

Recherche et dénombrement dans des tableaux

Licence 1 MASS - Introduction programmation Java

SÉBASTIEN VEREL

verel@i3s.unice.fr

www.i3s.unice.fr/~verel

Équipe ScoBi - Université de Nice Sophia-Antipolis

28 avril 2013

Objectifs de la séance 10

- ① Recherche itérative d'un élément dans un tableau
- ② Recherche dichotomique d'un élément dans un tableau
- ③ Dénombrement d'un élément dans un tableau
- ④ Dénombrement d'un élément dans deux tableaux en parallèle

Questions principales du jour :

Comment rechercher et compter des éléments dans un tableau ?

Caractéristiques de ces structures de données

- De taille finie :
le nombre maximum de données est déterminée
- En général, les données sont "numérotables" (indexables)
- On doit pouvoir accéder à une donnée dont le rang (l'indice) est déterminé

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	4	78	12	3	9	11	12

Déclaration tableau

Déclaration d'un tableau t de type $typeElement$ avec N valeurs

variable t : tableau de N $typeElement$

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	4	78	12	3	9	11	12

variable t : tableau de 9 entiers

Déclaration d'un tableau contenant 12 caractères :

variable c : tableau de 12 caractères

Déclaration d'un tableau contenant n nombres réels :

variable $tabReal$: tableau de n réel

Lecture des valeurs

lecture de la valeur d'indice i du tableau t

$t[i]$

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	4	78	12	3	9	11	12

- $t[3]$ a pour valeur 78
- On peut réaliser des calculs comme avec une variable classique :
 - $t[3] + 10$ a pour valeur 88
 - $t[7] + t[0]$ a pour valeur 23

Affectation des valeurs

Affectation de la valeur a à la case d'indice i du tableau t

$$t[i] \leftarrow a$$

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	4	78	12	3	9	11	12

- $t[3] \leftarrow 15$
- $t[2] \leftarrow t[0]$
- $t[8] \leftarrow t[1]^2 + 1$

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	12	15	12	3	9	11	10

En Java

- Déclaration d'un tableau t de taille 9 :

```
int[] t = new int[9];
```

- Lecture :

```
t[3] + 1;
```

- Affectation :

```
t[4] = 6;
```

Algorithmes

- remplir itérativement un tableau
- calcul de la moyenne des nombres
- calcul de la somme des carrés des éléments
- recherche du maximum du tableau

Plan

- 1 Rappel
- 2 Recherche d'un élément
- 3 Dénombrement

Recherche itérative

Exemple

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	12	15	12	3	15	11	10

La valeur de $recherche(15, t)$ est Vrai

La valeur de $recherche(17, t)$ est Faux

Recherche itérative : langage algorithmique

Algorithme recherche(x : entier, t : tableau d'entier) : boolean

début

variable i : entier

variable b : boolean

$b \leftarrow$ Faux

pour i **de** 0 **à** $t.taille - 1$ **faire**

si $t[i] = x$ **alors**

$b \leftarrow$ Vrai

fin si

fin pour

retourner b

fin

Mais pas très efficace...

Exemple d'exécution

recherche(15, t)

$i = 0$ $t[i] = 12$ $b = \text{faux}$

$i = 1$ $t[i] = 3$ $b = \text{faux}$

$i = 2$ $t[i] = 12$ $b = \text{faux}$

$i = 3$ $t[i] = 15$ $b = \text{vrai}$

$i = 4$ $t[i] = 12$ $b = \text{vrai}$

$i = 5$ $t[i] = 3$ $b = \text{vrai}$

$i = 6$ $t[i] = 15$ $b = \text{vrai}$

$i = 7$ $t[i] = 11$ $b = \text{vrai}$

$i = 8$ $t[i] = 10$ $b = \text{vrai}$

L'algorithme itère 9 fois alors que 4 fois aurait été suffisant.

Recherche itérative : version "tant que"

Algorithme recherche(x : entier, t : tableau d'entier) : boolean

début

variable i : entier

$i \leftarrow 0$

tant que $t[i] \neq x$ **faire**

$i \leftarrow i + 1$

fin tant que

retourner $t[i] = x$

fin

Malheur ! Lorsque x n'est pas dans le tableau

Exemple d'exécution

recherche(17, t)

$i = 0$ $t[i] = 12$

$i = 1$ $t[i] = 3$

$i = 2$ $t[i] = 12$

$i = 3$ $t[i] = 15$

$i = 4$ $t[i] = 12$

$i = 5$ $t[i] = 3$

$i = 6$ $t[i] = 15$

$i = 7$ $t[i] = 11$

$i = 8$ $t[i] = 10$

$i = 9$ $t[i] = ???$

L'algorithme tente d'obtenir une valeur inexistante du tableau :
Java envoie un signal d'exception

Recherche itérative : version "tant que"

Algorithme recherche(x : entier, t : tableau d'entier) : boolean

début

variable i : entier

$i \leftarrow 0$

tant que $i < t.taille ?? t[i] \neq x$ **faire**

$i \leftarrow i + 1$

fin tant que

si $i < t.taille$ **alors**

retourner vrai

sinon

retourner faux

fin si

fin

Il faut tester $i < t.taille$ pour ne pas sortir des bornes du tableau.

Le top

Algorithme recherche(x : entier, t : tableau d'entier) : boolean

début

variable i : entier

$i \leftarrow 0$

tant que $i < t.taille$ et $t[i] \neq x$ **faire**

$i \leftarrow i + 1$

fin tant que

retourner $i < t.taille$

fin

Nombre moyen de comparaisons pour un tableau de taille n ? $\frac{n}{2}$

En Java

```
/*  
*****  
* recherche d'un nombre dans un tableau de maniere iterative  
*  
* entree :  
*   - x : nombre a rechercher  
*   - t : tableau ou le nombre est a rechercher  
*  
* sortie :  
*   - boolean : vrai ssi le nombre est dans le tableau  
*****/  
bool rechercheIter(int x, int [] t) {  
    int i = 0;  
  
    while (i < t.length && t[i] != x)  
        i++;  
  
    return i < t.length;  
}
```

Recherche dichotomique

La recherche dichotomique ne peut s'effectuer que sur un tableau ordonné.

0	1	2	3	4	5	6	7	8
3	3	10	11	12	12	12	15	15

La technique consiste à choisir l'élément du milieu puis à rechercher à droite si l'élément à rechercher est plus grand ou à rechercher à gauche si l'élément à rechercher est plus petit

Principe

recherche(10, t)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
3	3	10	11	12	12	12	15	15
	a			c				b

$10 < t[c]$ donc :

0	1	2	3	4	5	6	7	8
3	3	10	11	12	12	12	15	15
	a	c		b				

Recherche dichotomique

Algorithme rechercheDichotomique(x : entier, t : tableau d'entier) :

 booleen

début

variable a, b, c : entier

$a \leftarrow 0$

$b \leftarrow t.taille - 1$

$c \leftarrow (a + b)/2$

tant que $a \leq b$ et $t[c] \neq x$ **faire**

si $t[c] < x$ **alors**

$a \leftarrow c + 1$

sinon

$b \leftarrow c - 1$

fin si

$c \leftarrow (a + b)/2$

fin tant que

retourner $a \leq b$

fin

Exemple d'exécution

recherche(11, t)

$$a = 0 \quad b = 8 \quad c = 4 \quad t[c] = 12$$

$$a = 0 \quad b = 3 \quad c = 1 \quad t[c] = 3$$

$$a = 2 \quad b = 3 \quad c = 2 \quad t[c] = 10$$

$$a = 3 \quad b = 3 \quad c = 3 \quad t[c] = 11$$

Vrai

recherche(17, t)

$$a = 0 \quad b = 8 \quad c = 4 \quad t[c] = 12$$

$$a = 5 \quad b = 8 \quad c = 6 \quad t[c] = 12$$

$$a = 7 \quad b = 8 \quad c = 7 \quad t[c] = 15$$

$$a = 8 \quad b = 8 \quad c = 8 \quad t[c] = 15$$

$$a = 9 \quad b = 8 \quad c = 8 \quad t[c] = 15$$

Faux

Nombre de comparaisons

$T(k)$: nombre de comparaisons dans un sous-tableau de taille k .

$$T(k) = T\left(\frac{k}{2}\right) + 1$$

Taille du tableau : $n = 2^\alpha$

$$T(n) = T\left(\frac{n}{2}\right) + 1$$

$$T(n) = T\left(\frac{n}{4}\right) + 1 + 1$$

$$T(n) = T\left(\frac{n}{8}\right) + 1 + 1 + 1$$

...

$$T(n) = T(1) + \alpha$$

$T(n)$ est de l'ordre de $\log_2(n)$.

Pour $n = 10^9$ nous avons $T(n) \approx 30$

En Java

```
/******  
* recherche d'un nombre dans un tableau de maniere dichotomique  
*  
* entree :  
*   - x : nombre a rechercher  
*   - t : tableau ou le nombre est a rechercher  
*  
* sortie :  
*   - boolaen : vrai ssi le nombre est dans le tableau  
*****/  
boolean rechercheDichotomique(int x, int [] t) {
```

En Java

```
boolean rechercheDichotomique(int x, int [] t) {  
    int a = 0;  
    int b = t.length - 1;  
    int c = (a + b) / 2;  
  
    while (a <= b && t[c] != x) {  
        if (t[c] < x)  
            a = c + 1;  
        else  
            b = c - 1;  
        c = (a + b) / 2;  
    }  
  
    return a <= b;  
}
```

exemple

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	12	15	12	3	15	11	10

La valeur de $denombrer(15, t)$ est 2

La valeur de $denombrer(17, t)$ est 0

La valeur de $denombrer(12, t)$ est 3

Algorithme

```
Algorithme  denommer(x : entier, t : tableau d'entier) : entier  
début  
variable  i,c : entier  
           c ← 0  
           pour i de 0 à .taille-1 faire  
             si t[i] = x alors  
               c ← c + 1  
             fin si  
           fin pour  
           retourner c  
fin
```

Exemple

denommer(12, t)

$$i = 0 \quad t[i] = 12 \quad c = 1$$

$$i = 1 \quad t[i] = 3 \quad c = 1$$

$$i = 2 \quad t[i] = 12 \quad c = 2$$

$$i = 3 \quad t[i] = 15 \quad c = 2$$

$$i = 4 \quad t[i] = 12 \quad c = 3$$

$$i = 5 \quad t[i] = 3 \quad c = 3$$

$$i = 6 \quad t[i] = 15 \quad c = 3$$

$$i = 7 \quad t[i] = 11 \quad c = 3$$

$$i = 8 \quad t[i] = 10 \quad c = 3$$

En Java

```
/*  
 * denommer le nombre d'apparition d'un nombre dans un tableau  
 *  
 * entree :  
 *   - x : nombre a denommer  
 *   - t : tableau ou le nombre est a rechercher  
 *  
 * sortie :  
 *   - nombre d'occurrence  
 */  
int denommer(int x, int [] t) {  
    int c = 0;  
  
    for(int i = 0; i < t.length; i++)  
        if (t[i] == x)  
            c++;  
  
    return c;  
}
```

Dénombrement en parallèle

Dénombrer selon les valeurs des éléments dans deux tableaux en parallèle.

0	1	2	3	4	5	6	7	8
12	3	12	15	12	3	15	11	10

0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	12	7	1	2	29	31	67	27

Par exemple : dénombrer les couples d'éléments qui sont pairs à la même position dans les deux tableaux.

Algorithme

Algorithme denommerPairs($t1$: tableau d'entier, $t2$: tableau d'entier) : entier

début

variable i, c : entier

$c \leftarrow 0$

pour i de 0 à $t1.taille - 1$ **faire**

si $modulo(t1[i], 2) = 0$ et $modulo(t2[i], 2) = 0$ **alors**

$c \leftarrow c + 1$

fin si

fin pour

retourner c

fin

En Java

```
/*  
 * denommer en parallele les nombres pairs  
 *  
 * entree :  
 * - t1 : tableau ou le nombre est a rechercher  
 * - t2 : tableau ou le nombre est a rechercher  
 *  
 * sortie :  
 * - nombre d'occurences de nombre pairs en parallele  
 *****/  
int denommerParallele(int [] t1, int [] t2) {  
    int c = 0;  
  
    for(int i = 0; i < t1.length; i++)  
        if (t1[i] % 2 == 0 && t2[i] % 2 == 0)  
            c++;  
  
    return c;  
}
```

Exercices

- Un tableau de taille n contient les lettres A,T,G ou C.
Dénombrer le nombre d'occurrences de la succession des lettres A,T,A (isoleucine)
- Deux tableaux sont de tailles n et contiennent les lettres A,T,G ou C.
Dénombrer le nombre de bases non correctement appariées.

Objectifs de la séance 8

- ① Recherche itérative d'un élément dans un tableau
- ② Recherche dichotomique d'un élément dans un tableau
- ③ Dénombrement d'éléments dans un tableau
- ④ Dénombrement d'éléments dans deux tableaux en parallèle

Questions principales du jour :

Comment rechercher et compter des éléments dans un tableau ?