UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

Laboratorio di Programmazione ad Oggetti

Ph.D. Juri Di Rocco
juri.dirocco@univaq.it
http://jdirocco.github.io

Sommario

Eccezioni

- Introduzione
- Blocco try/catch
- Clausola finally
- Try-with-resources
- Gerarchia eccezioni
- Checked e unchecked
- Keyword throws e throw
- Overriding dei metodi
- Creare delle proprie eccezioni
- Stacktrace

Eccezioni (1)

- Momento ideale per individuare errori è durante compilazione
- Non sempre è possibile quindi è necessario un meccanismo durante esecuzione che gestisca errori
- Linguaggi come C generalmente gestiscono gli errori mediante convenzioni
  - Valore particolare
  - Flag globale che viene esaminato dal destinatario
- **Definizione**
  - Evento che si verifica durante l'esecuzione di un programma che interrompe il normale flusso delle istruzioni
  - Esempi
    - Crash dell'HD
    - Accesso al di fuori dell'array

Eccezioni (2)

- Esempio: Supponiamo di realizzare una funzione che legge un file e lo pone in memoria
- Pseudo-codice

```
readFile {
open the file;
determine its size;
allocate that much memory;
read the file into memory;
close the file;
}
```

Eccezioni (3)

- Funzione sembra corretta ma vengono ignorati errori potenziali ovvero
  - Cosa accade se il file non può essere aperto?
  - Cosa accade se la lunghezza del file non può essere determinata?
  - Cosa accade se non vi è abbastanza memoria da allocare?
  - Cosa accade se la lettura fallisce?
  - Cosa accade se il file non può essere chiuso?

Eccezioni (4)

```
errorCodeType readFile {
    initialize errorCode = 0;
    open the file;
    if (theFileIsOpen) {
        determine the length of the file;
        if (gotTheFileLength) {
            allocate that much memory;
            if (gotEnoughMemory) {
                read the file into memory;
                if (readFailed) {
                    errorCode = -1;
                }
            } else {
                errorCode = -2;
            }
        } else {
            errorCode = -3;
        }
```

Eccezioni (5)

```
        close the file;
        if (theFileDidntClose && errorCode == 0) {
            errorCode = -4;
        } else {
            errorCode = errorCode and -4;
        }
    } else {
        errorCode = -5;
    }
    return errorCode;
}
```

Eccezioni (6)

- Si è passati dalle 7 linee originali a 29 (+400%)
- Flusso normale del codice si perde all'interno della gestione degli errori rendendo difficile da leggere
- Maggiore difficoltà nella manutenzione del codice
- Soluzione
  - Separazione tra codice normale e condizioni di errore

Eccezioni (7)

```
readFile {
        try {
            open the file;
            determine its size;
            allocate that much memory;
            read the file into memory;
            close the file;
        } catch (fileOpenFailed) {
            doSomething;
        } catch (sizeDeterminationFailed) {
            doSomething;
        } catch (memoryAllocationFailed) {
            doSomething;
        } catch (readFailed) {
            doSomething;
        } catch (fileCloseFailed) {
            doSomething;
        }
}
```

Eccezioni (8)

Passi durante l'**esecuzione** quando si verifica eccezione

› Creato un oggetto e posto nell'heap

› Flusso di esecuzione corrente viene interrotto

› Sistema di run-time ha compito di trovare del codice (tramite lo stack delle chiamate) che gestisce l'eccezione (*exception handler*)

- Individua corretto exception handler utilizzando tipo eccezione
- Se non è presente alcun exception handler il sistema di runtime termina il programma

try/catch (1)

- Si tenta di eseguire il codice e si intercetta un'eccezione si pone rimedio
- Sintassi

```
try {
   Istruzioni
}
catch (<Tipo eccezione> <Identificatore>) {
    Altre istruzioni
}
```

- L'istruzione `try` identifica un blocco d'istruzioni in cui può verificarsi un'eccezione

try/catch (2)

- Un blocco `try` è seguito da una o più clausole catch, che specificano quali eccezioni vengono gestite
- Ogni clausola `catch` corrisponde a un **tipo** di eccezione sollevata
- Quando si verifica un'eccezione, l'esecuzione continua con la prima clausola che corrisponde all'eccezione sollevata

try/catch (3)

› Esempio

```
public class TestEccezione1 {
    public static void main(String[] args) {
        int a = 10;
        int b = 0;
        int c = a/b;
        System.out.println(c);
    }
}
```

try/catch (4)

```
$ java TestEccezione1
Exception in thread "main" java.lang.ArithmeticException: / by zero
        at TestEccezione1.main(TestEccezione1.java:5)
```

- Tipo Eccezione: `java.lang.ArithmeticException`
- Messaggio descrittivo: `/ by zero`
- Metodo dove è stata lanciata l'eccezione: `TestEccezione1.main`
- File in cui è stata lanciata l'eccezione: `TestEccezione1.java`
- Riga in cui è stata lanciata l'eccezione: `5`

try/catch (5)

› Esempio con eccezione

```
public class TestEccezione2 {
    public static void main(String[] args) {
        int a = 10;
        int b = 0;
        try {
            int c = a/b;
            System.out.println(c);
        } catch (ArithmeticException exc) {
            System.out.println("Divisione per zero...");
        }
    }
}
```

try/catch (6)

› Esempio con eccezione 2

```
public class TestEccezione3 {
    public static void main(String[] args) {
        int a = 10;
        int b = 0;
        try {
            int c = divisione(a, b);
            System.out.println(c);
        } catch (ArithmeticException exc) {
            System.out.println("Divisione per zero...");
        }
    }
    public static int divisione(int a, int b) {
       return a / b;
    }
}
```

try/catch (7)

› Esempio con eccezione 2

```
public class TestEccezione3 {
    public static void main(String[] args) {
        int a = 10;
        int b = 0;
        try {
            int c = Math.floorDiv(5, 0);
            System.out.println(c);
        } catch (ArithmeticException exc) {
            System.out.println("Divisione per zero...");
        }
    }
    public static int divisione(int a, int b) {
       return a / b;
    }
}
```

Catch multipli (1)

- A partire da Java SE 7 è possibile specificare all'interno di una clausola `catch` più tipi di eccezione (**multi-catch**)
  - Si ha un errore in compilazione vi sono due tipi `Di` and `Dj` ($i \neq j$) dove `Di` è un sotto-tipo di `Dj`
- E' utile quando il contenuto dei blocchi `catch` è identico
- Riduce duplicazione di codice

Catch multipli (2)

› Esempio

```
int a = 10;
int b = 0;
try {
      int c = a/b;
      System.out.println(c);
} catch (ArithmeticException exc) {
      System.out.println("Divisione per zero...");
} catch (NullPointerException exc) {
      System.out.println("Reference nullo...");
} catch (Exception exc) {
      exc.printStackTrace();
}
```

Catch multipli (3)

```
int a = 10;
int b = 0;
try {
      int c = a/b;
      System.out.println(c);
} catch (ArithmeticException | NullPointerException exc) {
      System.out.println(exc.getMessage());
} catch (Exception exc) {
      exc.printStackTrace();
}
```

Clausola finally (1)

- Istruzione `try` può avere una clausola `finally` opzionale
- Se non viene sollevata nessuna eccezione, le istruzioni nella clausola `finally` vengono eseguite **dopo che si è concluso** il blocco `try`
- Se si verifica un'eccezione, le istruzioni nella clausola `finally` vengono eseguite **dopo le istruzioni della clausola** `catch` appropriata
- In definitiva se è presente clausola `finally` viene **sempre** eseguita indipendentemente dal verificarsi o meno di un'eccezione
- Generalmente viene utilizzato per liberare risorse utilizzate all'interno del blocco `try` (es. Files, DB)

Clausola finally (2)

› Esempio

```
public class TestEccezione {
    public static void main(String[] args) {
        int a = 10;
        int b = 0;
        try {
            int c = a/b;
            System.out.println(c);
        } catch (ArithmeticException exc) {
            System.out.println("Divisione per zero...");
        } catch (Exception exc) {
            exc.printStackTrace();
        } finally {
            System.out.println("Tentativo di operazione");
        }
    }
}
```

```
$ java TestEccezione
Divisione per zero...
Tentativo di operazione
```

Clausola finally (3)

› Esempio

```
public class TestEccezione {
    public static void main(String[] args) {
        int a = 10;
        int b = 2;
        try {
            int c = a/b;
            System.out.println(c);
        } catch (ArithmeticException exc) {
            System.out.println("Divisione per zero...");
        } catch (Exception exc) {
            exc.printStackTrace();
        } finally {
            System.out.println("Tentativo di operazione");
        }
    }
}
```

```
$ java TestEccezione
5
Tentativo di operazione
```

try-with-resources (1)

- E' una clausola `try` dove vengono dichiarate una o più risorse
- Una risorsa è un oggetto che deve essere **chiuso** dopo che il programma ha terminato il suo utilizzo
- Clausola `try-with-resources` garantisce la chiusura alla fine dello statement
- Ogni oggetto che implementa interfaccia `java.lang.AutoCloseable` può essere usato come risorsa

try-with-resources (2)

› Esempio senza

```
static String readFirstLineFromFileWithFinallyBlock(String path) throws IOException {
    BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(path));
    try {
        return br.readLine();
    } finally {
        if (br != null) br.close();
    }
}
```

› Esempio con

```
static String readFirstLineFromFile(String path) throws IOException {
    try (BufferedReader br =  new BufferedReader(new FileReader(path))) {
        return br.readLine();
    }
}
```

try-with-resources (3)

› Esempio senza
  – Se i metodi `readLine` e `close` lanciano entrambi eccezioni il metodo `readFirstLineFromFileWithFinallyBlock` lancia l'eccezione avvenuta nel blocco `finally` (`close`). Altra è soppressa

› Esempio con
  – Se le eccezioni sono lanciate dal blocco `try` e dallo statement try-with-resources (ovvero nel metodo `close()`) il metodo lancia eccezione del blocco `try`
  – Eccezione lanciata dal blocco try-with-resources viene soppressa
  – E' possibile recuperare l'eccezione soppressa con metodo `Throwable.getSuppressed`

try-with-resources (4)

› Esempio risorse multiple

```
public class TryWithResources2 {
    public void selectFromDB() {
        try(Connection conn = DriverManager.getConnection("url",
                                                "username", "password");
            Statement stmt = conn.createStatement();
            ResultSet rs = stmt.executeQuery("SELECT * FROM PERSONA ")) {
            while (rs.next()) {
                System.out.println(rs.getString(1));
            }
        } catch (SQLException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

try-with-resources (5)

› **Java 9** permette di utilizzare all'interno del blocco try variabili `final` oppure variabili effettivamente non modificate (**effectively final**)

```
public class TestTryWithResource2 {
    public static void main(String args[]) {
        RisorsaChiudibile risorsaChiudibile = new RisorsaChiudibile();
        try (risorsaChiudibile) {
            System.out.println("Sto per chiudere: " +
                                                risorsaChiudibile);
        }
        catch (Exception exc) {
            exc.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Gerarchia (1)

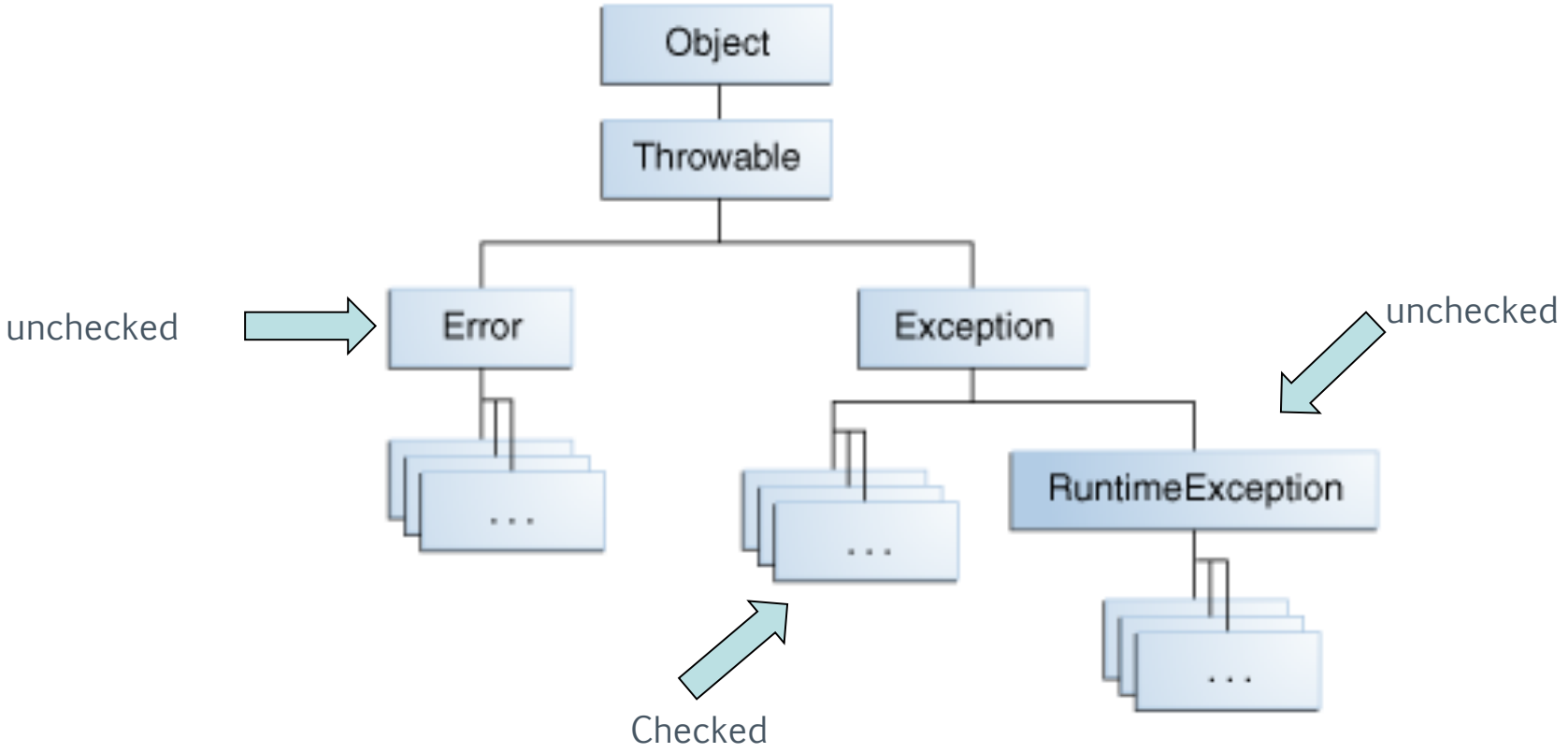
- In Java un oggetto eccezione è sempre un'istanza di una classe derivata da `Throwable`
- Gerarchia si suddivide in due categorie
  - `Error`
    - Errori che si verificano all'interno della VM
      - dynamic linking
      - hard failure
    - Difficilmente è possibile recuperare da errori di questo tipo
    - Esempi
      - `OutOfMemoryError`
      - `StackOverflowError`

Gerarchia (2)

- `Exception`
  - `RuntimeException` e sue sottoclassi
    - Si verificano quando è stato commesso un errore di programmazione
    - Esempi
      - Cast definito male: `ClassCastException`
      - Accesso ad un puntatore nullo: `NullPointerException`
  - Altre classi che non derivano da `RuntimeException`
    - Si verificano quando si è verificato qualcosa di imprevisto
    - Esempio
      - Apertura di un file: `FileNotFoundException`

- Eccezioni `Error` e `RuntimeException` e suoi figli sono dette **unchecked** (non verificate) e non è obbligatorio gestirle
- Le altre sono dette **checked** (verificate) ed è **obbligatorio** gestirle ovvero è necessario inserirle in un blocco `try/catch` oppure usare clausola `throws` in un metodo

Gerarchia (3)



In realtà anche classi che estendono da `Throwable` e non da `Error` ed `Exception` sono checked

Gerarchia (4)

› Esempio 1

```
public class TestStackOverflow {
    static int numeroChiamata;

    public static void main(String[] args) {
        funzioneRicorsiva();
    }

    public static void funzioneRicorsiva() {
        System.out.println("Invocazione metodo numero: " +
                           numeroChiamata++);
        funzioneRicorsiva();
    }
}
```

java.lang.StackOverflowError

Gerarchia (5)

› Esempio 2

```
class Point {
    int x,y;
    public Point(int x, int y) {
          this.x = x;
          this.y = y;
    }
}

class TestNullPointerException {
    public static void main(String[] args) {
          Point p = null;
          System.out.println("Accesso variabile d’istanza x di p: " + p.x);
    }
}
```

Gerarchia (6)

› Esempio 3

```
class TestCheckedException {
    public static void main(String[] args) {
         if (args.length!=1) return;
         FileReader reader = null;
         try {
               reader = new FileReader( args[ 0 ] );
         } catch(FileNotFoundException e) {
            System.out.println("File non trovato");
         } finally {
               if (reader!=null) {
                  try {
                       reader.close();
                  } catch (IOException e) { /*Do nothing*/ }
               }
         }
    }
}
```

Gerarchia (7)

› Esempio 4

```
public class TestMultiCheckedException {
    public static void main( String[] args ) {
        if ( args.length != 1 )
            return;
        BufferedReader reader = null;
        try {
          reader = new BufferedReader( new FileReader( args[ 0 ] ));
          String linea = null;
          while ( ( linea = reader.readLine() ) != null ) {
                System.out.println( "linea letta = " + linea );
          }
        } catch ( FileNotFoundException e ) {
            System.out.println( "File non trovato!" );
        }
```

Gerarchia (8)

```
        catch ( IOException e ) {
           System.out.println( "Eccezione in lettura!" );
        }
        finally {
             if ( reader != null ) {
                 try {
                     reader.close();
                 }
                 catch ( IOException e ) {
                     //Do nothing
                 }
             }
         }
    }
}
```

Gerarchia (9)

› Esempio 5

```
public class TestCheckedException {
    public static void main(String[] args) {
        if (args.length!=1) return;
        try (BufferedReader reader = new BufferedReader( new FileReader( args[ 0 ] ));){
          String linea = null;
          while ( ( linea = reader.readLine() ) != null ) {
                System.out.println( "linea letta = " + linea );
          }
         } catch(FileNotFoundException e) {
            System.out.println("File non trovato");
         } catch(IOException e) {
            System.out.println("eccezione IO");
         }
       }
}
```

Clausola throws (1)

- Eccezioni **checked** possono non essere racchiuse all'interno di un blocco `try/catch`
- Si utilizza clausola `throws` all'interno della dichiarazione di un metodo
- Sintassi metodi

```
[modificatoriAccesso]
            [ static | abstract | final | native | synchronized ]*
     tipoRitorno nomeMetodo(listaparametri)
                                  [ throws exceptions]
```

- Nota: `exceptions` è una lista di eccezioni separata da ","
- E' il **chiamante** che deve racchiudere invocazione metodo all'interno di un blocco `try/catch`
- E' possibile catturare l'eccezione e rilanciarla mediante clausola `throw`

Clausola throws (2)

› Esempio 1

```
import java.io.*;
public class TestThrowsKeyword {
    public static void main( String[] args ) {
        if ( args.length != 1 )
            return;
        try {
            readFile( args[ 0 ] );
        } catch( FileNotFoundException e  ) {
            System.out.println("File Not Found!");
        } catch ( IOException e ) {
            System.out.println("Errore nel file!");
        }
    }
```

Clausola throws (3)

```
    private static void readFile( String filename )
                    throws FileNotFoundException, IOException {
        BufferedReader reader = new BufferedReader( new FileReader( filename ) );
        String linea = null;
        while ( ( linea = reader.readLine() ) != null ) {
            System.out.println( "linea letta = " + linea );
        }
        if ( reader != null ) {
            try {
                reader.close();
            } catch ( IOException e ) {
                //Do nothing
            }
        }
    }
}
```

Clausola throw (1)

› Esempio 2

```
public class TestThrowKeyword {
    public static void main( String[] args ) {
        if ( args.length != 1 )
            return;
        try {
            readFile( args[ 0 ] );
        } catch( FileNotFoundException e  ) {
            System.out.println("File Not Found nel main!");
        } catch ( IOException e ) {
            System.out.println("Errore nel file nel main!");
        }
    }
```

Clausola throw (2)

```
.....

    private static void readFile( String filename )
            throws FileNotFoundException, IOException {

        BufferedReader reader = null;

        try {

           reader = new BufferedReader( new FileReader( filename ) );

           String linea = null;

           while ( ( linea = reader.readLine() ) != null ) {

             System.out.println( "linea letta = " + linea );

           }

        }

.....
```

Clausola throw (3)

```
    catch( FileNotFoundException e  ) {
            System.out.println("File Not Found!");
            throw e;
    } catch ( IOException e ) {
            System.out.println("Errore nel file!");
            throw e;
    } finally {
           if ( reader != null ) {
                try {
                    reader.close();
                }
                catch ( IOException e ) {
                   //Do nothing
                }
            }
    }
}
```

Overriding metodi (1)

- Eccezioni checked (verificate) inserite in dichiarazione di metodo hanno impatto nell'overriding
- Metodo che effettua l'overriding **non può** lanciare un'eccezione più **generale** di quella del metodo della superclasse
- Stessa cosa vale per l'implementazione di metodi dichiarati in un'interfaccia

Overriding metodi (2)

› Esempio 1

```
import java.io.IOException;
public class Base {
    public void metodoA() throws IOException {}
}

import java.io.FileNotFoundException;
public class Derivata extends Base {
    public void metodoA() throws FileNotFoundException { }
}

public class AltraDerivata extends Base {
    public void metodoA() throws Exception { } //ERRORE
}
```

Overriding metodi (3)

› Esempio 2

```
import java.io.IOException;
public interface Interfaccia {
    void metodoA() throws IOException;
}

import java.io.IOException;
public class InterfacciaImpl implements Interfaccia {
    public void metodoA() throws IOException { }
}

public class AltraInterfacciaImpl implements Interfaccia {
    public void metodoA() throws Exception { } //ERRORE
}
```

Proprie eccezioni (1)

› E' possibile creare delle proprie eccezioni per indicare condizioni di errore o eccezioni non previste dalla libreria standard di Java

› E' sufficiente derivare da `Exception` o `RuntimeException` o da qualsiasi altra eccezione

Proprie eccezioni (2)

› Esempio

```
public class MyException extends RuntimeException {
    public MyException() {
    }
    public MyException( String message ) {
        super( message );
    }
    public MyException( String message, Throwable cause ) {
        super( message, cause );
    }
    public MyException( Throwable cause ) {
        super( cause );
    }
}
```

Proprie eccezioni (3)

```
public class TestMyException {
    public static void main( String[] args ) {
        if ( args.length != 1 )
            return;
        try {
            readFile( args[ 0 ] );
        } catch ( MyException e ) {
            System.out.println( "MyException!" );
        }
    }
```

.....

Proprie eccezioni (4)

```
.....
 private static void readFile( String filename ) {
        BufferedReader reader = null;
        try {
          reader = new BufferedReader( new FileReader( filename ) );
          String linea = null;
          while ( ( linea = reader.readLine() ) != null ) {
              System.out.println( "linea letta = " + linea );

          }
        } catch ( FileNotFoundException e ) {
          System.out.println( "File Not Found!" );
          throw new MyException( "MyException", e );
        }
.....
```

Proprie eccezioni (5)

```
        catch ( IOException e ) {
            System.out.println( "Errore nel file!" );
            throw new MyException( "MyException", e );
        } finally {
            if ( reader != null ) {
                try {
                    reader.close();
                } catch ( IOException e ) {
                    //Do nothing
                }
            }
        }
    }
}
```

Stacktrace (1)

- E' possibile stampare sullo standard di error l'eccezione con il relativo stack delle chiamate
  - `public void printStackTrace()`
- Esempio

```
class MyClass {
     public static void main(String[] args) {
         crunch(null);
     }
     static void crunch(int[] a) {
         mash(a);
     }
     static void mash(int[] b) {
         try {
            System.out.println(b[0]);
         } catch(Exception e) {
            e.printStackTrace();
         }
     }
 }
```

Stacktrace (2)

- E' possibile impostare l'eccezione originale come "causa" della nuova eccezione ovvero si possono annidare
- Eccezioni standard hanno un costruttore con un parametro di tipo `Throwable` che identifica la causa
  - `public Throwable(String message, Throwable cause)`
- E' possibile utilizzare metodo `initCause` stesso effetto del costruttore
- E' possibile recuperare la causa originale mediante metodo `getCause`

Stacktrace (3)

› Esempio

```
class MyClass {
    public static void main( String[] args ) {
        crunch( null );
    }
    static void crunch( int[] a ) {
        try {
            mash( a );
        } catch ( MyException e ) {
            e.printStackTrace();
            System.err.println( "----------------------" );
            e.getCause().printStackTrace();
            System.err.println( "----------------------" );
        }
    }
```

Stacktrace (4)

```
    static void mash( int[] b ) {
        try {
            System.out.println( b[ 0 ] );
        }
        catch ( Exception e ) {
            throw new MyException( "Errore", e );
        }
    }
}
```