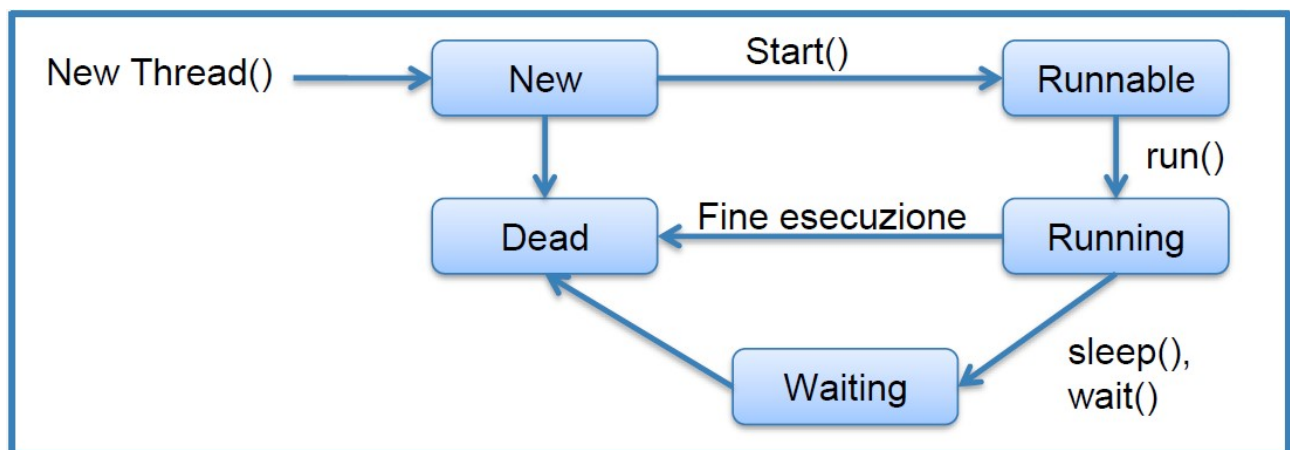
Un thread, dal punto di vista del processo, abbiamo già visto essere un sottoprocesso (o task), quindi un componente di un processo più ampio e complesso che si occupa di gestire una risorsa o un evento.

### Thread



Un thread ha un suo ciclo di vita, che comprende i seguenti stati:

- New
- Runnable
- Running
- Waiting
- Dead



Il primo stato in cui si trova un thread è New quando viene istanziato, poi abbiamo Runnable quando viene avviato, Running quando viene eseguito. Arrivato allo stato di Running, un thread può arrivare a Waiting, oppure a Dead, a seconda del caso se vogliamo sospendere o terminare il suo ciclo di vita.

## THREAD PRIORITY

La priority (o priorità) è l'informazione che indica allo scheduler il livello di importanza di un thread rispetto agli altri. Lo scheduler è un software che si occupa di gestire l'esecuzione dei thread durante l'esecuzione di un processo.

Facendo attenzione, però, su un concetto, non tutti i sistemi operativi garantiscono che l'ordine di esecuzione dei thread è determinato sulla base della thread priority che abbiamo stabilito. Tuttavia, se un certo numero di thread sono bloccati e in attesa di essere eseguiti, il primo che verrà sbloccato dallo scheduler sarà quello che ha priorità maggiore. In questo modo evitiamo la situazione che si chiama starvation, ovvero l'impossibilità di ottenere risorse da parte di un processo, perché tutti i task sono bloccati.

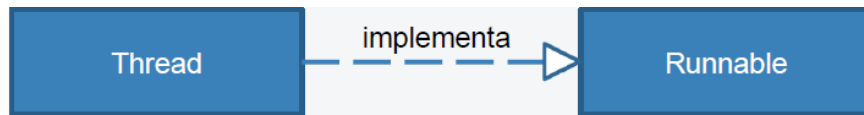
La priority di un thread in JAVA va da 1 a 10, dove la priorità minore è definita `MIN_PRIORITY(1)`, la priorità maggiore è `MAX_PRIORITY(10)` e la priorità normale, che è anche quella di default, è `NORM_PRIORITY(5)`.

# CREARE UN THREAD IN JAVA

Per creare un thread in JAVA abbiamo due possibilità:

- creare una classe che estende la classe Thread
- creare una classe che implementa l'interfaccia Runnable

Ovviamente, la classe Thread implementa l'interfaccia Runnable.



Se creiamo un thread attraverso la classe Thread, la nostra classe deve ereditare attraverso la keyword `extends` la classe Thread. Questo permetterà alla nostra classe di ereditare i metodi della classe Thread, in particolare quello più importante di tutti che è il metodo `run()`. Il metodo `run()` deve essere riscritto nella nostra classe, cioè ci verrà richiesto di fare l'override di tale metodo. Il metodo `run()` contiene le istruzioni che devono essere eseguite dal thread. Il codice presente nel metodo `run()` viene eseguito in maniera concorrente ad altri thread presenti in un programma.

Vediamo un primo esempio di thread in JAVA:

```
public class EsempioThread extends Thread {
    /*Tutto quello che è il blocco di codice che dobbiamo eseguire,
    deve essere messo all'interno del metodo run()*/
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("sono un thread");
    }
}

class MainThread{
    public static void main(String[] args) {
        EsempioThread et = new EsempioThread();

        //Per eseguire il thread, dobbiamo invocare il metodo start()
        et.start();//sono un thread
    }
}
```

Nell'esempio, l'esecuzione del metodo `start()` nel `main()` ha causato l'invocazione del metodo `run()`.

Quindi, per creare un thread dobbiamo:

- creare un'istanza della nostra classe che estende Thread;
- invocare il metodo `start()` che si occuperà, dopo la configurazione del thread, di invocare il metodo `run()`.

Altri metodi utili che si ereditano dalla classe Thread sono:

- `yield()` che suggerisce allo scheduler di liberare la CPU e renderla disponibile, ovviamente, ad altri thread;

- `sleep()` che mette in standby il thread per un determinato numero di millisecondi.

Possiamo eventualmente creare un thread anche utilizzando direttamente l'interfaccia `Runnable`. In questo caso la nostra classe deve implementare l'interfaccia `Runnable`. Questo secondo metodo viene utilizzato, piuttosto che utilizzare la classe `Thread`, quando la nostra classe estende già un'altra classe e, siccome non possiamo usare l'ereditarietà multipla con l'attributo `extends`, possiamo utilizzare l'interfaccia `Runnable` che ci consentirà comunque di implementare un thread. Ovviamente, implementando l'interfaccia, dobbiamo implementare il metodo `run()`, che è definita all'interno dell'interfaccia `Runnable`. Per creare un thread in questo caso dobbiamo utilizzare il costruttore della classe `Thread`, che prende in ingresso come parametro l'istanza della nostra classe che implementa `Runnable`. Vediamo un esempio:

```
public class EsempioRunnable implements Runnable{
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("sono un thread runnable");
    }
}

class MainRunnable {
    public static void main(String[] args) {
        /*Per eseguire questo thread, dobbiamo creare un'istanza della
        classe Thread, passando in ingresso un'istanza della nostra
        classe che implementa l'interfaccia Runnable*/
        Thread t = new Thread(new EsempioRunnable());

        t.start();//sono un thread runnable
    }
}
```

## MULTITHREADING

Multithreading vuol dire eseguire contemporaneamente più thread appartenenti allo stesso processo. Il multithreading può essere:

- collaborativo, ovvero i thread rimangono attivi fino a quando non terminano il task, oppure fino a quando non cedono le risorse occupate ad altri thread;
- preventivo, ovvero la macchina virtuale accede ad un thread attivo e lo controlla attraverso un altro thread.

Le specifiche JAVA stabiliscono che la JVM debba gestire i thread, utilizzando lo scheduling preemptive (o fixed-priority scheduling). Questo vuol dire che lo scheduler ha il compito di interrompere o ripristinare i thread a seconda del loro stato. Quindi, in base in cui si trovano i thread, lo scheduler può attivarli o disattivarli.

Come abbiamo già detto, ogni esecuzione della JVM corrisponde ad un processo, mentre tutto quello che viene eseguito dalla JVM corrisponde ad un thread.

Chiaramente il multithreading ha ragione di esistere perché, se eseguiamo le operazioni in parallelo, ovviamente riusciamo a raggiungere un risultato in maniera più rapida. Oltre a questo, un'altra caratteristica dei software multithreading è che i thread possono scambiarsi informazioni tra loro ed accedere a risorse condivise, ad esempio un database condiviso tra thread, oppure una risorsa hardware.

Vediamo un esempio in codice di multithreading:

```
public class EsempioMultithreading extends Thread{
    @Override
    public void run(){

        System.out.println("Sono il thread " + getName());

        for (int i = 0; i < 10; i++){
            System.out.println(i);
        }
        /*Utilizzo il metodo sleep per dare un tempo di pausa
        tra una stampa di i e un'altra*/
        try {
            Thread.sleep(3000);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

class MainMultithreading{
    public static void main(String[] args) {

        EsempioMultithreading em1 = new EsempioMultithreading();
        //setName() serve per poter assegnare un nome al thread
        em1.setName("Thread1");

        EsempioMultithreading em2 = new EsempioMultithreading();
        em2.setName("Thread2");

        EsempioMultithreading em3 = new EsempioMultithreading();
        em3.setName("Thread3");

        EsempioMultithreading em4 = new EsempioMultithreading();
        em4.setName("Thread4");

        EsempioMultithreading em5 = new EsempioMultithreading();
        em5.setName("Thread5");

        em1.start();
        em2.start();
        em3.start();
        em4.start();
        em5.start();

    }
}
```

In questo codice abbiamo 5 thread che ciclano la variabile i per 10 volte. Tutti e 5 i thread si eseguono in maniera concorrenziale tra di loro, richiedendo l'accesso alle risorse e, il più delle volte, interrompendosi tra di loro. Ragion per cui, eseguendo più volte questo codice, otterremo sempre un output diverso, perché cambierà sempre l'ordine di esecuzione dei thread e i momenti in cui uno sospenderà l'esecuzione dell'altro.

Vediamo un esempio dei tanti output che possiamo ottenere dal codice precedente:

```
Sono il thread Thread3
0
1
Sono il thread Thread1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Sono il thread Thread2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Sono il thread Thread4
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Sono il thread Thread5
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
2
3
4
5
6
7
8
9
```

In questo output in particolare abbiamo:

- il thread 3 che è il primo ad essere eseguito, ma interrotto bruscamente dal thread 1 che ha richiesto l'accesso;
- in seguito, verranno eseguiti in quest'ordine il thread 1, il thread 2, il thread 4 e il thread 5, che non verranno mai interrotti durante la loro esecuzione;
- infine, il thread 3 completa la sua esecuzione dopo il thread 5, interrotta precedentemente dal thread 1.

Alla prossima esecuzione del codice, otterremo un output diverso.

# CONCORRENZA IN JAVA

La concorrenza è la possibilità di eseguire più task in parallelo. L'utilizzo della concorrenza è molto utile quando i processi possono essere parallelizzati, senza necessità di serializzarli. Ad esempio, immaginiamo che in un browser possiamo caricare contemporaneamente più pagine. Se il browser non fosse stato un software multithreading, non avremmo potuto effettuare questa operazione, ma avremmo dovuto aspettare il caricamento di una pagina per poterne richiedere un'altra.

In JAVA la concorrenza si implementa tramite tre strumenti:

- I Thread, disponibili dalla versione 1.0 di JAVA.
- Il framework Executor, disponibile dalla versione 1.5 di JAVA.
- Il framework Fork/Join, disponibile dalla versione 1.7 di JAVA.

## CONCORRENZA CON L'UTILIZZO DEI THREAD

Per creare un thread è necessario, abbiamo già detto, creare la classe che estenda Thread, oppure che implementi Runnable, e che implementi in entrambi i casi il metodo run(). All'interno del metodo run() dobbiamo inserire la logica relativa al task da eseguire.

L'avvio del thread si ha con il metodo start(), mentre l'attesa del completamento del task (l'attesa dell'esecuzione completa del thread) si ha con il metodo join().

Se vogliamo passare dei parametri d'ingresso, siccome il metodo run() non accetta parametri d'ingresso ed è un metodo void (cioè non restituisce parametri), dobbiamo definire un costruttore personalizzato che riceva in ingresso i parametri necessari. A quel punto, possiamo lavorare con i parametri ricevuti in ingresso dal costruttore.

Facciamo un esempio in cui supponiamo di creare una classe che consenta di recuperare l'output (l'html) di una pagina web:

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.InputStreamReader;
import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;
import java.net.URLConnection;

public class GetPaginaSito extends Thread {

    private String url;
    private String content;

    /*Creo il costruttore per poter passare un parametro in ingresso
    * alla logica all'interno di new()*/
    public GetPaginaSito(String url){
        super();
        this.url = url;
    }

    @Override
```

```

public void run() {
    /*Dentro il metodo run() implemento la logica che permette
    di invocare una URL e di recuperare le informazioni*/
    try {
        /*Sto passando la url in ingresso dal costruttore*/
        URL u = new URL(url);

        /*Creo la connessione*/
        URLConnection con = u.openConnection();

        /*Attraverso l'invocazione del metodo getInputStream(), recuperiamo
        l'output del nostro sito, quindi la nostra pagina html*/
        InputStream is = con.getInputStream();

        /*Scrivo il contenuto della pagina html in un file, mediante il
        metodo getString() della classe Utils, che prende in ingresso
        un InputStream e scrive in uno StringBuilder tutto l'output
        della nostra pagina web*/
        setContent(Utils.getString(is));

    } catch (MalformedURLException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

/*Genero i metodi getter e setter per l'accesso alla variabili private url e
content*/
public String getUrl() {
    return url;
}

public void setUrl(String url) {
    this.url = url;
}

public String getContent() {
    return content;
}

public void setContent(String content) {
    this.content = content;
}
}

class Utils {
    public static String getString(InputStream is) {
        BufferedReader br = null;
        StringBuilder sb = new StringBuilder();

        String line;
        try {
            br = new BufferedReader(new InputStreamReader(is));
            while ((line = br.readLine()) != null) {
                sb.append(line);
            }
        } catch (IOException e) {

```



```

        e.printStackTrace();
    } finally {
        if (br != null) {
            try {
                br.close();
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

    return sb.toString();
}

class MainConcorrenza{
    public static void main(String[] args) {
        GetPaginaSito s1 = new GetPaginaSito("http://www.paolopreite.it");
        GetPaginaSito s2 = new GetPaginaSito("http://www.google.it");

        s1.start();
        s2.start();

        /*Attendo il completamento di ciascun thread, prima di eseguire
        quello successivo, in modo da non farli interrompere a vicenda*/
        try {
            s1.join();
            s2.join();
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }

        System.out.println("Output sito Paolo Preite");
        System.out.println(s1.getContent());

        System.out.println("Output sito Google");
        System.out.println(s2.getContent());
    }
}

```

## CONCORRENZA CON L'UTILIZZO DEGLI EXECUTOR

Vediamo adesso come gestire la concorrenza attraverso gli Executor, che sono disponibili a partire dalla versione 1.5 di JAVA.

Dobbiamo creare innanzitutto una classe che implementi l'interfaccia Callable e che definisca il metodo call(). A questo punto, per eseguire i thread, dobbiamo creare un'istanza della classe ExecutorService ed utilizzare il metodo invokeAll(). Questo metodo ritorna una lista di oggetti Future, attraverso cui è possibile recuperare il valore di ritorno di ogni invocazione.

Vediamo di nuovo l'esempio della pagina web, ma con l'utilizzo degli Executor:

```
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;
import java.net.URLConnection;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.concurrent.*;

public class GetPaginaSitoExecutor implements Callable <String>{ /*String è il tipo di
output*/
    private String url;
    private String content;

    public GetPaginaSitoExecutor(String url){
        super();
        this.url = url;
    }

    @Override
    public String call() throws Exception {

        try {
            URL u = new URL(url);

            URLConnection con = u.openConnection();

            InputStream is = con.getInputStream();

            return Utils.getString(is);

        } catch (MalformedURLException e) {
            e.printStackTrace();
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        return null;
    }

    public String getUrl() {
        return url;
    }

    public void setUrl(String url) {
        this.url = url;
    }
}
```

```

    public String getContent() {
        return content;
    }

    public void setContent(String content) {
        this.content = content;
    }
}

class MainConcorrenzaExecutor{
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException,
    ExecutionException {
        List<Callable<String>> siti = new ArrayList<Callable<String>>();

        siti.add(new GetPaginaSitoExecutor("http://www.paolopreite.it"));
        siti.add(new GetPaginaSitoExecutor("http://www.google.it"));

        ExecutorService ex = Executors.newSingleThreadExecutor();

        List<Future<String>> out = ex.invokeAll(siti);

        for(Future<String> future : out){ /*for each*/
            System.out.println(future.get());
        }

        ex.shutdown();/*Termino l'istanza dell'ExecutorService*/
    }
}

```

## CONCORRENZA CON L'UTILIZZO DEL FRAMEWORK FORK/JOIN

Vediamo quest'ultimo in cui gestiamo la concorrenza tra thread attraverso il framework Fork/Join, disponibile dalla versione 1.7 di JAVA. Questo framework è una specializzazione del framework Executor.

In questo caso dobbiamo creare una classe che estenda la classe RecursiveTask ed implementi il metodo compute().

Per eseguire i thread dobbiamo creare un'istanza della classe ForkJoinPool ed utilizzare il metodo invoke().

Vediamo di nuovo l'esempio della pagina web, ma con l'utilizzo del framework Fork/Join:

```
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;
import java.net.URLConnection;
import java.util.concurrent.ForkJoinPool;
import java.util.concurrent.RecursiveTask;

public class GetPaginaSitoForkJoin extends RecursiveTask<String> {
    private String url;
    private String content;

    public GetPaginaSitoForkJoin(String url){
        super();
        this.url = url;
    }

    @Override
    protected String compute() {
        try {
            URL u = new URL(url);

            URLConnection con = u.openConnection();

            InputStream is = con.getInputStream();

            return Utils.getString(is);

        } catch (MalformedURLException e) {
            e.printStackTrace();
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        return null;
    }

    public String getUrl() {
        return url;
    }

    public void setUrl(String url) {
        this.url = url;
    }

    public String getContent() {
        return content;
    }
}
```

```

        public void setContent(String content) {
            this.content = content;
        }
    }

    class MainConcorrenzaForkJoin{
        public static void main(String[] args) {
            ForkJoinPool f = new ForkJoinPool();

            System.out.println(f.invoke(new
            GetPaginaSitoForkJoin("http://www.paolopreite.it")));
            System.out.println(f.invoke(new
            GetPaginaSitoForkJoin("http://www.google.it")));

            f.shutdown();

        }
    }
}

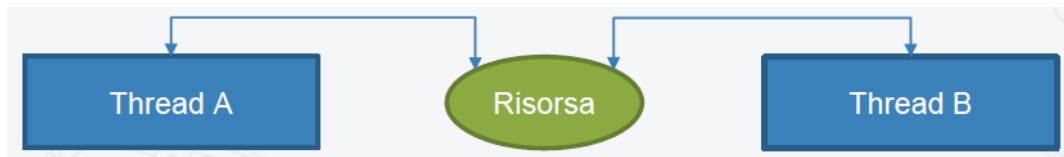
```

# SINCRONIZZAZIONE

Per capire cosa è la sincronizzazione, vediamo un esempio. Supponiamo che Mario e Lucia abbiano un conto corrente bancario cointestato, quindi entrambi gli utenti possono accedere allo stesso conto corrente, hanno due bancomat e possono entrambi prelevare da due terminali diversi. Dobbiamo immaginare lo scenario in cui Mario e Lucia effettuano nello stesso istante la visualizzazione dell'estratto conto, vedono che il saldo è sufficiente ed effettuano il prelievo da due terminali diversi. Se non gestiamo il fatto che i due utenti accedono allo stesso conto corrente, Mario e Lucia possono effettuare il prelievo nello stesso istante, correndo il rischio che il saldo diventi negativo.

Mario e Lucia sono due thread che accedono alla stessa risorsa, ossia il conto corrente. Per poter prevenire eventuali situazioni anomale (ad esempio un saldo negativo sul conto corrente), è necessario gestire la sincronizzazione tra due thread che accedono alla stessa risorsa.

JAVA consente di gestire la sincronizzazione tra thread attraverso la keyword `synchronized`. Questa keyword consente di bloccare una risorsa, garantendo l'accesso esclusivo ad un thread. Quando questa risorsa è bloccata, nessun thread può accedervi finché la risorsa che l'ha bloccata non la libera.



Nell'esempio precedente, se Mario blocca la risorsa conto corrente durante il prelievo, Lucia non potrà prelevare finché Mario non avrà effettuato il prelievo. A quel punto verrà effettuato il controllo sul saldo e, quindi, se il saldo è disponibile, verrà effettuato il prelievo, altrimenti no.

Per quanto riguarda la keyword `synchronized`:

- in una classe possiamo definire più metodi `synchronized`, a seconda delle necessità;
- un metodo `synchronized` può essere eseguito solo da un thread alla volta;
- quando esistono più metodi `synchronized` in una classe, solo un metodo per volta può essere invocato;
- quando viene invocato un metodo `synchronized`, ovviamente il thread chiamante tecnicamente si dice che ottiene il lock, quindi blocca l'accesso da parte di altri thread a quella risorsa;
- i thread che vogliono accedere ad una risorsa bloccata rimangono in attesa di ricevere il lock, quindi rimangono in stato sospeso finché la risorsa non viene sbloccata dal thread che l'aveva occupata;
- quando un thread termina l'esecuzione di un metodo `synchronized`, il lock viene rilasciato e il metodo torna disponibile anche agli altri thread.

Vediamo l'esempio di Mario e Lucia con il codice:

**Cliente.java**

```
public class Cliente extends Thread {  
    private double sommaDaPrelevare;  
  
    public Cliente(String nomeCliente, double sommaDaPrelevare) {
```

```

        super();
        this.setName(nomeCliente);
        this.sommaDaPrelevare = sommaDaPrelevare;
    }

    @Override
    public void run() {
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " arriva al
bancomat");
        System.out.println("Quando arriva " +
Thread.currentThread().getName() + " il saldo è: " +
ContoCorrente.getInstance().getSaldo());
        System.out.println("La somma che vuole prelevare " +
Thread.currentThread().getName() + " è: " + sommaDaPrelevare);

        try {
            ContoCorrente.getInstance().prelievo(sommaDaPrelevare);
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "
TUTTO OK PRELIEVO EFFETTUATO");
        } catch (Exception e) {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "
NO00000000000 NON HAI SOLDI!!!");
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

```

#### ClienteNonSync.java

```

public class ClienteNonSync extends Thread {
    private double sommaDaPrelevare;

    public ClienteNonSync(String nomeCliente, double sommaDaPrelevare) {
        super();
        this.setName(nomeCliente);
        this.sommaDaPrelevare = sommaDaPrelevare;
    }

    @Override
    public void run() {
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " arriva al
bancomat");
        System.out.println("Quando arriva " +
Thread.currentThread().getName() + " il saldo è: " +
ContoCorrente.getInstance().getSaldo());
        System.out.println("La somma che vuole prelevare " +
Thread.currentThread().getName() + " è: " + sommaDaPrelevare);
        try {
            ContoCorrente.getInstance().prelievoNonSync(sommaDaPrelevare);
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "
TUTTO OK PRELIEVO EFFETTUATO");
        } catch (Exception e) {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "
NO00000000000 NON HAI SOLDI!!!");
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

```

## ContoCorrente.java

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.BufferedWriter;
import java.io.File;
import java.io.FileReader;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;

public class ContoCorrente {
    private static ContoCorrente cc;

    public static ContoCorrente getInstance() {
        if(cc == null)
            cc = new ContoCorrente();

        return cc;
    }

    public double getSaldo() {
        double saldo = 0;

        BufferedReader br = null;
        try {
            File fin = new File(new File(".").getCanonicalPath() +
File.separator + "db.txt");

            br = new BufferedReader(new FileReader(fin));

            String line = null;
            while ((line = br.readLine()) != null) {
                saldo = Double.parseDouble(line);
                break;
            }
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            if(br != null)
                try {
                    br.close();
                } catch (IOException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
        }

        return saldo;
    }

    public synchronized void prelievo(double somma) throws Exception {
        Thread.sleep(5000);

        BufferedWriter bw = null;
        FileWriter fw = null;

        try {
            double nuovoSaldo = getSaldo() - somma;

            if(nuovoSaldo > 0) {
                fw = new FileWriter(new
```



```

File(".").getCanonicalPath() + File.separator + "db.txt");
        bw = new BufferedWriter(fw);
        bw.write(nuovoSaldo+"");
    } else
        throw new Exception("Saldo insufficiente!");
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        try {
            if (bw != null)
                bw.close();

            if (fw != null)
                fw.close();
        } catch (IOException ex) {
            ex.printStackTrace();
        }
    }
}

public void prelievoNonSync(double somma) throws Exception {
    Thread.sleep(5000);

    BufferedWriter bw = null;
    FileWriter fw = null;

    try {
        double nuovoSaldo = getSaldo() - somma;

        if(nuovoSaldo > 0) {
            fw = new FileWriter(new
File(".").getCanonicalPath() + File.separator + "db.txt");
            bw = new BufferedWriter(fw);
            bw.write(nuovoSaldo+"");
        } else
            throw new Exception("Saldo insufficiente!");
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        try {
            if (bw != null)
                bw.close();

            if (fw != null)
                fw.close();
        } catch (IOException ex) {
            ex.printStackTrace();
        }
    }
}
}

```

## Main.java

```
public class Main {  
  
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {  
        Cliente c1 = new Cliente("Mario", 20);  
        Cliente c2 = new Cliente("Lucia", 50);  
  
        // Avvio i Threads  
        c1.start();  
        c2.start();  
  
        // Attendo il completamento  
        c1.join();  
        c2.join();  
  
        /*****  
  
        ClienteNonSync c3 = new ClienteNonSync("Mario", 20);  
        ClienteNonSync c4 = new ClienteNonSync("Lucia", 50);  
  
        // Avvio i Threads  
        c3.start();  
        c4.start();  
  
        // Attendo il completamento  
        c3.join();  
        c4.join();  
  
    }  
}
```

La classe Cliente e la classe ClienteNonSync sono entrambi thread, perché estendono entrambe la classe Thread. All'interno di entrambe abbiamo la variabile sommaDaPrelevare e il costruttore che prende in ingresso il nome del cliente e la somma da prelevare. Importante da ricordare è che, quando creiamo un thread che estende la classe Thread, per passare delle variabili come parametri in ingresso, è necessario dichiarare tali variabili all'interno della classe ed implementare il costruttore. All'interno del metodo run() di entrambi i thread, abbiamo delle istruzioni che ci dicono chi arriva al bancomat, quanto è il saldo nel momento in cui l'utente arriva al bancomat e quanto è la somma da prelevare. Dopodiché, sempre nel metodo run(), abbiamo il blocco try catch, dove nel try vengono prelevati rispettivamente i metodi prelievoNonSync per la classe ClienteNonSync e prelievo per la classe Cliente. A questi due metodi viene passato in ingresso ovviamente la somma da prelevare. Se il prelievo viene effettuato, abbiamo il messaggio di "prelievo effettuato", altrimenti abbiamo un messaggio di "saldo negativo".

La classe ContoCorrente utilizza il singleton pattern e ha tre metodi, ossia getSaldo() che ritorna il saldo, prelievo() e prelievoNonSync(). Il codice tra gli ultimi due metodi è pressoché identico, cambia solo l'utilizzo della keyword synchronized per il metodo prelievo(). In entrambi i casi, se il prelievo viene effettuato con successo, viene riscritto il file db.txt con il nuovo saldo, altrimenti abbiamo un'eccezione.

Nella classe Main ci sono rispettivamente due istanze dei thread Cliente e ClienteNonSync, vengono avviati con il metodo start() e si attende il loro completamento con il metodo join().

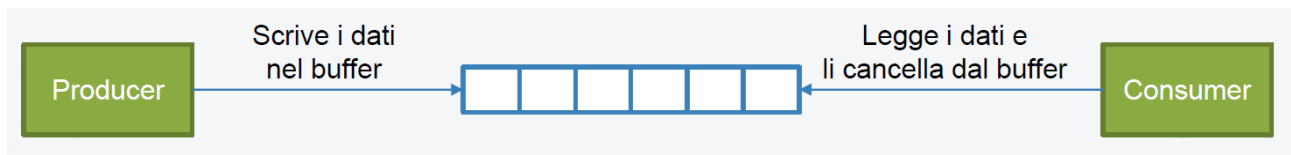
Con questo codice possiamo studiare il comportamento di due thread, sia quando abbiamo la

sincronizzazione, sia quando non ce l'abbiamo. Quando abbiamo la sincronizzazione, solo uno dei due thread entrerà nel metodo prelievo(), mentre l'altro resta in attesa. Quando non abbiamo la sincronizzazione, tutti e due i thread invece avranno libero accesso contemporaneamente al metodo prelievoNonSync()

## ESEMPIO MULTITHREADING E CONCORRENZA : PRODUCER-CONSUMER

Il problema del producer-consumer (noto anche come problema del buffer limitato) è un classico esempio di sincronizzazione tra processi.

Ci sono i processi, producer e consumer, che condividono un buffer di dimensione fissa. Il buffer è una zona di memoria usata per compensare differenze di velocità nel trasferimento o nella trasmissione di dati, oppure per velocizzare l'esecuzione di alcune operazioni. Il producer genera dei dati e li scrive nel buffer, mentre il consumer legge i dati scritti dal producer e li cancella dal buffer. Quindi, da un lato abbiamo un utente che scrive, mentre dall'altro abbiamo un utente che legge e cancella.



Il problema consiste nell'assicurarsi che:

- il producer non elabori nuovi dati quando il buffer è pieno, ma che si metta in pausa;
- il consumer non cerchi di leggere dati quando il buffer è vuoto, ma che si metta in pausa.

La soluzione consiste nel:

- sospendere l'esecuzione del producer se il buffer è pieno. Quando il consumer preleva un elemento dal buffer, esso provvederà a svegliare il producer, che riprenderà a riempire il buffer;
- sospendere l'esecuzione del consumer se il buffer è vuoto. Quando il producer avrà inserito i dati nel buffer, esso provvederà a svegliare il consumer, che riprenderà a leggere e svuotare il buffer.

Questa soluzione può essere implementata mediante l'utilizzo dei semafori, che sono strategie di comunicazione tra processi. In questo caso bisogna fare molta attenzione perché, se non implementata correttamente, la soluzione porta ad avere una situazione di deadlock, in cui tutti e due i processi restano in attesa di essere risvegliati e non vengono risvegliati mai. Vediamo un esempio:

### Consumer.java

```
import java.util.List;

public class Consumer implements Runnable {
    private final List<Integer> bufferCondiviso;

    public Consumer(List<Integer> bufferCondiviso, int size) {
        this.bufferCondiviso = bufferCondiviso;
    }
}
```

```

@Override
public void run() {
    while (true) {
        try {
            System.out.println("Il thread Consumer sta leggendo il buffer... ");
            consume();
            Thread.sleep(1000);
        } catch (InterruptedException ex) {
            ex.printStackTrace();
        }
    }
}

private void consume() throws InterruptedException {
    // il thread resta in stato wait se il buffer è vuoto

    while (bufferCondiviso.isEmpty()) {
        synchronized (bufferCondiviso) {
            System.out.println("Il buffer è vuoto, il thread Consumer resta in
attesa... la dimensione del buffer adesso è: " + bufferCondiviso.size());

            bufferCondiviso.wait();
        }
    }

    // il buffer contiene elementi, quindi il thread può eliminarne uno e
    notificarlo al producer
    synchronized (bufferCondiviso) {
        System.out.println("Il thread Consumer sta leggendo il buffer ed eliminando
il seguente elemento: " + bufferCondiviso.remove(0) + " la dimensione del buffer adesso
è: " + bufferCondiviso.size());

        bufferCondiviso.notifyAll();
    }
}
}

```

## Producer.java

```
import java.util.List;

public class Producer implements Runnable {
    private final List<Integer> bufferCondiviso;
    private final int SIZE;
    private int i = 1;

    public Producer(List<Integer> bufferCondiviso, int size) {
        this.bufferCondiviso = bufferCondiviso;
        this.SIZE = size;
    }

    @Override
    public void run() {
        while(true) {
            try {
                produce();
                i++;
                Thread.sleep(1000);
            } catch (InterruptedException ex) {
                ex.printStackTrace();
            }
        }
    }

    private void produce() throws InterruptedException {
        // il thread resta in stato wait se il buffer ✦ pieno
        while (bufferCondiviso.size() == SIZE) {
            synchronized (bufferCondiviso) {
                System.out.println("Il buffer ✦ pieno, il
thread Producer resta in attesa... la dimensione del buffer adesso ✦: " +
bufferCondiviso.size());

                bufferCondiviso.wait();
            }
        }

        // il buffer non ✦ pieno, quindi il thread pu✦ aggiungere un
nuovo elemento e notificarlo al consumer
        synchronized (bufferCondiviso) {
            bufferCondiviso.add(i);
            bufferCondiviso.notifyAll();

            System.out.println("Il thread Producer ha aggiunto al
buffer l'elemento: " + i + " la dimensione del buffer adesso ✦: " +
bufferCondiviso.size());
        }
    }
}
```

## ProducerConsumerTest.java

```
import java.util.LinkedList;
import java.util.List;

public class ProducerConsumerTest {
    public static void main(String args[]) {
        List<Integer> bufferCondiviso = new LinkedList<Integer>();
        int size = 4;

        Thread prodThread = new Thread(new Producer(bufferCondiviso, size),
"Producer");
        Thread consThread = new Thread(new Consumer(bufferCondiviso, size),
"Consumer");

        prodThread.start();
        consThread.start();
    }
}
```

Abbiamo le classi Producer e Consumer che sono due thread e, infatti, implementano Runnable. Abbiamo in entrambe le classi la lista bufferCondiviso, che è condivisa tra le classi stesse.

Nel caso del Consumer, nel metodo run() viene invocato il metodo consume(). Nel metodo consume(), se il bufferCondiviso è vuoto, viene invocato il metodo synchronized con parametro il bufferCondiviso e il thread Consumer rimane in attesa (con l'utilizzo del metodo wait()) che il bufferCondiviso sia di nuovo disponibile con degli elementi. Se il bufferCondiviso, invece, contiene gli elementi, il thread Consumer può rimuovere il primo elemento della lista (bufferCondiviso.remove(0)) e notifica (bufferCondiviso.notifyAll()) al Producer, che è in attesa sulla variabile bufferCondiviso, che potrà continuare a inserire dati.

Nel caso del Producer, nel metodo run() viene invocato il metodo produce(). Nel metodo produce(), se il bufferCondiviso è pieno, viene invocato il metodo synchronized con parametro il bufferCondiviso e il thread Producer rimane in attesa (con l'utilizzo del metodo wait()) che il bufferCondiviso sia di nuovo disponibile. Se il bufferCondiviso, invece, è vuoto, il thread Producer può aggiungere elementi dalla lista (bufferCondiviso.add(i)) e notifica (bufferCondiviso.notifyAll()) al Consumer, che è in attesa sulla variabile bufferCondiviso, che il buffer contiene degli elementi.

Quindi, attraverso l'implementazione dell'esempio Producer-Consumer, due thread che accedono allo stesso buffer (alla stessa risorsa), rispettivamente in lettura dal lato Consumer e in scrittura dal lato Producer, abbiamo visto come implementare il multithreading e la concorrenza in JAVA. Come abbiamo notato, attraverso la parola chiave synchronized, abbiamo bloccato l'accesso ad una variabile (in questo caso bufferCondiviso). Quando il Producer effettua il lock sulla variabile, il Consumer resta in attesa che venga liberato il lock, quindi che la variabile venga resa disponibile e viceversa.

## METODI WAIT(), NOTIFY(), NOTIFYALL()

I metodi wait(), notify() e notifyAll() sono definiti all'interno della classe Object. La classe Object è la superclasse da cui derivano tutte le altre classi di JAVA.

### WAIT()

Il metodo wait():

- mette in attesa un thread;
- possiamo invocarlo solo su oggetti per il quale si ha il lock;
- possiamo invocarlo solo in un metodo o in un blocco di codice synchronized, altrimenti avremo l'eccezione IllegalMonitorStateException.

Quando viene invocato il metodo wait() su un oggetto, si hanno i seguenti effetti:

- sull'oggetto viene rilasciato il lock;
- il thread viene posto in stato blocked.

Analogamente al metodo wait(), anche sleep() mette in attesa il thread invocante. Tra i due, però, c'è una differenza:

- quando viene invocato il metodo sleep(), il lock sull'oggetto non viene rilasciato, quindi nessun thread può utilizzarlo;
- quando viene invocato il metodo wait(), invece, viene rilasciato il lock sull'oggetto, il quale diventa accessibile agli altri thread.

Esistono diverse implementazioni del metodo wait():

- wait() causa l'interruzione di un thread finché un altro thread non invoca il metodo notify() o notifyAll();
- wait(long timeout) causa l'interruzione di un thread finché un altro thread non invoca il metodo notify(), o notifyAll(), o se è stato raggiunto il timeout, espresso in millisecondi, impostato. Se il timeout passato in ingresso è 0, il comportamento è lo stesso del metodo wait();
- wait(long timeout, int nanos) è analogo a wait (long timeout), solo che al timeout in millisecondi è possibile aggiungere anche i nanosecondi.

## NOTIFY() E NOTIFYALL()

Il metodo `notify()` risveglia un solo thread in attesa su un oggetto che si trovava in stato di lock.

Il metodo `notifyAll()` risveglia tutti i thread in attesa su un oggetto che si trovava in stato di lock.

Quando sono invocati questi due metodi, i thread che ricevono la notifica passano nello stato `Runnable`, quindi possono da quel momento in poi prendere il lock sulla risorsa. Per poter accedere o effettuare modifiche su una risorsa `synchronized`, i thread risvegliati devono acquisire il lock.

Un thread può invocare i due metodi `notify()` e `notifyAll()` solo se ha il lock sulla risorsa.

Quando viene invocato il metodo `notifyAll()` abbiamo che:

- tutti i thread in attesa vengono risvegliati;
- quando vengono risvegliati, tutti quei thread si mettono in coda e il primo che riesce ad acquisire la risorsa, effettua il lock;
- solo un thread per volta può prendere il lock, mentre gli altri dovranno di nuovo attendere che la risorsa venga rilasciata.

## SINCRONIZZAZIONE AVANZATA CON LOCK E REENTRANTLOCK

Come abbiamo già visto, possiamo sincronizzare un blocco di codice, un metodo o una variabile attraverso la keyword `synchronized`. L'utilizzo di questa keyword consente di accedere in maniera esclusiva alla risorsa, impedendo che altri thread possano accedere alla stessa risorsa mentre è utilizzata.

L'utilizzo della keyword `synchronized`, tuttavia, ha delle limitazioni, ovvero:

- se abbiamo in una classe più metodi `synchronized`, possiamo effettuare il lock di una risorsa per volta;
- quando un thread effettua il lock su un metodo, non può effettuare l'`unlock` finché non ha eseguito tutto il blocco di codice;
- non possiamo effettuare l'esecuzione di un blocco di codice sincronizzato.

Attraverso l'interfaccia `Lock`, queste limitazioni vengono superate.

## LOCK

L'Interfaccia `Lock`, appunto, è stata pensata per offrire gli elementi messi a disposizione dalla keyword `synchronized`, più altri elementi che consentono di superare le limitazioni di `synchronized`.

I metodi più importanti di questa interfaccia sono:

- `lock()`, che effettua il lock di una risorsa;
- `unlock()`, che libera una risorsa;
- `tryLock()`, che attende un certo periodo di tempo, prima di effettuare il lock.



## REENTRANTLOCK

La classe `ReentrantLock` è un'implementazione dell'interfaccia `Lock` ed è disponibile dalla versione 1.5 di JAVA. Questa classe, oltre ad implementare i metodi dell'interfaccia `Lock`, contiene altri metodi utili.

Quando utilizziamo la classe `ReentrantLock`, il lock è rientrante. Questo vuol dire che un thread che ha un lock, può acquisire nuovamente il lock più volte.

Vediamo un esempio con il metodo `lock()`:

```
public class ReentrantLockEsempio {
    private ReentrantLock lock = new ReentrantLock();
    private int contatore = 0;

    public int conta() {
        lock.lock();

        try {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " contatore = " + contatore);
            contatore++;

            return contatore;
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
}
```

Abbiamo una classe `ReentrantLockEsempio`, che ha una variabile `lock` e un metodo `conta()`. Tutto il codice che si trova dopo l'invocazione del metodo `lock`, deve essere inserita all'interno di un blocco `try`. All'interno del blocco `finally`, invece, bisogna inserire l'`unlock()`. Quando un thread acquisisce il lock sull'istanza della classe `ReentrantLock` (variabile `lock`), nessun altro thread può andare oltre la riga di codice in cui abbiamo la chiamata al metodo `lock()`. Quindi se un altro thread richiede il lock, rimane bloccato sulla riga di codice in cui viene richiamato il metodo `lock()`, finché il lock non viene sbloccato.

Vediamo un esempio con il metodo `tryLock()`:

```
public class ReentrantLockEsempio {
    private ReentrantLock lock = new ReentrantLock();
    private int contatore = 0;

    public void somma() {
        System.out.println("Il thread " + Thread.currentThread().getName() + " ha richiesto ...");

        if(lock.tryLock()) {
            try {
                somma += contatore;
                System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " la somma vale = " + somma);
            } finally {
                lock.unlock();
            }
        } else {
            .....
        }
    }
}
```

In questo esempio abbiamo la stessa classe di prima, in cui però stavolta abbiamo il metodo `tryLock()`. Attraverso questo metodo, un thread può tentare di acquisire il lock sull'istanza della classe `ReentrantLock` (variabile `lock`), senza rimanere in sospeso come nell'esempio precedente a questo.

Esiste anche un altro metodo `tryLock()`, che prende in ingresso il parametro `timeout` che specifica il tempo di attesa prima di effettuare un altro tentativo di lock, e `lockunit` che specifica l'unità di tempo relativa al `timeout`(secondi, millisecondi...).

## UTILIZZARE IL BLOCCO TRY - FINALLY CON I THREAD

Il problema consiste nell'avere un thread, al suo interno abbiamo un blocco `try/catch/finally` e il thread viene interrotto durante la sua esecuzione. Si deve capire cosa succede quando avviene questa interruzione.

Partiamo con il distinguere due tipi di interruzione:

- se un thread sta eseguendo le istruzioni all'interno del `try` o del `catch` e viene terminato (cioè killed), il blocco `finally` potrebbe non essere eseguito. Questo è il caso in cui il processo, associato alla JVM, muore durante l'esecuzione del thread;
- se un thread sta eseguendo le istruzioni all'interno del `try` o del `catch` e viene interrotto (tramite il metodo `interrupt()`), il blocco `finally` viene eseguito.

Vediamo un esempio:

### EsempioTryCatchFinally.java

```
public class EsempioTryCatchFinally extends Thread {
    private long sleep;

    public EsempioTryCatchFinally(long sleep) {
        super();
        this.sleep = sleep;
    }

    @Override
    public void run() {
        try {
            Thread.sleep(sleep);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            System.out.println("Entrato nel finally!");
        }
    }
}
```

## Main2.java

```
public class Main2 {  
  
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {  
        EsempioTryCatchFinally t1 = new EsempioTryCatchFinally(10);  
  
        // Avvio il Thread  
        t1.start();  
  
        // Interrompo il thread  
        t1.interrupt();  
    }  
}
```

Qui abbiamo una classe `EsempioTryCatchFinally`, che estende la classe `Thread`, in cui abbiamo un blocco `try/catch/finally`. Nella classe `Main2` creo un'istanza della classe `EsempioTryCatchFinally`, avvio il thread e lo interrompo con il metodo `interrupt()`. L'output che ci esce fuori ci avvisa che è riuscito ad entrare nel blocco `finally`.

# THREAD POOL

I thread pool sono dei componenti software che si occupano di gestire i thread, con l'obiettivo di ottimizzare e semplificarne l'utilizzo.

Quando scriviamo un software multi-threading, abbiamo visto che ogni thread ha il compito di eseguire un determinato task. Attraverso il thread pool possiamo gestire l'esecuzione di una lista di thread.

Ovviamente il thread pool è dotato di una sua coda interna, che consente di aggiungere più thread, accodandoli tra loro. La gestione dell'esecuzione dei vari thread viene lasciata in carico al thread pool.

Per decidere quale thread deve essere eseguito per primo e quanti eseguirne, esistono diversi algoritmi. In JAVA sono state implementate diverse classi che implementano questi algoritmi e consentono di definire diversi thread pool, a seconda della necessità.

I motivi per cui utilizzare il thread pool sono i seguenti:

- abbiamo un aumento delle prestazioni delle applicazioni che li utilizzano, poiché il thread pool ottimizza l'utilizzo della RAM e della CPU;
- I task vengono eseguiti in maniera più veloce, perché le operazioni vengono parallelizzate, avendo un thread pool che consente di eseguire più thread contemporaneamente;
- dal punto di vista del codice sorgente, abbiamo una maggiore eleganza di scrittura. Quindi il codice risulta essere più pulito, perché non dobbiamo occuparci della creazione e della gestione dei thread, ovvero non dobbiamo fare più una cosa del genere:

```
public static void main(String[] args) {  
  
    EsempioMultithreading em1 = new EsempioMultithreading();  
    //setName() serve per poter assegnare un nome al thread  
    em1.setName("Thread1");  
  
    EsempioMultithreading em2 = new EsempioMultithreading();  
    em2.setName("Thread2");  
  
    EsempioMultithreading em3 = new EsempioMultithreading();  
    em3.setName("Thread3");  
  
    EsempioMultithreading em4 = new EsempioMultithreading();  
    em4.setName("Thread4");  
  
    EsempioMultithreading em5 = new EsempioMultithreading();  
    em5.setName("Thread5");  
  
    em1.start();  
    em2.start();  
    em3.start();  
    em4.start();  
    em5.start();  
  
}
```

Per implementare i thread pool in JAVA abbiamo l'interfaccia Executor, l'interfaccia ExecutorService e la classe Executors.

L'interfaccia Executor è l'interfaccia base che definisce quali sono i meccanismi principali per la gestione di

un thread pool. Ovviamente, essendo un' interfaccia, definisce dei metodi, ma non li implementa. Il metodo principale `execute(thread da eseguire)` consente di aggiungere nuovi thread al pool.

L'interfaccia `ExecutorService` estende l'interfaccia `Executor` ed aggiunge una serie di metodi per ottimizzare la gestione del pool, tra cui `shutdown()` che indica al pool di avviare la chiusura di tutti i thread. Dopo il metodo `shutdown()`, non posso aggiungere più nuovi thread al pool.

La classe `Executors` è una classe factory che consente di creare varie istanze di pool (`Executor`, `ExecutorService`,...).

Facciamo un esempio, riprendendo il caso in cui dobbiamo ottenere l'output in html di una pagina web:

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.InputStreamReader;
import java.net.URL;
import java.net.URLConnection;
import java.util.concurrent.ExecutorService;
import java.util.concurrent.Executors;

public class GetPaginaSitoPool extends Thread {
    private String url;
    private String content;

    public GetPaginaSitoPool(String url) {
        super();
        this.url = url;
    }

    @Override
    public void run() {
        try {
            URL site = new URL(url);
            URLConnection con = site.openConnection();

            InputStream in = con.getInputStream();
            String encoding = con.getContentEncoding();
            encoding = encoding == null ? "UTF-8" : encoding;

            System.out.println("*****");
            System.out.println("CONTENUTO DELLA PAGINA WEB: " + url);
            System.out.println(getString(in));
            System.out.println("*****");
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }

    private String getString(InputStream is) {
        BufferedReader br = null;
        StringBuilder sb = new StringBuilder();

        String line;
        try {
            br = new BufferedReader(new InputStreamReader(is));
            while ((line = br.readLine()) != null) {
                sb.append(line);
            }
        }
    }
}
```

```

    }

    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        if (br != null) {
            try {
                br.close();
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

    return sb.toString();
}

public String getContent() {
    return content;
}
}

class MainPool{
    public static void main(String[] args) {
        /*creo il thread pool*/
        ExecutorService pool = Executors.newCachedThreadPool();

        /*aggiunge i thread al pool*/
        pool.execute(new GetPaginaSitoPool("http://www.google.com"));
        pool.execute(new GetPaginaSitoPool("https://www.ibconline.it"));

        /*spengo il thread pool*/
        pool.shutdown();
    }
}

```

Nella classe MainPool creiamo un'istanza di ExecutorService, che crea un thread pool. All'interno del pool aggiungiamo, attraverso il metodo execute(), i thread che ci interessano. In alternativa al CachedThreadPool(), che è un pool in cui potenzialmente possiamo inserire infiniti thread, abbiamo il newFixedThreadPool(int n Threads), in cui il numero di thread che si possono inserire in questo pool è dato da quello specificato dal parametro in ingresso n Threads. Sempre nel caso del newFixedThreadPool(int n Threads), se ci sono più thread di quelli ammissibili, i restanti verranno accodati in attesa di essere eseguiti.

É caldamente consigliato di utilizzare sempre i thread pool quando lavoriamo in ambiente multithreading, perché consentono di effettuare dei lavori sui thread in maniera molto più semplice rispetto ai thread classici delle prime versioni di JAVA.

# CLASSI ARRAYBLOCKINGQUEUE E LINKEDBLOCKINGQUEUE

Prima di parlare di queste due classi, vediamo quali sono le interfacce messe a disposizione da JAVA per rappresentare una generica coda. Le due classi `ArrayBlockingQueue` e `LinkedBlockingQueue` le utilizziamo, appunto, per la gestione delle code di thread.

In JAVA, una generica coda è rappresentata dall'interfaccia `Queue`, che estende l'interfaccia `Collection`. Estendendo l'interfaccia `Collection`, ne eredita tutte le caratteristiche (ad esempio i metodi `add(e)`, `remove(e)`, `size()` e così via).

In aggiunta ai metodi definiti dall'interfaccia `Collection`, l'interfaccia `Queue` ne definisce altri, tra cui:

- `peek()`, che recupera il primo elemento della coda, senza eliminarlo. Questo metodo ritorna l'elemento recuperato, oppure `null` se la coda è vuota;
- `element()`, che recupera, come il metodo `peek()`, il primo elemento della coda, con la differenza che se la coda è vuota, genera l'eccezione `NoSuchElementException` al posto di `null`;
- `poll()`, che recupera e rimuove il primo elemento della coda. Questo metodo ritorna l'elemento rimosso, oppure `null` se la coda è vuota.

L'interfaccia `Queue` viene estesa dall'interfaccia `BlockingQueue`, che rappresenta anch'essa una generica coda bloccante, solo che quest'ultima definisce dei metodi che devono garantire l'esecuzione sicura delle operazioni. In particolare, tali metodi sono:

- `put()`, che inserisce un oggetto alla fine della coda. Se la coda è piena, il metodo si blocca e mette il thread corrente in attesa, riattivandolo quando viene rimosso un elemento dalla coda;
- `take()`, che restituisce il primo elemento della coda. Se la coda è vuota, il metodo si blocca e mette il thread corrente in attesa, riattivandolo quando viene inserito un nuovo elemento alla coda.

Chiaramente, definendo la possibilità di mettere in attesa i thread, i software che utilizzano questa interfaccia sono sincronizzati.

Badiamo bene che si parla di interfaccia e non di classe, quindi l'interfaccia `BlockingQueue` non implementa questa logica, ma la definisce. L'interfaccia `BlockingQueue`, infatti, è implementata da diverse classi. Le classi che la implementano sono Thread Safe e sono:

- `ArrayBlockingQueue`
- `LinkedBlockingQueue`

## CLASSE ARRAYBLOCKINGQUEUE

La classe `ArrayBlockingQueue` è un array circolare di tipo bloccante. Un oggetto di tipo `ArrayBlockingQueue` ha la particolarità di avere una capacità fissa, definita in fase di inizializzazione. Quindi nel costruttore dobbiamo passare la capacità e quella rimarrà.

Gli elementi sono ordinati all'interno della coda secondo le specifiche FIFO (First-In First-Out), cioè il primo elemento in ingresso è il primo ad uscire.

Riprendiamo l'esempio del Produttore/Consumatore, sostituendo la variabile `synchronized` con un `BlockingQueue`:

### Producer.java

```
import java.util.concurrent.BlockingQueue;

public class Producer implements Runnable {
    private BlockingQueue<String> queue;

    public Producer(BlockingQueue<String> queue) {
        this.queue = queue;
    }

    @Override
    public void run() {
        int i = 0;

        while(true) {
            String elem = "Elemento numero " + i;

            /* provo ad aggiungere un elemento alla coda */
            boolean aggiunto = queue.offer(elem);

            System.out.println("L'elemento " + i + " è stato aggiunto? " + aggiunto);

            i++;

            try {
                Thread.sleep(500);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

### Consumer.java

```
import java.util.concurrent.BlockingQueue;

public class Consumer implements Runnable {
    private BlockingQueue<String> queue;

    public Consumer(BlockingQueue<String> queue) {
        this.queue = queue;
    }
}
```



```

@Override
public void run() {

    while(true) {
        if (queue.remainingCapacity() > 0) {
            System.out.println("E' possibile aggiungere
ancora " + queue.remainingCapacity() + " su " + queue.size());
        } else if (queue.remainingCapacity() == 0) {
            String elementoRimosso = queue.remove();

            System.out.println("E' stato rimosso
l'elemento " + elementoRimosso);
        }

        try {
            Thread.sleep(500);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

```

#### EsempioArrayBlockingQueue.java

```

import java.util.concurrent.ArrayBlockingQueue;
import java.util.concurrent.BlockingQueue;

public class EsempioArrayBlockingQueue {
    public static void main(String[] args) {
        // Creo una coda che puo contenere al massimo 10 elementi.
        BlockingQueue<String> queue = new ArrayBlockingQueue<String>(10);

        // Producer e Consumer accedono alla stessa coda...
        Thread prod = new Thread(new Producer(queue));
        Thread cons = new Thread(new Consumer(queue));

        prod.start();
        cons.start();
    }
}

```

Quindi, nella classe Producer abbiamo una variabile queue, che è di tipo BlockingQueue. Questa variabile viene inizializzata nel costruttore. All'interno del metodo run() abbiamo un ciclo while(true), che è un loop infinito finché non interrompiamo il software. All'interno del loop, il thread Producer prova ad aggiungere alla coda un elemento di tipo stringa, attraverso l'invocazione del metodo offer() definito dall'interfaccia BlockingQueue.

Nella classe Consumer abbiamo, analogamente alla classe Producer, una variabile queue di tipo BlockingQueue. Questa variabile viene inizializzata nel costruttore. All'interno del metodo run() abbiamo un ciclo while(true), che è un loop infinito finché non interrompiamo il software. All'interno del loop, il thread Consumer legge la coda e, se è piena, rimuove il primo elemento aggiunto (logica FIFO).

Poi abbiamo la classe EsempioArrayBlockingQueue che crea una variabile queue di tipo BlockingQueue, utilizzando la classe ArrayBlockingQueue e passando in ingresso la capacità massima di 10 elementi. Dopodiché vengono creati due thread, uno per il produttore e uno per il consumatore, e vengono avviati.

## CLASSE LINKEDBLOCKINGQUEUE

La classe `LinkedBlockingQueue`, a differenza della classe `ArrayBlockingQueue`, consente di creare istanze senza specificare la capacità, cioè ha il costruttore che non prende in ingresso la capacità. In questo caso, la capacità massima sarà `Integer.MAX_VALUE`, ovvero  $2^{31}-1$  elementi (2.147.483.647).

Chiaramente, se la coda non è mai piena, il metodo `put()` (o il metodo `offer()`), che inserisce elementi, non si può mai bloccare. Riprendiamo l'esempio precedente, ma sostituendo la classe

`EsempioArrayBlockingQueue` con `EsempioLinkedBlockingQueue`

### `EsempioLinkedBlockingQueue.java`

```
import java.util.concurrent.BlockingQueue;
import java.util.concurrent.LinkedBlockingQueue;

public class EsempioLinkedBlockingQueue {
    public static void main(String[] args) {
        // Creo una coda senza specificare la capacità.
        BlockingQueue<String> queue = new LinkedBlockingQueue<String>();

        // Producer e Consumer accedono alla stessa coda...
        Thread prod = new Thread(new Producer(queue));
        Thread cons = new Thread(new Consumer(queue));

        prod.start();
        cons.start();
    }
}
```

In questo caso, il `Consumer` entrerà in gioco solo quando il `Producer` avrà inserito 2.147.483.647.

Notiamo che, in entrambi i casi, non abbiamo utilizzato la keyword `synchronized`, perché l'interfaccia `BlockingQueue` definisce dei metodi che sono già sincronizzati e sono implementati nelle classi `ArrayBlockingQueue` e `LinkedBlockingQueue`. Quindi, tali metodi consentono di gestire in automatico le code, senza l'utilizzo della keyword `synchronized`.

# GESTIONE BANCONC SALUMI MEDIANTE THREAD POOL

Partiamo dallo scenario di riferimento:

Siamo i proprietari di un supermercato. Al bancone dei salumi e formaggi abbiamo 3 dipendenti. Nel supermercato ci sono 30 clienti che devono acquistare salumi e formaggi. Ovviamente i 30 clienti arrivano vicino al bancone e prendono dal distributore del ticket il proprio numero. Preso il numero, il cliente si mette in attesa di essere servito.

Dobbiamo considerare che:

- ogni cliente ha la propria lista della spesa, quindi ognuno di essi impiegherà un certo numero di minuti per essere servito, che può essere diverso dal tempo impiegato dagli altri clienti;
- tutti e 30 i clienti non possono essere serviti contemporaneamente, perché abbiamo solo 3 dipendenti;
- appena si libera un dipendente, il prossimo cliente viene servito.

Per la gestione del bancone dei salumi e formaggio in codice, utilizziamo ciò che segue:

- la classe `ArrayBlockingQueue`: utilizzata per creare l'oggetto che rappresenta la nostra coda al bancone dei salumi e formaggi;
- la classe `ExecutorService`: è la classe factory utilizzata per creare il thread pool. Avremo tanti thread per quanti sono i dipendenti disponibili al bancone;
- la classe `Cliente`: è la classe che rappresenta il generico cliente. Ogni cliente è un thread, pertanto questa classe implementa l'interfaccia `Runnable`.

Vediamo il codice per questo esempio:

**Cliente.java**

```
import java.util.Random;

public class Cliente implements Runnable {
    private int numeroTicket;

    public Cliente(int numeroTicket) {
        System.out.println("E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il
numero " + numeroTicket);

        this.numeroTicket = numeroTicket;
    }

    public void run() {
        /* il cliente ordina i prodotti al dipendente presente al bancone
*/
        richiediProdotti();
    }

    private void richiediProdotti() {
        System.out.println("Viene servito il cliente numero " +
numeroTicket);

        /* imposto una durata random per ciascun cliente... */
        Random r = new Random();
```

```

        /* per semplicità ipotizzo che ogni cliente impieghi tra 5 e 20
secondi per acquistare salumi e formaggi */
        int tempoImpiegatoPerAcquisto = (r.nextInt(15) + 5)*1000;

        try {
            /*
            * il thread viene sospeso per tempoImpiegatoPerAcquisto
            millisecondi.
            * Quest'attesa equivale al cliente che sta effettuando
            l'ordine al dipendente del bancone
            */
            Thread.sleep(tempoImpiegatoPerAcquisto);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }

        System.out.println("Il cliente che aveva il numero " + numeroTicket
+ " ha completato il suo acquisto in " + tempoImpiegatoPerAcquisto/1000 + " secondi");
    }
}

```

#### BanconeSalumeriaFormaggi.java

```

import java.util.concurrent.ArrayBlockingQueue;
import java.util.concurrent.BlockingQueue;
import java.util.concurrent.ExecutorService;
import java.util.concurrent.Executors;

public class BanconeSalumeriaFormaggi {
    private final static int CLIENTI_DA_SERVIRE = 30;
    private final int DIPENDENTI_AL_BANCONE = 3;

    private BlockingQueue<Runnable> codaBancone = new
ArrayBlockingQueue<Runnable>(30, true);
    private ExecutorService dipendentiDisponibili =
Executors.newFixedThreadPool(DIPENDENTI_AL_BANCONE);

    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Nel supermercato ci sono " + CLIENTI_DA_SERVIRE
+ " clienti che stanno andando al bancone");

        BanconeSalumeriaFormaggi bancone = new BanconeSalumeriaFormaggi();
        bancone.arrivoClientiAlBancone();
        bancone.servizioClienti();
    }

    private void arrivoClientiAlBancone() {
        for (int i = 1; i <= CLIENTI_DA_SERVIRE; i++) {
            try {
                /* il cliente viene inserito in coda */
                codaBancone.put(new Cliente(i));
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}

```

```

        private void servizioClienti() {
            new Thread(new Runnable() {
                public void run() {
                    while(true) {
                        try {
                            /* il primo cliente
disponibile viene servito ... */

                            dipendentiDisponibili.execute(codaBancone.take());
                        } catch (InterruptedException e) {
                            e.printStackTrace();
                        }
                    }
                }
            }).start();
        }
    }
}

```

La classe Cliente implementa Runnable e ha una sola variabile, cioè numeroTicket. Per ogni istanza di Cliente, assegniamo un ticket, simulando proprio lo scenario in cui il cliente arriva al bancone e prende il proprio numero. Nel metodo run() abbiamo la chiamata al metodo richiediProdotti(). Il metodo richiediProdotti stampa che viene servito il cliente, imposta un tempo random per ciascun cliente, suppone che ogni cliente impieghi tra i 5 e 20 secondi per acquistare e, infine, il thread viene sospeso per il tempo impiegato per l'acquisto, simulando l'acquisto al bancone. Dopo che viene effettuato l'acquisto, il thread si risveglia e viene stampata che " il cliente che aveva il numero n ha completato il suo acquisto in m secondi".

Nella classe BanconeSalumeriaFormaggi abbiamo il numero di clienti da servire (30), il numero di dipendenti al bancone(3), la coda ArrayBlockingQueue che ha capacità 30 e i dipendenti disponibili e un thread pool di dimensione 3. Abbiamo anche i due metodi arrivoClientiAlBancone() e servizioClienti(). Quando viene creata, nel metodo main(), l'istanza della classe BanconeSalumeriaFormaggi, il primo metodo che viene invocato è arrivoClientiAlBancone(), che è un metodo che itera da 1 a CLIENTI\_DA\_SERVIRE e aggiunge alla coda un'istanza della classe Cliente (un nuovo thread), mentre il secondo metodo che viene invocato è servizioClienti(), in cui abbiamo un thread che viene avviato e permette di servire il primo cliente disponibile.

L'output del codice è il seguente:

Nel supermercato ci sono 30 clienti che stanno andando al bancone

```

E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 1
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 2
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 3
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 4
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 5
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 6
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 7
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 8
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 9
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 10
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 11
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 12
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 13
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 14
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 15

```

E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 16  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 17  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 18  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 19  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 20  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 21  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 22  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 23  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 24  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 25  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 26  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 27  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 28  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 29  
E' arrivato un nuovo cliente ed ha preso il numero 30  
Viene servito il cliente numero 1  
Viene servito il cliente numero 2  
Viene servito il cliente numero 3  
Il cliente che aveva il numero 1 ha completato il suo acquisto in 6 secondi  
Viene servito il cliente numero 4  
Il cliente che aveva il numero 3 ha completato il suo acquisto in 10 secondi  
Viene servito il cliente numero 5  
Il cliente che aveva il numero 4 ha completato il suo acquisto in 5 secondi  
Viene servito il cliente numero 6  
Il cliente che aveva il numero 2 ha completato il suo acquisto in 14 secondi  
Viene servito il cliente numero 7  
....

Da qui capiamo che i 30 clienti vengono aggiunti alla coda, dopodichè vediamo quale cliente viene servito e in quanti secondi.

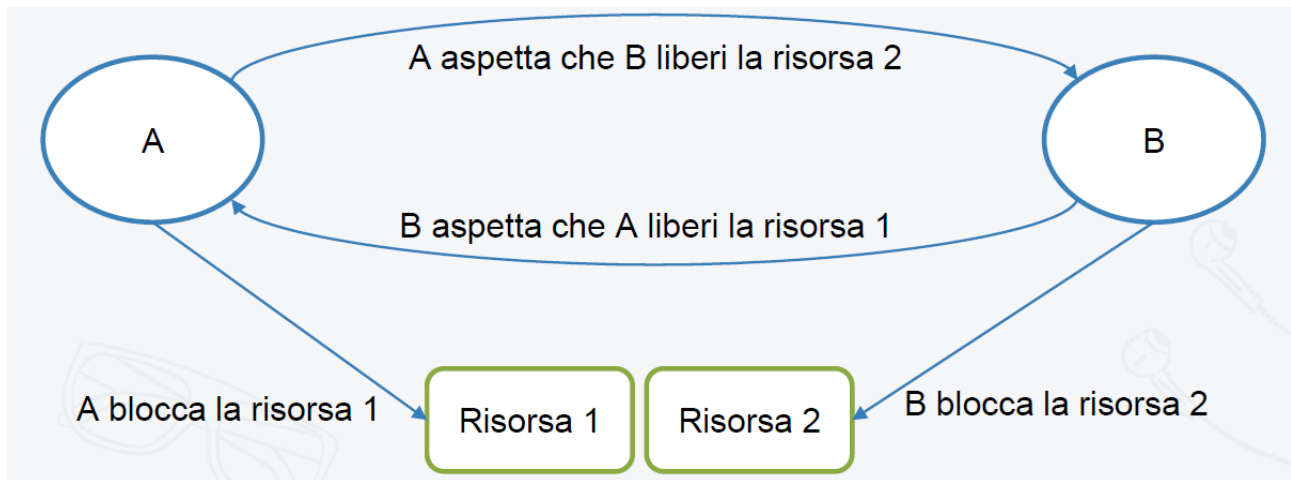
Riassumendo, in questo esempio abbiamo utilizzato la classe `ArrayBlockingQueue`, la coda `BlockingQueue` e il thread pool che indica il numero di thread che possiamo gestire simultaneamente. La coda è riempita da tutti i clienti. Un cliente è semplicemente un thread che effettua delle operazioni. Una volta serviti tutti e 30 i clienti, il software terminerà.

# DEADLOCK, STARVATION E LIVELOCK

## DEADLOCK

Il deadlock si ha quando un thread, che chiamiamo thread A, si blocca in attesa che il thread B liberi una risorsa condivisa tra i due e, a sua volta, il thread B resta bloccato in attesa che il thread A liberi un'altra risorsa. Quindi, il thread A aspetta che il thread B liberi una risorsa, mentre il thread B aspetta che il thread A liberi un'altra risorsa, bloccandosi a vicenda.

Il deadlock è uno di quei casi in cui non c'è via d'uscita.



## STARVATION

La starvation si ha quando un thread non riesce mai ad acquisire le risorse di cui necessita, oppure ci riesce dopo troppo tempo, perché sono bloccate da altri thread.

Ad esempio, supponiamo di avere 3 thread A, B, C che accedono alla stessa risorsa R1. Supponiamo inoltre che i thread A e B hanno una priorità più alta di C, quindi hanno l'attributo priority con valore più alto rispetto a C.

Finché A e B tentano di acquisire la risorsa R1, ovviamente C non può effettuare il lock e non la può utilizzare, perché A e B hanno la priorità più alta rispetto a C.

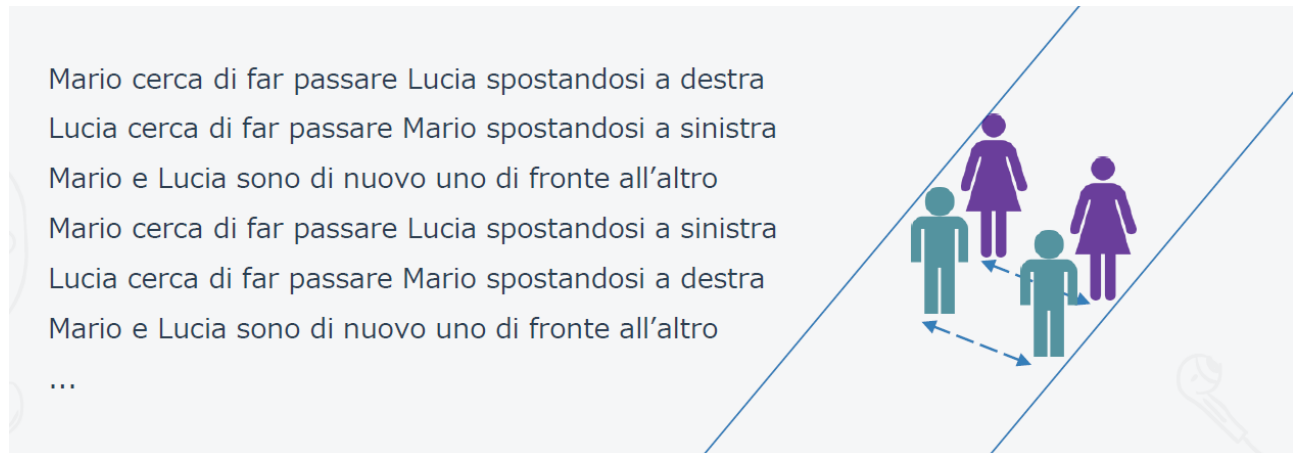
In questo caso C è soggetto a starvation.

## LIVELOCK

Il livelock si ha quando 2 thread sono impegnati a risponderci reciprocamente e non sono in grado di proseguire nell'esecuzione del task.

In questo caso i thread non sono bloccati come accade nel deadlock, ma sono semplicemente occupati a fare altro.

L'esempio classico è quello di Mario e Lucia, che si incontrano sul marciapiede, uno di fronte all'altro.



Ovviamente, se uno tra Mario e Lucia non cambia strategia, non si andrà avanti.

Quando uno dei due si arresta e fa passare l'altro, a quel punto si ha lo sblocco della situazione.