

ALGORITHMIQUE II

El Maati CHABBAR
Département d'Informatique
Faculté des Science –Rabat–

PLAN DU COURS

2

OBJECTIF:

Conception des algorithmes corrects et efficaces

PLAN

- ❑ RAPPELS : NOTATIONS ALGORITHMIQUES
- ❑ COMPLEXITE
- ❑ ALGORITHMES ITERATIFS DE TRIS
- ❑ RECURSIVITE
- ❑ DIVISER POUR RESOUDRE
- ❑ PREUVE D'ALGORITHMES

□ Un type est un ensemble de valeurs sur lesquelles on définit des opérations.

- Types de base :

- ✓ **Entier** : Opérateurs arithmétiques $+$, $-$, $*$, div , mod

- ✓ **Réel** : Opérateurs arithmétiques $+$, $-$, $*$, $/$

- ✓ **Booléen** : Opérateurs logiques et , ou , non

- ✓ **Caractère** : constante (lettre imprimable) entre apostrophe.

- Les opérateurs relationnels permettant de faire des comparaisons: $<$, \leq , $=$, $>$, \geq , \neq

Le Résultat de la comparaison est une valeur booléenne.

□ Une **variable** possède :

- un nom
- une valeur
- un type

(la valeur d'une variable peut changer au cours de l'exécution)

Déclaration : `<variable> : <type>`

□ Une **expression**, pour un type, est soit une constante, soit une variable, soit constituée à l'aide de constantes, de variables, de parenthèses et des opérateurs

INSTRUCTIONS

- **Affectation** : $\langle \text{variable} \rangle := \langle \text{expression} \rangle$

- **Condition :** si <condition> alors
 action
- fsi**

OU :

- **si** <condition> **alors**
 action 1
sinon
 action 2
fsi

(condition est une expression à valeur booléenne;

action est une instruction ou un bloc d'instructions séparées par ;)

- **Itération**
 - boucle Pour

pour <variable> := <initiale> à <finale> **faire**

action

fpour

(Où initiale et finale sont des expressions de même type que celui de la variable contrôlant la boucle, le type peut être entier, caractère ou énuméré)

Remarque: la boucle **pour** affecte la valeur de initiale à variable et compare cette valeur à celle de finale avant d'exécuter action.

- Exemple: calcul de $1+2+\dots+n$ (n entier ≥ 1 fixé)

Programme somme_des_n_premiersTermes

// partie déclaration

n : entier; s : entier; i : entier; (ou n, i, s : entier)

Début

// Lecture des données

Écrire (" $n = ?$ "); lire(n);

// calcul de la somme

$s := 0$;

pour $i := 1$ à n faire

$s := s + i$;

fpour;

// affichage du résultat

écrire("1 + 2 + ... + $n =$ ", s);

fin

- en C

```
main ( ) {
```

```
// déclaration des variables
```

```
    int i, n, s;
```

```
// lecture des données
```

```
    printf("  n = ? "); scanf("%d", &n);
```

```
// calcul de la somme
```

```
    s = 0;
```

```
    for(i = 1; i <= n; i++) s = s + i;
```

```
// affichage
```

```
    printf(" 1+2+...+ %d = %d \n", n, s)
```

```
}
```

- boucle répéter

jusque < condition >

- Condition est une expression à valeur booléenne, cette expression doit être modifiée dans le corps de la boucle (dans action).
- La boucle pour peut être traduite en boucle tantque (ou en répéter) mais l'inverse n'est pas toujours vrai.


```
Programme somme_des_n_premiersTermes
// partie déclaration
n : entier; s : entier; i : entier; (ou n, i, s : entier)
Début
// Lecture des données
    Écrire (" n = ? " ); lire(n);
// calcul de la somme
    s := 0;
    i := 1;
    tantque i <= n faire
        s := s + i;
        i := i + 1;
    ftantque;
// affichage du résultat
    écrire("1 + 2 + ... + n = ", s);
fin
```

□ en C

```
main ( ) {
// déclaration des variables
    int i, n, s;
// lecture des données
    printf(" n = ? "); scanf("%d", &n);
// calcul de la somme
    s = 0;
    i = 1;
    while (i <= n) {
        s = s + i;
        i = i + 1;
    }
// affichage
    printf(" 1+2+...+ %d = %d \n", n, s)
}
```

□ Algorithme

- Description formelle d'un procédé de calcul qui permet, à partir d'un ensemble de données, d'obtenir des résultats.
- Succession finie d'opérations



Cheminement à suivre :



□ Conception structurée des algorithmes

Découper l'algorithme en sous algorithmes plus simples. Chaque sous algorithme est un algorithme.

➤ Fonctions

- Une fonction est un sous algorithme (sous programme) qui, à partir de données, retourne un seul type de résultat.
- Une fonction
 - possède un nom
 - communique avec l'extérieur par le biais des paramètres
 - retourne un résultat par l'instruction **retourner**(expression)

□ Schéma d'une fonction :

fonction <nom de la fonction>(Liste des paramètres) : <type du résultat>

// déclaration des variables locales

début

// corps de la fonction qui contient l'instruction retourner

fin

- Les paramètres de la définition d'une fonction (appelés formels) sont :
 - typés
 - séparés par ',' s'il y en a plusieurs
- Les paramètres formels sont utilisés pour ne pas lire les données dans une fonction.
- Les variables déclarées dans une fonctions (y compris les paramètres formels) sont appelées variables locales.

□ Exemple: factoriel n en pseudo code:

```
Fonction fact(n : entier) : entier
  m, i : entier;
début
  m := 1;
  pour i := 2 à n faire
    m := m * i;
  fpour
  retourner(m);
fin
```

□ n! en C :

```
unsigned int fact (unsigned int n) {
  unsigned int i, m;
  m = 1;
  for (i = 2; i <= n; i++)
    m = m * i;
  return m;
}
```

- L'**appel** d'une fonction est utilisé dans une instruction sous la forme :
 <nom de la fonction> (liste des paramètres effectifs)
- Les paramètres formels et effectifs doivent correspondre en nombre et en type
- Lors d'un appel :
 - les paramètres formels reçoivent les valeurs des paramètres effectifs correspondant
 - le corps de la fonction est exécuté jusqu'au premier retourner rencontré
 - l'exécution se poursuit (à l'adresse de retour) dans la fonction appelante.
- Remarque: le type de retour d'une fonction peut être vide, et dans ce cas on écrit retourner() ou pas d'instruction retourner;

- Exemple: calcul de $1+2+\dots+n$ (n entier ≥ 1 fixé)

Programme somme_des_n_premiersTermes

// partie déclaration

n : entier; r : entier; (ou n, r : entier)

Début

// Lecture des données

Écrire (" n = ? "); lire(n);

// appel et utilisation de la fonction
sommeArith

$r := \text{sommeArith}(n);$

// affichage du résultat

écrire("1 + 2 + ... + n = ", r);

fin

- Fonction pour calculer la somme $1+2+\dots+m$

Fonction sommeArith (m : entier) : entier

i, s : entier;

début

$s := 0;$

pour $i := 1$ à m faire

$s := s + i;$

fpour;

retourner(s);

fin

- **Deux types de passages des paramètres :**
 - **Passage par valeur**: la fonction travaille sur une copie du paramètre effectif transmis; i.e. la valeur du paramètre effectif n'est pas modifiée après l'appel de la fonction.
 - **Passage par adresse** (ou par référence):
 - l'identificateur du paramètre formel est précédé par le mot **ref**.
 - la fonction travaille directement sur l'identificateur du paramètre effectif; i.e. toute modification sur le formel entraîne la même modification sur le paramètre effectif correspondant.

□ Passage par valeur

Fonction échnger(x: réel, y : réel) : vide

z : réel;

début

z := x;

x := y;

y := z;

fin

Fonction appelante()

a, b : réel;

début

a := 2; b:= 7;

échanger(a,b);

écrire(a = , a);

écrire(b = , b);

fin

Les résultats affichés par la fonction appelante :

a = 2

b = 7

□ Passage par référence

Fonction echnger(ref x: réel, ref y : réel) : vide

z : réel;

début

z := x;

x := y;

y := z;

fin

Fonction appelante()

a, b : réel;

début

a := 2; b:= 7;

échanger(a,b);

écrire(a = , a);

écrire(b = , b);

fin

Les résultats affichés par la fonction appelante :

a = 7

b = 2

- Un **algorithme** se comporte comme une fonction sauf que l'on ne s'occupe pas des déclarations des variables ni de leurs types.
- **Schéma d'un algorithme :**

<nom de l'algorithme>(Liste des paramètres)

début

//bloc d'instructions

fin

Ou

Algorithme <nom de l'algorithme>

Données : // les variables qui sont des données de l'algo.

Résultat(s): // variable(s) contenant le(s) résultat(s)

début

//bloc d'instructions

//ne contenant pas retourner

fin

On omet la partie déclaration des variables locales en adoptant la règle: les variables simples sont en minuscule et les tableaux en majuscule.

□ **Algorithme pour calculer $n!$**

factoriel(n)

// $n \geq 0$

début

$m := 1; i := 1;$

 tantque $i < n$ faire

$i := i + 1;$

$m := m * i;$

 ftantque

retourner(m);

fin

TABLEAUX STATIQUES

20

□ TABLEAUX

- Un tableau est utilisé pour représenter une suite d'éléments de même type ($T = (t_1, t_2, \dots, t_n)$).

➤ Déclaration d'un tableau (à un dimension):

<nom du tableau> : tableau [1 .. max] de <type des éléments>

(exemple T : tableau [1..20] de réel)

où : - max est une constante entière (positive)

- le type des éléments est quelconque (de base ou déclaré).

- La taille (ou longueur) d'un tableau est le nombre d'éléments du tableau; elle est toujours inférieure ou égale à max.

- les tableaux, en algorithmique, commencent à l'indice 1 (en C et en java, ils commencent à l'indice 0)

TABLEAUX STATIQUES

21

- Opérations (de base) sur les tableaux:
- ❖ Accès à un élément du tableau :
 <nom du tableau> [<indice>]
 (indice est une expression de type entier)
- ❖ Parcours : (on utilise un indice et une boucle pour ou tant que)
 (exemple :
 pour i=1 à n faire //n est le nombre d'éléments du tableau T
 traiter(T[i]) // traiter() est une fonction ou algorithme à définir
 fpour;
- ❖ Recherche d'un élément dans un tableau
- ❖ Insertion d'un élément
- ❖ Suppression d'un élément

TABLEAUX STATIQUES

22

- Exemple : recherche de la position d'un élément dans un tableau de réels.

fonction localiser(T: tableau[1..max]de réel, n : entier, val :réel) : entier

 i : entier;

 trouve : booléen;

 début

 i := 1; trouve := faux;

 tantque (i ≤ n) et (non trouve) faire

 si (T[i] = val) alors

 trouve := vrai;

 sinon i := i + 1;

 fsi;

 ftantque;

 si (trouve) alors retourner(i)

 sinon retourner(0);

 fsi

fin

- insertion d'élément x dans un tableau T à n éléments à la position p .

Fonction insérer(T : tableau[1..max] de réel, ref n : entier, x : réel, p : entier) : vide

// $1 \leq p \leq n$

i : entier;

début

$i := n$;

 tantque $i \geq p$ faire

$T[i+1] := T[i]$;

$i := i - 1$;

 ftantque

$T[p] := x$;

$n := n + 1$;

fin

- Suppression d'une valeur d'un tableau T , qui se trouve à la position p .

Fonction supprimer(T : tableau[1.. max] de réel, ref n : entier, p : entier) : vide

i : entier;

début

$i := p$;

 tantque $i < n$ faire

$T[i] := T[i+1]$;

$i := i + 1$;

 ftantque;

$n := n - 1$;

fin

- Remarques :
- ✓ Le nom du tableau, dans une liste de paramètres formels, est une référence.
(en C, l'adresse de $T[i]$, notée $T + i$, est calculée:
 $\text{adresse}(T[i]) = \text{adresse}(T[0]) + \text{sizeof}(\text{<type des éléments>}) * i$)
- ✓ L'insertion (resp. suppression) d'un élément à un indice i , nécessite un décalage des $(n - i + 1)$ derniers éléments d'une position à droite (resp. à gauche)

STRUCTURE (ENREGISTREMENT)

26

- Structures (ou enregistrements)
 - Le type structure est utilisé pour représenter une suite d'éléments pas nécessairement de même type, chaque élément est appelé champs.
 - Déclaration d'un type structure:
 <nom de type structure> = structure
 <variable_champs1> : <type_champs1>;
 <variable_champs2> : <type_champs2>;
 .
 .
fstructure
 - Déclaration d'une variable de type structure:
 <variable_structure> : <nom de type structure>

STRUCTURE (ENREGISTREMENT)

27

- Par analogie au type struct de C:

- Déclaration :

```
struct <nom de la structure> {  
    <type_champs1> <variable_champs1>  
    <type_champs2> <variable_champs2>  
    .  
    .  
}
```

- Déclaration d'une variable de type structure:

```
struct <nom de la structure> <variable>
```

- Ou avec la définition de type : **typedef**

```
typedef struct <nom de la structure> <type_structure>;
```

Déclaration d'une variable :

```
<type_structure> <variable>
```

STRUCTURE (ENREGISTREMENT)

28

□ Exemples :

Adresse = structure

 numero_rue : entier;
 nom_rue : tableau[1..20] de caractère;
 code_postal : entier;

fstructure

Point = structure

 abscisse : réel;
 ordonnee : réel;

fstructure

Déclaration des variables:

adr : Adresse;

p : Point

□ En C :

```
struct adresse {  
    int numero_rue;  
    char[20] nom_rue;  
    int code_postal;  
}  
typedef struct adresse Adresse;
```

```
typedef struct point {  
    float abscisse, ordonnee;  
}Point;
```

//Déclaration des variables:

Adresse adr;

Point p;

STRUCTURE (ENREGISTREMENT)

29

➤ Opération sur les structures :

❖ Accès à un champs :

`<variable de type structure>. <variable_champs>`

(ex: `p.abcisse` désigne l'abscisse du poin `p`)

❖ Affectation :

`<variable_type_structure> := <variable_type_structure>`

(L'affectation se fait champs par champs)

Exemple : manipulation des complexes

STRUCTURE (ENREGISTREMENT)

30

- Déclaration de type complexe:

Complexe = structure

 p_reel, p_imag : réel;

fstructure

fonction plus(z1 : Complexe, z2 : Complexe) : Complexe

 z : Complexe;

debut

 z.p_reel := z1.p_reel + z2.p_reel;

 z.p_imag := z1.p_imag + z2.p_imag;

 retourner(z);

fin

- Déclaration de type complexe en C:

```
typedef struct complexe {
```

```
    double p_reel, p_imag ;
```

```
} Complexe;
```

```
Complexe plus(Complexe z1,Complexe z2){
```

```
    Complexe z;
```

```
    z.p_reel = z1.p_reel + z2.p_reel;
```

```
    z.p_imag = z1.p_imag + z2.p_imag;
```

```
    return z;
```

```
}
```