

Pratique du C

Les directives au préprocesseur

Types composés

Définition de nouveaux types

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

Semestre 5 — 2013-2014

Substitution de texte

Le préprocesseur permet de définir des macros constantes et des fonctions sur la base de la substitution de chaîne de caractères.

- ▶ macros sans paramètres : `#define A 20` (sans rien ajouter). Attention à l'usage du point virgule (`;`)
- ▶ macros avec paramètres : `#define MAX(a,b) \`
`((a)<(b)?(b):(a))`
- ▶ on peut supprimer une macro par `#undef A`.

Remarques :

- ▶ manipulation *purement syntaxique* ;
- ▶ toujours utile de parenthéser les paramètres ;
- ▶ imbrication possible des macros ;
- ▶ pas de blanc entre `MAX` et la parenthèse ouvrante ;
- ▶ pas d'effet sur les chaînes de caractères constantes ;
- ▶ si la macro nécessite plusieurs lignes, utiliser le `'\'`.

Directives conditionnelles

Il est possible de conditionner la compilation par :

- ▶ l'insertion optionnelle de code

<code>#if expression_constant</code>	<code>#ifdef identificateur</code>
lignes à insérer si	lignes à insérer si
<code>expression_constant vraie</code>	<code>identificateur</code> est défini
<code>#endif</code>	<code>#endif</code>
- ▶ un test de non définition : `#ifndef` ;
- ▶ l'usage de l'alternative

<code>#if expression_constant</code>	<code>#ifdef identificateur</code>
lignes à insérer si	lignes à insérer si
<code>expression_constant vraie</code>	<code>identificateur</code> est défini
<code>#else</code>	<code>#else</code>
lignes à insérer si	lignes à insérer si
<code>expression_constant fausse</code>	<code>identificateur</code> non défini
<code>#endif</code>	<code>#endif</code>

Le préprocesseur permet d'inclure dans le code source des fichiers texte complets.

Deux types d'inclusion de fichiers d'entête :

1. `#include <file.h>` : recherche du fichier `file.h`
 - ▶ dans les répertoires spécifiés par l'option `-I` du compilateur ;
 - ▶ dans le répertoire de la librairie standard (`/usr/include`).
2. `#include "file.h"` : recherche du fichier `file.h`
 - ▶ dans le répertoire du fichier qui fait l'inclusion ;
 - ▶ comme précédemment ensuite.

Ceci permet d'inclure des prototypes de fonctions, des macros, etc.

Macro avec paramètres : attention aux effets latéraux

Considérons l'exemple classique : `#define MAX(a,b) a>b?a:b`.

Supposons que les paramètres soient des expressions incluant des opérateurs de priorité inférieur à `>` et `?` (`MAX(x=y , ++z)` par exemple).

Le résultat est `x = (y ++z ? x=y : ++z)` ce qui n'a pas grand rapport avec ce que l'on attendait. Ainsi, on a tout intérêt à définir la macro plus précisément :

`#define MAX(a,b) (((a)>(b))?(a):(b)).`

Mais même dans ce cas, on doit bien remarquer que l'évaluation de cette macro implique une double incrémentation de `z` qui n'est pas explicite dans l'appel à cette macro.

Un petit exemple :

```
#ifndef ERREUR /* Attention \a l'utilisation des */
#define SQR(x) x * x /* param\etres et aux effets */
#else /* lat\eraux */
#define SQR(x) ((x) * (x))
#endif
a=SQR(4 + 5); t[i]=SQR(t[i++]);
```

Une macro peut être déclarée depuis le shell lors de la compilation :

```
% gcc -D ERREUR fichiersource.c
```

et ainsi conditionner la compilation du code.

On peut aussi interrompre ou commenter la compilation

```
#ifndef MAMACRO
#error "MAMACRO inconnue"
#else
#warning "MAMACRO est connue"
#endif
```

Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)
Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)
Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)
Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)

Macro prédéfinie du préprocesseur

Il existe un certain nombre de macro prédéfinies :

- ▶ `__FILE__` correspond au nom du fichier source ;
- ▶ `__FUNCTION__` correspond au nom de la fonction contenant la ligne courante dans le code ;
- ▶ `__LINE__` correspond à la ligne courante dans le code ;
- ▶ `__DATE__` correspond à la date du preprocessing ;
- ▶ `__TIME__` correspond à l'heure du preprocessing ;
- ▶ etc.

Par exemple

```
% nl preprocessing.c          % gcc -E preprocessing.c
1  int main (void) {           int main (void) {
2      int a = __LINE__ ;      int a = 2 ;
3      return 0;               return 0;
4  }
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

La compilation et l'exécution du code suivant :

```
#include<stdio.h>
void foo(void) __attribute__ ((constructor)) ;
void bar(void) __attribute__ ((destructor)) ;
int old(int) __attribute__ ((deprecated)) ;
void foo(void) { printf("%s ",__FUNCTION__); return ; }
void bar(void) { printf("%s ",__FUNCTION__); return ; }
int toinline(int dummy) { return dummy+1 ; }
int old(int dummy) { int res ; res = dummy++ ; return res ;}
int main (void) { int tmp ; tmp = old(1) ;
    tmp = toinline(1) ; printf("%s ",__FUNCTION__) ; retur
```

donnent :

```
% gcc foo.c ; ./a.out ; echo $?
foo.c: In function main:
foo.c:9: warning: old is deprecated (declared at foo.c:8)
foo main bar 2
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Une *structure* est le regroupement de plusieurs variables de types différents dans une même entité.

- ▶ cet objet est composé d'une séquence de membres de types divers ;
- ▶ chaque membre porte un nom interne à la structure ;
- ▶ le type des membres peut être quelconque (imbrication) ;
- ▶ les membres sont stockés de manière contiguë en mémoire ;
- ▶ déclaration :

```
struct identificateur_du_modèle
{
    type liste_identificateur_de_membre ;
    type liste_identificateur_de_membre ;
    ...
};
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Attributs de fonctions

Le comportement vis à vis des fonctions du compilateur GCC peut être finement manipulé par le biais de la macro à paramètre `__attribute__ ((param))`. Par exemple, on peut utiliser comme paramètre :

- ▶ `deprecated` afin de lancer un avertissement si la fonction correspondante est utilisée ;
- ▶ `constructor` afin de lancer la fonction correspondante avant le main ;
- ▶ `destructor` afin de lancer la fonction correspondante après le main ;
- ▶ `always_inline` afin d'inliner la fonction correspondante quelque soit l'option d'optimisation utilisée.

Ces fonctionnalités ne sont pas standardisées. Consultez la documentation pour plus d'informations.

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Usage avancé (e.g. assert.h)

On peut convertir l'argument d'une macro en une chaîne de caractères en utilisant l'opérateur `#`.

Ceci permet des utilisations du type :

```
#include<stdio.h>
#define STRING(x) #x
#define ASSERT(x) if(!x) \
printf("%s not true in file: %s, line: %d,%function %s\n",\
STRING(x),__FILE__,__LINE__,__func__);
int main (void){
    int i = 3 ;
    ASSERT(i==0)
    return i ;
}
```

qui, si le source est `essai.c` produit, comme résultat :

```
% gcc essai.c ; ./a.out
% i==0 not true in file: essai.c, line: 8, function main
```

(à utiliser en phase de conception durant laquelle le message est pertinent).

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

- ▶ déclaration de variable d'un type structure :

```
struct identificateur_de_modèle liste_identif_variable ;
```
- ▶ définition et déclaration simultanées de variables :

```
struct identificateur_de_modèle {
    type liste_identificateur_de_membre ;
    type liste_identificateur_de_membre ;
    ...
} liste_identificateur_de_variable ;
```
- ▶ le nommage de la structure est alors facultatif ;
- ▶ accès à un membre : opérateur `.` de sélection de champs *identificateur_de_variable* . *identificateur_de_membre* ;

```
struct mastructure {
    char o ;
    int six ;
} ;
struct mastructure mavariable ;
mavariable.o='o' ; mavariable.six = 6 ;
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)
Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)
Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)

Une spécificité du compilateur gcc

La norme ISO ne permet pas de faire de l'initialisation des structures lors de leurs déclarations.

Mais le compilateur gcc prévoit tout de même cette possibilité :

```
struct complexe {
    int re ;
    int im ;
} foo = {
    .im = 2,
    .re = 1
} ;
```

Plus canoniquement, l'initialisation peut se faire en donnant la liste entre { } de constantes :

```
struct complexe {
    int re ;
    int im ;
} foo = { 1, 2 } ; /* il faut respecter l'ordre */
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Ne pas confondre C et ses héritiers

Attention : C n'est pas un langage orienté objet et donc, il n'y a pas de constructeur en C.

Il n'y a pas d'initialisation "générique" associée à un type. Le code suivant n'est pas du C valide :

```
struct adresse
{
    int num = 36 ;
    char rue[40] = "Quai des Orf\’evres";
    long int code = 75001;
    char ville[20] = "Paris" ;
};
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Un type union permet :

- ▶ de définir une variable qui peut contenir à des moments différents des objets de type et de taille différents ;
- ▶ la manipulation de différents types de données dans un même espace mémoire.

La manipulation des unions est semblable à celle des structures :

- ▶ syntaxe similaire à celle des structures :

```
union  identificateur_de_modèle_d'union
{
    type  liste_identificateur_de_champs  ;
    type  liste_identificateur_de_champs  ;
    ...
}  liste_identificateur_de_variable ;
```
- ▶ accès à un champs :
`identificateur_de_variable.identificateur_de_champs`

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)
Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)
Pratique du C Les directives au préprocesseur Types composés Définition de nouveaux types
Les directives au préprocesseur
Le type structures
Le type union
Type énuméré
Définition de nouveaux types
Les champs de lettres binaires
V83 (20-11-2012)

Exemple de représentation en mémoire d'une structure

```
struct adresse {
    int num;
    char rue[40];
    long int code;
    char ville[20];
};

struct personne {
    char nom[20];
    char prenom[25];
    int age;
    struct adresse adr;
} bibi = {
    .nom = "Moi",
    .prenom = "Idem",
    .age = 100,
    .adr.num = 39,
    .adr.rue = "Publique",
    .adr.ville = "Lille",
    .adr.code = 59000 };

.globl bibi
.data
.align 32
.type    bibi,@object
.size    bibi,120

bibi:
    .string "Moi"
    .zero 16
    .string "Idem"
    .zero 20
    .zero 3
    .long 100
    .long 39
    .string "Publique"
    .zero 31
    .long 59000
    .string "Lille"
    .zero 14
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Copie et affectation d'une structure comme un tout

Contrairement aux tableaux, l'affectation

```
#include "les_definitions_des_transparents_precedents"
struct personne bobo;
int main(void){
    bobo = bibi ;
    return 0 ;
}
```

est possible et provoque une copie physique des données de l'espace mémoire associé à bibi dans celui associé à bobo.

En conséquence, on peut :

- ▶ passer des structures en argument de fonction (copie) ;
- ▶ utiliser une structure comme valeur de retour de fonction ;
- ▶ mais C étant un langage de bas niveau, les structures ne se comparent pas.

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Exemple de représentation en mémoire d'une union

Les champs potentiels sont stockés de manière superposé en mémoire.

```
union nombre{

    int entier ;

    struct complexe {
        float re ;
        float im ;
    } comp_var ;

    char symbol[20] ;

} bar = { .entier = 999 } ;

.globl bar
.data
.align 4
.type    bar,@object
.size    bar,20

bar:
    .long 999
    .zero 16
    .text
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Exemple d'affectation en mémoire d'une union

```
.data
.size    bar,20

union nombre{

    int entier ;

    struct complexe {
        float re ;
        float im ;
    } comp_var ;

    char symbol[20] ;

} foo,bar={.entier=999};

int main(void)
{
    foo=bar ;

    return 0 ;
}
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

- ▶ Syntaxe : *type-énuméré* :
⇒ `enum identificateur { liste-d-énumérateurs }`
liste-d-énumérateurs :
⇒ `liste-d-énumérateursoption énumérateur`
énumérateur :
⇒ `identificateur`
⇒ `identificateur = expression-constante`
- ▶ Sémantique :
 - ▶ type dont les valeurs possibles font partie des *énumérateurs*;
 - ▶ *identificateur* dans *énumérateur* : constante entière;
 - ▶ nom d'un *identificateur* : distinct d'une variable ordinaire;
 - ▶ valeur entière nulle au départ et incrémentée pour chaque nouvel *identificateur*;
 - ▶ spécifier une valeur (*expression-constante*).

```
enum {VRAI, FAUX} test=FAUX; /* contraire aux conventions du C */
enum mois_m { jan=1, feb=2, mar, avr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov, dec};
enum mois_m mavariable ;
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Types définis par l'utilisateur

- ▶ ajoute un nom désignant un type existant ;
- ▶ lisibilité : utilisé pour les structures complexes ;
- ▶ portabilité : paramétrer un programme (`size_t`) ;
- ▶ syntaxe : identique à celle d'une variable
`typedef type identificateur_de_type`
- ▶ ne crée pas un nouveau type, plutôt un synonyme.

Par exemple, la déclaration du nouveaux type entier :

```
typedef int entier ;
```

permet les déclarations :

```
entier i,j=2 ;
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Exemples de définition de type

On peut maintenant substituer des synonymes aux modèles que l'on déclare :

```
typedef enum mois_m mois_t; /*d'efinit pr\'ec\'edement*/

mois_t mois;

typedef enum {FALSE, TRUE} bool_t; /* conforme \'a la norme C */

bool_t b, btabs[30] ;

typedef struct point { int x; int y;} point_t;
typedef struct rectangle {point_t P1, P2;} rectangle_t;
rectangle_t carre_unite = {{ 0, 0}, { 1, 1}};
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

```
.file "typedef.c"
typedef struct point {
    int x;
    int y;
} point_t;
typedef struct rectangle {
    point_t P1;
    point_t P2;
} rectangle_t ;

rectangle_t carre_unite = {{ 0, 0}, { 1, 1}};

int main(void)
{
    return 0 ;
}
```

www.fil.univ-lille1.fr/~sedoglav/C/Cours04.pdf

Modèle de tableaux

En utilisant `typedef`, il est possible de déclarer un type (modèle) permettant de déclarer des tableaux. Par exemple :

```
typedef int TableauDe10Entiers[10] ;
```

ne déclare pas un tableau de 10 entiers mais permet de construire un synonyme (`TableauDe10Entiers`) utilisable dans la déclaration ultérieure de tableaux. Ainsi, la déclaration

```
TableauDe10Entiers a,b ;
```

correspond à la déclaration de 2 tableaux `a` et `b` de 10 cellules de type `int`.

La construction de ce genre de synonyme se base sur la déclaration classique d'une variable; l'usage de `typedef` permet de considérer que ce qui aurait été l'identificateur de variable (sans `typedef`) est un identificateur de type (cf. le cours sur les pointeurs de fonctions pour en autre exemple).

Comme alternative, on peut utiliser des champs de lettres binaires

- champ dans une structure dont on spécifie la longueur;
- considéré comme un petit entier;
- pas d'adresse pour les membres;
- exemple

```
struct
{
    unsigned int est_mot_cle : 1;
    unsigned int est_externe : 1;
    unsigned int est_statique : 1;
} drapeaux;
/* Mise \a 1 */
drapeaux.est_externe = drapeaux.est_statique = 1;
/* Test \a 0 */
if ( drapeaux.est_externe == 0 &&
    drapeaux.est_statique == 0 ) ;
```

Réaliser un codage d'informations en utilisant une suite de shannons

- Par exemple, identificateur dans une table des symboles : mot-clé, externe, statique :

```
#define MOT_CLE 01
#define EXTERNE 02
#define STATIQUE 04
```

ou bien :

```
enum { MOT_CLE = 01, EXTERNE = 02, STATIQUE = 04};
```

- assignation

```
int drapeaux;
drapeaux |= EXTERNE | STATIQUE; /* Mise a 1 */
drapeaux &= ~(EXTERNE | STATIQUE); /* Mise \a 0 */
```

- test

```
if ((drapeaux & (EXTERNE|STATIQUE))==0) /*Test \a 0*/
```

Dans cet exemple, seuls 3 shannons sont utilisés sur 32.

```
struct {
    unsigned int est_mot_cle : 1;
    unsigned int est_externe : 1;
    unsigned int est_statique : 1;
} drapeaux = {
/* Mise a 1 */
    .est_externe = 1,
    .est_statique = 1
};

int
main
(void)
{
    /* Test \a 0 */
    drapeaux.est_externe = 0 ;
    return 0 ;
}
```

```
.data
.globl drapeaux
drapeaux:
    .byte 6
    .zero 3
    .text
.globl main

main:
    pushl %ebp
    movl %esp, %ebp
    subl $8, %esp
    andl $-16, %esp
    movl $0, %eax
    subl %eax, %esp
    andb $-3, drapeaux
    movl $0, %eax
    leave
    ret
```