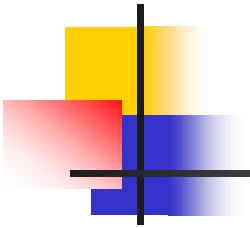
Linguaggi

Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni
A.A. 2010-2011

Alessandro Longheu
http://www.diit.unict.it/users/alongheu
alessandro.longheu@diit.unict.it

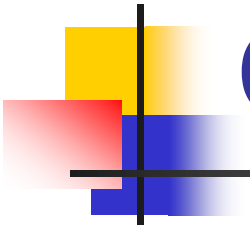
- lezione 10 -

Gestione delle eccezioni in Java



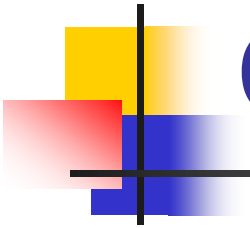
Gestione degli errori

- Spesso vi sono istruzioni "critiche", che in certi casi possono produrre errori.
  - L'approccio classico consiste nell' inserire controlli (if… else..) per cercare di intercettare a priori le situazioni critiche
  - Ma è un modo di procedere spesso insoddisfacente
  - non è facile prevedere tutte le situazioni che potrebbero produrre l'errore
  - "gestire" l'errore spesso significa solo stampare a video un messaggio.
- Java introduce il concetto di eccezione
  - anziché tentare di prevedere le situazioni di errore, si tenta di eseguire l'operazione in un blocco controllato
  - se si produce un errore, l'operazione lancia un'eccezione
  - l'eccezione viene catturata dal blocco entro cui l'operazione è eseguita…
  - … e può essere gestita nel modo più appropriato.



Cos'è una eccezione?

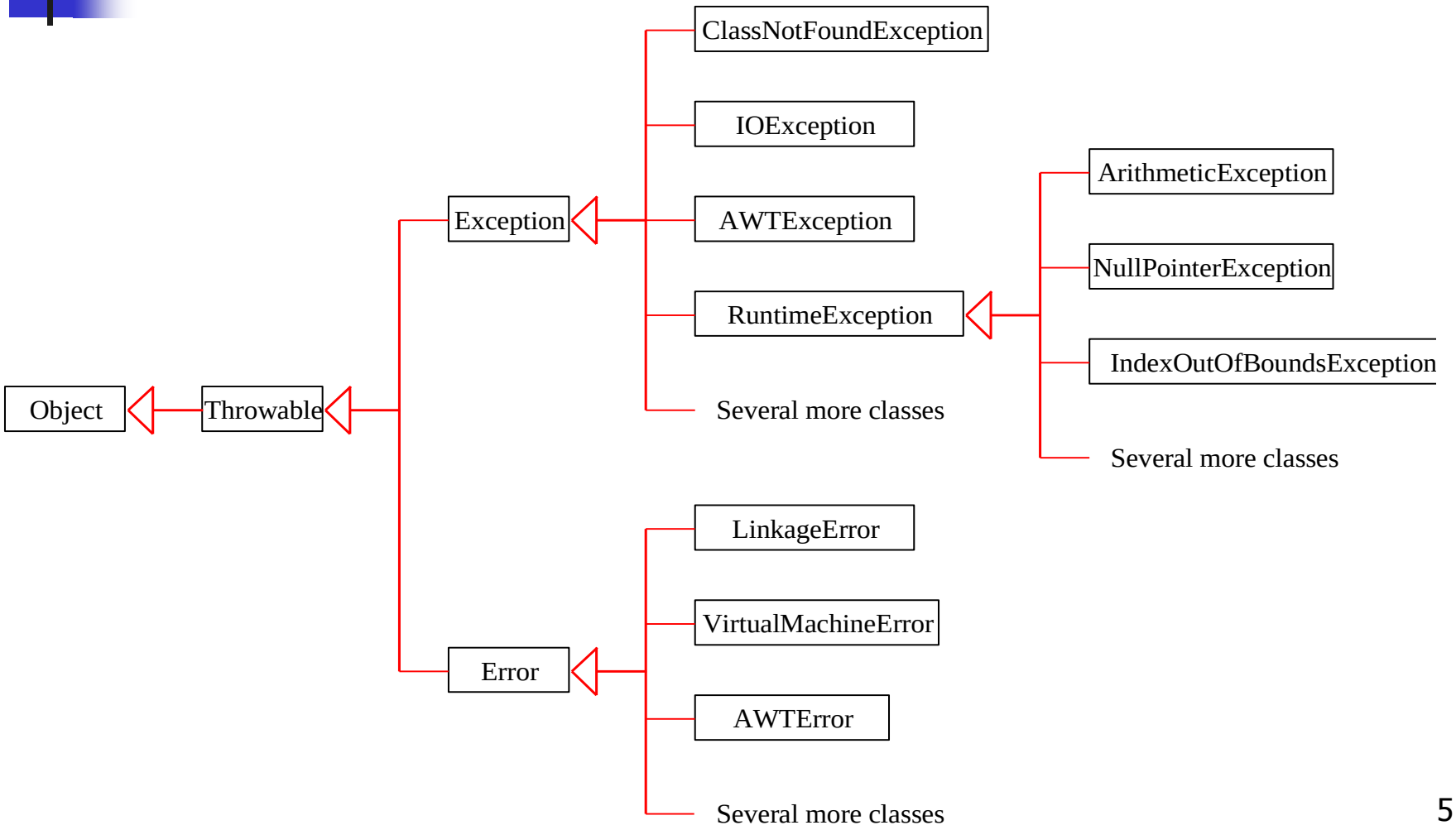
- Errori causati da …
- Esempi:
  - Un file che contiene informazioni errate
  - Il fallimento di una connessione di rete
  - Il fallimento di accesso ad un'unita di memoria di massa
  - Uso di indici invalidi in un array
  - L'uso di un riferimento ad un oggetto a cui non è stato assegnato un oggetto.

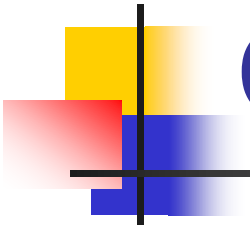


Cos'è una eccezione?

- Una eccezione è un oggetto, istanza di Throwable o di una sua sottoclasse: le due sottoclassi tipiche sono Exception e Error
- Un Error indica problemi relativi al funzionamento della JVM e va solitamente considerato irrecuperabile: perciò non è da catturare, né da gestire (esempi: LinkageError, ThreadDeath,…)
- Una Exception indica invece situazioni recuperabili, almeno in linea di principio: va quindi catturata e gestita (esempi: fine file, indice di un array oltre i limiti, errori di input, etc.).
- Ci sono molti tipi di eccezioni predefinite in Java; i tipi delle eccezioni sono definiti come un tipo oggetto.
- È possibile definire le proprie eccezioni, estendendo Throwable o Exception (meglio perché più specifica, mentre Throwable comprende anche la classe Error); le eccezioni predefinite sono in realtà sufficienti a coprire una vasta casistica; il motivo che spinge alla creazione di nuove eccezioni è più che altro l'esigenza di fornire informazioni specifiche note al programmatore ed utili per il trattamento dell'eccezione stessa

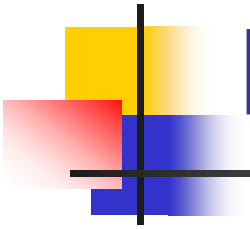
Tipi di eccezioni





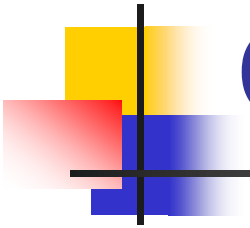
Controllo delle eccezioni

- Sebbene sia comunque utile e raccomandabile catturare e gestire le eccezioni, ciò non è obbligatorio per tutte le eccezioni
- RunTimeException (e derivate)
  - possono non essere gestite: per questo vengono dette non controllate.
  - È comunque buona norma gestirle; una eccezione non controllata può infatti propagarsi di blocco in blocco: se raggiunge il main senza essere stata catturata, il programma abortisce.



Eccezione come oggetto

- Poiché un'eccezione è un oggetto, può contenere dati o definire metodi.
- Tutte le eccezioni definiscono un metodo getMessage() che restituisce il messaggio d'errore associato
  - alcune eccezioni definiscono anche dei campi dati (ad esempio, bytesTransferred in InterruptedIOException) che danno altre informazioni, utili per gestire la situazione.



Classe Throwable

```
public Throwable()
  //Default constructor
  //Creates an instance of Throwable with an empty message string
```

```
public Throwable(String strMessage)
  //Constructor with parameters
  //Creates an instance of Throwable with message string specified
  //by the parameter strMessage
```

```
public String getMessage()
  //Returns the detailed message stored in the object
```

```
public void printStackTrace()
  //Method to print the stack trace showing the sequence of
  //method calls when an exception occurs
```

```
public void printStackTrace(PrintWriter stream)
  //Method to print the stack trace showing the sequence of
  //method calls when an exception occurs
  //Output is sent to the stream specified by the parameter stream.
```

```
public String toString()
  //Returns a string representation of the Throwable object
```

Classe Exception

```
public Exception()
  //Default constructor
  //Creates a new instance of the class Exception
```

```
public Exception(String str)
  //Constructor with parameters
  //Creates a new instance of the class Exception. The parameter str
  //specifies the message string
```

Exception Class	Description
`ArithmeticException`	Arithmetic errors such as division by 0
`ArrayIndexOutOfBoundsException`	Array index is either less than 0 or greater than or equal to the length of the array
`FileNotFoundException`	Reference to a file that cannot be found
`IllegalArgumentException`	Calling a method with illegal arguments
`IndexOutOfBoundsException`	An array index is out of bounds
`NullPointerException`	Reference to an object that has not been instantiated
`NumberFormatException`	Use of an illegal number format
`StringIndexOutOfBoundsException`	A string index is either less than 0 or greater than or equal to the length of the string

Eccezioni sollevate da alcuni metodi

Table 12-4 Exceptions Thrown by the Methods of the `class Integer`

`class Integer`		
Method	**Exception Thrown**	**Description**
`parseInt(String str)`	`NumberFormatException`	The string `str` does not contain an `int` value
`valueOf(String str)`	`NumberFormatException`	The string `str` does not contain an `int` value

Table 12-5 Exceptions Thrown by the Methods of the `class Double`

`class Double`		
Method	**Exception Thrown**	**Description**
`parseDouble(String str)`	`NumberFormatException`	The string `str` does not contain a `double` value
`valueOf(String str)`	`NumberFormatException`	The string `str` does not contain a `double` value

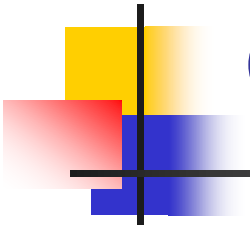
Eccezioni sollevate da alcuni metodi

Table 12-6 Exceptions Thrown by the Methods of the `class String`

`class String`		
Method	**Exception Thrown**	**Description**
`String(String str)`	`NullPointerException`	`str` is `null`
`charAt(int a)`	`StringIndexOutOfBoundsException`	The value of a is not a valid index
`indexOf(String str)`	`NullPointerException`	`str` is `null`
`lastIndexOf(String str)`	`NullPointerException`	`str` is `null`
`substring(int a)`	`StringIndexOutOfBoundsException`	The value of a is not a valid index
`substring(int a, int b)`	`StringIndexOutOfBoundsException`	The value of a and/or b is not a valid index

Table 12-7 Exceptions Thrown by the Methods of the `class StringTokenizer`

`class StringTokenizer`		
Method	**Exception Thrown**	**Description**
`StringTokenizer(String str)`	`NullPointerException`	`str` is `null`
`nextToken()`	`NoSuchElementException`	`string` is `null`



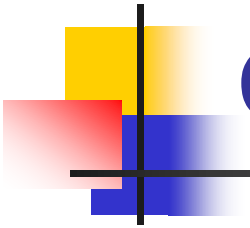
Generazione (sollevamento) di eccezioni

- Quando si verifica un'anomalia essa può:
  - Essere causata da un'istruzione; in tal caso l'istruzione viene troncata; se ad esempio è un'espressione e l'eccezione è innescata dall'operando sinistro, il destro non sarà valutato
  - Essere generata esplicitamente con l'istruzione *throw <expr>* , che deve restituire un riferimento ad un oggetto Throwable:

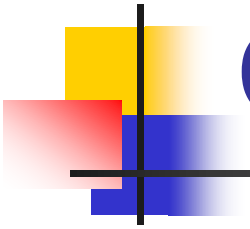
    if (x > 100)

    throw new Exception("x is too big");
  - Essere generata da un errore interno della JVM; in questo caso, nulla in genere si può fare e si parla di eccezione asincrona (le precedenti due sono di tipo sincrono, ovvero innescate come diretta conseguenza dell'esecuzione di un'istruzione)
- In ognuno dei tre casi, JVM lancia (throws) una nuova eccezione

Gestione o rilancio delle eccezioni



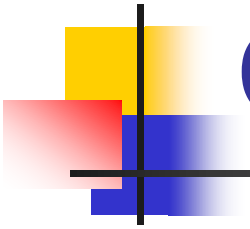
- Al verificarsi dell'eccezione, si possono seguire due strade:
  - gestire l'eccezione, con un costrutto try / catch
  - rilanciarla esplicitamente all'esterno del metodo che contiene le istruzioni che hanno provocato l'eccezione, delegandone in pratica la gestione ad altri (unica eccezione: il main); se si sceglie questa seconda strada, il metodo deve indicare quali eccezioni possono "scaturire" da esso, con la clausola throws
- in assenza di tutto, costrutto try/catch e di clausula throws, viene invocato il gestore di default:
  - Mostra una stringa che descrive l'eccezione
  - Traccia il punto del programma in cui l'eccezione si è verificata
  - Termina il programma



Costrutto try…catch

- Sintassi del costrutto:

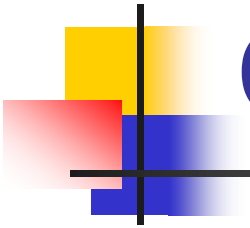
```
try {
   statements . . .
} catch (ExceptionType1 ename1) {
   error handling statements . . .
} catch (ExceptionType2 ename2) {
   error handling statements . . .
} catch (ExceptionType3 ename3) {
   error handling statements . . .
} finally {
   statements . . .
}
```



Costrutto try...catch

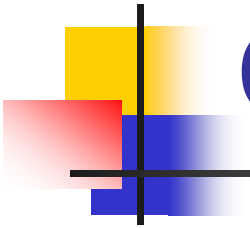
- Esempi:

```
try {
   readFromFile("datafile");
} catch (FileNotFoundException e) {
   System.err.println("Error: File not found");
}

try {
   readFromFile("datafile");
} catch (Exception e) {
   System.err.println("Error: " + e );
}
```



Costrutto try...catch

- Deve essere presente almeno un catch o finally; Se l'operazione lancia diversi tipi di eccezione in risposta a diversi tipi di errore, più blocchi catch possono seguire lo stesso blocco try
- il corpo del blocco try viene eseguito fino al momento in cui viene sollevata un'eccezione da un'istruzione; a quel punto viene esaminata ogni clausula catch per vedere se il tipo dell'eccezione sollevata coincide con quella trattata dal blocco catch; se esiste un siffatto catch, viene inizializzato l'identificatore (il parametro enamexxx) e vengono eseguite le istruzioni; nessuna altra catch verrà eseguita
- se non viene trovata nessuna catch adatta, l'eccezione è propagata al di fuori del try, ad altri try più esterni se presenti
- se presente una finally, le sue istruzioni sono eseguite comunque, anche in assenza di eccezioni; la finally è solitamente usata per attuare e garantire la coerenza dello stato degli oggetti (ad esempio, chiudere file)



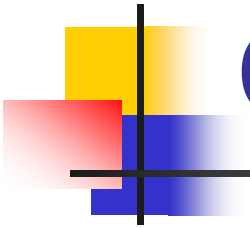
Costrutto try...catch

- l'ordine delle catch è rilevante; se una catch con un'eccezione X viene posta prima della catch di una Y e X è una superclasse di Y, X intercetta sempre anche le eccezioni che dovrebbero spettare a Y, rendendo la catch di Y irraggiungibile, il che non è probabilmente quello che si desidera; il compilatore segnala errore in tali situazioni
- try intercetta solo un'eccezione; se se ne verificasse un'altra a causa delle istruzioni della catch attualmente in esecuzione, essa non viene presa in considerazione; può intervenire eventualmente in tal caso una try esterna

Costrutto try...catch

- Esempio di conversione stringa/numero: la conversione è svolta dal metodo statico int Integer.parseInt(String s)
- L'operazione è critica, perché può avvenire solo se la stringa data contiene la rappresentazione di un intero; Se ciò non accade, parseInt lancia una NumberFormatException

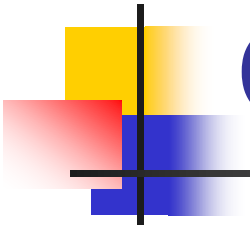
```
class EsempioEccezione {
public static void main(String args[]){
    int a = 0;
    String s = "1123";
try {   a = Integer.parseInt(s); }
catch (NumberFormatException e) {
    System.out.println("Stringa mal fatta");
    }
}
}
```



Costrutto try...catch

- Altro esempio:

```
try {
  int value = 0;
  int answer = 100 / value;
  System.out.println("Questa riga non verrà stampata");
} catch (Exception e) {
  System.out.println("Errore");
}
System.out.println("Il programma continua...")
```



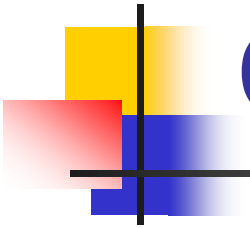
Costrutto try...catch

- Altro esempio:

```
for (int i = 0; i < 2; i++)     System.out.println(args[i]);
System.out.println("Fine!");
```

- se non vengono passati parametri o ne viene passato uno solo, viene lanciata una eccezione
- Il tipo di eccezione viene stampato
- La chiamata a println("Fine!") non è mai eseguita. Un errore è lanciato e il programma finisce.
- Meglio scrivere:

```
try {
  for (int i = 0; i < 2; i++)     System.out.println(args[i]);
} catch (Exception e) {
  System.out.println("Uso di un numero di parametri errato …");
}
System.out.println("Fine! ");
```



Costrutto try...catch

- Esempio di eccezioni multiple:

```
try {
  int r1 = Integer.parseInt(str);
  int r2 = r1 / x;
} catch (NumberFormatException e) {
  System.out.println("Formato errato!");
} catch (Exception e) {
  System.out.println("");
}
System.out.println("Fine!");
```

- Cosa accade per le seguenti stringhe di input:
  - *str = "10" and x = 5?*
  - *str = "abc" and x = 5?*
  - *str = "10" and x = 0?*

Costrutto try...catch

- Le eccezioni si propagano lungo la ordinaria catena delle chiamate

```
public void method1(String str) {
  try {
      System.out.println("Method1 Start");
      int r1 = Integer.parseInt(str);
  } catch (ArithmeticException e) {System.out.println("Calculation Error!");}
  System.out.println("Method1 End");
}

public static void main(String args[]) {
  try {
      method1(args[0]);
  } catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e) {System.out.println("Out of
      Index Error!");
  } catch (Exception e) {    System.out.println("General Error!");}
System.out.println("Finished!");
}
```

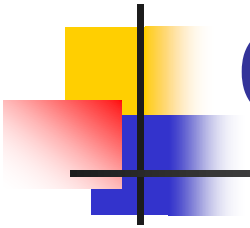
Costrutto try...catch

- Esempio di finally:

```
try {
    String a = "0";
    int r2 = Integer.parseInt(a) / Integer.parseInt(a);
} catch (ArithmeticException e) {
    System.out.println("Calculation Error");
} catch (Exception e) {
    System.out.println("General Exception");
} finally {
    System.out.println("Finally");
}
System.out.println("Finished");
```

- L'esecuzione produce un'eccezione e le stringhe:

```
Calculation Error
Finally
Finished
```



Costrutto try...catch

- Esempio di finally:

```
try {
    String a = "100";
    int r2 = Integer.parseInt(a) / Integer.parseInt(a);
} catch (ArithmeticException e) {
    System.out.println("Calculation Error");
} catch (Exception e) {
    System.out.println("General Exception");
} finally {
    System.out.println("Finally");
}
System.out.println("Finished");
```

- L'esecuzione è senza eccezioni e produce le stringhe:

```
Finally
Finished
```

Costrutto try...catch

- Esempio di finally:

```
try {
        String c = "abcde";
        int r1 = Integer.parseInt(c);
} catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e) {
        System.out.println("Error!");
} catch (ArithmeticException e) {
        System.out.println("Calculation Error!");
} finally {  System.out.println("Finally block!");
}
System.out.println("Finished!");
```

- L'esecuzione produce l'eccezione non intercettata:

```
Finally block!
Exception in thread "main" java.lang.NumberFormatException: abcde
        at java.lang.Integer.parseInt(Unknown Source)
        at java.lang.Integer.parseInt(Unknown Source)
        at Except7_3.main(Except7_3.java:5)
```

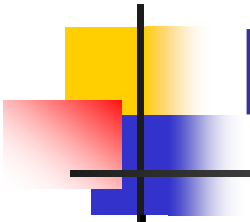
Rilancio di eccezioni

- In alternativa al costrutto try…catch, si può rilanciare l'eccezione indicandola con la clausula throws

```
try {
   // set up a FileReader
   FileReader f = new FileReader("in.txt");
} catch (FileNotFoundException e) {
   System.out.println("File not found");
}
```

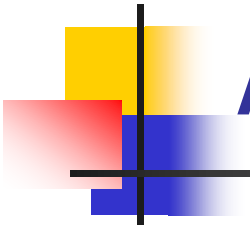
- oppure

```
public static void main(String[] args) throws
   FileNotFoundException {
// set up a FileReader
 FileReader f = new FileReader("in.txt");
}
```



Rilancio di eccezioni

- La clausula throws specifica un elenco di eccezioni (controllate) sollevabili da un dato metodo o classe
- le eccezioni non controllate sono la classe RuntimeException e le sue sottoclassi, la classe Error e le sue sottoclassi
- il metodo può sollevare le eccezioni indicate nella clausula ma anche sottoclassi delle stesse; se un metodo solleva una eccezione X tuttavia è buona norma indicare la stessa X nella throws, piuttosto una generica Z superclasse di X che consente una maggiore generalità ma fa perdere il dettaglio su X, apportando un'eccessiva astrazione alla semantica del codice
- in caso di overriding di un metodo con throws da parte di una sottoclasse della classe ove il metodo è definito, la throws del metodo ridefinente deve mantenere la compatibilità, potendo ossia dichiarare eccezioni sottoclassi di quelle indicate nella throws del metodo originario, senza aggiungere altre eccezioni

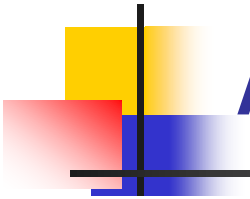


Analisi di eccezioni

- Il metodo PrintStackTrace() è utilizzato per determinare l'ordine con cui il metodo viene chiamato e le eccezioni gestite

Analisi di eccezioni

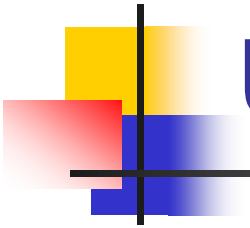
```
public class PrintStackTraceExample2
{
    public static void main(String[] args)
    {
        methodA();
    }

    public static void methodA()
    {
        try
        {
            methodB();
        }
        catch(Exception e)
        {
            System.out.println(e.toString() + " caught in methodA");
            e.printStackTrace();
        }
    }

    public static void methodB() throws Exception
    {
        methodC();
    }

    public static void methodC() throws Exception
    {
        throw new Exception("Exception generated in method C");
    }
}
```



Analisi di eccezioni

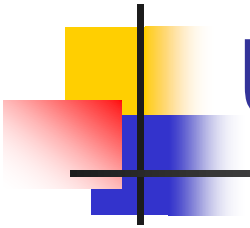
Output

```
java.lang.Exception: Exception generated in method C caught in main
java.lang.Exception: Exception generated in method C
        at PrintStackTraceExample1.methodC
        (PrintStackTraceExample1.java:31)
        at PrintStackTraceExample1.methodB
        (PrintStackTraceExample1.java:26)
        at PrintStackTraceExample1.methodA
        (PrintStackTraceExample1.java:22)
        at PrintStackTraceExample1.main
        (PrintStackTraceExample1.java:11)
```



Utilizzo di eccezioni ed asserzioni

- L'eccezione modella una situazione inattesa; non si dovrebbe ricorrere pertanto alle eccezioni per individuare situazioni prevedibili (ad esempio, fine del file)
- un altro strumento offerto da Java per controllare lo stato di esecuzione del programma è rappresentato dalle asserzioni, ossia condizioni che devono essere verificate altrimenti provocano un Error (no Exception)
- la sintassi per un'asserzione è: *assert <expr> [:dettaglio]*
- le asserzioni dovrebbero essere usate insieme alle eccezioni (non in alternativa), in quanto il loro scopo è segnalare situazioni di stato assolutamente inconsistente, laddove le eccezioni possono rappresentare situazioni ancora meno critiche (trattabili e che potrebbero permettere l'avanzamento del programma)



Utilizzo di eccezioni ed asserzioni

- le asserzioni possono essere attivate o meno; di default sono disattivate;
- data la disattivabilità, un'asserzione non deve interferire con il codice, ad esempio assert ++i<max; è molto pericolosa perché non è detto che ++i sia sempre eseguita
- le asserzioni possono essere usate in fase di development dell'applicazione perché ne raffinano il debug, disattivandole in fase di rilascio; un approccio robusto potrebbe comunque suggerire di mantenerle attive anche dopo il rilascio, per scovare eventuali bug durante l'utilizzo da parte degli utenti