Programmation avancée

Structures cartésiennes

Walter Rudametkin

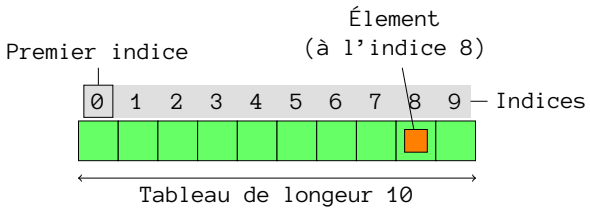
Walter.Rudametkin@polytech-lille.fr
https://rudametw.github.io/teaching/

Bureau F011
Polytech'Lille

29 janvier 2016

Tableaux

- Collections indicées d'informations de même type (homogène)



Types de données

- char, short, int, long, long long, float, double, long double

Structures cartésiennes

- n-uplet d'informations de types quelques rangées dans des champs
  - Informations complexes (composites)
  - Des « types de variables personnalisés »
- Notation

```
type <ST> = structure
        champ1: <T1>
        champ2: <T2>
        ...
        champn: <Tn>
fin
```


Structures cartésiennes

Domaine des valeurs d'une structure

- Produit cartésien des domaines des champs
  - $\mathrm{Dom(ST)} = \mathrm{Dom(T_1)} \times \mathrm{Dom(T_2)} \times \ldots \times \mathrm{Dom(T_n)}$
- Accès aux champs par notation pointée
  - $v :< \mathrm{ST} >$, accès au champs i $v.champ_i$

Example

```
type Ouvrage = structure
        code: Entier
        titre: Chaine
fin
```


Structures cartésiennes

```
type Complexe = structure
        reelle, imag: Reel
fin
```

```
fonction plus(c1,c2) : Complexe
        donnees: c1,c2: Complexe
        locales: c: Complexe
        c.reelle:=c1.reelle+c2.reelle
        c.imag := c1.imag + c2.imag
        résultat: c
finfonction
```

Utilisation:

```
c1,c2,c3 : Complexe
c3 := plus(c1,c2)
```

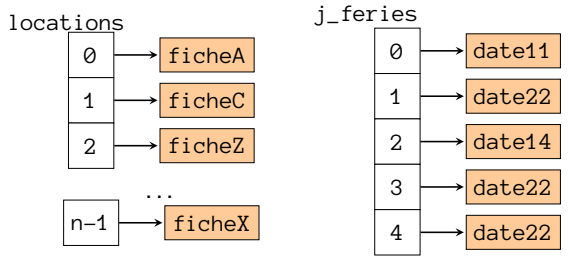

Structures imbriquées

- Le types des champs est quelconque
  - Même des structures

```
type Date = structure
        jour, mois, annee : Entier
fin
type Fiche = structure
        emprunt : Ouvrage
        date : Date
fin
```

```
//F est une variable de type Fiche
F: Fiche
  //Les accès aux champs sont de type
  ⇒ F.date: Date ⇒ F.date.jour: Entier
  ⇒ F.emprunt: Ouvrage ⇒ F.emprunt.titre: Chaine
```

Tableaux de structures




```
//Accés
locations : vecteur[N] de Fiche
f: Fiche ; f ← locations[3]
    ⇒ f.date: Date ⇒ f.date.jour: Entier
    ⇒ f.emprunt: Ouvrage ⇒ f.emprunt.titre: Chaine
```


Déclaration de structures en C

- Le mot clé `struct` permet de définir des modèles de structures:

```
struct ‹désignateur› {
        ‹déclaration de champ1›;
        ‹déclaration de champ2›;
        ...
        ‹déclaration de champn›;
}; //Point-virgule obligatoire
```

où:

- `‹désignateur›` est le nom (facultatif) du modèle
- `‹declarations de champ›` comme des déclarations de var mais sans init

Exemples de structures en C

```
/* definition de la structure*/
struct date {int j,m,a;};

/*2 variables selon le modèle date*/
struct date d1, d2;

/*definition et utilisation immédiate*/
struct complexe {float reelle, imag;} c1, c2;

/*rappel du même modèle*/
struct complexe c3;
```


Exemples de structures en C

```
1  #include ‹stdio.h›
2  #include ‹stdlib.h›
3
4  #define TEST_VALUE 90
5  typedef struct TEST_ARRAY_DEF {
6      int x,y;
7      int test ;
8      /*test = TEST_VALUE;*/
9      /*const int SIZE = TEST_VALUE;//DOES NOT WORK TO
10     /*int test_tableau[SIZE];*/
11     struct TEST_ARRAY_DEF *tad ;
12 } TEST_ARRAY_DEF;
13
14 int * f() {
15     int var_static ; //allocated on the stack
16     return &var_static ;
17 }
18
19 void test_pointer_array(){
20     int n; int *pt;
21     n = 115 ;
22     char * pt2;
       pt=&n;
```


Définitions de synonymes de types (typedef)

- `typedef` permet de donner des alias (synonymes) à des définitions de types dans toute zone déclarative :

  `typedef ‹un_type› ‹synonyme_du_type›`

  `‹un_type›` à la même syntaxe qu'une déclaration de variable, et `‹synonyme_du_type›` désigne le nouveau nom du type

- Donne des noms plus simples pour faciliter l'écriture et augmenter la lisibilité

- Examples :

```
typedef unsigned char octet;
typedef struct ma_structure * ma_struct;
typedef struct S S;
```


Tableaux de structures

Exemples :

```
typedef int * PtInt;
typedef int Matrice[10][20];
typedef struct date Date;
typedef struct {
    int numero;
    char titre[50];
} Ouvrage;
```

Conséquences

```
PtInt p; ⇔ int * p;
Matrice m; ⇔ int m[10][20];
Date d; ⇔ struct date d;
Ouvrage o; ⇔ struct {
                 int numero;
                 char titre[50];
             } o;
```

Typedef rend superflu le nom du modèle (sauf dans le cas de structures récursives...).

Manipulations de structures: Exemple Date

```
typedef struct Date {int jour, mois, annee;} Date; /* option 1 */
typedef struct {int jour, mois, annee;} Date;      /* option 2 */
Date d1 = {18,5,2012} ; Date d2 = {24,12,2015};   /* variables */
sizeof(Date); /* taille de la structure Date = 3*sizeof(int) */
```

d1	18	05	2012
d2	24	12	2015

- Sélection de champ : opérateur `.` de plus forte priorité

```
d1.jour = d2.jour;
scanf("%d",&d2.jour);
```


Affectation entre structures

- Copie **champs par champ** (contrairement aux tableaux).
  - Attention aux pointeurs, **"shallow copy"**

Avec tableau

```
struct Sarray {
        int p[3];
};
struct Sarray sa1, sa2;

sa1.p[0]=10; sa1.p[1]=20;
sa1.p[2]=30;

sa2 = sa1;
```

Avec pointeur

```
1  struct Spointer {
2          int * p;
3  };
4  struct Spointer sp1, sp2;
5  sp1.p = malloc(3*sizeof(sp1.p));
6  sp1.p[0] = 10; sp1.p[1] = 20;
7  sp1.p[2] = 30;
8
9  sp2 = sp1;
10 free(sp1.p);
```

Quelles sont les différences ?

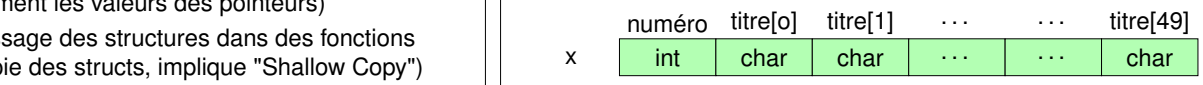
Quelques limites

- Pas de comparaisons (==, !=, >, <, ...)
- Pas d'opérateurs arithmétiques
- Pas de E/S (scanf, printf, ...)
- Pas de support de "deep copy" (pas de copie des valeurs "pointées", seulement les valeurs des pointeurs)
- Attention aux passage des structures dans des fonctions (passage-par-copie des structs, implique "Shallow Copy")

Beacoup de choses à programmer *à la main* !!!

Tableaux dans les structures

```
typedef struct {
        int numero;
        char titre[50];
        } Ouvrage;
Ouvrage x,y; //variables
```



- `y = x` ✓
- `y.titre = x.titre` ⚠ IMPOSSIBLE

Et si `titre` était un `char *` ???

Tableaux dans les structures

- `y.titre = x.titre` ⚠ IMPOSSIBLE
  - Utilisez les fonctions de C dédiés : `strcpy`, `strncpy`, `strncat`, ...

```
//attention aux caractères de fin de chaine '\0'
strcpy(y.titre, x.titre);

strncpy(y.titre, x.titre, 50); //donnez la taille
array2[50 - 1] = '\0';   //garantir fin de chaine

/* Ou concatener avec une chaine vide: */
*y.titre = '\0'; strncat(y.titre, x.titre, 50-1);
```


Structures dans les structures

```
typedef struct {int numero; char titre[50];} Ouvrage;
typedef struct {int jour, mois, annee;} Date;
typedef struct Fiche {
        Ouvrage emprunt ; //struct imbriquée
        Date date ;       //struct imbriquée
} Fiche ;

//Déclaration et Initialization en 1:
Fiche f = {{23,"H. Potter"}, {12,5,2006}}; //C99
```

Accès aux champs

- `f.date.jour` de type `int`
- `f.emprunt.titre` de type `char []`

Tableaux de structures

- Utilisation pareil que les tableaux "normales"

```
Fiche tableau_fiches[3];
Ouvrage o1; Date d1;
//Fiche 1 : initialization des sous structures
o1.numero=23; strcpy(o1.titre,"H. Potter");
d1.jour=12 ; d1.mois=5; d1.annee=2006;
tableau_fiches[0].emprunt=o1; tableau_fiches[0].date=d1;
//Fiche 2 et Fiche 3
Fiche f2 = (Fiche) {{23,"H. Potter"}, {15,7,2006}};//C99
Fiche f3 = (Fiche) {{30,"Hamlet"}, {12,5,2006}};   //C99
tableau_fiches[1]=f2; tableau_fiches[2]=f3;
```

Accès aux champs

- `tableau_fiches[2].date.mois)` de type `int`
- `tableau_fiches[0].emprunt.titre)` de type `char []`

Tableaux de structures: initialisation avancé

- Toujours pareil que les tableaux "normales"

```
//Définition et initilisation
Fiche tableau_fiches [3] = {
                {{23,"H. Potter"}, {15,7,2006}},
                {{30,"Hamlet"}, {12,5,2006}},
                {{35,"Don Quichotte"}, {12,5,2006}}
};
```

- Attention aux accolades, initialisation des sous structures et tableaux en nécessitent aussi !
- Ça ne marche QUE si on définit et initialise les variables d'un coup

Astuce

- En créer des fonctions utilitaires qui prennent des valeurs en paramètre et renvoient des structures

Passage de structures en paramètre

- *Passage par valeur* (données)
  - L'affectation entre structures étant possible, leur passage par valeur également ainsi qu'en résultat de fonction.

```
struct complexe {float reelle, imag;};
typedef struct complexe Complexe;

/* Prend deux Complexe en paramètre,
   renvoi leur addition */
Complexe plus (Complexe c1, Complexe c2) {
        Complexe r;
        r.reelle = c1.reelle + c2.reelle;
        r.imag = c1.imag + c2.imag;
        return r;
}
```


Passage de structures en paramètre

- *Passage par pointeur/référence* (données et résultat)
  - Exemple: translater un point en `x`

```
typedef struct {int x, y;} Point ;
void translater (Point *pp, int dx) {
        (*pp).x = (*pp).x + dx;
        /* attention aux priorités */
}
int main () {
        Point p;
        scanf("%d%d", &p.x, &p.y);
        translater(&p,10);
}
```


L'opérateur ->

- L'écriture `(*pp).x` est très courante d'où l'opérateur '->' applicable à tout pointeur de structure:

`%pointeur->champ` $\iff$ `(*pointeur).champ`

- Exemple

```
void translater (Point *pp, int dx) {
        pp->x = pp->x + dx;
}
```