

Collections, Generic

514760
2025년 봄학기
5/8/2025
박경신

자료 구조

□ 자료 구조(data structure)

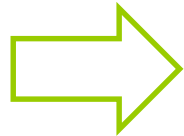
- 자료들이 저장되고 사용되는 방식
- 즉, 정해진 방식에 따라 자료를 저장하고, 자료간 관계를 정하고, 이를 효과적으로 사용할 수 있는 방법을 정함
- 자바에서는 자료 구조를 지원하는 다양한 클래스 제공
 - 저장 방식의 다양성
 - 자료를 순서대로 저장
 - 키(key)와 값(value)으로 저장
 - 계층 형으로 저장
 - 사용법도 다름
- 특히 자료가 많을 때 관리를 용이함
- 배열을 제외한 자바의 자료 구조들은 모두 메모리가 허용하는 한 저장할 수 있는 자료의 개수에 제한을 두지 않음

자료구조	설명	명칭	관련 자바 클래스
순서에 따른 구조	자료를 순서에 따라 연결하는 구조, 인덱스(index)로 자료를 읽을 수 있음	배열(Array), 리스트(List)	배열, Vector, ArrayList, LinkedList, Stack, Queue
키에 따라 읽는 구조	고유 Key에 대응해서 자료가 연동되는 구조. 키가 서로 중복 되지 않아야 함. 키를 인덱스로 삼아 자료를 읽기	맵(Map), 딕셔너리(Dictionary)	HashMap, TreeMap, Hashtable, Properties
집합 구조	자료를 순서 없이 저장. 동일한 자료는 한 개만 존재하고, 중복 허용 않음. 수학의 집합과 유사함	집합(Set)	HashSet, TreeSet
계층에 따라 읽는 구조	자료가 하위 자료를 가지는 계층적 구조. 연결 경로에 따라 자료를 저장하고 이동하여 읽을 수 있음	트리(Tree), 그래프(Graph)	TreeSet, TreeMap

자료 구조의 필요성

- 자료 구조를 이용하면 관련 있는 자료들을 동일한 변수 이름으로 체계적으로 저장하고 사용할 수 있음
- 배열을 이용해서 같은 변수 이름으로 여러 개의 자료를 저장하고 인덱스를 이용해서 각 자료에 접근 가능
 - 여러 개의 변수 대신 배열과 반복문을 이용하면 코드를 줄일 수 있음

```
int x0 = 1;  
int x1 = 2;  
int x2 = 3;  
int x3 = 4;  
int x4 = 5;
```



```
int[] x = new int[5];  
  
for (int i = 0; i < 5; i++) {  
    x[i] = i + 1;  
}
```

자료 구조의 필요성

□ 또 다른 예

- 공중파 TV 시청 프로그램을 작성한다고 가정

방송국	채널 번호
"SBS"	6
"KBS2"	7
"KBS1"	9
"EBS1"	10
"MBC"	11

- 변수로 관리

```
int SBS = 6;  
int KBS2 = 7;  
int KBS1 = 9;  
int EBS1 = 10;  
int MBC = 11;
```

자료 구조의 필요성

- ❑ 방송국 이름과 채널 번호를 나타내는 변수를 프로그래머가 연관시켜야 함
- ❑ 방송국 중 한 개를 이름과 채널 번호로 출력

```
System.out.printf("television networks: %s, channel number: %d\n", "SBS", SBS);
```

- ❑ 전체 출력

```
System.out.printf("television networks: %s, channel number: %d\n", "SBS", SBS);
```

```
System.out.printf("television networks: %s, channel number: %d\n", "KBS2", KBS2);
```

...

```
System.out.printf("television networks: %s, channel number: %d\n", "MBC", MBC);
```

자료 구조의 필요성

- ❑ 차라리 표를 프로그램에 저장해놓고, 방송국의 이름을 이용해서 채널 번호를 찾을 수 있도록 구현
- ❑ 방송국 이름을 인덱스처럼 사용할 수 있는 배열

```
// 자료구조에 방송국 이름과 채널 번호를 연관시켜 저장  
channels["SBS"] = 6;
```

```
// 방송국 이름을 이용해서 채널 번호를 찾아내서 화면에 출력  
System.out.printf("television networks: %s, channel number: %d\n",  
"SBS", channels["SBS"]);
```

자료 구조의 필요성

- ▣ 자바에서는 비슷한 형태로 사용하는 HashMap 자료 구조 제공

```
// channels["SBS"] = 6 과 비슷함  
channels.put("SBS", 6);
```

```
System.out.printf("television networks: %s, channel number: %d\n",  
"SBS", channels.get("SBS"));
```

자료 구조의 필요성

□ 자료 구조를 이용할 때의 장점

- 서로 자료가 연관되어 있을 때, 동일한 변수 이름 사용
 - 변수를 여러 개 사용할 때보다 가독성이 높고 코드 이해의 용이성
- 자료 항목 각각에 동일한 연산 또는 비슷한 연산을 처리하는 경우 반복문을 사용해서 코드를 줄이기 쉬움

자바 컬렉션 프레임워크

□ 자바 컬렉션 프레임워크

- Java Collections Framework

□ 컬렉션 구조

- 여러 개 객체 데이터를 묶어서 저장하고 처리할 수 있도록 해주는 자료 구조 클래스나 라이브러리 함수들을 통칭 해서 컬렉션(collections) 또는 컨테이너(containers)라고 부름
- 자바에서는 자료 구조에 해당되는 클래스들을 묶어서 자바 컬렉션 프레임워크(Java Collections Framework, 줄여서 JCF)라고 부름

컬렉션(collection)의 개념

□ 컬렉션

- 요소(element)라고 불리는 가변 개수의 객체들의 저장소
 - 객체들의 컨테이너라고도 불림
 - 요소의 개수에 따라 크기 자동 조절
 - 요소의 삽입, 삭제에 따른 요소의 위치 자동 이동
- 다양한 객체들의 삽입, 삭제, 검색 등의 관리 용이

□ 컬렉션은 크게 3가지로 분류 가능

- List는 자료를 순서대로 저장하고 저장된 순서에 따라 자료를 가져올 수 있음
 - 종류에 따라 중간에 데이터를 삽입하거나 삭제 가능
- Map은 키를 사용해서 값을 저장하거나 읽음
 - 정수 뿐만 아니라 다양한 자료형(참조형 포함)을 키로 사용 가능
- Set은 수학의 집합과 유사한 자료 구조
 - 순서 없고 중복된 자료 허용 안됨

컬렉션

자료 구조	구현 클래스	특징
List	ArrayList LinkedList	List는 순서가 있어서, 인덱스 사용해서 읽거나 수정 가능. Queue는 Linked list로 구현되어 있으며, 먼저 들어간 자료가 먼저 나옴. 순서가 정해지면 수정 불가.
Set	HashSet TreeSet LinkedHashSet	Set는 순서가 없어 인덱스 사용 불가. 자료 중복이 없다는 점에서 맵의 키와 같은 의미가 됨. 키로만 구성된 맵이라고 가정해도 됨.
Map	HashMap TreeMap LinkedHashMap	Key와 Value이 1:1 형태의 pair로 구성. Set와 마찬가지로 순서가 없어 인덱스를 이용해서 접근 불가.

배열과 컬렉션 비교

- 배열은 컬렉션 프레임워크에 속하지 않음
 - 기본형 저장 및 사용 가능
- 자바 컬렉션은 "객체(object)"만 요소로 가지는 자료 구조
 - 기본형을 사용할 수 없음

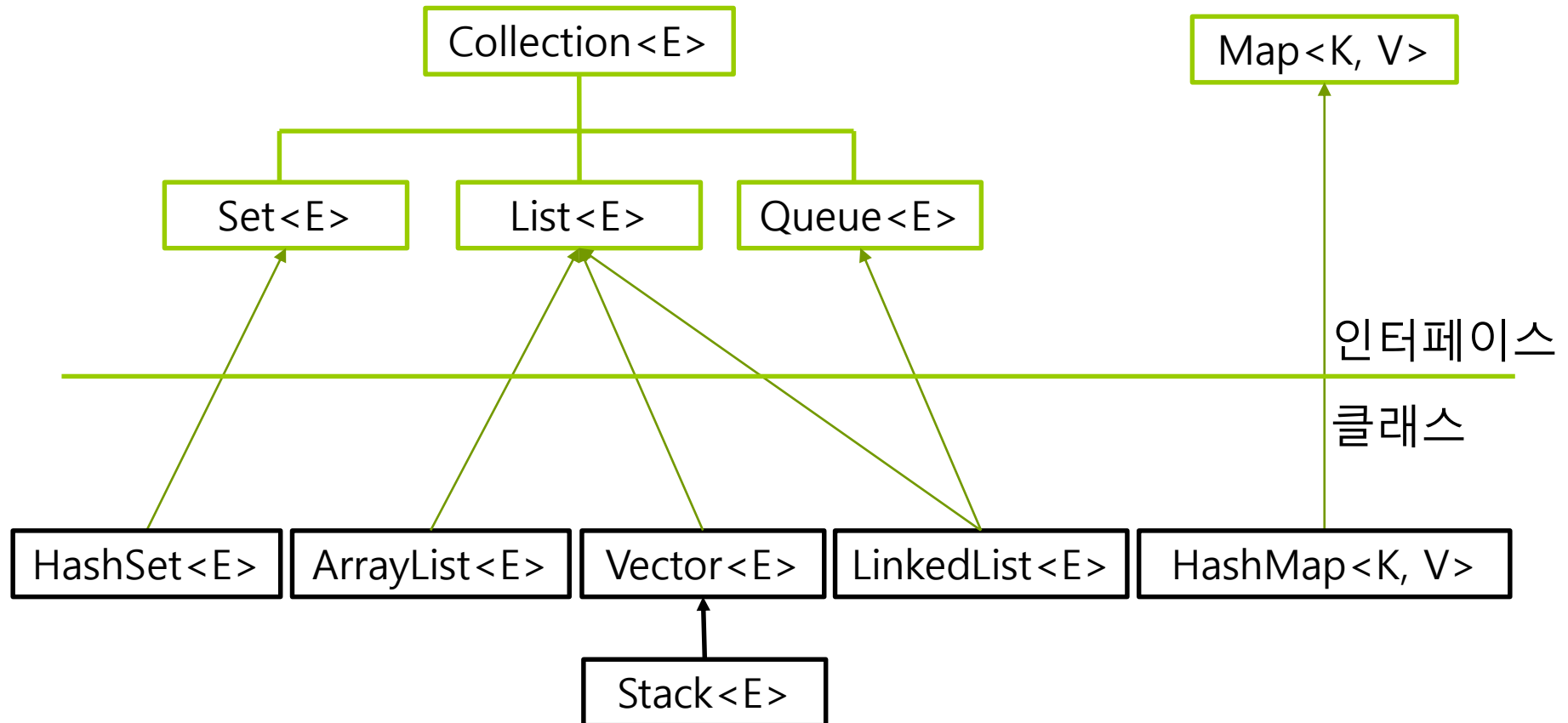
구분	컬렉션(Collection)	배열(Array)
기본형	기본형 사용 불가. 객체만 저장 및 사용 가능.	기본형과 객체 모두 사용 가능.
크기	실행 중에 늘어날 수 있음.	생성될 때 미리 정해짐. 크기 변경 불가.
사용성	정렬, 반복자 기능 등이 제공되는 것은 편리. 접근과 저장에 메소드를 이용하는 것은 불편함.	인덱스로 접근 가능한 편리. 정렬, 반복자 사용 불가(JCF의 Arrays를 사용해야 함).
성능	메모리는 적게 쓸 수 있지만, 성능은 상대적으로 떨어짐.	메모리는 많이 쓰지만(불필요하게 공간 할당되는 경우가 많음), 성능은 상대적으로 좋음.

Arrays와 Collections 클래스

- 배열과 컬렉션은 자체적으로 정렬(sort), 복사(copy), 검색(search) 같은 작업을 할 수 없음
- 자바의 컬렉션 프레임워크는 Arrays와 Collections 클래스에서 이러한 유틸리티 기능을 정적 함수 형태로 제공

클래스 구분	설명
Arrays	배열을 정렬, 복사, 검색하는 기능 제공
Collections	리스트, 큐, 세트 등 자바 컬렉션 클래스를 정렬, 복사, 검색하는 기능 제공

컬렉션을 위한 인터페이스와 클래스

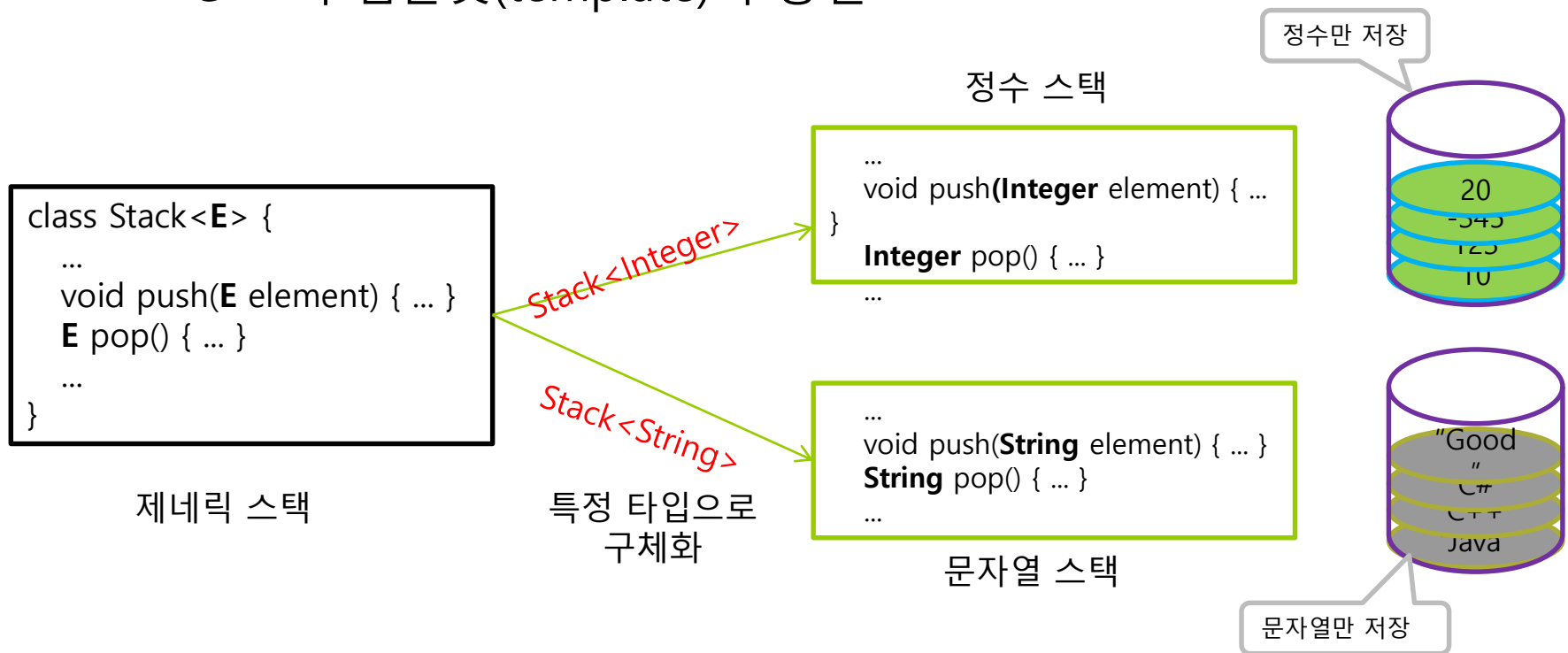


컬렉션과 제네릭

- 컬렉션은 제네릭(generics) 기법으로 구현됨
- 컬렉션의 요소는 객체만 가능
 - 기본적으로 int, char, double 등의 기본 타입 사용 불가
 - JDK 1.5부터 자동 박싱/언박싱 기능으로 기본 타입 사용 가능
- 제네릭
 - 특정 타입만 다루지 않고, 여러 종류의 타입으로 변신할 수 있도록 클래스나 메소드를 일반화시키는 기법
 - <E>, <K>, <V> : 타입 매개 변수
 - 요소 타입을 일반화한 타입
 - 제네릭 클래스 사례
 - 제네릭 벡터 : Vector<E>
 - E에 특정 타입으로 구체화
 - 정수만 다루는 벡터 Vector<Integer>
 - 문자열만 다루는 벡터 Vector<String>

제네릭의 기본 개념

- JDK 1.5에서 도입(2004년 기점)
- 모든 종류의 데이터 타입을 다룰 수 있도록 일반화된 타입 매개 변수로 클래스나 메소드를 작성하는 기법
 - C++의 템플릿(template)과 동일



Vector<E>

□ Vector<E>의 특성

■ java.util.Vector

- <E>에서 E 대신 요소로 사용할 특정 타입으로 구체화

■ 여러 객체들을 삽입, 삭제, 검색하는 컨테이너 클래스

- 배열의 길이 제한 극복
- 원소의 개수가 넘쳐나면 자동으로 길이 조절

■ Vector에 삽입 가능한 것

- 객체, null
- 기본 타입은 박싱/언박싱으로 Wrapper 객체로 만들어 저장

■ Vector에 객체 삽입

- 벡터의 맨 뒤에 객체 추가
- 벡터 중간에 객체 삽입

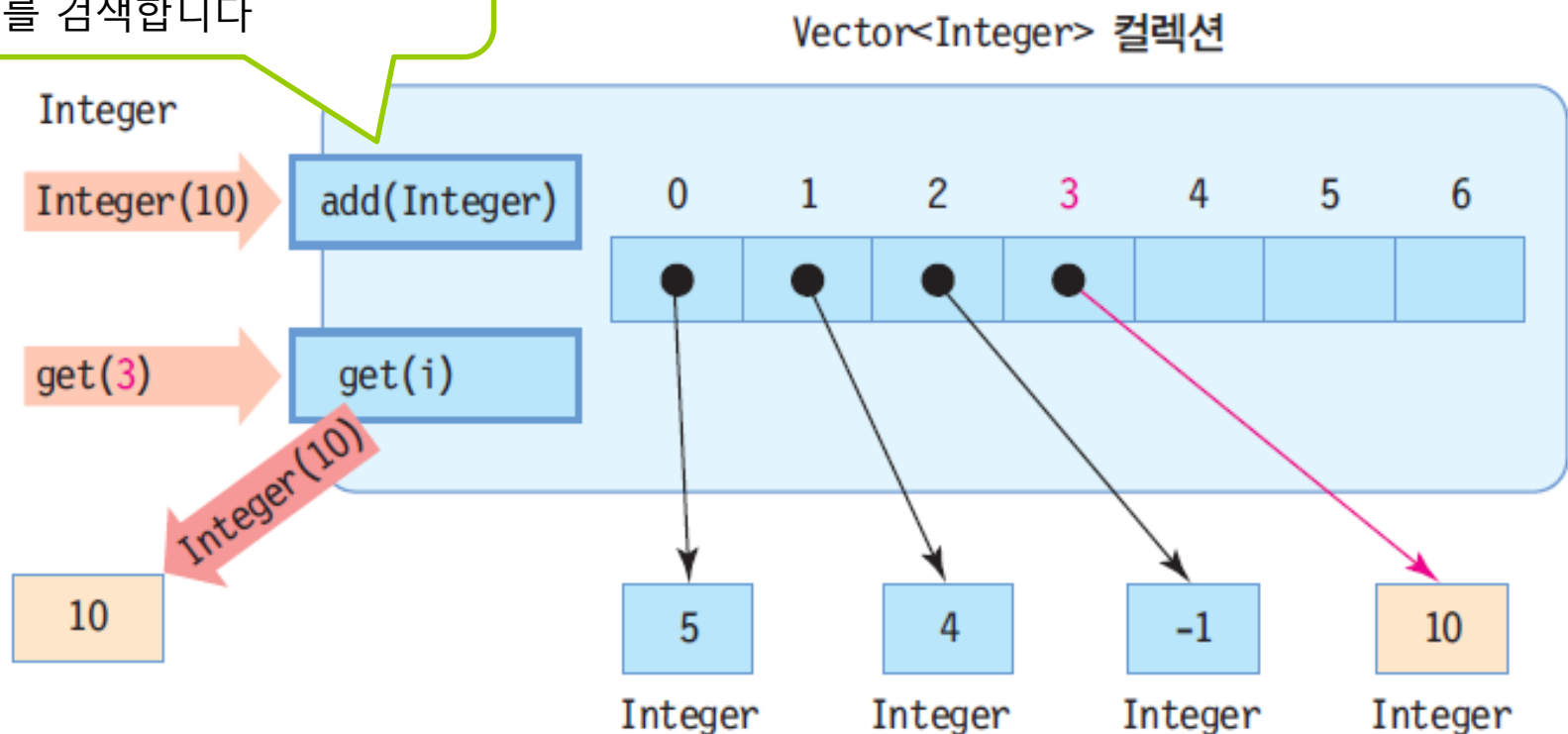
■ Vector에서 객체 삭제

- 임의의 위치에 있는 객체 삭제 가능 : 객체 삭제 후 자동 자리 이동

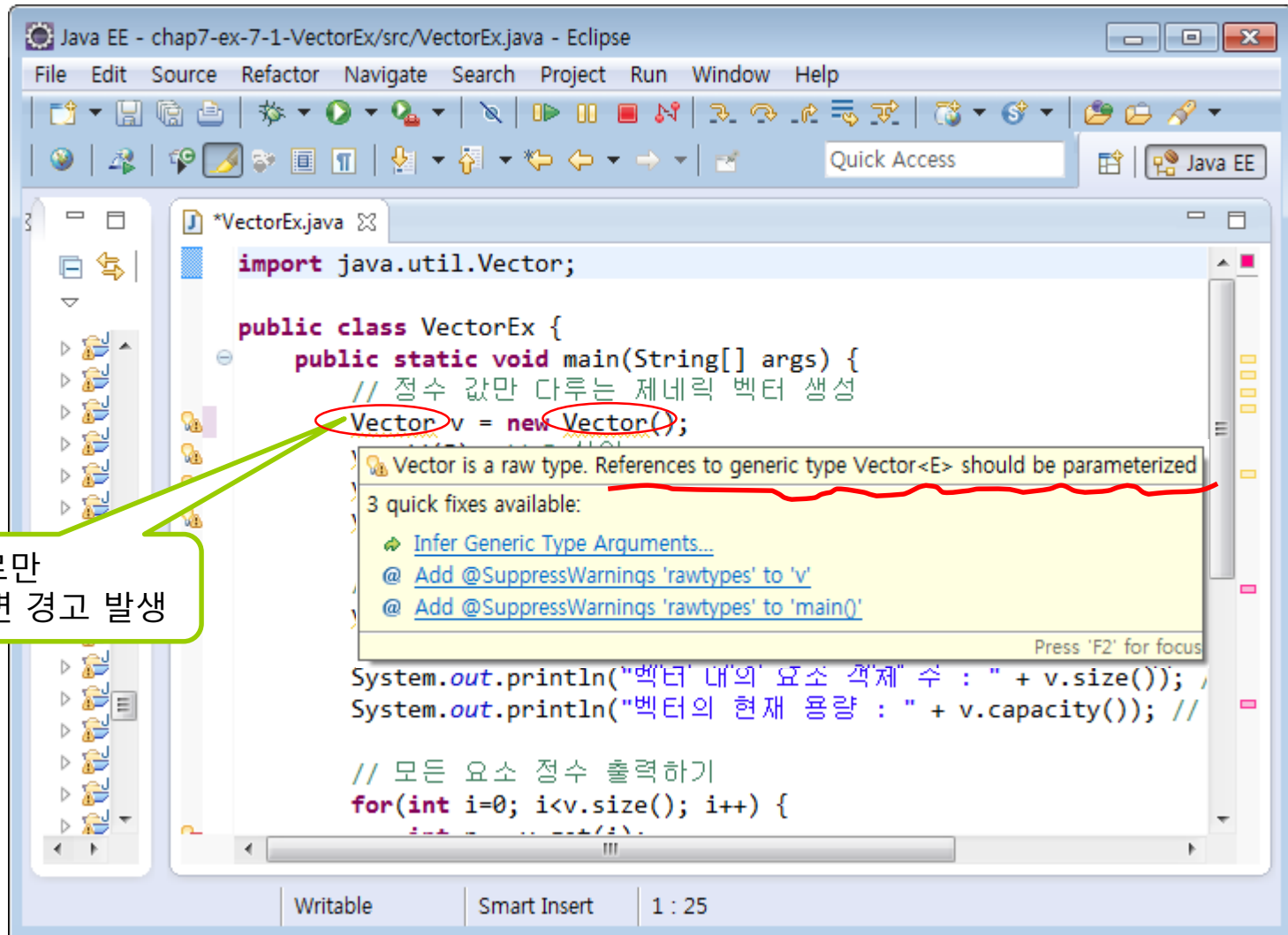
Vector<Integer> 컬렉션 내부 구성

```
Vector<Integer> v = new Vector<Integer>();
```

add()를 이용하여 요소를
삽입하고 get()을 이용하여
요소를 검색합니다



타입 매개 변수 사용하지 않는 경우 경고 발생



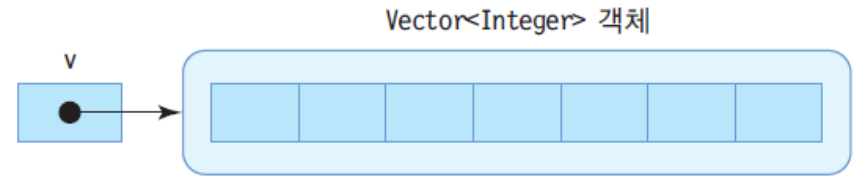
Vector<Integer>나 Vector<String> 등 타입 매개 변수를 사용하여야 함

Vector<E> 클래스의 주요 메소드

메소드	설명
<code>boolean add(E element)</code>	벡터의 맨 뒤에 <code>element</code> 추가
<code>void add(int index, E element)</code>	인덱스 <code>index</code> 에 <code>element</code> 를 삽입
<code>int capacity()</code>	벡터의 현재 용량 리턴
<code>boolean addAll(Collection<? extends E> c)</code>	컬렉션 <code>c</code> 의 모든 요소를 벡터의 맨 뒤에 추가
<code>void clear()</code>	벡터의 모든 요소 삭제
<code>boolean contains(Object o)</code>	벡터가 지정된 객체 <code>o</code> 를 포함하고 있으면 <code>true</code> 리턴
<code>E elementAt(int index)</code>	인덱스 <code>index</code> 의 요소 리턴
<code>E get(int index)</code>	인덱스 <code>index</code> 의 요소 리턴
<code>int indexOf(Object o)</code>	<code>o</code> 와 같은 첫 번째 요소의 인덱스 리턴. 없으면 <code>-1</code> 리턴
<code>boolean isEmpty()</code>	벡터가 비어 있으면 <code>true</code> 리턴
<code>E remove(int index)</code>	인덱스 <code>index</code> 의 요소 삭제
<code>boolean remove(Object o)</code>	객체 <code>o</code> 와 같은 첫 번째 요소를 벡터에서 삭제
<code>void removeAllElements()</code>	벡터의 모든 요소를 삭제하고 크기를 0으로 만듦
<code>int size()</code>	벡터가 포함하는 요소의 개수 리턴
<code>Object[] toArray()</code>	벡터의 모든 요소를 포함하는 배열 리턴

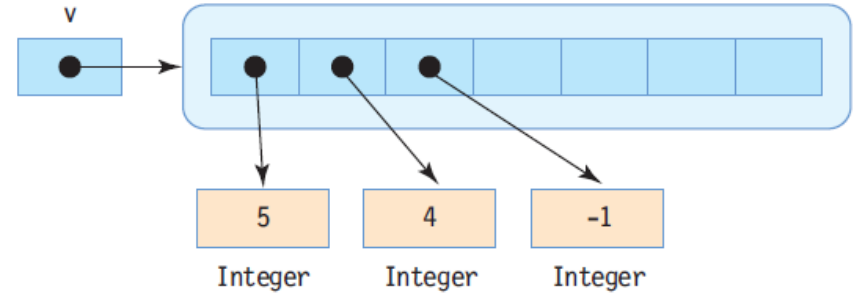
벡터 생성

```
Vector<Integer> v = new Vector<Integer>(7);
```



요소 삽입

```
v.add(5);  
v.add(new Integer(4));  
v.add(-1);
```



요소 개수 n
벡터의 용량 c

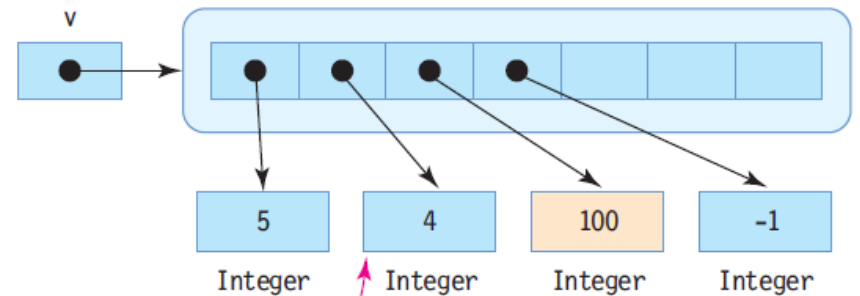
```
int n = v.size(); // n은 3  
int c = v.capacity(); // c는 7
```

n = 3
c = 7

요소 중간 삽입

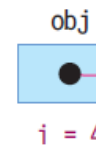
```
v.add(2, 100);
```

```
v.add(5, 100);  
// v.size()보다 큰 곳에 삽입 불가능, 오류
```



요소 얻어내기

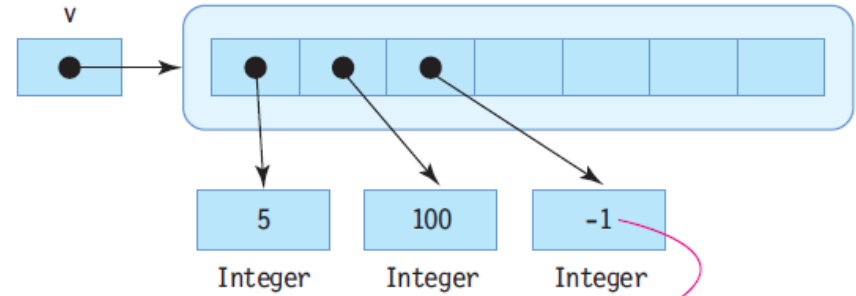
```
Integer obj = v.get(1);  
int i = obj.intValue();
```



요소 삭제

```
v.remove(1);
```

```
v.remove(4);  
// 인덱스 4에 요소 객체가 없으므로 오류
```



마지막 요소

```
int last = v.lastElement();
```

last = -1

모든 요소 삭제

```
v.removeAllElements();
```



컬렉션과 자동 박싱/언박싱

□ JDK 1.5 이전

- 기본 타입 데이터를 Wrapper 클래스를 이용하여 객체로 만들어 사용

```
Vector<Integer> v = new Vector<Integer>();  
v.add(new Integer(4));
```

- 컬렉션으로부터 요소를 얻어올 때, Wrapper 클래스로 캐스팅 필요

```
Integer n = (Integer)v.get(0);  
int k = n.intValue(); // k = 4
```

□ JDK 1.5부터

- 자동 박싱/언박싱이 작동하여 기본 타입 값 사용 가능

```
Vector<Integer> v = new Vector<Integer> ();  
v.add(4); // 4 → new Integer(4)로 자동 박싱  
int k = v.get(0); // Integer 타입이 int 타입으로 자동 언박싱, k = 4
```

- 제네릭의 타입 매개 변수를 기본 타입으로 구체화할 수는 없음

```
Vector<int> v = new Vector<int> (); // 오류
```

예제 : 정수 값만 다루는 Vector<Integer>

정수 값만 다루는 제네릭 벡터를 생성하고 활용하는 사례를 보인다.
다음 코드에 대한 결과는 무엇인가?

```
import java.util.Vector;

public class VectorEx {
    public static void main(String[] args) {
        // 정수 값만 다루는 제네릭 벡터 생성
        Vector<Integer> v = new Vector<Integer>();

        v.add(5); // 5 삽입
        v.add(4); // 4 삽입
        v.add(-1); // -1 삽입

        // 벡터 중간에 삽입하기
        v.add(2, 100); // 4와 -1 사이에 정수 100 삽입
        System.out.println("벡터 내의 요소 객체 수 : " + v.size());
        System.out.println("벡터의 현재 용량 : " + v.capacity());
    }
}
```

예제 : 정수 값만 다루는 Vector<Integer>

```
// 모든 요소 정수 출력하기
for(int i=0; i<v.size(); i++) {
    int n = v.get(i);
    System.out.println(n);
}
```

```
// 벡터 속의 모든 정수 더하기
```

```
int sum = 0;
```

```
for(int i=0; i<v.size(); i++) {
```

```
    int n = v.elementAt(i);
```

```
    sum += n;
```

```
}
```

```
System.out.println("벡터에 있는 정수 합 : " + sum);
```

```
}
```

```
}
```

5

4

100

-1

벡터에 있는 정수 합 : 108

예제: Point 클래스의 객체들만 저장하는 벡터 만들기

(x, y) 한 점을 추상화한 Point 클래스를 만들고
Point 클래스의 객체만 저장하는 벡터를 작성하라.

```
import java.util.Vector;

class Point {
    private int x, y;
    public Point(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public String toString() {
        return "(" + x + "," + y + ")";
    }
}
```

예제: Point 클래스의 객체들만 저장하는 벡터 만들기

```
public class PointVectorEx {  
    public static void main(String[] args) {  
        // Point 객체를 요소로만 가지는 벡터 생성  
        Vector<Point> v = new Vector<Point>();  
  
        // 3 개의 Point 객체 삽입  
        v.add(new Point(2, 3));  
        v.add(new Point(-5, 20));  
        v.add(new Point(30, -8));  
  
        // 벡터에 있는 Point 객체 모두 검색하여 출력  
        for(int i=0; i<v.size(); i++) {  
            Point p = v.get(i); // 벡터에서 i 번째 Point 객체 얻어내기  
            System.out.println(p); // p.toString()을 이용하여 객체 p 출력  
        }  
    }  
}
```

(2,3)
(-5,20)
(30,-8)

ArrayList<E>

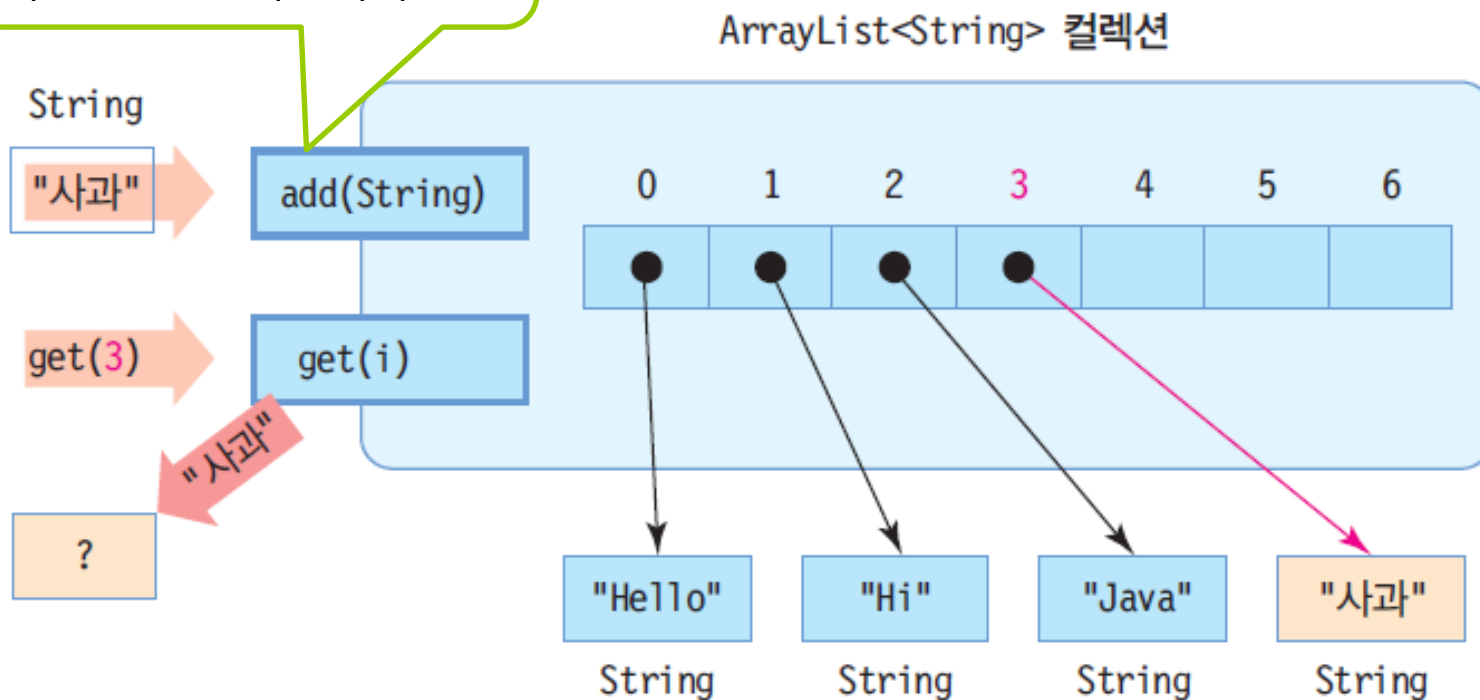
□ ArrayList<E>의 특성

- java.util.ArrayList, 가변 크기 배열을 구현한 클래스
 - <E>에서 E 대신 요소로 사용할 특정 타입으로 구체화
- ArrayList에 삽입 가능한 것
 - 객체, null
 - 기본 타입은 박싱/언박싱으로 Wrapper 객체로 만들어 저장
- ArrayList에 객체 삽입/삭제
 - 리스트의 맨 뒤에 객체 추가
 - 리스트의 중간에 객체 삽입
 - 임의의 위치에 있는 객체 삭제 가능
- 벡터와 달리 스레드 동기화 기능 없음
 - 다수 스레드가 동시에 ArrayList에 접근할 때 동기화되지 않음
 - 개발자가 스레드 동기화 코드 작성

ArrayList<String> 컬렉션의 내부 구성

```
ArrayList<String> a = new ArrayList<String>();
```

add()를 이용하여 요소를
삽입하고 get()을 이용하
여 요소를 검색합니다

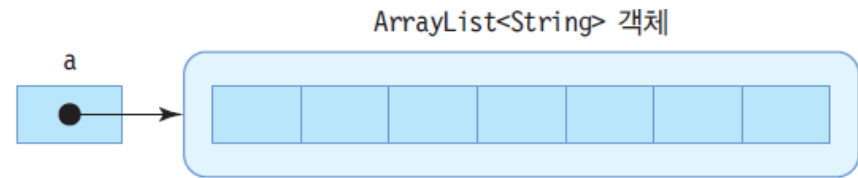


ArrayList<E> 클래스의 주요 메소드

메소드	설명
<code>boolean add(E element)</code>	ArrayList의 맨 뒤에 element 추가
<code>void add(int index, E element)</code>	인덱스 index에 지정된 element 삽입
<code>boolean addAll(Collection<? extends E> c)</code>	컬렉션 c의 모든 요소를 ArrayList의 맨 뒤에 추가
<code>void clear()</code>	ArrayList의 모든 요소 삭제
<code>boolean contains(Object o)</code>	ArrayList가 지정된 객체를 포함하고 있으면 true 리턴
<code>E elementAt(int index)</code>	index 인덱스의 요소 리턴
<code>E get(int index)</code>	index 인덱스의 요소 리턴
<code>int indexOf(Object o)</code>	o와 같은 첫 번째 요소의 인덱스 리턴. 없으면 -1 리턴
<code>boolean isEmpty()</code>	ArrayList가 비어 있으면 true 리턴
<code>E remove(int index)</code>	index 인덱스의 요소 삭제
<code>boolean remove(Object o)</code>	o와 같은 첫 번째 요소를 ArrayList에서 삭제
<code>int size()</code>	ArrayList가 포함하는 요소의 개수 리턴
<code>Object[] toArray()</code>	ArrayList의 모든 요소를 포함하는 배열 리턴

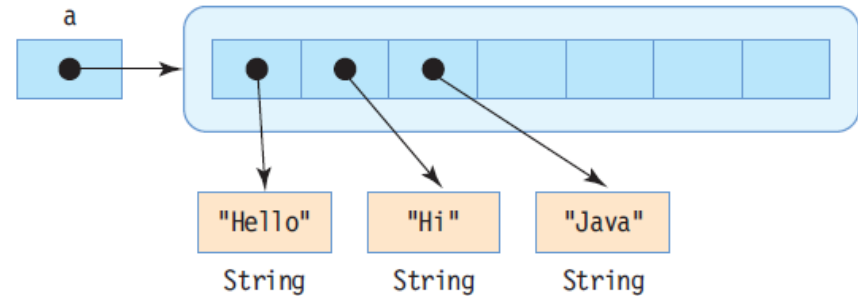
ArrayList 생성

```
ArrayList<String> a = new ArrayList<String>(7);
```



요소 삽입

```
a.add("Hello");  
a.add("Hi");  
a.add("Java");
```



요소 개수 n
용량

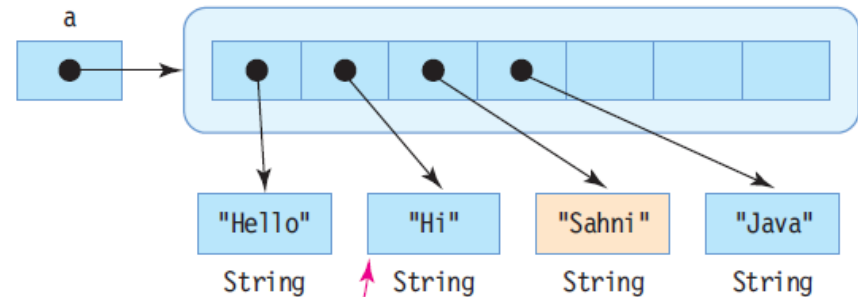
```
int n = a.size(); // n은 3  
int c = a.capacity(); // capacity() 메소드 없음
```

n = 3

요소 중간 삽입

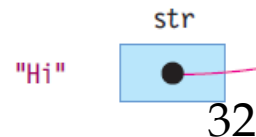
```
a.add(2, "Sahni");
```

```
a.add(5, "Sahni");  
// a.size()보다 큰 위치에 삽입 불가능, 오류
```



요소 알아내기

```
String str = a.get(1);
```

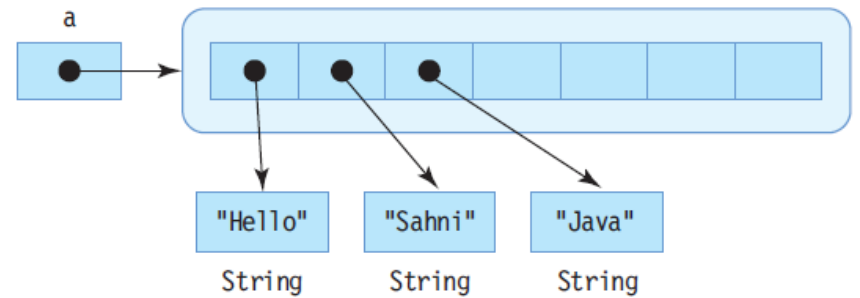


32

요소 삭제

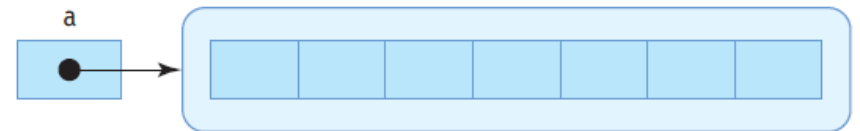
```
a.remove(1);
```

```
a.remove(4); // 오류
```



모든 요소 삭제

```
a.clear();
```



예제 : ArrayList에 문자열을 달기

키보드로 문자열을 입력 받아 ArrayList에 삽입하고 가장 긴 이름을 출력하라.

```
import java.util.*;

public class ArrayListEx {
    public static void main(String[] args) {
        // 문자열만 삽입가능한 ArrayList 컬렉션 생성
        ArrayList<String> a = new ArrayList<String>();

        // 키보드로부터 4개의 이름 입력받아 ArrayList에 삽입
        Scanner scanner = new Scanner(System.in);
        for(int i=0; i<4; i++) {
            System.out.print("이름을 입력하세요>>");
            String s = scanner.next(); // 키보드로부터 이름 입력
            a.add(s); // ArrayList 컬렉션에 삽입
        }
    }
}
```

예제: ArrayList에 문자열을 달기

```
// ArrayList에 들어 있는 모든 이름 출력
```

```
for(int i=0; i<a.size(); i++) {
```

```
    // ArrayList의 i 번째 문자열 얻어오기
```

```
    String name = a.get(i);
```

```
    System.out.print(name + " ");
```

```
}
```

```
// 가장 긴 이름 출력
```

```
int longestIndex = 0;
```

```
for(int i=1; i<a.size(); i++) {
```

```
    if(a.get(longestIndex).length() < a.get(i).length())
```

```
        longestIndex = i;
```

```
}
```

```
System.out.println("\n가장 긴 이름은 : " + a.get(longestIndex));
```

```
}
```

```
}
```

```
이름을 입력하세요>>Mike  
이름을 입력하세요>>Jane  
이름을 입력하세요>>Ashley  
이름을 입력하세요>>Helen  
Mike Jane Ashley Helen  
가장 긴 이름은 : Ashley
```

컬렉션의 순차 검색을 위한 Iterator

□ Iterator<E> 인터페이스

- Vector<E>, ArrayList<E>, LinkedList<E>가 상속받는 인터페이스
 - 리스트 구조의 컬렉션에서 요소의 순차 검색을 위한 메소드 포함
- Iterator<E> 인터페이스 메소드

메소드	설명
boolean hasNext()	다음 반복에서 사용될 요소가 있으면 true 리턴
E next()	다음 요소 리턴
void remove()	마지막으로 리턴된 요소 제거

- iterator() 메소드
 - iterator()를 호출하면 Iterator 객체 반환
 - Iterator 객체를 이용하여 인덱스 없이 순차적 검색 가능

컬렉션의 순차 검색을 위한 Iterator

```
Vector<Integer> v = new Vector<Integer>();  
Iterator<Integer> it = v.iterator();  
while(it.hasNext()) { // 모든 요소 방문  
    int n = it.next(); // 다음 요소 리턴  
    ...  
}
```

또는

```
for (int n : v) {  
    ...  
}
```

예제: Iterator를 이용하여 Vector의 모든 요소 출력하고 합 구하기

Vector<Integer>로부터 Iterator를 얻어내고 벡터의 모든 정수를 출력하고 합을 구하라.

```
import java.util.*;

public class IteratorEx {
    public static void main(String[] args) {
        // 정수 값만 다루는 제네릭 벡터 생성
        Vector<Integer> v = new Vector<Integer>();
        v.add(5); // 5 삽입
        v.add(4); // 4 삽입
        v.add(-1); // -1 삽입
        v.add(2, 100); // 4와 -1 사이에 정수 100 삽입
        // Iterator를 이용한 모든 정수 출력하기
        Iterator<Integer> it = v.iterator(); // Iterator 객체 얻기
        while(it.hasNext()) {
            int n = it.next();
            System.out.println(n);
        }
    }
}
```

```
for (int n : v) {
    System.out.println(n);
}
```

예제 : Iterator를 이용하여 Vector의 모든 요소 출력하고 합 구하기

```
// Iterator를 이용하여 모든 정수 더하기
int sum = 0;
it = v.iterator(); // Iterator 객체 얻기
while(it.hasNext()) {
    int n = it.next();
    sum += n;
}
System.out.println("벡터에 있는 정수 합 : " + sum);
}
}
```

```
for (int n : v) {
    sum += n;
}
```

5

4

100

-1

벡터에 있는 정수 합 : 108

Remove Objects from Collection while Iterating

- ArrayList는 remove(int index) 또는 remove(Object obj) 메소드를 제공함. 단 remove() 메소드는 ArrayList를 iterating하지 않은 경우에만 사용함.
- ArrayList에서 iterating하면서 remove() 해야할 경우, **Iterator**를 사용함.

```
ArrayList<String> list = new ArrayList<String>(Arrays.asList("a","b","c","d"));
for (int i = 0; i < list.size(); i++) {
    list.remove(i); // 원소가 삭제될 때 list 사이즈가 줄면서 다른 원소들의 index도 바뀜
}
for (String s : list) {
    list.remove(s); // ConcurrentModificationException 발생
}
Iterator<String> it = list.iterator();
while (it.hasNext()) {
    String s = it.next(); // Iterator의 next()가 remove()보다 먼저 호출되어야 함
    it.remove();
}
```

HashMap<K,V>

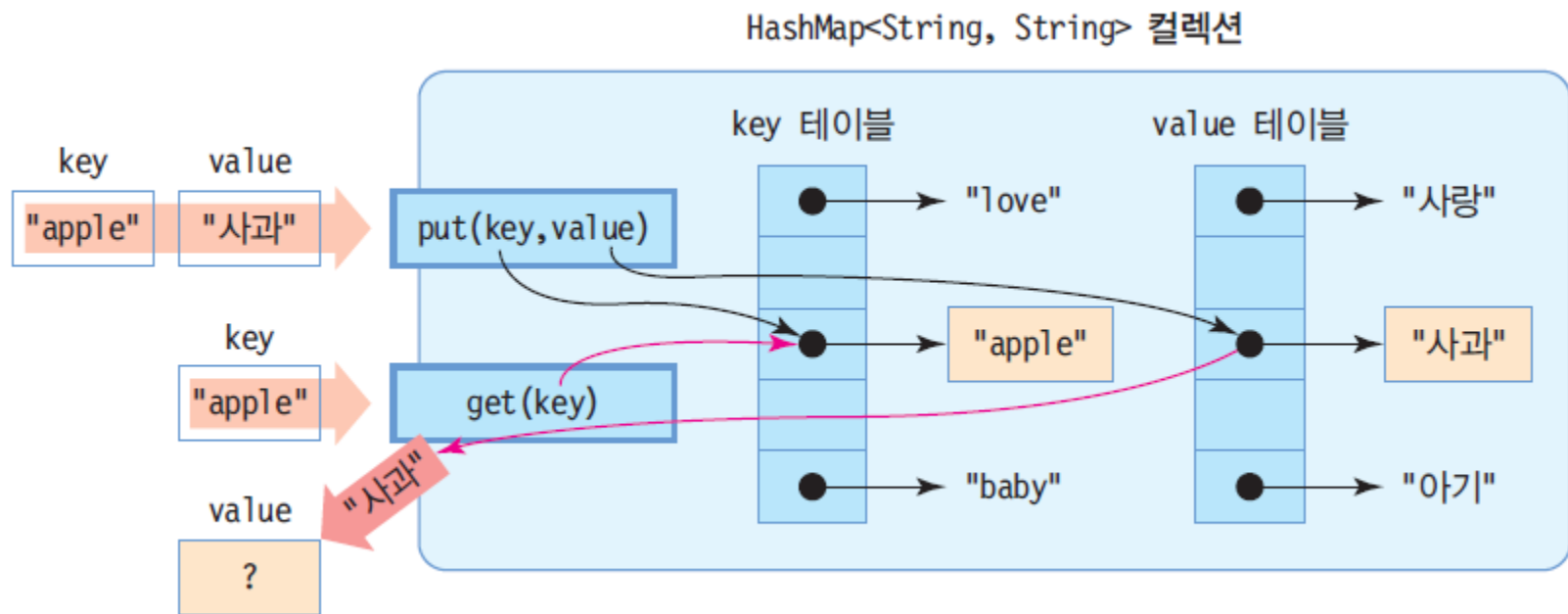
□ HashMap<K,V>

- 키(key)와 값(value)의 쌍으로 구성되는 요소를 다루는 컬렉션
 - java.util.HashMap
 - K는 키로 사용할 요소의 타입, V는 값으로 사용할 요소의 타입 지정
 - 키와 값이 한 쌍으로 삽입
 - 키는 해시맵에 삽입되는 위치 결정에 사용 **(키는 중복이 허용안됨 - 중복시 마지막 키로 대체됨)**
 - 값을 검색하기 위해서는 반드시 키 이용 **(값은 중복이 허용됨)**
- 삽입 및 검색이 빠른 특징
 - 요소 삽입 : put() 메소드
 - 요소 검색 : get() 메소드
- 예) HashMap<String, String> 생성, 요소 삽입, 요소 검색

```
HashMap<String, String> h = new HashMap<String, String>();  
h.put("apple", "사과"); // "apple" 키와 "사과" 값의 쌍을 해시맵에 삽입  
String kor = h.get("apple"); // "apple" 키로 값 검색. kor는 "사과"
```

HashMap<String, String>의 내부 구성과 put(), get() 메소드

```
HashMap<String, String> map = new HashMap<String, String>();
```

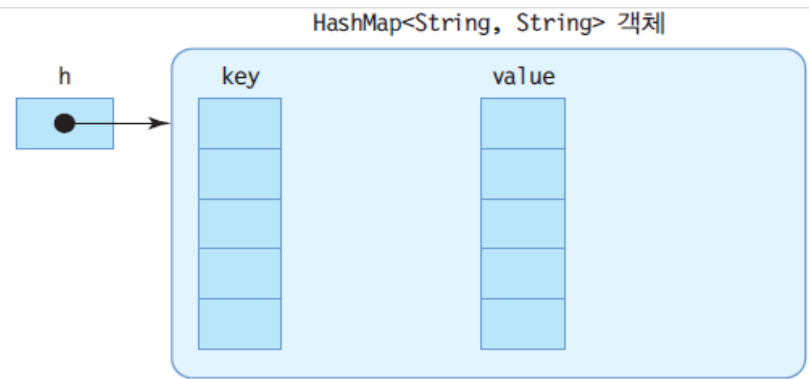


HashMap<K,V>의 주요 메소드

메소드	설명
<code>void clear()</code>	HashMap의 모든 요소 삭제
<code>boolean containsKey(Object key)</code>	지정된 키(key)를 포함하고 있으면 true 리턴
<code>boolean containsValue(Object value)</code>	하나 이상의 키를 지정된 값(value)에 매핑시킬 수 있으면 true 리턴
<code>V get(Object key)</code>	지정된 키(key)에 매핑되는 값 리턴. 키에 매핑되는 어떤 값도 없으면 null 리턴
<code>boolean isEmpty()</code>	HashMap이 비어 있으면 true 리턴
<code>Set<K> keySet()</code>	HashMap에 있는 모든 키를 담은 Set<K> 컬렉션 리턴
<code>V put(K key, V value)</code>	key와 value를 매핑하여 HashMap에 저장
<code>V remove(Object key)</code>	지정된 키(key)와 이에 매핑된 값을 HashMap에서 삭제
<code>int size()</code>	HashMap에 포함된 요소의 개수 리턴

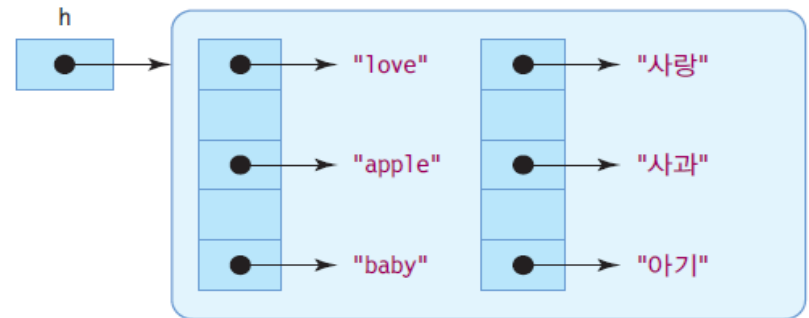
해시맵 생성

```
HashMap<String, String> h =  
new HashMap<String, String>();
```



(키, 값) 삽입

```
h.put("baby", "아기");  
h.put("love", "사랑");  
h.put("apple", "사과");
```



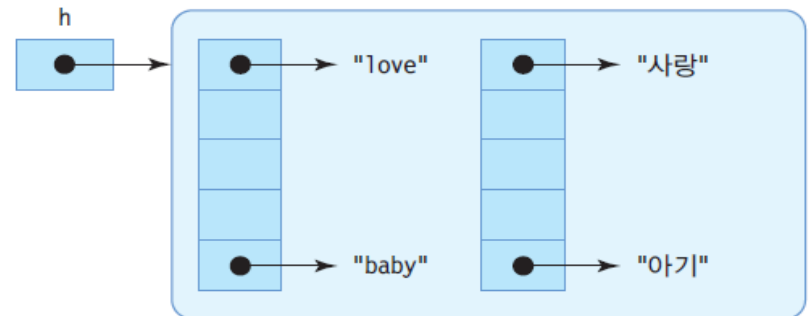
키로 값 읽기

```
String kor = h.get("love");
```

kor = "사랑"

키로 요소 삭제

```
h.remove("apple");
```



요소 개수

```
int n = h.size();
```

n = 2

예제: HashMap을 이용하여 영어 단어와 한글 단어를 쌍으로 저장하고 검색하는 사례

영어 단어와 한글 단어를 쌍으로 HashMap에 저장하고
영어 단어로 한글 단어를 검색하는 프로그램을 작성하라.

```
import java.util.*;

public class HashMapDicEx {
    public static void main(String[] args) {
        // 영어 단어와 한글 단어의 쌍을 저장하는 HashMap 컬렉션 생성
        HashMap<String, String> dic = new HashMap<String, String>();
        // 3 개의 (key, value) 쌍을 dic에 저장
        dic.put("baby", "아기"); // "baby"는 key, "아기"은 value
        dic.put("love", "사랑");
        dic.put("apple", "사과");
    }
}
```

예제 : HashMap을 이용하여 영어 단어와 한글 단어를 쌍으로 저장하고 검색하는 사례

```
// dic 컬렉션에 들어 있는 모든 (key, value) 쌍 출력
Set<String> keys = dic.keySet(); // key 문자열을 가진 Set 리턴
Iterator<String> it = keys.iterator();
while(it.hasNext()) {
    String key = it.next();
    String value = dic.get(key);
    System.out.println("(" + key + "," + value + ")");
}
// 영어 단어를 입력 받고 한글 단어 검색
Scanner scanner = new Scanner(System.in);
for(int i=0; i<3; i++) {
    System.out.print("찾고 싶은 단어는?");
    String eng = scanner.next();
    System.out.println(dic.get(eng));
}
}
```

예제: HashMap을 이용하여 영어 단어와 한글 단어를 쌍으로 저장하고 검색하는 사례

```
(love,사랑)
(apple,사과)
(baby,아기)
찾고 싶은 단어는?apple
사과
찾고 싶은 단어는?babo
null
찾고 싶은 단어는?love
사랑
```

“babo”를 해시맵에서
찾을 수 없기 때문에
null 리턴

예제: HashMap을 이용하여 자바 과목의 점수를 기록 관리하는 코드 작성

HashMap을 이용하여 학생의 이름과 자바 점수를 기록 관리해보자.

```
import java.util.*;

public class HashMapScoreEx {
    public static void main(String[] args) {
        // 사용자 이름과 점수를 기록하는 HashMap 컬렉션 생성
        HashMap<String, Integer> javaScore =
            new HashMap<String, Integer>();

        // 5 개의 점수 저장
        javaScore.put( " 진", 97);
        javaScore.put( " 황", 34);
        javaScore.put( " 이", 98);
        javaScore.put( " 정", 70);
        javaScore.put( " 한", 99);

        System.out.println("HashMap의 요소 개수 : " + javaScore.size());
    }
}
```

예제: HashMap을 이용하여 자바 과목의 점수를 기록 관리하는 코드 작성

```
// 모든 사람의 점수 출력.  
// javaScore에 들어 있는 모든 (key, value) 쌍 출력  
// key 문자열을 가진 집합 Set 컬렉션 리턴  
Set<String> keys = javaScore.keySet();  
  
// key 문자열을 순서대로 접근할 수 있는 Iterator 리턴  
Iterator<String> it = keys.iterator();  
  
while(it.hasNext()) {  
    String name = it.next();  
    int score = javaScore.get(name);  
    System.out.println(name + " : " + score);  
}  
}  
}
```

HashMap의 요소 개수 :5
한 : 99
진 : 97
황 : 34
이 : 98
정 : 70

예제: HashMap을 이용한 학생 정보 저장

id와 전화번호로 구성되는 Student 클래스를 만들고, 이름을 '키'로 하고 Student 객체를 '값'으로 하는 해시맵을 작성하라.

```
import java.util.*;

class Student { // 학생을 표현하는 클래스
    int id;
    String tel;
    public Student(int id, String tel) {
        this.id = id; this.tel = tel;
    }
}
```

예제: HashMap을 이용한 학생 정보 저장

```
public class HashMapStudentEx {  
    public static void main(String[] args) {  
        // 학생 이름과 Student 객체를 쌍으로 저장하는 HashMap 컬렉션 생성  
        HashMap<String, Student> map = new HashMap<String, Student>();  
  
        // 3 명의 학생 저장  
        map.put("황", new Student(1, "010-111-1111"));  
        map.put("한", new Student(2, "010-222-2222"));  
        map.put("이", new Student(3, "010-333-3333"));  
  
        System.out.println("HashMap의 요소 개수 :" + map.size());  
    }  
}
```

예제: HashMap을 이용한 학생 정보 저장

```
// 모든 학생 출력. map에 들어 있는 모든 (key, value) 쌍 출력  
// key 문자열을 가진 집합 Set 컬렉션 리턴
```

```
Set<String> names = map.keySet();
```

```
// key 문자열을 순서대로 접근할 수 있는 Iterator 리턴
```

```
Iterator<String> it = names.iterator();
```

```
while(it.hasNext()) {
```

```
    String name = it.next(); // 다음 키. 학생 이름
```

```
    Student student = map.get(name);
```

```
    System.out.println(name + " : " + student.id + " " + student.tel);
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

HashMap의 요소 개수 :3

한 : 2 010-222-2222

황 : 1 010-111-1111

이 : 3 010-333-3333

출력된 결과는 삽입된 결과와 다르다는 점을 기억할 것

예제: HashMap을 이용한 학생 정보 저장

```
// 모든 학생 출력. map에 들어 있는 모든 (key, value) 쌍 출력
// key 문자열을 가진 집합 Set 컬렉션 리턴
Set<String> names = map.keySet();

// key 문자열을 순서대로 접근할 수 있는 Iterator 리턴
for (String name : names) {
    Student student = map.get(name);
    System.out.println(name + " : " + student.id + " " + student.tel);
}
}
```

HashMap의 요소 개수 :3

한 : 2 010-222-2222

황 : 1 010-111-1111

이 : 3 010-333-3333

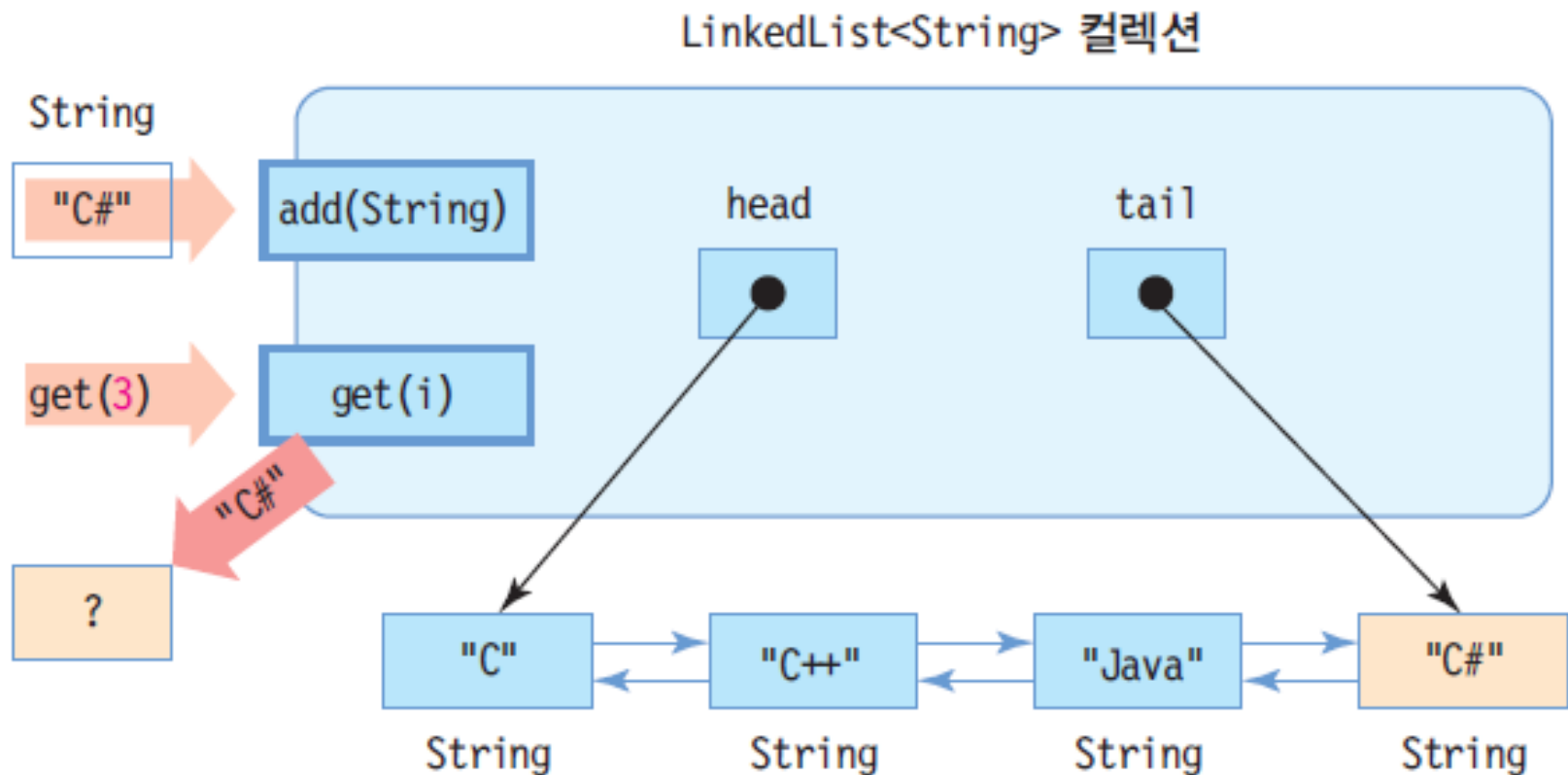
LinkedList<E>

□ LinkedList<E>의 특성

- java.util.LinkedList
 - E에 요소로 사용할 타입 지정하여 구체와
- List 인터페이스를 구현한 컬렉션 클래스
- Vector, ArrayList 클래스와 매우 유사하게 작동
- 요소 객체들은 양방향으로 연결되어 관리됨
- 요소 객체는 맨 앞, 맨 뒤에 추가 가능
- 요소 객체는 인덱스를 이용하여 중간에 삽입 가능
- 맨 앞이나 맨 뒤에 요소를 추가하거나 삭제할 수 있어 스택이나 큐로 사용 가능

LinkedList<String>의 내부 구성과 put(), get() 메소드

```
LinkedList<String> l = new LinkedList<String>();
```



Collections 클래스 활용

□ Collections 클래스

- java.util 패키지에 포함
- 컬렉션에 대해 연산을 수행하고 결과로 컬렉션 리턴
- 모든 메소드는 static 타입
- 주요 메소드
 - 컬렉션에 포함된 요소들을 소팅하는 sort() 메소드
 - 요소의 순서를 반대로 하는 reverse() 메소드
 - 요소들의 최대, 최소값을 찾아내는 max(), min() 메소드
 - 특정 값을 검색하는 binarySearch() 메소드

예제: Collections 클래스의 활용

Collections 클래스를 활용하여 문자열 정렬, 반대로 정렬, 이진 검색 등을 실행하는 사례를 살펴보자.

```
import java.util.*;

public class CollectionsEx {
    static void printList(LinkedList<String> l) {
        Iterator<String> iterator = l.iterator();
        while (iterator.hasNext()) {
            String e = iterator.next();
            String separator;
            if (iterator.hasNext())
                separator = "->";
            else
                separator = "\n";
            System.out.print(e+separator);
        }
    }
}
```

예제: Collections 클래스의 활용

```
public static void main(String[] args) {  
    LinkedList<String> myList = new LinkedList<String>();  
    myList.add("트랜스포머");  
    myList.add("스타워즈");  
    myList.add("매트릭스");  
    myList.add(0,"터미네이터");  
    myList.add(2,"아바타");
```

static 메소드이므로
클래스 이름으로 바로 호출

```
Collections.sort(myList); // 요소 정렬  
printList(myList); // 정렬된 요소 출력
```

```
Collections.reverse(myList); // 요소의 순서를 반대로  
printList(myList); // 요소 출력
```

```
int index = Collections.binarySearch(myList, "아바타") + 1;  
System.out.println("아바타는 " + index + "번째 요소입니다.");
```

```
}
```

```
}
```

예제: Collections 클래스의 활용

소팅된
순서대로 출력

거꾸로
출력

매트릭스->스타워즈->아바타->터미네이터->트랜스포머
트랜스포머->터미네이터->아바타->스타워즈->매트릭스
아바타는 3번째 요소입니다.

Custom 클래스에 대한 sort 함수 사용

- 개인적으로 만든 클래스에 대해서 컬렉션에 추가하고, Collections.sort 기능을 이용해서 정렬하고 싶다면 java.lang.Comparable 인터페이스를 구현해주어야 함

```
public interface Comparable<T> {  
    int compareTo(T o);  
}
```

- CompareTo(T o) 메소드는 현 객체를 인자로 주어진 o와 비교해서 순서를 정한 후에 정수(int) 값을 반환함
 - 만약 현 객체가 주어진 인자보다 작다면 음수를 반환
 - 만약 현 객체가 주어진 인자와 동일하다면 0을 반환
 - 만약 현 객체가 주어진 인자보다 크다면 양수를 반환

Custom 클래스에 대한 sort 함수 사용

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collections;

class A implements java.lang.Comparable<A> {
    int num;
    String s;

    public A(String s, int n) {
        this.s = s;
        num = n;
    }
}
```

Custom 클래스에 대한 sort 함수 사용

```
public int compareTo(A a) {  
    if (s.compareTo(a.s) == 0) {  
        if (num > a.num)  
            return 1;  
        else if (num < a.num)  
            return -1;  
        else  
            return 0;  
    }  
    else {  
        return s.compareTo(a.s);  
    }  
}
```

```
public String toString() {  
    return "String: " + s + "Wt num = " + num;  
}  
}
```

Custom 클래스에 대한 Collections.sort 함수 사용

```
public class Main {  
    public static void main(String[] args) {  
        ArrayList<A> list = new ArrayList<A>();  
        list.add(new A("Kim", 30));  
        list.add(new A("Cho", 20));  
        list.add(new A("Cho", 30));  
        list.add(new A("Lee", 20));  
        for (A b : list) {  
            System.out.println(b);  
        }  
        System.out.println("After sorting");  
        Collections.sort(list);  
        for (A b : list) {  
            System.out.println(b);  
        }  
    }  
}
```

== & equals & hashCode

- **equals**는 두 객체의 **내용이 같은지** 동등성(equality)을 비교하는 연산자

```
Person p1 = new Person("Jason", 10);  
Person p2 = new Person("Jason", 10);  
Person p3 = p1;
```

```
// ==
```

```
if (p1 == p2) System.out.println("p1 == p2");  
else System.out.println("p1 != p2"); //동일한 ref 아니므로 p1 != p2  
if (p1 == p3) System.out.println("p1 == p3"); // 동일한 ref므로 p1 == p3  
else System.out.println("p1 != p3");
```

```
// equals
```

```
// equals override 되어있으면 true, 안되어있으면 false  
if (p1.equals(p2)) System.out.println("p1 equals p2");  
else System.out.println("p1 is not equal to p2");
```

== & equals & hashCode

- **hashCode**는 두 객체가 **같은 객체인지** 동일성(identity)을 비교하는 연산자

```
Map<Person, Integer> pMap = new HashMap<Person, Integer>();
pMap.put(p1, 1); // equals&hashCode override 있다면, p1과 p2는 동일
pMap.put(p2, 2); // equals override&no hashCode라면, p1과 p2는 다름
for (Map.Entry<Person, Integer> entry : pMap.entrySet()) {
    System.out.println("P : "+entry.getKey()+" Index : "
        +entry.getValue());
}
System.out.println("pMap=" + pMap.size()); // pMap=1
pMap.remove(p1); // p1과 p2가 같은 hashCode, p1으로 p2 를 같이 지움
for (Map.Entry<Person, Integer> entry : pMap.entrySet()) {
    System.out.println("P: "+entry.getKey()+" Index : "
        +entry.getValue());
}
System.out.println("after remove pMap=" + pMap.size()); // pMap=0
```

제네릭 만들기

□ 제네릭 클래스와 인터페이스

- 클래스나 인터페이스 선언부에 일반화된 타입 추가

```
public class MyClass<T> {
```

제네릭 클래스 MyClass 선언, 타입 매개 변수 T

```
    T val;
```

val의
타입은 T

```
    void set(T a) {
```

```
        val = a;
```

T 타입의 값 a를 val에 지정

```
    }
```

```
    T get() {
```

```
        return val;
```

T 타입의 값 val 리턴

```
    }
```

```
}
```

- 제네릭 클래스 레퍼런스 변수 선언

```
MyClass<String> s;
```

```
List<Integer> li;
```

```
Vector<String> vs;
```

제네릭 객체 생성 – 구체화(specialization)

□ 구체화

- 제네릭 타입의 클래스에 구체적인 타입을 대입하여 객체 생성
- 컴파일러에 의해 이루어짐

```
// 제네릭 타입 T에 String 지정
MyClass<String> s = new MyClass<String>();
s.set("hello");
System.out.println(s.get()); // "hello" 출력

// 제네릭 타입 T에 Integer 지정
MyClass<Integer> n = new MyClass<Integer>();
n.set(5);
System.out.println(n.get()); // 숫자 5 출력
```

- 구체화된 `MyClass<String>`의 소스 코드

제네릭 객체 생성 – 구체화(specialization)

```
public class MyClass<T> {  
    T val;  
    void set(T a) { val = a; }  
    T get() { return val; }  
}
```



T가 String으로 구체화

```
public class MyClass<String> {  
    String val; // 변수 val의 타입은 String  
    void set(String a) {  
        val = a; // String 타입의 값 a를 val에 지정  
    }  
    String get() {  
        return val; // String 타입의 값 val을 리턴  
    }  
}
```

구체화 오류

- ▣ 타입 매개 변수에 기본 타입은 사용할 수 없음

```
Vector<int> vi = new Vector<int>(); // 컴파일 오류. int 사용 불가
```



```
Vector<Integer> vi = new Vector<Integer>(); // 정상 코드
```

타입 매개 변수

□ 타입 매개 변수

- '<'과 '>'사이에 하나의 대문자를 타입 매개 변수로 사용
- 많이 사용하는 타입 매개 변수 문자
 - E : Element를 의미하며 컬렉션에서 요소를 표시할 때 많이 사용한다.
 - T : Type을 의미한다.
 - V : Value를 의미한다.
 - K : Key를 의미
- 타입 매개변수가 나타내는 타입의 객체 생성 불가
 - `//T a = new T();` // 오류!!
- 타입 매개 변수는 나중에 실제 타입으로 구체화
- 어떤 문자도 매개 변수로 사용 가능

예제: 제네릭 스택 만들기

스택을 제네릭 클래스로 작성하고, String과 Integer형 스택을 사용하는 예를 보여라.

```
class GStack<T> {  
    int tos;  
    Object [] stck;  
    public GStack() {  
        tos = 0;  
        stck = new Object [10];  
    }  
    public void push(T item) {  
        if(tos == 10) return;  
        stck[tos] = item;  
        tos++;  
    }  
}
```

```
    public T pop() {  
        if(tos == 0) return null;  
        tos--;  
        return (T)stck[tos];  
    }  
}
```

예제: 제네릭 스택 만들기

```
public class MyStack {  
    public static void main(String[] args) {  
        GStack<String> stringStack = new GStack<String>();  
        stringStack.push("Seoul");  
        stringStack.push("Busan");  
        stringStack.push("LA");  
        for(int n=0; n<3; n++)  
            System.out.println(stringStack.pop());  
  
        GStack<Integer> intStack = new GStack<Integer>();  
        intStack.push(1);  
        intStack.push(3);  
        intStack.push(5);  
  
        for(int n=0; n<3; n++)  
            System.out.println(intStack.pop());  
    }  
}
```



LA
Busan
Seoul
5
3
1

제네릭과 배열

□ 제네릭에서 배열의 제한

- 제네릭 클래스 또는 인터페이스의 배열을 허용하지 않음

```
//GStack<Integer>[] gs = new GStack<Integer>[10]; // 오류!!
```

- 제네릭 타입의 배열도 허용되지 않음

```
//T[] a = new T[10]; // 오류!!
```

- 앞 예제에서는 Object 타입으로 배열 생성 후 실제 사용할 때 타입 캐스팅

```
return (T)stck[tos]; // 타입 매개 변수 T타입으로 캐스팅
```

- 타입 매개변수의 배열에 레퍼런스는 허용

```
public void myArray(T[] a) { ... }
```

제네릭 메소드

□ 제네릭 메소드 선언 가능

```
class GenericMethodEx {  
    static <T> void toStack(T[] a, GStack<T> gs) {  
        for (int i = 0; i < a.length; i++) {  
            gs.push(a[i]);  
        }  
    }  
}
```

- 제네릭 메소드를 호출할 때는 컴파일러가 메소드의 인자를 통해 이미 타입을 알고 있으므로 타입을 명시하지 않아도 됨

```
String[] sa = new String[100];  
GStack<String> gss = new GStack<String>();  
GenericMethodEx.toStack(sa, gss);
```

- sa는 String[], gss는 GStack<String> 타입이므로 T를 String으로 유추

예제 : 스택의 내용을 반대로 만드는 제네릭 메소드 만들기

GStack을 이용하여 주어진 스택의 내용을 반대로 만드는 제네릭 메소드 reverse()를 작성하라.

```
public class GenericMethodExample {  
    // T가 타입 매개 변수인 제네릭 메소드  
    public static <T> GStack<T> reverse(GStack<T> a){  
  
        GStack<T> s = new GStack<T>();  
        while (true) {  
            T tmp;  
            tmp = a.pop(); // 원래 스택에서 요소 하나를 꺼냄  
            if (tmp==null) // 스택이 비었음  
                break;  
            else  
                s.push(tmp); // 새 스택에 요소를 삽입  
        }  
        return s; // 새 스택을 반환  
    }  
}
```

```
public static void main(String[] args) {  
    // Double 타입의 GStack 생성  
    GStack<Double> gs =  
        new GStack<Double>();  
  
    // 5개의 요소를 스택에 push  
    for (int i=0; i<5; i++) {  
        gs.push(new Double(i));  
    }  
    gs = reverse(gs);  
    for (int i=0; i<5; i++) {  
        System.out.println(gs.pop());  
    }  
}
```

0.0
1.0
2.0
3.0
4.0

타입 경계 (Bounded Type Parameter)

- 제네릭 클래스나 제네릭 메소드가 받는 타입 인자를 제한하고 싶은 경우에 타입 경계를 사용할 수 있다.

```
public class GenericMethodExample2 {  
    // 입력 list에서 처음 3요소만 새 list로 반환  
    public static <T> List<T> firstThree(List<T> list) {  
        return list.stream().limit(3).collect();  
    }  
    // 입력 list에서 처음 char만 새 char list로 반환 (T는 CharSequence의 서브타입만 가능)  
    public static <T extends CharSequence> List<Character> firstChars(List<T> list) {  
        return list.stream().map(e -> e.charAt(0)).collect(Collectors.toList());  
    }  
    public static void main(String[] args) {  
        List<String> cities = new ArrayList<String>();  
        cities.add("Seoul");  
        cities.add("Busan");  
        cities.add("Incheon");  
        cities.add("Daejeon");  
        for (String city : firstThree(cities)) System.out.println(city.toUpperCase());  
        for (Character c : firstChars(cities)) System.out.println(c);  
    }  
}
```

와일드 카드(Wildcard)

- 와일드 카드(즉, unknown type)
 - 제네릭 클래스나 제네릭 메소드에서 사용하는 ?를 와일드 카드(즉, unknown type)라고 부른다.
 - 매개변수, 멤버필드, 지역변수, 반환인자 등 다양하게 사용한다.
- Unbounded wildcard

```
// 입력 list의 원소를 모두 출력 (?는 모든 객체 타입, 즉 내부적으로는 Object)
```

```
public static void print(List<?> list) {  
    list.forEach(e -> System.out.println(e));  
}  
  
print(cities); // List<String> cities = new ArrayList<>(); ...  
print(nums); // List<Integer> nums = new ArrayList<>(); ...  
print(people); // List<Person> people = new ArrayList<>(); ...
```

```
// It only prints a list of Object (It cannot print a list of String, a list of Integer, etc)
```

```
public static void print(List<Object> list) {  
    list.forEach(e -> System.out.println(e));  
}
```

와일드 카드(Wildcard)

□ 서브타입 와일드카드 (Upper bounded wildcard)

- Unknown type이 특정 타입의 서브타입만 가능하도록

```
// 입력 list에서 처음 char만 새 char list로 반환
//(?는 CharSequence의 서브타입만 가능)
public static List<Character> firstChars(List<? extends CharSequence> list) {
    return list.stream().map(e -> e.charAt(0)).collect(Collectors.toList());
}
```

□ 슈퍼타입 와일드카드 (Lower bounded wildcard)

- Unknown type이 특정 타입의 슈퍼타입만 가능하도록

```
// 입력 list에 10을 추가
// (?는 Integer의 슈퍼타입만 가능. 즉, Integer, Number, Object)
public static void addTen(List<? super Integer> list) {
    list.add(10);
}
```

Java9 Immutable Collection

- 불변 컬렉션 (Immutable Collection)
 - 아이템 추가, 수정, 제거가 불가능한 컬렉션
 - 따라서, 신규 아이템을 추가하거나 기존 아이템을 수정 또는 제거하려고 하면 `java.lang.UnsupportedOperationException` 예외 발생
- Java8까지는 불변 컬렉션 생성 방법
 - `Collections.unmodifiableList(list)` 사용
 - `Arrays.asList( ... )` 사용
 - `Stream.of(...).collect(collectingAndThen(toList(), Collections::unmodifiableList))` 사용
 - Guava 라이브러리 사용

Java9 Immutable Collection

□ Java9 불변 컬렉션 생성 방법

■ List.of() 사용

```
List<String> fruits = List.of("apple", "banana", "cherry");
```

■ Set.of() 사용

```
Set<String> fruits = Set.of("apple", "banana", "cherry");
```

```
Set<String> fruits = Set.of("apple", "banana", "cherry", "apple"); // Set은  
중복인자를 넣으면 IllegalArgumentException
```

■ Map.of() 또는 Map.ofEntries() 사용

```
Map<Integer, String> fruits = Map.of(1, "apple", 2, "banana", 3, "cherry");
```

```
Map<Integer, String> fruits = Map.ofEntries(Map.entry(1, "apple"),  
Map.entry(2, "banana"), Map.entry(3, "cherry"));
```