Fundamentos de Software de Comunicaciones

El lenguaje C

Arrays, Cadenas, Estructuras y Punteros

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- Argumentos a funciones
- Punteros a funciones
- Punteros y arrays
- Cadenas de caracteres. Funciones
- Entrada de datos
- Main con argumentos
- Algunas funciones útiles

Definición de estructuras

- Una estructura es una colección de variables (incluidas estructuras)

```
struct nombre {
        tipo nombre_campo;
        tipo nombre_campo;
    ...
};
```

- En C/C++, una estructura puede utilizarse como una variable (asignación, paso como parámetro, valor de vuelta de una función)

- Las estructuras **no se pueden comparar**

Tamaño de datos

- En C y C++ existe un operador unario ***sizeof*** que devuelve el número de bytes que ocupa una variable o un tipo de dato en memoria
  - La longitud la devuelve como natural positivo, en un tipo denominado ***size_t***

- También se puede utilizar para calcular el tamaño en memoria de una estructura
  - **CUIDADO: SU VALOR PUEDE SER MAYOR QUE LA SUMA INDIVIDUAL DEL TAMAÑO DE SUS CAMPOS**

Tamaño de datos: ejemplos

- Ejemplos:

```
size_t longitud = sizeof(int);
int var_entera; size_t longitud = sizeof(var_entera);
```

- Tamaño de datos básicos:
  - **`char`**: 1 byte
  - **`short`**: 2 bytes
  - **`int`**: 4 bytes
  - **`long`**: 8 bytes
  - **`puntero`**: 8 bytes (sistema de 64 bits)

Tamaño de datos: ejemplos

```
struct X
{
    short s;
    int   i;
    char  c;
};
```

```
struct Y
{
    int   i;
    char  c;
    short s;
};
```

```
struct Z
{
    int   i;
    short s;
    char  c;
};
```

```
int main()
{
    struct X X;
    struct Y Y;
    struct Z Z;

    int sizeX = sizeof(X);
    int sizeY = sizeof(Y);
    int sizeZ = sizeof(Z);

    printf("X = %d; Y = %d, Z = %d\n",sizeX, sizeY, sizeZ);
}
```

- ¿Qué sale por pantalla?

Tamaño de datos: ejemplos

```
struct X
{
    short s;
    int   i;
    char  c;
};
```

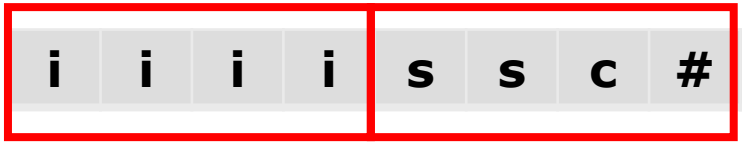
```
struct Y
{
    int   i;
    char  c;
    short s;
};
```

```
struct Z
{
    int   i;
    short s;
    char  c;
};
```

- Alineamiento en memoria y relleno (#)
  - **struct X**

  - **struct Y**

  - **struct Z**



Tamaño de datos: alineamiento en memoria

- Reglas de alineamiento de **`structs`**
  - Antes de cada campo habrá el relleno necesario para que empiece en una dirección que es divisible por su tamaño
    - En un sistema de 64 bits como el nuestro, un **`int`** empieza en una dirección divisible por 4, **`long`** por 8 y **`short`** por 2.
  - Los **`char`** son un tipo especial que puede ir en cualquier posición porque tienen tamaño 1
  - El tamaño de un **`struct`** se alinea con respecto del tamaño de su campo más largo.

- ¿Qué tamaño tendría estas estructuras?

```
struct Datos1
{
    short s;
    char  c;
};
```

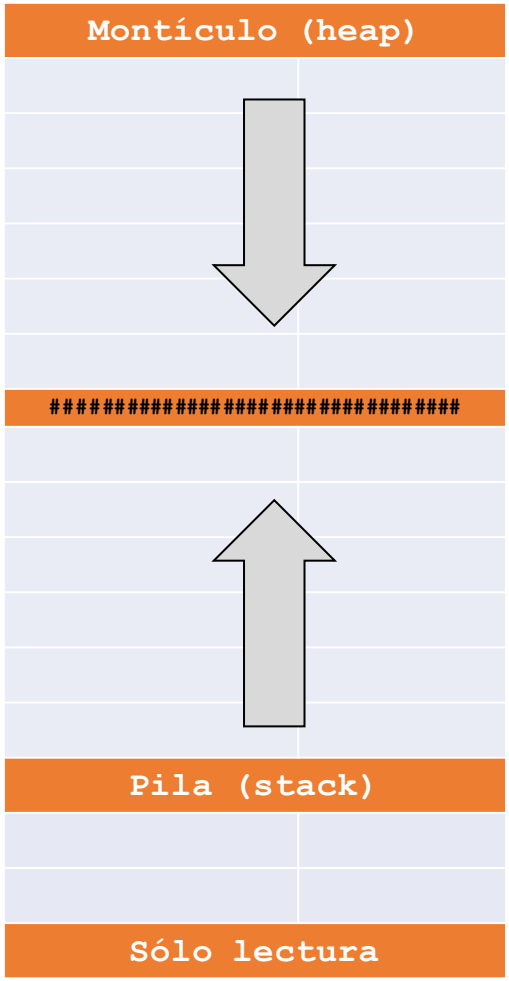
```
struct Datos2
{
    long l;
    char c;
};
```

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- **Punteros y memoria dinámica**
- Argumentos a funciones
- Punteros a funciones
- Punteros y arrays
- Cadenas de caracteres. Funciones
- Entrada de datos
- Main con argumentos
- Algunas funciones útiles

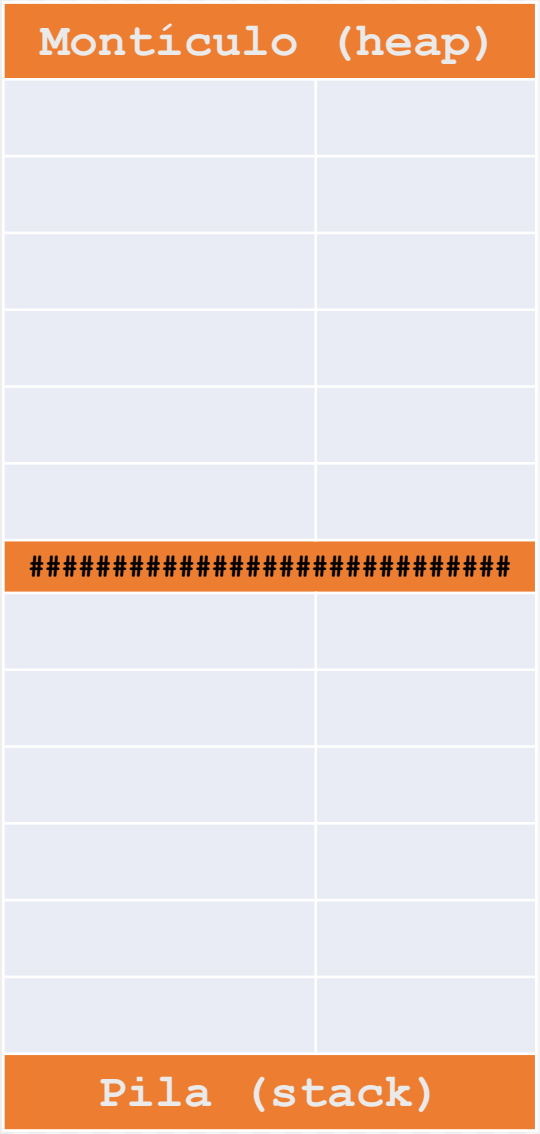
Repaso de punteros

- La memoria de un proceso en Linux se organiza en segmentos
  - Data segment (heap o montículo)
    - Memoria dinámica
  - Stack (pila)
    - Memoria estática (tiempo de compilación)
  - Sólo lectura
    - Text segment
      - Código del programa
      - Nombres de las variables
      - …
    - Bss segment



Repaso de punteros

```
1 int x = 10;
2 int *p;
3 p = &x;
4 *p = 20
5
```



p guarda la dirección de memoria de **x**

Repaso de punteros (III)

Declara un puntero a un entero

```
int x = 10;
int *p;
```

```
p = &x;
```

`&` es el operador **dirección**, que obtiene la dirección de x

```
*p = 20;
```

Es el operador **desreferencia**, que obtiene el valor apuntado por `p`

Memoria dinámica en C

- **`malloc()`** es el equivalente en C a **`new`** en C++
- **`free()`** es el equivalente en C a **`delete`** en C++
- Ejemplo:

```c
#include <stdlib.h>
/*se reserva memoria para un entero en el heap */
int * p = (int *)malloc(sizeof(int));
*p = 7;
free(p);
```

- Si se están utilizando **`malloc()`** y **`free()`** en C++, no hay que mezclar nunca **`new`** con **`free`** ni **`malloc`** con **`delete`**

El operador flecha "->"

```
struct MisDatos{
        int dato1;
        int dato2;
};

MisDatos *p = new MisDatos;

// Acceso a campos:
(*p).dato1 = 5;

// Es equivalente a:
p->dato1 = 5;
```

Heap (montón) vs. Stack (pila)

En el Heap / Reserva dinámica	En la Pila / Reserva automática

`void f()`
`{`
`  MisDatos *p = (MisDatos *)`
`  malloc(sizeof(MisDatos));`
`  p->dato1 = 5;`
`  //...`
`}`
	`void f()`
	`{`
	`  MisDatos p;`
	`  p.dato1 = 5;`
	`  //...`
	`}`

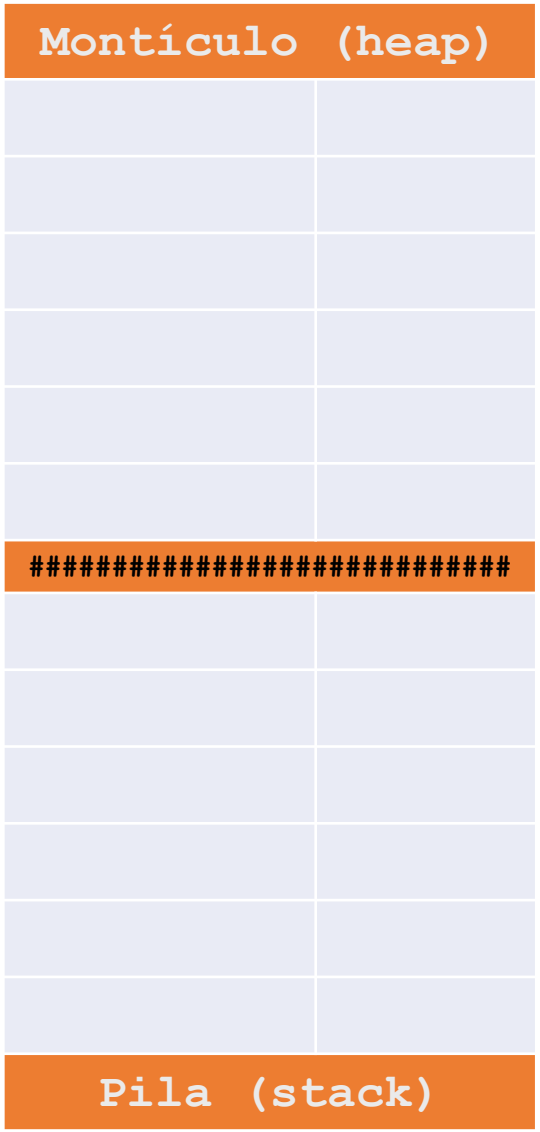
¿Qué sucede cuando **`p`** queda fuera de alcance?

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- **Argumentos a funciones**
- Punteros a funciones
- Punteros y arrays
- Cadenas de caracteres. Funciones
- Entrada de datos
- Main con argumentos
- Algunas funciones útiles

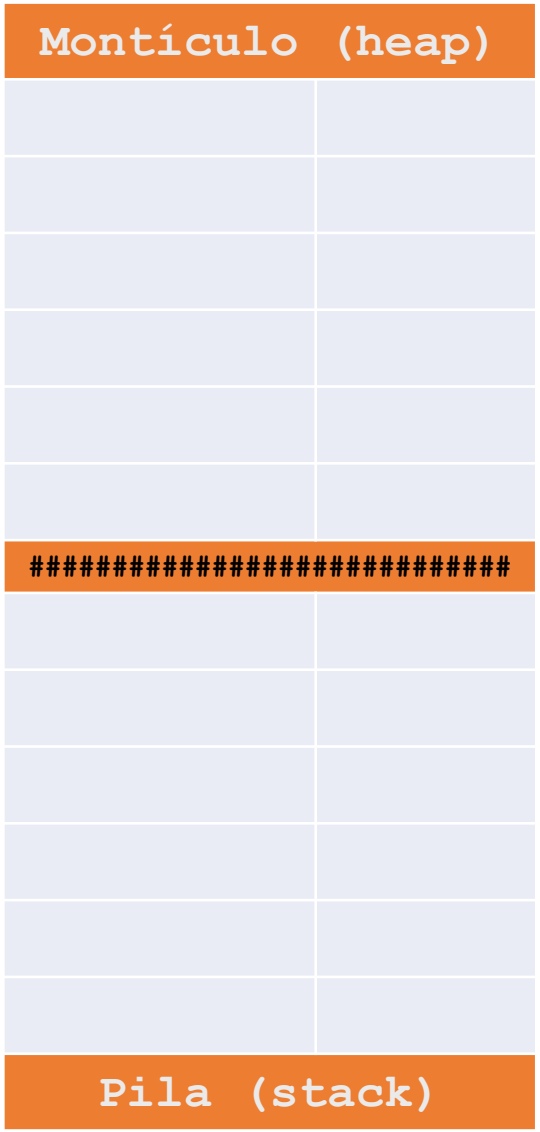
Argumentos pasados por valor

```
#include <stdio.h>

void doble(int i){
     i = i+i;
}
int main(){
     int x = 5;
     doble(x);
     printf("%d\n",x);
     return 0;
}
```



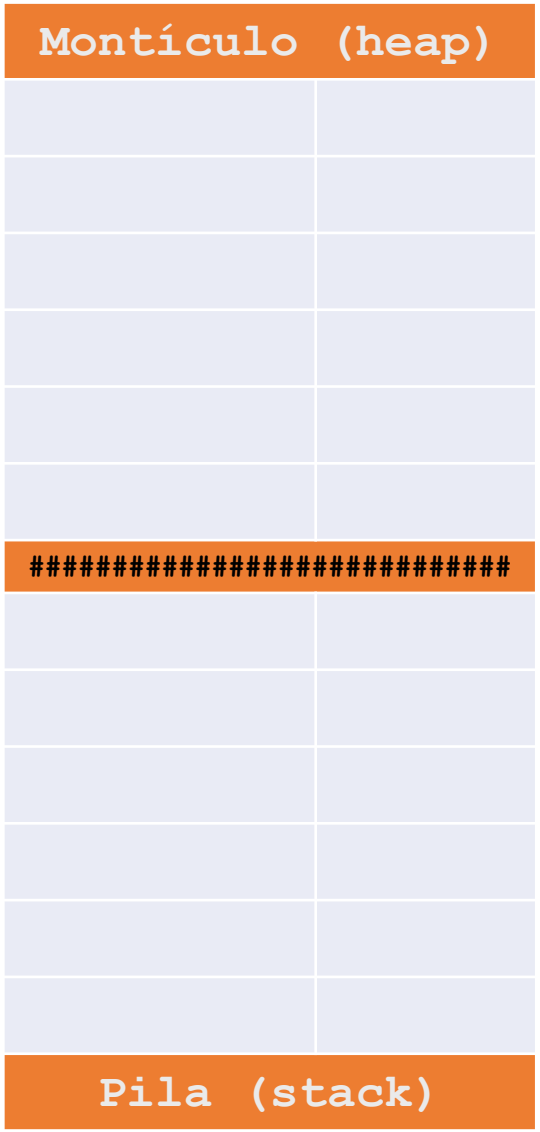
Argumentos pasados por referencia en C

```
#include <stdio.h>

void doble(int * i){
     *i = (*i)+(*i);
}
int main(){
     int x = 5;
     doble(&x);
     printf("%d\n",x);
     return 0;
}
```



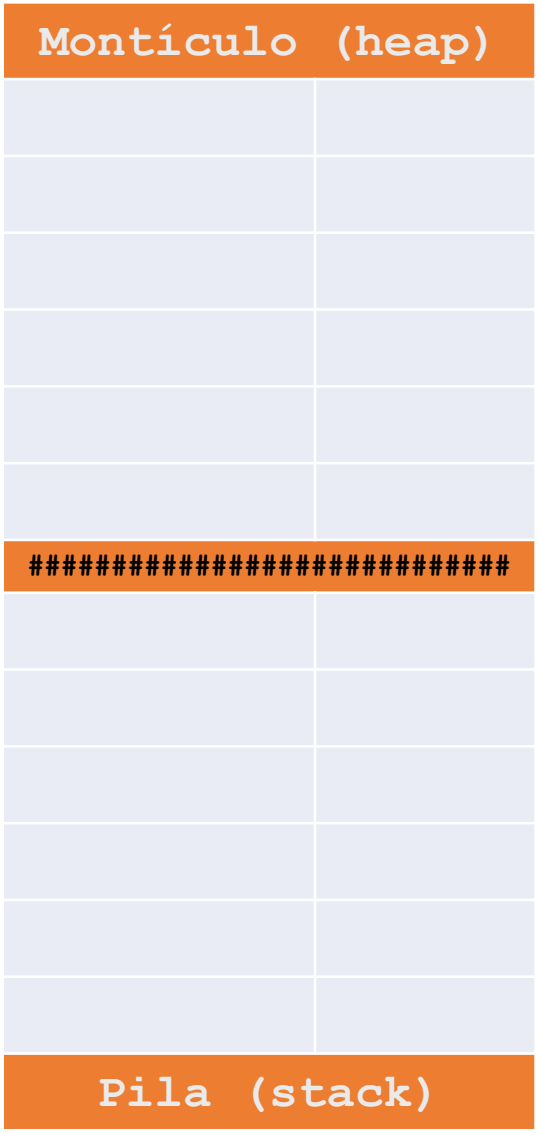
Argumentos pasados por referencia (II)

```
#include <stdio.h>

void nuevoValor(int * i){
     i = (int *)
         malloc(sizeof(int));
     *i = 7;
}
int main(){
     int x = 5;
     nuevoValor(&x);
     printf("%d\n",x);
     return 0;
}
```



Argumentos pasados por referencia (y III)

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

void nuevoValor(int ** i){
     *i = (int *)
           malloc(sizeof(int));
     **i = 7;
}
int main(){
     int *x;
     nuevoValor(&x);
     printf("%d\n",*x);
     free(x);
     return 0;
}
```



Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- Argumentos a funciones
- **Punteros a funciones**
- Punteros y arrays
- Cadenas de caracteres. Funciones
- Entrada de datos
- Main con argumentos
- Algunas funciones útiles

Punteros a funciones

- Una función C no es una variable, pero
  - Se puede apuntar a la memoria donde comienza en el segmento de código
  - Se puede usar el puntero como se hace con el resto de variables

- Se define un puntero a un "tipo de funciones"
  - que tienen todas el mismo tipo de retorno
  - y los mismos argumentos de entrada

- Ejemplo:

```
void f(){ /*cuerpo de la funcion*/ }

void (*p)() = f; /*p es el nombre de la variable de
  tipo puntero a una función que devuelve void y no
  tiene argumentos de entrada, por eso se puede
  asignar a f, que cumple este prototipo*/
```

Punteros a funciones

```
int (*pf)(); /* puntero a función que devuelve un entero */

void (*pv)(); /* puntero a función que devuelve void */

int (*pf2)(int,float); /*puntero a una funcion que devuelva int y acepte como
    argumentos int y float*/

int (*pf3[2])(int); /* array de dos punteros a funciones que devuelvan int y acepten
    como argumentos int*/

int (*pv2[2][3])(); /*array de 2x3 punteros a funciones que devuelvan int */
```

- Ejemplo:

```
int f(){ /*esta funcion no tiene argumentos y devuelve un entero*/
    return 0;
}

pf = f;  //asignacion del puntero a funcion
pf();     //ejecución de la funcion! (es equivalente a poner directamente f());
```

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- Argumentos a funciones
- Punteros a funciones
- **Punteros y arrays**
- Cadenas de caracteres. Funciones
- Entrada de datos
- Main con argumentos
- Algunas funciones útiles

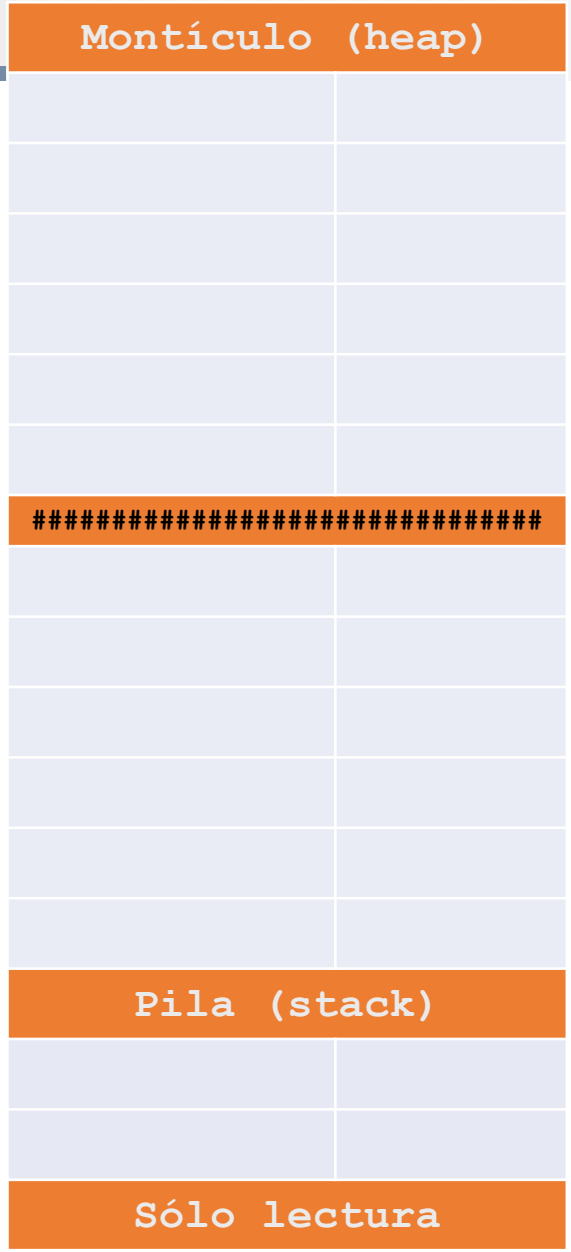
Punteros y arrays

- El identificador de un array o cadena es un puntero constante a su primer elemento

```
int array1[20], array2[20];
int * p;
p = array1; //valido!
array2 = p; //no valido, array2 (y array1) son
    punteros constantes
```

- Se puede trabajar indistintamente con el operador [] o con aritmética de punteros:

```
1   #include <stdio.h>
2
3   int main()
4   {
5       int numbers[5];
6       int * p;
7
8       p = numbers;      *p = 10;
9       p++;              *p = 20;
10      p = &numbers[2]; *p = 30;
11      p = numbers + 3; *p = 40;
12      p = numbers;      *(p+4) = 50;
13
14      for (int i = 0; i < 5; i++)
15          printf("%d,", numbers[i]);
16      printf("\n");
17  }
```



arrays como argumentos en funciones

- No es eficiente pasar, por valor, datos de gran tamaño a una función, puesto que siempre se realiza una copia del contenido desde la memoria del contexto del llamante a la memoria del contexto de la función

- El compilador pasa los arrays a una función siempre como punteros
  - void funcion(char array[])

  //es equivalente a
  - void funcion(char *array)

- El programador debe hacer lo mismo si piensa mover grandes cantidades de datos entre funciones (por ejemplo, estructuras)

- Y en C no existen las referencias de C++: f(tipo &var)
  - solo existen prototipos de la forma: f(tipo *var)

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- Argumentos a funciones
- Punteros a funciones
- Punteros y arrays
- **Cadenas de caracteres. Funciones**
- Entrada de datos
- Main con argumentos
- Algunas funciones útiles

Cadenas de caracteres de C

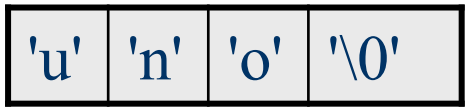
- Declaración como arrays con tamaño

  char nombre[tamaño];

- O sin tamaño si se inicializan al declararlos

  char cadena[] = {'u', 'n', 'o', '\0'};

  char cadena2[] = "uno"; //aquí el compilador pone el '\0'



- El acceso se hace como un array normal, aunque existen también funciones especiales

  cadena[0] = 'U';

- La diferencia entre un array de C y una cadena es el terminador '\0', que ocupa una posición, y permite entender el array de caracteres como texto

Ejemplo de manejo de cadenas

```
// copia una cadena de caracteres origen en otra destino
void copia(char destino[], const char origen[]){
    int i=0;
    while(origen[i]  != '\0'){
          destino[i] = origen[i];
          ++i;
    }
    destino[i] = '\0';
}
```

es equivalente a poner :
char * destino, const char * origen
(se verá)

//pero en realidad se utiliza la función **strcpy(destino, origen)** que está en <string.h>

Funciones de manejo de cadenas

- #include <string.h>
- Tamaño de una cadena: strlen()
- Copia una cadena en otra: strcpy()
- Concatena una cadena tras otra: strcat()
- Compara cadenas: strcmp()
- Busca una cadena dentro de otra: strstr()

Longitud de una cadena

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

int main(){
     char cadena[] = "Hola mundo";
     printf("La cadena tiene %d
        caracteres\n",strlen(cadena));
      //resultado: 10 (no incluye en '\0')
     return 0;
}
```

Copia de una cadena en otra

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

int main(){
    char destino[512];
    char origen[] = "Hola que hay";
    strcpy(destino, origen);
    /*el programador debe asegurarse de que
  hay sitio en el destino!*/
    printf("Las cadenas son: %s y
      %s\n",origen, destino);
    return 0;
}
```

Concatenar una cadena con otra

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

int main(){
    char destino[512] = "Hola ";
    char origen[] = "que hay";
    strcat(destino, origen);
    /*el programador debe asegurarse de que
  hay sitio en el destino!*/
    printf("Resultado: %s\n",destino);
    //Resultado: Hola que hay
    return 0;
}
```

Comparar dos cadenas

- strcmp() devuelve 0 si las cadenas son iguales, u otro valor si son distintas

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

int main(){
   char cad[] = "Uno";
   char cad2[] = "Dos";
   if(strcmp(cad, cad2) == 0){
      printf("Las cadenas son iguales\n");
   }else{
      printf("Las cadenas son distintas\n");

   }
   return 0;
}
```

Buscar subcadenas en una cadena

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

int main(){
 char linea[] = "usuario@password";
 char * puntero = strstr(linea, "@");
 /*devuelve el puntero a la posicion de
  la cadena donde empieza "@" */
 *puntero = '\0'; //elimino '@' por '\0'
 /*ahora hay dos cadenas en la memoria */
 printf("%s %s\n", linea, puntero+1);
 //Resultado: usuario password
 return 0;
}
```

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- Argumentos a funciones
- Punteros a funciones
- Punteros y arrays
- Cadenas de caracteres. Funciones
- **Entrada de datos**
- Main con argumentos
- Algunas funciones útiles

Entrada de datos en C

- Biblioteca de E/S:
  - #include <stdio.h>
- Lectura de teclado

```
int x;
scanf("%d", &x); //direccion donde está x
char cadena[512];
scanf("%s", cadena); //dirección de la cadena

/*OJO: scanf() es una función que utiliza punteros
   a variables*/
```

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- Argumentos a funciones
- Punteros a funciones
- Punteros y arrays
- Cadenas de caracteres. Funciones
- Entrada de datos
- **Main con argumentos**
- Algunas funciones útiles

main() con argumentos

- Para crear la función principal main existen varias formas:
  - Sin argumentos:

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

  - Con argumentos (permite personalizar la ejecución):

```
int main(int argc, char *argv[]){
   for(int i=0;i<argc; ++i)
      printf("%s\n", argv[i]);
}
```

    - **argc** es el argumento que contiene el número de palabras (argumentos) que se pasan al ejecutable (incluyendo el nombre del programa)
    - **argv** es un array de cadenas de caracteres, donde cada casilla contiene un argumento (argv[0] contiene el nombre del programa)
    - Ejemplo: ./miprograma param1 param2
      - argc vale 3
      - argv es un array de 3 casillas. En argv[0] está la cadena "miprograma", en argv[1] está "param1" y en argv[2] está "param2"

Contenidos

- Primer programa y salida de datos
- Arrays y estructuras
- Punteros y memoria dinámica
- Argumentos a funciones
- Punteros a funciones
- Punteros y arrays
- Cadenas de caracteres. Funciones
- Entrada de datos
- Main con argumentos
- **Algunas funciones útiles**

Algunas funciones útiles

- **#include <stdlib.h>**
  - Para convertir cadenas de caracteres a números
  - atoi(), atof(), atol()

- Ejemplo:

```
char cadena[] = "37";
int i = atoi(cadena);
printf("%s=%d\n",cadena,i);
```

Algunas funciones útiles (II)

- **#include <ctype.h>**
  - Esta cabecera declara un conjunto de funciones para detectar el tipo de un caracter (maýúscula, minúscula, texto alfanumérico, digito...
    - isupper(), islower(), isalpha(), isdigit()...
  - Devuelven 1 si el caracter es de este tipo y 0 en caso contrario

- Ejemplo:

```
char cad[] = "a35";
if(isupper(cad[0]))
    printf("%c es mayuscula\n",cad[0]);
else if(islower(cadena[0]))
    printf("%c es minuscula\n",cad[0]);
if(isdigit(cad[1]))
    printf("En la primera posicion esta el digito %d\n",cad[1]);
```

Algunas funciones útiles (y III)

- **#include <ctype.h>**
  - También se incluyen algunas funciones para pasar caracteres a mayúscula o minúscula
    - char toupper(char c)
    - char tolower(char c)
    - Se les pasa un carácter y lo devuelven en máyúscula o minúscula, respectivamente

- Ejemplo con tolower:

```
char str[]="Texto Prueba.\n";

for(int i=0; i < strlen(str); i++){
  printf("%c", tolower(str[i]));
}
printf("\n");
```