Condizioni di errore …

Una condizione di errore in un programma può avere molte cause

- Errori di programmazione
  - Divisione per zero, cast non permesso, accesso oltre i limiti di un array
- Errori di sistema
  - Disco rotto, connessione remota chiusa, memoria non disponibile
- Errori di utilizzo
  - Input non corretti, tentativo di lavorare su file inesistente

… in Java

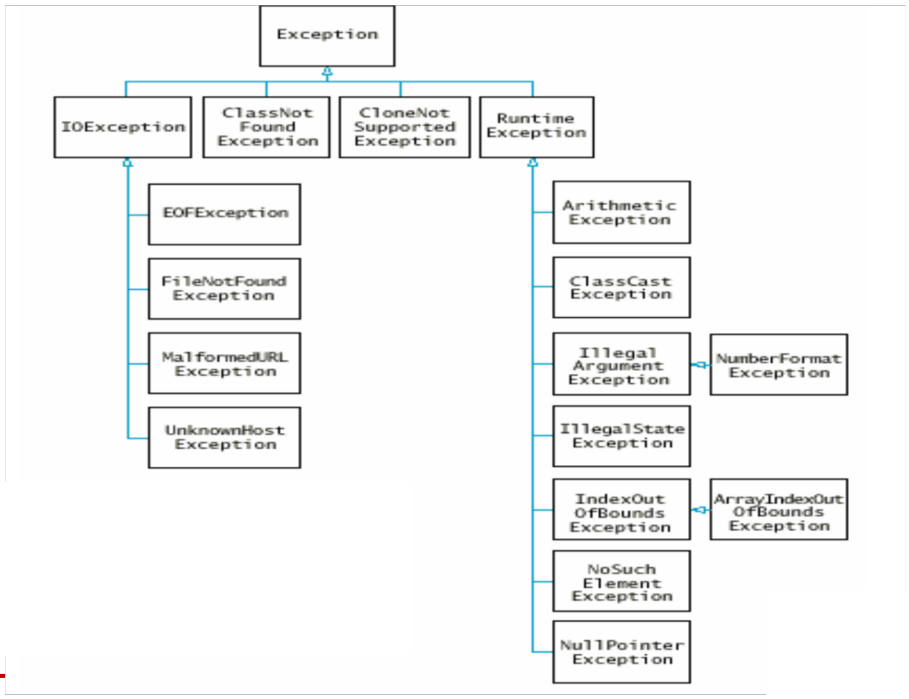
- Java ha una gerarchia di classi per rappresentare le varie tipologie di errore
  - dislocate in package diversi a seconda del tipo di errore
- La superclasse di tutti gli errori è la classe `Throwable` nel package `java.lang`
- Qualsiasi nuovo tipo di errore deve essere inserito nella discendenza di `Throwable`
  - solo su gli oggetti di questa classe si possono usare le parole chiave di Java per la gestione degli errori

Superclasse `Throwable`

- La superclasse `Throwable` ha due sottoclassi dirette, sempre in `java.lang`
  - `Error`
    - Errori fatali, dovuti a condizioni incontrollabili
      - Esaurimento delle risorse di sistema necessarie alla JVM, incompatibilità di versioni
    - In genere i programmi non gestiscono questi errori
  - `Exception`
    - Tutti gli errori che non rientrano in `Error`
    - I programmi possono gestire o no questi errori a seconda dei casi

Eccezioni

- Una eccezione è un evento che interrompe la normale esecuzione del programma
- Se si verifica un'eccezione il metodo trasferisce il controllo ad un gestore delle eccezioni
  - Il suo compito è quello di uscire dal frammento di codice che ha generato l'eccezione e decidere cosa fare
- Java mette a disposizione varie classi per gestire le eccezioni, in vari package, ad es., `java.lang`, `java.io`
- Tutte le classi che gestiscono le eccezioni sono ereditate dalla classe `Exception`



Tipi di eccezioni (1)

- Due categorie
  - eccezioni controllate
    - dovute a circostanze esterne che il programmatore non può evitare
    - il compilatore vuole sapere cosa fare nel caso si verifichi l'eccezione
  - eccezioni non controllate
    - dovute a circostanze che il programmatore dovrebbe evitare scrivendo accuratamente il docide

Tipi di eccezioni (2)

- Esempio di eccezione controllata
  - `EOFException`: terminazione inaspettata del flusso di dati in ingresso
  - Può essere provocata da eventi esterni
    - errore del disco
    - interruzione del collegamento di rete
  - Il gestore dell'eccezione si occupa del problema

Tipi di eccezioni (3)

- Esempi di eccezione non controllata
  - `NullPointerException`: uso di un riferimento `null`
  - `IndexOutofBoundException`: accesso ad elementi esterni ai limiti di un array
- Non bisogna installare un gestore per questo tipo di eccezione
  - Il programmatore può prevenire queste anomalie, correggendo il codice

Le eccezioni non controllate indicano errori di logica causati dai programmatori e non da rischi esterni che non possono essere evitati. Per esempio, un'eccezione `NullPointerException` (eccezione di riferimento `null`) non è controllata. Praticamente qualsiasi metodo può sollevarne una; i programmatori non dovrebbero perder tempo a catturarle, ma fare in modo che nessun valore `null` venga dereferenziato.

A volte i programmatori devono usare giudizio per distinguere fra eccezioni controllate e non controllate. Si consideri per esempio la chiamata `Integer.parseInt(str)` che, se `str` non contiene un intero valido, solleva un'eccezione non controllata `NumberFormatException`. D'altro canto, `Class.forName(str)` solleva un'eccezione controllata `ClassNotFoundException` se `str` non contiene un nome di classe valido.

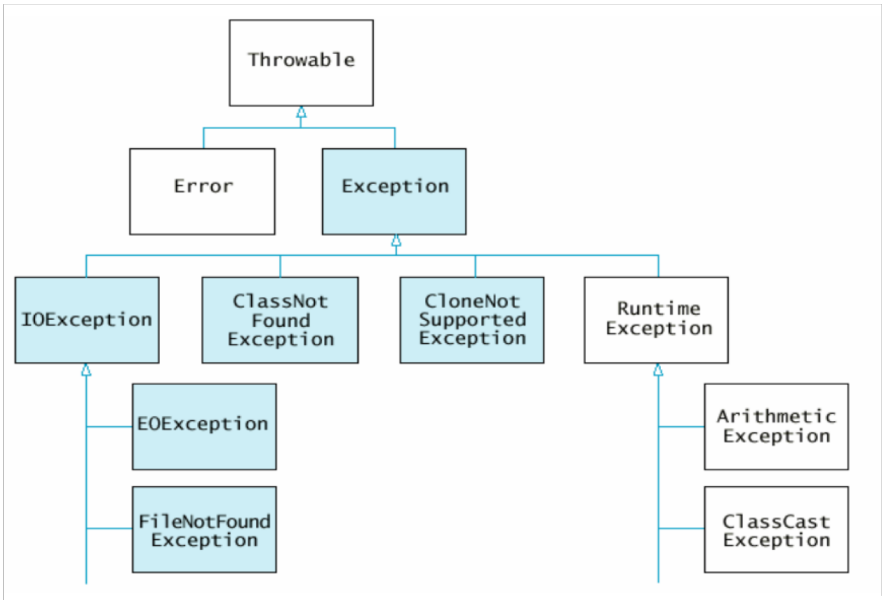
Perché questa differenza? Il motivo è che è possibile controllare se una stringa è un intero valido prima ancora di chiamare `Integer.parseInt`, mentre non è possibile sapere se una classe può essere caricata finché non ci si prova effettivamente.

Eccezioni controllate

- Tutte le sottoclassi di `IOException`
  - `EOFException`
  - `FileNotFoundException`
  - `MalformedURLException`
  - `UnknownHostException`
  - `ClassNotFoundException`
  - `CloneNotSupportedException`

Eccezioni non controllate

- Tutte le sottoclassi di `RunTimeException`
  - `ArithmeticException`
  - `ClassCastException`
  - `IllegalArgumentException`
  - `IllegalStateException`
  - `IndexOutOfBoundsException`
  - `NoSuchElementException`
  - `NullPointerException`



13

Catturare eccezioni (1)

- Ogni eccezione deve essere gestita, altrimenti causa l'arresto del programma
- Per installare un gestore si usa l'enunciato `try`, seguito da tante clausole `catch` quante sono le eccezioni da gestire

```
try
{
   enunciato
   enunciato
   ...
}
catch (ClasseEccezione oggettoEccezione) {
   enunciato
   enunciato
   ...
}
catch (ClasseEccezione oggettoEccezione) {
   enunciato
   enunciato
   ...
}
...
```

14

Catturare eccezioni (2)

- Vengono eseguite le istruzioni all'interno del blocco `try`
- Se nessuna eccezione viene lanciata, le clausole `catch` sono ignorate
- Se viene lanciata una eccezione viene eseguita la corrispondente clausola `catch`

Dettagli su `Exception`

- Costruttori di oggetti della classe Exception:
  - `Exception()` costruisce un'eccezione senza uno specifico messaggio
  - `Exception(String msg)` costruisce un'eccezione con il messaggio `msg`
- Metodo ereditato dalla classe `Throwable`:
  - `String getMessage()` restituisce come stringa il messaggio contenuto nell'eccezione
- Quando l'eccezione viene lanciata:
  - può essere già stata creata o venir creata contestualmente
- Garbage collector: distrugge solo le eccezioni che sono state catturate

```
import java.io.*;
class ClasseEcc {
    void ff() throws IOException
    {
        Exception ec = new Exception("Prima eccezione");
        InputStreamReader isr = new InputStreamReader(System.in);
        BufferedReader br = new BufferedReader(isr);
        int i = Integer.parseInt(br.readLine());
        try {
            if (i == 1) throw ec;
            throw new Exception("Altra eccezione");
        } catch(Exception e) {
            System.out.println(e.getMessage());
        }
        System.out.println("Prosecuzione della funzione");
    }

    public static void main (String[] args) throws IOException
    {
        ClasseEcc ex = new ClasseEcc();
        ex.ff();
        System.out.println("Prosecuzione del programma");
    }
}
```

```
$ java ClasseEcc
1
Prima eccezione
Prosecuzione della funzione
Prosecuzione del programma

$ java ClasseEcc
2
Altra eccezione
Prosecuzione della funzione
Prosecuzione del programma
```

Lanciare eccezioni

- Per lanciare un'eccezione, usiamo la parola chiave `throw` (*lancia*), seguita da un oggetto di tipo eccezione

```
throw exceptionObject;
```

- Il metodo termina immediatamente e passa il controllo al gestore delle eccezioni
  - Le istruzioni successive non vengono eseguite

Esempio

```
public class BankAccount
{
  public void withdraw(double amount)
   {
        if (amount > balance)
           throw new IllegalArgumentException("Saldo
                 insufficiente");
        balance = balance - amount;
   }
   ...
}
```

La stringa in input al costruttore di `IllegalArgumentException` rappresenta il messaggio d'errore da associare all'eccezione

Segnalare eccezioni

- `BufferedReader.readLine()` può lanciare una `IOException`
- Un metodo che chiama `readLine()` può
  - gestire l'eccezione, cioè dire al compilatore cosa fare
  - non gestire l'eccezione, ma dichiarare di poterla lanciare
    - In tal caso, se l'eccezione viene lanciata, il programma termina visualizzando un messaggio di errore
- Per segnalare le eccezioni controllate che il metodo può lanciare usiamo la parola chiave `throws`

```
public void read(BufferedReader in) throws
   IOException
```

Esempio

```
public class Coin
{
   public void read(BufferedReader in) throws
   IOException
   {
      value = Double.parseDouble(in.readLine());
      name =in.readLine();
   }
   ...
}
```

La clausola `throws` segnala al chiamante di `Coin.read` che esso può generare un'eccezione di tipo `IOException`

Segnalare eccezioni

- Qualunque metodo che chiama `Coin.read` deve decidere se gestire l'eccezione o dichiarare di poterla lanciare

```
public class Purse
{
        public void read(BufferedReader in) throws
        IOException
        {
          while (...)
          { Coin c = new Coin();
           c.read(in);
           add(c);
          }
        }
        ...
}
```

Segnalare eccezioni

- Un metodo può lanciare più eccezioni controllate, di tipo diverso

```
public void read(BufferedReader in)
     throws IOException,
            ClassNotFoundException
```

Usare le eccezioni di Run Time

- Le eccezioni di runtime (`RuntimeException`) possono essere utilizzate per segnalare problemi dovuti ad input errati.
- Esempi:
  - Un metodo che preleva soldi da un conto corrente non può prelevare una quantità maggiore del saldo
  - Un metodo che effettua una divisione non può dividere un numero per zero

Progettare nuove eccezioni (1)

- Se nessuna delle eccezioni di runtime ci sembra adeguata al nostro caso, possiamo progettarne una nuova.
- I nuovi tipi di eccezioni devono essere inseriti nella discendenza di `Throwable`, e in genere sono sottoclassi di `RuntimeException`
- Un tipo di eccezione che sia sottoclasse di `RuntimeException` sarà a controllo non obbligatorio

Progettare nuove eccezioni (2)

- Introduciamo un nuovo tipo di eccezione per controllare che il denominatore sia diverso da zero, prima di eseguire una divisione:

```
public class DivisionePerZeroException extends
RuntimeException{
  public DivisionePerZeroException() {
     super("Divisione per zero!");
  }
  public DivisionePerZeroException(String msg)
  { super(msg); }
}
```

… …

```
public class Divisione {
   public Divisione(int n, int d) {
     num=n;
     den=d;
   }
   public double dividi(){
     if (den==0)
       throw new DivisionePerZeroException();
     return num/den;
   }
   private int num;
   private int den;
}
```

... ...

```
public class Test {
       public static void main(String[] args) throws
       IOException
       {
              double res;
              Scanner scan = new Scanner(System.in);
              System.out.print("Inserisci il numeratore:");
              int n= Integer.parseInt(scan.nextLine());
              System.out.print("Inserisci il denominatore:");
              int d= Integer.parseInt(scan.readLine());
              Divisione div = new Divisione(n,d);
              res = div.dividi();
       }
}
```

... ...

```
Inserisci il numeratore: 5
Inserisci il denominatore: 0
DivisionePerZeroException: Divisione per zero!
at Divisione.dividi(Divisione.java:12)
at Test.main(Test.java:22)
Exception in thread "main"
```

- Il `main` invoca il metodo `dividi` della classe `Divisione` alla linea 22
- Il metodo `dividi` genera una eccezione alla linea 12

... ...

```
public class Test {
   public static void main(String[] args) throws
         IOException {
              double res;
              Scanner scan = new Scanner(System.in);
              System.out.print("Inserisci il numeratore:");
              int n= Integer.parseInt(scan.nextLine());
              System.out.print("Inserisci il denominatore:");
              int d= Integer.parseInt(scan.readLine());
```

... ...

```
      try
      {
         Divisione div = new Divisione(n,d);
         res = div.dividi();
         System.out.print(res);
      } catch(DivisionePerZeroException exception)
      {
         System.out.println(exception);
      }
   }
}
```

... ...

- Cosa fa l'istruzione `System.out.println(exception);` ?
  - Invoca il metodo `toString()` della classe `DivisioneperZeroException`
    - Ereditato dalla classe `RuntimeException`
    - Restituisce una stringa che descrive l'oggetto Exception costituita da
      - Il nome della classe a cui l'oggetto appartiene seguito da `:` e dal messaggio di errore associato all'oggetto

... ...

```
Inserisci il numeratore:5
Inserisci il denominatore:0
DivisionePerZeroException: Divisione per zero!
```

- `DivisionePerZeroException` è la classe a cui l'oggetto `exception` appartiene
- `Divisione per zero!` è il messaggio di errore associato all'oggetto `exception` (dal costruttore)

Catturare eccezioni

- Per avere un messaggio di errore che stampa lo stack delle chiamate ai metodi in cui si è verificata l'eccezione usiamo il metodo `printStackTrace()`

```
catch(DivisionePerZeroException exception)
{
    exception.printStackTrace();
}
```

La clausola `finally` (*finally* ☺)

- Il lancio di un'eccezione arresta il metodo corrente
- A volte vogliamo eseguire altre istruzioni prima dell'arresto
- La clausola `finally` viene usata per indicare un'istruzione/blocco che va eseguita/o sempre

```
try {
      enunciato
      enunciato
      ...
} finally {
      enunciato
      enunciato
      ...
}
```