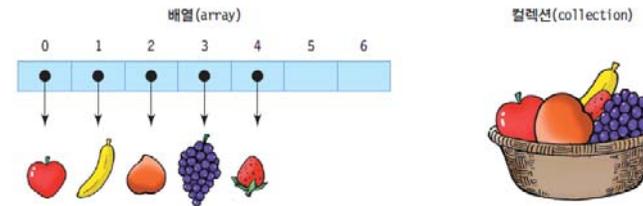


Collections, Generic

514770
2019년 가을학기
9/24/2019
박경신

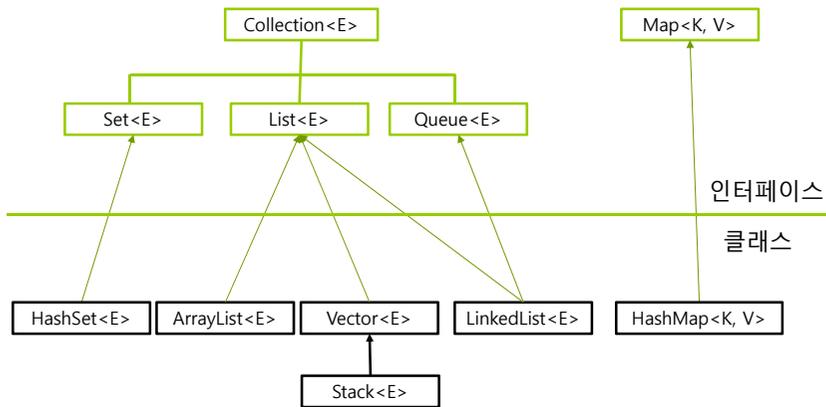
컬렉션(collection)의 개념

- 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
 - 고정 크기의 배열을 다루는 어려움 해소
 - 다양한 객체들의 삽입, 삭제, 검색 등의 관리 용이



- 고정 크기 이상의 객체를 관리할 수 없다.
- 배열의 중간에 객체가 삭제되면 응용프로그램에서 자리를 옮겨야 한다.
- 가변 크기로서 객체의 개수를 염려할 필요 없다.
- 컬렉션 내의 한 객체가 삭제되면 컬렉션이 자동으로 자리를 옮겨준다.

컬렉션 인터페이스와 클래스



Collection 인터페이스 메소드

Method	Description
boolean add(Object element)	is used to insert an element in this collection.
boolean addAll(Collection c)	is used to insert the specified collection elements in the collection.
boolean remove(Object element)	is used to delete an element from this collection.
boolean removeAll(Collection c)	is used to delete all the elements of specified collection from the collection.
boolean retainAll(Collection c)	is used to delete all the elements of invoking collection except the specified collection.
int size()	return the total number of elements in the collection.
void clear()	removes the total no of element from the collection.
boolean contains(Object element)	is used to search an element.
boolean containsAll(Collection c)	is used to search the specified collection in this collection.
Iterator iterator()	returns an iterator.
Object[] toArray()	converts collection into array.
boolean isEmpty()	checks if collection is empty.
boolean equals(Object element)	matches two collection.
int hashCode()	returns the hashcode number for collection.

List 인터페이스 메소드

Method	Description
void add(int index, Object element)	is used to insert an element into the list at index passed in the index.
boolean addAll(int index, Collection c)	is used to insert all elements of c into the list at the index passed in the index.
Object get(int index)	is used to return the object stored at the specified index within the collection.
Object set(int index, Object element)	is used to assign element to the location specified by index within the list.
Object remove(int index)	is used to delete all the elements of invoking collection except the specified collection.
ListIterator listIterator()	is used to return an iterator to the start of the list.
ListIterator listIterator(int index)	is used to return an iterator to the list that begins at the specified index.

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(Generics)
 - 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>

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

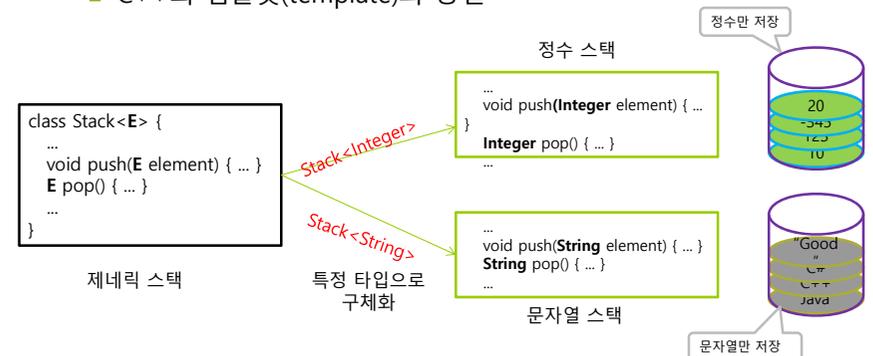

```
Vector<Integer> v = new Vector<Integer> ();
v.add(4); // 4 → new Integer(4)로 자동 박싱
int k = v.get(0); // Integer 타입이 int 타입으로 자동 언박싱, k = 4
```

 - 제네릭의 타입 매개 변수를 기본 타입으로 구체화할 수는 없음


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

제네릭의 기본 개념

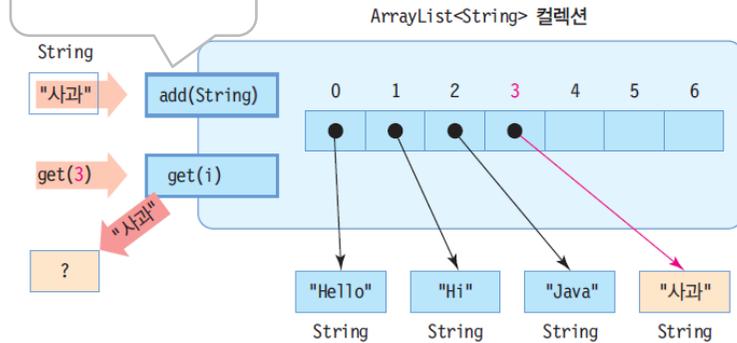
- JDK 1.5에서 도입(2004년 기점)
- 모든 종류의 데이터 타입을 다룰 수 있도록 일반화된 타입 매개 변수로 클래스나 메소드를 작성하는 기법
 - C++의 템플릿(template)과 동일



ArrayList<String> 컬렉션의 내부 구성

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

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



ArrayList<E> 클래스의 주요 메소드

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

HashMap<K,V>

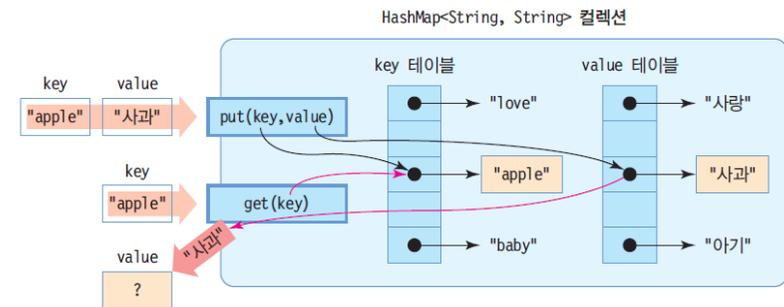
HashMap<K,V>

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

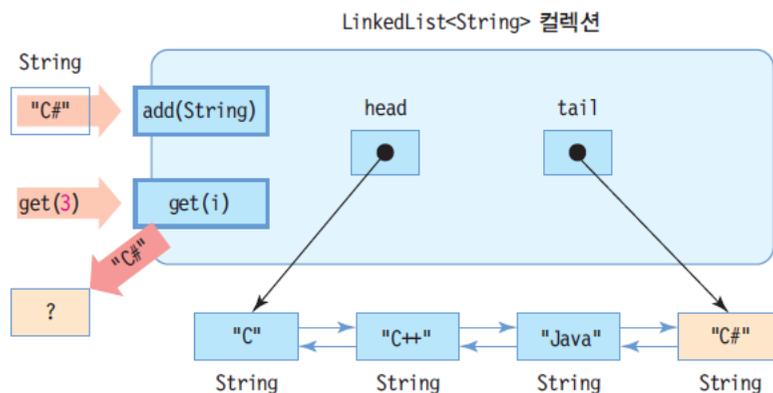
LinkedList<E>

LinkedList<E>의 특성

- java.util.LinkedList
 - E에 요소로 사용할 타입 지정하여 구체화
- 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>();
```



컬렉션 순차 검색을 위한 Iterator 인터페이스

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) {
    ...
}
```

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();
}
```

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");

    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.");
}
```

static 메소드이므로
클래스 이름으로 바로 호출

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 메소드 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 메소드 사용

```
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;
    }
    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 + "\t 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 hashCode 라면, 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> {
    T val;
    void set(T a) {
        val = a;
    }
    T get() {
        return val;
    }
}
```

val의 타입은 T

제네릭 클래스 MyClass 선언, 타입 매개 변수 T

T 타입의 값 a를 val에 지정

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
```

↓ 수정

```
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 매개 변수가 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"));
```