

13

Errori di programmazione ed Exceptions

Mirko Viroli

`mirko.viroli@unibo.it`

C.D.L. Ingegneria e Scienze Informatiche
ALMA MATER STUDIORUM—Università di Bologna, Cesena

a.a. 2015/2016



Goal della lezione

- Illustrare i vari meccanismi di gestione delle eccezioni in Java
- Dare linee guida per la progettazione di sistemi che usano eccezioni

Argomenti

- Errori a run-time e necessità di una loro gestione
- Tipi di eccezioni/errori in Java
- Istruzione `throw`
- Costrutto `try-catch-finally`
- Dichiarazioni `throws`



- 1 Introduzione
- 2 Realizzazione corretta di RangeIterator
- 3 Intercettare eccezioni
- 4 Creazione e rilancio eccezioni
- 5 Dichiarazione eccezioni checked
- 6 Applicazione domotica con eccezioni



Errori nei programmi

Errori a tempo di compilazione (compile-time)

- sono quelli più grossolani, sono intercettati dal compilatore
- quindi rientrano nella fase dell'implementazione, sono innocui
- un linguaggio con strong typing consente di identificarne molti problemi a compile-time

Errori a tempo di esecuzione (run-time) (\Leftarrow oggetto della lezione)

- sono condizioni anomale dovute alla dinamica del sistema
 - ▶ parametri anomali a funzioni, errori nell'uso delle risorse di sistema,...
- in genere è possibile (i) identificare/descrivere dove potrebbero accadere, (ii) intercettarli e (iii) gestirli prevedendo procedure di compensazione (rimedio al problema che le ha causate)
- alcuni linguaggi (come Java, non il C) forniscono costrutti per agevolarne la gestione

Errori per causa interna: lanciati dalla JVM

Errore numerico

```
1 int divide(int x, int y){ return x/y; }  
2 ...  
3 int z = divide(5,0);  
4 // ERRORE: divisione per 0
```

Overflow memoria

```
1 int f(int i){ return i==0 ? 0 : f(i+1); }  
2 ...  
3 int n=f(1);  
4 // ERRORE: out of (stack) memory
```

Riferimento null

```
1 int mysize(List<?> l){ return l.size(); }  
2 ...  
3 int n=mysize(null);  
4 // ERRORE: invocazione metodo size() su null
```

Violazioni di contratto d'uso di un oggetto: librerie Java

Operazione non supportata

```
1 Collections.<Integer>emptySet().add(1);  
2 // UnsupportedOperationException  
3 /* ERRORE: emptySet() torna un Set immutabile  
4    deve essere impedita l'invocazione di add() */
```

Elemento non disponibile

```
1 Iterator<Integer> i = Arrays.asList(1,2).iterator();  
2 i.next();  
3 i.next();  
4 i.next(); // NoSuchElementException  
5 /* ERRORE: il contratto d'uso degli Iterator prevede di non  
6    invocare next() se hasNext() dà false */
```

Formato illegale

```
1 Integer.parseInt("10.4");  
2 // NumberFormatException  
3 /* ERRORE: parseInt() si aspetta una stringa che contenga,  
4    carattere per carattere, un intero valido */
```

Violazioni di contratto d'uso di un oggetto: nostro codice

Argomento errato

```
1 public class LampsRow{
2     private SimpleLamp[] row;
3     public LampsRow(int size){
4         if (size<0) {throw ???;} // lancio eccezione
5         this.row = new SimpleLamp[size];
6     }
7     ..
```

Elemento non disponibile

```
1 public class RangeIterator implements Iterator<Integer>{
2     private int current;
3     private int stop;
4
5     public Integer next(){
6         if (current > stop) { throw ???} // lancio eccezione
7         return this.current++;
8     }
9     ..
```

L'importanza della “error-aware programming”

Contratti

- Molti oggetti richiedono determinate condizioni di lavoro (sequenze di chiamata, argomenti passati, aspettative d'uso di risorse computazionali)
- Al di fuori queste condizioni è necessario interrompere il lavoro e effettuare azioni correttive

Il progettista della classe deve:

1. identificare le condizioni di lavoro definite “normali”
2. intercettare quando si esce da tali condizioni
3. eventualmente segnalare l'avvenuto errore

Il cliente (a sua volta progettista di un altro oggetto) deve:

1. essere informato di come l'oggetto va usato
2. intercettare gli errori e porvi rimedio con un *handler*

Riassunto Java Exceptions

- Gli errori a run-time in Java sono rappresentati da oggetti della classe `java.lang.Throwable`. Vengono “lanciati”:
 - ▶ da esplicite istruzioni del tipo: `throw <exception-object>;`
 - ▶ o, direttamente dalla JVM per cause legate al “sistema operativo”
- Tali oggetti portano con sè informazioni utili a capirne la causa
- Si può dichiarare se un metodo potrà lanciare una eccezione:
`<meth-signature> throws <excep-class>{..}`
- Si può intercettare una eccezione e porvi rimedio:
`try{ <instructions> } catch(<excep-class> <var>){...}`

Tutti meccanismi che impareremo a progettare e implementare in questa lezione!

Tipologie di errori in Java

Errori: `java.lang.Error` e sottoclassi

- Dovute a un problema “serio” (e non risolvibile) interno alla JVM
- Di norma una applicazione non si deve preoccupare di intercettarli (non ci sarebbe molto di più da fare che interrompere l'esecuzione)

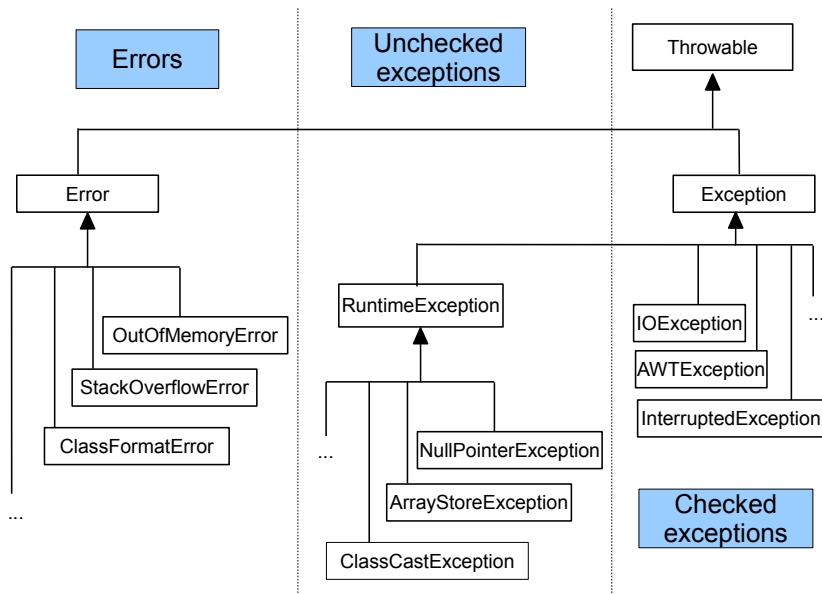
Eccezioni unchecked: `java.lang.RuntimeException` e sottoclassi

- Causate da un bug nella programmazione
- Di norma una applicazione non si deve preoccupare di intercettarli (dovrebbero essere risolti tutti in fase di debugging del sistema)

Eccezioni checked: i `java.lang.Throwable` tranne le precedenti

- Causate da un problema prevedibile ma non rimediabile a priori
- Le applicazione devono dichiararli esplicitamente, e vanno intercettati e gestiti esplicitamente

Tipologie di errori in Java: UML



Errori

- Nessuna gestione necessaria (“se capitano, capitano...”)

Eccezioni unchecked

- Si potrebbero dichiarare con un commento al codice (non frequente)
- Di norma si riusano le classi `java.lang.RuntimeException` del JDK, ossia non se ne definiscono di nuove tipologie
- Si lanciano con l'istruzione `throw`

Eccezioni checked

- Vanno dichiarate nel metodo con la clausola `throws`
- La documentazione deve spiegare in quali casi vengono lanciate
- Vanno intercettate con l'istruzione `try-catch`
- Di norma si costruiscono sotto-classi ad-hoc di `Exception`

Errori ed eccezioni unchecked: cosa accade

Quando accadono, ossia quando vengono lanciate..

- Causano l'interruzione dell'applicazione
- Comportano la scrittura su console di errore (`System.err`) di un messaggio che include lo **StackTrace** – `Thread.dumpStack()` ;
 - ▶ solitamente `System.err` coincide con `System.out`
- Dal quale possiamo desumere la sequenza di chiamate e il punto del codice in cui si ha avuto il problema

Errori/eccezioni unchecked comuni e già viste

- `StackOverflowError`: stack esaurito (ricorsione infinita?)
- `NullPointerException`, `ArrayStoreException`, `ClassCastException`, `ArrayIndexOutOfBoundsException`, `NumericException`, `OperationNotSupportedException`
- Altri andranno verificati sulla documentazione quando incontrati

Esempio di stampa

```
1 public class UncheckedStackTrace{
2     public static void main(String[] args){
3         final int[] a = new int[]{10,20,30};
4         final int b = accessArray(a,1); // OK
5         final int c = accessArray(a,3); // Eccezione
6         final int d = accessArray(a,5); // Eccezione
7     }
8
9     public static int accessArray(final int[] array, final int pos){
10         return array[pos];
11     }
12 }
13
14 /* Stampa dell'errore:
15
16 Exception in thread "main" java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 3
17     at UncheckedStackTrace.accessArray(UncheckedStackTrace.java:9)
18     at UncheckedStackTrace.main(UncheckedStackTrace.java:5)
19 */
```



L'istruzione throw

```
1 public class UncheckedThrow{
2     public static void main(String[] args){
3         final int[] a = new int[]{10,20,30};
4         final int b = accessArray(a,1); // OK
5         final int c = accessArray(a,3); // Eccezione
6     }
7
8     public static int accessArray(final int[] array, final int pos){
9         if (pos < 0 || pos >= array.length){
10             final String msg = "Accesso fuori dai limiti, in posizione "+pos;
11             throw new java.lang.IllegalArgumentException(msg);
12         }
13         return array[pos];
14     }
15 }
16
17 /* Stampa dell'errore:
18
19 Exception in thread "main" java.lang.IllegalArgumentException: Accesso fuori
    dai limiti, in posizione 3
20     at it.unibo.apice.oop.p13exceptions.classes.UncheckedThrow.accessArray(
        UncheckedThrow.java:13)
21     at it.unibo.apice.oop.p13exceptions.classes.UncheckedThrow.main(
        UncheckedThrow.java:7)
22 */
```

L'istruzione `throw`: una variante equivalente

```
1 public class UncheckedThrow2{
2     public static void main(String[] args){
3         final int[] a = new int[]{10,20,30};
4         final int b = accessArray(a,1); // OK
5         final int c = accessArray(a,3); // Eccezione
6     }
7
8     public static int accessArray(final int[] array, final int pos){
9         if (pos < 0 || pos >= array.length){
10             final String msg = "Accesso fuori dai limiti, in posizione "+pos;
11             RuntimeException e = new java.lang.IllegalArgumentException(msg);
12             throw e;
13         }
14         return array[pos];
15     }
16 }
```



L'istruzione `throw`

Sintassi generale

```
throw <expression-that-evaluates-to-a-throwable>;
```

Casi tipici

```
throw new <exception-class>(<message-string>);
```

```
throw new <exception-class>(<ad-hoc-args>);
```

```
throw new <exception-class>();
```

Effetto

- Si interrompe immediatamente l'esecuzione del metodo in cui ci si trova (se non dentro una `try-catch`, come vedremo dopo..)
- L'oggetto eccezione creato viene "riportato" al chiamante
- Ricorsivamente, si giunge al `main`, con la stampa su `System.err` (exception chaining)

- 1 Introduzione
- 2 Realizzazione corretta di RangeIterator**
- 3 Intercettare eccezioni
- 4 Creazione e rilancio eccezioni
- 5 Dichiarazione eccezioni checked
- 6 Applicazione domotica con eccezioni

Riconsideriamo l'implementazione di RangeIterator

Elementi da considerare

- Controllare l'interfaccia `java.util.Iterable`
- Verificare la documentazione presente nel sorgente (ed in particolare, come si specificano le eccezioni lanciate)
- Il comando: `javadoc Iterator.java`
- La documentazione HTML prodotta
- Realizzazione e prova di `RangeIterator`



Documentazione di Iterator: header

```
1  /*
2   * Copyright (c) 1997, 2010, Oracle and/or its affiliates. All rights
3   * reserved.
4   * .. informazioni generali della Oracle
5   */
6
7  package java.util;
8
9  /**
10   * An iterator over a collection.
11   * .. descrizione generale della classe..
12   *
13   * <p>This interface is a member of the
14   * <a href="{@docRoot}/../technotes/guides/collections/index.html">
15   * Java Collections Framework</a>.
16   *
17   * @param <E> the type of elements returned by this iterator
18   *
19   * @author Josh Bloch
20   * @see Collection
21   * @see ListIterator
22   * @see Iterable
23   * @since 1.2
24   */
25  public interface Iterator<E> { ...
```

Documentazione di Iterator: next() e hasNext()

```
1 public interface Iterator<E> {
2     /**
3      * Returns {@code true} if the iteration has more elements.
4      * (In other words, returns {@code true} if {@code hasNext} would
5      * return an element rather than throwing an exception.)
6      *
7      * @return {@code true} if the iteration has more elements
8      */
9     boolean hasNext();
10
11     /**
12      * Returns the next element in the iteration.
13      *
14      * @return the next element in the iteration
15      * @throws NoSuchElementException if the iteration has no more elements
16      */
17     E next();
18     ...
}
```



Documentazione di Iterator: remove()

```
1  ..  
2  /**  
3   * Removes from the underlying collection the last element returned  
4   * by this iterator (optional operation). This method can be called  
5   * only once per call to {@link #next}. The behavior of an iterator  
6   * is unspecified if the underlying collection is modified while the  
7   * iteration is in progress in any way other than by calling this  
8   * method.  
9   *  
10  * @throws UnsupportedOperationException if the {@code remove}  
11  *      operation is not supported by this iterator  
12  *  
13  * @throws IllegalStateException if the {@code next} method has not  
14  *      yet been called, or the {@code remove} method has already  
15  *      been called after the last call to the {@code next}  
16  *      method  
17  */  
18  void remove();  
19 }
```



Documentazione generata: pt1

Package **Class** Tree Deprecated Index Help

Prev Class Next Class Frames No Frames All Classes

Summary: Nested | Field | Constr | Method Detail: Field | Constr | Method

Interface `Iterator<E>`

Type Parameters:

E - the type of elements returned by this iterator

```
public interface Iterator<E>
```

An iterator over a collection. `Iterator` takes the place of `Enumeration` in the Java Collections Framework. Iterators differ from enumerations in two ways:

- Iterators allow the caller to remove elements from the underlying collection during the iteration with well-defined semantics.
- Method names have been improved.

This interface is a member of the Java Collections Framework.

Since:

1.2

See Also:

`Collection`, `ListIterator`, `Iterable`

Method Summary

Methods

Modifier and Type	Method and Description
boolean	hasNext () Returns true if the iteration has more elements.
E	next () Returns the next element in the iteration.
void	remove () Removes from the underlying collection the last element returned by this iterator (optional operation).



Documentazione generata: pt2

Method Detail

hasNext

boolean hasNext()

Returns true if the iteration has more elements. (In other words, returns true if `next()` would return an element rather than throwing an exception.)

Returns:

true if the iteration has more elements

next

E next()

Returns the next element in the iteration.

Returns:

the next element in the iteration

Throws:

`NoSuchElementException` - if the iteration has no more elements

remove

void remove()

Removes from the underlying collection the last element returned by this iterator (optional operation). This method can be called only once per call to `next()`. The behavior of an iterator is unspecified if the underlying collection is modified while the iteration is in progress in any way other than by calling this method.

Throws:

`java.lang.UnsupportedOperationException` - if the `remove` operation is not supported by this iterator

`java.lang.IllegalStateException` - if the `next` method has not yet been called, or the `remove` method has already been called after the last call to the `next` method



Realizzazione di RangeIterator

```
1 public class RangeIterator implements java.util.Iterator<Integer>{
2
3     private static final String MSG = "start can't be bigger than stop";
4     private int current;
5     final private int stop;
6
7     public RangeIterator(final int start, final int stop){
8         if (start > stop){ // parametri errati
9             throw new java.lang.IllegalArgumentException(MSG);
10        }
11        this.current = start;
12        this.stop = stop;
13    }
14
15    public Integer next(){
16        if (!this.hasNext()){
17            throw new java.util.NoSuchElementException();
18        }
19        return this.current++;
20    }
21
22    public boolean hasNext(){
23        return this.current <= this.stop;
24    }
25
26    public void remove(){ // non supportiamo remove
27        throw new UnsupportedOperationException();
28    }
29 }
```

- 1 Introduzione
- 2 Realizzazione corretta di RangeIterator
- 3 Intercettare eccezioni**
- 4 Creazione e rilancio eccezioni
- 5 Dichiarazione eccezioni checked
- 6 Applicazione domotica con eccezioni



Il costrutto try-catch

Sintassi (da estendere successivamente)

```
try { <insecure-body>}  
    catch (<throwable-class> <var>) { <handler-body>}
```

Esempio

```
try { RangeIterator r = new RangeIterator(a,b);}  
    catch (RuntimeException e) { System.out.println(e);}
```

Significato

- Se il body nella **try** lancia una eccezione del tipo specificato nella **catch**
- Allora si esegue il corrispondente handler, e non si ha la terminazione della applicazione
- Se non c'è eccezione si salta l'handler e si prosegue

Uso della RangeIterator senza try-catch

```
1 public class UseRange{
2     public static void main(String[] args){
3         // args tiene inizio e fine, passate da line di comando
4         final int a = Integer.parseInt(args[0]); // "5"
5         final int b = Integer.parseInt(args[1]); // "10"
6         final RangeIterator r = new RangeIterator(a,b);
7         // remove(); // cosa succede con remove?
8         System.out.print(r.next()+" ");
9         System.out.print(r.next()+" ");
10        System.out.println(r.next());
11    }
12 }
13 /* Esecuzione: java UseRange 5 10
14    args vale: new String[]{"5","10"}
15    risultato:  5 6 7 */
16
17 /* Esecuzione: java UseRange 5 10.1
18    risultato:  NumberFormatException */
19
20 /* Esecuzione: java UseRange 5 3
21    risultato:  IllegalArgumentException */
22
23 /* Esecuzione: java UseRange 3 4
24    risultato:  NoSuchElementException */
```

Uso della RangeIterator con try-catch

```
1 public class UseRange2{
2     public static void main(String[] s){
3         RangeIterator r = null; // va creata fuori dal try..
4         try{
5             final int a = Integer.parseInt(s[0]);
6             final int b = Integer.parseInt(s[1]);
7             r = new RangeIterator(a,b);
8         } catch (Exception e){ // catturo una qualsiasi Exception
9             System.out.println("Argomenti errati!");
10            System.out.println(e);
11            System.exit(1); // abnormal termination
12        }
13        try{
14            System.out.print(r.next()+" ");
15            System.out.print(r.next()+" ");
16            System.out.println(r.next());
17        } catch (java.util.NoSuchElementException e){
18            System.out.println("Iterazione non corretta..");
19            System.out.println(e);
20            System.exit(1); // abnormal termination
21        }
22        System.exit(0); // ok termination
23    }
24 }
```

Il costrutto try-catch-finally

Sintassi generale

```
try { <insecure-body>}  
    catch (<throwable-class> <var>) { <handler-body>}  
    catch (<throwable-class> <var>) { <handler-body>}  
    ...  
    catch (<throwable-class> <var>) { <handler-body>}  
    finally { <completion-body>} // clausola finale opzionale
```

Significato

- Se il body nella **try** lancia una eccezione
- La prima **catch** pertinente esegue l'handler (non ci possono essere sovrapposizioni!)
- Poi si eseguirà anche il **completion-body**

catch multipli e finally

```
1 public class UseRange3{
2     public static void main(String[] s){
3         RangeIterator r = null; // creabile anche dentro al try..
4         try{ // attenzione alla formattazione di questo esempio!
5             int a = Integer.parseInt(s[0]);
6             int b = Integer.parseInt(s[1]);
7             r = new RangeIterator(a,b);
8             System.out.print(r.next()+" ");
9             System.out.print(r.next()+" ");
10            System.out.println(r.next());
11        } catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e){
12            System.out.println("Servono almeno due argomenti!");
13        } catch (NumberFormatException e){
14            System.out.println("Servono argomenti interi!");
15        } catch (IllegalArgumentException e){
16            System.out.println(e);
17        } catch (Exception e){ //ogni altra eccezione
18            throw e; // rilancio l'eccezione
19        } finally{
20            // questo codice comunque eseguito
21            System.out.println("bye bye..");
22        }
23    }
24 }
```

Spiegazione

Come funziona la `finally`?

- garantisce che il codice nel suo handler sarà sicuramente eseguito
- ..sia se ho avuto eccezione
- ..sia se non ho avuto eccezione
- ..sia se uno degli handler delle `catch` ha generato eccezione

A cosa serve?

- in genere contiene del codice di `cleanup` che deve comunque essere eseguito
- rilascio risorse, chiusura file, stampa messaggi, etc..

Vedremo la prossima settimana il costrutto chiamato `try-with-resources`

- consente di non esprimere il `finally`

- 1 Introduzione
- 2 Realizzazione corretta di RangeIterator
- 3 Intercettare eccezioni
- 4 Creazione e rilancio eccezioni**
- 5 Dichiarazione eccezioni checked
- 6 Applicazione domotica con eccezioni



Creazione di una nuova classe di eccezioni

Nuove eccezioni

- Un sistema potrebbe richiedere nuovi tipi di eccezioni, che rappresentano eventi specifici collegati al dominio applicativo
 - ▶ Persona già presente (in un archivio cittadini)
 - ▶ Lampadina esaurita (in una applicazione domotica)
- Semplicemente si fa una estensione di `Exception` o `RuntimeException`
 - ▶ a seconda che la si voglia checked o unchecked
 - ▶ per il momento stiamo considerando solo le unchecked
- Non vi sono particolari metodi da ridefinire di solito
- Solo ricordarsi di chiamare correttamente i costruttori del padre
- Se si vuole incorporare una descrizione articolata della causa dell'eccezione, la si può inserire nei campi dell'oggetto tramite il costruttore o metodi setter..

Esempio: MyException

```
1 public class MyException extends RuntimeException{
2
3     // tengo traccia degli argomenti che hanno causato il problema
4     private final String[] args;
5
6     public MyException(final String s, final String[] args){
7         super(s);
8         this.args = args;
9     }
10
11     // modifico la toString per evidenziare this.args
12     public String toString(){
13         String str = "Stato argomenti: ";
14         str = str + java.util.Arrays.toString(args);
15         str = str + "\n" + super.toString();
16         return str;
17     }
18 }
```



Esempio: UseMyException

```
1 public class UseMyException{
2     public static void main(String[] s){
3         try{ // attenzione alla formattazione di questo esempio!
4             final int a = Integer.parseInt(s[0]);
5             final int b = Integer.parseInt(s[1]);
6             final RangeIterator r = new RangeIterator(a,b);
7             System.out.print(r.next()+" ");
8             System.out.print(r.next()+" ");
9             System.out.println(r.next());
10        } catch (Exception e){
11            final String str = "Rilancio di: "+e;
12            RuntimeException e2 = new MyException(str,s);
13            throw e2;
14        }
15    }
16 }
17 /* Esempio: java UseMyException 10 13.1
18 Exception in thread "main" Stato argomenti: [10, 13.1]
19 it.unibo.apice.oop.p13exceptions.classes.MyException: Rilancio di: java.lang
    .NumberFormatException: For input string: "13.1"
20     at it.unibo.apice.oop.p13exceptions.classes.UseMyException.main(
        UseMyException.java:14)
21 */
```



Outline

- 1 Introduzione
- 2 Realizzazione corretta di RangeIterator
- 3 Intercettare eccezioni
- 4 Creazione e rilancio eccezioni
- 5 Dichiarazione eccezioni checked**
- 6 Applicazione domotica con eccezioni



Checked vs Unchecked

Unchecked: `RuntimeException` o sottoclassi

- Quelle viste finora, dovute ad un bug di programmazione
- Quindi sono da catturare opzionalmente, perché rimediabili

Checked: `Exception` o sottoclassi ma non di `RuntimeException`

- Rappresentano errori non riconducibili ad una scorretta programmazione, ma ad eventi abbastanza comuni anche nel sistema una volta installato e funzionante (“deployed”)
 - ▶ Funzionamento non normale, ma non tale da interrompere l'applicazione (p.e., l'utente fornisce un input errato inavvertitamente)
 - ▶ Un problema con l'interazione col S.O. (p.e., file inesistente)
- I metodi che le lanciano lo **devono** dichiararle esplicitamente (**throws**)
- Chi chiama tali metodi **deve** gestirle
 - ▶ o catturandole con un **try-catch**
 - ▶ o rilanciandole al chiamante con la **throws**

Una eccezione checked: IOException e input da tastiera

```
1 import java.io.*;
2
3 public class IOFromKeyboard {
4
5     // La dichiarazione throws qui è obbligatoria!
6     public static int getIntFromKbd() throws IOException {
7         InputStreamReader ISR = new InputStreamReader(System.in);
8         BufferedReader keyboardInput = new BufferedReader(ISR);
9         String line = keyboardInput.readLine(); // IOException
10        return Integer.parseInt(line);
11    }
12
13    public static void main(String[] args) {
14        try {
15            System.out.print("Inserisci un numero: ");
16            final int a = getIntFromKbd();
17            System.out.println("Hai inserito il num.: " + a);
18        } catch (IOException e) {
19            // simulare l'errore con una System.in.close() nel try
20            System.out.println("Errore di I/O: " + e);
21        } catch (NumberFormatException e) {
22            System.out.println(e);
23        }
24    }
25 }
```

Qualche variante: campi statici

```
1 import java.io.*;
2
3 public class IOFromKeyboard2 {
4
5     private static final BufferedReader KBD =
6         new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
7
8     private static int getIntFromKbd() throws IOException {
9         return Integer.parseInt(KBD.readLine());
10    }
11
12    public static void main(String[] args) {
13        try {
14            System.out.print("Inserisci un numero: ");
15            final int a = getIntFromKbd();
16            System.out.println("Hai inserito il num.: " + a);
17        } catch (IOException e) {
18            System.out.println("Errore di I/O: " + e);
19        } catch (NumberFormatException e) {
20            System.out.println(e);
21        }
22    }
23 }
```


Qualche variante: input iterato e rilancio

```
1 import java.io.*;
2
3 public class IOFromKeyboard3 {
4
5     private static final BufferedReader KBD = new BufferedReader(
6         new InputStreamReader(System.in));
7
8     private static int getIntFromKbd() throws IOException {
9         return Integer.parseInt(KBD.readLine());
10    }
11
12    public static void main(String[] args) throws NumberFormatException {
13        while (true) {
14            try {
15                System.out.print("Inserisci un numero: ");
16                final int a = getIntFromKbd();
17                System.out.println("Hai inserito il num.: " + a);
18            } catch (IOException e) {
19                System.out.println("Errore di I/O: " + e);
20            }
21        }
22    }
23 }
```



Input da tastiera: da Java 6 (non funziona in Eclipse!)

```
1 public class IOFromKeyboard4 {
2
3     // L'uso di System.console().readLine() non lancia
4     // eccezioni
5     public static void main(String[] args) {
6         while (true) {
7             System.out.print("Inserisci un numero: ");
8             final int a = Integer.parseInt(System.console().readLine());
9             System.out.println("Hai inserito il num.: " + a);
10        }
11    }
12 }
13
14 /*
15  * Si controlli la classe java.lang.Console, fornisce varie
16  * funzioni utili per
17  * l'I/O, come le stampe formattate tipo printf
18  */
```



Outline

- 1 Introduzione
- 2 Realizzazione corretta di RangeIterator
- 3 Intercettare eccezioni
- 4 Creazione e rilancio eccezioni
- 5 Dichiarazione eccezioni checked
- 6 Applicazione domotica con eccezioni**

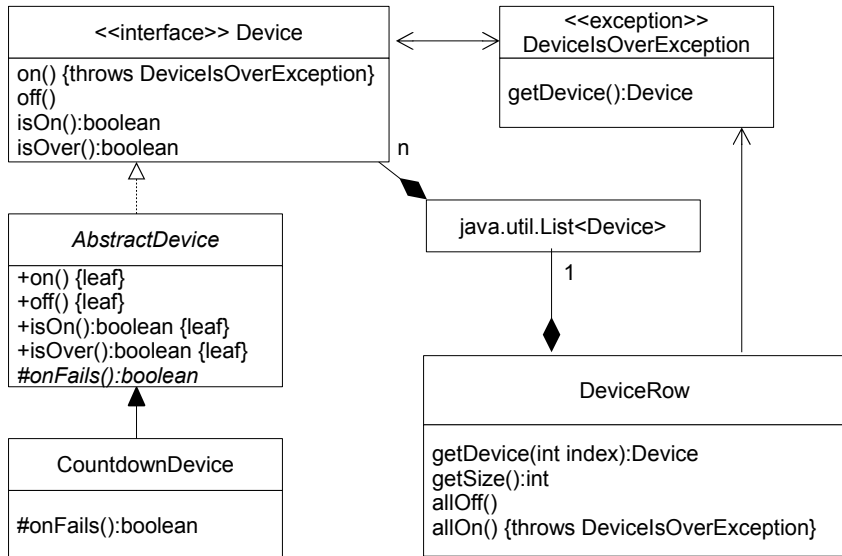


Requirements

- Una fila di n Device con tempo di vita limitato
- Il sistema dovrà supportare in futuro diverse politiche di fine-vita dei device
- Il fine-vita viene rilevato al tentativo di accensione, ed è segnalato da una eccezione checked
- Esistono comandi per accendere e spegnere tutti i device
- Il sistema dovrà essere a prova di qualunque eccezione



UML: Modellazione Device



Interfaccia Device

```
1 public interface Device {
2
3     /**
4      * Switches Off the Device. It does nothing if it is already switched off.
5      */
6     void off();
7
8     /**
9      * Switches On the Device. It does nothing if it is already switched on.
10      * If already over or becoming over it goes over and off.
11      *
12      * @throws DeviceIsOverException
13      *         if it ends up off
14      */
15     void on() throws DeviceIsOverException;
16
17     /**
18      * @return whether it is on
19      */
20     boolean isOn();
21
22     /**
23      * @return whether it is over
24      */
25     boolean isOver();
26 }
```

Eccezione DeviceIsOverException

```
1 public class DeviceIsOverException extends Exception {
2
3     private final Device device;
4
5     /**
6      * Reported for clarity, not really needed
7      */
8     public DeviceIsOverException(final Device device) {
9         this.device = device;
10    }
11
12    public Device getDevice() {
13        return this.device;
14    }
15 }
```



AbstractDevice, pt1

```
1 public abstract class AbstractDevice implements Device {
2
3     private boolean on;
4     private boolean over; // over implies not on
5
6     /**
7      * Setting the lamp as working and off
8      */
9     public AbstractDevice() {
10         this.on = false;
11         this.over = false;
12     }
13
14     final public boolean isOn() {
15         return this.on; // getter
16     }
17
18     final public boolean isOver() { // getter
19         return this.over;
20     }
21
22     final public void off() {
23         this.on = false; // setter
24     }
25 }
```


AbstractDevice, pt2

```
1  /*
2   * It makes sure we call onFails() properly, and over and off are
3   * consistently changed.
4   *
5   * @see safedevices.Device#on()
6   */
7  final public void on() throws DeviceIsOverException {
8      if (!this.on) { // actual switch-on?
9          this.over = this.onFails(); // is it over?
10         this.on = !this.over; // correspondingly switch
11     }
12     if (!this.on) { // could I switch?
13         throw new DeviceIsOverException(this); // raise exception
14     }
15 }
16
17 /**
18  * Implement the strategy to recognise whether it is over
19  *
20  * @return whether should become over
21  */
22 protected abstract boolean onFails();
23
24 public String toString() {
25     return this.over ? "over" : this.on ? "on " : "off";
26 }
27 }
```

CountdownDevice

```
1 public class CountdownDevice extends AbstractDevice {
2
3     private int countdown;
4
5     public CountdownDevice(final int countdown) {
6         super();
7         if (countdown < 1) {
8             throw new IllegalArgumentException();
9         }
10        this.countdown = countdown;
11    }
12
13    protected boolean onFails() {
14        if (this.countdown == 0) {
15            return true;
16        }
17        this.countdown--;
18        return false;
19    }
20
21    public String toString() {
22        return super.toString() + "." + this.countdown;
23    }
24 }
```

DeviceRow: Campi e costruttore

```
1 public class DeviceRow {
2
3     /**
4      * Default countdown for devices
5      */
6     private static final int COUNTDOWN = 3;
7
8     /**
9      * The row of devices as a java.util.List, deferring actual implementation
10     */
11     private final List<Device> list;
12
13     /**
14      * This constructor creates and initializes a list of CountdownDevice
15      *
16      * @param size is the number of devices to use
17      * @throws an IllegalArgumentException if size < 0
18      *
19      */
20     public DeviceRow(int size) {
21         if (size < 0) {
22             throw new IllegalArgumentException();
23         }
24         this.list = new ArrayList<>();
25         for (; size >= 0; size--) {
26             this.list.add(new CountdownDevice(COUNTDOWN));
27         }
28     }
29 }
```

DeviceRow: Selettori e allOff()

```
1  /**
2   * @param index is the position of the device to get
3   * @return the device
4   */
5  public Device getDevice(final int index) {
6      return this.list.get(index);
7  }
8
9  /**
10   * @return the number of devices
11   */
12  public int getSize() {
13      return this.list.size();
14  }
15
16  /**
17   * Switches all devices off
18   */
19  public void allOff() {
20      for (final Device d : this.list) {
21          d.off();
22      }
23  }
```



DeviceRow: allOn() e toString()

```
1  /**
2   * Switched all devices on, no matter whether one fails.
3   *
4   * @throws the last DeviceIsOverException raised, if any
5   */
6  public void allOn() throws DeviceIsOverException {
7      DeviceIsOverException e = null;
8      for (Device d : this.list) {
9          try {
10             d.on();
11         } catch (DeviceIsOverException de) {
12             e = de;
13         }
14     }
15     if (e != null) {
16         throw e;
17     }
18 }
19
20 public String toString() {
21     return "DeviceRow " + list;
22 }
23
24 }
```

UseDevice

```
1 public class UseDevice {
2
3     public static void main(String[] args) {
4         final DeviceRow dr = new DeviceRow(3);
5         System.out.println(dr);
6         // DeviceRow [off.3, off.3, off.3, off.3]
7         try {
8             dr.allOn();
9             dr.allOff();
10            dr.allOn();
11            dr.allOff();
12            dr.getDevice(0).on();
13            dr.getDevice(0).off();
14            dr.getDevice(1).on();
15            dr.getDevice(1).off();
16            System.out.println(dr);
17            // DeviceRow [off.0, off.0, off.1, off.1]
18            dr.allOn(); // Eccezione
19        } catch (DeviceIsOverException e) {
20            System.out.println("Eccezione...");
21        }
22        System.out.println(dr);
23        // DeviceRow [over.0, over.0, on .0, on .0]
24    }
25 }
```

Una applicazione completa

Elementi aggiuntivi

- Vi dovrà essere una interazione con l'utente
- Potrà da console fornire i comandi: +N, -N, +all, -all, exit
- ..e vedere direttamente l'effetto che hanno sul DeviceRow
- (è un prodromo di applicazione con GUI..)

Un problema architetturale

- come allestire una applicazione con interazione con l'utente?



Il pattern architetturale MVC

MVC – divide l'applicazione in 3 parti

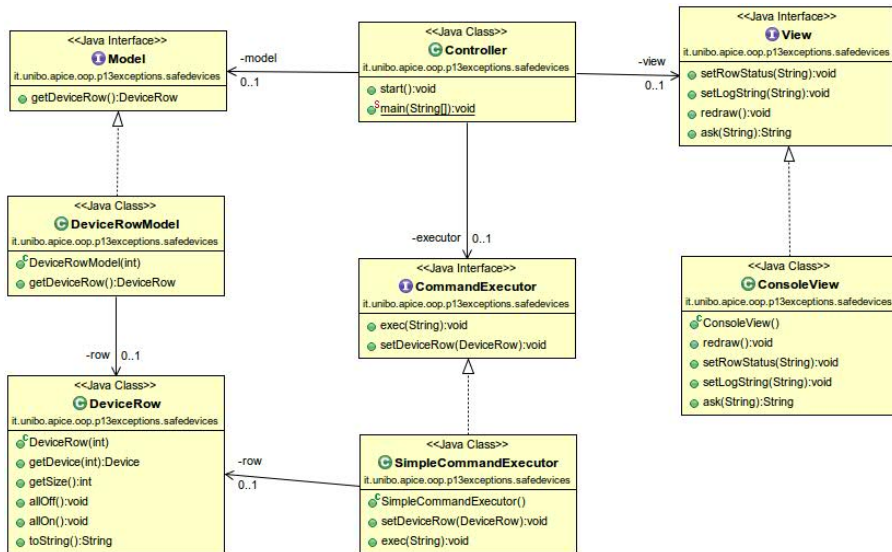
- Model: modello OO del dominio applicativo del sistema
- View: gestisce le interazioni con l'utente (in futuro una GUI)
- Controller: gestisce il coordinamento fra Model e View

Applicazione (domotica)

- Model
 - ▶ Un wrapper per un DeviceRow
- View
 - ▶ Implementata da un ConsoleView che lavora con la Console
- Controller
 - ▶ Utilizza un CommandExecutor che “processa” i comandi da tastiera

⇒ View e Model nascoste da interfacce, per supportare un buon disaccoppiamento

UML: Design generale



Controller, pt1

```
1 /**
2  * @author Mirko Viroli
3  *
4  * The Controller class as of MVC
5  *
6  */
7 public class Controller{
8
9     private static final String START = "Sistema inizializzato";
10    private static final String EXIT = "Comando di uscita... bye bye";
11    private static final String CMD_ERROR = "Comando errato.. reinserire";
12    private static final String DEVICE_OVER = "Device esaurito!";
13    private static final String CMD_OK = "Comando eseguito";
14    private static final String ASK = "Inserisci il comando (exit, +N, -N, +
        all, -all): ";
15
16    private final Model model;
17    private final View view;
18    private final CommandExecutor executor;
19
20    private Controller(int size) {
21        this.model = new DeviceRowModel(size);
22        this.view = new ConsoleView();
23        this.executor = new SimpleCommandExecutor();
24        this.executor.setDeviceRow(this.model.getDeviceRow());
25    }
```

Controller, pt2

```
1  /**
2   * This method implements the main loop of the program
3   */
4  public void start() {
5      this.view.setLogString(START);
6      while (true) {
7          try {
8              this.view.setRowStatus(this.model.getDeviceRow().toString());
9              this.view.redraw();
10             final String command = this.view.ask(ASK);
11             this.executor.exec(command);
12             this.view.setLogString(CMD_OK);
13         } catch (final DeviceIsOverException e) {
14             this.view.setLogString(DEVICE_OVER);
15         } catch (final CommandNotRecognisedException e) {
16             this.view.setLogString(CMD_ERROR + " (" + e.getMessage() + ")");
17         } catch (final ExitCommandException e){
18             this.view.setLogString(EXIT);
19             System.exit(0);
20         }
21     }
22 }
23
24 public static void main(String[] args) {
25     new Controller(5).start();
26 }
27 }
```

Eccezioni

```
1 /**
2  * @author mirko
3  *
4  */
5 public class ExitCommandException extends Exception {
6 }
```

```
1 /**
2  * @author mirko
3  *
4  */
5 public class CommandNotRecognisedException extends Exception{
6
7     public CommandNotRecognisedException(String s){
8         super(s);
9     }
10 }
```



Interfaccia e implementazione Model

```
1 /**
2  * @author Mirko Viroli
3  *
4  * The interface over the Model as of MVC
5  *
6  */
7 public interface Model {
8
9     /**
10      * @return a device row
11      */
12     DeviceRow getDeviceRow();
13 }
```

```
1 public class DeviceRowModel implements Model {
2
3     private final DeviceRow row;
4
5     public DeviceRowModel(final int size){
6         this.row = new DeviceRow(size);
7     }
8
9     public DeviceRow getDeviceRow(){
10         return this.row;
11     }
12
13 }
```

Interfaccia View

```
1 /**
2  * @author Mirko Viroli
3  *
4  * The interface over the View as of MVC
5  */
6 public interface View {
7
8     /**
9      * @param s is the String representing the model status
10     */
11     void setRowStatus(String s);
12
13     /**
14      * @param s is the String representing a message from the controller
15     */
16     void setLogString(String s);
17
18     /**
19      * Updates the view
20     */
21     void redraw();
22
23     /**
24      * @param question is a message sent to the user
25      * @return the provided reply
26     */
27     String ask(String question);
28 }
```

ConsoleView, pt1

```
1 /**
2  * @author mirko
3  * This class provides an implementation of the View simply using the
4  *   console
5  */
6 public class ConsoleView implements View {
7
8     private static final String CLEAR_CONSOLE = "\033[2J\033[;H";
9     private static final BufferedReader KBD =
10         new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
11
12     private String rowString;
13     private String logString;
14
15     public ConsoleView() {
16         this.rowString = "";
17         this.logString = "";
18     }
19
20     public void redraw() {
21         System.out.print(CLEAR_CONSOLE);
22         System.out.println(this.rowString);
23         System.out.println(this.logString);
24     }
25 }
```

ConsoleView, pt2

```
1 public void setRowStatus(final String s) {  
2     this.rowString = s;  
3 }  
4  
5 public void setLogString(final String s) {  
6     this.logString = s;  
7 }  
8  
9 public String ask(final String question){  
10     System.out.print(question); // Asking message  
11     String s = "";  
12     try{  
13         s = KBD.readLine();  
14     } catch (IOException e){} // Ignore exceptions..  
15     return s;  
16 }  
17  
18 }
```



Interfaccia CommandExecutor

```
1 /**
2  * @author mirko
3  * A helper class for the controller, executin a command over the
4   * device row
5  */
6 public interface CommandExecutor {
7
8     /**
9      * @param s is the String inserted by the user
10     * @throws ExitCommandException
11     * @throws CommandNotRecognisedException
12     * @throws DeviceIsOverException
13     */
14     void exec(String s) throws ExitCommandException,
15         CommandNotRecognisedException,
16         DeviceIsOverException;
17
18     /**
19      * @param row is the model part over which commands are executed
20     */
21     void setDeviceRow(DeviceRow row);
22 }
```

SimpleCommandExecutor, pt1

```
1 /**
2  * @author mirko
3  * Implements a CommandExecutor, encapsulating all corresponding design
4  *   choices
5  */
6 public class SimpleCommandExecutor implements CommandExecutor{
7
8     private static final String ON = "+";
9     private static final String OFF = "-";
10    private static final String EXIT = "exit";
11    private static final String OFFALL = "-all";
12    private static final String ONALL = "+all";
13    private static final String ERROR_UNRECOGNISED = "Unrecognised string";
14    private static final String ERROR_OUTOFRANGE = "Out of range";
15
16    private DeviceRow row;
17
18    public SimpleCommandExecutor(){
19    }
20
21    public void setDeviceRow(DeviceRow row) {
22        this.row = row;
23    }
24 }
```



SimpleCommandExecutor, pt2

```
1  /**
2   *
3   * @param s is the String command to interpret and execute
4   * @throws ExitCommandException
5   * @throws CommandNotRecognisedException
6   * @throws DeviceIsOverException
7   */
8  public void exec(final String s) throws ExitCommandException,
9                                     CommandNotRecognisedException,
10                                    DeviceIsOverException {
11
12      if (!processExit(s) &&
13          !processOffAll(s) &&
14          !processOnAll(s) &&
15          !processOn(s) &&
16          !processOff(s)){
17          throw new CommandNotRecognisedException(ERROR_UNRECOGNISED+" "+s+
18          " ");
19      }
20  }
21
22  private boolean processExit(final String s) throws ExitCommandException {
23      if (s.equals(EXIT)){
24          throw new ExitCommandException();
25      }
26      return false;
27  }
```

SimpleCommandExecutor, pt3

```
1 private boolean processOffAll(final String s){
2     if (s.equals(OFFALL)){
3         this.row.allOff();
4         return true;
5     }
6     return false;
7 }
8
9 private boolean processOnAll(final String s) throws DeviceIsOverException{
10     if (s.equals(ONALL)){
11         this.row.allOn();
12         return true;
13     }
14     return false;
15 }
16 }
```



SimpleCommandExecutor, pt4

```
1 private boolean processOn(final String s)
2     throws CommandNotRecognisedException,
3         DeviceIsOverException {
4     if (s.startsWith(ON)){
5         final int index = Integer.parseInt(s.substring(ON.length()));
6         if (index < 0 || index >= this.row.getSize()){
7             throw new CommandNotRecognisedException(ERROR_OUTOFRANGE);
8         }
9         this.row.getDevice(index).on();
10        return true;
11    }
12    return false;
13 }
14 // Some cut-and-past that could be resolved
15 private boolean processOff(String s) throws
16     CommandNotRecognisedException {
17     if (s.startsWith(OFF)){
18         final int index = Integer.parseInt(s.substring(OFF.length()));
19         if (index < 0 || index >= this.row.getSize()){
20             throw new CommandNotRecognisedException(ERROR_OUTOFRANGE);
21         }
22         this.row.getDevice(index).off();
23         return true;
24     }
25     return false;
26 }
27
28 }
```

Note su questa progettazione

Complessivamente

- è lungi dall'essere ottimale
- è un primo passo verso l'idea di “buon progetto”

Aspetti positivi

- Suddivisione base secondo logica MVC
- M e V “nascosti” da interfacce, favorendo disaccoppiamento

Aspetti da migliorare – ve ne sono sempre!!

- Controller contiene elementi relativi all'interazione con l'utente
 - ▶ sarebbero da astrarre in chiamate di metodo da fare sulla View
- CommandExecutor contiene due logiche, e non andrebbe bene:
 - ▶ riconoscimento della stringa in input (da gestire nella View)
 - ▶ conseguente esecuzione del comando