

Pratique du C

Complément sur les pointeurs

Licence Informatique — Université Lille 1
Pour toutes remarques : Alexandre.Sedoglavic@univ-lille1.fr

Semestre 5 — 2011-2012

malloc et free

Ces fonctions nécessitent l'inclusion de l'entête `stdlib.h` et manipulent un segment de mémoire — appelé le tas — associé au processus.

Fonction d'allocation dynamique de mémoire :

- ▶ fonction `malloc` de la librairie standard ;
- ▶ réserve un espace mémoire dans le tas du processus ;
 - ▶ `void *malloc(size_t size)`
réserve `size` octets dans le tas et retourne un pointeur sur la zone allouée (NULL en cas d'echec).

Fonction de désallocation de mémoire ;

- ▶ fonction `free` de la librairie standard ;
 - ▶ `void free(void *ptr)`
libère une zone allouée par un précédent `malloc`.
`ptr` doit obligatoirement être un pointeur retourné par un précédent `malloc`.

Conversion de type

Petit rappel sur le forçage de type : coercion (cast)

- ▶ force la conversion de type de la valeur d'une expression :
`(type) expression`
- ▶ ne peut être une valeur gauche.

Petit rappel sur la taille d'un objet : opérateur `sizeof`

- ▶ `sizeof(identificateur_de_type)`
donne la taille en octets de tout objet de type
`identificateur_de_type`;
- ▶ Avec beaucoup de précaution, on peut utiliser
`sizeof expression`
qui donne la taille en octets de son opérande
`expression`. Mais attention :

```
char *ch = "Hello world" ; /*comment est-ce stocké ?*/
int main(void){
    char *chlocal = "Hello world" ; /* idem */
    return sizeof(ch) ; /* que retourne cette fonction ? */
}
```

Exemple lors de l'allocation dynamique :

```
#include <stdlib.h>

struct point {
    int x, y;
};

struct point * reserve_n_cellules(int n){
    return (struct point *) malloc(sizeof(struct point)*n);
}

int main(void){
    struct point *p_point = reserve_n_cellules(10) ;
    return 0 ;
}
```

Attention : l'espace mémoire alloué dynamiquement sur — le tas — dans une fonction n'est pas détruit en fin de fonction comme l'espace associé à une variable automatique (locale).

Remarques sur les fonctions en C

Une fonction en C est

- ▶ un objet de première classe : directement manipulable ;
- ▶ avec un déclarateur postfixe `()` : `int sqr(int x)` ;
- ▶ son fonctionnement est analogue à celui des tableaux :

Déclaration d'un tableau
de 5 entiers
`int ar[5]` ;
`temp = ar[i]` ;
déréférencement du pointeur
d'entiers `ar` et accès
à son élément `i`.

Déclaration d'une fonction
entière à valeur entière
`int sqr(int x)` ;
`temp = sqr(i)` ;
déréférencement du pointeur
de fonction `sqr` et appel
avec le paramètre `i`.

L'identificateur d'une fonction en C est associé à un pointeur de fonction constant qui pointe sur elle même.

Plus précisément, le nom d'une fonction est un pointeur de fonction constant sur le début du code correspondant à cette fonction.

```
int                                .text
foo                                .globl foo .type foo,@function
(int bar)                          foo:  ....
{                                  incl     4(%esp)
    return ++bar ;                movl    4(%esp), %eax
}                                  ret
                                  .globl main
int                                .type    main,@function
main                              main:  ....
(void)                            pushl    $3
{                                  call     foo
foo(3) ;                          addl    $16, %esp
return 0;                        movl    $0, %eax
}                                  ret
```

Les pointeurs de fonctions : déclaration

- ▶ identique au prototype en rajoutant une * ;
- ▶ déclarer le type retourné et le type des arguments ;
- ▶ attention à la priorité : opérateur droit << opérateur gauche.

Exemple de déclaration :

- ▶ `int (*pf)(int, int)` : pointeur de fonction retournant un entier et prenant deux entiers en paramètre ;
- ▶ `int *f(int, int)` : fonction retournant un pointeur sur un entier.

```
int (*pfoo)(int) = foo ;      .globl pfoo
                               .data
                               .align 4
                               .type    pfoo,@object
/* pfoo = &foo est aussi */   .size    pfoo,4
/* valide mais peu clair */  pfoo: .long    foo
```

Déclaration d'un synonyme (typedef)

Comme pour les autres déclarations, il est possible de déclarer un type associé aux fonctions comme suit :

```
typedef int fct_t(int) ;
```

Il est ainsi possible de déclarer des types associés aux pointeurs de fonctions

```
typedef fct_t * fctp1_t ;  
typedef int (*fctp2_t)(int) ; /* sans utiliser fct_t */
```

L'utilisation de ces types se fait classiquement :

```
int fct(int par) { return par+1 ; }  
fctp1_t ftcpv1 ;  
fctp2_t ftcpv2 ;  
fct_t * ftcpv3 ;  
ftcpv1 = fct ;  
ftcpv2 = fct ;  
ftcpv3 = fct ;
```


Les pointeurs de fonctions : affectation

Opérations sur les pointeurs de fonctions

- affectation d'un pointeur de fonction à :
 - un nom de fonction (pointeur constant);
 - une variable de type pointeur de fonction;
 - les types retournés doivent être *identiques*.
- Exemple d'assignation :

```
int sqr(int x) {  
    return x*x;  
}  
  
float fsqr(float x) {  
    return x*x;  
}  
  
int (*pfint1)(int), (*pfint2)(int);  
  
pfint1 = sqr;  
pfint2 = pfint1;  
/* pfint2 = fsqr; ILLEGAL */
```

Les pointeurs de fonctions : appel

Allocation
dynamique

Les pointeurs de
fonctions

Les déclarations
complexes

Les paramètres de
la fonction main

Les variables
d'environnement

- ▶ appel de la fonction pointée : opérateur ()
 - ▶ déréférencer le pointeur de fonction ;
 - ▶ appeler la fonction pointée en donnant la liste des arguments entre () ;
 - ▶ l'expression est du type retourné par la fonction ;
 - ▶ le déréférencement est facultatif en C-ANSI.
- ▶ Exemple d'appel

```
/* Avec les d\`eclarations du  
transparent pr\`ec\`edent */  
int i;                                /* int tab[2]={666,999}  
                                      /* int *p = tab ; */  
i = sqr(12);                          /* i = p[1] ;    */  
i = (*pfint1)(12);  
i = pfint1(12); /* C-ANSI */
```

Les pointeurs de fonctions : utilisation

Exemples d'utilisation des pointeurs de fonction :

- calcul de l'intégrale d'une fonction quelconque de la bonne signature.

```
int sqr3(int x) { return sqr(x) * x; }

int integrale(int (*f)(int), int low, int high) {
    int i, aire = 0;
    for (i = low; i < high; i++) aire += (*f)(i);
    return aire;
}

int main(void) {
    printf("Aire de sqr sur [1, 10]: %d\n",
           integrale(sqr, 1, 10));
    printf("Aire de sqr3 sur [1, 10]: %d\n",
           integrale(sqr3, 1, 10));
    return 0 ;
}
```

Menu de fonctions

Allocation
dynamique

Les pointeurs de
fonctions

Les déclarations
complexes

Les paramètres de
la fonction main

Les variables
d'environnement

```
struct COMMANDE {
    char *nom ;
    void (*fun) (char *) ;
} MENU [] = {      /* on suppose que ls est une      */
    {"ls", ls},    /* fonction d'\eclair\ee      */
    {"cd", cd},    /* de prototype void ls(char *) ; */
    {"more", more} , /* idem pour cd, more et cat */
    {"cat", cat},
    {0,0}
} ;

void executer (char *commande, char *argument)
{
    /* strcmp i.e. string compare */
    struct COMMANDE *p = MENU ;
    while (p->nom && strcmp (p->nom, commande)) p++ ;
    if (p->nom) {
        (*p->fun) (argument) ;
    } else fprintf (stderr, "%s : commande inconnue\n",
                    commande) ;
}
```

Fonction quicksort de la librairie standard

```
extern void qsort(void *base, size_t nmemb, size_t size,  
                  int (*compar)(const void *, const void *));
```

```
typedef struct {  
    char *nom;  
    int note;  
} Etudiant;  
  
int inferieur(const void *pp1, const void *pp2) {  
    Etudiant *p1 = (Etudiant *) pp1, *p2 = (Etudiant *) pp2 ;  
    if (p1->note < p2->note)  
        return -1;  
    else  
        if (p1->note == p2->note)  
            return(strcmp(p1->nom, p2->nom));  
        else  
            return 1;  
}  
  
Etudiant t[250];  
qsort(t, 250, sizeof(Etudiant), inferieur);
```

Les déclarations complexes

Dans la déclaration `int *(*(*x)())[5]; :`

- ▶ `(*x)` : `x` est un pointeur...
- ▶ `(*x)()` : de fonction qui retourne...
- ▶ `*(*(*x)())` : un pointeur sur...
- ▶ `*(*(*x)())[5]` : un tableau de 5...
- ▶ `int *(*(*x)())[5];` : pointeurs d'entiers.

Problème des déclarations complexes :

- ▶ l'opérateur pointeur `*` est préfixe ;
- ▶ les opérateurs tableau `[]` et fonction `()` sont postfixes ;
- ▶ l'identificateur d'une déclaration est noyé dans des opérateurs.

Pour s'en sortir, on utilise la méthode suivante :

- ▶ partir de l'identificateur d'une variable (ou d'un type) ;
- ▶ construire le type de l'intérieur vers l'extérieur ;
- ▶ en appliquant les règles suivantes :
 - ▶ les opérateurs [] et () ont une plus grande priorité que l'opérateur * ;
 - ▶ les opérateurs [] et () se groupent de gauche à droite, alors que les opérateurs * se groupent de droite à gauche.

Exemple : `struct s (*(*(*x) [3]) ()) [5] ;`

Plus simplement, il convient d'utiliser des synonymes (typedef) pour simplifier les déclarations.

```
typedef struct s s_t          ; typedef s_t tab5_t[5]          ;
typedef tab5_t * ptrtab5_t    ; typedef ptrtab5_t fct_t()      ;
typedef fct_t * ptrfct_t      ; typedef ptrfct_t tab3_t[3]     ;
typedef tab3_t *ptrtab3_t     ; ptrtab3_t x                    ;
```

Les paramètres de la fonction `main`

En première approximation :

- ▶ ce sont des chaînes de caractères stockées par le système dans la zone de données statiques et passés comme arguments la fonction `main` :
`int main(int argc, char *argv[]) ...`
- ▶ `argc` : nombre d'arguments (nom de commande compris) ;
- ▶ `argv` : tableau de chaînes de caractères, correspondant aux arguments, nom de commande compris ;
- ▶ Exemple d'utilisation :

```
int main(int argc, char *argv[]) {  
    if (argc != 2) {  
        fprintf(stderr, "Usage: %s argument\n", argv[0]);  
        return 1 ;  
    }  
    if (!(strcmp(argv[1], "-p"))) {...} /* option -p */  
    if (!(strcmp(argv[1], "-r"))) {...} /* option -r */  
    return 0 ;  
}
```

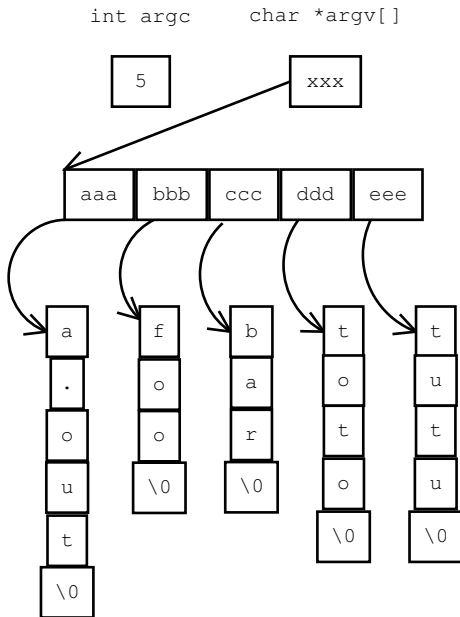

Un autre exemple d'utilisation

```
# include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]){
    int i ;
    printf(" %d \n",argc) ;
    for( ; argc > 0 ; argc--){
        printf(" %d ",argc) ;
        i = 0 ;
        while(argv[argc-1][i]!=0)
            putchar(argv[argc-1][i++]) ;
        putchar('\n') ;
    }
    return 0;
}
```

```
%gcc mainPar.c
%a.out foo bar toto tutu
5
5 tutu
4 toto
3 bar
2 foo
1 ./a.out
```

Pourquoi écrire `char *argv[]` plutôt que `char argv[][]` ou `char **argv` ?



Les variables d'environnement

Les variables d'environnement correspondent aux variables du Shell. Elles sont :

- ▶ stockées dans la zone de données statique ;
- ▶ qui est constituée d'une suite finie de chaînes :
`<nom>=<value> ;`
- ▶ accessibles par la fonction `getenv` :

```
#include <stdlib.h>

char *getenv(const char *name)
```

recherche dans l'environnement une chaîne de la forme `name=value` et retourne un pointeur sur `value` si elle est présente.

Mais on peut aussi y accéder par les paramètres de la fonction `main`.

Forme générale des paramètres de la fonction main

Cette forme est :

```
int main(int argc, char *argv[], char **arge)
```

Le dernier paramètre `arge` étant une suite — terminées par `null` — de chaînes de caractères du types : `varname=value`.

Le code suivant affiche l'ensemble des variables d'environnement dont il dispose :

```
# include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[], char **arge) {
    while(*arge)
        printf("%s\n",*(arge++)) ;
    return 0;
}
```

On obtient entre autre :

```
PWD=/home/calforme/sedoglav/Enseignement/C/Cours/Sources
TERM=xterm
OSTYPE=linux
HOST=espoir.lifl.fr
```