UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA
DIPARTIMENTO DI ECCELLENZA

Università di degli Studi di Salerno
Dipartimento di Informatica

Programmazione ad Oggetti

a.a. 2023-2024

Espressioni Lambda

Docente: Prof. Massimo Ficco

E-mail: mficco@unisa.it

Le espressioni lambda

- Le **espressioni lambda** sono una importante funzionalità inclusa in Java SE 8.
- Offre meccanismi per supportare la programmazione in maniera funzionale.
- In matematica e informatica in generale, un'espressione lambda è una funzione.
- In Java, un'espressione lambda fornisce un modo per creare una funzione anonima, che può quindi essere passato come argomento o restituito in uscita nei metodi,
- Si tratta di un metodo senza una dichiarazione, una sorta di scorciatoia che consente di scrivere un metodo nello stesso posto dove ti serve.

Le espressioni lambda

- In generale le lambda ci permettono di scrivere codice più chiaro e meno verboso.
- Le lambda expressions sono particolarmente utili nei casi in cui serve definire una breve funzione che ha poche linee di codice e che verrà utilizzata una sola volta. Si risparmia di scrivere un metodo a parte con modificatore, nome, ecc.

….. ma prima di passare al dettaglio sulle lambda expression è necessario ricordare alcuni concetti del linguaggio Java…

Parliamo delle **classi anonime interne** (anonymous inner classes) e le **interfacce funzionali** (functional interfaces).

Calssi Anonime Interne

- In Java, le classi anonime interne forniscono un modo per implementare classi che vengono utilizzate una sola volta in un'applicazione.
  - Un tipico uso dei queste classi lo possiamo vedere in un'applicazione con interfaccia basata su swing o un'applicazione JavaFX in cui è richiesto un numero di gestori di eventi (Event Handler) per gli eventi di tastiera e mouse.

Calssi Anonime Interne

File *ClickListener.java*

```
public interface ActionListener
{
   void actionPerformed(ActionEvent event);
}
```

```
01: import java.awt.event.ActionEvent;
02: import java.awt.event.ActionListener;
03:
04: /**
05:    An action listener that prints a message.
06: */
07: public class ClickListener implements ActionListener
08: {
09:    public void actionPerformed(ActionEvent event)
10:    {
11:       System.out.println("I was clicked.");
12:    }
13: }
```

Tale classe per poter essere utilizzata da JButton deve implementare l'interfaccia ActionListener

Calssi Anonime Interne

File *Button2.java*

```
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;

public class Button2 extends JFrame {
   private JButton b1 = new JButton("Button 1");
   private JTextField txt = new JTextField(10);

  public Button2(){
                super(“2 pulsanti”);
                setSize(400,300);
                JPanel p=new JPanel();
                ActionListener listener = new ClickListener();
                b1.addActionListener(listener);
                p.add(b1); p.add(txt);}

public static void main(String[] args){
  JFrame frame=new Button2();
  frame.show();
 }}
```

Bisogna istanziare un ActionListener e aggiungerlo al bottone

Calssi Anonime Interne

- In Java, le classi anonime interne forniscono un modo per implementare classi che vengono utilizzate una sola volta in un'applicazione.
  - Un tipico uso dei queste classi lo possiamo vedere in un'applicazione con interfaccia basata su swing o un'applicazione JavaFX in cui è richiesto un numero di gestori di eventi (Event Handler) per gli eventi di tastiera e mouse.

- Piuttosto che scrivere una classe di gestione degli eventi separata per ogni evento, è possibile scrivere qualcosa del genere:

```
JButton testButton = new JButton("Test Button");
 testButton.addActionListener(new ActionListener(){
        @Override
public void actionPerformed(ActionEvent ae){
                System.out.println("Test Button clicked");
        }
});
```

Calssi Anonime Interne

- Se non si facesse così sarebbe necessario scrivere n classi che implementano *ActionListener*, una per ogni evento da gestire.

- In questo modo invece:
  - definendo la classe dove serve;
  - il codice risulta più facile da leggere.

Classi Interne Anonime

- Le classi interne anonime offrono la possibilità di implementare una classe usata una sola volta senza dover realizzare un apposito file Java. La classi anonime implementano una interfaccia senza fornire un nome a questa implementazione. Sebbene sono più concise di una classe con nome, per le classi con un solo metodo, anche la classe anonima è vista problematica ed eccessiva, va scritto un po' di codice anche solo per definire un unico metodo.

```
interface HelloWorld {
        public void greet();
        public void greetSomeone(String someone);
}
```

```
HelloWorld frenchGreeting = new HelloWorld() {
        String name = "tout le monde";
        public void greet() {
            greetSomeone("tout le monde");
        }
        public void greetSomeone(String someone) {
            name = someone;
            System.out.println("Salut " + name);
        }
};
```

Interfacce funzionali

- Le interfacce come *ActionListener*, vengono chiamate in Java 8, **interfacce funzionali** (functional interface) e sono caratterizzate dalla presenza di un solo metodo.
- L'utilizzo di interfacce funzionali con le classi anonime interne sono un modello comune in Java.
- Oltre alle classi EventListener, interfacce come *Runnable*, *Comparator* , *Consumer*, *FileFilter*, *Predicate*, … sono da considerarsi in modo simile.

```
public interface Predicate<T> {
      boolean test(T t); }

public interface Consumer<T>{
      void accept(T t); }

public interface Comparable<T>{
      void compareTo(T t); }
```

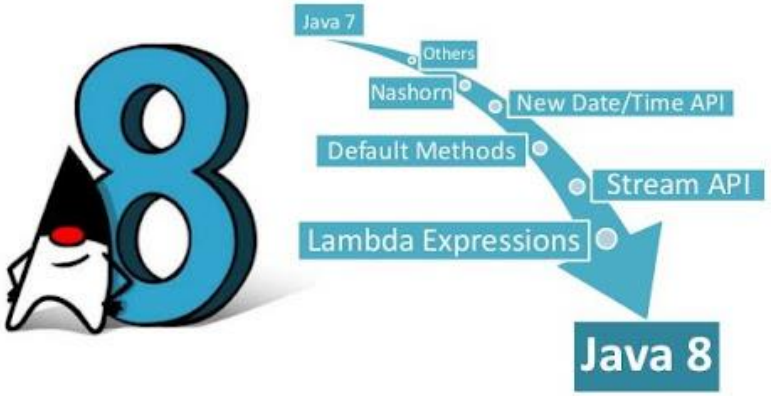
Interfacce funzionali

```
package java.awt.event;
import java.util.EventListener;

    public interface ActionListener extends EventListener {
        public void actionPerformed(ActionEvent e);
    }
```

- Le interfacce funzionali sono sfruttate per l'utilizzo con le espressioni lambda.

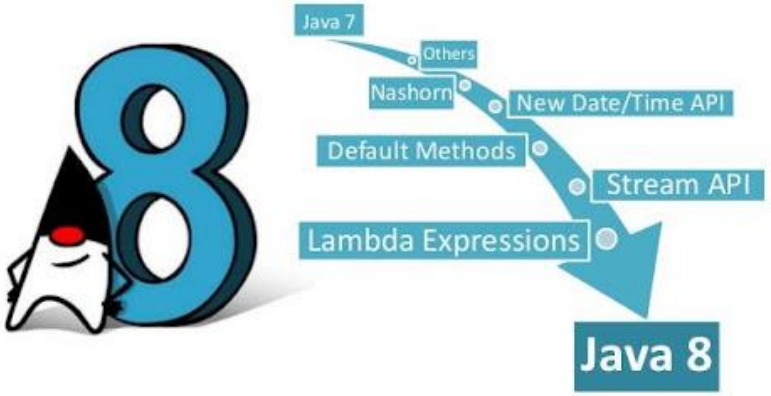
Espressioni Lambda



Le **Espressioni Lambda** sono una nuova e importante funzionalità inclusa in Java 8 e consentono allo sviluppatore di rendere una funzionalità come un argomento di metodo o il codice come un dato, con una sintassi migliore e più compatta rispetto alle classi interne anonime.

```
stuff.sort(new Comparator<Person>() {
    @Override
    public int compare(Person o1, Person o2) {
        return o1.getAge() - o2.getAge();
    }
});
```

Espressioni Lambda

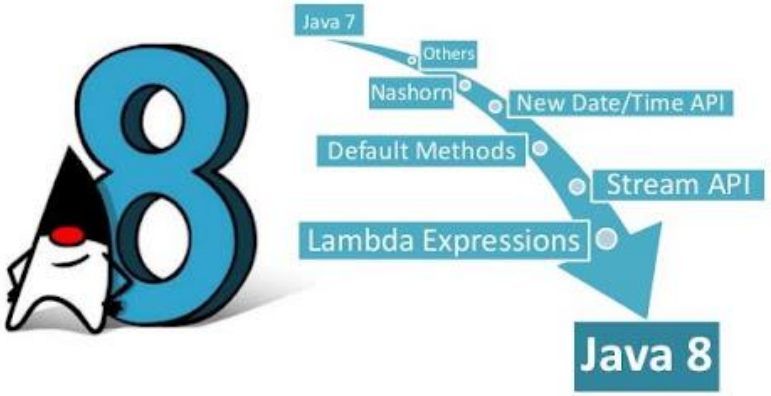


Le **Espressioni Lambda** sono una nuova e importante funzionalità inclusa in Java 8 e consentono allo sviluppatore di rendere una funzionalità come un argomento di metodo o il codice come un dato, con una sintassi migliore e più compatta rispetto alle classi interne anonime.

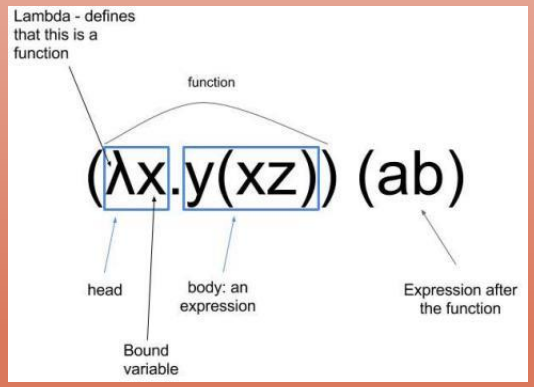
```
stuff.sort(new Comparator<Person>() {
    @Override
    public int compare(Person o1, Person o2) {
        return o1.getAge() - o2.getAge();
    }
});
```

```
stuff.sort((o1, o2) -> o1.getAge() - o2.getAge());
```

Espressioni Lambda



Le **Espressioni Lambda** sono una nuova e importante funzionalità inclusa in Java 8 … consentono allo svilup… di rendere una funzionalità co… gomento di metodo o il … un dato, con una sintassi



Derivano dal Lambda Calculus, un sistema formale sviluppato per analizzare formalmente le funzioni e il loro calcolo.

```
stuff.sort(new Comparator<
    @Override
    public int compare(Per
        return o1.getAge()
    }
});
```

```
stuff.sort((o1, o2) -> o1.getAge() - o2.getAge());
```

Espressioni Lambda

- Un'espressione lambda è come un metodo (anonimo), fornisce un elenco di parametri formali e un corpo (che può essere un'espressione o un blocco di codice).
- Le espressioni lambda risolvono il problema della verbosità delle classi interne permettendo una riduzione delle linee di codice da scrivere.
  La sintassi generale è la seguente:

(Lista degli argomenti) -> Espressione

oppure

(Lista degli argomenti)->{ istruzioni; }

Espressioni Lambda

```
// espressione che prende in input due interi e restituisce la somma
(int x, int y) -> x + y

// espressione che prende in input una stringa e restituisce la sua lunghezza
s -> s.length()

// espressione senza argomenti che restituisce il valore 50
() -> 50

// espressione che prende in input una stringa e non restituisce nulla
(String s) -> { System.out.println("Benvenuto ");
                System.out.println(s); }
```

Nota: in un'espressione lambda è possibile omettere il tipo dei parametri.

Espressioni Lambda

ActiontListener visto prima :

```
public class ListenerTest {

   public static void main(String[] args) {

   // Anonymous ActionListener
   JButton testButton = new JButton("Test Button");
    testButton.addActionListener(new ActionListener(){
    @Override public void actionPerformed(ActionEvent ae){
        System.out.println("Click Detected by Anon Class");
      }
    });




    // Swing stuff
    JFrame frame = new JFrame("Listener Test");
    . . .
  }
 }
```

Da notare in questo ultimo caso come la lambda expression sia passata come argomento di un metodo.

Espressioni Lambda

ActiontListener visto prima :

```
public class ListenerTest {

   public static void main(String[] args) {

   // Anonymous ActionListener
   JButton testButton = new JButton("Test Button");
    testButton.addActionListener(new ActionListener(){
    @Override public void actionPerformed(ActionEvent e){
        System.out.println("Click Detected by Anon Class");
      }
    });

    // Lambda ActionListener
    testButton.addActionListener(e -> System.out.println("Click Detected by Lambda Listner"));

    // Swing stuff
    JFrame frame = new JFrame("Listener Test");
    . . .
  }
 }
```

Da notare in questo ultimo caso come la lambda expression sia passata come argomento di un metodo.

Possibili Usi

- Supponiamo di implementare un'applicazione di social networking, e si vuole consentire ad un amministratore di realizzazione ogni tipo possibile di azione sui membri dell'applicazione che soddisfano un determinato criterio.

Campo	Descrizione
Nome	Realizza un'azione di membri selezionati.
Attore Primario	Amministratore.
Precondizioni	L'amministratore è loggato nel sistema.
Postcondizioni	L'azione è realizzata sui memberi che soddisfano una determinata condizione.
Principale scenario di successo	1. L'amministratore specifica la condizione di scelta dei membri; 2. L'amministratore specifica l'azione da realizzare; 3. L'amministratore seleziona il bottone Submit; 4. Il sistema trova tutti i membri che soddisfano la condizione; 5. Il sistema esegue l'azione sui membri selezionati.
Estensioni	
Occorrenze	Molte volte durante il giorno.

Possibili Usi

- Ipotizziamo che tutti i membri nell'applicazione siano rappresentati dalla seguente classe Person e memorizzati in una List<Person>:

```
public class Person {
    public enum Sex { MALE, FEMALE  };
    String name;
    LocalDate birthday;
    Sex gender;
    String emailAddress;
    public int getAge() {       // ...    }
    public void printPerson() {      // ...    }
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 1: Creare metodi che identificano i membri che soddisfano una caratteristica**
- Una soluzione semplicistica è di creare vari metodi, ognuno cerca per i membri che soddisfano una data caratteristica, come il sesso o l'età. Il seguente stampa a video i membri che sono più vecchi di una data età:

```
public static void printPersonsOlderThan(List<Person> roster, int age) {
    for (Person p : roster) {
        if (p.getAge() >= age) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 1: Creare metodi che identificano i membri che soddisfano una caratteristica**
- Una soluzione semplicistica è di creare vari metodi, ognuno cerca per i membri che soddisfano una data caratteristica, come il sesso o l'età. Il seguente stampa a video i membri che sono più vecchi di una data età:

```
public static void printPersonsOlderThan(List<Person> roster, int age) {
    for (Person p : roster) {
        if (p.getAge() >= age) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Questa soluzione non è ottimale perchè rende la nostra applicazione precaria.

Possibili Usi

- **Approccio 1: Creare metodi che identificano i membri che soddisfano una caratteristica**
- Una soluzione semplicistica è di creare vari metodi, ognuno cerca per i membri che soddisfano una data caratteristica, come il sesso o l'età. Il seguente stampa a video i membri che sono più vecchi di una data età:

```
public static void printPersonsOlderThan(List<Person> roster, int age) {
    for (Person p : roster) {
        p.printPerson();
    }
}
```

L'applicazione non funziona se si hanno modifiche alla classe Person o nuovi tipi di dati. Bisogna riscrivere varie parti dell'API se Person contiene nuovi campi, o se l'età è misurata in maniera diversa. Inoltre, la soluzione è troppo restrittiva in maniera non necessaria.
Se vogliamo stampare i membri più giovani va modificato il metodo.

Possibili Usi

- **Approccio 2: Creare dei metodi di ricerca più generalizzati**
- Una soluzione differente è di avere dei metodi di ricerca più generalizzati, che stampano i membri all'interno di un intervallo d'età specificato:

```
public static void printPersonsWithinAgeRange(
    List<Person> roster, int low, int high) {
    for (Person p : roster) {
        if (low <= p.getAge() && p.getAge() < high) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 2: Creare dei metodi di ricerca più generalizzati**
- Una soluzione differente è di avere dei metodi di ricerca più generalizzati, che stampano i membri all'interno di un intervallo d'età specificato:

```
public static void printPersonsWithinAgeRange(
    List<Person> roster, int low, int high) {
    for (Person p : roster) {
        if (low <= p.getAge() && p.getAge() < high) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Sebbene più generica, anche questa soluzione non è ottimale.

Possibili Usi

- **Approccio 2: Creare dei metodi di ricerca più generalizzati**
- Una soluzione differente è di avere dei metodi di ricerca più generalizzati, che stampano i membri all'interno di un intervallo d'età specificato:

```
public static void printPersonsWithinAgeRange(
    List<Person> roster, int low, int high) {
    for (Person p : roster) {
        if (low <= p.getAge() && p.getAge() < high) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Se il criterio di ricerca è differente bisogna implementare un altro metodo generico, inoltre risulta complicato realizzare la combinazione tra due o più criteri di ricerca.

Possibili Usi

- **Approccio 3: Specificare il criterio di ricerca in una classe locale**

- Una migliore soluzione è quella di separare il codice che specifica il criterio di ricerca dall'azione da eseguire sui membri selezionati:

```
public static void printPersons(
    List<Person> roster, CheckPerson tester) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 3: Specificare il criterio di ricerca in una classe locale**

- Una migliore soluzione è quella di separare il codice che specifica il criterio di ricerca dall'azione da eseguire sui membri selezionati:

```
public static void printPersons(
    List<Person> roster, CheckPerson tester) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Questo metodo controlla ogni membro della lista di Person se soddisfa o meno il criterio di ricerca specificato nel parametro, invocando il suo metodo test(). Se il metodo restituisce true, allora l'azione viene eseguita.

Possibili Usi

- **Approccio 3: Specificare il criterio di ricerca in una classe locale**

- Una migliore soluzione è quella di separare il codice che specifica il criterio di ricerca dall'azione da eseguire sui membri selezionati:

```
public static void printPersons(
    List<Person> roster, CheckPerson tester) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Il criterio di ricerca è codificato in una classe che implementa l'interfaccia CheckPerson:

```
interface CheckPerson {
    boolean test(Person p);
}
```

Possibili Usi

- Ipotizziamo di voler implementare una condizione di ricerca in cui le istanze di Person sono eligibili per il Selective Service negli Stati Uniti: il metodo test() restituisce true se l'istanza è un membro maschile di età tra 18 e 25:

```
class CheckPersonEligibleForSelectiveService implements CheckPerson {
    public boolean test(Person p) {
        return p.gender == Person.Sex.MALE &&
            p.getAge() >= 18 &&
            p.getAge() <= 25;
    }
}
```

Possibili Usi

- Ipotizziamo di voler implementare una condizione di ricerca in cui le istanze di Person sono elegibili per il Selective Service negli Stati Uniti: il metodo test() restituisce true se l'istanza è un membro maschile di età tra 18 e 25:

```
class CheckPersonEligibleForSelectiveService implements CheckPerson {
    public boolean test(Person p) {
        return p.gender == Person.Sex.MALE &&
            p.getAge() >= 18 &&
            p.getAge() <= 25;
    }
}
```

Per usare questa classe basta istanziarla e passarne l'oggetto al metodo printPersons:

```
printPersons(
    roster, new CheckPersonEligibleForSelectiveService());
```

Possibili Usi

- Ipotizziamo di voler implementare una condizione di ricerca in cui le istanze di Person sono elegibili per il Selective Service negli Stati Uniti: il metodo test() restituisce true se l'istanza è un membro maschile di età tra 18 e 25:

```
class CheckPersonEligibleForSelectiveService implements CheckPerson {
    public boolean test(Person p) {
        return p.gender == Person.Sex.MALE &&
            p.getAge() >= 18 &&
            p.getAge() <= 25;
    }
}
```

Sebbene questa soluzione rende l'applicazione meno instabile, richiede del codice addizionale: un'interfaccia e una **classe locale** per ogni criterio di ricerca.

Possibili Usi

- **Approccio 4: Specificare il criterio di ricerca in una classe anonima**

- Rispetto alla soluzione precedente, invece di avere una classe locale per ogni criterio di ricerca, è possibile avere un'implementazione dell'interfaccia CheckPerson come una classe anonima:

```
printPersons( roster, new CheckPerson() {
    public boolean test(Person p) {
        return p.getGender() == Person.Sex.MALE
            && p.getAge() >= 18
            && p.getAge() <= 25;
    }   });
```

```
interface CheckPerson {
    boolean test(Person p);
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 4: Specificare il criterio di ricerca in una classe anonima**

- Rispetto alla soluzione precedente, invece di avere una classe locale per ogni criterio di ricerca, è possibile avere un'implementazione dell'interfaccia CheckPerson come una classe anonima:

```
printPersons( roster, new CheckPerson() {
    public boolean test(Person p) {
    } });
```

Questa soluzione riduce il codice necessario per l'implementazione dell'interfaccia del criterio di ricerca, ma la sintassi è ingombrante e ridondante considerando che si deve implementare un solo metodo.

Possibili Usi

- **Approccio 5: Specificare il criterio di ricerca con una espressione lambda**

- L'interfaccia CheckPerson è detta interfaccia funzionale, dal momento che contiene un solo metodo astratto (ne può contenere molteplici di default o statici). Per questo caso è possibile ometterne il nome quando la si implementa. Per fare ciò, invece di una classe anonima, si usano le **espressioni lambda**:

```
printPersons(
    roster,     (Person p) -> p.getGender() == Person.Sex.MALE
                        && p.getAge() >= 18   &&  p.getAge() <= 25
);
```

Possibili Usi

- **Approccio 5: Specificare il criterio di ricerca con una espressione lambda**

- L'interfaccia CheckPerson è detta interfaccia funzionale, dal momento che contiene un solo metodo astratto (ne può contenere molteplici di default o statici). Per questo caso è possibile ometterne il nome quando la si implementa. Per fare ciò, invece di una classe anonima, si usano le espressioni lambda:

```
printPersons(
    roster,   (Person p) -> p.getGender() == Person.Sex.MALE
                  && p.getAge() >= 18   && p.getAge() <= 25
);
```

Espressione Lambda per l'interfaccia CheckPerson.

Possibili Usi

- **Approccio 6: Specificare il criterio di ricerca con una espressione lambda e per mezzo di Interfacce Funzionali Standard**

- È possibile ridurre ulteriormente il codice necessario sostituendo all'interfaccia CheckPerson una **funzionale standard**:

```
interface CheckPerson {
    boolean test(Person p);
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 6: Specificare il criterio di ricerca con una espressione lambda e per mezzo di Interfacce Funzionali Standard**

- È possibile ridurre ulteriormente il codice necessario sostituendo all'interfaccia CheckPerson una funzionale standard:

```
interface CheckPerson {
    boolean test(Person p);
}
```

Questa interfaccia è molto semplice, e il metodo che definisce non è particolarmente articolato (richiede un parametro e restituisce un valore booleano).

Possibili Usi

- **Approccio 6: Specificare il criterio di ricerca con una espressione lambda e per mezzo di Interfacce Funzionali Standard**

- È possibile ridu
CheckPerson u

Posso evitare di definire una propria interfaccia per l'applicazione di interesse, ma impiegare una di quelle generiche che mette a disposizione Java in **java.util.function**.

```
interface CheckPerson {
    boolean test(Person p);
}
```

```
interface Predicate<T> {
    boolean test(T t);
}
```

- Possiamo quindi modificare la firma del metodo di stampa a video, usando Predicate<T> al posto di CheckPerson.

Possibili Usi

La firma del metodo astratto di una interfaccia funzionale descrive la firma dell'espressione lambda.
La notazione () -> void rappresenta una funzione con una lista vuota di parametri che ritorna void, ed è ciò che rappresenta l'interfaccia Runnable.
Le espressioni lambda sono controllate nel tipo dal compilatore Java. Possono essere assegnate ad una variabile o passate a un metodo che richiedono una interfaccia funzionale come orgaomento, a condizione che l'espressione lambda ha la stessa firma del metodo astratto dell'interfaccia.

```
    boolean test(Person p);
}

interface Predicate<T> {
    boolean test(T t);
}
```

- Possiamo quindi modificare la firma del metodo di stampa a video, usando Predicate<T> al posto di CheckPerson.

Possibili Usi

```
public static void printPersonsWithPredicate(
    List<Person> roster, Predicate<Person> tester) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

- In base a questa definizione, possiamo invocare il metodo come segue:

```
printPersonsWithPredicate(
    roster, p -> p.getGender() == Person.Sex.MALE
                    && p.getAge() >= 18  && p.getAge() <= 25 );
```

Possibili Usi

- **Approccio 7: Usare le espressioni lambda in un'applicazione**

- Riconsideriamo l'implementazione del metodo printPersonsWithPredicate per vedere in quali altri modi possiamo impiegare le lambda espressioni:

```
public static void printPersonsWithPredicate(
    List<Person> roster, Predicate<Person> tester) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Il metodo passa in rassegna ogni istanza di Person nella lista che ha ricevuto in ingresso e se la condizione viene soddisfatta allora invoca il metodo printPerson().

Possibili Usi

- **Approccio 7: Usare le espressioni lambda in un'applicazione**

- Riconsideriamo l'implementazione del metodo printPersonsWithPredicate per vedere in quali altri modi possiamo impiegare le lambda espressioni:

```
public static void printPersonsWithPredicate(
    List<Person> roster, Predicate<Person> tester) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 7: Usare le espressioni lambda in un'applicazione**

- Riconsideriamo l'implementazione del metodo printPersonsWithPredicate per vedere in quali altri modi possiamo impiegare le lambda espressioni:

```
public static void printPersonsWithPredicate(
    List<Person> roster, Predicate<Person> tester) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            p.printPerson();
        }
    }
}
```

La soluzione è ricorrere alle espressioni lambda, usando **l'interfaccia funzionale Consumer<T>**, che presenta il metodo **void accept(T t);** per sostituire l'invocazione di printPerson().

Possibili Usi

```
public static void processPersons(List<Person> roster,
        Predicate<Person> tester, Consumer<Person> block) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            block.accept(p);
        } } }
```

Possibili Usi

```
public static void processPersons(List<Person> roster,
        Predicate<Person> tester, Consumer<Person> block) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            block.accept(p);
        } } }
```

- Questo metodo non solo rappresenta come un'espressione lambda il criterio di ricerca, ma anche l'azione da eseguire sui membri trovati. Tale metodo può essere invocato come segue:

```
processPersons(
    roster, p -> p.getGender() == Person.Sex.MALE
                && p.getAge() >= 18 && p.getAge() <= 25,
    p -> p.printPerson() );
```

Possibili Usi

- Supponiamo di voler realizzare un'azione più complessa sui membri selezionati, magari estraendo degli opportuni dati e restituendo un determinato valore. **L'interfaccia Function <T,R>** contiene il metodo **R apply(T t)**.

```
public static void processPersonsWithFunction(
    List<Person> roster, Predicate<Person> tester,
    Function<Person, String> mapper, Consumer<String> block) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            String data = mapper.apply(p);
            block.accept(data);   }
    }
}
```

Possibili Usi

Questo metodo ha un'espressione per la ricerca, una per l'estrazione e una per l'elaborazione.

- Supponiamo di vole
  nati, magari estraendo degli o e restituendo un determinato valore. **L'interfaccia Function** contiene il metodo R apply(T t):

```
public static void processPersonsWithFunction(
    List<Person> roster, Predicate<Person> tester,
    Function<Person, String> mapper, Consumer<String> block) {
    for (Person p : roster) {
        if (tester.test(p)) {
            String data = mapper.apply(p);
            block.accept(data);   }
    }
}
```

Possibili Usi

- Questo nuovo metodo possiamo impiegarlo per poter ottenere l'indirizzo e-mail per tutti i membri eligibili per il Selective Service e stamparlo a video:

```
processPersonsWithFunction(
    roster, p -> p.getGender() == Person.Sex.MALE
                && p.getAge() >= 18 && p.getAge() <= 25,
    p -> p.getEmailAddress(),
    email -> System.out.println(email)
);
```

Da ogni elemento filtrato viene estratto un dato, in questo campo l'indirizzo e-mail.

Possibili Usi

- **Approccio 8: Uso più estensivo dei Generics**

- Riconsideriamo il metodo processPersonsWithFunction(), e realizziamone un'implementazione generica:

```
public static <X, Y> void processElements(
    Iterable<X> source, Predicate<X> tester,
    Function <X, Y> mapper,  Consumer<Y> block) {
    for (X p : source) {
        if (tester.test(p)) {
            Y data = mapper.apply(p);
            block.accept(data);
        }
    }
}
```

Possibili Usi

- **Approccio 8: Uso più estensivo dei Generics**

- Riconsideriamo il metodo processPersonsWithFunction(), e realizziamone un'implementazione generica:

```
public static <X, Y> void processElements(
    Iterable<X> sou      Predicate<X> tester,
    Function <X, Y> m                umer<Y> block) {
    for (X p
        if (te
            Y data = mapper.apply(p);
            block.accept(data);
        }
    }
}
```

In questa implementazione si è resa generica la tipologia di elementi da trattare e il tipo di dato da estrarre dalle istanze selezionate del primo tipo generico.

che può essere attraversata. Implementazione del Iterable l'interfaccia consente a un oggetto di utilizzare il ciclo for-ogni. Lo fa chiamando in

Possibili Usi

- **Approccio 8: Uso più estensivo dei Generics**

- Riconsideriamo il metodo processPersonsWithFunction(), e realizziamone un'implementazione generica:

```
public static <X, Y> void processElements(
    Iterable<X> source, Predicate<X> tester,
    Function <X, Y> mapper, Consumer<Y> block) {
    for (X p : source) {
        if (tester.test
            Y data = m
            block.acce
        }
    }
}
```

L'interfaccia **Java Iterable** rappresenta una collezione di oggetti che è iterabile, che può essere attraversata. Implementazione del l'interfaccia Iterable consente a un oggetto di utilizzare il ciclo **for-each**. Lo fa chiamando internamente il metodo iterator() sull'oggetto.

Possibili Usi

- **Approccio 8: Uso più estensivo dei Generics**

- Riconsideriamo il metodo processPersonsWithFunction(), e realizziamone un'implementazione generica:

```
public static <X, Y> void processElements(
    Iterable<X> source, Predicate<X> tester,
    Function <X, Y> mapper,  Consumer<Y> block) {
    for (X p : source) {
        if (tester.test(p)) {
            Y data = mapper.apply(p);
            block.accept(data);
        }
    }
}
```

Sintassi

- **Una espressione lambda consiste dei seguenti elementi**:
  - Una lista di parametri formali separati da virgole e racchiusi tra parentesi. Il metodo CheckPerson.test() contiene un parametro p, che rappresenta un'istanza della classe Person. È possibile omettere il tipo del parametro e le parentesi se si ha un solo parametro:

    ```
    p -> p.getGender() == Person.Sex.MALE && p.getAge() >= 18  &&
    p.getAge() <= 25
    ```

  - Il simbolo di freccia ->
  - Un corpo, che è costituito da una singola espressione o un blocco di espressioni. Nel caso di una singola espressione, l'ambiente di esecuzione di Java valuta l'espressione e restituisce il valore calcolato. In alternativa, è possibile usare uno statement di return:

    ```
    p -> { return p.getGender() == Person.Sex.MALE && p.getAge() >= 18
    && p.getAge() <= 25; }
    ```

Possibili Usi

Nelle espressioni lambda, gli statement vanno racchiusi in parentesi graffe. Solo uno statement che restituisce void **non** deve essere racchiuso in tali parentesi, oppure espressioni:

```
email -> System.out.println(email)
```

Possibili Usi

Nelle espressioni lambda, gli statement vanno racchiusi in parentesi graffe. Solo uno statement che restituisce void **non** deve essere racchiuso in tali parentesi, oppure espressioni:

email -> Syst rintln(email)

Casi d'uso	Esempio di lambda
Espressione booleana	(List<String> list) -> list.isEmpty()
Creazione di oggetti	() -> new Apple(10);
Consumo di oggetti	(Apple a) -> System.out.println(a.getWeight());
Selezione/Estrazione da un oggetto	(String s) -> s.length();
Combinazione di due valori	(int a, int b) -> a*b
Confronto di due oggetti	(Apple a1, Apple a2) -> a1.getWeight().compareTo(a2.getWeight())

Sintassi

Quale delle seguenti espressioni è valida?

```
() -> {}
() -> "Raoul"
() -> { return "Mario"; }
(Integer i) -> return "Alan" + 1;
(String s) -> {"Iron Man"; }
```

Sintassi

Quale delle seguenti espressioni è valida?

```
() -> {}
() -> "Raoul";
() -> { return "Mario"; }
(Integer i) -> return "Alan" + i;
(String s) -> {"Iron Man"; }
```

La prima espressione è valida e corrisponde a un metodo con un corpo vuoto.
La seconda non ha parametri e restituisce una stringa.
La terza non ha parametri e restituisce una stringa.
La quarta non è valida, bisogna mettere le parentesi graffe: (Integer i) -> { return "Alan" + i; }
La quinta non è valida perché vanno tolte le parentesi: (String s) -> "Iron Man";

Possibili Usi

Nelle espressioni lambda, gli statement vanno racchiusi in parentesi graffe. Solo uno statement che restituisce void **non** deve essere racchiuso in tali parentesi, oppure espressioni:

```
email -> System.out.println(email)
```

- Le espressioni lambda somigliano a dichiarazioni di metodo, e infatti sono spesso considerate come dei metodi anonimi, senza un nome.

Esempio

- Consideriamo un esempio di espressione lambda che assume più di un parametro formale e realizza una operazione matematica su due operandi interi.

```
public class Calculator {
    interface IntegerMath {
        int operation(int a, int b);
    }
    public int operateBinary(int a, int b, IntegerMath op) {
        return op.operation(a, b);
    }
```

Esempio

- Consideriar
  parametro
  interi.

Interfaccia che definisce una generica operazione aritmetica a due operandi interi con ritorno intero.

```
public class Calcu
    interface IntegerMath {
        int operation(int a, int b);
    }

    public int operateBinary(int a, int b, IntegerMath op) {
        return op.operation(a, b);
    }
```

Esempio

- Consideriamo un esempio di espressione lambda che assume più di un parametro formale e realizza una operazione matematica su due operandi interi.

```
public cla
    interfa
        int operation(i
}
```

Metodo che prende due interi in input, e vi applica una data operazione aritmetica definita per mezzo dell'interfaccia IntegerMath.

```
public int operateBinary(int a, int b, IntegerMath op) {
    return op.operation(a, b);
}
```

Esempio

```
public static void main(String... args) {
        Calculator myApp = new Calculator();

        IntegerMath addition = (a, b) -> a + b;
        IntegerMath subtraction = (a, b) -> a - b;

        System.out.println("40 + 2 = " + myApp.operateBinary(40, 2, addition));
        System.out.println("20 - 10 = " + myApp.operateBinary(20, 10, subtraction));
    }
}
```

Esempio

```
public static void main(String... args) {
    Calculator myApp = new Calculator();
    IntegerMath addition = (a, b) -> a + b;
    IntegerMath subtraction = (a, b) -> a - b;
    System.out.println("40 + 2 = " +
      myApp.operateBinary(20, 10, subtraction));
  }
}
```

Definizione di due espressioni lambda con nome, parametri e definizione del corpo.

Esempio

```
public static void main(String... args) {
        Calculator myApp = new Calculator();
        IntegerMath addition = (a, b) -> a + b;
        IntegerMath subtraction = (a, b) -> a - b;
        System.out.println("40 + 2 = " +
            myApp.operateBinary(40, 2, addition));
        System.out.println("20 - 10 = " +
            myApp.operateBinary(20, 10, subtraction));
    }
}
```

Applicazione delle espressioni a determinati valori ed ottenimento del valore di ritorno, con sua stampa a video.

Cattura Variabili

- Anche le espressioni lambda possono catturare le variabili, come le classi locali e quelle anonime. Hanno lo stesso accesso alle variabili locali nel contesto in cui sono state incluse; ma a differenza di queste, le espressioni lambda non hanno alcun problema di ombreggiamento.
- Se una dichiarazione di un tipo (come il nome di un parametro o di una variabile membro) in un particolare contesto (come in una classe interna o in una definizione di metodo) ha lo stesso nome di un'altra dichiarazione in un contesto di inclusione, allora la prima dichiarazione ombreggia quella nel contesto di inclusione:

```
public class ShadowTest {
    public int x = 0;
    class FirstLevel {
        public int x = 1;
        void methodInFirstLevel(int x) {
            System.out.println("x = " + x);
            System.out.println("this.x = " + this.x);
            System.out.println("ShadowTest.this.x = " +ShadowTest.this.x);
        }
```

Cattura Variabili

- Anche le espressioni lambda possono catturare le variabili, come le classi locali e quelle anonime. Hanno lo stesso accesso alle variabili locali nel contesto in cui sono state incluse; ma a differenza di queste, le espressioni lambda non hanno alcun problema di ombreggiamento.
- Se una dichiarazione di un tipo (come il nome di un parametro o di una variabile membro) in un particolare contesto (come in una classe interna o in una definizione di metodo) ha lo stesso nome di un'altra dichiarazione in un contesto di inclusione, allora la prima dichiarazione ombreggia o

x identifica sia una variabile membro della classe interna, sia di quella esterna, sia un parametro di ingresso al metodo della classe interna.

```
public class ShadowTe
    public int x = 0;
    class FirstLevel {
        public int x = 1;
        void methodInFirstLevel(int x) {
            System.out.println("x = " + x);
            System.out.println("this.x = " + this.x);
            System.out.println("ShadowTest.this.x = " +ShadowTest.this.x);
        }
```

Cattura Variabili

- Anche le espressioni lambda possono catturare le variabili, come le classi locali e quelle anonime. Hanno lo stesso accesso alle variabili locali nel contesto in cui sono state incluse; ma a differenza di queste, le espressioni lambda non hanno alcun problema di ombreggiamento.
- Se una dichiarazione di un tipo (come il nome di un parametro o di una variabile membro) in un particolare contesto (come in una classe interna o in una definizione di metodo) ha lo stesso nome di un'altra dichiarazione in un contesto di inclusione, allora la prima dichiarazione ombreggia qu

```
public class ShadowTes
    public int x = 0;
    class FirstLevel {
        public int x = 1;
        void methodInFirstLevel(int x) {
            System.out.println("x = " + x);
            System.out.println("this.x = " + this.x);
            System.out.println("ShadowTest.this.x = " +ShadowTest.this.x);
        }
```

Il metodo invoca diversamente una variabile x così da testare quale risultato viene restituito. Nel primo caso x identifica il parametro del metodo, per poter accedere alla variabile membro della classe interna bisogna ricorrere al this.

Cattura Variabili

- Anche le espressioni lambda possono catturare le variabili, come le classi locali e quelle anonime. Hanno lo stesso accesso alle variabili locali nel contesto in cui sono state incluse; ma a differenza di queste, le espressioni lambda non hanno alcun problema di ombreggiamento.
- Se una dichiarazione di un tipo (come il nome di un parametro o di una variabile membro) in un particolare contesto (come in una classe interna o in una definizione di metodo) ha lo stesso nome di un'altra dichiarazione in un contesto di inclusione, allora la prima dichiarazione ombreggia quella nel contesto di inclusione:

```
public class ShadowTest {
   public int x = 0;
   class FirstLevel {
      public int x = 1;
      void methodInFirstLevel(int x) {
         System.out.println("x = " + x);
         System.out.println("this.x = " + this.x);
         System.out.println("ShadowTest.this.x = " +ShadowTest.this.x);
      }
```

Per ottenere il valore della variabile membro della classe esterna ombreggiata da quella interna, bisogna invocare il this sulla classe esterna.

Cattura Variabili

```
}
    public static void main(String... args) {
        ShadowTest st = new ShadowTest();
        ShadowTest.FirstLevel fl = st.new FirstLevel();
        fl.methodInFirstLevel(23);
    }
}
```

Cattura Variabili

```
}
    public static void main(String... args) {
        ShadowTest st = new ShadowTest();
        ShadowTest.FirstLevel fl = st.new FirstLevel();
        fl.methodInFirstLevel(23);
    }
}
```

Ecco l'output che si ottiene eseguendo il codice di esempio:

```
x = 23
this.x = 1
ShadowTest.this.x = 0
```

Cattura Variabili

- Le espressioni lambda sono lessicamente valutate, e le dichiarazioni nell'espressione sono interpretate così come lo sono nell'ambiente che le contiene.

```
public class LambdaScopeTest {
    public int x = 0;
    class FirstLevel {
        public int x = 1;
        void methodInFirstLevel(int x) {
            Consumer<Integer> myConsumer = (y) ->  {
                System.out.println("x = " + x);
                System.out.println("y = " + y); System.out.println("this.x = " + this.x);
                System.out.println("LambdaScopeTest.this.x = " +
                    LambdaScopeTest.this.x);    };
            myConsumer.accept(x);       }   }
```

```
public interface Consumer<T>{
    void accept(T t); }
```

Cattura Variabili

- Le espressioni lambda sono lessicamente valutate, e le dichiarazioni nell'espressione sono interpretate così come lo sono nell'ambiente che le contiene.

```
public class LambdaScopeTest {
    public int x = 0;
    class FirstLevel {
        public int x = 1;
        void methodIn
            Consumer<Integer> myConsumer = (y) -> {
                System.out.println("x = " + x);
                System.out.println("y = " + y); System.out.println("this.x = " + this.x);
                System.out.println("LambdaScopeTest.this.x = " +
                    LambdaScopeTest.this.x);    };
            myConsumer.accept(x);       }   }
```

Questa istruzione causa un errore di compilazione "local variables referenced from a lambda expression must be final or effectively final".

Cattura Variabili

- Le espressioni lambda sono lessicamente valutate, e le dichiarazioni nell'espressione sono interpretate così come lo sono nell'ambiente che le contiene.

```
public class LambdaScopeTest {
    public int x = 0;
    public int x = 1;
    void methodInFirstLevel(final int x) {
      Consumer<Integer> myConsumer = (y) ->  {
        System.out.println("x = " + x);
        System.out.println("y = " + y); System.out.println("this.x = " + this.x);
        System.out.println("LambdaScopeTest.this.x = " +
            LambdaScopeTest.this.x);   };
      myConsumer.accept(x);      }   }
```

Perchè va dichiarata final oppure essere effettivamente final senza dichiararlo (una sola assegnazione)?

Cattura Variabili

- Le espressioni lambda sono lessicamente valutate, e le dichiarazioni nell'espressione sono interpretate così come lo sono nell'ambiente che le contiene.

```
public class LambdaScopeTest {
    public int x = 0;
    public int x = 1;
    void methodInFirstLevel(final int x) {
```

Perchè va dichiarata final oppure essere effettivamente final senza dichiararlo (una sola assegnazione)?

Le variabili di istanza sono allocate nell'heap, mentre quelle locali nello stack.
Se la lambda avesse accesso alla variabile locale direttamente e fosse impiegata in un thread, allora il thread userebbe la lambda per cercare di accedere alla variabile, anche dopo che il thread che l'ha allocata potrebbe averla anche deallocata. Pertanto, per effetto della cattura la lambda lavora su una copia della variabile, ecco perchè deve essere final.

Cattura Variabili

- Le espressioni lambda sono lessicamente valutate, e le dichiarazioni nell'espressione sono interpretate così come lo sono nell'ambiente che le contiene.

```
public class LambdaScopeTest {
    public int x = 0;
    class FirstLevel {
        public int x = 1;
        void methodInFirstLevel(final int x) {
            Consumer<Integer> myConsumer = (y) ->  {
                System.out.println("x = " + x);
                System.out.println("y = " + y); System.out.println("this.x = " + this.x);
                System.out.println("LambdaScopeTest.this.x = " +
                    LambdaScopeTest.this.x);   };
            myConsumer.accept(x);      }   }
```

Cattura Variabili

```
public static void main(String... args) {
        LambdaScopeTest st = new LambdaScopeTest();
        LambdaScopeTest.FirstLevel fl = st.new FirstLevel();
        fl.methodInFirstLevel(23);
    }
}
```

Cattura Variabili

```
public static void main(String... args) {
        LambdaScopeTest st = new LambdaScopeTest();
        LambdaScopeTest.FirstLevel fl = st.new FirstLevel();
        fl.methodInFirstLevel(23);
    }
}
```

- Questo esempio se eseguito restituisce il seguente

Cosa succede?

```
x = 23
y = 23
this.x = 1
LambdaScopeTest.this.x = 0
```

Cattura Variabili

```
public static void main(String... args) {
        LambdaScopeTest st = new LambdaScopeTest();
        LambdaScopeTest.FirstLevel fl = st.new FirstLevel();
        fl.methodInFirstLevel(23);
    }
}
```

- Questo esempio se eseguito restituisce il seguente output:

```
x = 23
y = 23
this.x = 1
LambdaScopeTest.this.x = 0
```

- Proviamo a modificare la dichiarazione dell'espressione, indicando x co
del parametro invece che y:

```
Consumer<Integer> myConsumer = (x) -> {    // ...  }
```

Cattura Variabili

```
public static void main(String... args) {
        LambdaScopeTest st = new LambdaScopeTest();
        LambdaScopeTest.FirstLevel fl = st.new FirstLevel();
        fl.methodInFirstLevel(23);
    }
}
```

- Questo esempio se eseguito restituisce il seguente output:

```
x = 23
y = 23
this.x = 1
Lamb
```

- Proviamo con del parar

```
Cons
```

Il compilatore restituisce un errore “variable x is already defined in method methodInFirstLevel(int)” perchè l’espressione non introduce un nuovo livello di scope nel naming delle variabili.

Cattura Variabili

- Nelle espressioni lambda è possibile accedere direttamente a campi, metodi e variabili locali dello scope che le include. Ma, come le classi locali ed anonime, un'espressione può accedere a variabili locali e parametri solo se definiti final o che lo sono effettivamente sebbene non dichiarati in quanto tali. Nel precedente esempio abbiamo dichiarato il parametro di ingresso al metodo methodInFirstLevel() come final. In alternativa avremmo potuto rendere x effettivamente final:

```
void methodInFirstLevel(int x) {
    x = 99;
    // … }
```

- A causa di questa assegnazione, la variabile FirstLevel.x non è più final effettivamente, e il compilatore solleva un errore "local variables referenced from a lambda expression must be final or effectively final" quando l'espressione vi si riferisce:

```
System.out.println("this.x = " + this.x);
```

Riferimento di Metodo

- L'uso delle espressioni lambda serve a creare metodi anonimi, ma alcune volte tali espressioni non fanno altro che invocare dei metodi dichiarati nel codice applicativo. In questi casi, è più chiaro riferirsi direttamente a tali metodi con il loro nome. I riferimenti ai metodi consentono di fare questo per mezzo di un approccio compatto.
- Consideriamo la classe Person:

```
public class Person {
   public enum Sex {      MALE, FEMALE    }
   String name; LocalDate birthday;
   Sex gender;   String emailAddress;
   public int getAge() {      // ...      }
   public Calendar getBirthday() {      return birthday;      }
   public static int compareByAge(Person a, Person b) {
      return a.birthday.compareTo(b.birthday);  }}
```

Riferimento di Metodo

- Ipotizziamo che i membri dell'applicazione di social networking siano contenuti in un array, e si vuole ordinare tale array per età:

```
List<Person> roster = Person.createRoster();
Person[] rosterAsArray = roster.toArray(new Person[roster.size()]);
class PersonAgeComparator implements Comparator<Person> {
    public int compare(Person a, Person b) {
        return a.getBirthday().compareTo(b.getBirthday());
    }
}
Arrays.sort(rosterAsArray, new PersonAgeComparator());
```

Riferimento di Metodo

- Ipotizziamo che i membri dell'applicazione di social networking siano contenuti in un array, e si vuole ordinare tale array per età:

```
List<Person> roster = Person.createRoster();

Person[] rosterAsArray = roster.toArray(new Person[roster.size()]);

class PersonAgeComparator implements Comparator<Person> {
    public int compare(Person a, Person b) {
        return a.getBirthday().compareTo(b.getBirthday());
    }
}

Arrays.sort(
```

Classe locale che implementa **l'interfaccia funzionale Comparator<T>,** che dichiara un metodo per comparare due istanze del tipo T.

Riferimento di Metodo

- Ipotizziamo che i membri dell'applicazione di social networking siano contenuti in un array, e si vuole ordinare tale array per età:

```
List<Person> roster = Person.createRoster();

Person[] rosterAsArray = roster.toArray(new Person[roster.size()]);

class PersonAgeComparator implements Comparator<Person> {

    public i

        retur

    }

}

Arrays.sort(rosterAsArray, new PersonAgeComparator());
```

Metodo statico della classe Arrays che accetta in ingresso un array e un'istanza dell'interfaccia Comparator<T> per ordinare l'array secondo la politica implementata nel metodo compare.

static <T> void sort(T[] a, Comparator <? super T> c)

Riferimento di Metodo

- Siccome l'interfaccia Comparator<T> è funzionale, possiamo impiegare un'espressione lambda invece di una classe locale:

```
Arrays.sort(rosterAsArray,
    (Person a, Person b) -> {
        return a.getBirthday().compareTo(b.getBirthday());
    });
```

Riferimento di Metodo

- Siccome l'interfaccia Comparator<T> è funzionale, possiamo impiegare un'espressione lambda invece di una classe locale:

```
Arrays.sort(rosterAsArray,
    (Person a, Person b) -> {
        return a.getBirthday().compareTo(b.getBirthday());
    });
```

- Notiamo, però, che il metodo che compara le date di due istanze di Person già esiste, quindi possiamo modificare l'espressione invocando direttamente tale metodo:

```
Arrays.sort(rosterAsArray, (a, b) -> Person.compareByAge(a, b));
```

*****

Verificare se si può fare direttamente con l'array list:

```
public void  ordinamentolabda(ArrayList ListaPacchi) {
        // espressione con camparator
        Comparator<Pacco> comparator = (p1, p2) ->
p1.getDataar().compareTo(p2.getDataar());
        // ordinamento
        ListaPacchi.sort(comparator);

}
```

Riferimento di Metodo

- Siccome questa espressione richiama solo un metodo, possiamo ricorrere al riferimento di questo metodo invece di impiegare un'espressione lambda:

  Arrays.sort(rosterAsArray, **Person::compareByAge**);

- Il riferimento Person::compareByAge è semanticamente equivalente all'espressione lambda (a, b) -> Person.compareByAge(a, b).
- Entrambi hanno le seguenti caratteristiche:
  - la sua lista di parametri formali è copiata da Comparator<Person>.compare, che è pari a (Person, Person);
  - Il corpo invoca il metodo Person.compareByAge.

Riferimento di Metodo

- Esistono quattro tipi di riferimenti a metodi:

Tipo	Esempio
Riferimento a metodo statico	ContainingClass::staticMethodName
Riferimento a un metodo di istanza di un particolare oggetto	containingObject::instanceMethodName
Riferimento a un metodo di istanza di un arbitrario oggetto di un particolare tipo	ContainingType::methodName
Riferimento a un costruttore	Classname::new

- L'esempio precedente:

```
Arrays.sort(rosterAsArray, Person::compareByAge);
```

- è un esempio di un riferimento a un metodo statico.

Riferimento di Metodo

- Esempio di un riferimento al metodo di un particolare oggetto:

```
class ComparisonProvider {
    public int compareByName(Person a, Person b) {
        return a.getName().compareTo(b.getName());    }
    public int compareByAge(Person a, Person b) {
        return a.getBirthday().compareTo(b.getBirthday());    } }
ComparisonProvider myComparisonProvider = new ComparisonProvider();
Arrays.sort(rosterAsArray,
        myComparisonProvider::compareByName);
```

Riferimento di Metodo

- Esempio di un riferimento al metodo di un particolare oggetto:

```
class ComparisonProvider {
    public int compareByName(Person a, Person b) {
        return a.getName().compareTo(b.getName());    }
    public int cor
        return a.ge
ComparisonPro
Arrays.sort(rost
        myComparisonProvider::compareByName);
```

Il riferimento myComparisonProvider::compareByName invoca il metodo compareByName() che è parte dell'oggetto myComparisonProvider. La JRE inferisce gli argomenti di tipo del metodo, che in questo caso sono (Person, Person).

Consigli d'uso

- Le **classi interne** consentono di raggruppare logicamente classi impiegate in un punto del codice sorgente, al fine di migliorarne l' incapsulamento e creare codice più leggibile e manutenibile. Classi locali, anonime e espressioni sono intesi per specifiche situazioni:
  - Classi interne vanno usare se i requisiti sono simili a quelle locali e si vuole rendere la classe maggiormente disponibile e non si richiede accesso a variabili locali o parametri di metodo.
    - classi interne non-statiche per accedere a campi e metodi non pubblici di istanze della classe esterna, statiche se non si richiede tale accesso.
  - Una **classe locale** va impiegata per creare più istanze della classe, accedere al suo costruttore, e introdurre un nuovo tipo;
  - Una **classe anonima** va usata se lo sviluppatore richiede di dichiarare campi o metodi addizionali;
  - **Espressioni lambda** vanno usate se si intende incapsulare una singola unità di esecuzione da passare a un altro codice oppure per avere una singola istanza di un'interfaccia funzionale.

Functional Interfaces

Common Functional Interfaces Used

Predicate<T>

- Represents a predicate (boolean-valued function) of one argument
- Functional method is boolean Test(T t)
  - Evaluates this Predicate on the given input argument (T t)
  - Returns true if the input argument matches the predicate, otherwise false

Supplier<T>

- Represents a supplier of results
- Functional method is T get()
  - Returns a result of type T

Function<T,R>

- Represents a function that accepts one argument and produces a result
- Functional method is R apply(T t)
  - Applies this function to the given argument (T t)
  - Returns the function result

Consumer<T>

- Represents an operation that accepts a single input and returns no result
- Functional method is void accept(T t)
  - Performs this operation on the given argument (T t)

Common Functional Interfaces Used

Function<T,R>

- Represents an operation that accepts one argument and produces a result
- Functional method is R apply(T t)
  - Applies this function to the given argument (T t)
  - Returns the function result

UnaryOperator<T>

- Represents an operation on a single operands that produces a result of the same type as its operand
- Functional method is R Function.apply(T t)
  - Applies this function to the given argument (T t)
  - Returns the function result

Common Functional Interfaces Used

BiFunction<T,U,R>

- Represents an operation that accepts two arguments and produces a result
- Functional method is R apply(T t, U u)
  - Applies this function to the given arguments (T t, U u)
  - Returns the function result

BinaryOperator<T>

- Extends BiFunction<T, U, R>
- Represents an operation upon two operands of the same type, producing a result of the same type as the operands
- Functional method is R BiFunction.apply(T t, U u)
  - Applies this function to the given arguments (T t, U u) where R,T and U are of the same type
  - Returns the function result

Comparator<T>

- Compares its two arguments for order.
- Functional method is int compareTo(T o1, T o2)
  - Returns a negative integer, zero, or a positive integer as the first argument is less than, equal to, or greater than the second.