6/30

8장
자바 API 패키지, 예외처리, 모듈

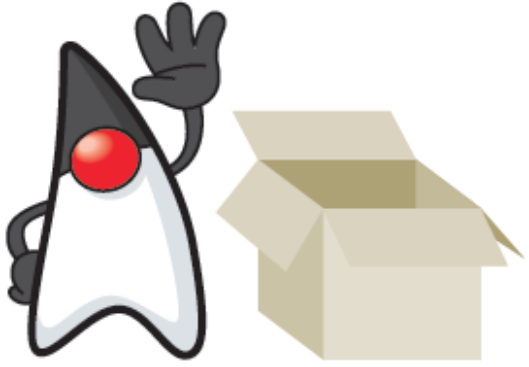
시험범위 x

박숙영

blue@sookmyung.ac.kr

8장의 목표

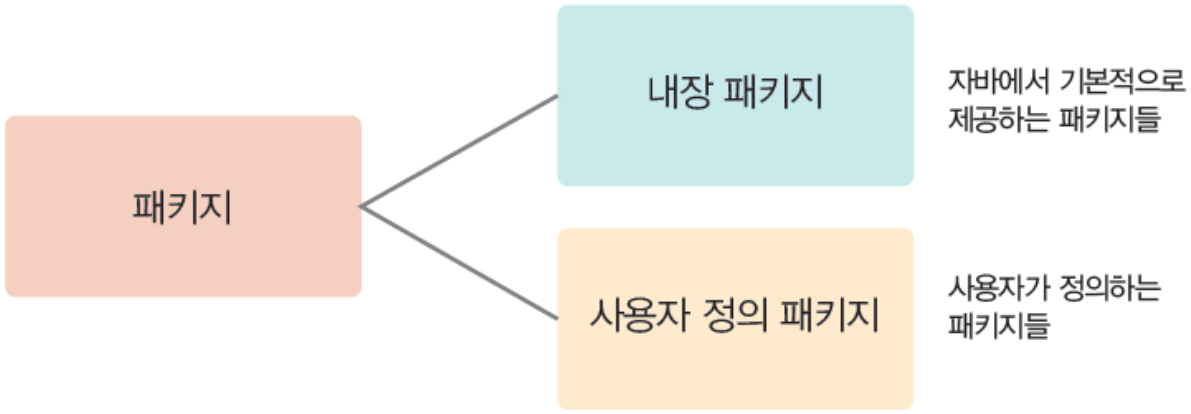
1. 관련된 클래스들을 패키지로 묶을 수 있나요?
2. 외부 패키지들을 불러와서 패키지 안에 포함된 클래스들을 사용할 수 있나요?
3. 자바의 기본 패키지와 유틸리티 패키지 안의 클래스의 사용법을 파악하고 있나요?
4. String 클래스를 이용하여 문자열을 처리할 수 있나요?
5. 자바 프로그램에서 나타나는 오류들을 우아하게 처리할 수 있나요?



패키지(package)

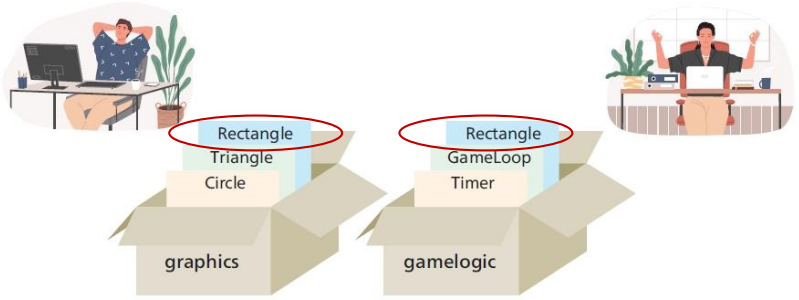
- 관련있는 클래스들을 하나로 묶은 것

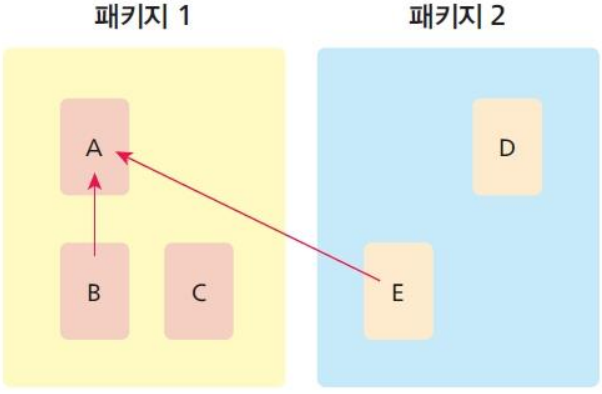
- 패키지의 종류



왜 패키지가 필요할까?

- 패키지를 이용하면 서로 관련된 클래스들을 하나의 단위로 모을 수 있다.
- 패키지를 사용하는 중요한 이유 중 하나는 "**이름공간(name space)**" 때문이다.
  - 동일한 이름의 클래스가 각 다른 패키지에 속할 수 있으므로 **이름 충돌을 방지**할 수 있다.
- 패키지를 이용하여 세밀한 접근 제어를 구현할 수 있다. 패키지 안의 클래스들은 패키지 안에서만 사용이 가능하도록 선언될 수 있다.





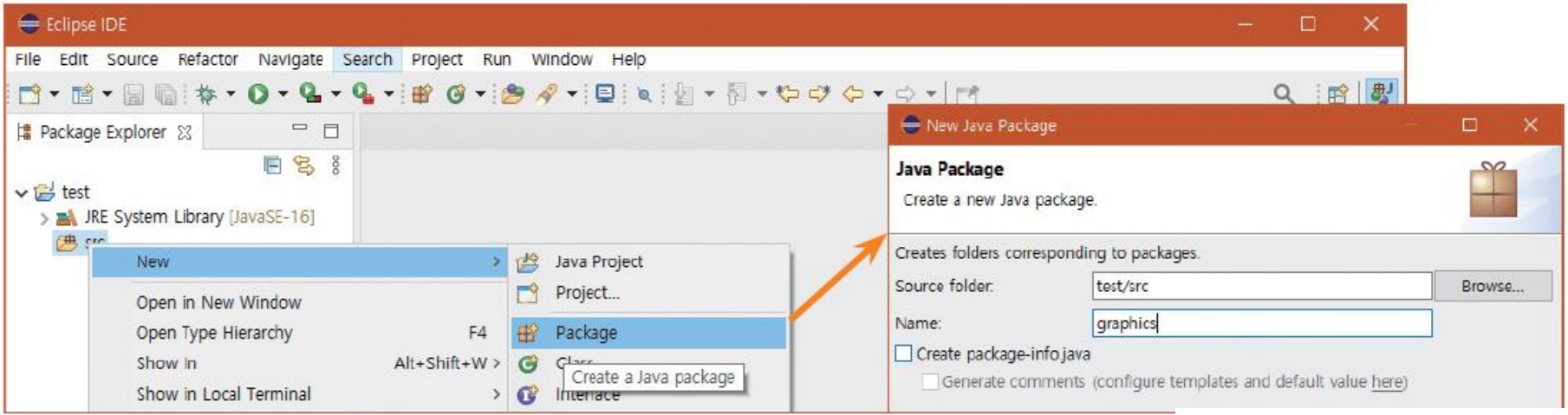
패키지 선언하기

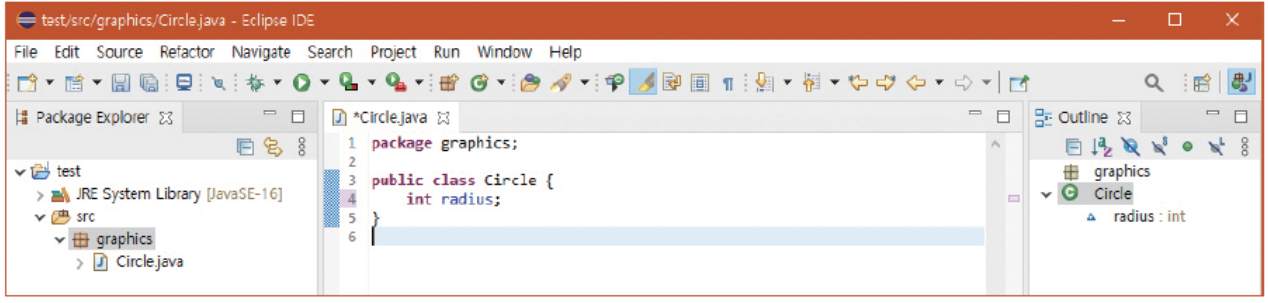
Circle.java

```
01  package graphics;
02
03  public class Circle {
04      double radius;
05  }
```

첫줄에 명시!

이클립스에서 패키지 만들기






```
D:\test\
    ---> src\
        ---> graphics\
            ---> Circle.java
```

```
D:\test\
    ---> bin\
        ---> graphics\
            ---> Circle.class
```

패키지 사용하기

- 완전한 이름으로 참조한다. 완전한 이름이란 패키지 이름이 클래스 앞에 붙은 것이다.

```
graphics.Rectangle myRect = new graphics.Rectangle();
```

- 패키지 안에서 우리가 원하는 클래스만을 포함한다.

```
import  graphics.Rectangle;
```

```
Rectangle myRect = new Rectangle();
```

- 패키지 안의 모든 클래스를 포함한다.

```
import graphics.*;              // 패키지의 모든 클래스 포함
```

```
Rectangle myRect = new Rectangle();
```

계층 구조의 패키지 포함하기

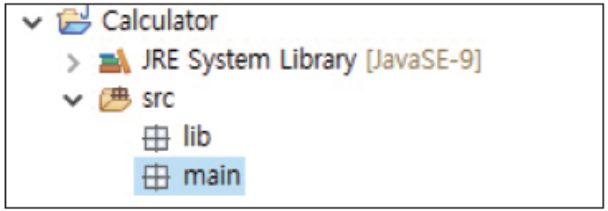
- 예를 들어서 java.awt.*를 포함시키면 java.awt 아래에 있는 패키지, 즉 java.awt.font와 같은 패키지가 자동으로 포함될 거라고 생각하기 쉽다.
- 그러나 java.awt.font 패키지는 자동으로 포함되지 않는다. 다음과 같이 별도로 포함하여야 한다.

↳ 독립적이다! 서로 별개의 공간
파일시스템에서는 하위폴더로 들어가서 포함관계로 보임

```
import java.awt.*;          // java.awt 패키지의 클래스 포함
import java.awt.font.*;     // java.awt.font 패키지의 클래스 포함
```

예제: 이클립스로 패키지 만들고 사용하기

1. 이클립스로 패키지를 만드는 방법을 학습해보자. 먼저 Calculator라는 프로젝트를 만든다. 이어서 src 폴더 위에서 마우스 오른쪽 버튼을 눌러서 [New] → [Package]를 선택하고 lib와 main 패키지를 각각 생성한다.



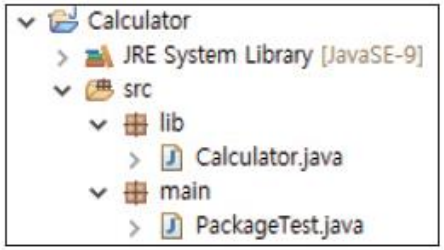
2. lib 패키지 위에서 마우스 오른쪽 버튼을 눌러서 [New] → [Class]를 선택하고 Calculator 클래스를 추가한다. 그리고 다음과 같이 입력한다. 첫 번째 문장은 자동으로 생성된다.

Calculator.java

```
01  package lib;
02
03  public class Calculator {
04     public int add(int a, int b) {
05        return a + b;
06     }
07  }
```

예제: 이클립스로 패키지 만들고 사용하기

3. main 패키지 위에서 마우스 오른쪽 버튼을 눌러서 [New] → [Class]를 선택하고 PackageTest 클래스를 추가한다.



PackageTest.java

```
01  package main;
02  import lib.*;
03
04  public class PackageTest {
05     public static void main(String args[]) {
06        Calculator obj = new Calculator();
07        System.out.println(obj.add(100, 200));
08     }
09  }
```

```
300
```

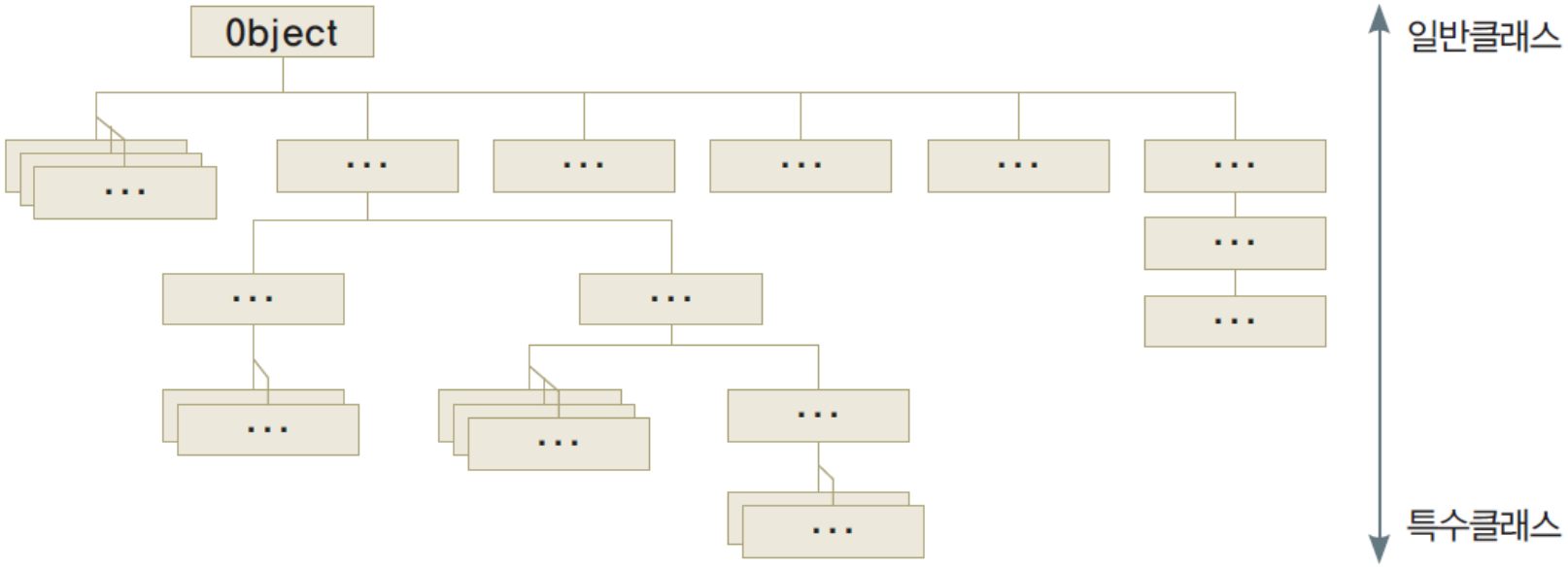
자바 API 패키지

패키지	설명
java.applet	애플릿을 생성하는 데 필요한 클래스
java.awt	그래픽과 이미지를 위한 클래스
java.io	입력과 출력 스트림을 위한 클래스
java.lang	자바 프로그래밍 언어에 필수적인 클래스
java.math	수학에 관련된 클래스
java.net	네트워킹 클래스
java.nio	새로운 네트워킹 클래스
java.security	보안 프레임워크를 위한 클래스와 인터페이스
java.sql	데이터베이스에 저장된 데이터를 접근하기 위한 클래스
java.util	날짜, 난수 생성기 등의 유틸리티 클래스
javax.imageio	자바 이미지 I/O API
javax.net	네트워킹 애플리케이션을 위한 클래스
javax.swing	스윙 컴포넌트를 위한 클래스
javax.xml	XML을 지원하는 패키지

import하지 않고 쓸수있음

Object 클래스

- java.lang 패키지에 들어 있으며
- 자바 클래스 계층 구조에서 맨 위에 위치하는 클래스



Object의 메소드

하위에서 재정의 → 동적바인딩

- public boolean equals(Object obj) : obj가 이 객체와 같은지를 검사한다.
- public String toString() : 객체의 문자열 표현을 반환한다.
- protected Object clone() : 객체 자신의 복사본을 생성하여 반환한다.
- public int hashCode() : 객체에 대한 해쉬 코드를 반환한다. → 객체가 같은지 안같은지
- protected void finalize() : 가비지 콜렉터에 의하여 호출된다.
- public final Class getClass() : 객체의 클래스 정보를 반환한다.

getClass()

- getClass()는 객체가 어떤 클래스로 생성되었는지에 대한 정보를 반환한다.

CircleTest.java

```
01  class Circle {   }
02  public class CircleTest {
03     public static void main(String[] args) {
04        Circle obj = new Circle();
05        System.out.println("obj is of type " + obj.getClass().getName());
06        System.out.println("obj의 해쉬코드=" + obj.hashCode());
07     }
08  }
```

```
obj is of type test.Circle
obj의 해쉬코드=1554547125
```

toString()

- toString() 메소드는 객체의 문자열 표현을 반환

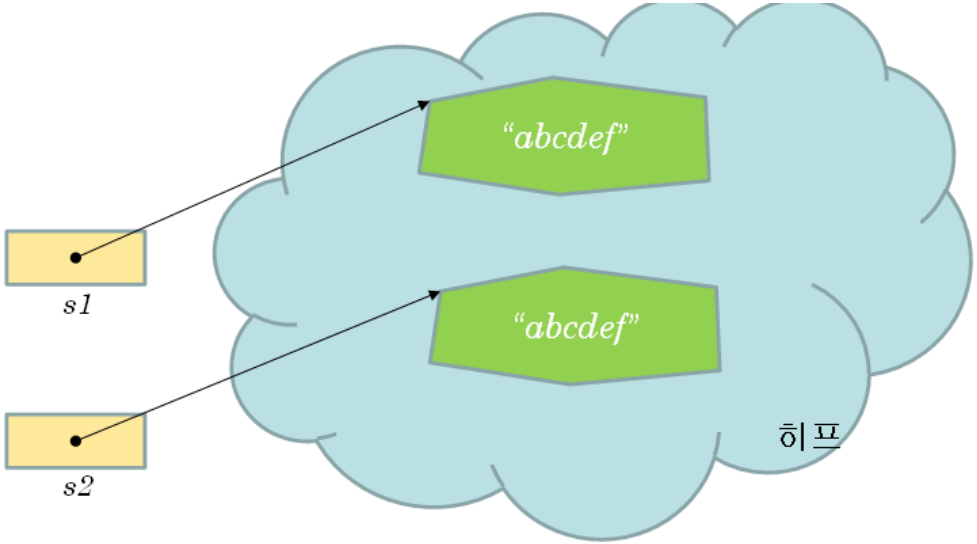
CircleTest.java

```
01  class Circle {
02     int radius;
03     public Circle(int radius) {          this.radius = radius;       }
04     public String toString() {           return "Circle(r="+radius+")";       }
05  }
06  public class CircleTest {
07     public static void main(String[] args) {
08        Circle obj = new Circle(10);
09        System.out.println(obj);
10     }
11  }
```

```
Circle(r=10)
```

equals() 메소드

- Object에서 제공되는 equals()는 == 연산자를 사용하여서 객체의 주소가 동일한지를 검사하여서 true 또는 false를 반환한다. 메모리 위치!!
- 하지만 객체에 대해서는 이것이 올바르지 않는 경우가 많이 있다.



equals() 메소드

CircleTest2.java

```
01  class Circle {
02     int radius;
03     public Circle(int radius) {          this.radius = radius;      }
04  }
05  public class CircleTest {
06     public static void main(String[] args) {
07        Circle obj1 = new Circle(10);
08        Circle obj2 = new Circle(10);
09        if( obj1 == obj2 ) System.out.println("2개의 원은 같습니다.");
10        else System.out.println("2개의 원은 같지 않습니다.");
11     }
12  }
```

2개의 원은 같지 않습니다.

equals() 메소드

CircleTest.java

```
01  class Circle {
02     int radius;
03     public Circle(int radius) {          this.radius = radius;      }
04     public boolean equals(Circle c1) {
05        if( radius == c1.radius ) return true;
06        else return false;
07     }
08  }
09  public class CircleTest {
10     public static void main(String[] args) {
11        Circle obj1 = new Circle(10);
12        Circle obj2 = new Circle(10);
13        if( obj1.equals(obj2) ) System.out.println("2개의 원은 같습니다.");
14        else System.out.println("2개의 원은 같지 않습니다.");
15     }
16  }
```

Object

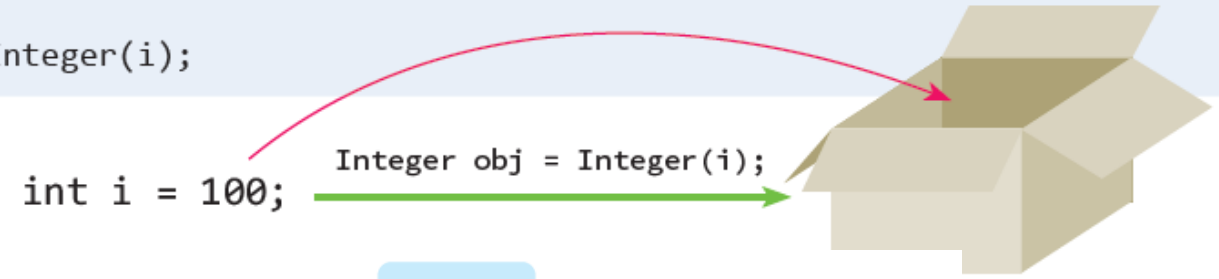
→ Object클래스의 메서드를 재정의하는 방식으로 변경

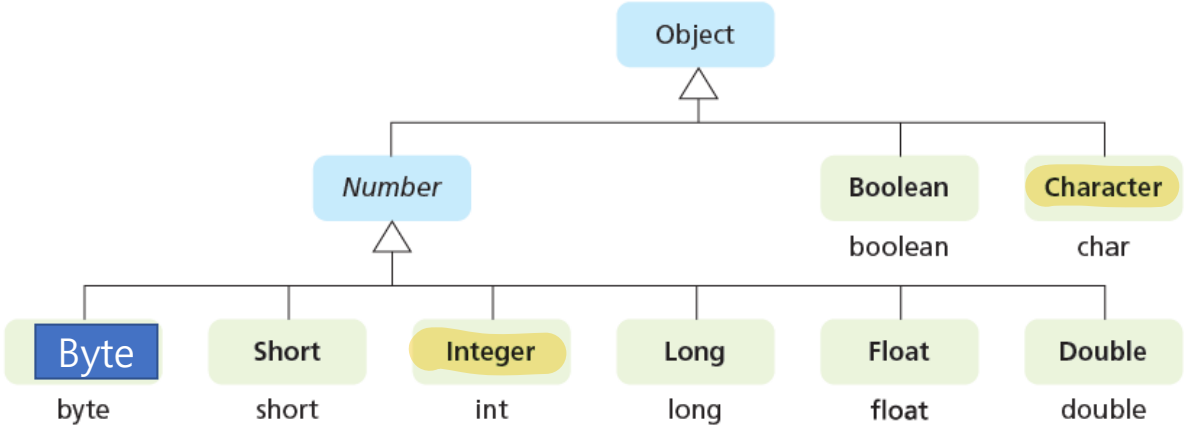
2개의 원은 같습니다.

랩퍼 클래스(Wrapper Class)

- 정수와 같은 기초 자료형도 객체로 포장하고 싶은 경우가 있다. 이때 사용되는 클래스가 랩퍼 클래스(Wrapper Class)이다.

```
int i = 100;
Integer obj = new Integer(i);
```





랩퍼 클래스의 메소드 (Integer 클래스의 예시)

클래스이름으로접근가능

반환값	메소드 이름	설명
static int	intValue()	int형으로 반환한다.
static double	doubleValue()	double형으로 반환한다.
static float	floatValue()	float형으로 반환한다.
static int	parseInt(String s)	문자열을 int형으로 변환한다.
static String	toBinaryString(int i)	int형의 정수를 2진수 형태의 문자열로 변환한다.
static String	toString(int i)	int형의 정수를 10진수 형태의 문자열로 변환한다.
static Integer	valueOf(String s)	문자열 s를 Integer 객체로 변환한다.
static Integer	valueOf(String s, in radix)	문자열 s를 radix진법의 Integer 객체로 변환한다.

랩퍼 클래스 메소드의 예

- 랩퍼 객체 안에 포장된 정수 100을 꺼내려면 intValue() 메소드 사용
  - `Integer obj = new Integer(100);`
  - `int value = obj.intValue(); // value는 정수 100`

  → 오토박싱으로 대체

- 만약 정수 100을 문자열로 변환하고 싶다면 Integer 클래스의 toString() 사용
  - `String s = Integer.toString(100); // s는 "100"`

  → 100+"" 로 대체가능

- 문자열 “100”을 정수 100으로 변환하려면 Integer 클래스의 `parseInt()` 사용
  - `int i = Integer.parseInt("100");`

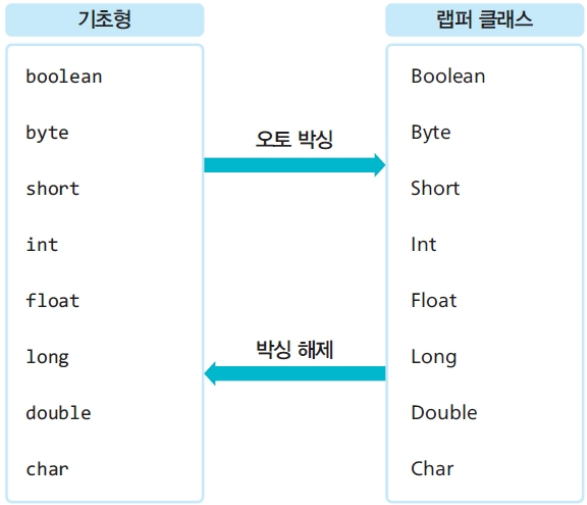
오토박싱

- 랩퍼 객체와 기초 자료형 사이의 변환을 자동으로 해주는 기능

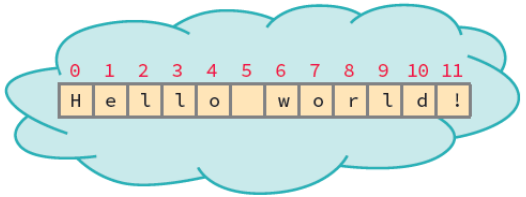
```
Integer obj;

obj = 10;                       // 정수 -> Integer 객체
System.out.println(obj + 1);    // Integer 객체 -> 정수
```

자동변환

양방향 오토박싱 가능!
→ IntValue() 생략이 없음



String 클래스



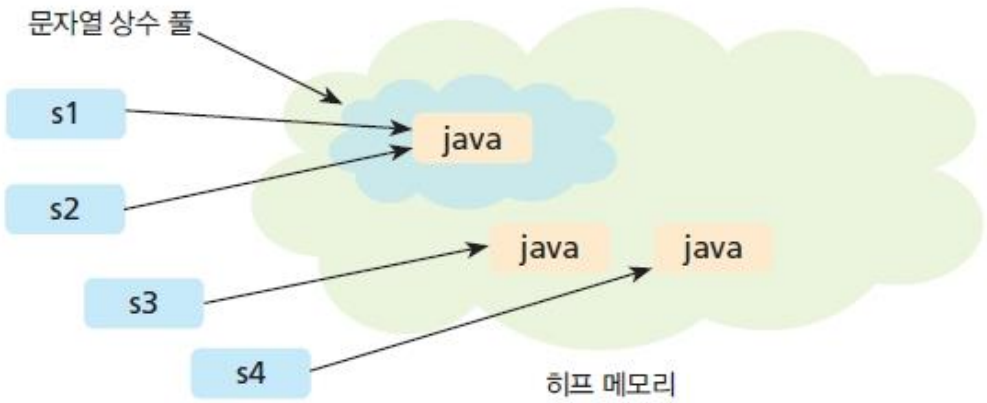
String 객체

- 문자열을 위한 클래스

메소드 요약	
char	**charAt**(int index) 지정된 인덱스에 있는 문자를 반환한다.
int	**compareTo**(String anotherString) 사전적 순서로 문자열을 비교한다. 앞에 있으면 −1, 같으면 0, 뒤에 있으면 1이 반환된다.
String	**concat**(String str) 주어진 문자열을 현재의 문자열 뒤에 붙인다.
boolean	**equals**(Object anObject) 주어진 객체와 현재의 문자열을 비교한다. 내용이 같으면
boolean	**isEmpty**() length()가 0이면 true를 반환한다.
int	**length**() 현재 문자열의 길이를 반환한다.
String	**toLowerCase**() 문자열의 문자들을 모두 소문자로 변경한다.
String	**toUpperCase**() 문자열의 문자들을 모두 대문자로 변경한다.

String 클래스

```
String s1 = "Java";   // (1) 많이 사용되는 방법
String s2 = "Java";
String s3 = new String("Java");      // (2) 원칙임
String s4 = new String("Java");
```



문자열의 기초 연산

배열에서의 length()는 속성

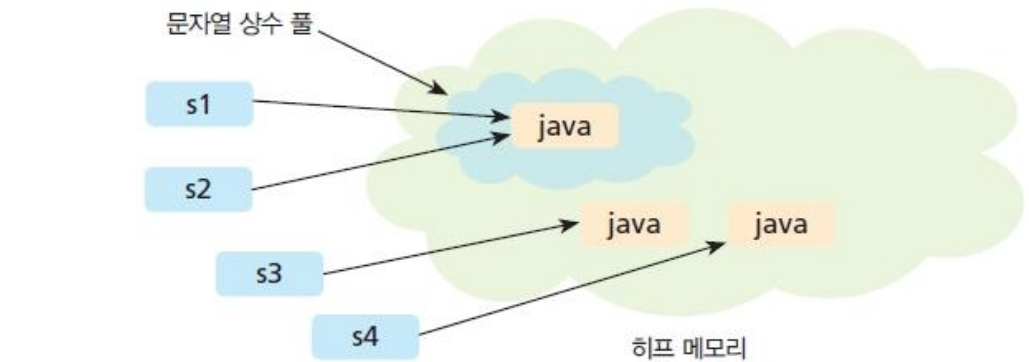
- String 클래스의 **length()** 메소드는 문자열의 길이를 반환한다.
  - String s = "Hello World!"; // 객체 생성
  - int size = s.length(); // 12가 반환됨

- String 객체 안에 들어 있는 문자를 추출하려면 **charAt()**이라는 메소드를 호출하면 된다. 문자 번호는 0부터 시작한다.
  - String s = "Hello World!"; // 객체 생성
  - char c = s.charAt(0); // 'H'가 반환된다.

- 자바에서 2개의 문자열을 붙이려면 물론 **concat()**라는 메소드를 호출하여도 되지만 + 연산자를 사용하는 것이 더 편리하다.
  - String result = "A chain" + " is only as strong" + "as its weakest link";

문자열 비교하기

```java
String s1 = "Java";                 // (1) 많이 사용되는 방법
String s2 = "Java";
String s3 = new String("Java");     // (2) 원칙임
String s4 = new String("Java");

System.out.println(s1.equals(s2));  // true, 올바른 방법
System.out.println(s1.equals(s3));  // true, 올바른 방법
System.out.println(s1==s2);         // true이지만 올바르지 않은 방법
System.out.println(s1==s3);         // false, 올바르지 않은 방법
```



문자열 안에서 단어 찾기

```
String s = "The cat is on the table";
int index = s.indexOf("table");

if(index == -1)
   System.out.println("table은 없습니다. ");
else
   System.out.println("table의 위치: " + index);
```

```
table의 위치: 18
```

```
int index = -1;
while(true){
    index = s.indexOf("on", index+1);
    if(index == -1) break;
    sysO("on 위치:" + index);
}
```

문자열을 단어로 분리할 때

- 예전에 자바에서 문자열을 단어들로 분리할 때는 StringTokenizer 클래스를 사용하였다.
- 하지만 최근 버전에서는 String 클래스가 제공하는 split() 메소드를 사용하면 훨씬 쉽게 문자열을 단어로 분리할 수 있다.

광배기초

```
String[] tokens = "I am a boy.".split(" ");
for (String token : tokens)
   System.out.println(token);
```

```
I
am
a
boy.
```

```
String[] tokens = "100,200,300".split(",");
for (String token : tokens)
   System.out.println(token);
```

```
100
200
300
```

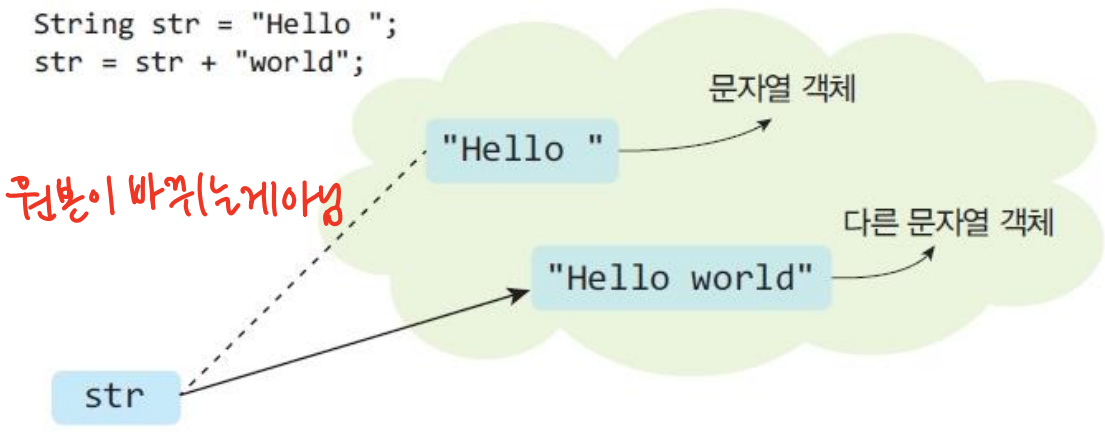
문자열 관련 추가 메소드

toLowerCase, replace, concat, → 기존문자열이 바뀌지 않음

- boolean contains(charSequence s)
  - S에 지정된 문자들을 포함하고 있으면 true 리턴
- String replace(Charsequence target, Charsequence replacement)
  - Target이 지정하는 일련의 문자들을 replacemen가 지정하는 문자들로 변경한 문자열 객체 리턴
- String substring(int beginIndex)
  - beginIndex 인덱스부터 시작하는 부분 문자열 반환
- String substring(int beginIndex, int endIndex)
  - beginIndex 인덱스부터 시작해서 endIndex 인덱스 까지의(endIndex 포함 안함) 부분 문자열 반환
- String trim()
  - 문자열 앞뒤의 공백 문자들을 제거한 문자열 객체 반환

StringBuffer 클래스

- String 클래스의 경우, 빈번하게 문자열을 변경할 때에는 비효율적이다.
- 왜냐하면 문자열의 내용을 변경하는 String 클래스 메소드의 경우, 새로운 String 객체를 생성하고 기존의 내용을 복사해야 하기 때문이다



StringBuffer 클래스

- 자바는 변경 가능한 문자열을 위하여 String 클래스의 대안으로 StringBuffer 클래스를 제공한다.

```
StringBuffer s = new StringBuffer("Happiness depends upon ourselves");
```

	String	StringBuffer
메모리 위치	String pool	heap
수정 여부	No(immutable)	Yes(mutable)
스레드 안전성	Yes	Yes
동기화 여부	Yes	Yes
성능	Fast	Slow

StringBuffer 클래스

- StringBuffer만이 제공하는 가장 중요한 메소드는 append()와 insert()이다. 이 두 메소드는 어떤 타입의 데이터도 받을 수 있도록 중복 정의되어 있다.

```
StringBuffer sb = new StringBuffer("Hello"); // 16바이트의 공간이 할당된다.
int length = sb.length();                    // 5
int capacity = sb.capacity();                // 21
```

```
StringBuffer sb = new StringBuffer("10+20=");
sb.append(10+20);
sb.insert(0, "수식 ");                        // sb= "수식 10+20=30"
```

Math 클래스

- Math 클래스는 지수나 로그, 제곱근, 삼각함수와 같은 기본적인 수치 연산을 위한 메소드들을 제공한다.

MathTest.java

```
01  public class MathTest {
02     public static void main(String[] args){
03        double x = Math.PI;
04        System.out.println(Math.sin(x));
05        System.out.println(Math.random());
06     }
07  }
```

```
1.2246467991473532E-16
0.8082738632799703
```

Random 클래스

- Random 클래스의 객체는 난수를 발생하는 데 사용된다.

RandomTest.java

```
01  import java.util.*;
02  public class RandomTest {
03     public static void main(String[] args)    {
04        Random random = new Random();
05        for (int i = 0; i < 10; i++)
06           System.out.print(random.nextInt(100)+",");
07     }
08  }
```

```
12,48,7,4,15,77,84,60,8,62,
```

Arrays 클래스

ArraysTest.java

```java
import java.util.*;

public class ArraysTest {
   public static void main(String[] args) {
      int[] array = { 9, 4, 5, 6, 2, 1 };
      Arrays.sort(array);                    // 배열을 정렬한다.
      printArray(array);
      System.out.println(Arrays.binarySearch(array,9)); // 9을 탐색한다.
      Arrays.fill(array,8);                  // 배열을 특정한 값으로 채운다.
      printArray(array);
   }
   private static void printArray(int[] array) {
      System.out.print("[");
      for(int i=0 ;i< array.length;i++)
            System.out.print(array[i]+" ");
      System.out.println("]");
   }
}
```

또는 toString

못찾으면 -1

```
[1 2 4 5 6 9 ]
5
[8 8 8 8 8 8 ]
```

Calendar 클래스

- Calendar 클래스는 추상 클래스로서 날짜와 시간에 대한 정보를 가지고 있고 특정 시각을 연도, 월, 일 등으로 변환하는 메소드도 가지고 있다.

CalendarTest.java

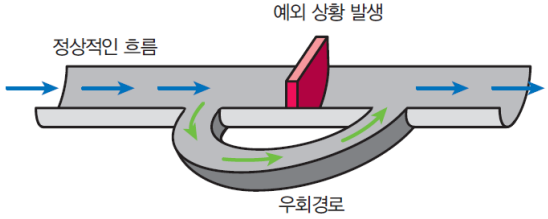
```
01  import java.util.*;
02
03  public class CalendarTest {
04     public static void main(String[] args) {
05        Calendar d = Calendar.getInstance();      // 객체 생성
06        System.out.println(d);
07        System.out.println(d.get(Calendar.YEAR)+"년");
08        System.out.println(d.get(Calendar.MONTH)+1 +"월");
09        System.out.println(d.get(Calendar.DATE)+"일");
10
11        d.set(Calendar.HOUR, 12);
12        d.set(Calendar.MINUTE, 34);
13        d.set(Calendar.SECOND, 0);
14        System.out.println(d);
15     }
16  }
```

싱글톤 패턴

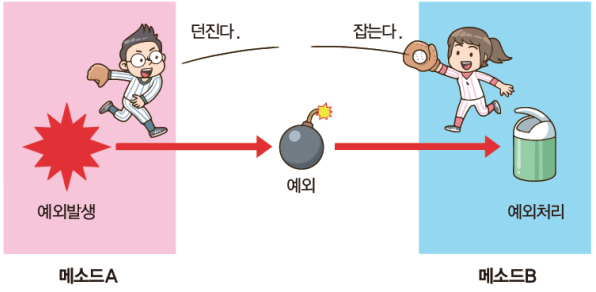

```
java.util.GregorianCalendar[time=1633217253036,...]
2021년
10월
3일
java.util.GregorianCalendar[...]
```

예외처리

- 오류가 발생했을 때 오류를 사용자에게 알려 주고 모든 데이터를 저장하게 한 후에 사용자가 우아하게(gracefully) 프로그램을 종료할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.



- 예외(exception)
  - 잘못된 코드, 부정확한 데이터, 예외적인 상황에 의하여 발생하는 오류
  - (예) 0으로 나누는 것과 같은 잘못된 연산이나 배열의 인덱스가 한계를 넘을 수도 있고, 디스크에서는 하드웨어 에러가 발생할 수 있다.



예외 발생 예제

DivideByZero.java

```
01  public class DivideByZero {
02      public static void main(String[] args) {
03          int result = 10 / 0;
04          System.out.println("나눗셈 결과: " + result);
05      }
06  }
```

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

try-catch 블록

Syntax: 예외 처리 구조

```
try {
    // 예외가 발생할 수 있는 코드
} catch (예외클래스 변수) {
    // 예외를 처리하는 코드

} finally {
    // 여기 있는 코드는 try 블록이 끝나면 무조건 실행된다.
}
```

생략이 가능하다.

```
try{
  int result = 10 / 20;
}
catch(Exception e){
  System.out.println("오류 발생");
}
finally {
  System.out.println("try/catch 통과");
}
```

예외가 발생하지 않은 경우

```
try{
  int result = 10 / 0;
}
catch(Exception e){
  System.out.println("오류 발생");
}
finally {
  System.out.println("try/catch 통과");
}
```

예외가 발생하는 경우

0으로 나누는 예외 처리

DivideByZeroOK.java

```
07  import java.util.Scanner;
08
09  public class DivideByZeroOK {
10      public static void main(String[] args) {
11          try {
12              int result = 10 / 0;    // 예외 발생!
13          } catch (ArithmeticException e) {
14              System.out.println("0으로 나눌 수 없습니다.");
15          }
16          System.out.println("프로그램은 계속 진행됩니다.");
17      }
18  }
```

컴파일러가 skip

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

```
0으로 나눌 수 없습니다.
프로그램은 계속 진행됩니다.
```

예외의 종류

예외

컴파일러

Error
너무 심각해서 할 수 있는 방법이 없음
→ 통과

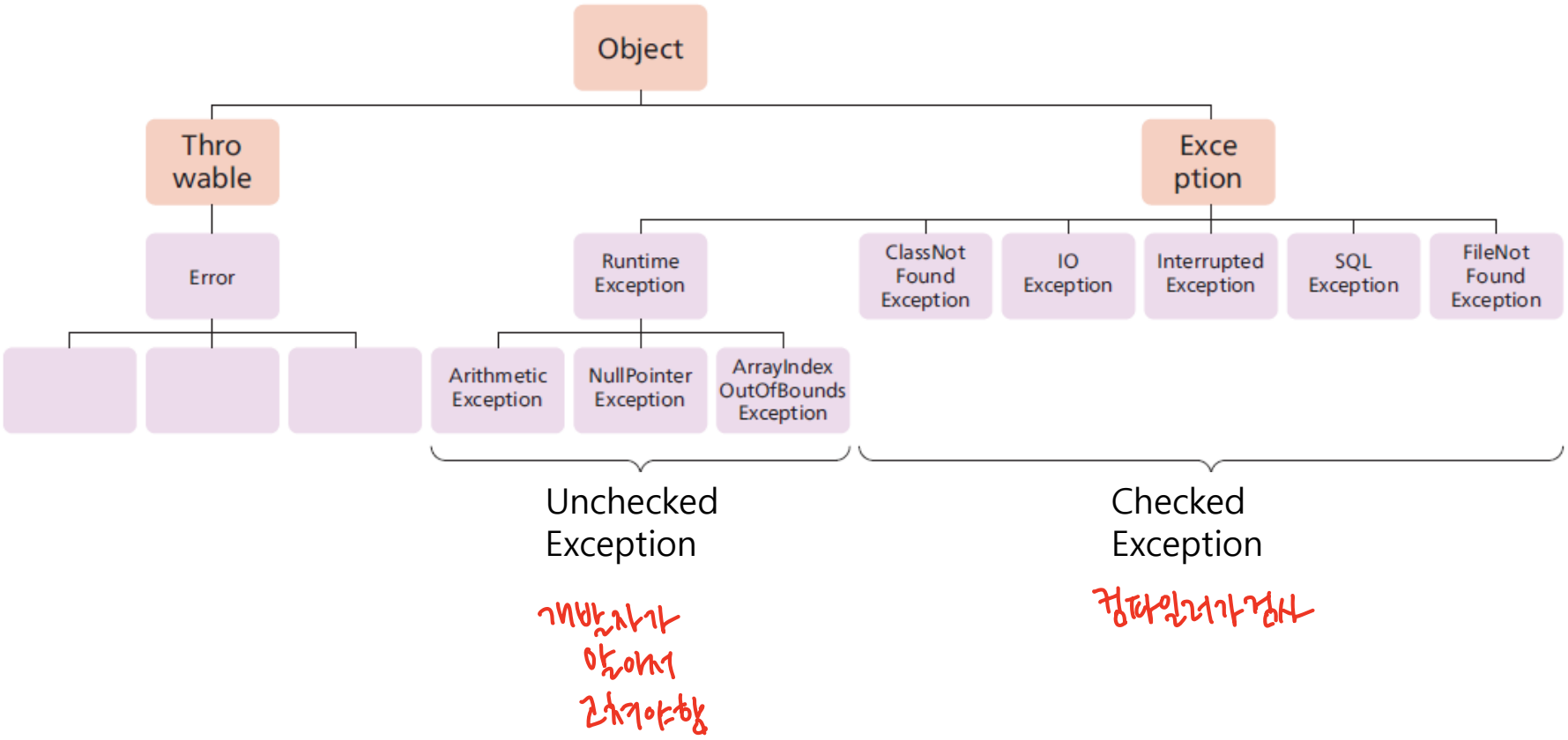
RuntimeException
프로그래밍 버그이므로 스스로 고쳐야 함
→ 통과

컴파일러 체크

Error나 RuntimeException이 아닌 예외
반드시 처리해야 함!!
→ 검사

프로그래머가

예외의 종류


Object
Thro wable
Exce ption
Error
Runtime Exception
ClassNot Found Exception
IO Exception
Interrupted Exception
SQL Exception
FileNot Found Exception
Arithmetic Exception
NullPointer Exception
ArrayIndex OutOfBounds Exception
Unchecked Exception
Checked Exception
개발자가 알아서 고쳐야함
컴파일러가 검사

RuntimeException

분류	예외	설명
Runtime-Exception	ArithmeticException	어떤 수를 0으로 나누는 경우
	NullPointerException	널 객체를 참조할 때 발생하는 경우
	ClassCastException	적절치 못하게 클래스를 형변환하는 경우
	NegativeArraySizeException	배열의 크기가 음수값인 경우
	OutOfMemoryException	사용 가능한 메모리가 없는 경우
	NoClassDefFoundException	원하는 클래스를 찾지 못하였을 경우
	ArrayIndexOutOfBoundsException	배열을 참조하는 인덱스가 잘못된 경우

CheckedException

분류	예외	설명
Checked-Exception	ClassNotFoundException	클래스가 발견되지 않을 때
	IOException	입출력 오류
	illegalAccessException	클래스의 접근이 금지되었을 때
	NoSuchMethodException	메소드가 발견되지 않을 때
	NoSuchFieldException	필드가 발견되지 않을 때
	InterruptedException	스레드가 다른 스레드에 의하여 중단되었을 때
	FileNotFoundException	파일을 찾지 못했을 때

예제: 배열 인덱스 예외 처리

이번에는 배열에서 인덱스가 배열의 크기를 벗어나는 경우에 발생되는 예외를 처리하여 보자. 예외의 이름은 ArrayIndexOutOfBoundsException이다. 이 예외를 처리해보자.

```
1 2 3 4 5 인덱스 5는 사용할 수 없네요!
```

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
06        try {
07           for (i = 0; i <= array.length; i++)
08              System.out.print(array[i] + " ");
09        } catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e) {
10           System.out.println("인덱스 " + i + "는 사용할 수 없네요!");
11        }
12     }
13  }
```

예제: 입력 예외 처리

다음과 같은 프로그램에서는 NumberFormat 예외가 발생할 수 있다. 이것을 처리하여 보자.

```
int num = Integer.parseInt("ABC");
System.out.println(num);
```

```
Exception in thread "main" java.lang.NumberFormatException:
```

다음과 같이 try-catch 구조를 사용하여서 예외를 처리할 수 있다.

ExceptionTest3.java

```
01  public class ExceptionTest3 {
02     public static void main(String args[]) {
03        try {
04           int num = Integer.parseInt("ABC");
05           System.out.println(num);
06        } catch (NumberFormatException e) {
07           System.out.println("NumberFormat 예외 발생");
08        }
09     }
10  }
```

try-with-resources 문장

- try-with-resources 문장은 문장의 끝에서 리소스들이 자동으로 닫혀지게 한다. try-with-resources 문장은 Java SE 7버전부터 추가되었다.

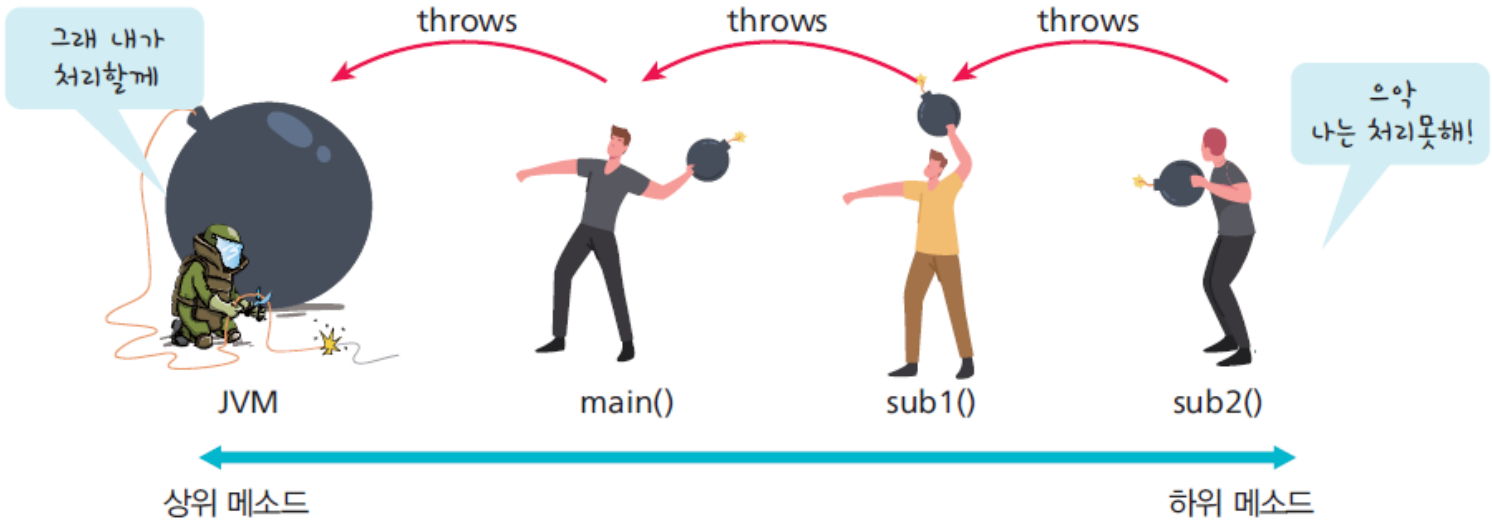
TryTest.java

```
01  import java.io.*;
02
03  public class TryTest {
04     public static void main(String args[]) {
05        try (FileReader fr = new FileReader("test.txt")) {
06           char[] a = new char[50];
07           fr.read(a);
08           for (char c : a)
09              System.out.print(c);
10        } catch (IOException e) {
11           e.printStackTrace();
12        }
13     }
14  }
```

괄호가 있으면 자원으로 취급한다.

예외를 떠넘기기

- 가끔은 메소드가 발생되는 예외를 그 자리에서 처리하지 않고, 자신을 호출한 상위 메소드로 예외를 전달하는 편이 더 적절할 수도 있다.



예외를 떠넘기기

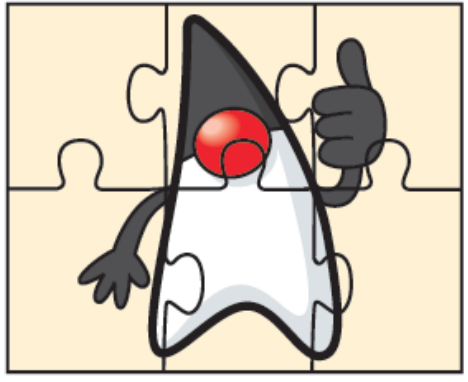
ExceptionTest.java

```
01 import java.io.*;
02
03 public class ExceptionTest {
04
05    public static void main(String args[]) throws IOException {
06       FileReader fr = new FileReader("test.txt");
07       char[] a = new char[50];
08       fr.read(a);
09       for (char c : a)
10          System.out.print(c);
11    }
12 }
```

입출력 예외가 발생하면 상위 메소드로 예외를 던져서 처리하겠다는 의미이다.

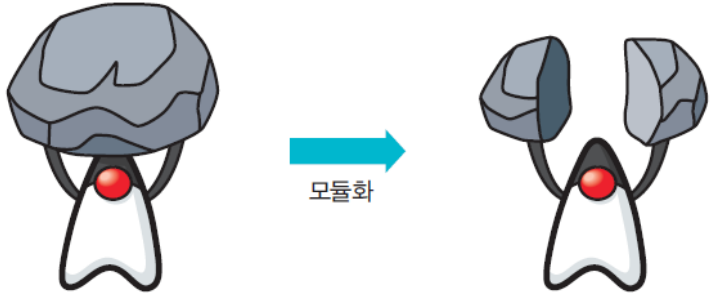
모듈

- 자바 모듈(module)은 여러 가지 자바 패키지들을 하나의 단위(모듈)에 포장할 수 있는 메커니즘이다. 자바 플랫폼 모듈 시스템(JPMS: Java Platform Module System)은 직쏘 프로젝트의 결과물로서 Java 9 버전의 주요 변경 사항이다. 이전 버전의 자바에는 모듈 개념이 없었기 때문에 애플리케이션의 크기가 커지고 이동하기 어려웠다. 자바 API 자체도 크기가 너무 무거워서 Java 8에서 rt.jar 파일 크기는 약 64MB나 되었다.



직쏘 프로젝트

- 직쏘(Jigsaw) 프로젝트는 2008년에 시작되어서 2017년에 완료된 OpenJDK의 프로젝트이다.
- 구체적으로 자바 API를 모듈로 분리하여서 소형 컴퓨팅 장치에서도 사용하도록 축소하는 것이었다. 그동안에는 기존에는 자바 API의 일부분만 배포할 수가 없었다. 즉 애플리케이션이 사용하지 않더라도 무조건 rt.jar 파일(XML, SQL, Swing 등이 포함되어있다)이 항상 같이 배포되었다. 따라서 메모리가 작은 임베디드 장치의 경우, 자바를 실행하기가 쉽지 않았다.



모듈화의 장점

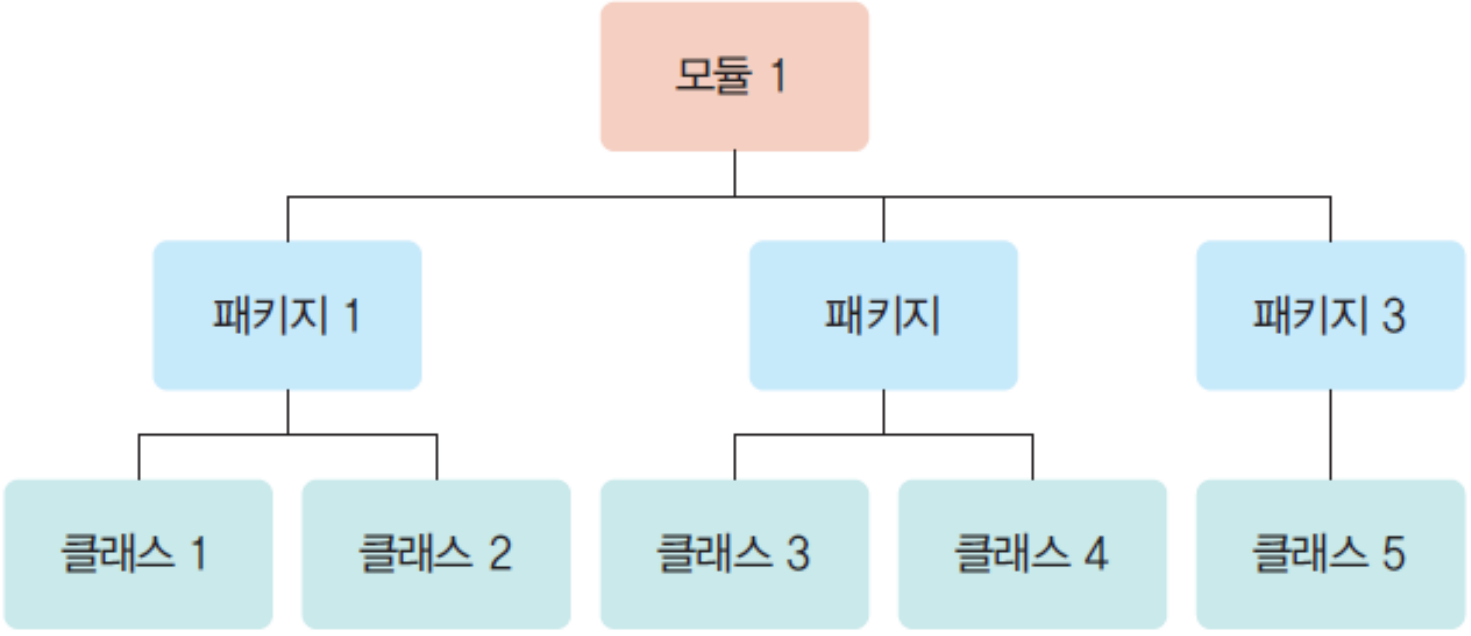
자신이 필요한 모듈만 골라서 실행 파일로 묶을 수 있다.

자바 모듈은 외부로 노출되는 패키지와 노출되지 않는 패키지를 지정할 수 있다. 노출되지 않은 패키지는 다른 자바 모듈에서 사용할 수 없다. 이러한 패키지는 자바 모듈에서 내부적으로만 사용할 수 있다. 패키지 레벨에서도 캡슐화가 가능하다.

Java 9 이상부터는 자바 애플리케이션은 모듈로 패키징해야 한다. 애플리케이션은 자신이 필요한 모듈을 미리 지정하여야 한다. 따라서 자바 가상 머신(JVM)은 시작할 때 애플리케이션 모듈에서 전체 모듈 종속성 그래프를 확인할 수 있다. 시작 시 필요한 모듈이 없으면 JVM은 누락된 모듈을 보고하고 종료한다. Java 9 이전에는 애플리케이션이 실제로 누락된 클래스를 사용하려고 시도할 때까지, 누락된 클래스가 감지되지 않았다.

모듈의 개념

- 모듈은 하나 이상의 자바 패키지로 이루어진다. 모듈은 패키지의 상위 개념이다.



모듈의 개념

- 모듈에서는 지정된 패키지를 요구할 수도 있고, 자신이 가진 패키지를 남들이 사용할 수 있도록 허가할 수도 있다. 이것은 모듈마다 하나씩 있어야 하는 module-info.java에서 지정한다.

module-info.java

```
module com.example {
    exports com.example;
    requires java.base;
}
```