COMP217
JAVA Programming
Spring 2020

Week 13

Exception handling

Goals

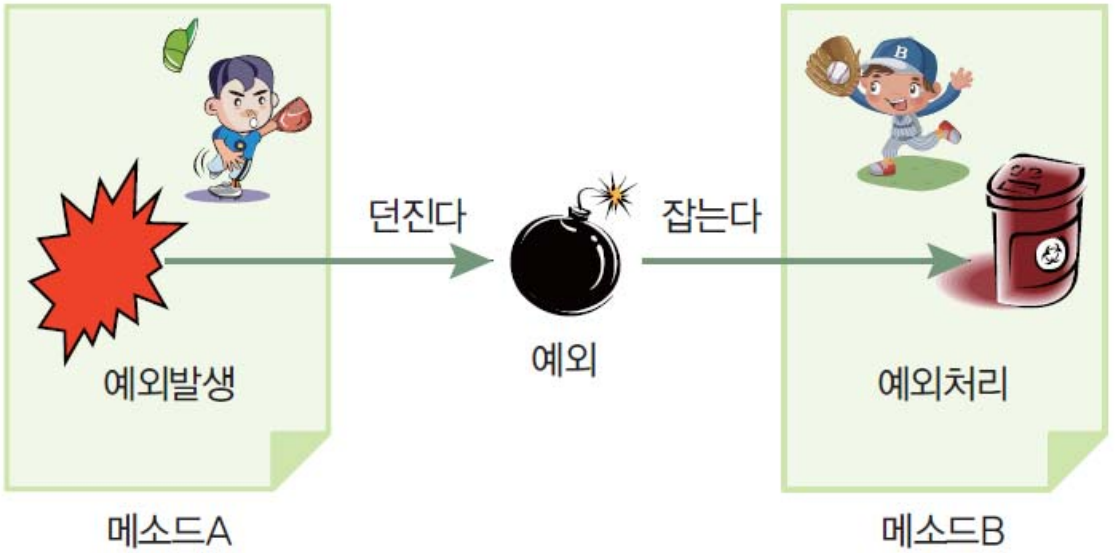
- 이번 주에 배우게 될 내용 :
  - 예외의 종류
  - 예외 처리
  - 예외 생성

```
피제수 : 10
제수 : 0
Exception in thread "main" java.lang.ArithmeticException: / by zero
        at Bicycle.main(Bicycle.java:10)
```

- Motivation
  - 프로그램은 실행 중에 (이를 처리할 적절한 코드가 없다면) 예외적인 상황을 만나면, 비정상 종료
  - 실행 중 에러를 만나더라도 프로그램을 진행하거나 우아하게 종료할 수 있을까?

예외(Exception)

- 잘못된 코드, 예외적인 상황에 의하여 발생하는 오류
  - 0으로 나누는 것과 같은 잘못된 연산
  - 배열의 인덱스가 한계를 넘음
  - open하려는 파일의 부재
  - 숫자를 입력하라고 했는데 문자 입력



자바에서는 실행 오류가 발생하면 예외 객체가 생성된다.

예외 예제

```
01  import java.util.Scanner;
02  public class DivideByZero {
03      public static void main(String[] args) {
04          int x, y;
05          Scanner sc = new Scanner(System.in);
06          System.out.print("피젯수: ");
07          x = sc.nextInt();
08          System.out.print("젯수: ");
09          y = sc.nextInt();
10          int result = x / y;
11          System.out.println("나눗셈 결과: " + result);
12      }
13  }
```

예외가 발생할 수 있는 문장

실행결과

```
피젯수: 10
젯수: 0
Exception in thread "main" java.lang.ArithmeticException:
        / by zero at DivideByZero.main(DivideByZero.java:14)
```

0으로 나누면 예외 발생

예외 처리 방법

① 예외를 잡아서 그 자리에서 처리하는 방법

- try-catch 문을 사용하여서 예외를 잡고 처리
- try{
  예외가 발생할 수 있는 문장;
  }catch(Exception1 e1){
  예외처리 문장;
  }catch(Exception2 e2){
  예외처리 문장;
  }finally{ //option
  try문에 진입하면 반드시 실행되는 문장; //주로 자원정리 코드가 작성됨
  }

② 발생된 예외를 직접 처리하지 않고, 자신을 호출한 메소드에게 처리를 떠넘기는 방법

- throws를 사용하여, 다른 메소드한테 예외 처리를 맡긴다.

try-catch 문의 실행 흐름

```
Scanner s = new Scanner(System.in);
int a = s.nextInt();
int b = s.nextInt();
```

사용자 입력
a = 10
b = 5

사용자 입력
a = 10
b = 0

try 블록

- 예외 처리는 try 블록으로부터 시작
  - 일반적으로는 제대로 실행되지만,
  - 예외가 발생할 수도 있는 코드가 작성됨
    - e.g. 사용자로부터 파일명 입력받아 파일을 열려는데 그런 이름을 가진 파일이 없음

- 만약 예외가 발생하지 않는다면,
  - try 블록 뒤의 catch 블록은 실행되지 않음
  - finally 블록은 실행됨

- 만약 예외가 발생하면,
  - try 블록의 나머지 부분은 실행되지 않음
  - try 블록뒤의 첫번째 catch 블록부터 시작하여 차례로 적합한 예외 처리 catch 블록을 찾음

catch 블록

- try 블록 뒤에는 반드시 하나 이상의 catch 블록이 존재
  - 없어도 가능 : but 일반적인 경우는 아님
- catch 블록은 catch(예외 참조 변수){//예외 처리 코드}로 구성
  - catch(Exception e){e.printStackTrace();}
- try 블록 실행과정에서 예외가 발생했다면,
  - 발생된 예외에 적합한 catch 블록이 반드시 있어야 함
  - 어떤 catch 블록이 실행되었다면, 다음 처리 문장은 마지막 catch 블록 다음 문장
  - 만약 적합한 catch 블록이 없어 어떤 catch 블록도 실행되지 않았다면,
    - 프로그램은 Stack trace를 출력하고 종료
    - stack trace is the sequence of method calls

예제#1

DivideByZeroOK.java

```
01  import java.util.Scanner;
02  public class DivideByZeroOK {
03     public static void main(String[] args) {
04        int x, y;
05        Scanner sc = new Scanner(System.in);
06        System.out.print("피젯수: ");
07        x = sc.nextInt();
08        System.out.print("젯수: ");
09        y = sc.nextInt();
10        try {
11           int result = x / y;          // 예외 발생!
12        } catch (ArithmeticException e) {
13           System.out.println("0으로 나눌 수 없습니다.");
14        }
15        System.out.println("프로그램은 계속 진행됩니다.");
16     }
17  }
```

```
피젯수: 10
젯수: 0
Exception in thread "main" java.lang.ArithmeticException:
      / by zero at DivideByZero.main(DivideByZero.java:14)
```

여기서 오류를 처리한다. 현재는 그냥 콘솔에 오류 메시지를 출력하고 계속 실행한다.

실행결과

```
피젯수: 10
젯수: 0
0으로 나눌 수 없습니다.
프로그램은 계속 진행됩니다.
```

예외가 발생해도 프로그램은 종료하지 않는다.

예제#2

```
Exception in thread "main" java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 5
        at ArrayError.main(ArrayError.java:8)
```

ArrayError.java

```
01  public class ArrayError {
02      public static void main(String[] args) {
03          int[] array = { 1, 2, 3, 4, 5 };
04          int i = 0;
05          try {
06              for (i = 0; i <  array.length; i++)
07                  System.out.print(array[i] + " ");
08          } catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e) {
09              System.out.println("인덱스 " + i + "는 사용할 수 없네요!");
10          }
11      }
12  }
```

i의 값이 array.length와 같아지면 오류가 발생한다.

실행결과

1 2 3 4 5 인덱스 5는 사용할 수 없네요!

finally 블록

- 생략 가능
- 오류가 발생하였건 발생하지 않았건 항상 실행되어야 하는 코드는 finally 블록에 넣을 수 있다.
- try 문 구성은
  - try 블록 +{catch 블록 or finally 블록 }
  - but try 블록 + finally 블록은 일반적인 구성은 아님

예제#3
- finally
- 여러 예외가 있는 경우

```
01  ...
02  public class FileError {
03     private int[] list;
04     private static final int SIZE = 10;
05
06     public FileError() {
07        list = new int[SIZE];
08        for (int i = 0; i < SIZE; i++)
09           list[i] = i;
10        writeList();
11     }
12
13     public void writeList() {
14        PrintWriter out = null;
15        try {
16           out = new PrintWriter(new FileWriter("outfile.txt"));
17           for (int i = 0; i <= SIZE; i++)
18              out.println("배열 원소 " + i + " = " + list[i]);
19
20        } catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e) {
21           System.err.println("ArrayIndexOutOfBoundsException: ");
23        } catch (IOException e) {
24           System.err.println("IOException");
25
26        } finally {
27           if (out != null)
28              out.close();
29        }
30     }
31
32     public static void main(String[] args) {
33        new FileError();
34     }
35  }
```

2가지의 오류가 발생할 수 있다.

배열 인덱스 오류가 발생하면 실행된다.

입출력 오류가 발생하면 실행된다.

try 블록이 종료되면 항상 실행되어서 자원을 반납한다.

예외 처리의 장점

```
readFile()
{
    파일을 오픈한다;
    파일의 크기를 결정한다;
    메모리를 할당한다;
    파일을 메모리로 읽는다;
    파일을 닫는다;
}
```
처리 작업

- 에러를 논리 코드로 처리할 경우
- Less readable!!
- 프로그램이 복잡해지면, 에러를 처리하는 코드도 복잡해짐.
- 유지/보수가 어려움.

```
errorCodeType readFile(){
    int errorCode = 0;

    파일을 오픈한다;
    if (theFileIsOpen) {
        파일의 크기를 결정한다;
        if (gotTheFileLength) {
            메모리를 할당한다;
            if (gotEnoughMemory) {
                파일을 메모리로 읽는다;
                if (readFailed) {
            errorCode = -1;
                }
            } else {
                errorCode = -2;
            }
        } else {
            errorCode = -3;
        }
        파일을 닫는다.
    } else {
        errorCode = -5;
    }
    return errorCode;
}
```

- Readable!!
- 프로그램의 주된 코드와 오류처리를 구분

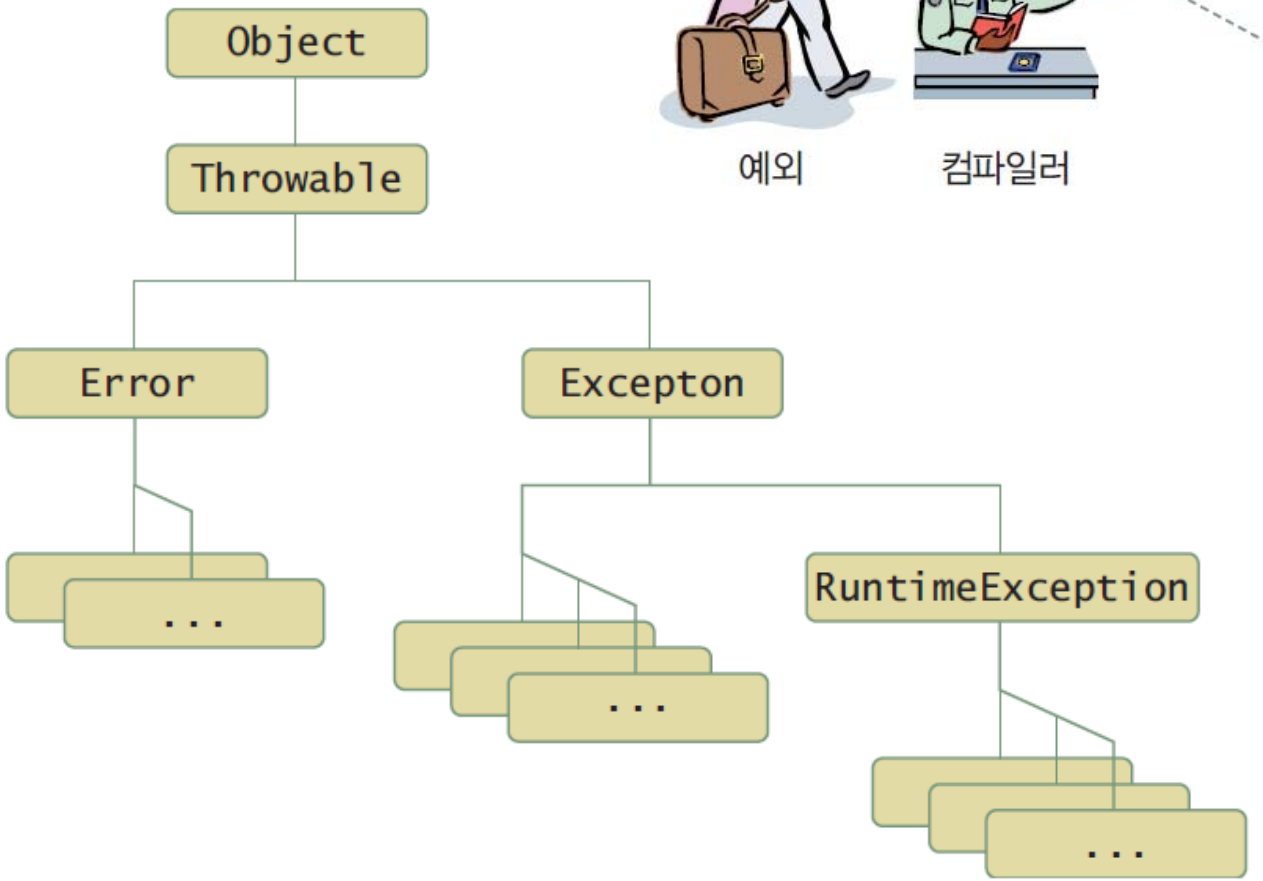
```
readFile {
    try {  //주처리 작업
        파일을 오픈한다;
        파일의 크기를 결정한다;
        메모리를 할당한다;
        파일을 메모리로 읽는다;
        파일을 닫는다;
    } catch (fileOpenFailed) {     //예외 처리 코드
        ...
    } catch (sizeDeterminationFailed) {
        ...
    } catch (memoryAllocationFailed) {
        ...
    } catch (readFailed) {
        ...
    } catch (fileCloseFailed) {
        ...
    }
}
```

예외의 종류

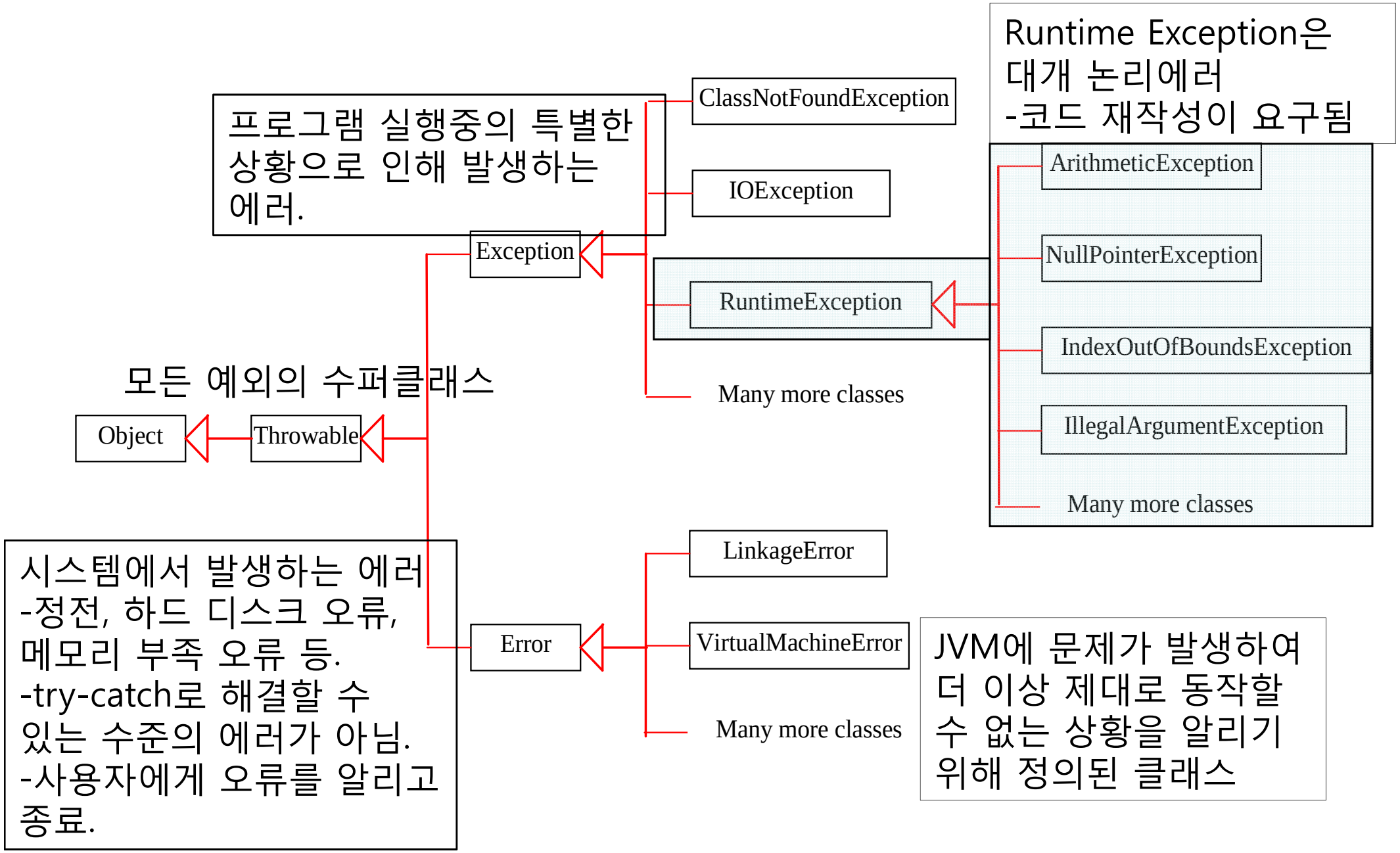
Error
너무 심각해서 할 수 있는 방법이 없음 → 통과

RuntimeException
프로그래밍 버그이므로 스스로 고쳐야 함 → 통과

Error나 RuntimeException이 아닌 예외
반드시 처리해야 함!! → 검사

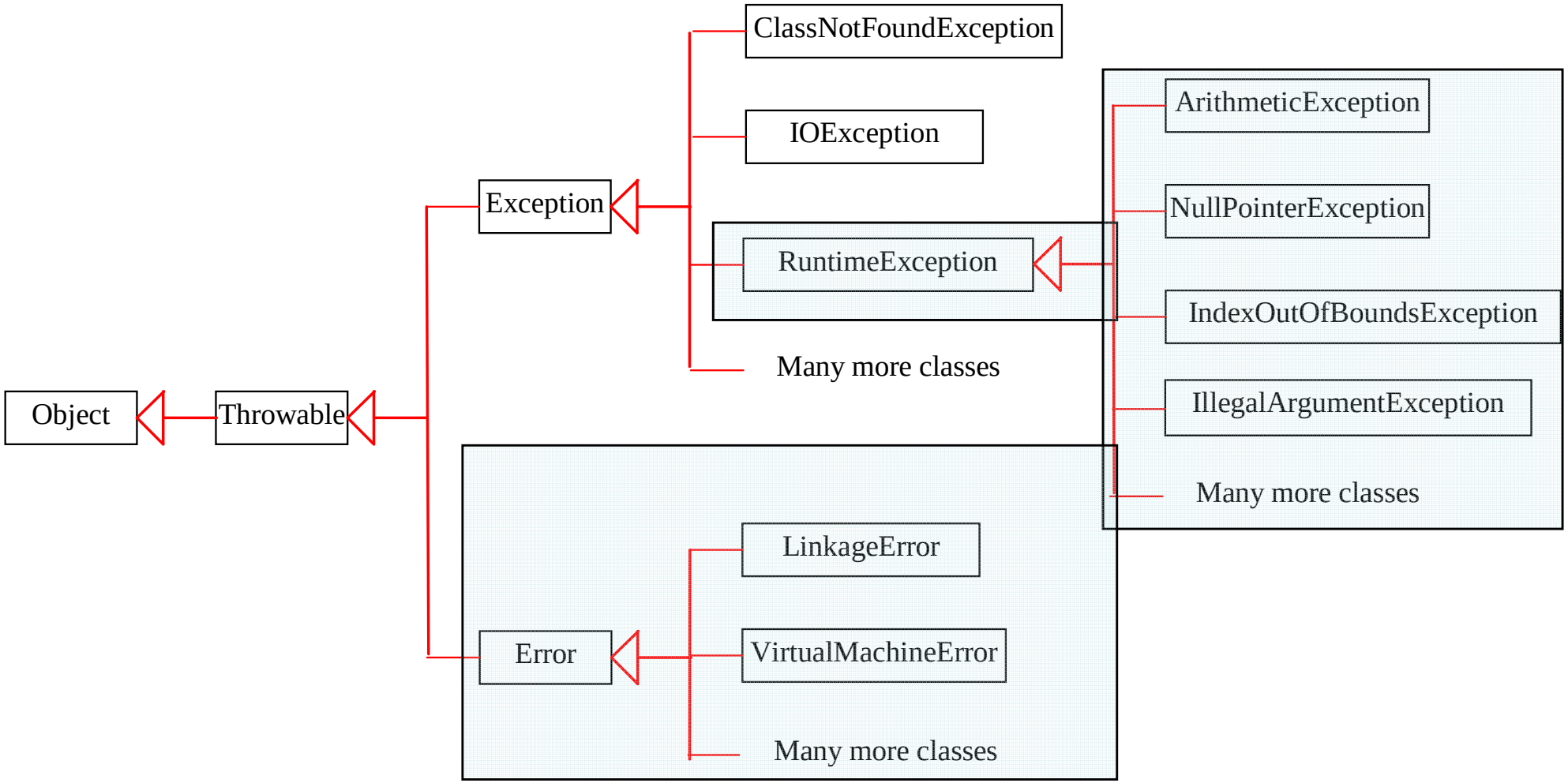


예외 클래스 계층도

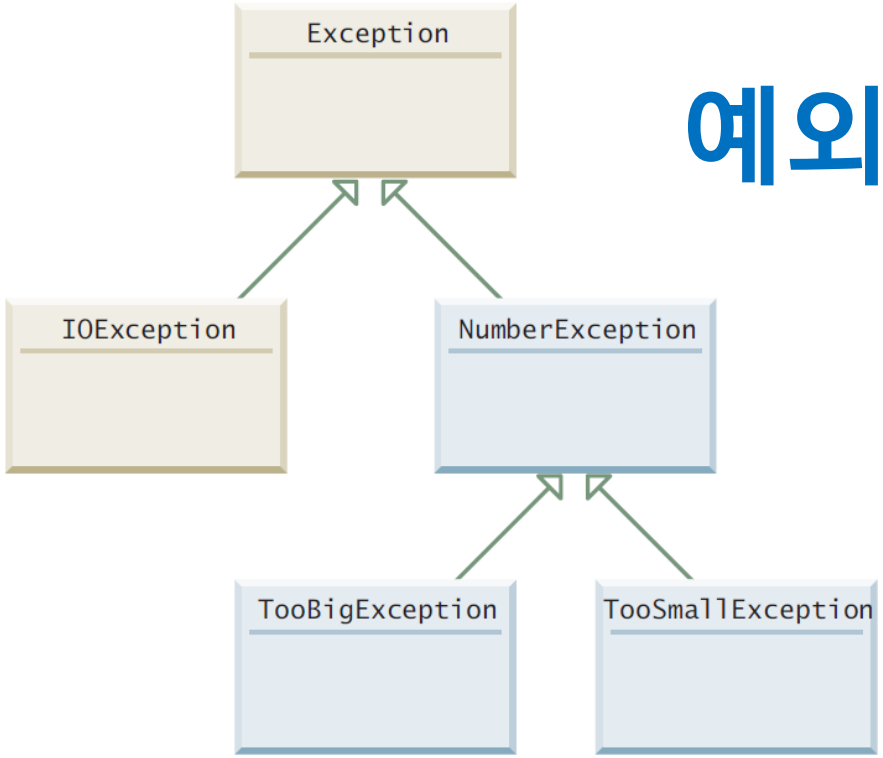

Runtime Exception은
대개 논리에러
-코드 재작성이 요구됨
프로그램 실행중의 특별한 상황으로 인해 발생하는 에러.
ClassNotFoundException
IOException
Exception
RuntimeException
ArithmeticException
NullPointerException
IndexOutOfBoundsException
IllegalArgumentException
Many more classes
Many more classes
모든 예외의 수퍼클래스
Object
Throwable
시스템에서 발생하는 에러
-정전, 하드 디스크 오류, 메모리 부족 오류 등.
-try-catch로 해결할 수 있는 수준의 에러가 아님.
-사용자에게 오류를 알리고 종료.
Error
LinkageError
VirtualMachineError
Many more classes
JVM에 문제가 발생하여 더 이상 제대로 동작할 수 없는 상황을 알리기 위해 정의된 클래스

Unchecked Exceptions

- Unchecked Exceptions
  - (try-catch나 throws를 통해)예외 처리를 하지 않아도 컴파일 가능
- Unchecked Exceptions외의 예외는 모두 적절한 예외처리를 해야 함
  - 체크 예외(checked exception)
  - 이 예외들을 적절한 처리를 하지 않는다면 컴파일 불가



예외와 다형성



1
```
try {  // 예외를 발생하는 메소드
   getInput();
}
catch(NumberException e) {

}
```

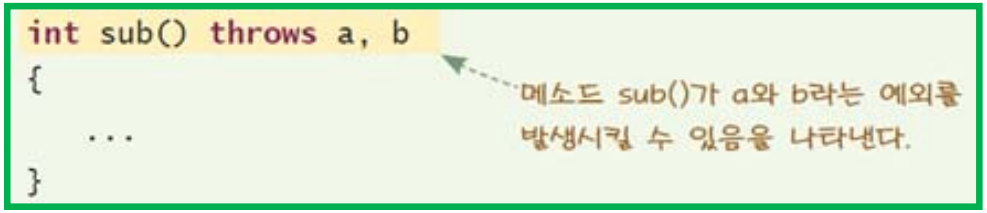
2
```
try {
   getInput();
}
catch(Exception e) {

}
```

3
```
try {
   getInput();
}
catch(TooSmallException e) {

}
catch(NumberException e) {

}
```

4
```
try {
   getInput();
}
catch(NumberException e) {

}
catch(TooSmallException e) {

}
```
컴파일에러

발생된 예외를 던지는(throws) 경우

- 발생된 예외를 직접 try-catch를 통해 처리하지 않고
- 자신을 호출한 메서드로 처리를 떠넘기는 경우
- 메서드 선언시 **throws** 키워드를 사용하여 발생 가능한 예외도 같이 선언



- 따라서 예외를 처리할려면, (a) 또는 (b)처럼

```
void p1() {
  try {
    p2();
  }
  catch (IOException ex) {
    ...
  }
}
```

(a)Catch

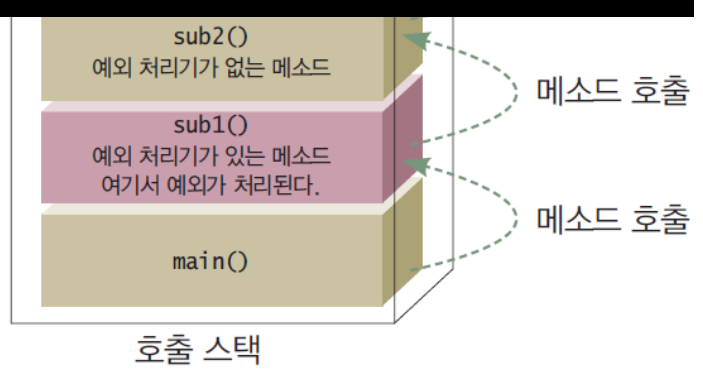
```
void p1() throws IOException {

  p2();

}
```

(b)Declare

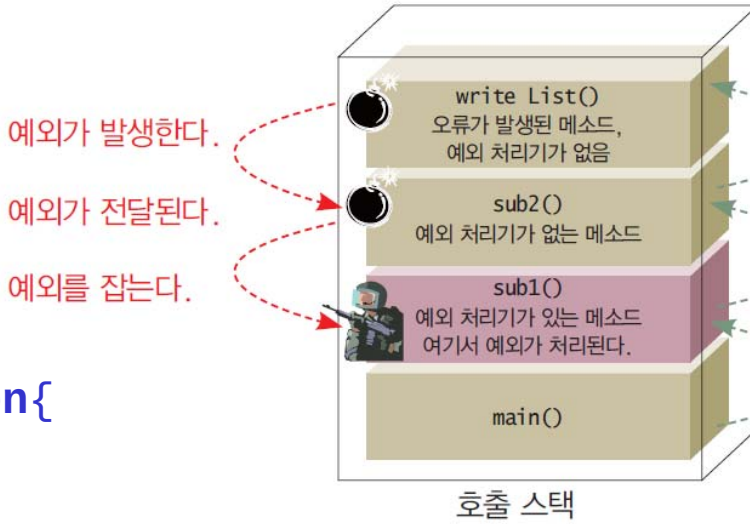
예외 처리 과정

예외가 발생하면 호출 스택을 거슬러가면서 예외 처리기(try-catch)가 있는 메소드를 찾는다.

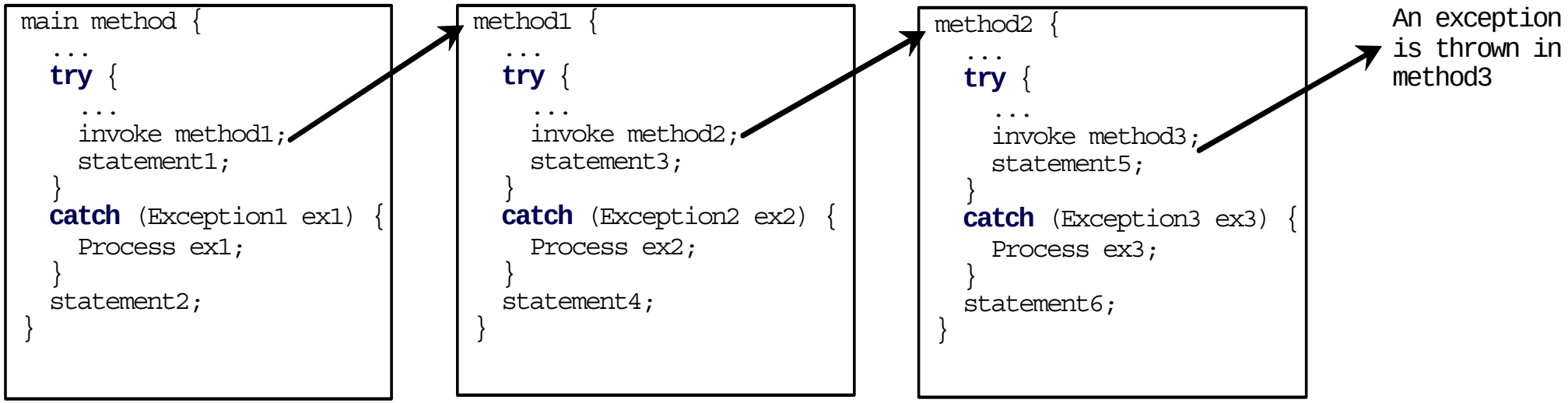
```
java.io.IOException
        at TryCatch.writeList(TryCatch.java:17)
        at TryCatch.sub2(TryCatch.java:14)
        at TryCatch.sub1(TryCatch.java:8)
        at TryCatch.main(TryCatch.java:4)
```



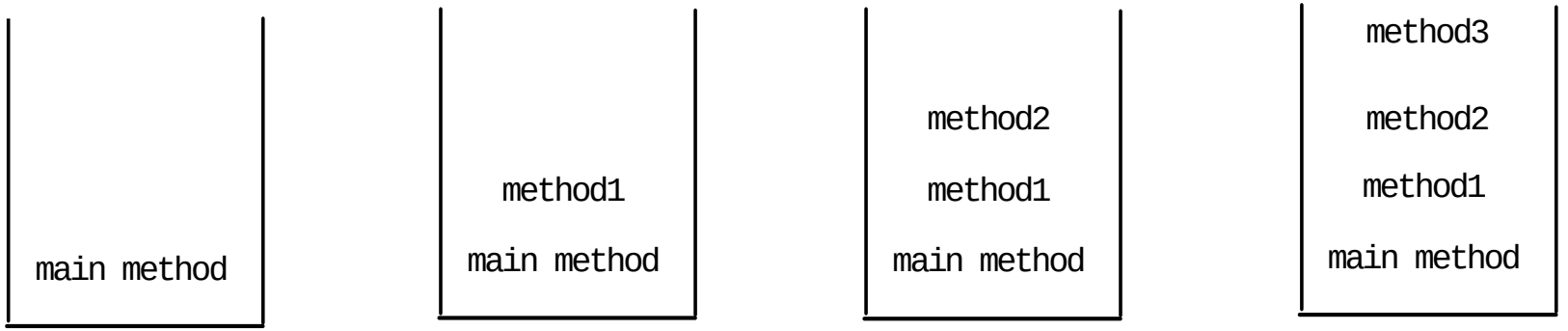

```
import java.io.IOException;
class TryCatch{
    public static void main(String [] arg
        sub1();
        …
    }
    public static void sub1(){// exception catcher
        try{
            sub2();
            …
        }catch(IOException ioe){
            ioe.printStackTrace();
        }
    }
    public static void sub2() throws IOException{
        writeList();
        …
    }
    public static void writeList() throws IOException{
        …//exception propagator
    }
}
```



Catching Exceptions



Call Stack



예제

```
01  public class Test {
02      public static void main(String[] args) {
03          System.out.println(readString());
04      }
05
06      public static String readString() {
07          byte[] buf = new byte[100];
08          System.out.println("문자열을 입력하시오:");
09          System.in.read(buf);
10          return new String(buf);
11      }
12  }
```

```
import java.io.IOException;

public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            System.out.println(readString());
        } catch (IOException e) {
            System.out.println(e.getMessage());<--여기서 예외가 처리된다.
            e.printStackTrace();
        }
    }

    public static String readString() throws IOException {
        byte[] buf = new byte[100];
        System.out.println("문자열을 입력하시오:");
        System.in.read(buf);
        return new String(buf);
    }
}
```

예외를 상위 메소드로 전달

read

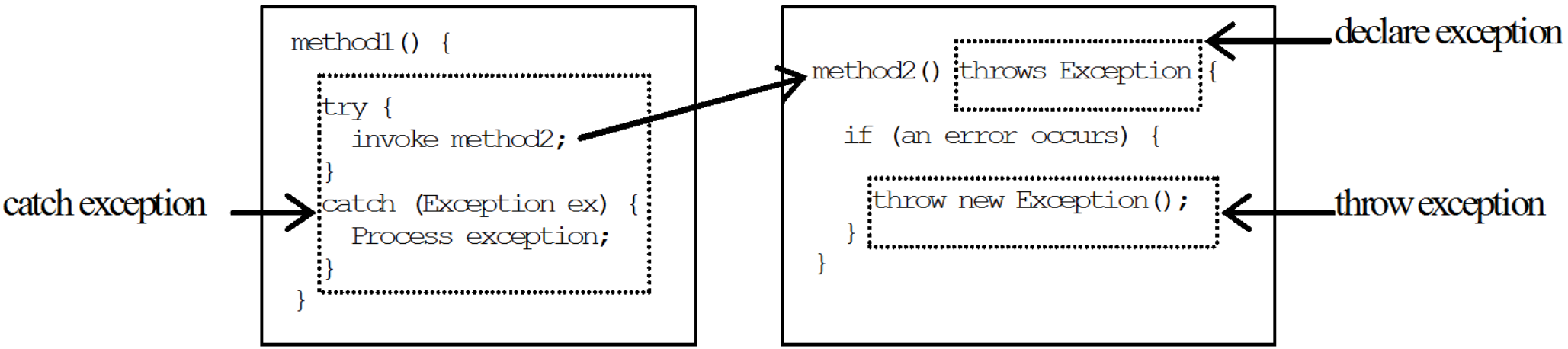
```
public abstract int read()
                    throws IOException
```

실행결과

```
Exception in thread "main" java.lang.Error: Unresolved compilation problem:
      Unhandled exception type IOException
      at Test.readString(Test.java:9)
      at Test.main(Test.java:3)
```

예외 생성

- 프로그램 실행도중 에러가 발생하면,
  - 그 에러에 적절한 예외 객체 생성
  - 생성한 객체를 throw
    - JVM에게 예외가 발생했음을 알리는 키워드



예외 생성 예제

```
throw new TheException();  //객체 생성 후 바로 알림

TheException ex = new TheException(); //예외 객체 생성 후 참조
throw ex; //예외 알림
```

```
/** Set a new radius */
 public void setRadius(double newRadius)
     throws IllegalArgumentException {
   if (newRadius >= 0)
     radius =  newRadius;
   else    //반지름이 음수라면
     throw new IllegalArgumentException(//예외생성 후 알림
       "Radius cannot be negative");
 }
```

사용자 정의 예외

- 가능하다면 이미 정의된 예외 클래스를 사용
- 정의된 클래스가 불충분하다면
  - 사용자가 예외 클래스 정의 가능
  - Exception 클래스를 상속하여 작성

```
public class MyException extends Exception {
      ...
}
```

예제

ExceptionTest1.java

```
01  class MyException extends Exception {
02     public MyException()
03     {
04        super( "사용자 정의 예외" ); //getMessage()를 통해 반환되는 String
05     }                              //getMessage() : 예외상황이 발생한 이유 반환
06  }                                                //Throwable 클래스로 부터 상속받음
07  public class ExceptionTest1 {
08     public static void main( String args[] )
09     {
10        try {
11        method1();
12        }
13        catch ( MyException e )
14        {
15           System.err.println( e.getMessage() + "\n호출 스택 내용:" ); //예외 객체 e의
16           e.printStackTrace();  //stack trace 출력          getMessage() 메서드 호출
17        }
18     }
19
20     public static void method1() throws MyException
21     {
22        throw new MyException();
23     }
24  }
```

실행결과

```
사용자 정의 예외
호출 스택 내용:
MyException: 사용자 정의 예외
        at ExceptionTest.method1(ExceptionTest.java:17)
        at ExceptionTest.main(ExceptionTest.java:5)
```

예외 사용시 주의 사항

- 예외를 사용하면 프로그램상 주처리 작업과 에러 처리 작업을 분리할 수 있음
  - 프로그램 수정을 쉽게하고, 가독성을 높여줌
- 그러나 예외 처리는 예외 객체를 새로 생성해야 하기 때문에 시간과 자원을 필요로 하게 됨
  - 따라서, 예측 불가능한 예외 상황을 처리할때만 사용하는 것을 권장
  - 예측이 가능한 단순한 상황에서는 예외로 처리하기 보다는 if문을 통해서 처리하는 것을 권장

예외 사용시 주의 사항 - 예제

따라서 아래와 같이 충분히 예측가능한 예외는

```
try {
  System.out.println(refVar.toString());
}
catch (NullPointerException ex) {
  System.out.println("refVar is null");
}
```

는 아래와 같이 if문을 통해 처리하는 것이 낫다.

```
if (refVar != null)
  System.out.println(refVar.toString());
else
  System.out.println("refVar is null");
```