Práctica de Organización del Computador II

Programación orientada a datos - Segunda parte

Primer Cuatrimestre 2023

Organización del Computador II
DC - UBA

Punteros

¿Qué es un puntero?

Habiendo presentado un modelo de memoria contigua y direccionable vamos intentar explicar de qué hablamos cuando hablamos de punteros:

- Estructuralmente son datos numéricos (del mismo tamaño que una dirección de memoria)
- La declaración de tipo (`val_type *ptr;`) no sólo indica que se trata de un puntero (modificador `*`) sino del tipo de dato al que apunta (tipo referido `val_type`).
- El valor almacenado se corresponde con una dirección de memoria donde comienza un dato de tipo `val_type`.

Operaciones con punteros

Habiendo presentado un modelo de memoria contigua y direccionable vamos intentar explicar de qué hablamos cuando hablamos de punteros:

- Si aplicamos el operador de referencia (`&val`) semánticamente estamos consiguiendo la dirección de memoria donde comienza el dato `val`.
- Si aplicamos el operador de desreferencia (`*ptr`) semánticamente estamos accediendo al dato apuntado por `ptr`.

Observaciones al trabajar con punteros

Habiendo presentado un modelo de memoria contigua y direccionable vamos intentar explicar de qué hablamos cuando hablamos de punteros:

- Tengan cuidado porque el operador de desreferencia (`*ptr`) y el indicador de tipo puntero `val_type *ptr;` son el mismo caracter pero indican cosas bien distintas.
- Si declaran varios punteros en la misma línea pongan el modificador en los nombres de variable: `val_type *ptr, *ptr2;`.

Identificadores de variables

En este punto es conveniente pensar en qué significado tiene, en relación a la memoria un identificador de variable.

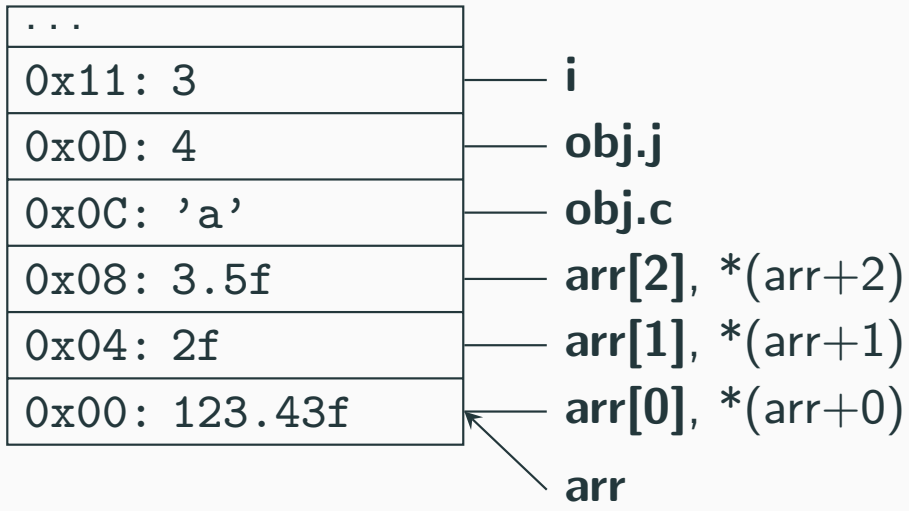
Por ejemplo, cuando realizamos una asignación:

```
uint16_t i = 3;
struct s obj = {'a',4};
float arr[3] = {123.43f, 2f, 3.5f};
```

A la hora de comprender la asignación tenemos que pensar que el identificador en cuestion `i,obj.c,arr[5]` es un sustituto conveniente que al compilar y ejecutar el código se traduce en la posición de memoria donde comienza el dato.

Identificadores de variables

¿Cómo se resuelve cada referencia a partir de una referencia por identificador?



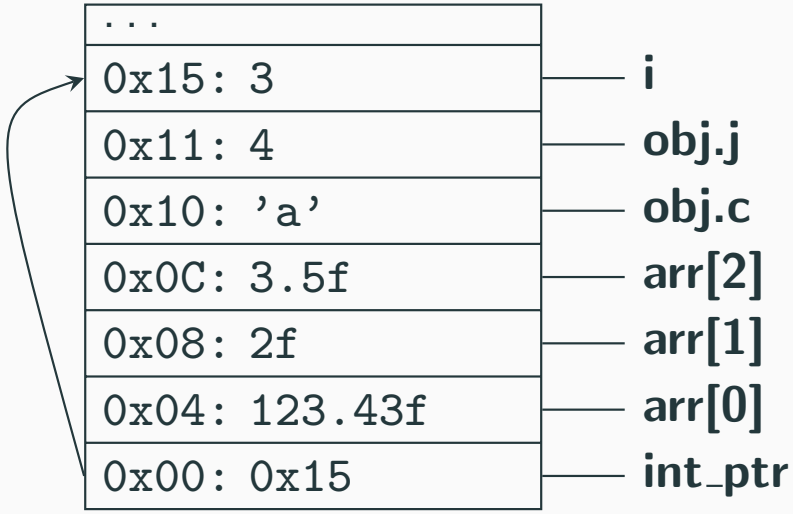
Identificadores de variables

Agreguemos un puntero a entero al caso anterior.

```
uint16_t i = 3;
struct s obj = {'a',4};
float arr[3] = {123.43f, 2f, 3.5f};
uint16_t *int_ptr = &i;
```

Identificadores de variables

Dibujemos las referencias.

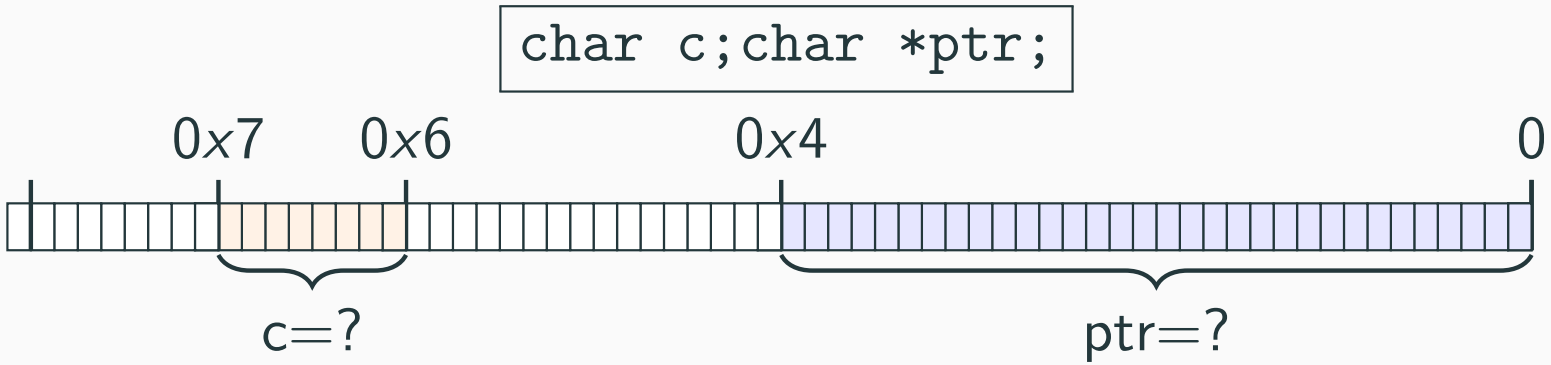


Los identificadores se resuelven en una dirección de memoria cuyo valor es del tipo declarado para el dato, y un puntero se resuelve en una dirección de memoria cuyo tipo es a su vez una dirección de memoria.

Punteros y etiquetas

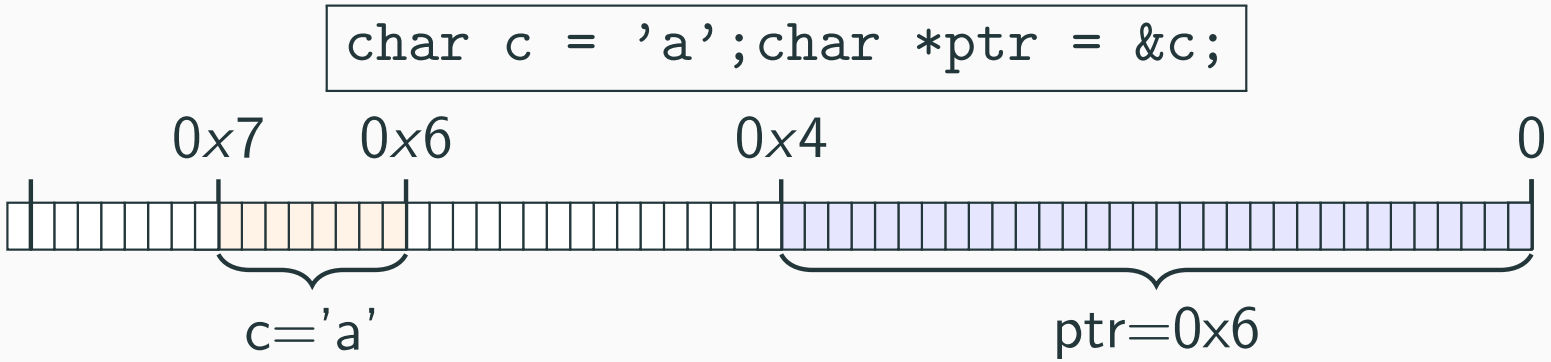
Lo importante es que al compilar y ejecutar el código, las variables se traducen en posiciones de memoria donde comienza un dato, al igual que pasa con las etiquetas en `ASM`.

Ejemplo de referencia



- ¿Qué valores tienen `ptr` y `c`?
- No sabemos, probablemente lo que hubiera antes en `0x0` y `0x6` respectivamente.
- **Nota:**La constante `NULL` o 0 se utiliza para identificar punteros no inicializados (que aún no apuntan a ningún sitio).

Ejemplo de referencia



- ¿Qué valores tienen `ptr` y `c`?
- Ahora en `0x6(c)` vamos a tener el dato numérico que representa al caracter `'a'` y en `ptr` la posición de memoria (`0x6`) donde comienza el dato identificado por la variable `c`.

Ahora volvamos a las operaciones propias de punteros.

```
char *left, *right, tmp;
```

La desreferencia de una lectura `tmp = *left` recupera un dato en la dirección almacenada en el puntero `left` y lo almacena en destino `tmp`.

La desreferencia de una escritura `*right = tmp` pisa el dato ubicado en la dirección almacenada en el puntero `right` con el valor de origen `tmp`.

Referencia-Desreferencia, un ejemplo

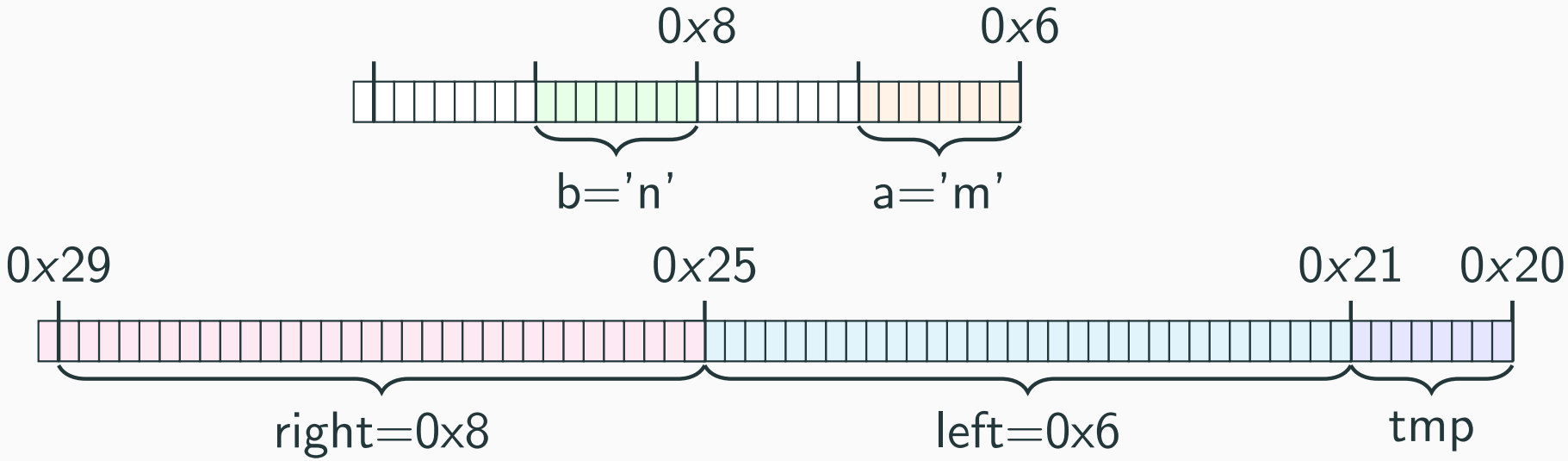
Implementando `swap`:

```
char a = 'm';char b = 'n';
charSwap(&a,&b);
void charSwap(char* left, char* right){
        char tmp = *left;
        *left = *right;
        *right = tmp;
}
```

¿Qué sucede con la ejecución de este este programa?

¿Por qué la función no es `charSwap(char, char)`?

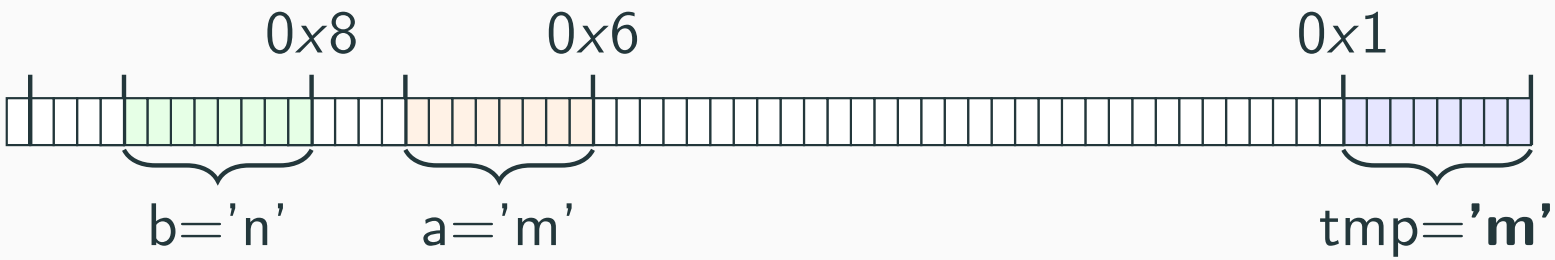
Referencia-Desreferencia, un ejemplo



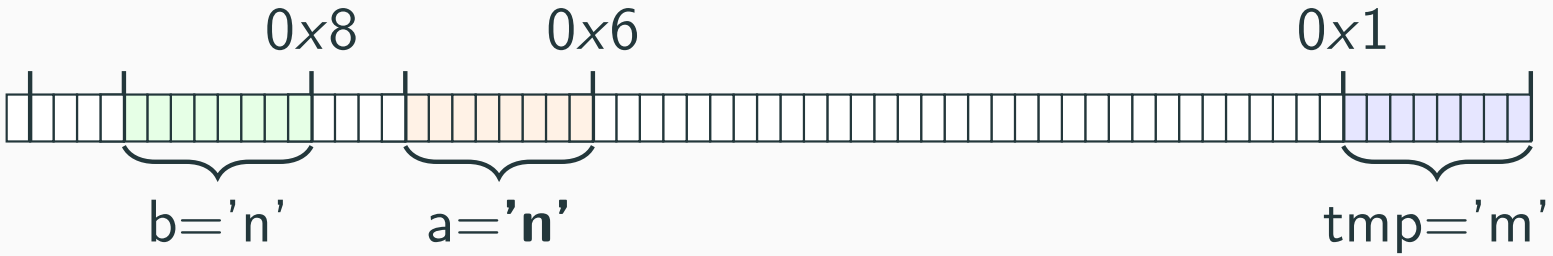

```
charSwap(&a,&b);
```

```
left = &a; right = &b;
```

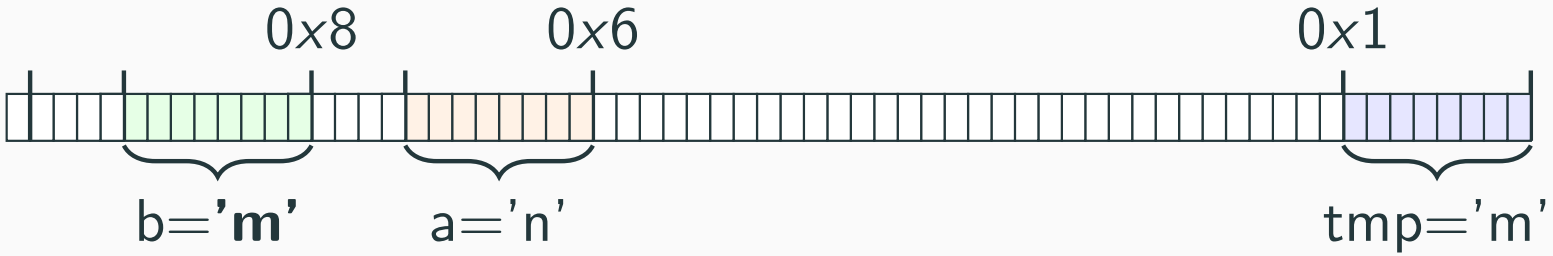
Referencia-Desreferencia, un ejemplo




```
char tmp = *left;
```




```
*left = *right;
```




```
*right = tmp;
```

Referencia-Desreferencia, un ejemplo

Mutando `swap`:

```
char a = 'm';char b = 'n';
charSwap(&a, &b);
void charSwap(char* left, char* right){
        char tmp = *left;
        *left = *right;
        right = tmp;
}
```

¿Qué hubiese pasado si al final hubiésemos hecho lo siguiente?

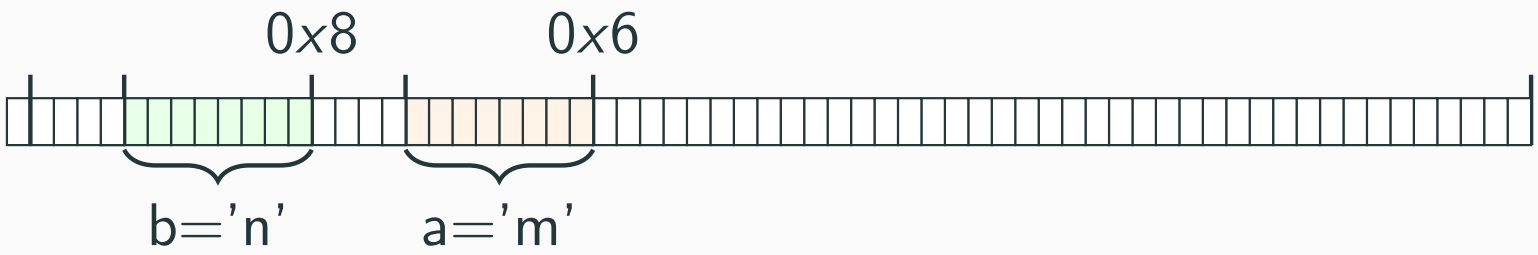
```
right = tmp;
```

¿Qué valor habría en `a` al regresar de la función?

Respuesta: `a` seguiría valiendo `'n'` porque se habría pisado el valor `right`, que es una variable local a la función.

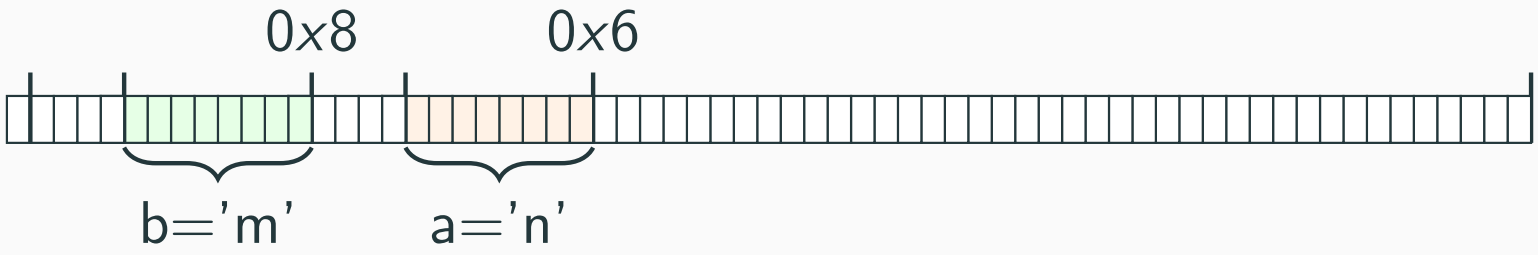
Lo explicaremos en breve.

Referencia-Desreferencia, un ejemplo




```
char a = 'm';
char b = 'n';
charSwap(&a, &b);
printf("a:%c, b:%c",a,b);
```

¿Qué valores tienen las variables `a` y `b` al regresar de la función?

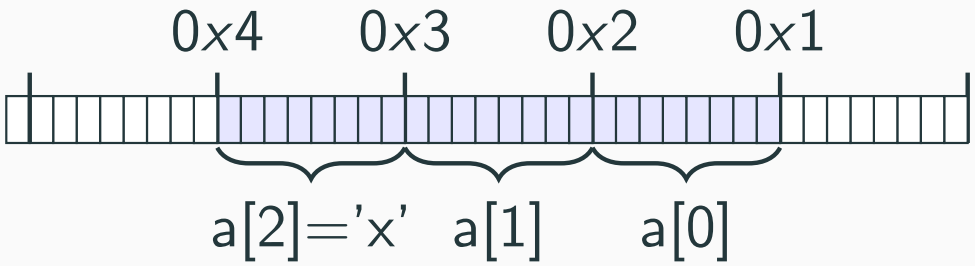


¿Qué pasó con `tmp`? Lo explicaremos en breve.

La naturaleza del arreglo

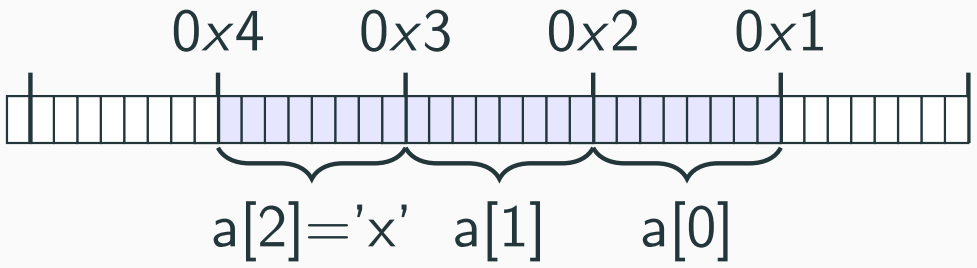
Volvamos a estudiar los arreglos.

- Recordemos que estructuralmente son una **concatenación en memoria de varias instancias de un mismo tipo**.
- El arreglo **se identifica por la posición de memoria donde comienza**.
- Permite acceder a un elemento en particular a partir del operador de índice (`char a[3]; a[2] = 'x';`).



¿Podremos reproducir el funcionamiento del operador de índice haciendo uso de punteros?

La naturaleza del arreglo

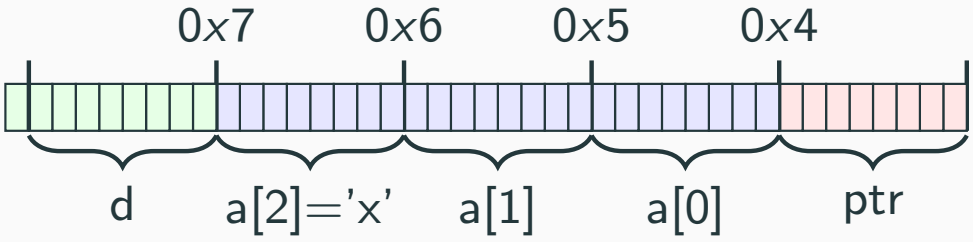



```
char a[3];
```

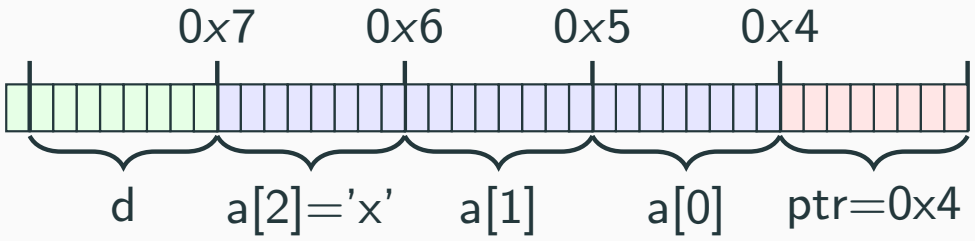
Si queremos acceder al i-ésimo elemento, deberíamos:

- Definir un puntero del tipo correcto `char *ptr;`.
- Apuntarlo al comienzo del arreglo `ptr = &(a[0]);`.
- Desplazar el puntero hasta la posición de comienzo del i-ésimo elemento `ptr += i;`.
- Conseguir el valor del dato apuntado por el puntero `d = *ptr;`.

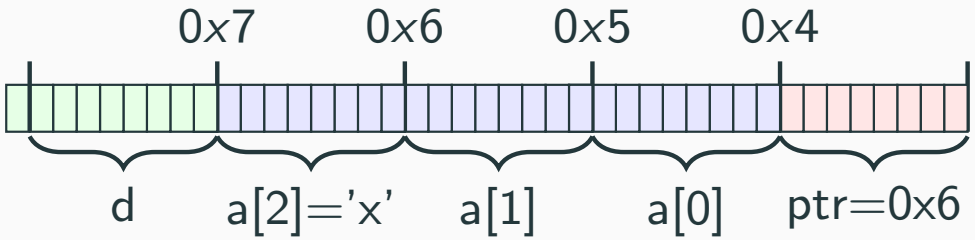
La naturaleza del arreglo



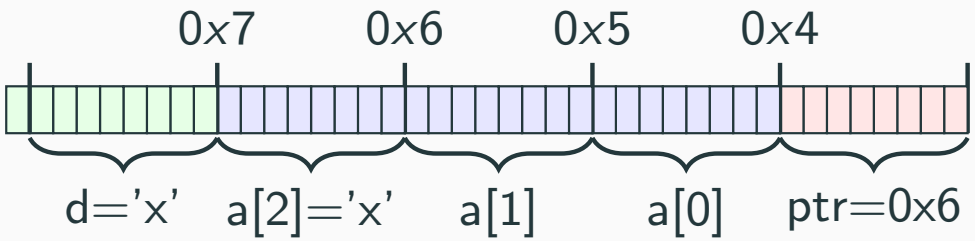

```
char *ptr;char d;
```




```
ptr = &(a[0]);
```




```
ptr += 2;
```




```
d = *ptr;
```

La naturaleza del arreglo

El hecho es que los arreglos se implementan con punteros y la semántica del operador de índice hace exactamente esto que acabamos de explicar:

```
a[i] ≡ *(a + i);
```

De hecho se puede aplicar el operador de índice sobre un puntero y lo va a interpretar como si fuera un arreglo.

```
char myStr[4] = "hola";
char *ptr = &(myStr[0]); ptr[3] = 'i';
```

La naturaleza del arreglo

Noten que no hizo falta multiplicar el índice por el tamaño de tipo.

```
a[i] ≢ *(a + i * sizeof(val_type));
```

¿Pero por qué?

Respuesta: El compilador le da distintas interpretaciones al operador de suma $(+)$ de acuerdo al tipo de dato a sumar, en el caso del puntero, como contiene la definición del tipo al que apunta define la suma o multiplicación sobre la base del tamaño del tipo.

Strings de C

Los llamados **strings** de `ANSI-C` se implementan como arreglos de caracteres. Suelen tener un tamaño fijo y la forma de determinar donde dejar de leer cuando queremos, por ejemplo, imprimirlos, es seguir hasta encontrar el caracter nulo o de valor 0.

```
char first_name[15] = "BYTE";
char first_name[15] = {'B','Y','T','E','\0'};
```

Estas dos inicializaciones tienen el mismo efecto, el compilador de C identifica que estamos intentando inicializar un string en el primer caso y lo convierte en un arreglo de caracteres que terminan con el caracter nulo.

La segunda línea muestra un ejemplo de inicialización estática de arreglos.

Punteros a funciones

Los punteros a funciones permiten apuntar a direcciones de memoria que contienen código de funciones.

Un ejemplo de declaración es:

```
int (*ptr) (int, int);
```

Debemos incluir el tipo de retorno y los parámetros de la función.

No podemos utilizar aritmética de punteros.

Repaso de lo visto hasta ahora

Hasta ahora vimos:

- Una introducción a la **perspectiva de datos**.
- Una interpretación de la memoria como un **espacio contiguo y ordenado de bits (bytes)**.
- Un repaso de los tipos de datos básicos y **cómo se representan en memoria**.
- Una **introducción a los punteros** y las operaciones de referencia y desreferencia.

Lo que sigue

En breve seguimos con:

- Uso del **stack** y del **heap**.
- Manejo de memoria dinámica.
- Estructura completa del espacio de memoria de una aplicación.

Intervalo y consultas (10 minutos)