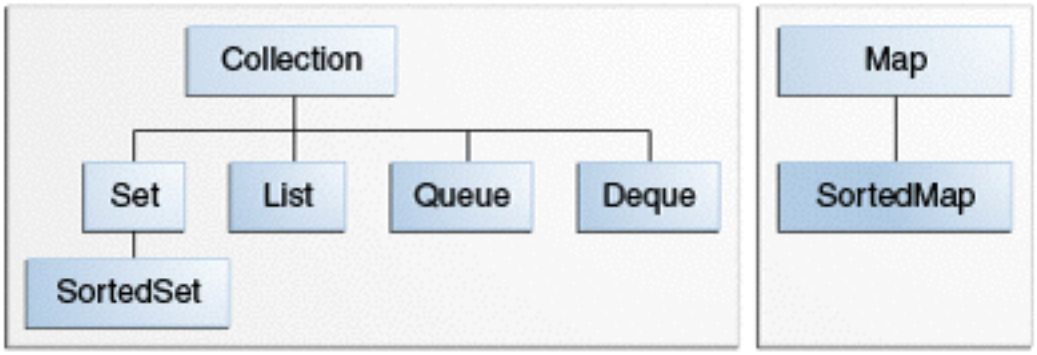
Chapitre IX

Collections

Collections

- types de données
  - interfaces
  - implémentations
  - algorithmes
- Interfaces:



Collections: les interfaces

Les collections sont des interfaces génériques

- Collection<E>: add, remove size toArray…
  - Set<E>: éléments sans duplication
    - SortedSet<E>: ensembles ordonnés
  - List<E>: des listes éléments non ordonnés et avec duplication
  - Queue<E>: files (FIFO) avec tête: peek, poll (défiler), offer (enfiler)
  - Deque<E>: FIFO et LIFO avec tête: peek, poll (défiler), offer (enfiler)
- Map<K,V>:association clés valeurs
  - SortedMap<K,V> avec clés triées

Certaines méthodes sont optionnelles (si elles ne sont pas implémentées UnsupportedOperationException).

En plus:

- Iterator<E>: interface qui retourne successivement les éléments next(), hasNext(), remove()
- ListIterator<E>: itérateur pour des List, set(E) previous, add(E)

Collection

```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {
    // operations de base
    int size();
    boolean isEmpty();
    boolean contains(Object element);
    boolean add(E element);          //optionnel
    boolean remove(Object element); //optionnel
    Iterator<E> iterator();

    // operations des collections
    boolean containsAll(Collection<?> c);
    boolean addAll(Collection<? extends E> c); //optionnel
    boolean removeAll(Collection<?> c);        //optionnel
    boolean retainAll(Collection<?> c);        //optionnel
    void clear();                              //optionnel

    // Array
    Object[] toArray();
    <T> T[] toArray(T[] a);
}
```

Collection

- Les collections sont génériques
- Parcours:
  - Implements Iterable<T>
    - Contient la méthode Iterator<T> iterator()
  - On peut parcourir les éléments par « for »:

```
for (Object o : collection)
    System.out.println(o);
```

  - Ou avec un Iterator:

```
static void filter(Collection<?> c) {
    for (Iterator<?> it = c.iterator(); it.hasNext();)
        if (!cond(it.next()))
            it.remove();
}
```

Collection

- On peut convertir une collection en tableau
  - En tableaux de Object
  - En tableaux d'objet du type paramètre de la collection
- Il existe aussi une classe Collections qui contient des méthodes statiques utiles

Set

- Interface pour contenir des objets différents
  - Opérations ensemblistes
  - SortedSet pour des ensembles ordonnés
- Implémentations:
  - HashSet par hachage
  - TreeSet arbre rouge-noir
  - LinkedHashSet ordonnés par ordre d'insertion

Set

```
public interface Set<E> extends Collection<E> {
    // opérations de base
    int size();
    boolean isEmpty();
    boolean contains(Object element);
    boolean add(E element);          //optionnel
    boolean remove(Object element); //optionnel
    Iterator<E> iterator();

    // autres
    boolean containsAll(Collection<?> c);       // sous-ensemble
    boolean addAll(Collection<? extends E> c); //optionnel- union
    boolean removeAll(Collection<?> c);         //optionnel- différence
    boolean retainAll(Collection<?> c);         //optionnel- intersection
    void clear();                               //optionnel

    // Array
    Object[] toArray();
    <T> T[] toArray(T[] a);
}
```

Exemple:

```
public static void chercheDoublons(String ... st){
       Set<String> s = new HashSet<String>();
       for (String a : st)
           if (!s.add(a))
               System.out.println("Doublon: " + a);

       System.out.println("il y a "+s.size() + " mots différents: " + s);
}
public static void chercheDoublonsbis(String st[]){
       Set<String> s=new HashSet<String>();
       Set<String> sdup=new HashSet<String>();
       for(String a :st)
           if (!s.add(a))
               sdup.add(a);
       s.removeAll(sdup);
       System.out.println("Mots uniques:    " + s);
       System.out.println("Mots dupliqués: " + sdup);
 }
```

Lists

- En plus de Collection:
  - Accès par position aux éléments
  - Recherche qui retourne la position de l'élément
  - Sous-liste entre deux positions
- Implémentations:
  - ArrayList
  - LinkedList

List

```
public interface List<E> extends Collection<E> {
    // accès par position
    E get(int index);
    E set(int index, E element);    //optional
    boolean add(E element);         //optional
    void add(int index, E element); //optional
    E remove(int index);            //optional
    boolean addAll(int index,
        Collection<? extends E> c); //optional

    // recherche
    int indexOf(Object o);
    int lastIndexOf(Object o);

    // Iteration
    ListIterator<E> listIterator();
    ListIterator<E> listIterator(int index);

    // sous-liste
    List<E> subList(int from, int to);
}
```

Itérateur pour listes

```
public interface ListIterator<E> extends Iterator<E> {
    boolean hasNext();
    E next();
    boolean hasPrevious();
    E previous();
    int nextIndex();
    int previousIndex();
    void remove(); //optional
    void set(E e); //optional
    void add(E e); //optional
}
```

Exemple

```
public static <E> void swap(List<E> a, int i, int j) {
        E tmp = a.get(i);
        a.set(i, a.get(j));
        a.set(j, tmp);
}
public static void melange(List<?> list, Random rnd) {
        for (int i = list.size(); i > 1; i--)
            swap(list, i - 1, rnd.nextInt(i));
}
```

Suite…

```
public static <E> List<E> uneMain(List<E> deck, int n) {
       int deckSize = deck.size();
       List<E> handView = deck.subList(deckSize - n, deckSize);
       List<E> hand = new ArrayList<E>(handView);
       handView.clear();
       return hand;
}
public static void distribuer(int nMains, int nCartes) {
       String[] couleurs = new String[]{"pique","coeur","carreau","trèfle"};
       String[] rank = new String[]
       {"as","2","3","4","5","6","7","8", "9","10","valet","dame","roi"};
       List<String> deck = new ArrayList<String>();
       for (int i = 0; i < couleurs.length; i++)
           for (int j = 0; j < rank.length; j++)
               deck.add(rank[j] + " de " + couleurs[i]);
       melange(deck,new Random());
       for (int i=0; i < nMains; i++)
           System.out.println(uneMain(deck,nCartes));
   }
```

Map

- Map associe des clés à des valeurs
  - Association injective: à une clé correspond exactement une valeur.
  - Trois implémentations, comme pour set
    - HashMap,
    - TreeMap,
    - LinkedHashMap
  - Remplace Hash

Map

```
public interface Map<K,V> {

    V put(K key, V value);
    V get(Object key);
    V remove(Object key);
    boolean containsKey(Object key);
    boolean containsValue(Object value);
    int size();
    boolean isEmpty();

    void putAll(Map<? extends K, ? extends V> m);
    void clear();

    public Set<K> keySet();
    public Collection<V> values();
    public Set<Map.Entry<K,V>> entrySet();

    public interface Entry {
        K getKey();
        V getValue();
        V setValue(V value);
    }
}
```

Exemples

```
 public static void mapFreq(String ... t) {
        Map<String, Integer> m = new HashMap<String,
                                              Integer>();
        for (String a : t) {
            Integer freq = m.get(a);
            m.put(a, (freq == null) ? 1 : freq + 1);
        }
        System.out.println("Il y a: " + m.size() +
            " mots différents:\n"+m);
    }
// ordre arbitraire
```

Exemples

```
 public static void mapFreq(String ... t) {
        Map<String, Integer> m = new TreeMap<String,
                                          Integer>();
        for (String a : t) {
            Integer freq = m.get(a);
            m.put(a, (freq == null) ? 1 : freq + 1);
        }
        System.out.println("Il y a: " + m.size() +
            " mots différents:\n"+m);
    }
// ordre arbitraire
```

Exemples

```
 public static void mapFreq(String ... t) {
        Map<String, Integer> m = new LinkedHashMap<String,
                                                Integer>();
        for (String a : t) {
            Integer freq = m.get(a);
            m.put(a, (freq == null) ? 1 : freq + 1);
        }
        System.out.println("Il y a: " + m.size() +
            " mots différents:\n"+m);
    }
// ordre arbitraire
```

Anagrammes

```
public class Anagrammes {
    public static void main(String[] args) {
        int minGroupSize = Integer.parseInt(args[1]);
        Map<String, List<String>> m = new HashMap<String, List<String>>();

        try {
            Scanner s = new Scanner(new File(args[0]));
            while (s.hasNext()) {
                String word = s.next();
                String alpha = alphabetize(word);
                List<String> l = m.get(alpha);
                if (l == null)
                    m.put(alpha, l=new ArrayList<String>());
                l.add(word);
            }
        } catch (IOException e) {
            System.err.println(e);
            System.exit(1);
        }

        // afficher les mots du groupe
        for (List<String> l : m.values())
            if (l.size() >= minGroupSize)
                System.out.println(l.size() + ": " + l);
    }
    // forme « canonique » triée
    private static String alphabetize(String s) {
        char[] a = s.toCharArray();
        Arrays.sort(a);
        return new String(a);
    }
}
```

exemple issu du java tutorial

Queue

- Pour représenter une file (en principe FIFO):
  - Insertion: offer -add
  - Extraction: poll - remove
  - Pour voir: peek –element
  - (en case d'impossibilité:
    - retourne une valeur null ou false - exception)
- PriorityQueue implémentation pour une file à priorité

Interface Queue

```
public interface Queue<E> extends
   Collection<E> {
     E element();
     boolean offer(E e);
     E peek();
     E poll();
     E remove();
}
```

Exemple

```
public static void compteur(int n)
            throws InterruptedException {
        Queue<Integer> file = new
                    LinkedList<Integer>();
        for (int i = n; i >= 0; i--)
            file.add(i);
        while (!file.isEmpty()) {
            System.out.println(file.remove());
            Thread.sleep(1000);
        }
    }
```

Exemple

```
static <E> List<E> heapSort(Collection<E> c) {
    Queue<E> queue = new PriorityQueue<E>(c);
    List<E> result = new ArrayList<E>();
    while (!queue.isEmpty())
        result.add(queue.remove());
    return result;
}
```

Deque

- Une file à double entrée:
  - addFirst(e), offerFirst(e)
  - addLast(e), offerLast(e)
  - removeFirst(), pollFirst()
  - removeLast(), pollLast()
  - getFirst(), peekFirst()
  - getLast(), peekLast()
- implémenté par ArrayDeque et LinkedList

Des implémentations

- HashSet<E>: implémentation de Set comme table de hachage. Recherche/ ajout suppression en temps constant
- TreeSet<E>: SortedSet comme arbre binaire équilibré O(log(n))
- ArrayList<E>: liste implémentée par des tableaux à taille variable accès en O(1) ajout et suppression en O(n-i) (i position considérée)
- LinkedList<E>: liste doublement chaînée implémente List et Queue accès en O(i)
- HashMap<K,V>: implémentation de Map par table de hachage ajout suppression et recherche en O(1)
- TreeMap<K,V>: implémentation de SortedMap à partir d'arbres équilibrés ajout, suppression et recherche en O(log(n))
- WeakHashMap<K,V>: implémentation de Map par table de hachage
- PriorityQueue<E>: tas à priorité.

Comparaisons

- Interface Comparable<T> contient la méthode
  - public int compareTo(T e)
  - « ordre naturel » utilisé par les Collections (sinonClassCastException)
- Interface Comparator<T> contient la méthode
  - public int compare(T o1, T o2)

SortedSet et SortedMap

- SortedSet: Set qui maintient les éléments dans un ordre croissant

```
public interface SortedSet<E> extends Set<E> {
    SortedSet<E> subSet(E fromElement, E toElement);
    SortedSet<E> headSet(E toElement);
    SortedSet<E> tailSet(E fromElement);
    E first();
    E last();
    Comparator<? super E> comparator();
}
```

- SortedMap: Map qui maintient les éléments dans un ordre croissant

```
public interface SortedMap<K, V> extends Map<K, V>{
     Comparator<? super K> comparator();
     SortedMap<K, V> subMap(K fromKey, K toKey);
     SortedMap<K, V> headMap(K toKey);
     SortedMap<K, V> tailMap(K fromKey);
     K firstKey();
     K lastKey();
}
```

Quelques autres packages

- System méthodes static pour le système:
  - entrée-sorties standard
  - manipulation des propriétés systèmes
  - utilitaires "Runtime" exit(), gc() …

Runtime, Process

- Runtime permet de créer des processus pour exécuter des commande: exec
- Process retourné par un exec méthodes
  - destroy()
  - exitValue()
  - getInputStream()
  - getOutputStream()
  - getErrorStream()

Exemple

- exécuter une commande (du système local)
  - associer l'entrée de la commande sur System.in
  - associer la sortie sur System.out.

Exemple

```
class plugTogether extends Thread {
    InputStream from;
    OutputStream to;
    plugTogether(OutputStream to, InputStream from ) {
        this.from = from; this.to = to;
    }
    public void run() {
        byte b;
        try {
            while ((b= (byte) from.read()) !=  -1) to.write(b);
        } catch (IOException e) {
            System.out.println(e);
        } finally {
            try {
                to.close();
                from.close();
            } catch (IOException e) {
                System.out.println(e);
            }
        }
    }
}
```

Exemple suite

```
public class Main {
    public static Process userProg(String cmd)
    throws IOException {
      Process proc = Runtime.getRuntime().exec(cmd);
      Thread thread1 = new plugTogether(proc.getOutputStream(), System.in);
      Thread thread2 = new plugTogether(System.out, proc.getInputStream());
      Thread thread3 = new plugTogether(System.err, proc.getErrorStream());
      thread1.start(); thread2.start(); thread3.start();
      try {proc.waitFor();} catch (InterruptedException e) {}
        return proc;
    }
    public static void main(String args[])
    throws IOException {
       String cmd = args[0];
       System.out.println("Execution de: "+cmd);
       Process proc = userProg(cmd);
    }
}
```

Chapitre X

threads

Threads

- threads: plusieurs activités qui coexistent et partagent des données
  - exemples:
    - pendant un chargement long faire autre chose
    - coopérer
    - processus versus threads
  - problème de l'accès aux ressources partagées
    - verrous
    - moniteur
    - synchronisation

Principes de base

- extension de la classe Thread
  - méthode `run` est le code qui sera exécuté.
  - la création d'un objet dont la superclasse est `Thread` crée la thread (mais ne la démarre pas)
  - la méthode `start` démarre la thread (et retourne immédiatement)
  - la méthode `join` permet d'attendre la fin de la thread
  - les exécutions des threads sont asynchrones et concurrentes

Exemple

```
class ThreadAffiche extends Thread{
    private String mot;
    private int delay;
    public ThreadAffiche(String w,int duree){
        mot=w;
        delay=duree;
    }
    public void run(){
        try{
            for(;;){
                System.out.println(mot);
                Thread.sleep(delay);
            }
        }catch(InterruptedException e){
        }
    }
}
public static void main(String[] args) {
       new ThreadAffiche("PING", 10).start();
       new ThreadAffiche("PONG", 30).start();
       new ThreadAffiche("Splash!",60).start();
  }
```

Alternative: Runnable

- Une autre solution:
  - créer une classe qui implémente l'interface `Runnable` (cette interface contient la méthode `run`)
  - créer une `Thread` à partir du constructeur `Thread` avec un `Runnable` comme argument.

Exemple

```
class RunnableAffiche implements Runnable{
    private String mot;
    private int delay;
    public RunnableAffiche(String w,int duree){
        mot=w;
        delay=duree;
    }
    public void run(){
        try{
            for(;;){
                System.out.println(mot);
                Thread.sleep(delay);
            }
        }catch(InterruptedException e){
        }
    }
}
public static void main(String[] args) {
     Runnable ping=new RunnableAffiche("PING", 10);
     Runnable pong=new RunnableAffiche("PONG", 50);
     new Thread(ping).start();
     new Thread(pong).start();
}
```

Synchronisation

- les threads s'exécutent concurremment et peuvent accéder concurremment à des objets:
  - il faut contrôler l'accès:
    - thread un lit une variable (R1) puis modifie cette variable (W1)
    - thread deux lit la même variable (R2) puis la modifie (W2)
    - R1-R2-W2-W1
    - R1-W1-R2-W2 résultat différent!

Exemple

```
class X{
    int val;
}
class Concur extends Thread{
    X x;
    int i;
    String nom;
    public Concur(String st, X x){
        nom=st;
        this.x=x;
    }
    public void run(){
        i=x.val;
        System.out.println("thread:"+nom+" valeur x="+i);
        try{
        Thread.sleep(10);
        }catch(Exception e){}
        x.val=i+1;
        System.out.println("thread:"+nom+" valeur x="+x.val);
    }
}
```

Suite

```
public static void main(String[] args) {
        X x=new X();
        Thread un=new Concur("un",x);
        Thread deux=new Concur("deux",x);
        un.start(); deux.start();
        try{
            un.join();
            deux.join();
        }catch (InterruptedException e){}
        System.out.println("X="+x.val);
    }
```

donnera (par exemple)

- thread:un valeur x=0
- thread:deux valeur x=0
- thread:un valeur x=1
- thread:deux valeur x=1
- X=1

Deuxième exemple

```
class Y{
    int val=0;
    public int increment(){
        int tmp=val;
        tmp++;
        try{
            Thread.currentThread().sleep(100);
        }catch(Exception e){}
        val=tmp;
        return(tmp);
    }
    int getVal(){return val;}
}
class Concur1 extends Thread{
    Y y;
    String nom;
    public Concur1(String st, Y y){
        nom=st;
        this.y=y;
    }
    public void run(){
        System.out.println("thread:"+nom+" valeur="+y.increment());
    }
}
```

Suite

```
  public static void main(String[] args) {
        Y y=new Y();
        Thread un=new Concur1("un",y);
        Thread deux=new Concur1("deux",y);
        un.start(); deux.start();
        try{
            un.join();
            deux.join();
        }catch (InterruptedException e){}
        System.out.println("Y="+y.getVal());
    }
----------
```

- thread:un valeur=1
- thread:deux valeur=1
- Y=1

Verrous

- à chaque objet est associé un verrou
  - synchronized(expr) {instructions}
    - expr doit s'évaluer comme une référence à un objet
    - verrou sur cet objet pour la durée de l'exécution de instructions
  - déclarer les méthodes comme synchronized: la thread obtient le verrou et le relâche quand la méthode se termine

synchronised(x)

```
class Concur extends Thread{
    X x;
    int i;
    String nom;
    public Concur(String st, X x){
        nom=st;
        this.x=x;
    }
    public void run(){
        synchronized(x){
            i=x.val;
            System.out.println("thread:"+nom+" valeur x="+i);
            try{
                Thread.sleep(10);
            }catch(Exception e){}
            x.val=i+1;
            System.out.println("thread:"+nom+" valeur x="+x.val);
        }
    }
}
```

Méthode synchronisée

```
class Y{
    int val=0;
    public synchronized int increment(){
        int tmp=val;
        tmp++;
        try{
            Thread.currentThread().sleep(100);
        }catch(Exception e){}
        val=tmp;
        return(tmp);
    }
    int getVal(){return val;}
}
------------
```

- thread:un valeur=1
- thread:deux valeur=2
- Y=2

Mais…

- la synchronisation par des verrous peut entraîner un blocage:
  - la thread un (XA) pose un verrou sur l'objet A et (YB) demande un verrou sur l'objet B
  - la thread deux (XB) pose un verrou sur l'objet B et (YA) demande un verrou sur l'objet A
  - si XA –XB : ni YA ni YB ne peuvent êter satisfaites -> blocage
- (pour une méthode synchronisée, le verrou concerne l'objet globalement et pas seulement la méthode)

Exemple

```
class Dead{
    Dead partenaire;
    String nom;
    public Dead(String st){
        nom=st;
    }
    public synchronized void f(){
        try{
            Thread.currentThread().sleep(100);
        }catch(Exception e){}
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+
                " de "+ nom+".f() invoque "+ partenaire.nom+".g()");
        partenaire.g();    }
    public synchronized void g(){
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+
                " de "+ nom+".g()");
    }
    public void setPartenaire(Dead d){
        partenaire=d;
    }
}
```

Exemple (suite)

```
        final Dead un=new Dead("un");
        final Dead deux= new Dead("deux");
        un.setPartenaire(deux);
        deux.setPartenaire(un);
        new Thread(new Runnable(){public void run(){un.f();}
        },"T1").start();
        new Thread(new Runnable(){public void run(){deux.f();}
        },"T2").start();
------------
```

- T1 de un.f() invoque deux.g()
- T2 de deux.f() invoque un.g()

Synchronisation…

- wait, notifyAll notify
  - attendre une condition / notifier le changement de condition:

```
synchronized void fairesurcondition(){
    while(!condition){
        wait();
        faire ce qu'il faut quand la condition est vraie
        }
-----------------
synchronized void changercondition(){
    … changer quelque chose concernant la condition
    notifyAll(); // ou notify()
}
```

Exemple (file: rappel Cellule)

```
public class Cellule<E>{
    private Cellule<E> suivant;
    private E element;
    public Cellule(E val) {
        this.element=val;
    }
    public Cellule(E val, Cellule suivant){
        this.element=val;
        this.suivant=suivant;
    }
    public E getElement(){
        return element;
    }
    public void setElement(E v){
        element=v;
    }
    public Cellule<E> getSuivant(){
        return suivant;
    }
    public void setSuivant(Cellule<E> s){
        this.suivant=s;
    }
```

File synchronisées

```
class File<E>{
    protected Cellule<E> tete, queue;
    private int taille=0;

    public synchronized void enfiler(E item){
        Cellule<E> c=new Cellule<E>(item);
        if (queue==null)
            tete=c;
        else{
            queue.setSuivant(c);
        }
        c.setSuivant(null);
        queue = c;
        notifyAll();
 }
```

File (suite)

```
public synchronized E defiler() throws InterruptedException{
       while (tete == null)
           wait();
       Cellule<E> tmp=tete;
       tete=tete.getSuivant();
       if (tete == null) queue=null;
       return tmp.getElement();
}
```