Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

Systèmes Embarqués 1 & 2

a.13 – C – Les pointeurs

Classes T-2/I-2 // 2017-2018

Daniel Gachet | HEIA-FR/TIC
a.13 | 23.10.2017

Contenu

- Déclaration
- Affectations et déréférenciations
- Opérateurs et comparateurs
- Accès à des périphériques
- Objets dynamiques
- Conversion de types

Les pointeurs sont des éléments très importants d'un langage de programmation de haut niveau. Le pointeur est une variable qui contient l'adresse où est stockée une autre donnée.

Les pointeurs sont très souvent utilisés en C parce qu'ils permettent de:

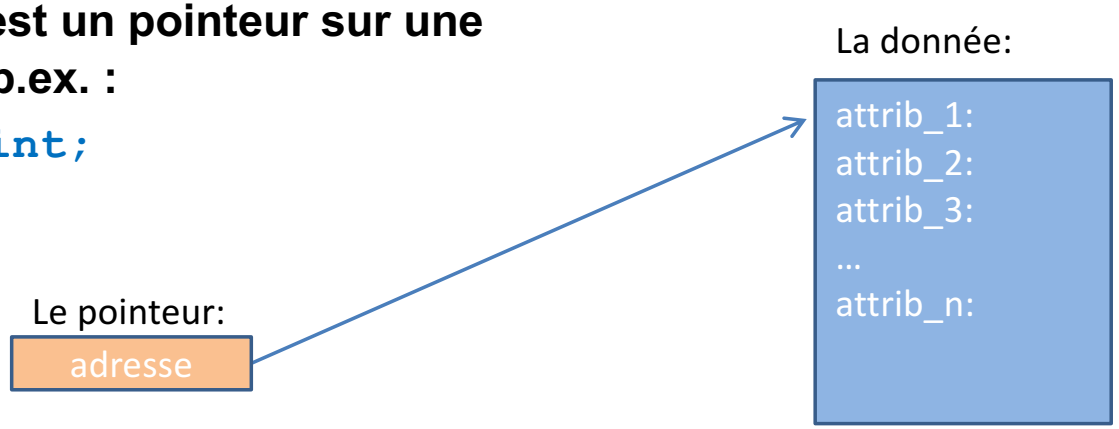
- Retourner des résultats lors d'un traitement d'information par une fonction
- Créer et traiter des objets dynamiquement
- Accéder à des registres de périphériques (hardware registers)

La déclaration d'un pointeur prend la forme suivante:

```
<type_name>* <variable_name>;
```

Le '*' indique que la variable est un pointeur sur une donnée de type <type_name>, p.ex. :

```
struct point* ppoint;
```

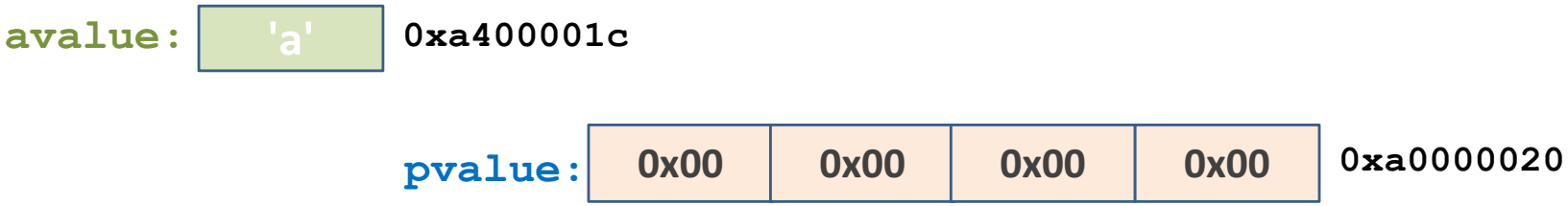


L'adresse d'un objet peut facilement être obtenue avec l'opérateur '&' et assignée à une variable de type pointeur, p. ex. :

```
char    avalue = 'a';
char    *pvalue;
```

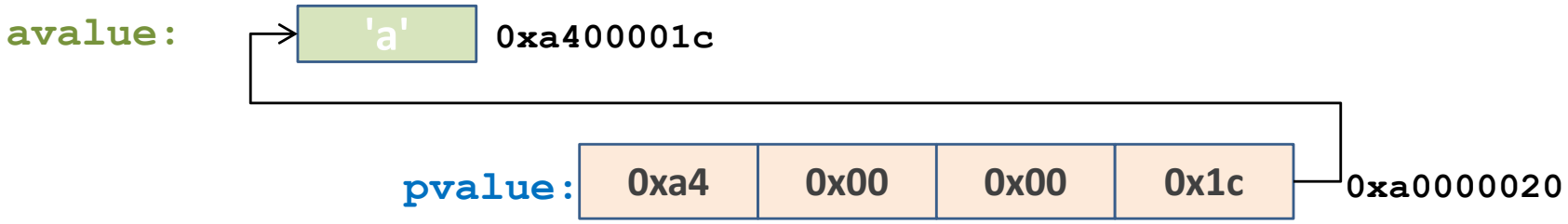
```
section   .data
avalue:   .byte 'a'

section   .bss
pvalue:   .space 4
```




```
pvalue = &avalue;
```

```
ldr     r0,=avalue
ldr     r1,=pvalue
str     r0,[r1]
```

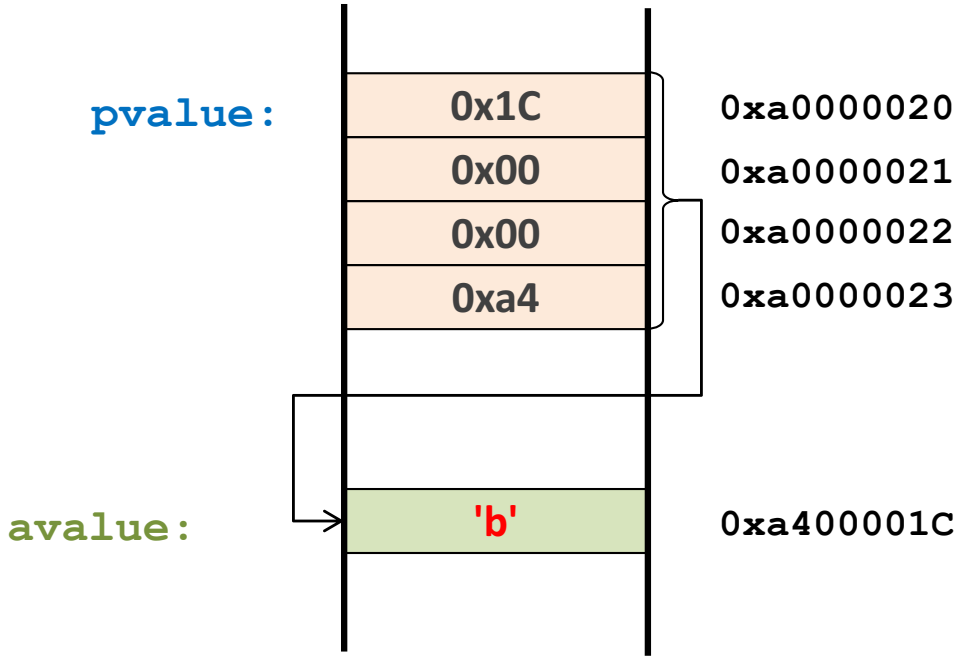


Déréférenciation: types de base

L'opérateur '*' permet d'accéder le contenu référencé par le pointeur (accès indirect – déréférenciation), p. ex.:

```
*pvalue = 'b';
```

```
ldr     r1,=pvalue
ldr     r5,[r1]
mov     r6,#'b'
strb    r6,[r5]
```



Lorsqu'un pointeur référencie une donnée de type structure '`struct`', l'accès aux membres/attributs peut être réalisé comme suit:

```
struct point apoint;
struct point* ppoint = &apoint
```

```
(*ppoint).x = 10;
ppoint->y = 30;
```

équivalent

```
apoint.x = 10;
apoint.y = 30;
```

Remarque:

La forme `int x = *ppoint.x` n'est pas valide. En effet, le compilateur interprète l'affectation comme `int x = *(ppoint.x)`, en déréférençant le membre `x` et non pas `ppoint`.

Déréférenciation: tableaux et pointeurs

C ne fait que peu de différences entre les pointeurs et les tableaux. Il permet ainsi d'accéder les éléments d'un tableau en déréférençant un pointeur et vice-versa, p. ex.:

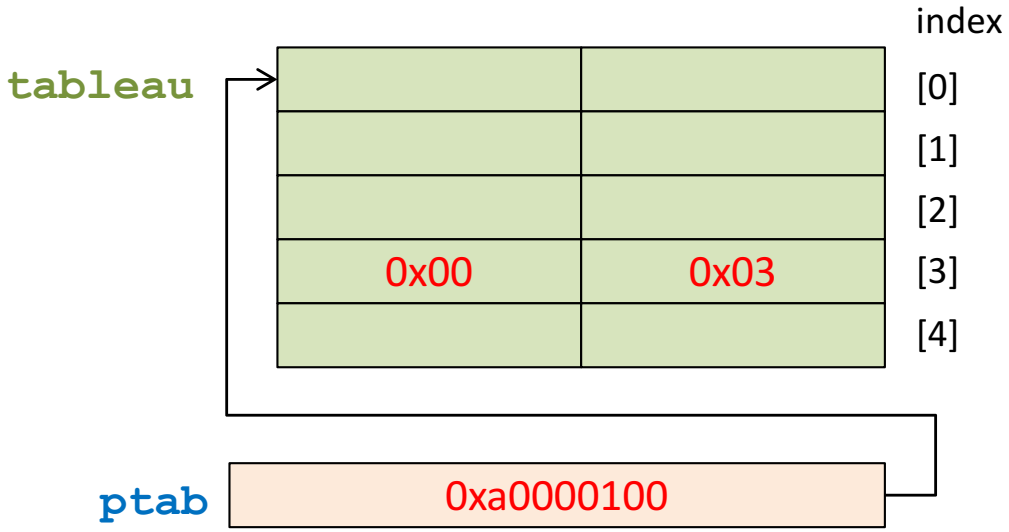
```
short  tableau[5];
short *ptab;
```

```
section .bss
tableau:  .space 5*2
ptab:     .space 4
```

```
ptab = tableau;
ptab[3] = 3;
```

```
ldr     r0,=tableau
ldr     r1,=ptab
str     r0,[r1]

ldr     r3,[r1]
mov     r4,#3
strh    r4,[r3,#6]
```



Déréférenciation: tableaux et pointeurs (II)

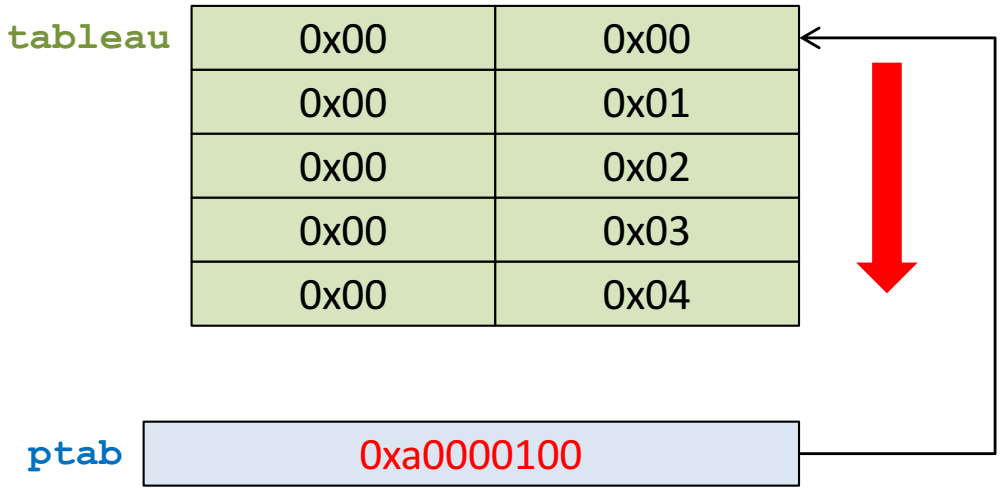
```
ptab = tableau;
for(int i=0; i<5; i++)
{
    *ptab++ = i;
}
```

```
        ldr     r0,=tableau
        ldr     r1,=ptab
        str     r0,[r1]

        mov     r2, #0
        ldr     r3,[r1]
        b       test

loop:   strh    r2,[r3],#2
        add     r2,#1

test:   cmp     r2,#5
        blo     loop
```



Opérateurs arithmétiques & comparateurs

Opérateurs:

`+`	addition
`-`	soustraction
`++`	incrémentation
`--`	décrémentation

Comparateurs:

`==`	égal
`!=`	différent
`<`	plus petit que
`>`	plus grand que
`<=`	plus petit ou égal
`>=`	plus grand ou égal

Remarque:

L'arithmétique sur les pointeurs tient compte de la taille du type de donnée référencié pour effectuer l'opération, p. ex.

```
char *pc = (char*)100;  pc++;  // → pc == 101
long *pl = (long*)100;  pl++;  // → pl == 104
```

Accès aux périphériques

Lorsqu'un pointeur référencie les registres d'un périphérique avec accès mémoire direct (memory mapped device), l'adresse mémoire où sont localisés les registres prend la forme suivante:

```
struct hw_regs {
  uint16_t reg1;
  uint16_t reg2;
  uint16_t reg3;
  uint16_t reg4;
};
volatile struct hw_regs * hwreg = (struct hw_regs *)0xd0000000;
```

Objets dynamiques

Les pointeurs permettent la manipulation dynamique d'objets. Ceux-ci peuvent être créés et supprimés simplement avec l'aide des méthodes "`malloc`"/"`calloc` » et "`free`" de la bibliothèque standard `<stdlib.h>`, p. ex.:

```
// declaration of the operators malloc/calloc & free
#include <stdlib.h>

// creation of dynamic objects
struct point* ppoint = malloc (sizeof(struct point));
// ou
struct point* ppoint2 = calloc (1, sizeof(*ppoint2));

// deletion of dynamic objects
free (ppoint);
free (ppoint2);
```

La constante `NULL` ou la valeur `0` indique que le pointeur ne référencie aucun objet (`NULL` est défini dans `<stddef.h>`).

Conversion de types

C permet de convertir la valeur d'une donnée d'un type (source) dans un autre type (cible). On parle aussi de coercition ou en anglais de « type casting ».

C distingue deux types de conversion, l'implicite et la conversion explicite.

La conversion implicite est utilisée lors de l'évaluation d'expressions impliquant les types de base du langage, p.ex. les `char` et les `short` sont convertis en `int`.

La conversion explicite est couramment utilisée par le programmeur lors de manipulation de pointeurs et d'objets dynamiques. La forme la plus simple est l'utilisation de `union`, permettant de voir une source sous plusieurs types. La deuxième prend la forme suivante:

```
type_a value_a;
type_b value_b = (type_b) value_a;
```