

Linguaggi

*Corso di Laurea Ingegneria Informatica (M-Z)
A.A. 2006-2007*

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

Gestione delle eccezioni in Java

1

A. Longheu – Linguaggi M-Z – Ing. Inf. 2006-2007

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.

2



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'unità 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.

3

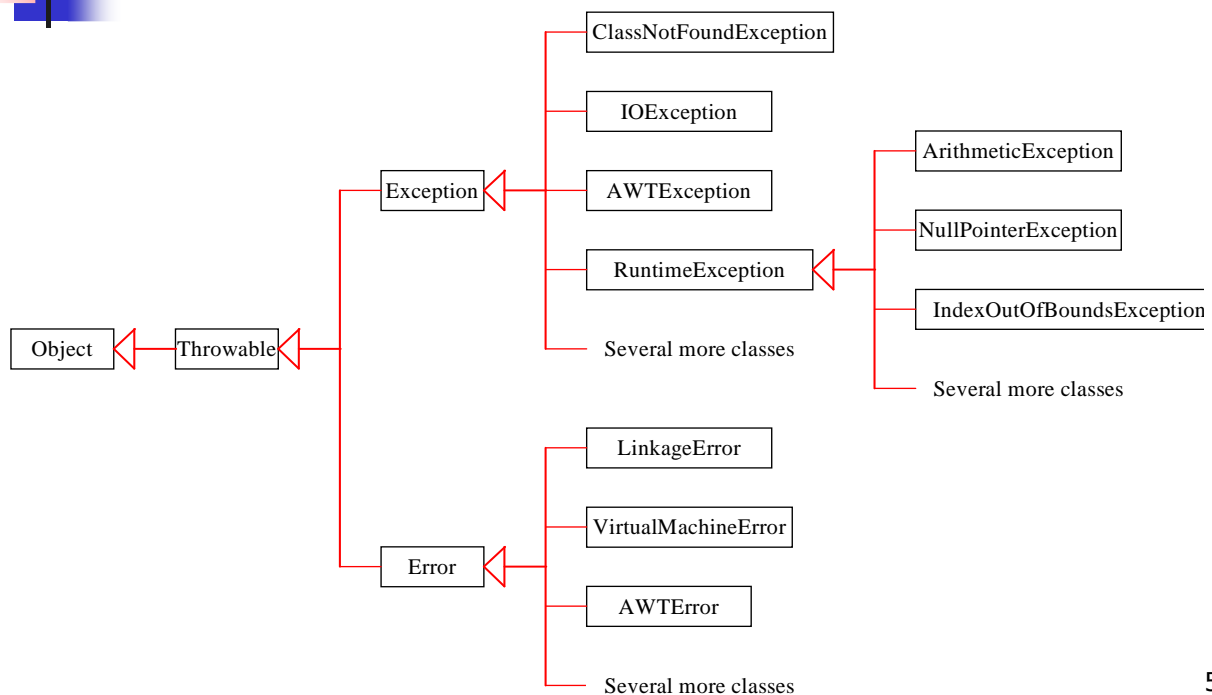


Cos'è una eccezione?

- 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

4

Tipi di eccezioni



5

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.

6

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 InterruptedException) che danno altre informazioni, utili per gestire la situazione.

7

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
  
```

8

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

9

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

10

Eccezioni sollevate da alcuni metodi

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

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

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

<code>class</code> <code>StringTokenizer</code>		
Method	Exception Thrown	Description
<code>StringTokenizer(String str)</code>	<code>NullPointerException</code>	<code>str</code> is <code>null</code>
<code>nextToken()</code>	<code>NoSuchElementException</code>	string is <code>null</code>

11

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

12

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 clausola 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

13

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 . . .
}
  
```

14



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);
}
```

15



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 clausola 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 enamexx) 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)

16



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

17



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");
        }
    }
}

```

18



Costruito 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...")
```

19



Costruito 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! ");
```

20

Costruito 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?`

21

Costruito 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!");
}
```

22

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
```

23

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
```

24

Costruito 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)
```

25

Rilancio di eccezioni

- In alternativa al costruito try...catch, si può rilanciare l'eccezione indicandola con la clausola 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");
}
```

26



Rilancio di eccezioni


- La clausola 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 clausola 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 27



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");
    }
}

```

29

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)

```

30



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)

31



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

32