Références, listes chaînées

Gilles Trombettoni

IUT MPL-Sète, département info

Développement initiatique

Novembre-décembre 2021

Définition

- En programmation, une **référence** est une valeur qui permet l'accès en lecture et en écriture à une donnée, située généralement en mémoire principale.
- Une référence n'est pas la donnée elle-même mais seulement une information permettant de la localiser.
- La plupart des langages de programmation permettent l'utilisation de références, que ce soit de façon explicite (langage C) ou implicite (langage Java).

Deux grandes catégories de références

- Le type de référence le plus simple, mais aussi le plus dangereux, est le **pointeur**.

  Il s'agit simplement d'une **adresse mémoire**.
- Les références sont souvent vues comme de simples **noms** (alias) identifiant une donnée, comme les objets et les tableaux en Java.

Exemple 1 : égalité de `String`

Qu'affichent les lignes de code suivantes :

```
String nom1 = new String("tordu");
String nom2 = new String("tordu");

System.out.println(nom1 == nom2);
```

Exemple 2 : constructeur par recopie de la classe EE (Ensemble d'entiers)

Les lignes suivantes sont-elles équivalentes ?

Dans la classe cliente `MainEE`

```
EE e2, e1;
...
e2 = e1;

ou bien :

e2 = new EE(e1);
```

Exemple 2 : constructeur par recopie de la classe EE

Quelle est la bonne version de constructeur par recopie ?

Version 1

```
public EE (EE e) {
  this.cardinal = e.cardinal;
  this.ensTab = e.ensTab;
}
```

Version 2

```
public EE (EE e) {
  this.cardinal = e.cardinal;
  this.ensTab = new int [e.ensTab.length];
  for (int i = 0; i < e.cardinal ; i++) {
      this.ensTab[i] = e.ensTab[i];
  }
}
```

Dangers liés aux références

Plusieurs noms peuvent référencer la même donnée.
Conséquences :

Libération de la donnée/objet sans invalider ses références

⇒ **erreur de segmentation** lors d'une future utilisation

Suppression des références d'un objet qui devient inaccessible

⇒ **fuite de mémoire**

Dangers seulement au cas où le langage n'offre pas de mécanisme de ramasse-miettes (*garbage collector*). En C/C++ par exemple.

A retenir

- `int[] tab;` Déclaration/création d'une **référence** sur un tableau.
- `tab = new int[10];`
  Création d'une zone mémoire référencée par `tab`.
- `Fraction frac;` Déclaration/création d'une **référence** sur un objet.
- `frac = new Fraction(-7,11);`
  Création d'une zone mémoire référencée par `frac`.

```
public class TabToString {
    public static void main(String args[]) {
       int[] tab = new int [2];
       tab[0]=-3; tab[1]=10;
       System.out.println(tab.toString()); // affiche tab
    }
}
> java TabToString
[I@3487a5cc
```

Echange d'information avec les fonctions/méthodes

En Java, le passage de paramètres et le retour d'une méthode s'effectuent par **valeur** (copie d'une valeur dans le paramètre).

Conséquences

- Les paramètres de **type primitif** (`int`, `double`, `char`, etc.) ne sont pas modifiés lors de l'appel.
- Les paramètres **objet ou tableau** peuvent être modifiés.

Pourquoi ?

Le nom d'un objet (ou d'un tableau) correspond à une **référence** sur une donnée en mémoire, et non pas à la donnée elle-même.
⇒ Lors du passage de paramètre d'un objet, on copie seulement la référence (l'adresse mémoire de la donnée).
⇒ « L'objet » transmis en paramètre et le paramètre de la méthode appelée deviennent donc deux alias (références) du même objet.
⇒ L'objet lui-même peut donc être modifié par la fonction.

Echange d'information avec les méthodes

En résumé, tout se passe comme si on avait :

- transmission par **donnée** pour les types primitifs ;
- transmission par **donnée/résultat** pour les objets et les tableaux.

Echange d'information avec les méthodes : primitifs

```
public class PrimitifArgument {
  public static void main (String [] args) {
     int n = 10;
     System.out.println("Avant appel : " + n);
     doubleValeur(n);
     System.out.println("Apres appel : " + n);
  }
  public static void doubleValeur (int a) {
     System.out.println("Debut procedure : " + a);
     a = 2*a;
     System.out.println("Fin procedure : " + a);
  }
}
```

```
> java PrimitifArgument
 Avant appel     : 10
 Debut procedure : 10
 Fin procedure   : 20
 Apres appel     : 10
```

Echange d'information avec les méthodes : objets

```
public class ObjetArgument {
  public static void main (String [] args) {
     Fraction f = new Fraction(-2, 3);
     System.out.print("Fraction avant : " + f);
     modifieFraction(f,5,8);
     System.out.print("Fraction apres : " + f);
  }
  public static void modifieFraction (Fraction frac,
                                      int num, int denom) {
      frac.setFraction(num, denom);
  }
}
```

```
> java ObjetArgument
 Fraction avant : -2/3
 Fraction apres :  5/8
```

Echange d'information avec les méthodes : tableaux

```
public class TableauArgument {

  public static void main (String [] args) {
     double [] t = {3.5, -2.0, 8.6, 3.14};
     System.out.print("Tableau t avant : ");
     Ut.affiche(t); // affichage du tableau
     Ut.raz(t);     // remise à zéro du tableau
     System.out.print("Tableau t apres : ");
     Ut.affiche(t);
  }
}
```

```
> java TableauArgument
 Tableau t avant : 3.5 -2.0  8.6  3.14
 Tableau t apres : 0.0  0.0  0.0  0.0
```

Echange d'information avec les méthodes : tableaux

```
public class Ut {

   static void raz (double [] tab) {
      for (int i = 0 ; i < tab.length ; i++) {
         tab[i] = 0.0;
      }
   }

   static void affiche (double [] tab) {
      for (int i = 0; i < tab.length ; i++) {
         System.out.print(tab[i] + " ");
      }
   }
}
```

Rappel sur les tableaux

Structure de données composite dont tous les éléments sont contigus en mémoire et sont du même type.

`double[] tab1, tab2;`	tab1 et tab2 contiennent la référence d'un tableau de `double`
`double tab1[], x, tab2[];`	idem
`tab1 = new double[3];`	allocation de 3 elts (0.0) en mémoire
`int tab3[4];`	erreur de compilation
`double[] tab1 = {3.5, x+y};`	initialisation avec 2 éléments
`tab1[0] = 6.7;`	affectation (accès en écriture)
`...print(tab1[0]+tab1[1]);`	accès en lecture

- Les tableaux sont créés à l'exécution (par le programme `java`).
- Ils ne peuvent pas changer de taille une fois créés.
- La même référence (`tab`) peut changer de tableau.

```
System.out.println("Taille de tableau souhaitée ?");
Scanner sc = new Scanner(System.in); int taille=sc.nextInt();
double tab[] = new double[taille];
```

Tableaux à plusieurs indices

- Les tableaux multi-dimensionnels sont des tableaux de tableaux.
- On peut donc déclarer : `int t[][]={{1,2,3},{100,200}}`.
  Question 1 : Dessiner en mémoire ce tableau.
- Question 2 : Qu'affiche les lignes suivantes ?

```
int t2[][] = t; t2[1][1]=-10;
System.out.println(t[1][1]);
```

- Question 3 : Dessiner en mémoire le tableau t :

```
int t[][];  t = new int[2][];
int[] t1 = new int[3];  int[] t2 = new int[2];
t[0] = t1;  t[1] = t2;
```

Copie superficielle versus copie profonde

```
Fraction[] t1 = {new Fraction(2,3), new Fraction(4,5)};

Fraction[] t2 = t1; // copie très superficielle

Fraction[] t3 = new Fraction[2];
for (int i = 0; i < 2; i++) { // copie superficielle
   t3[i] = t1[i];
}

Fraction[] t4 = new Fraction[2];
for (int i = 0; i < 2; i++) { // copie profonde
   // appel au constructeur par copie:
   t4[i] = new Fraction(t1[i]);
}
```

Listes chaînées : définition

Une **liste chaînée** est une suite de couples formés d'un élément et d'une référence vers l'élément suivant (jeu de piste).

Avantages et inconvénients par rapport à un tableau

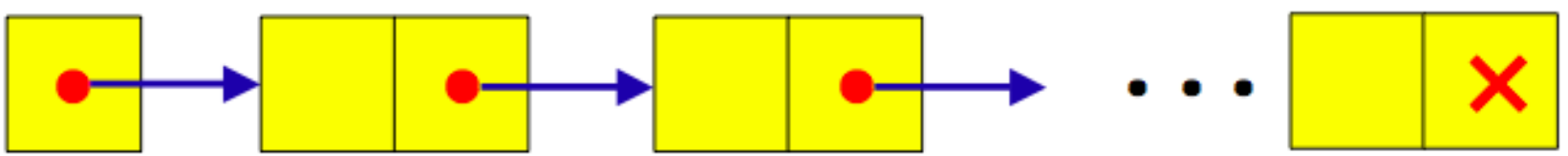
- Pour : redimensionnement de la taille d'une liste (ajout d'éléments)
- Pour : ajout et retrait d'un élément (référencé) en temps constant
- Contre : accès en temps linéaire au dernier élément de la liste
- (Contre : plus de place en mémoire pour le même nombre d'éléments)

Listes chaînées : déclaration

```
public class Maillon {

    private int valeur;
    private Maillon suivant;

    public Maillon () {this.suivant = null;} // Constr. vide
    public Maillon (int n) { // Constructeur avec une valeur
       this.valeur = n; this.suivant = null;
    }

    /* Accesseurs */
    public int getVal() { return this.valeur; }
    public void setVal(int v) { this.valeur = v; }
    public Maillon getSuiv () { return this.suivant; }
    public void setSuiv (Maillon m) {
       this.suivant = m;
    }
}
```

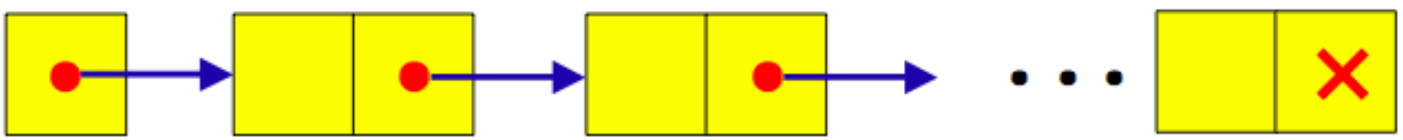
Listes chaînées : déclaration

```
public class Liste {

    private Maillon tete; // seul attribut !

    // Constructeur d'une liste vide :
    public Liste () { this.tete = null; }

    // Constructeur d'une liste à un seul élément :
    public Liste (int n) {
        this.tete = new Maillon(n);
    }
    // "Accesseur" en lecture :
    public Maillon getTete () { return this.tete; }
}
```



Opérations de base

```
public class Liste {
    ...
    public boolean estVide() {
        return (this.tete == null);
    }

    public void ajoutTete (int n) {
        Maillon m = new Maillon(n);
        m.setSuiv(this.tete); // m.suivant = this.tete;
        this.tete = m;
    }
    ...
```



Opérations de base

```
...

public boolean contient (int n) {
    Maillon courant = this.tete;
    boolean trouve = false;
    while (courant != null) && ! trouve) {
        System.out.println("hello");
        if (courant.getVal() == n) {
            trouve = true;
        } else {
            courant = courant.getSuiv();
        }
    }
    return trouve;
}
...
```

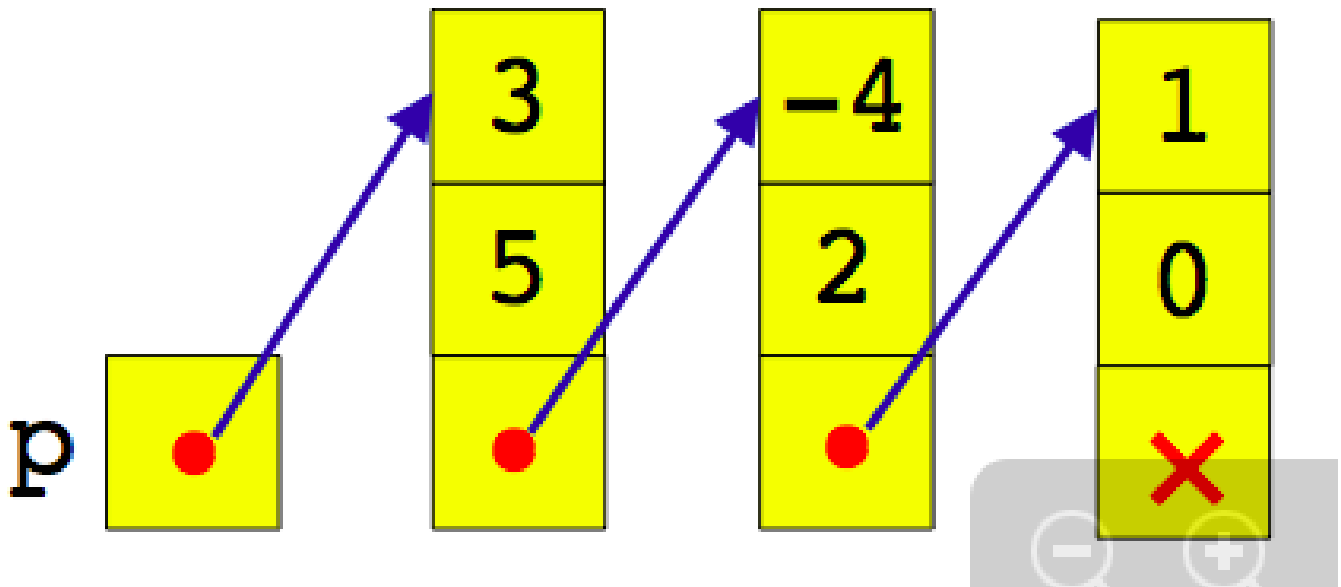
Exemple

```
public class MainListe {

  public static void main (String args[]) {
    Liste L = new Liste(3);
    L.ajoutTete(2);
    L.ajoutTete(5);
    ...println("Tete de L = " + L.getTete().getVal());
    ...println("2 appartient a L ? " + L.contient(2));
  }
}
```

```
> java MainListe
Tete de L = 5
hello
2 appartient a L ? true
```

Polynômes représentés par des listes

Exemple du polynôme $3x^5 - 4x^2 + 1$ (dessins de Jean-Eric Pin)



Exemple de représentation par liste

```
public class Poly {
    private Monome tete; // attribut
    public Poly (int coef, int degre) {
        this.tete = new Monome(unCoef,unDegre);
    }
    public void ajoutMonomeTete (int unCoef, int unDegre) {
        Monome newMonome = new Monome(unCoef, unDegre);
        newMonome.setSuiv(this.tete); // newMonome.suiv = this.tete
        this.tete = newMonome;
    }
}
public class Monome {
   private int coef, degre;
   private Monome suivant;

   public Monome (int unCoef, int unDegre){
      this.coef = unCoef; this.degre = unDegre; this.suivant = null;
   }
   public void setSuiv (Monome m) { this.suivant = m; }
   public Monome getSuiv () { return this.suivant; }
   ...
}
```

Affichage d'un polynôme

```
public String toString() { // Dans classe Monome
   if (this.degre > 1)
      return coef + "x^" + degre;
   else if (this.degre == 1)
      return coef + "x";
   else // degre == 0
      return String.valueOf(this.coef);
}
public String toString() { // Dans classe Poly
   String s = ""; Monome monome = this.tete;
   while (monome != null) {
      String strMono = monome.toString();
      if (monome.getSuiv() != null) strMono += " + ";
      s += strMono;
      monome = monome.getSuiv();
   }
   return s;
}
```

Création et affichage d'un polynôme

```
public class MainPol {

  public static void main(String[] args) {

      Poly p = new Poly(-2, 0);
      p.ajoutMonomeTete(5, 1);
      p.ajoutMonomeTete(4, 3);
      p.ajoutMonomeTete(-6, 108);

      System.out.println(p);
  }
}
```

affiche : $-6x\hat{}108 + 4x\hat{}3 + 5x + -2$