TEMA 6.
TIPOS DE DATOS ESTRUCTURADOS

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Programación

M.P. Sesmero, P. de Toledo, F.J. Ordoñez, J. Gómez-Romero, J.A. Iglesias, J.L. Mira

Universidad Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

CONTENIDOS

6.1. Introducción

Datos estructurados frente a datos simples

- Los datos pueden tener o no estructura:
  - **Datos simples** (**vistos en Tema 1**)
    - Tienen un único valor, son un único elemento

      Tipos:
      - Numéricos: enteros y reales
      - Caracteres
      - Punteros
  - **Datos estructurados**
    - Tienen una estructura interna, no son un único elemento

      Tipos:
      - Vectores y matrices (también llamados arrays)
      - Cadenas de caracteres
      - Estructuras (también llamadas registros)

6.2. Declaración y uso de arrays

Concepto de array o matriz

- Colección ordenada de objetos que comparten el nombre (identificador) y son todos de un mismo tipo de datos.
  - Los elementos individuales del array se identifican usando un **índice** que indica una posición dentro del array y que permite acceder a ellos.
  - En función de las dimensiones se pueden llamar:
    - Una dimensión = **vector** (también llamado lista)
    - Dos o más dimensiones = **matriz**
      - Dos dimensiones = tabla con filas y columnas

Concepto de array o matriz

Una dimensión = vector

- **Ejemplo de vector**
  - Estructura de datos que permite almacenar la temperatura en Madrid a lo largo de un año:

`temperatura[]`

0	1	2	3		364
6.2	6.5	9.0	10.7	.....	1.0

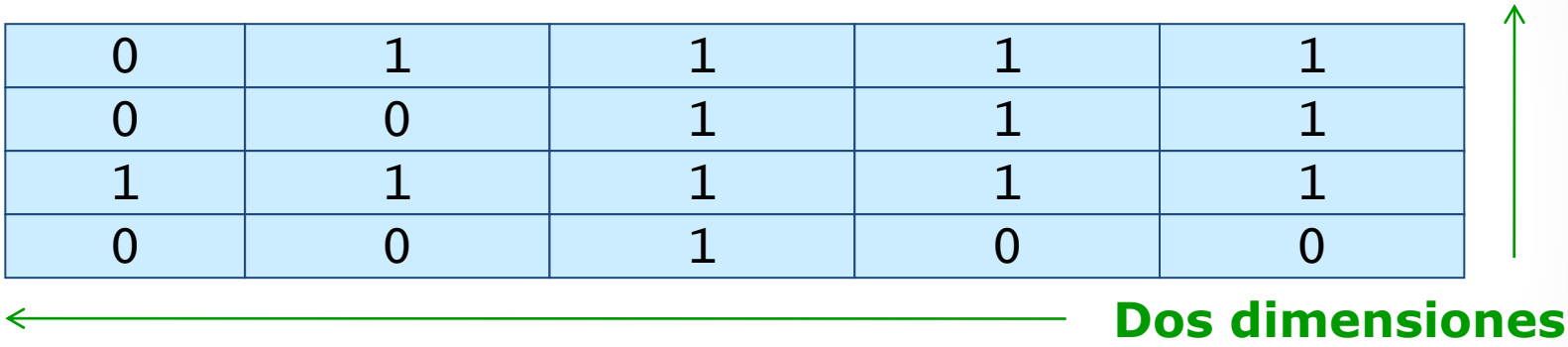
  - Nombre del vector: temperatura
    - Todas las posiciones son del mismo tipo (int)
    - Comparten un mismo identificador: **temperatura**
    - Pero cada una tiene un valor independiente de los demás.
    - Cada elemento viene identificado por su **índice** (0,1,…,364)
      - El primer elemento de un vector en C tiene siempre índice 0
    - Utilizando el índice podemos encontrar el valor de una posición:
      - Ej: temperatura el tercer día del año

```
temperatura [2] = 9;
```

Concepto de array o matriz

- **Ejemplo de matriz de dos dimensiones**
  - estructura de datos que nos permite almacenar la ocupación de una sala de cine (0 libre, 1 ocupado)

0	1	1	1	1
0	0	1	1	1
1	1	1	1	1
0	0	1	0	0



  - Todos los elementos comparten el nombre del array (**sala**)
  - Cada uno de ellos está caracterizado por un índice
    - En este caso, el índice representa por la fila y la columna de cada elemento.

Fila ← → *Columna*

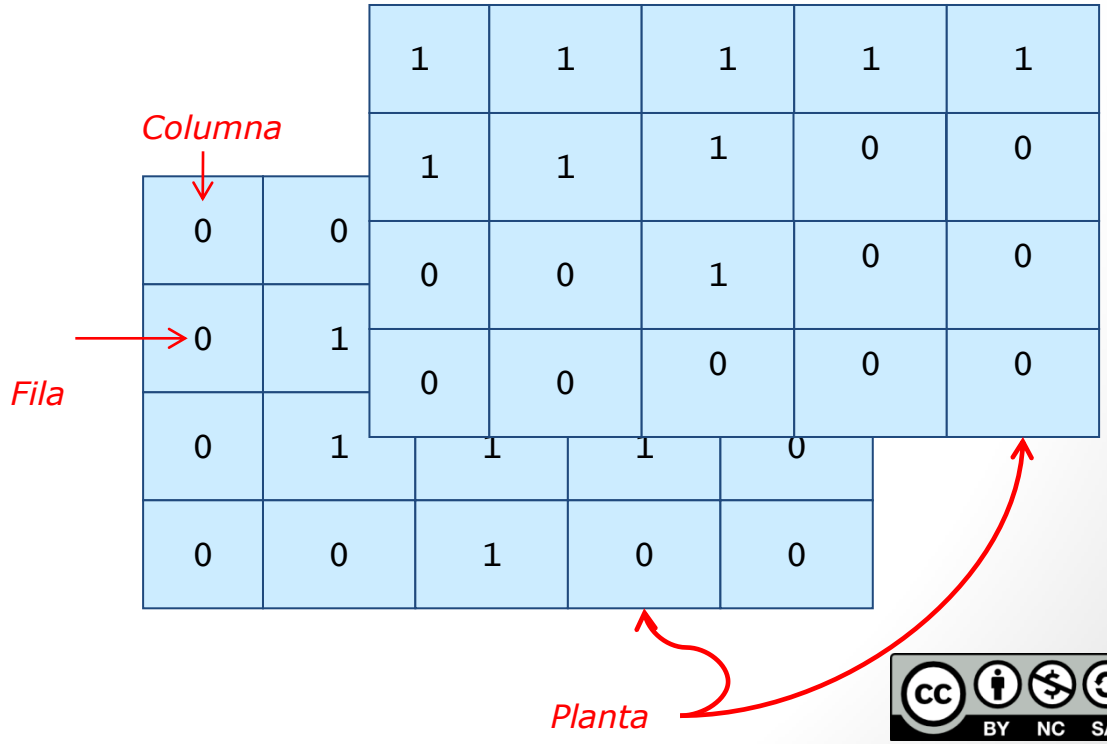
```
sala [0] [0] = 0;
sala [2] [3] = 1;
```

Concepto de array o matriz

- **Ejemplo de matriz con tres dimensiones**
  - Matriz para guardar la información sobre la ocupación de una sala de cine de dos plantas.
    - Para cada asiento queremos guardar si está ocupado o no
    - Elegimos representarlo con 1 (ocupado) y 0 (libre)

Fila *Columna* planta

```
sala [1][0][0]= 0;
sala [1][0][1]= 1;
```



Declaración de arrays

- Para declarar un array hay que indicar:
  - tipo de datos de los elementos que lo forman
  - nombre del array
  - número de dimensiones
  - número de elementos en cada dimensión
  - de esta forma el compilador conoce el espacio de memoria que es necesario reservar
    - n variables del mismo tipo
    - se almacenan en direcciones consecutivas
- En el ejemplo anterior
  - tipo de datos de los elementos: integer
  - nombre del array: sala
  - número de dimensiones: 3
  - número de elementos en cada dimensión: 4, 5 y 2
  - Declaración: `int sala [4][5][2]`

Declaración de arrays

- Declaración de un vector (una única dimensión)
  - Sigue este esquema:

    tipo_dato nombre_array [tamaño];

  - Ejemplos:

```
float temperatura[365];
int num[10];
```

    - array (vector) de 10 números tipo int
    - a cada elemento del array se accede por su índice
    - el índice inferior es siempre 0 y el superior, en este ejemplo, es 9

5	7	15	1	.....	250
Indice: 0	1	2	3	.....	9

Declaración de arrays

- Declaración de una matriz

tipo_dato nombre_array [expresion1] [expresion2].... [expresionN];

- Cada expresión indica el valor de cada dimensión del array.
  - Ejemplo: Array de dos dimensiones para guardar una imagen de 800 por 600 puntos en blanco y negro

```
int pantalla [800] [600];
```

  - Ejemplo: Array de tres dimensiones para almacenar la inicial del nombre de los espectadores de tres salas de cine con 30 filas y 15 columnas cada una.

```
char sala [30] [15] [3];
```

Declaración de arrays

- Tipos de datos de un array
  - Los elementos de un array pueden ser de cualquier tipo, incluido otro array.

- En C una matriz de dos dimensiones puede verse como un vector cuyos elementos son a su vez vectores
  - Y lo mismo para más dimensiones
  - Ejemplo
    - `int pantalla [800] [600];`
      - Puede verse como un vector de 800 elementos, en los que cada uno de esos 800 elementos es un vector de 600 elementos
- El primer elemento de un array en C siempre tiene como índice el cero

Asignación de valores a los elementos de un array

- Asignación de valores a un array:
  - Se asigna valor a un elemento identificado por su índice

```
sala [1][3][1]= 1;
notas[25]= 10;
pantalla[0][0]=1;
```

  - Sólo es posible asignar valor a un elemento indicando su índice
  - No es posible asignar un valor a todo el array

```
pantalla =0; //error
```

int n[10] = {0};

Inicialización de un array

- Es posible declarar e inicializar una matriz en una única instrucción
  - Igual que se hace con datos simples
- Con matrices de una dimensión (vectores)

```
int numeros[5]={6,2,7,4,8};
```

  - Otra opción: sin indicar el número de elementos

    Si no se especifica tamaño pero se inicializa, se adopta el número de elementos inicializados como tamaño del vector.

```
int numeros []={6,2,7,4,8};
```

  - Esas dos opciones equivalen a primero declarar y luego inicializar:

```
int numeros[5];
numeros[0]=6;
numeros[1]=2;
numeros[2]=7;
numeros[3]=4;
numeros[4]=8;
```

Inicialización de una matriz

- Con arrays de más de una dimensión:

```
int numeros [3][2]={
                    {0,1},
                    {10,11},
                    {20,21}
                    };
```

  - numeros puede interpretarse como un vector de tres elementos, en el que cada uno es a su vez un vector de dos elementos

Uso de arrays

- Para obtener el valor de un elemento de un array, hay que indicar el índice correspondiente

```
numeros[4]
```

  - Como índice se puede utilizar cualquier expresión, siempre que el valor resultante sea de tipo entero.

```
enteros [5*j+i]=7;
```

  - El rango de los valores generados por las expresiones debe estar entre cero y el número de elementos del array - 1:

```
int miVector[4] = {0,1,2,3};
for (i=0;i<4;i++)
printf("el valor del elemento de indice %i es %i \n",
        i, miVector[i]);
```

Uso de arrays

- Si intentamos acceder a una posición que no ha sido reservada resultará en un error

```
int i;
int numbers[]={ 4, 8, 15, 16, 23, 42}

numbers[6] = 100;

for (i=0; i<=5; i++){
   printf("Element %i: %i \n", i numbers[i]);
}

for (i=0; i<=6; i++){
   printf("Element %i: %i \n", i numbers[i]);
}
```

Error: se intenta acceder a la posición 6 de un array de 6 elementos, solo son válidas las posiciones de 0 a 5

Correcto. El índice *i* toma valores entre 0 y 5

Error: El índice *i* toma valores entre 0 y 6

No se puede trabajar con un array como un bloque

- Los datos de los arrays deben procesarse elemento por elemento, en general no pueden tratarse como un bloque
- No se puede **asignar** un array completo a otro
  - Error de compilación
- No se pueden **comparar directamente** arrays completos
  - Lo que se compararía son las direcciones del primer elemento de cada array
- No se puede **imprimir directamente** un array completo
  - Lo que se imprimiría sería la dirección del primer elemento del array

Uso de arrays

- No se puede **mostrar el valor** de todos los elementos del array como si fuera un bloque
  - Ni en C ni en la mayoría de los lenguajes
  - Se debe mostrar elemento por elemento

```
int pantalla [800] [600];
printf ("esta instrucción NO muestra el array entero %d \n", pantalla);
```

Lectura

- Lectura de los elementos de un array
  - Para leer un elemento:

```
printf ("escriba color del tercer pixel de tercera
  columna");
scanf("%d",&array[2][2]);
```

  - » Para leer todo el array: lectura de los elementos de uno en uno

```
int array[4][2];
for (i=0; i<4; i++) {
  for (j=0; j<2; j++) {
        printf ("Introduzca el elemento %d %d:",i, j);
        scanf ("%d", &array[i][j]);
   }
}
```

```
Introduzca el elemento 0 0:0
Introduzca el elemento 0 1:1

Introduzca el elemento 1 0:10
Introduzca el elemento 1 1:11

Introduzca el elemento 2 0:20
Introduzca el elemento 2 1:21

Introduzca el elemento 3 0:30
Introduzca el elemento 3 1:31
```

Escritura

- Escritura de un único elemento:

```
printf ("Se muestra el color del segundo pixel de la
  tercera columna %i:", pantalla [1][2] );
```

- Escritura de todos los elementos (hay que ir de uno en uno..)

```
int array[4][2];
int i, j;
for (i=0; i<4; i++) {
  for (j=0; j<2; j++) {
    printf ("%d\t", array [i][j]);
  }
}
```

```
0       1
10      11
20      21
30      31
Presione una tecla para continuar . . .
```

6.3. Punteros y arrays

Relación entre punteros y arrays

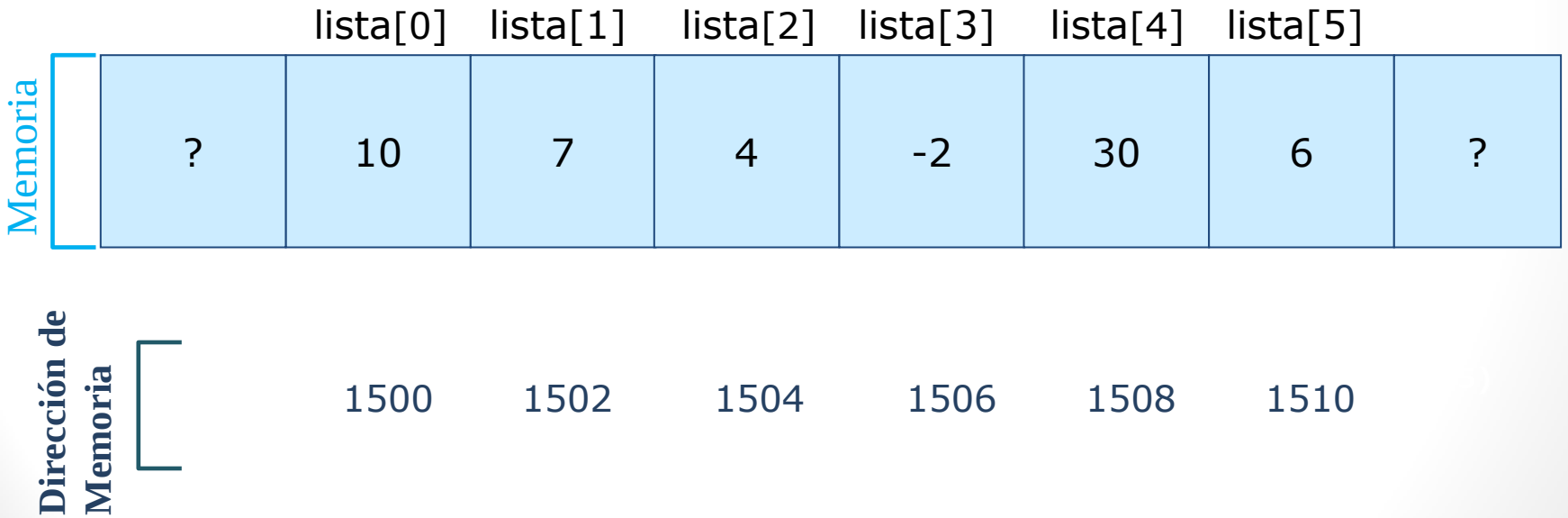
- existe una relación muy estrecha entre arrays y punteros
  - el **nombre** de un array es una variable que contiene la dirección de memoria que almacena el primer elemento del array
    - es un **puntero** a la dirección de memoria que contiene el primer elemento del array.
  - se puede acceder al resto de elementos usando la dirección del primero (el nombre de la variable)

Punteros y arrays

- supongamos la siguiente declaración de un vector

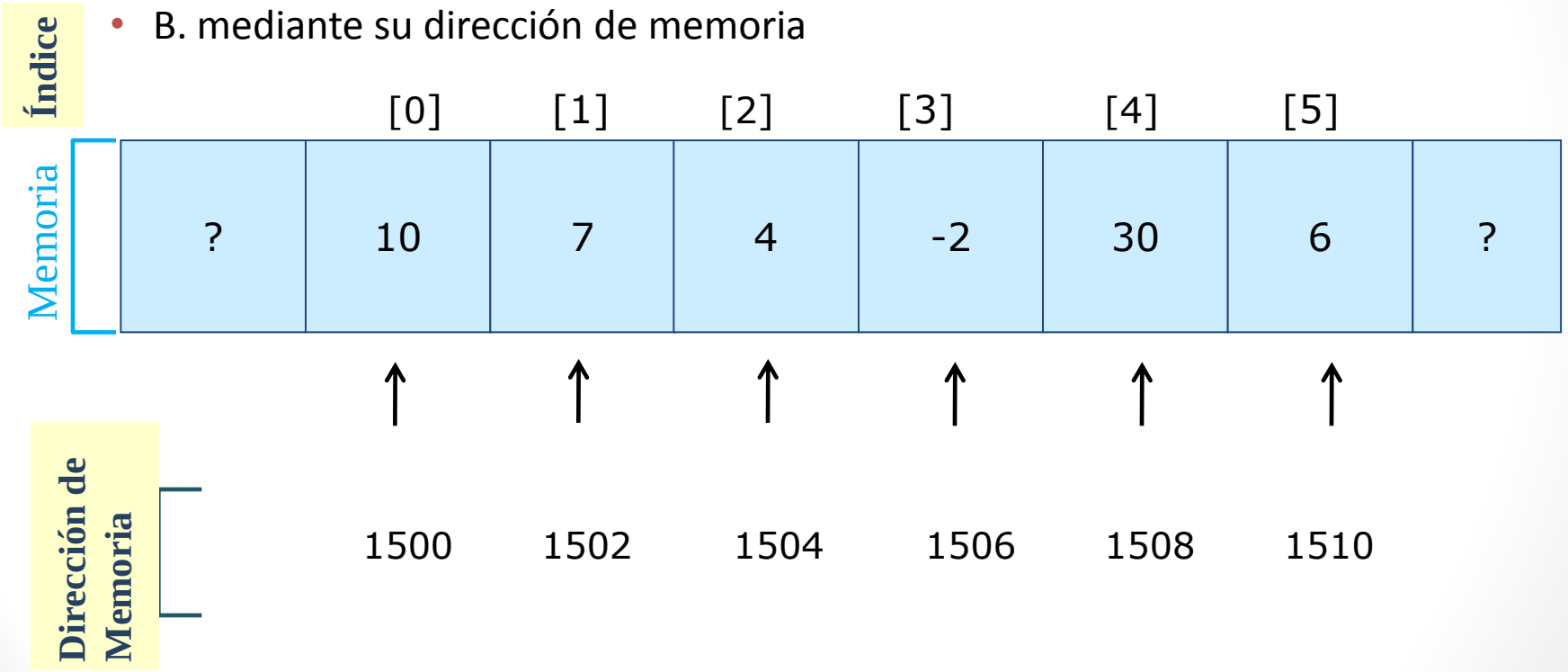
```
int lista[6] = {10, 7, 4, -2, 30, 6};
```

  - cada elemento ocupa 2 bytes de memoria, al ser de tipo int



Punteros y arrays

- Podemos acceder a los elementos del array de dos formas:
  - A. mediante su índice
  - B. mediante su dirección de memoria



Punteros y arrays

- A. Accediendo mediante su índice.

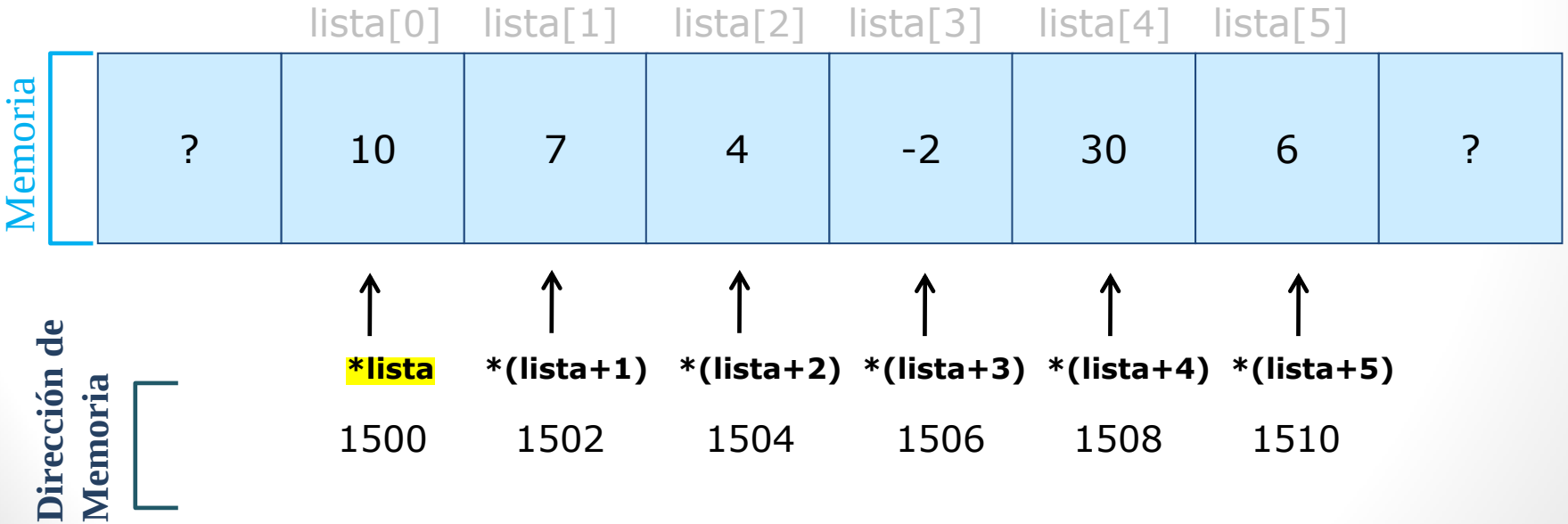
```
x = lista[1];    // x = 7
y = lista[0];    // y = 10
```

Punteros y arrays

- B. Accediendo mediante su dirección de memoria.

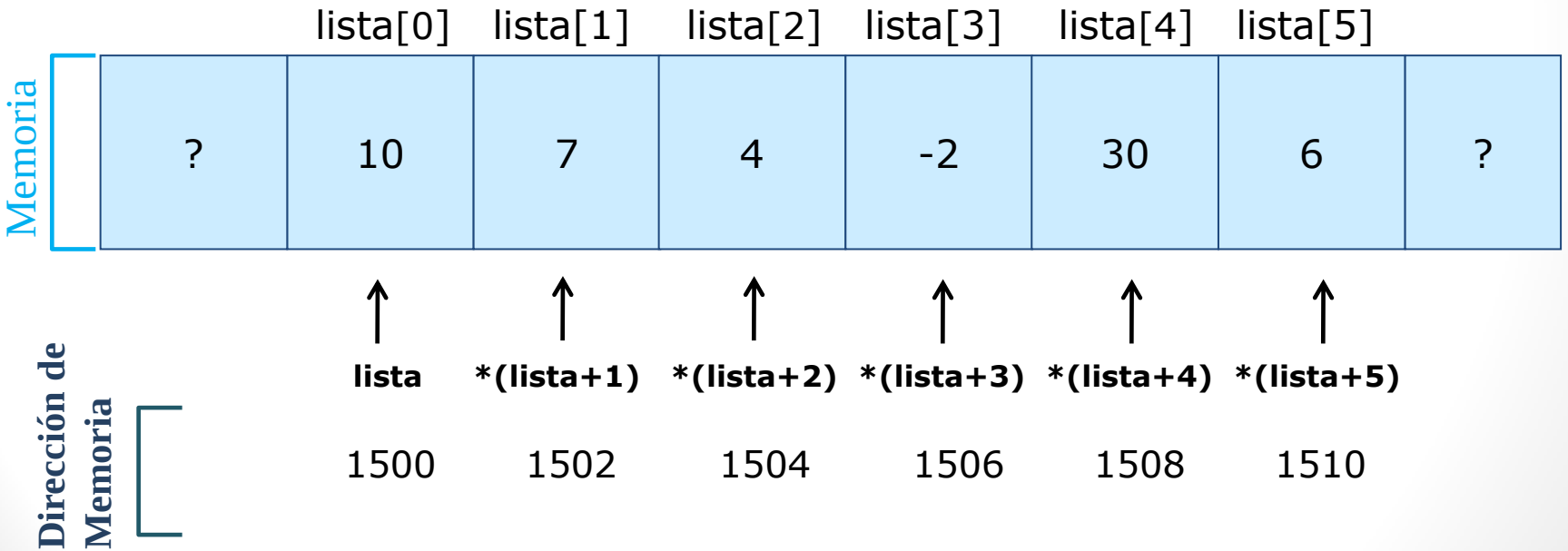
```
x = *(lista+1);   // x = 7
p1 = &lista[0];   // p1 = 1500
p2 = lista;       // p2 = 1500
```

`&lista[0]` es lo mismo que `lista`



Punteros y arrays

```
p4 = &lista[3]; // p4 = 1506
p5 = lista + 3; // p5 = 1506
```



Punteros y arrays

- Código correspondiente al ejemplo anterior

```
int main(void)   {
   int lista[6]={7, 10, 4, -2, 30, 6};

   printf("\n%d", &lista[0]);
    //resultado: 1500 (dirección de memoria)
   printf("\n%p", lista);
    //resultado: 1500 (dirección de memoria)
    printf("\n%p", lista+1);
    //resultado: 1502 (dirección de memoria)
   printf("\n%d", *(lista+1));
    //resultado:7 (valor de lista[1] o valor en la dirección 1502)
    return 0;
}
```

6.4. Cadenas de caracteres

Cadenas de caracteres

- Un **string** o cadena de caracteres es una secuencia de caracteres delimitada por comillas (")

```
"que buen tiempo hace hoy"
```

  - En una cadena puede haber cualquier carácter del codigo ascii
    - Incluyendo espacios en blanco
    - Para algunos caracteres es necesario usar **secuencias de escape**
      - La barra \ indica al ordenador que hay que tratar de forma especial lo que va a continuación
        - \n : se inserta un salto de línea, en vez de la letra n
        - \" : se insertan unas comillas dentro de la cadena, en vez de considerar que es el final de la cadena

Cadenas de caracteres

- Una cadena se almacena en un **array unidimensional de *char***, con la particularidad que se añade al final **una marca de fin**
  - La marca de fin es el carácter nulo , '\0' , cuyo código ASCII es 0
  - El programador no tiene que ocuparse de insertar el carácter nulo, lo añade C automáticamente
- La longitud del vector es la de la cadena más uno
- El carácter nulo marca el fin de la cadena

- Ejemplo
  - char ciudad[]= "Madrid";
    - El compilador añade al final el carácter nulo
    - Ciudad tendrá siete elementos, el último almacena el '\0'

Declaración de cadenas

- Declaración de un vector de caracteres
  - char nombreVector [longitud];

- Declaración de un string
  - char nombreCadena [longitud];
  - debe terminar en un carácter nulo

```
char cadena_hola[]="Hola";
char otro_hola[]={'H','o','l','a','\0'}; // Igual al anterior
char vector[]={'H','o','l','a'}; /* Un vector de 4 elementos,
        con los elementos 'H','o','l' y 'a' */
char espacio_cadena[1024]="Una cadena en C";
char cadena_vacia[]="";
```

  - cadena_hola y otro_hola tienen una longitud de 5
  - cadena_vacia tiene longitud 1

Longitud de una cadena

- La marca de fin permite procesar la cadena sin conocer su longitud
  - Sabemos que termina al llegar a la marca de fin (el carácter '\0')

- Por ejemplo, el siguiente fragmento de código calcula la longitud de una cadena:

```
while (cadena[largo]!='\0') largo++;
```

Asignación de valores a un string

- en la declaración

```
char cadena1[5]="hola";
char cadena2[]="hola";
char cadena3[5]={'h', 'o', 'l', 'a', '\0'};
char cadena4[]={'h', 'o', 'l', 'a', '\0'};
```

- no se puede hacer lo mismo si no es en la declaración

```
cadena = "hola" // no se puede hacer
cadena1 = cadena2 // no se puede hacer
```

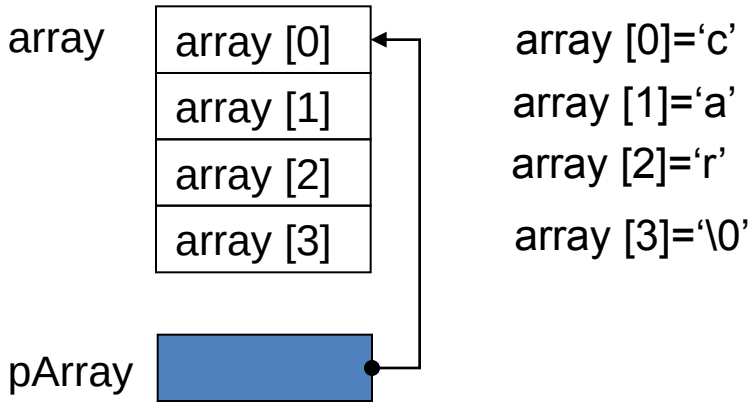
- sí se puede elemento por elemento, sin olvidar el carácter nulo

```
cadena [0]='h';
cadena [1]='o';
cadena [2]='l';
cadena [3]='a';
cadena [4]='\0';
```

Relación entre string y punteros

- La relación entre strings y punteros es igual que la de cualquier tipo de array
  - El nombre de la cadena es la dirección de memoria del primer elemento.

```
char array[]="car";
char *pArray=array;
```



Lectura y escritura de strings

- Con printf y scanf
  - especificador de formato para cadenas %s
  - Al usar scanf con strings, NO se usa el operador de dirección, '&'
    - ya que el nombre del string es un puntero a la dirección de comienzo de la cadena (se pasa por referencia).
  - La función scanf detiene la lectura cuando encuentra un espacio en blanco.

```
char str[100];
printf("Enter string: ");
scanf("%s", str);
printf("String is: %s", str);
```

```
Enter string: hello world
String is: hello
```

Asignación de valores a un string usando strcpy

- copiar una cadena en otra
  - s2 = s1; // no funciona: se copian como punteros

- string copy **strcpy**
  - Función de biblioteca, está en la biblioteca string.h
  - Copia el contenido una cadena en otra
  - Argumentos
    - puntero a la cadena copia = nombre de la cadena copia
    - puntero cadena original = nombre de la cadena original

strcpy

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>

int main (void) {

    char str1[] = "helloworld";
    char str2[50];

    printf("String 1: [%s]\n", str1);
    printf("String 2: [%s]\n", str2);
    strcpy(str2, str1);
    printf("String 1: [%s]\n", str1);
    printf("String 2: [%s]\n", str2);

    return 0;

}
```

```
String 1: [helloworld]
String 2: [\371\277_\377]
String 1: [helloworld]
String 2: [helloworld]
```

Otras funciones de biblioteca para manejar cadenas

- la biblioteca string.h proporciona otras funciones para trabajar con cadenas:

```
largo = strlen(cadena) // Para obtener el largo de una cadena
strcpy(destino, origen) // Copia el contenido de origen en destino
                        // destino debe ser lo suficientemente grande
strcat(destino, origen) // Agrega el contenido de origen al final de destino
                        // destino debe ser lo suficientemente grander
resultado = strcmp(cadena1, cadena2) // Compara dos cadenas
            // devuelve un valor menor, igual o mayor que 0 según si cadena1 es menor,
            // igual o mayor que cadena2, respectivamente.
posicion = strchr(cadena, caracter) // Devuelve la posición en memoria de la primer
            // aparición de caracter dentro de cadena
posicion = strstr(cadena,subcadena) // Devuelve la posición en memoria de la primer
            // aparición de subcadena dentro de cadena
```

Ejemplos

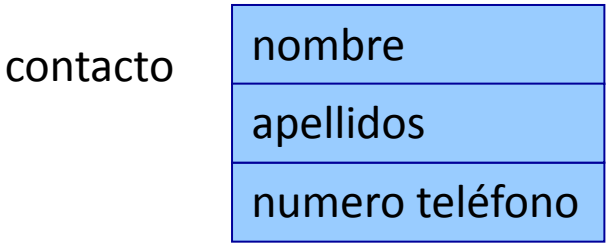
- strncat concatena dos cadenas

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
...
        char color[] = "rojo";
        char grosor[] = "grueso";
        ...
        char descripcion[1024];

        strcpy(descripcion, "Lapiz color ");
        strncat(descripcion, color, 1024);
        strncat(descripcion, " de trazo ", 1024);
        strncat(descripcion, grosor, 1024);
        // descripcion contiene "Lapiz color rojo de trazo grueso"
```

6.5. Estructuras de datos definidas por el usuario (Registros)

Registros o estructuras: definición

- tipos de datos **definidos por el usuario** que permiten agrupar bajo un mismo nombre datos de **igual o distinto tipo** que están **relacionados lógicamente**.
  - Ejemplo a : Almacenar nombre, apellidos y número de teléfono en una estructura denominada contacto



  - Ejemplo b: Estructura para gestionar cuentas de correo electrónico, donde se almacenaran distintos tipos de datos; nombre (login), clave de acceso (password), dirección (e-mail) y número de usuario (numero).

Declaración una estructura o registro

- Para declarar una estructura se sigue el siguiente patrón

```
struct nombreEstructura {
  TipoDato_1 elemento_1;
  TipoDato_2 elemento_2;
  .....
  TipoDato_n elemento_N;
  };
```

Ejemplo

```
struct cuentaCorreo {
  char login [256];
  char password [256];
  char email [256];
  int numUsu;
};
```

Declaración de una estructura

- Más ejemplos
  - Estructura que almacena las coordenadas de un punto

```
struct coordenadas{
  float x;
  float y;
};
```

  - Estructura que almacena los datos de una persona

```
struct persona{
  char nombre[20];
  char apellidos [50];
  int edad;
  float altura;
};
```

Declaración de una variable del tipo definido por la estructura

- Para trabajar con una estructura hay que seguir **dos pasos**:
  - 1. Declarar la estructura
  - 2. Declarar una (o más) variables del tipo definido por la estructura

- Para declarar una variable se sigue el siguiente patrón:

```
struct nombre_Estructura nombre_Variable;
```

- Ejemplos

```
struct coordenadas puntoA;
struct persona miVecino ;
struct cuentaCorreo cuentaLuis;
```

Acceso a un elemento individual de la estructura

- Con las estructuras se puede trabajar a dos niveles, con la estructura completa o con los elementos de la misma de forma independiente
  - Para acceder a un elemento de la estructura se usa el operador miembro (.) y el nombre del elemento

    ```
    cuentaLuis.numUsu
    cuentaLuis.login
    ```

  - Diferente de los arrays, en los que para acceder a un elemento se usaba el índice

- más ejemplos

  ```
  puntoA.x
  ```

  - puntoA es una variable del tipo "coordenadas", una estructura definida por el usuario
  - (.) es el operador miembro
  - x, es el nombre de un miembro de la estructura "coordenadas"

Acceso a un elemento individual de la estructura

Más ejemplos

```
struct coordenadas {
        float x;
        float y;
};
struct persona{
        char nombre[20];
        char apellidos [50];
        int edad;
        float altura;
};
struct coordenadas puntoA;
struct persona miVecino ;

puntoA.y =100;
strcpy(miVecino.nombre, "Juan");
miVecino.edad = 45;
miVecino.altura = 1.90;

printf( "%s \n", miVecino.nombre);
printf( "%d \n", miVecino.edad);
printf( "%4.2f \n", miVecino.altura);
```

Ejemplo: Programa que determina si dos puntos son iguales

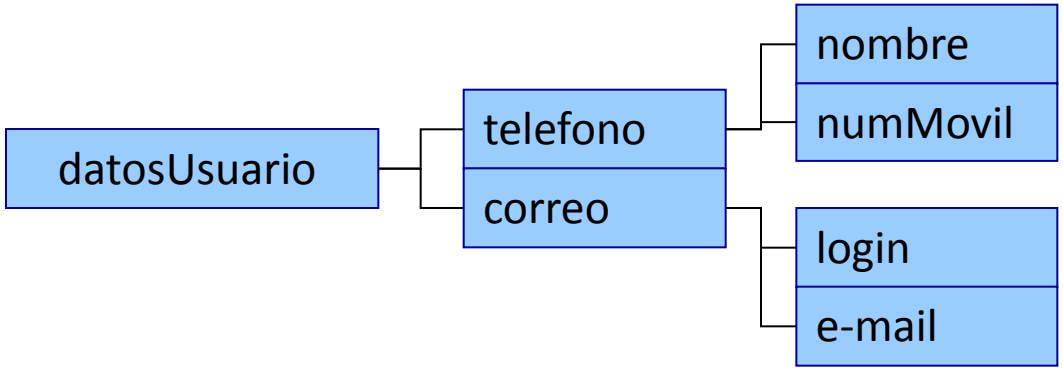
```
// declaramos la estructura coordenadas
struct coordenadas {
  float x;
  float y;
};
int main (void)
{
   // declaramos dos variables del tipo coordenadas
   struct coordenadas puntoA, puntoB;

    //leemos los valores del primer punto
    printf ("Coordenada x del punto A:");
    scanf ("%f", &(puntoA.x));
    printf ("Coordenada y del punto A:");
    scanf ("%f", &(puntoA.y));
```

Ejemplo: Programa que determina si dos puntos son iguales (cont.)

```
  //leemos los valores del segundo punto
  printf ("Coordenada x del punto B:");
  scanf ("%f", &(puntoB.x));
  printf ("Coordenada y del punto B:");
  scanf ("%f", &(puntoB.y));

  // comprobamos si son el mismo punto
  if ((puntoA.x==puntoB.x)&&(puntoA.y==puntoB.y))
     printf ("A y B son iguales\n");
  else
     printf ("A y B son distintos\n");
  return 0;
}
```

Estructuras anidadas

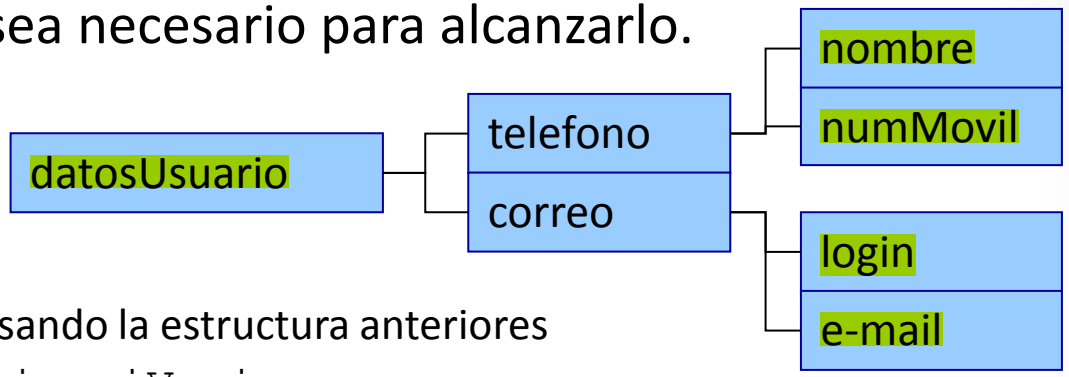
- Un miembro de una estructura puede ser de tipo básico (int, float, char,..), pero también puede ser un array, un puntero u otra estructura




```
struct datosTel{
  char nombre[256];
  long numMovil;
};
struct cuentaCorreo{
  char login[256];
  char email [256];
};
struct datosUsuario{
  struct datosTel telefono;
  //variable telefono declarada sobre estructura telefonoPersonal
  struct cuentaCorreo correo;
  //variable correo declarada sobre estructura cuentaCorreo
};
```

Acceso a datos en estructuras anidadas

- Para acceder a un miembro anidado se usa el operador miembro, (.), tantas veces como sea necesario para alcanzarlo.



- Ejemplo:
  - declaramos una variable usando la estructura anteriores

```
struct datosUsuario miVecino;
```

  - para acceder al miembro numMovil del miembro telefono de la variable miVecino usaríamos:

```
miVecino.telefono.numMovil =684567123;
printf ("%d", miVecino.telefono.numMovil);
```

  - para acceder al primer carácter del miembro nombre de la variable miVecino usaríamos:

```
miVecino.telefono.nombre[0] ='J';
printf ("%c", miVecino.telefono.nombre[0]);
```

Inicialización, asignación y copiado de estructuras

- Para asignar valores a los miembros de una estructura podemos hacerlo en su inicialización, mediante asignación de estructuras o mediante asignación a miembros individuales de la estructura.

- Inicialización
  - Se pueden iniciar los distintos miembros de una variable de tipo estructura en su declaración.
  - Ej. En la estructura coordenadas:

```
struct coordenadas {
  float x;
  float y;
};
```

  - Podemos declarar e inicializar la variable “origen”:

```
struct coordenadas origen = {0.0, 0.0};
```

Inicialización, asignación y copiado de estructuras

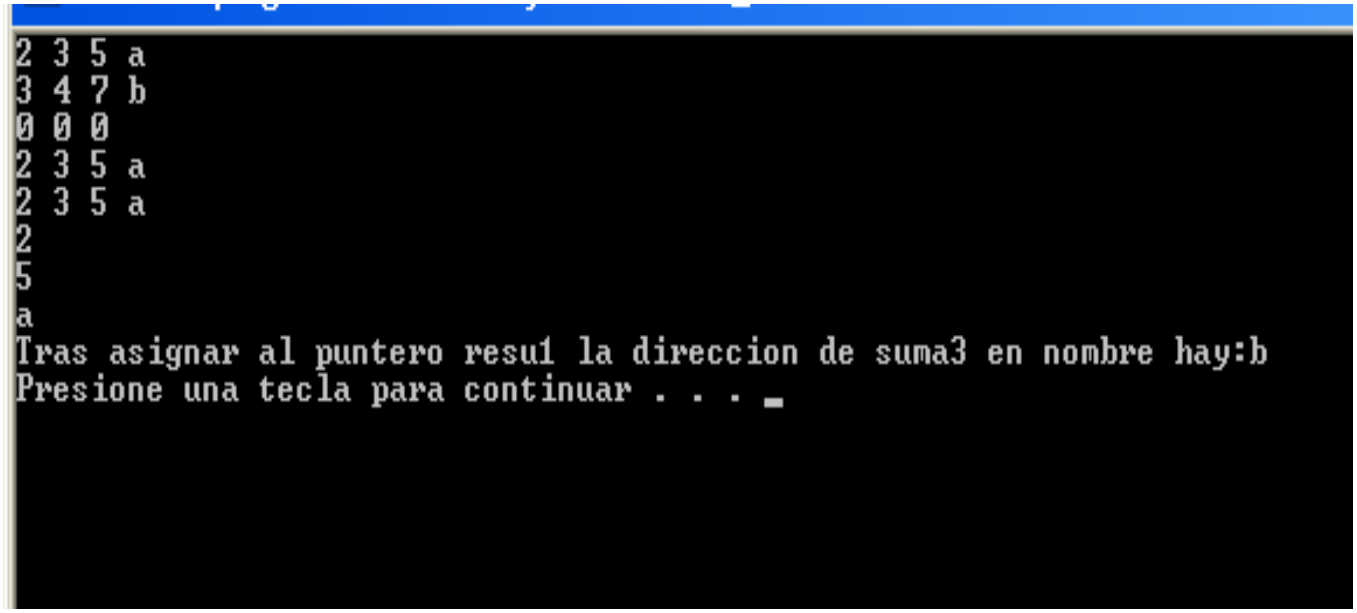
- Asignación: se pueden copiar estructuras entre si directamente

```
struct ejemplo{
    char letra;
    long entero;
    char string[20];
};
struct ejemplo ejemplo1 = {'a', 23, "Hola"};
struct ejemplo ejemplo2;
struct ejemplo ejemplo3;

//copia en ejemplo2 los datos de todos los miembros de
//ejemplo 1, que ya estaba inicializado
ejemplo2=ejemplo1;
```

Ejemplo: se puede copiar estructuras directamente

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    struct calcular {
        int num1;
        int num2;
        int suma;
        char nombre;};
struct calcular suma1 ={2,3,5,'a'};
struct calcular suma2={3,4,7,'b'};
struct calcular suma3={};
struct calcular *resu1,*resu2;
printf ("%d %d %d %c\n", suma1);
printf ("%d %d %d %c\n", suma2);
printf ("%d %d %d %c\n", suma3);
//Ojo es necesario un corversor de formato por cada variable de la estructura
suma3=suma2;
suma2=suma1;
//Es posible copiar una estructura en otra directamente, no miembro a miembro
//Ahora cada miembro de suma2 contiene lo almacenado en suma1
printf ("%d %d %d %c\n", suma1);
printf ("%d %d %d %c\n", suma2);

resu1=&suma2;
resu2=&suma1;
printf ("%d\n", resu2->num1);
printf ("%d\n", resu1->suma);
printf ("%c\n", resu2->nombre);
resu1=&suma3;
printf ("Tras asignar al puntero resu1 la direccion de suma3 en nombre hay:%c\n", resu1->nombre);
system("PAUSE");
return (0);
```

Ejemplo (cont)



Inicialización, asignación y copiado de estructuras

- Asignación de valores individuales a cada miembro:

```
Ej. struct ejemplo{
      char letra;
      long entero;
      char string[20];
    };
 struct ejemplo ejemplo1 = {'a', 23, "estructura"};
 struct ejemplo ejemplo2;
 struct ejemplo ejemplo3;

 ejemplo3.letra='b';
 ejemplo3.entero=2345;
 strcpy (ejemplo3.string1, "Cadena de ejemplo 1");
```

6.6. Arrays de estructuras

Definición

- Los arrays de estructuras son vectores o matrices en los que cada uno de sus elementos es una estructura.
- Son muy útiles para programar
  - permiten almacenar y gestionar datos de diferente tipo de forma cómoda

- ¿Cómo se declaran?

```
struct nombre_estructura nombre_array [dimensión]
```

Array de estructuras: ejemplo

- Ejemplo

```
// declaramos la estructura
struct fecha{
  int dia;
  int mes;
  int anyo; //no hay ñs.
};
// declaramos un vector de cuatro elementos en el que cada
// elemento es una variable del tipo estructura que acabamos
// de declarar
struct fecha fechaNac[4];
```

dia	mes	anyo

dia	mes	anyo	
5	10	1998	fechaNac[0]
17	3	2001	fechaNac[1]
30	1	2003	fechaNac[2]
27	12	2010	fechaNac[3]

```
//accedemos al miembro anyo, al tercer elemento del array
  fechaNac[2].anyo =2010;
```

6.6.1. Arrays como parámetros de funciones

6.6.1. Arrays como parámetros

- Arrays como parámetros
  - Hay algunas diferencias en función de si el parámetro es un vector (una dimensión) o si es un array de más de una dimensión

- Los arrays se pasan siempre por referencia
  - El nombre del array es un puntero al primer elemento del array

Vectores como parámetros

- en la declaración:
  - se indica el tipo y el nombre del vector
  - se indica que es un vector añadiendo los [], pero no el tamaño

```
int sumaDeDatos(int v[]);
```

Prototipo de la función

- En la llamada:
  - nombre del vector, sin indicar tamaño ni corchetes
    - El nombre del vector es un puntero al primer elemento

```
int main(void){
    int datos[100];
    ...
    suma=sumaDeDatos (datos);
    ...
}
```

Llamada a la función

Vectores como parámetros

- Cuando se pasa un vector a una función lo que se está pasando es la dirección del primer elemento del vector.
  - En C todos los vectores se pasan por referencia (dirección)
  - Dentro de la función se puede cambiar el contenido del vector
  - Para indicar que la función no modifica el vector que se pasa como parámetro se puede utilizar el modificador **const**
    - tanto en el prototipo como en la cabecera)

```
int sumaDeDatos(const int datos[]);

int main (void){
   int vector[100];
   . . .
   sumaDeDatos(vector)
   . . .
}
```

Para indicar que el vector no se va a modificar en la función

Vectores como parámetros

- Para facilitar el manejo de vectores, se suele pasar como parámetro adicional el número de elementos del vector

```
#include <stdio.h>
#define TAM 5

void leerVector(int a[]);

int main(void){
  int v[TAM];
  printf("Introduzca los elementos del Vector\n");
  leerVector(v);
  return 0;
}

void leerVector(int a[]){
  int i;
  for (i=0; i<TAM; i++)
    scanf("%d", &a[i]);
  return;
}
```

La función leerVector sólo se puede utilizar con vectores de tipo int y longitud TAM

Vectores como parámetros

Ahora pasamos también el tamaño del vector como parámetro adicional

```
#include <stdio.h>
#define TAM 5

void leerVector(int a[], int longitud);

int main(void){
  int v[TAM];
  printf("Introduzca los elementos del Vector\n");
  leerVector(v, TAM);
  return 0;
}

void leerVector(int a[], int longitud){
  int i;
  for (i=0; i<longitud; i++)
    scanf("%d", &a[i]);
  return;
}
```

La función leerVector puede trabajar con vectores de tipo **int** de **cualquier longitud**.

Ejemplo: copiar vectores

- Escriba un programa que lea los valores de los elementos de dos vectores de enteros, copie esos dos vectores en un tercero y muestre sus valores por pantalla

```
#include <stdio.h>
#define TAM1 5
#define TAM2 3

void leerVector(int a[], int num);
void imprimirVector (const int a[], int n);
void copiarVectores (const int a[], const int b[],
                     int c[], int t1, int t2);
```

Ejemplo: copiar vectores

```
int main(void){
  int v1[TAM1], v2[TAM2], v3[TAM1+TAM2];

  printf("Introduzca los elementos del Vector1\n");
  leerVector(v1, TAM1);
  printf("Introduzca los elementos del Vector2\n");
  leerVector(v2, TAM2);

  copiarVectores(v1,v2,v3,TAM1,TAM2);

  printf("Los vectores introducidos son\n");
  imprimirVector(v1, TAM1);
  imprimirVector(v2, TAM2);
  printf("El vector obtenido es\n");
  imprimirVector(v3, TAM1+TAM2);
  return 0;
}
```

- permite leer y mostrar vectores de diferentes tamaños

Ejemplo: copiar vectores

```
void leerVector(int a[], int n){
  int i;
  for (i=0; i<n; i++)
    scanf("%d", &a[i]);
  return;
}

void imprimirVector(const int a[], int n){
   int i;
   for (i=0; i<n; i++)
     printf ("%d\n", a[i]);
   return;
}
```

Vectores como parámetros: Ejemplo (Cont.)

```
void copiarVectores (const int a[], const int b[],
                     int c[], int t1, int t2){

  int i;
  for (i=0; i< t1+t2; i++){
      if (i<t1)
              c[i]=a[i];
      else
              c[i]=b[i-t1];
      }
    return 0;
  }
```

Matrices como parámetros

- El paso de arrays de más de una dimensión es diferente al paso de vectores
- es IMPRESCINDIBLE indicar explícitamente el tamaño de cada una de las dimensiones del array, excepto el de la primera que se puede indicar o no.

Matrices como parámetros

- Por ejemplo en una tabla
  - Supongamos que la primera dimensión representa las filas y la segunda las columnas
  - Es necesario indicar explícitamente cuantas columnas tiene la matriz
  - Tanto en la cabecera como en el prototipo
  - En caso contrario, se produce un error de compilación.

```
#define FIL 3
#define COL 2

int leermatriz(int matriz[][COL]);
```

Prototipo de la función:
Se indica explícitamente cuantas columnas tiene la matriz

Matrices como parámetros: Ejemplo

Calcular el máximo de los elementos de una matriz de dos dimensiones

```
#include <stdio.h>

#define FIL 2
#define COL 3

int maximo(int a[][COL]);
void imprimirMatriz(int a[][COL]);

int main(void){
  int matriz[FIL][COL];
  int i, j;
  // llenamos la matriz con datos
  for (i=0; i<FIL; i++)
     for (j=0; j<COL; j++)
       matriz[i][j]=i+j;

  imprimirMatriz(matriz);
  printf ("El maximo es %d\n", maximo(matriz));
    return 0;
}
```

Se indica explícitamente cuántas columnas tiene la matriz. El número de filas no es necesario indicarlo

Matrices como parámetros: Ejemplo (Cont.)

```
int maximo(int a[][COL]){
    int i, j, m;
    m=a[0][0];
    for (i=0; i<FIL; i++)
        for (j=0; j<COL; j++)
            if (m<a[i][j])
               m=a[i][j];
    return m;
}

void imprimirMatriz(int a[][COL]){
   int i, j;
   for (i=0; i<FIL; i++){
        for (j=0; j<COL; j++)
              printf("%d\t",a[i][j]);
        printf ("\n");
   }
   return;
}
```

Arrays como parámetros

- Recordar:
  - Para trabajar con funciones que reciben arrays como parámetros es necesario indicar explícitamente cada una de las dimensiones del vector, excepto la primera
  - Por lo que no podremos definir funciones que trabajen con arrays multidimensionales de diferentes tamaños.

- Existe una forma de superar este inconveniente
  - Memoria dinámica (tema 7)

6.6.2. Estructuras como parámetros de funciones

Estructuras como parámetros

- Las estructuras se tienen que definir antes que los prototipos de las funciones que las usan
  - Se recomienda declarar todas las estructuras antes del main
- Por defecto el paso de estructuras es **por valor**
  - Igual que con int, float, char
  - Las modificaciones del valor de un campo del registro durante la ejecución de la función, no son visibles fuera de la función.
- Para pasar una estructura por referencia hay que
  - Pasar la dirección de la estructura
    - & delante del parámetro real
  - En la función, el parámetro formal es un puntero a la estructura
    - Y para acceder a un miembro de la estructura
      - Se usan paréntesis
      - (* nombre_estructura).miembro
      - Ej `(* datos).direccion`

Estructuras como parámetros. Ejemplo sencillo

Escribir un programa que lea las coordenadas de un punto en un espacio de tres dimensiones y calcule la distancia del punto al origen.

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

struct tPunto{
   float x, y, z;
};

void leePunto(struct tPunto *p);
float distancia(struct tPunto p);


int main(void){

  struct tPunto pto;
  leePunto (&pto);
  printf ("distancia del punto al origen: %f\n", distancia(pto));
  return 0;
}
```

leePunto modifica el valor de la estructura:
paso por REFERENCIA
*p

distancia NO modifica el valor de la estructura: paso por VALOR
p

por REFERENCIA
&pto

por VALOR
pto

Estructuras como parámetros. Ejemplo sencillo

```
float distancia(struct tPunto p)
{
   return sqrt(p.x * p.x + p.y * p.y + p.z * p.z);
}

void leePunto (struct tPunto *p)
{
     printf ("X: "); scanf("%f", &(*p).x);
     printf ("Y: "); scanf("%f", &(*p).y);
     printf ("Z: "); scanf("%f", &(*p).z);
     return;
}
```

por VALOR: p
Ojo! aquí el * es el producto, nada de punteros

por REFERENCIA: *p
Y para acceder a los elementos de la estructura se usan paréntesis
(*p).z

La notación (*p).x es absolutamente equivalente a p->x

```
scanf("%f", &p->x)
scanf("%f", &p->y)
scanf("%f", &p->z)
```

Estructuras como parámetros. Ejemplo avanzado 1/3

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

# define NPROD 4

// estructura tipo producto
struct tipoProducto {
     char nombre [15];
     char codigo [10];
     float precio;
     int esFalso; // 1 si es falso, 0 si verdadero
};

void comprobarProducto (struct tipoProducto *p);
```

ComprobarProducto modifica el valor de la estructura: paso por REFERENCIA *p

Estructuras como parámetros. Ejemplo avanzado 2/3

```
int main(void){
  // array de cuatro productos
  struct tipoProducto prod[NPROD];
  int i, numFalsos=0;
  //inicializamos los datos
  strcpy (prod[0].codigo, "UEX1002");
  strcpy (prod[1].codigo, "UEX2002");
  strcpy (prod[2].codigo, "UET3002");
  strcpy (prod[3].codigo, "UEZ1002");

  // comprobar cuantos productos son falsos.
  for (i=0; i<NPROD; i++){
     comprobarProducto (&prod[i]);
      numFalsos= numFalsos + prod[i].esFalso;
  }
  printf ("hay %i productos falsos \n", numFalsos);
  return 0;
}
```

por REFERENCIA
&prod[i]

Estructuras como parámetros. Ejemplo avanzado 3/3

```
void comprobarProducto (struct tipoProducto *p) {
  // función que recibe como parámetro una estructura de
  // tipo producto
  // y modifica el valor del elemento esFalso en función del
  // código del producto
  // son verdaderos los productos cuyos códigos empiecen por UEX
  (*p).esFalso = 1;

 //verificamos si el codigo es correcto
 if ((((*p).codigo[0]=='U') && ((*p).codigo[1]=='E')) && ((*p).codigo[2]=='X')){
    (*p).esFalso = 0;}
}
```

por REFERENCIA: *p
Y para acceder a los elementos de la estructura se usan paréntesis o simplemente ->
(*p).esFalso (p->esFalso)
(*p).codigo[2] (p->coidgo[2])

TEMA 6.
TIPOS DE DATOS ESTRUCTURADOS

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Programación

M.P. Sesmero, P. de Toledo, F.J. Ordoñez, J. Gómez-Romero, J.A. Iglesias, J.L. Mira

Universidad Carlos III de Madrid
www.uc3m.es