

Metode avansate de programare

Curs 1

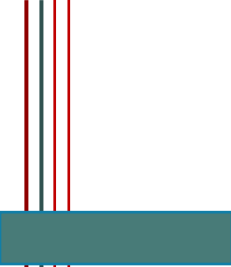
Interfață

Curs 2

- ☐ Genericitate.
- ☐ Colecții generice de date.

Interfața

- Interfața - contract, protocol de comunicare între obiecte
- Clasa - implementează(aderă la) acel contract
- O interfață conține declarații de **metode** *abstracte* (nedefinite), *default* (definite), *statice* și **date membru**.
- Orice *data membru* declarată în interfață este implicit *public*, *static*, *final*
- Toate metodele declarate într-o interfață sunt implicit *public*
- O interfață poate să nu conțină nici o declarație de metode sau date membru.
- O interfață poate *mosteni* alta interfață și poate adăuga metode noi.
- Extinderea unei interfete: O interfață poate să mostenească mai multe interfete (mostenire multiplă de interfete) - pot apărea coliziuni; Cuvânt rezervat: *extends*



```
interface JavaInterface {  
    protected int X = 10;  
    int y;  
    int Z = 20;  
    default int x() {  
        return 0;  
    }  
    abstract void foo ();  
    final int f ( int x);  
  
}
```

Genericitate

- Problemă:

- Construiți o structură de date: *o stivă, o listă înlănțuită, un vector, un graf, un arbore, etc.*
- Care este tipul de date pe care îl vom folosi pentru reprezentarea elementelor?

```
public class Stack {  
    private Object[] items;  
    private int vf=0;
```

```
}
```

```
Stack stack = new Stack();  
stack.push(100);  
stack.push(new Rectangle());  
stack.push("Hello World!");  
String s = (String) stack.peek();
```



Cast!

Genericitate

```
public class Stack {  
    private Object[] items;  
    private int vf=0;  
    public Stack(){...}  
    public void push (Object item) {...}  
    public Object peek() {...}  
}
```

```
//testStack.java  
Stack stack = new Stack();  
stack.push(100);  
stack.push(new Rectangle());  
stack.push("Hello World!");
```

```
while (!stack.isEmpty())  
{  
    String s = (String)stack.pop();  
    System.out.println(s);  
}
```

Tipuri generice

- Permit parametrizarea tipurilor de date (clase și interfețe), parametri fiind tot tipuri de date
- Au fost introduse începând cu **versiunea 1.5**
- Asemănătoare cu template din C++
- Beneficii:
 - îmbunătățirea lizibilității codului
 - creșterea gradului de robustețe

Convenții de numire a tipurilor

- E - Element (folosit intensiv de Java Collections Framework)
- K - Key
- N - Number
- T - Type
- V - Value
- S,U,V etc. - 2nd, 3rd, 4th types

Exemple:

```
public class Stack<E> { ... }  
public class Node<T> { ... }  
public interface Pair<K, V> { ... }  
public class PairImpl<K, V> implements Pair<K, V> {...}
```

Instanțierea tipurilor generice

```
public class Stack<E>{  
    private E[] items;  
    private int vf=0;  
    public void push(E elem) {...}  
    public E peek() {...}  
}
```

```
//test Stack<E>
```

```
Stack<String> ss=new Stack<String>();
```

```
ss.push("Ana");
```

```
ss.push("Maria");
```

```
//ss.push(new Persoana("Ana", 23)); //eroare la compilare
```

```
String elem=ss.peek(); //fara cast
```

```
Stack<Persoana> sp=new Stack<Persoana>();
```

```
sp.push(new Persoana("Ana", (byte)23));
```

```
sp.push(new Persoana("Maria", (byte)10));
```


Instanțierea tipurilor generice

- Când se creează instanțe ale unor clase generice, nu se pot folosi tipurile primitive: int, byte, char, float, double,....
- Se folosesc clasele asociate:

Tip primitiv	Clasa învelitoare
boolean	Boolean
char	Character
byte	Byte
short	Short
int	Integer
long	Long
float	Float
double	Double

```
Stack<int> si=new Stack<int>(); //eroare la compilare  
Stack<Integer> si=new Stack<Integer>();
```

Autoboxing

```
public class Stack<E>{  
  
}
```

```
Stack<Integer> si=new Stack<Integer>();  
si.push(23); //conversie automata  
si.push(new Integer(23));  
int val=si.peek();
```

- Se convertește automat o dată de tip primitiv într-un obiect al clasei asociate (când compilatorul așteaptă un obiect) și invers (când se așteaptă un tip primitiv).

Tablouri cu elemente de tip generic

```
3 public class Stack<E> {  
4     private E[] items=new E[20];  
5  
6
```

Type parameter 'E' cannot be instantiated directly

- Nu pot fi create folosind operatorul **new**
- Doar:
`E[] items=(E[])new Object[20];` *//warning la compilare*

Tablouri cu elemente de tip generic - Alternative

- Se creează un tablou cu elemente de tip **Object**, iar când se cere un element se face cast explicit:

```
public class Stack<E> {  
    Object[] items=new Object[20];  
    int vf=0;  
  
    . . .  
    public E peek() {  
        if (vf>0)  
            return (E)items[vf-1];  
        else return null;  
    }  
}
```

Tablouri cu elemente de tip generic - Alternative

- Se folosește metoda **Array.newInstance** - urmeaza cursul de Reflecție in Java

```
public class Stack<E> {  
  
    E[] items;  
    int vf=0;  
    public Stack(Class tip)  
    {  
        items=(E[]) Array.newInstance(tip, 20);  
    }  
}
```

```
import java.lang.reflect.Array;
```

```
Stack<Integer> st=new Stack<>(Integer.class);  
st.push(2);  
st.push(3);  
System.out.println(st.peek());
```

- Se foloseste clasa **ArrayList** in loc de tablou

Metode generice

- Metodele generice definite în clase care nu declară tipuri generice.

```
class Util {  
    public static <T> int countNullValues(T[] anArray){  
        int count = 0;  
        for (T e : anArray)  
            if (e == null) {  
                ++count;  
            }  
        return count;  
    }  
}
```

//apel metoda generica

```
int k= Util.countNullValues(new String[]{"a", null, "b"});  
int j= Util.countNullValues(new Integer[]{1, 2, null, 3, null});
```

Metode generice

- Tipul generic al unei metode generice poate să fie diferit de tipul generic al clasei în care e declarată metoda generică.

```
public class Stack<E> {  
    E[] items;  
    int vf=0;  
    public static <T> void copiaza(T[] elems, Stack<T> st) {  
        for(T e:elems)  
            st.push(e);  
    }  
}
```

```
Stack<Integer> st=new Stack<>(Integer.class);  
st.push(2);  
st.push(3);
```

```
Stack.copiaza(new Integer[]{4,5,6},st);  
System.out.println(st.peek());
```

Membri statici în contextul tipurilor generice

Putem avea attribute statice de tip generic?

```
public class Singleton <T> {  
    public static T getInstance() {  
        if (instance == null)  
            instance = new Singleton<T>();  
  
        return instance;  
    }  
    private static T instance = null;  
}
```

```
class MobileDevice<T> {  
    private static T os;  
    // ...  
}  
MobileDevice<Smartphone> phone = new MobileDevice<>();  
MobileDevice<Pager> pager = new MobileDevice<>();  
MobileDevice<TabletPC> pc = new MobileDevice<>();
```

Variabila **os** este partajată de Smartphone, Pager și TabletPC. Ea nu poate fi în același timp Smartphone, Pager și TabletPC. Prin urmare, nu putem avea variabile parametrice de clasă.

Erasure

- In Java, nu se creează o nouă clasă pentru fiecare instanță a unei clase generice (cu tip diferit).
- La compilare, compilatorul “șterge” (erases) informațiile despre tipul generic și înlocuiește fiecare variabilă de tip generic cu limita superioară a tipului (de obicei Object), și unde este nevoie inserează un cast explicit către tipul generic.
- Motivul: compatibilitatea cu versiunile anterioare de Java, când nu exista generics.

```
Stack<String> t=new Stack<String>();
```

```
t.push("ana");
```

```
String s=t.peek();
```



//after Erasure

```
Stack t=new Stack();
```

```
t.push("ana");
```

```
String s=(String)t.peek();
```

- Nu se recompilează clasa generică pentru fiecare instanță nouă (C++).

Tipuri generice delimitate (bounded)

- Se pot specifica **constrângeri (limite)** pentru tipul generic, folosind cuvântul **extends**.

`T extends [C &] I1 [& I2 &...& In]` - T moștenește clasa C și implementează interfețele I1, ... In.

- Când se specifică constrângeri, **la compilare, T este înlocuit** cu primul element din expresia de constrângeri.

`T extends C` //T este înlocuit cu C

`T extends C & I1 & I2` //T este înlocuit cu C

`T extends I1 & I2` //T este înlocuit cu I1

`T extends I1` //T este înlocuit cu I1

- Dacă se specifică constrângeri pentru tipul T, atunci folosind o variabilă de tipul T se poate apela orice metodă din clasa sau interfețele precizate ca limită.

Tipuri generice delimitate (bounded)

```
interface Comparable<E>{  
    int compareTo(E element);  
}
```

```
public class ListaOrdonata<E extends Comparable<E>>  
    implements Lista<E> {  
    private class Nod{  
        E info;  
        Nod urm;  
        Nod(E elem){info=elem; urm=null;}  
        Nod(E info, Nod urm){  
            this.info=info;  
            this.urm=urm;  
        }  
    }  
    private Nod cap;  
    private int count=0;  
    public ListaOrdonata(){ cap=null;}
```

```
    public void adauga(E elem){  
        count++;  
        if (cap==null){  
            cap=new Nod(elem);  
            return;  
        }  
        if (elem.compareTo(cap.info)<0){  
            cap=new Nod(elem, cap);  
        }else {  
            Nod p=cap;  
            Nod r=p;  
            while (p!=null && p.info.compareTo(elem)<0)  
            {  
                r=p;  
                p=p.urm;  
            }  
            . . .  
        }  
    }
```

Tipuri generice delimitate (bounded)

```
public class Persoana implements Comparable<Persoana>{
    protected String nume;
    protected int varsta;
    public Persoana(){
        this("",0);
    }
    public Persoana(String nume, int varsta){
        this.nume=nume;
        this.varsta=varsta;
    }

    @Override
    public int compareTo(Persoana o) {
        return this.nume.compareTo(o.nume);
    }
    . . .
}

public static void main(String[] args)
{
    Persoana p=new Persoana("Pop",12);
    Persoana p2=new Persoana("Ion",9);
    Persoana p3=new Persoana("Dan",14);
    ListaOrdonata<Persoana> l=new ListaOrdonata<Persoana>();
    l.adauga(p);
    l.adauga(p2);
    l.adauga(p3);
    for (int i=0; i<l.size(); i++)
        System.out.println(l.get(i));
}
```

Genericitatea în subtipuri

```
public class Student extends Persoana{ ... }
```

```
ListaOrdonata<Persoana> personList;  
ListaOrdonata<Student> studList=new ListaOrdonata<Student>();  
personList=studList; // ?  
personList.adauga(new Persoana("Anda",12));
```

Dacă *ChildType* este un subtip (clasă descendentă sau subinterfață) al lui *ParentType*, atunci o structură generică

GenericStructure<ChildType> **NU** este un subtip al lui *GenericStructure<ParentType>*.



```
ListaOrdonata<?> lista;
```

```
lista=studList;
```

Wildcards

- Wildcard-urile sunt utilizate atunci când dorim să folosim o structură de date generică (*parametru* într-o funcție) și nu dorim să limităm tipul de date din colecția respectivă

```
public static void printCollection2(ListaOrdonata<?> c)
{
    for(int i=0; i<c.size();i++)
        System.out.println(c.get(i));
}
```

```
ListaOrdonata<Persoana> personList=new ListaOrdonata<Persoana>();
ListaOrdonata<Student> studList=new ListaOrdonata<Student>();
```

. . .

```
printCollection2(personList);
printCollection2(studList);
```

Wildcards

- Limitare: **nu putem adăuga elemente arbitrare** într-o colecție cu wildcard-uri:

```
ListaOrdonata<?> c = new ListaOrdonata<String>(); // Operatie permisa  
c.adauga(23); // Eroare la compilare
```

Eroarea apare deoarece nu putem adăuga într-o colecție generică decât elemente **de un anumit tip**, iar wildcard-ul **nu indică un tip anume**.

De fapt, NU putem apela nicio metoda a clasei ListaOrdonata care contine in signatura ei un parametru de tip generic.

Wildcard-uri delimitate superior

- Daca se specifica o limita superioara pentru ?, se pot apela metode apartinand clasei sau interfetei din limita superioara.

```
public static void printCollection(ListaOrdonata<? extends Persoana> c)
{
    for(int i=0; i<c.size();i++)
        System.out.println(c.get(i));
}
```

```
ListOrdonata<Student> studList=new ListOrdonata<Student>();
```

```
Student s=new Student("x",12,3);
Student s1=new Student("a",14,1);
Student s3=new Student("z",9,2);
studList.adauga(s);
studList.adauga(s1);
studList.adauga(s3);
```

```
printCollection(studList);
```


Wildcard-uri delimitate inferior

```
public static void printCollection1(ListaOrdonata<? super Student> c)
{
    for(int i=0; i<c.size();i++)
        System.out.println(c.get(i));
}
```

```
Persoana p=new Persoana("Pop",12);
Persoana p2=new Persoana("Ion",9);
Persoana p3=new Persoana("Dan",14);
```

```
ListaOrdonata<Persoana> personList=new
ListaOrdonata<Persoana>();
printCollection1(personList);
```

- <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/QandE/generics-questions.html>

Problemă

```
public class Student extends Persoana {  
    private static final int COD_UNIVERSITATE = 15;  
    private int anStudiu;  
}
```

```
ListaOrdonata<Student> studList=new ListaOrdonata<Student>();
```

Type parameter 'Generics.Student' is not within its bound; should implement 'java.lang.Comparable<Generics.Student>'

Soluția

```
public class ListaOrdonata<E extends Comparable<? super E>> implements Lista<E> {
```

Cadrul colecțiilor Java (Java Collections Framework (JFC))

- O *colecție* este un obiect care grupează mai multe elemente într-o singură unitate. (ex. *Vectori, liste înlănțuite, stive, mulțimi matematice, dicționare, tabele hash, etc.*)
- Reutilizarea codului
- Reducerea efortului de programare
- Creșterea vitezei și calității unei aplicații
- Algoritmi *polimorfici*
- Folosesc *tipuri generice*

Arhitectura colecțiilor

Interfață



Clasă abstractă



Implementări concrete

List

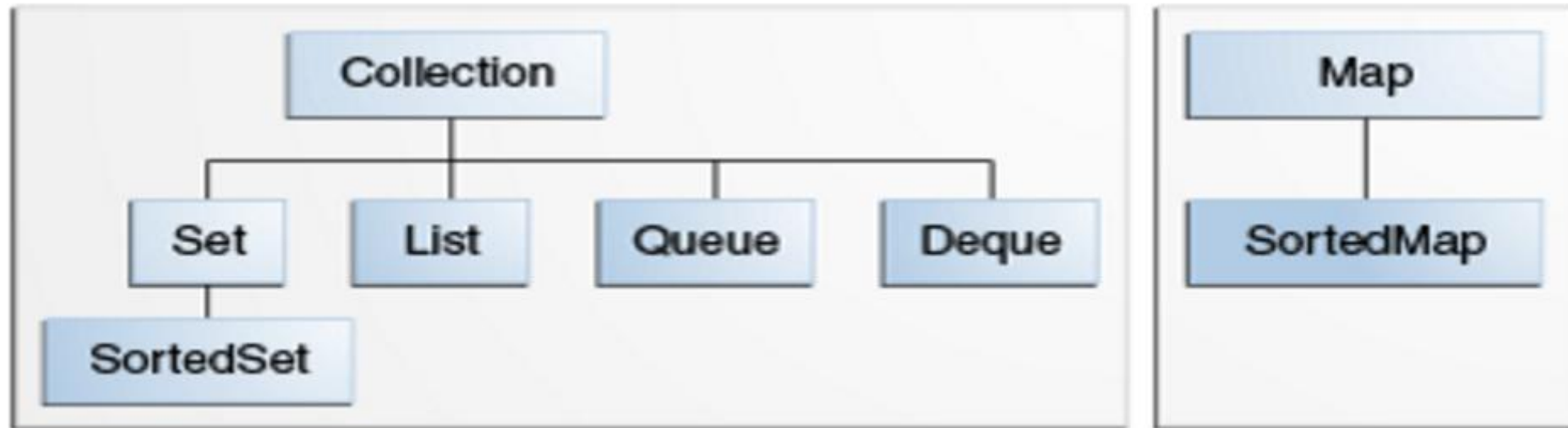


AbstractList



ArrayList
LinkedList
Vector

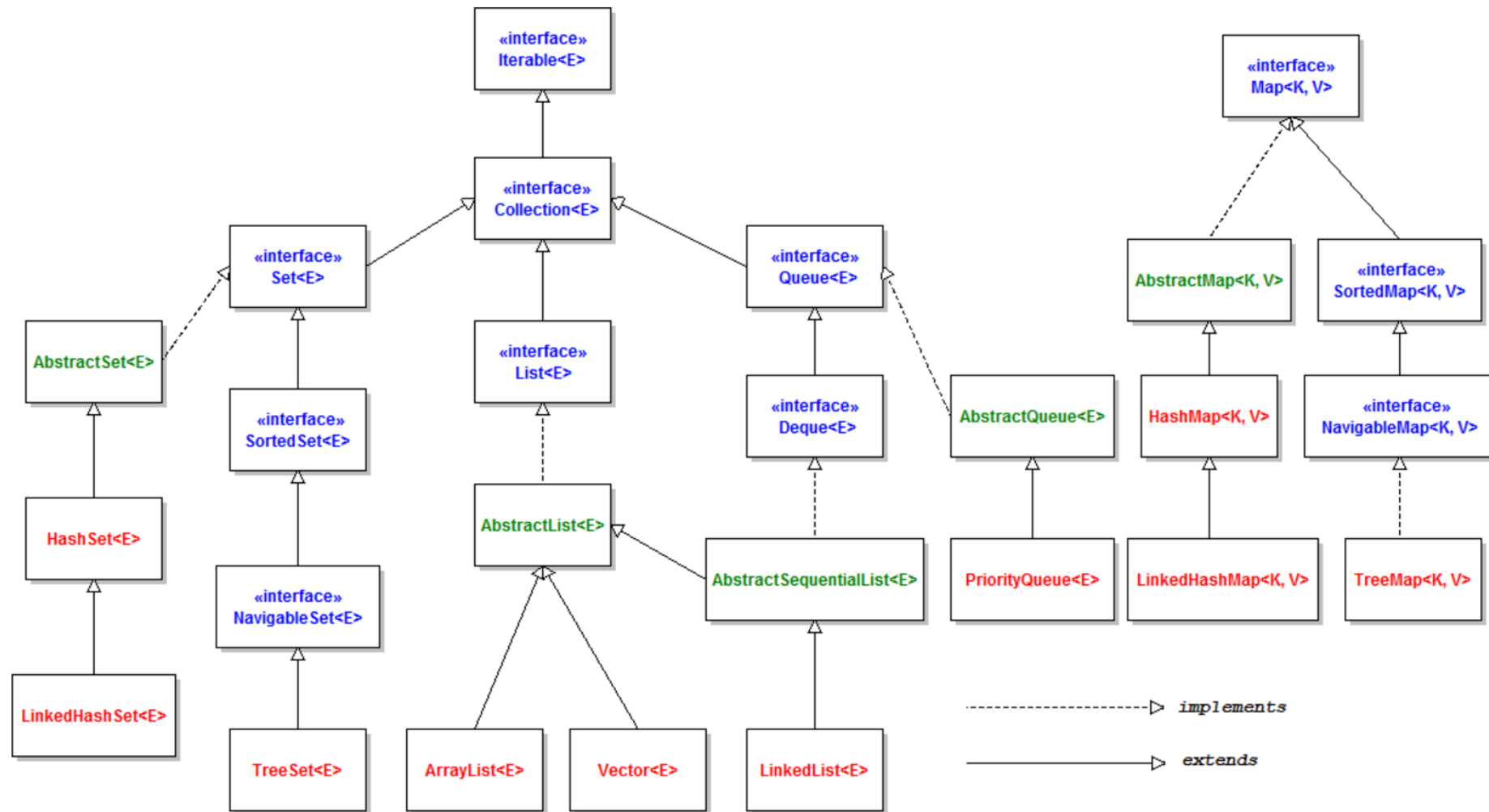
Interfețe



Implementari -reprezentare

Interfața	Hash	Array	Tree	Linked	Hash+Linked
Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
List		ArrayList Vector		LinkedList	
Queue					
Deque		ArrayDeque		LinkedDeque	
Map	HashMap Hashtable		TreeMap		LinkedHashMap

Ierarhia colecțiilor



Class diagram of Java Collections framework

Declarare și instanțiere obiecte

```
Set set = new HashSet(); //--raw generic type (Object)
ArrayList<Integer> list = new ArrayList<>();
List<Integer> list = new ArrayList<>();
List<Integer> list = new LinkedList<>();
List<Integer> list = new Vector<>();
Map<Integer, String> map = new HashMap<>();
```

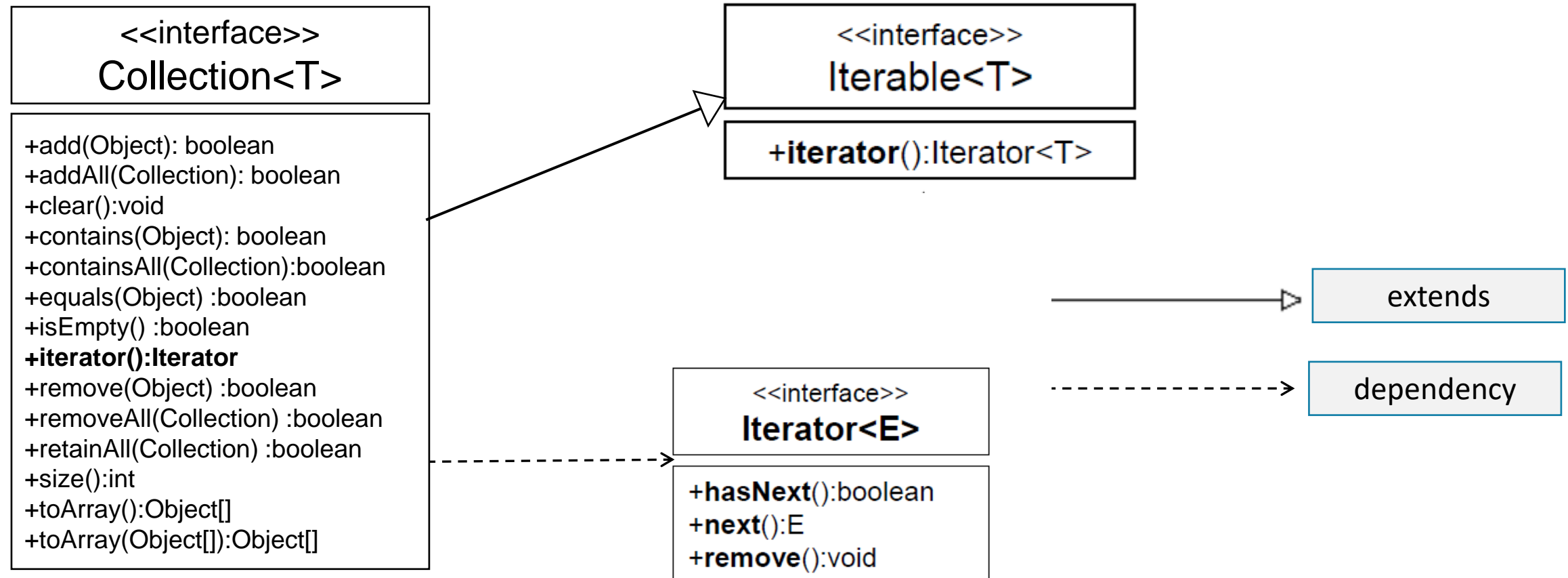

Interfața Collection

<<interface>>
Collection<T>

+add(Object): boolean
+addAll(Collection): boolean
+clear():void
+contains(Object): boolean
+containsAll(Collection):boolean
+equals(Object) :boolean
+isEmpty() :boolean
+iterator():Iterator
+remove(Object) :boolean
+removeAll(Collection) :boolean
+retainAll(Collection) :boolean
+size():int
+toArray():Object[]
+toArray(Object[]):Object[]

java.util.Iterator<E>, java.lang.Iterable<T>

- **Colectiile sunt iterable:** Interfata Collection<E> implementeaza interfata Iterable<E>;



Parcurgerea colecțiilor

- **for-each**

```
public void list(Collection<T> items) {
```

```
    for (Item item : items) {  
        System.out.println(item);  
    }
```

=

- **Cu iterator**

```
public void list(Collection<T> items) {
```

```
    Iterator<Item> it = items.iterator();  
    while(it.hasNext()) {  
        Item item = it.next();  
        System.out.println(item);  
    }
```

java.util.Collections

- Clasa **Collections** contine exclusiv **metode statice** pentru sortarea unei colectii, pentru determinarea minimului, maximului, inversarea unei colectii, cautarea unei valori, etc.

Interfața List

- O listă este o colecție **ordonată**. Listele pot conține elemente **duplicate**.
- Pe lângă operațiile moștenite de la **Collection**, interfața **List** definește următoarele operații:
 - `T get(int index)` - întoarce elementul de la poziția `index`
 - `T set(int index, T element)` - modifică elementul de la poziția `index`
 - `void add(int index, T element)` - adaugă un element la poziția `index`
 - `T remove(int index)` - șterge elementul de la poziția `index`
- List posedă două implementări standard:
 - **ArrayList** - implementare sub formă de vector. Accesul la elemente se face în timp constant: **O(1)**
 - **LinkedList** - implementare sub formă de listă dublu înlănțuită. Prin urmare, accesul la un element nu se face în timp constant, fiind necesară o parcurgere a listei: **O(n)**.
- Printre algoritmi implementați se numără:
 - *sort* - realizează sortarea unei liste
 - *binarySearch* - realizează o căutare binară a unei valori într-o listă

Interfața Set

- Un Set (mulțime) este o colecție ce nu poate conține elemente duplicate.
- Interfața Set **conține doar metodele moștenite din Collection**, la care adaugă restricții astfel încât elementele duplicate să nu poată fi adăugate.
- Avem trei implementări utile pentru Set:
 - **HashSet**: memorează elementele sale într-o **tabelă de dispersie** (hash table); **este implementarea cea mai performantă**, însă nu avem garanții asupra ordinii de parcurgere. **Doi iteratori diferiți pot parcurge elementele mulțimii în ordine diferită.**
 - **TreeSet**: memorează elementele sale sub formă de **arbore roșu-negru**; elementele sunt ordonate pe baza valorilor sale. Implementarea este mai lentă decât HashSet.
 - **LinkedHashSet**: este implementată ca o **tabelă de dispersie**. Diferența față de HashSet este că LinkedHashSet menține o **listă dublu-înlănțuită** peste toate elementele sale. Prin urmare elementele rămân în ordinea în care au fost inserate. O parcurgere a LinkedHashSet va găsi elementele mereu în această ordine.

Vezi Seminar 3 – metodele hashCode, equals din clasa Object!

Interfața Map

- Un Map este un obiect care mapează chei la valori. Într-o astfel de structură nu pot exista chei duplicate.
- *Fiecare cheie este mapată la exact o valoare.*
- *Map reprezintă o modelare a conceptului de funcție: primește o entitate ca parametru (cheia), și întoarce o altă entitate (valoarea).*
- Cele trei implementări pentru Map sunt:
 - HashMap
 - TreeMap
 - LinkedHashMap
- Particularitățile de implementare corespund celor de la Set;

Compararea elementelor

- Pentru compararea a doua elemente dintr-o colectie avem doua posibilitati:

1) Entitatile colectiei **implementeaza** interfata **java.lang.Comparable<T>**

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

2) Definim un **Comparator** care **implementeaza** **java.util.Comparator<T>**

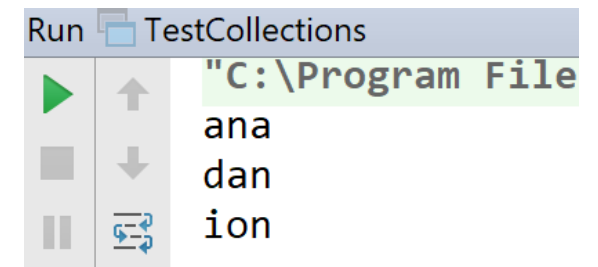
```
public interface Comparator<T>{  
    int compare(T o1, T o2);  
}
```


Compararea elementelor - Comparable<T>

- Obiectele de tip Persoana sunt comparabile – via metoda **compareTo!**

```
public class Persoana implements Comparable<Persoana>{  
    protected String nume;  
    protected int varsta;  
    . . .  
    @Override  
    public int compareTo(Persoana o) {  
        return this.nume.compareTo(o.nume);  
    }  
}
```

```
TreeSet<Persoana> pSet = new TreeSet<>();  
pSet.add(new Persoana("dan", 10));  
pSet.add(new Persoana("ana", 10));  
pSet.add(new Persoana("ion", 10));  
  
for (Persoana p : pSet) {  
    System.out.println(p.getNum());  
}
```



Compararea elementelor – Comparator<T>

- Clasa Persoana nu implementează interfața Comparable<T>, dar

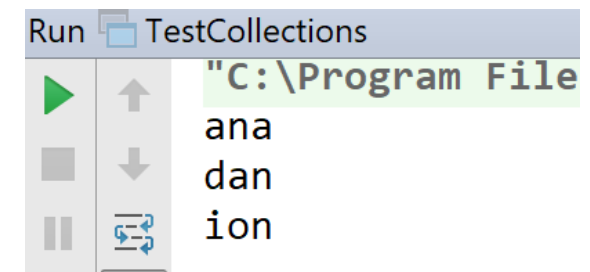
```
public class Persoana { // implements Comparable<Persoana>{
    protected String nume;
    protected int varsta;
    public Persoana(){
        this("",0);
    }
    public Persoana(String nume, int varsta){
        this.nume=nume;
        this.varsta=varsta;
    }

    // @Override
    // public int compareTo(Persoana o) {
    //     return this.nume.compareTo(o.nume);
    // }
}
```

Compararea elementelor – Comparator<T>

- Instantiem un comparator (aici clasă internă anonimă) ce va fi referit in constructorul clasei TreeSet.

```
public static void main(String[] args) {  
  
    TreeSet<Persoana> pSet = new TreeSet<>(new Comparator<Persoana>() {  
        @Override  
        public int compare(Persoana o1, Persoana o2) {  
            return o1.getNume().compareTo(o2.getNume());  
        }  
    });  
  
    pSet.add(new Persoana("dan", 10));  
    pSet.add(new Persoana("ana", 10));  
    pSet.add(new Persoana("ion", 10));  
  
    for (Persoana p : pSet) {  
        System.out.println(p.getNume());  
    }  
}
```



Sortarea unei liste - exemplu

```
public class Persoana implements Comparable<Persoana>{  
    protected String nume;  
    protected int varsta;  
    . . .  
}
```

```
List<Persoana> persons=new ArrayList<>();
```

```
persons.add(new Persoana("dan", 30));  
persons.add(new Persoana("ana", 89));  
persons.add(new Persoana("ion", 32));
```

```
//sorteaza lista persoane dupa varsta
```

```
persons.sort(new ComparatorPersoanaVarsta());  
System.out.println("Lista sortata dupa varsta");  
for (Persoana p : persons) { System.out.println(p);}
```

```
// sorteaza lista persoane dupa nume
```

```
Collections.sort(persons); //Persoana implementeaza Comparable<Persoana>  
System.out.println("Lista sortata dupa varsta");  
for (Persoana p : persons) { System.out.println(p);}
```

Map - example

```
Map<Integer,Persoana> map=new LinkedHashMap<>();
map.put(1, new Persoana("dan", 30));
map.put(2, new Persoana("ana", 89));
map.put(3, new Persoana("ion", 32));

for(Integer key: map.keySet())
    System.out.println(map.get(key));

for(Map.Entry<Integer,Persoana> entry : map.entrySet()
)
    System.out.println(entry.getValue());
```

- Vezi sem 3 pt mai multe exemple

Cursul următor



- Clase interne
- Java 8 features - Lambda
- Exceptii
- IO/NIO