Metode avansate de programare

Curs 1

Interfete

Curs 2

- Genericitate.
- Colecții generice de date.

Interfața

- Interfața - contract, protocol de comunicare între obiecte
- Clasa - implementeaza(aderă la) acel contract
- O interfata contine declaratii de metode *abstracte* (nedefinite), *default* (definite), *statice* si date membru.
- Orice *data membru* declarata in interfata este implicit *public, static, final*
- Toate metodele declarate intr-o interfata sunt implicit *public*
- O interfata poate sa nu contina nici o declaratie de metode sau date membru.
- O interfata poate *mosteni* alta interfata si poate adauga metode noi.
- Extinderea unei interfete: O interfata poate sa mostenească mai multe interfete (mostenire multiplade interfete) - pot aparea coliziuni; Cuvant rezervat: *extends*

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 incepand cu versiunea 1.5
- Asemanatoare 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 asteaptă un obiect) și invers (când se asteaptă 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 cand 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 atribute 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) informatiile 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 cuvantul **extends**.

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

- Când se specifică constrangeri, la compilare, T este inlocuit cu primul element din expresia de constrangeri.

  T **extends C //T este inlocuit cu C**

  T **extends C & I1 & I2 //T este inlocuit cu C**

  T **extends I1 & I2 //T este inlocuit cu I1**

  T **extends I1 //T este inlocuit cu I1**

- Dacă se specifică constrangeri 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 intr-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));

}
```

```
ListaOrdonata<Student> studList=new ListaOrdonata<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>'

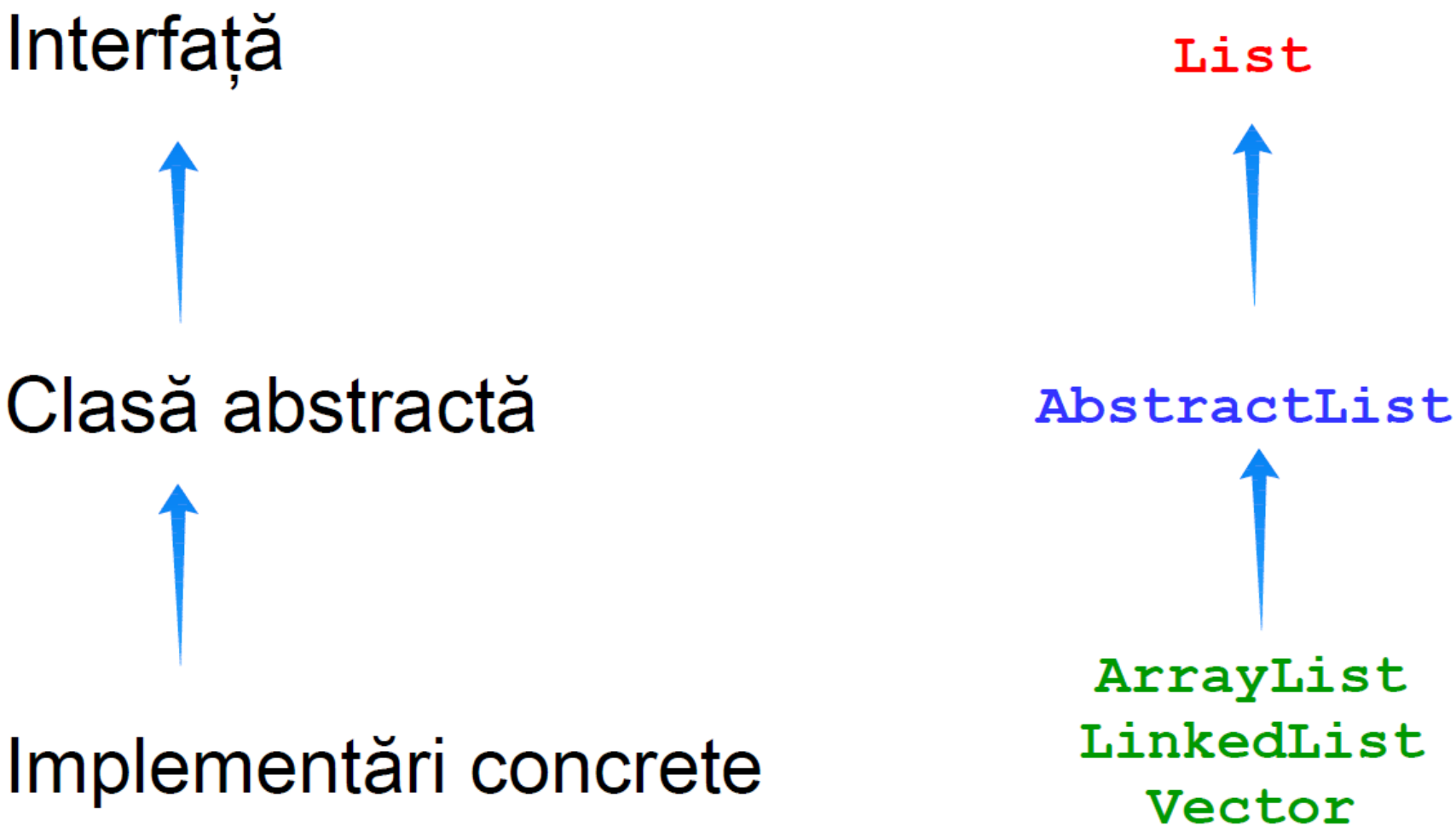
Soluția

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

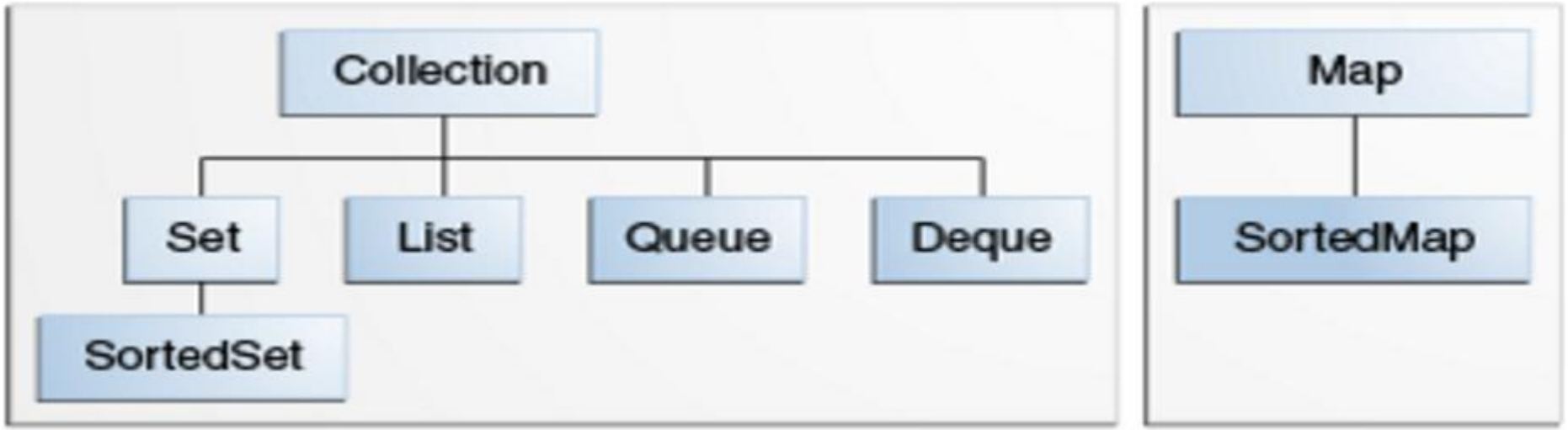
Cadrul colecțiilor Java (Java Collections Framework (JFC))

- 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



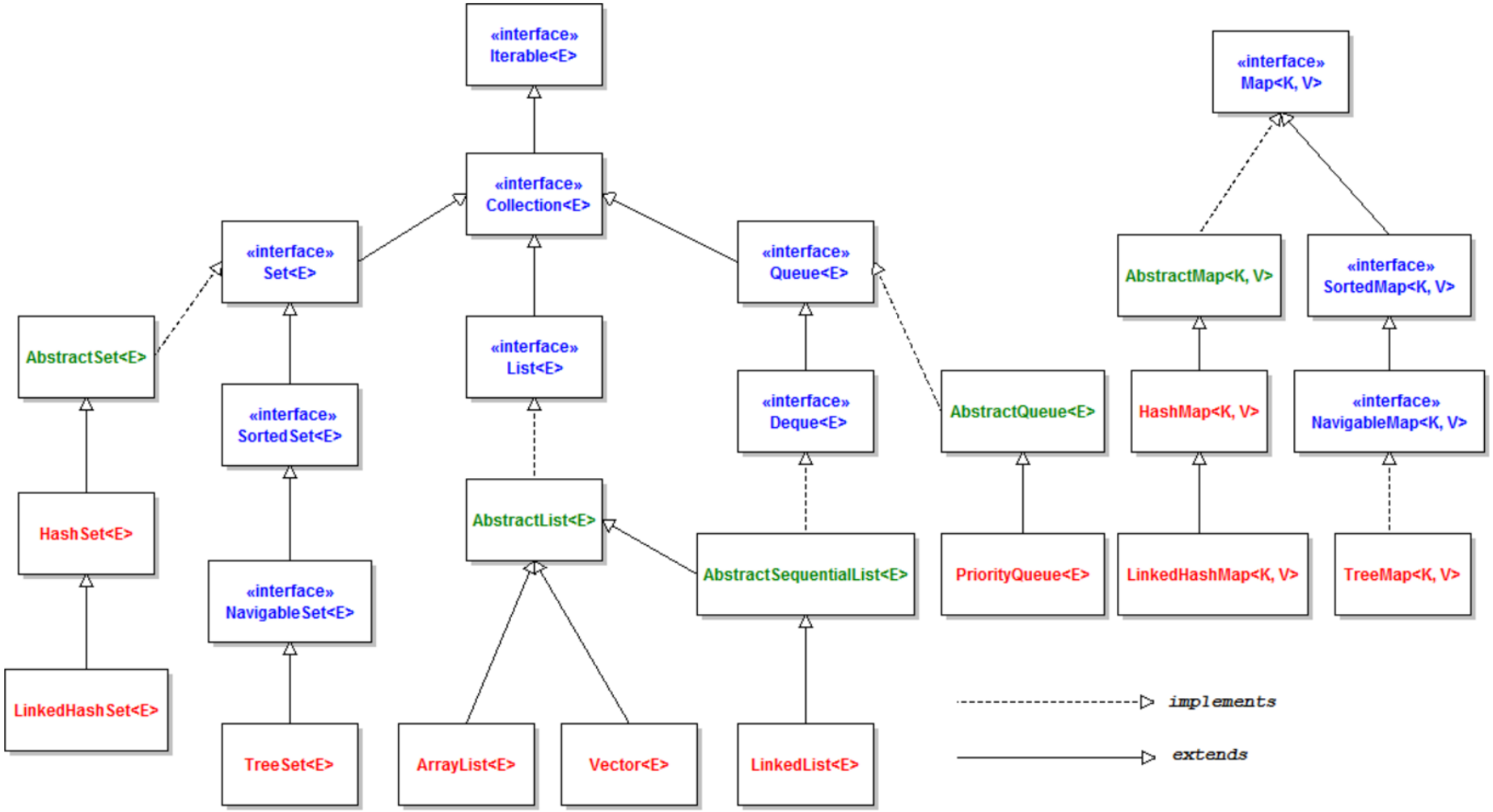
Interfețe



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

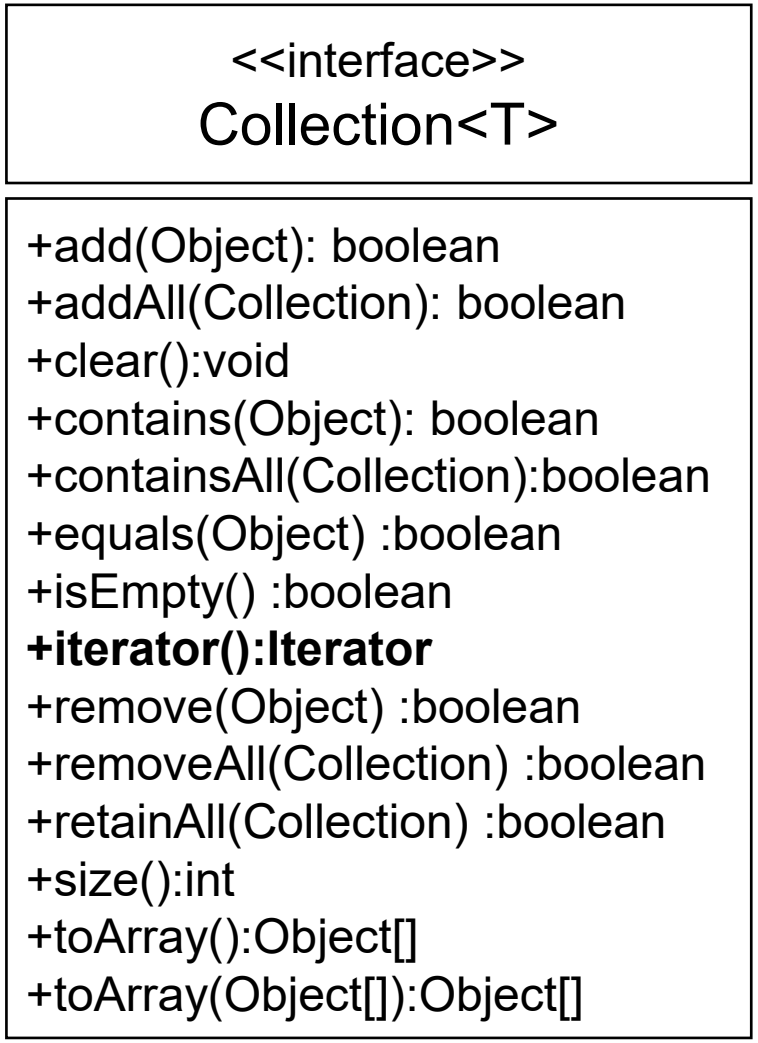


Class diagram of Java Collections framework

Declarare și instanțiere obiecte

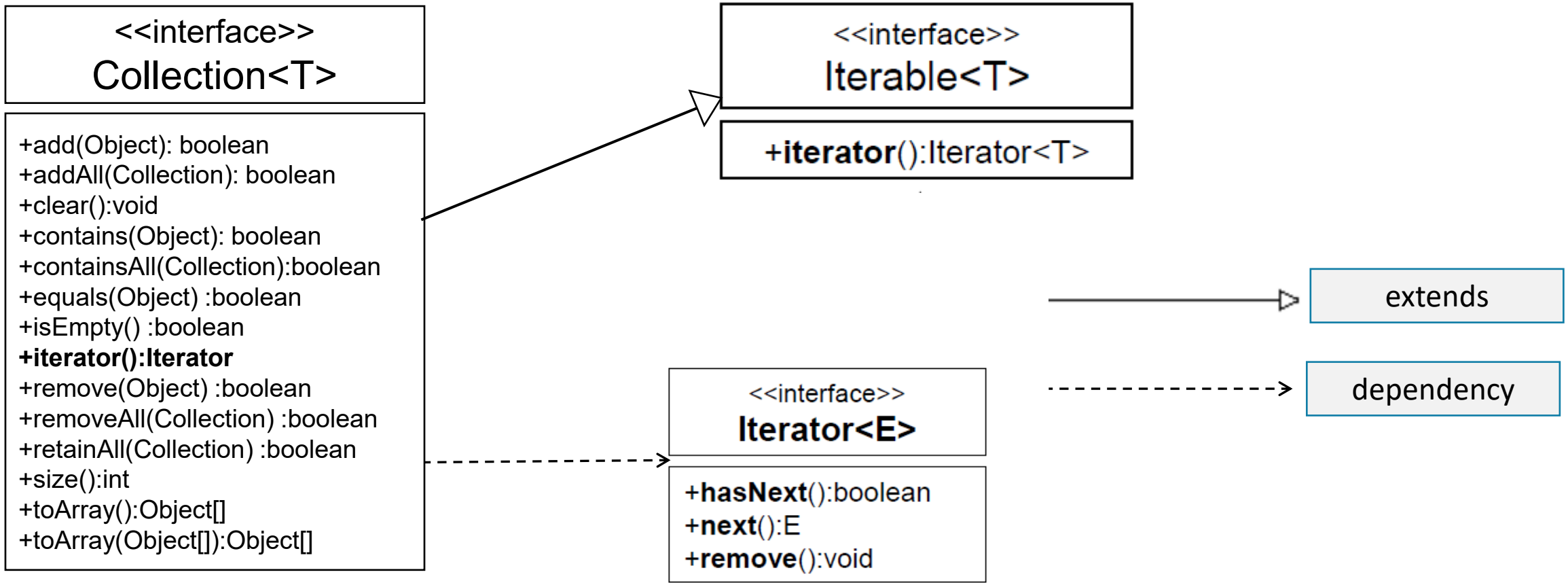
```
Set set = new HashSet();  //--raw generic type (Object)
ArrayList<Integer> list = new ArrayList<>();
List<Integer> list = new ArrayList<>();
List<Integer> list = new LinkedList<>();
List<Integer> list = new Vector<>();
Map<Integer, String> map = new HashMap<>();
```

Interfața Collection



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

- Colectiile sunt iterabile: 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 colecţie **ordonată**. Listele pot conţine elemente **duplicate**.
- Pe langă operaţiile moştenite de la Collection, interfaţa List defineşte următoarele operaţii:
  - `T get(int index) - întoarce elementul de la poziţia index`
  - `T set(int index, T element) - modifică elementul de la poziţia index`
  - `void add(int index, T element) - adaugă un element la poziţia index`
  - `T remove(int index) - şterge elementul de la poziţia 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 înlănţuită. Prin urmare, accesul la un element nu se face în timp constant, fiind necesară o parcurgere a listei: **O(n).**
- Printre algoritmii implementaţi se numără:
  - *sort* - realizează sortarea unei liste
  - *binarySearch* - realizaează o căutare binară a unei valori într-o listă

Interfața Set

- Un Set (mulţime) este o colecţie ce nu poate conţine elemente duplicate.
- Interfața Set conţine doar metodele moştenite din Collection, la care adaugă restricţii 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 garanţii asupra ordinii de parcurgere. Doi iteratori diferiţi pot parcurge elementele mulţimii în ordine diferită.
  - TreeSet: memorează elementele sale sub formă de **arbore roşu-negru;** elementele sunt ordonate pe baza valorilor sale. Implementarea este mai lentă decat HashSet.
  - LinkedHashSet: este implementată ca o **tabelă de dispersie.** Diferenţa faţă de HashSet este că LinkedHashSet menţine o **listă dublu-înlănţuită** 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 funcţie*: primeşte o entitate ca parametru (cheia), şi 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);
}
```

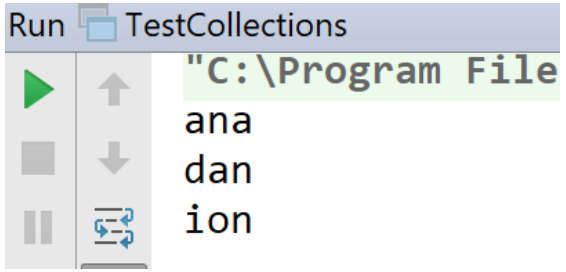
Compararea elementelor - Comparable<T>

- 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.getNume());
}
```



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>

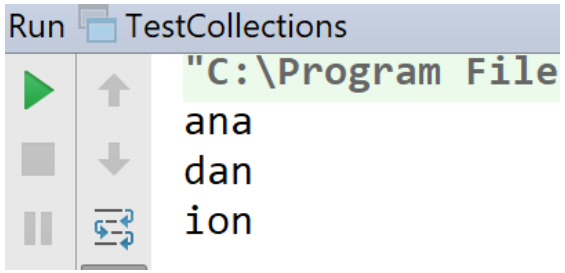
- Instanțiem un comparator (aici clasă internă anonimă) ce va fi referit in constructorul clasei TreeSet.

```
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 pt mai multe exemple

Cursul următor

- Exceptii
- IO/NIO