

---

# PROGRAMMAZIONE 2

## 6a. Eccezioni in Java

# Generazione di “errori”

---

- Un metodo può richiedere che gli argomenti attuali soddisfino determinate **precondizioni** per procedere nell’esecuzione
  - **m(List L) con L non vuota**
- Componenti esterni potrebbero fallire
  - **File non presente**
- Implementazioni parziali
  - **Modulo con alcune funzionalità non ancora implementate**
- Come gestiamo queste situazioni “**anomale**”?

# Gestione degli errori

---

- Diverse tecniche
  - Parser per gli errori sintattici
  - Analisi statica (type checker) per gli errori semantici
  - Test covering & Best practice
  - Ignorare gli errori
- Le eccezioni permettono di trasferire il controllo del programma dal punto in cui viene rilevato l'errore al codice che lo può gestire

# Perché sono utili?

---

- Il compilatore non è in grado di determinare tutti gli errori
- **Separation of concern**: separare il codice di gestione degli errori dal codice “normale”
  - Chiarezza del codice (debugging)
  - Raggruppare e differenziare la struttura (tramite tipi) delle situazioni di comportamento anomalo che si possono presentare

# Esempio

---

```
public class ArrayExceptionExample{  
    public static void main(String[] args) {  
        String[] colori ={"Rossi","Bianchi", "Verdi"};  
        System.out.println(colori[3]);  
    }  
}
```

Cosa succede quando compiliamo e poi mandiamo il programma in esecuzione?

# Esempio

---

```
public class ArrayExceptionExample {  
    public static void main(String[] args) {  
        String[] colori ={"Rossi", "Bianchi", "Verdi"};  
        System.out.println(colori[3]);  
    }  
}
```

Compilazione OK, ma a run-time...

```
ArrayExceptionExampleException in thread "main"  
java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 3 at  
ArrayExceptionExample.main(ArrayExceptionExample.java:6)
```

# Formato dei messaggi

---

[exception class]:  
[additional description of exception] at  
[class].[method]([file]: [line number])

# Formato dei messaggi

---

- **java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException**: 3 at  
ArrayExceptionExample.main(ArrayExceptionExample.java  
:6)
- Exception Class?
  - **java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException**
- Quale indice dell'array (additional information)?
  - 3
- Quale metodo solleva l'eccezione?
  - **ArrayExceptionExample.main**
- Quale file contiene il metodo?
  - **ArrayExceptionExample.java**
- Quale linea del file solleva l'eccezione?
  - 6

# Eccezioni a run-time

---

- Abbiamo visto il caso nel quale le situazioni anomale provocano a run-time la terminazione (anomala) del programma in esecuzione
- Questo tipo di **eccezioni a run-time** sono denominate **unchecked exception**
- Domanda: è possibile prevedere meccanismi linguistici che permettono di affrontare le situazioni anomale come un “normale” problema di programmazione?

# Codificare le anomalie

---

- Prevedere opportuni **meccanismi di codifica** per le **situazioni anomale**
  - **ArrayOutOfBounds**: l'accesso all'array fuori dalla dimensione restituisce il valore "-1" che codifica l'anomalia
  - L'accesso a un file non presente nello spazio del programma restituisce la stringa "null"
  - È fattibile? È un tecnica scalabile?
- Il modo moderno di affrontare questo aspetto è quello di introdurre specifici meccanismi linguistici
  - OCaml (**failwith**), Java (**throw+try-catch**), C++, C# ...

# Cosa sono in **Java**?

---

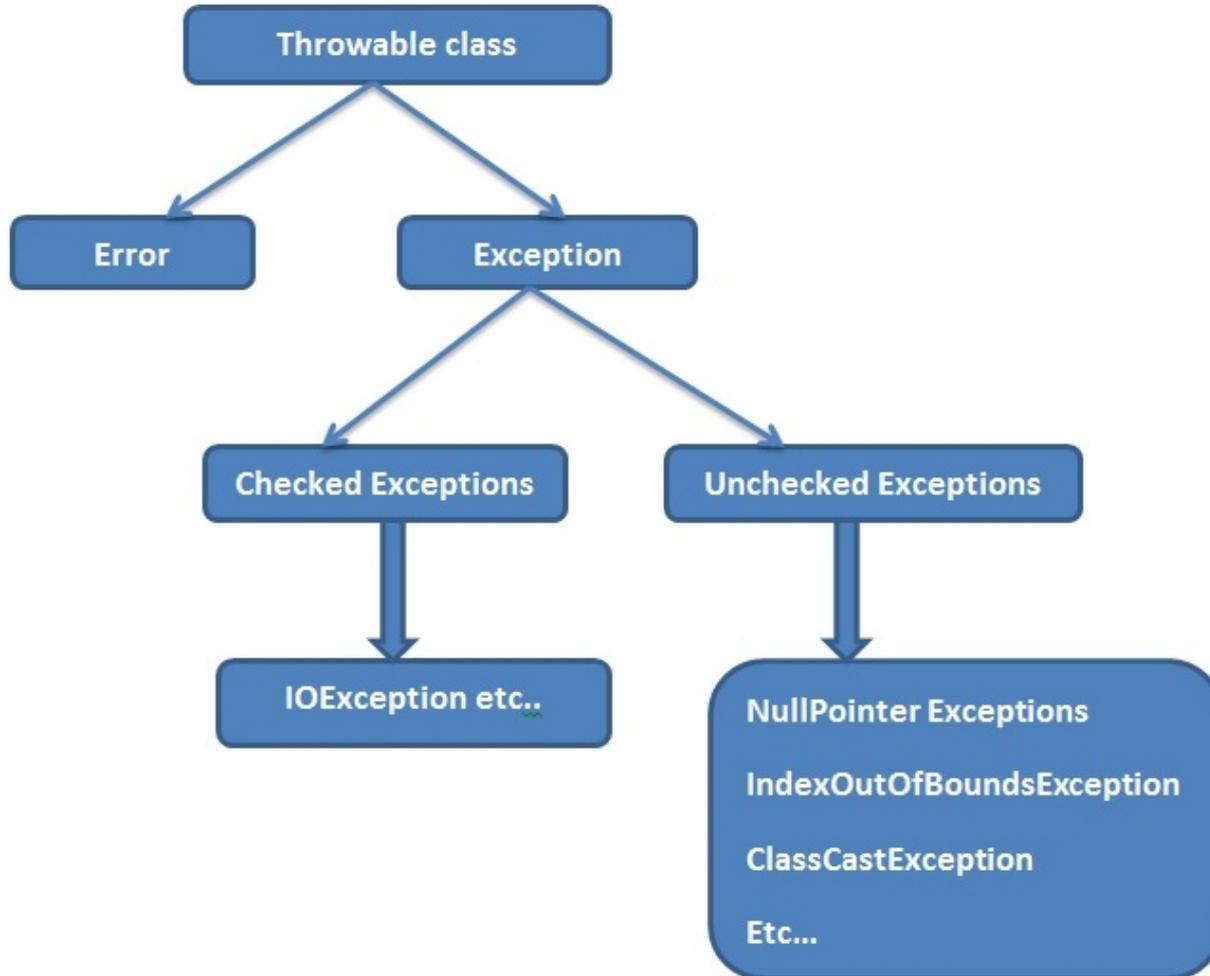
- Le **eccezioni** sono dei particolari **oggetti** usati per rappresentare e catturare **condizioni anomale** del comportamento di programmi
  - Comportamenti anomali in operazioni I/O, **null pointer**, ...
- **Sollevare (throwing)** una **eccezione** significa programmare una sorta di uscita di emergenza nell'esecuzione del programma
- **Catturare (catching)** una **eccezione** significa programmare le azioni da eseguire per gestire il comportamento anomalo

# Sollevare eccezioni: **throw**

---

- Il costrutto **throw** richiede come argomento un **oggetto** che abbia come tipo un qualunque sotto-tipo di **Throwable**
- La classe **Throwable** contiene tutti i tipi di errore e di eccezioni
- Il metodo che lancia l'eccezione termina ed il controllo viene trasferito al metodo chiamante
- Come si fa a vedere la struttura?
  - Consultate la documentazione on line delle API
  - [docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/Throwable.html](https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/Throwable.html)

# Java Exception Hierarchy



# Sollevare eccezioni

---

- Il linguaggio prevede una primitiva specifica (**throw**) per dichiarare e programmare il modo in cui le eccezioni sono sollevate nei metodi

```
• if (myObj.equals(null))  
    throw new NullPointerException(stringa);
```

# Esempi

---

java.lang

## **Class NullPointerException**

java.lang.Object

java.lang.Throwable

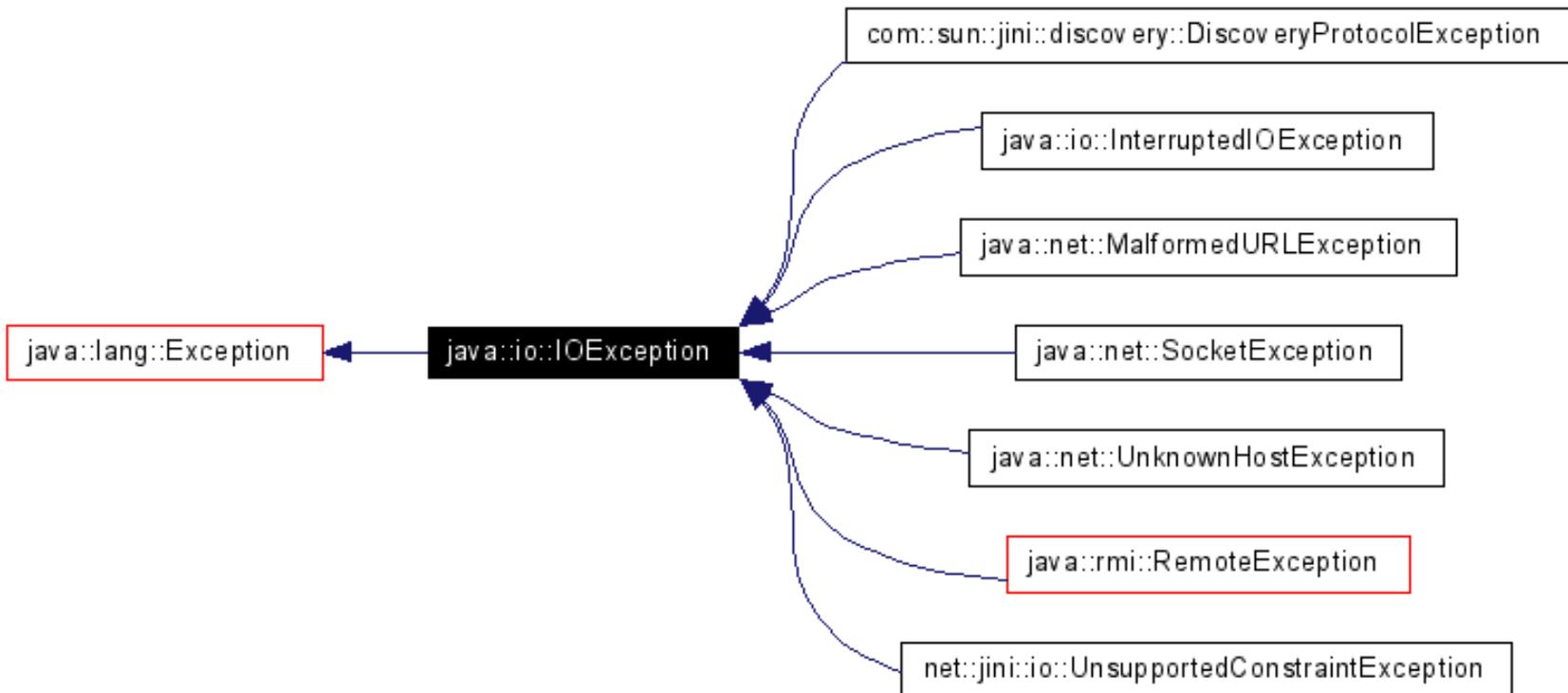
java.lang.Exception

java.lang.RuntimeException

java.lang.NullPointerException

# Esempi

---



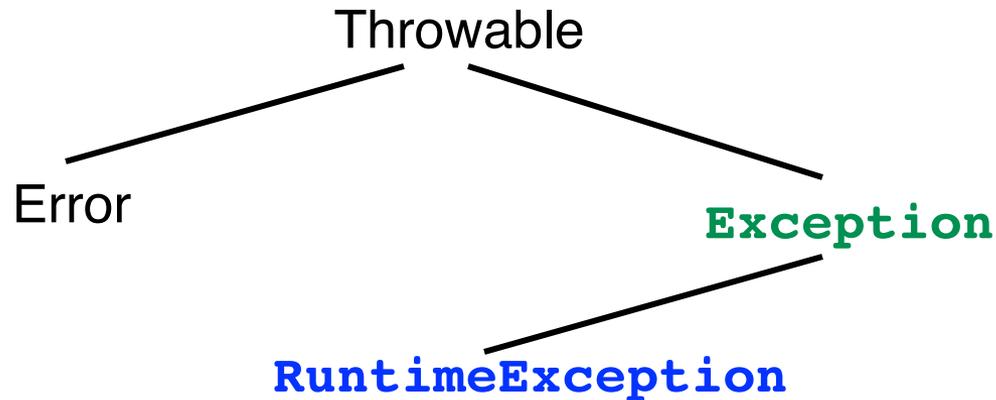
# Definire nuovi tipi di eccezione

---

- I tipi di **eccezione** sono **classi di Java** che
  - contengono solo il **costruttore**
    - ✓ **ci possono essere più costruttori overloaded**
  - sono definite in “moduli” separati da quelli che contengono i metodi che le possono sollevare
- Le **eccezione** sono **oggetti**
  - creati eseguendo **new** di un exception type e quindi eseguendo il relativo costruttore
- Esiste una **gerarchia “predefinita”** di tipi relativi alle eccezioni
  - nuovi tipi di eccezioni sono collocati nella gerarchia con l’usuale **extends**

# La gerarchia di tipi per le eccezioni

---



- Se un nuovo tipo di eccezione estende la classe **Exception**:  
l'eccezione è **checked** (eccezioni che si riferiscono a condizioni recuperabili e che quindi possono essere gestite dal metodo chiamante)
- Se un nuovo tipo di eccezione estende la classe **RuntimeException**:  
l'eccezione è **unchecked** (esprimono condizioni non recuperabili, generalmente dovute ad errori di programmazione e quindi non gestibili dal metodo chiamante.)

# Definire tipi di eccezione: checked

---

```
public class NuovoTipoDiEcc extends Exception {  
    public NuovoTipoDiEcc(String s) {super(s); }  
}
```

- Definisce solo un **costruttore**
  - come sempre invocato quando si crea una istanza con `new`
  - il costruttore può avere parametri
- Il corpo del costruttore riutilizza semplicemente il costruttore del super-tipo
  - perché deve passargli il parametro?
- Una **new** di questa classe provoca la creazione di un nuovo oggetto che “contiene” la stringa passata come parametro

# Costruire oggetti eccezione

---

- L'invocazione di **new** su questa classe provoca la creazione di un nuovo oggetto che “contiene” la stringa passata come parametro

```
Exception e = new NuovoTipoDiEcc ("Questa è la ragione");  
String s = e.toString( );
```

- la variabile **s** punta alla **stringa** permette all'utente di identificare la procedura che l'ha sollevat
- **può comparire nel messaggio di errore che si stampa subito prima di forzare la terminazione dell'esecuzione**

# Gestire eccezioni

---

- Quando un metodo termina con un **throw**
  - l'esecuzione **non riprende con il codice che segue la chiamata (call-return tradizionale)**
  - **il controllo viene trasferito a un pezzo di codice preposto alla gestione dell'eccezione**
- **Due possibilità per la gestione**
  - **gestione esplicita, quando l'eccezione è sollevata all'interno di uno statement `try-catch`**
    - ✓ in generale, quando si ritiene di poter recuperare uno stato consistente e di portare a termine una esecuzione quasi "normale"
  - **gestione di default, mediante propagazione dell'eccezione al codice chiamante**
    - ✓ possibile solo per eccezioni `unchecked` o per eccezioni `checked` elencate nell'header del metodo che riceve l'eccezione

# Gestione delle eccezioni

---

- Java prevede strumenti linguistici per programmare la **gestione** delle eccezioni

```
try {  
    // codice che può sollevare l'eccezione  
}  
catch ([tipo eccezione] e) {  
    // codice di gestione della eccezione  
}
```

# Try-Catch Multiplo

---

- ```
try{ //codice che può sollevare diverse
    eccezioni
}
catch (IOException e) {
    // gestione IOException
}
catch (ClassNotFoundException e) {
    // gestione ClassNotFoundException
}
```

# Eccezioni senza speranza

---

- La clausola **finally** permette di programmare del codice di **clean-up** indipendentemente da quello che è successo nel codice monitorato

```
try {  
    // codice che può sollevare diverse eccezioni  
}  
catch ([tipo eccezione] e) {  
    // gestione Exception  
}  
finally {  
    // codice di clean-up che viene sempre eseguito  
}
```

# Attenzione

---

- Se un metodo contiene del codice che può generare una eccezione allora si deve esplicitare nella dichiarazione del metodo tale possibilità
  - `public void myMethod throws Exception { ... }`
  - `public void myMethod throws IOException { ... }`
- L'eccezione diventa una componente del tipo del metodo!
- Questo tipo di eccezioni è chiamato **checked exceptions**: “They represent exceptions that are frequently considered non fatal to program execution” (Java Tutorial)

# Checked Exception

---

- Le **eccezioni checked** sono eccezioni che devono essere gestite da opportuni gestori
- Il compilatore controlla che le eccezioni checked siano elencate (**clausola throws**) e eventualmente gestite (**clausola catch**)

# Propagazione: checked

---

```
class C {  
    public void via() throws NuovaException {  
        primo();  
        System.out.println("Sei al via");  
    }  
  
    public void primo() throws NuovaException{  
        throw new NuovaException("lancio eccezione");  
        System.out.println("Sei al primo");  
    }  
}
```

# Gestione esplicita: checked

---

```
class C {  
    public static void via() {  
        try{primo();}  
        catch (Exception e)  
        {System.out.println("catturata");}  
  
        System.out.println("Sei al via");  
    }  
  
    public static void primo() throws NuovaException{  
        throw new NuovaException("lancio eccezione");  
        System.out.println("Sei al primo");  
    }  
}
```

# Il nostro esempio

```
public class ArrayExceptionExample {  
    public static void main(String[] args)  
        {String[] colori ={"Rossi","Bianchi", "Verdi"};  
        System.out.println(colori[3]);  
        }  
}
```

```
ArrayExceptionExampleException in thread "main"  
java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 3 at  
ArrayExceptionExample.main(ArrayExceptionExample.java:6)
```

Esempio di una eccezione **unchecked (run-time)**  
**Eccezioni unchecked:** il metodo non deve necessariamente prevedere il codice di gestione

# Propagazione: unchecked

---

```
class C {  
    public void via() {  
        primo();  
        System.out.println("Sei al via");  
    }  
  
    public void primo(){  
        throw new NuovaException();  
        System.out.println("Sei al primo");  
    }  
}
```

Potrebbe anche essere gestita

# Gestione delle eccezioni

---

- Se un metodo ritorna sollevando un'eccezione, anche il metodo chiamante termina sollevando un'eccezione
  - usando la propagazione automatica della stessa eccezione
  - catturando l'eccezione e sollevandone un'altra possibilmente diversa

# Quale eccezione?

---

```
class C {
    public static void via() throws ???????{
        try{primo();}
        catch (Exception e)
            {throw new AltraException();}

        System.out.println("Sei al via");
    }

    public static void primo() throws NuovaException{
        throw new NuovaException();
        System.out.println("Sei al primo");
    }
}
»
```

# Eccezioni checked e unchecked?

---

- Se un metodo può sollevare una **eccezione checked**
  - deve elencarla nel suo header
    - ✓ che fa parte anche della specifica
  - **altrimenti si verifica un errore a tempo di compilazione**
- Se un metodo può sollevare una **eccezione unchecked**
  - può non elencarla nel suo header
    - ✓ il suggerimento è di elencarla sempre, per rendere completa la specifica (in seguito)

# Aspetti metodologici

---

- Quando usare le eccezioni
- Come scegliere tra checked e unchecked
- **Defensive programming**
- Gestione delle eccezioni
  - riflessione
  - **mascheramento**

# Quando usare le eccezioni ?

---

- Le **eccezioni non sono necessariamente errori**
  - ma metodi per richiamare l'attenzione del chiamante su situazioni particolari (**classificate dal progettista come eccezionali**)
- Comportamenti che sono errori ad un certo livello, possono non esserlo affatto a livelli di astrazione superiore
  - **IndexOutOfBoundsException** segnala chiaramente un errore all'interno dell'espressione `a[0]`, ma non necessariamente per le procedure `min` e `sort`
- Il compito primario delle eccezioni è di ridurre al minimo i vincoli della strutturazione di un programma in modo da evitare di codificare informazione su terminazioni particolari nel normale risultato

# Checked o unchecked

---

- Le **eccezioni checked** offrono maggior protezione dagli errori
  - sono più facili da catturare
  - il compilatore controlla che l'utente le gestisca esplicitamente o per lo meno le elenchi nell'header, prevedendone una possibile propagazione automatica
    - ✓ se non è così, viene segnalato un errore
- Le **eccezioni unchecked sono pesanti da gestire** in quelle situazioni in cui siamo ragionevolmente sicuri che l'eccezione non verrà sollevata
  - perché esiste un modo conveniente ed efficiente di evitarla o per il contesto di uso limitato
  - solo in questi casi si dovrebbe optare per una eccezione unchecked

# Defensive Programming

---

- L'uso delle eccezioni facilita uno stile di **progettazione e programmazione che protegge rispetto agli errori**
  - anche se non sempre un'eccezione segnala un errore
- **Fornisce una metodologia che permette di riportare situazioni di errore in modo ordinato**
  - senza disperdere tale compito nel codice che implementa l'algoritmo
- Nella programmazione **defensive** si incoraggia il programmatore a verificare l'assenza di errori ogniqualvolta ciò sia possibile
  - **e a riportarli usando il meccanismo delle eccezioni**
  - [un caso importante legato alle implementazioni parziali]

# Eccezioni via mascheramento



- Se un metodo chiamato da obj ritorna sollevando una eccezione, obj gestisce l'eccezione e ritorna in modo normale

```
public static boolean sorted (int[ ] a)
    throws NullPointerException {
    // se a è null solleva NullPointerException
    // se a è ordinato in senso crescente ritorna true
    // altrimenti ritorna false
    int prec;
    try { prec = a[0]; }
        catch (IndexOutOfBoundsException e)
            { return true; }
    for (int i = 1; i < a.length ; i++)
        if (prec <= a[i]) prec = a[i]; else return false;
    return true;
}
```