

SISTEMAS OPERATIVOS

Introducción al Lenguaje C

ADVERTENCIA

2

- ❑ Este material es un simple guión de la clase: no son los apuntes de la asignatura.
- ❑ El conocimiento exclusivo de este material no garantiza que el alumno pueda alcanzar los objetivos de la asignatura.
- ❑ Se recomienda que el alumno utilice los materiales complementarios propuestos.

Bibliografía

- Problemas resueltos de programación en C
F. García, J. Carretero, A. Calderón, J. Fernández, J. M. Pérez.
Thomson, 2003.
ISBN: 84-9732-102-2.

- El lenguaje de programación C. Diseño e implementación de programas
J. Carretero, F. García, J. Fernández, A. Calderón
Prentice Hall, 2001

Origen

4

- 1969-1973: Dennis Ritchie.
- 1973: Núcleo de UNIX se rescribe en C.
- 1983-1989: Estándar ANSI C. → ANSI C
- 1990: Estándar ISO 9899:1990. → C90
- 1999: Estándar ISO/IEC 9899:1999. → C99

Características de C (I)

5

- Lenguaje de **propósito general** ampliamente utilizado.
- Presenta características de **bajo nivel**:
 - ▣ **C** trabaja con la misma clase de objetos que la mayoría de los computadores (caracteres, números y direcciones)
- Estrechamente asociado con el sistema operativo UNIX:
 - ▣ UNIX y su software fueron escritos en **C**
- Es un lenguaje adecuado para **programación de sistemas** por su utilidad en la escritura de sistemas operativos.
- Es adecuado también para cualquier otro tipo de aplicación.

Características de C (II)

6

- Lenguaje **pequeño**
 - sólo ofrece sentencias de control sencillas y funciones.
- No ofrece mecanismos de E/S (entrada/salida)
 - Todos los mecanismos de alto nivel se encuentran fuera del lenguaje y se ofrecen como funciones de biblioteca (ej. `stdio.h`)
- Programas **portables**
 - pueden ejecutarse **sin cambios** en multitud de computadores.
- Permite programación estructurada y diseño modular.

Palabras reservadas en C (C99)

7

auto	else	long	typedef
break	enum	register	union
case	extern	return	unsigned
char	float	short	void
const	for	signed	volatile
continue	goto	sizeof	while
default	if	static	_Bool
do	inline	struct	_Complex
double	int	switch	_Imaginary

¿Por qué aprender C si ya sé Java?

8

- Lenguaje de alto nivel y de bajo nivel.
 - Interacción con el sistema operativo y controladores de dispositivos
- Mayor y mejor control de mecanismos de bajo nivel.
 - P. ej.: asignación de memoria.
- Mejor rendimiento que Java en muchos casos.
 - Java oculta muchos detalles necesarios para la interacción con el sistema operativo.
- Existe mucho código en C (o C++).
- Para ser “**multilingüe**”

¿Qué se usa ahí fuera?

9

□ Sistemas Operativos:

- Windows: C/C++
- Linux: C
- MacOS: C/C++
- Solaris: C
- HP-UX: C
- Google Chrome OS: C/C++

□ Sistemas Operativos para móviles:

- Symbian: C++
- Google Android: C
- RIM Blackberry: C++

□ GUI

- Microsoft Windows UI: C++
- Apple Aqua: C++
- Gnome: C/C++
- KDE: C++

□ Buscadores *Desktop*:

- Google Desktop: C++
- Microsoft Win Desktop: C++
- Beagle: C++

¿Qué se usa ahí fuera?

10

- Ofimática:
 - ▣ Microsoft Office: C++
 - ▣ Sun Open Office: C/Java
 - ▣ Corel Office: C/C++
 - ▣ Adobe: C++
- Bases de datos:
 - ▣ Oracle: C/C++. Java
 - ▣ MySQL: C++
 - ▣ IBM DB2: C/C++
 - ▣ SQL Server: C++
 - ▣ IBM Informix: C/C++
 - ▣ SAP DB: C++
- Servidores Web:
 - ▣ Apache: C/C++
 - ▣ Microsoft IIS: C++
- Navegadores:
 - ▣ Internet Explorer: C++
 - ▣ Mozilla: C++
 - ▣ Safari: C++
 - ▣ Google Chrome: C++
 - ▣ Sun Hot Java: Java
 - ▣ Opera: C++
 - ▣ Mosaic: C
- Motores 3D:
 - ▣ DirectX: C++
 - ▣ OpenGL: C
 - ▣ OGRE 3D: C++

Desventajas

11

- ❑ C es más antiguo que Java.
- ❑ C no es orientado a objetos.
- ❑ C no es un lenguaje fuertemente tipado.
 - ❑ Es bastante permisivo con la conversión de datos.
- ❑ El lenguaje es portable, pero muchas bibliotecas son dependientes de la plataforma.
- ❑ La gestión de recursos no es automática.
 - ❑ Hay que devolver todo lo que se coge (por ej. la memoria)
- ❑ Se puede llegar a escribir código incomprensible.
- ❑ Sin una programación metódica puede ser propenso a errores difíciles de encontrar.
- ❑ La versatilidad de C permite crear programas difíciles de leer.

Ejemplo de código C

12

```
#define _ -F<00||--F-00--;

int F=00,00=00;

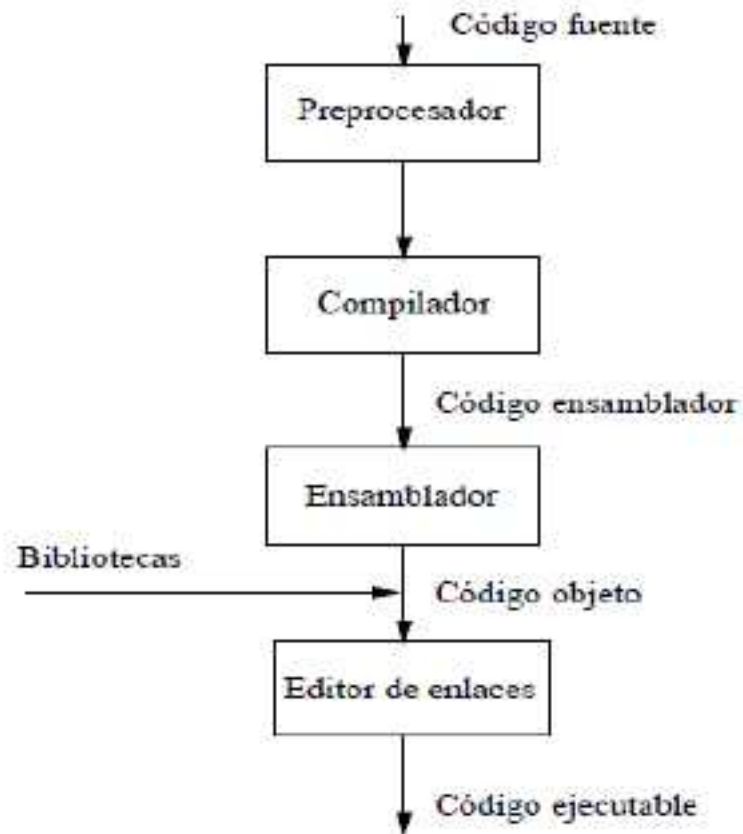
main(){F_00();printf("%1.3fn",4.*-F/00/00);}F_00()

{

        _ _ _ _ _
      _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
    _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
  _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
  _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
    _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
      _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
        _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
}
```

Modelo de compilación de C

13



Compilación vs. interpretación

14

- Cuando se compila un programa en Java:
 - ▣ Se genera una representación intermedia bytecode.
 - ▣ Para ejecutar el programa, la máquina virtual debe interpretar cada instrucción del bytecode y traducir juego de instrucciones del procesador.
- Cuando se compila un programa en C:
 - ▣ Se genera un archivo ejecutable con instrucciones máquina.
 - ▣ Para ejecutar el programa no hace falta máquina virtual.
 - ▣ Para llevarlo a otra plataforma hay que volver a compilar.

Utilización de bibliotecas

15

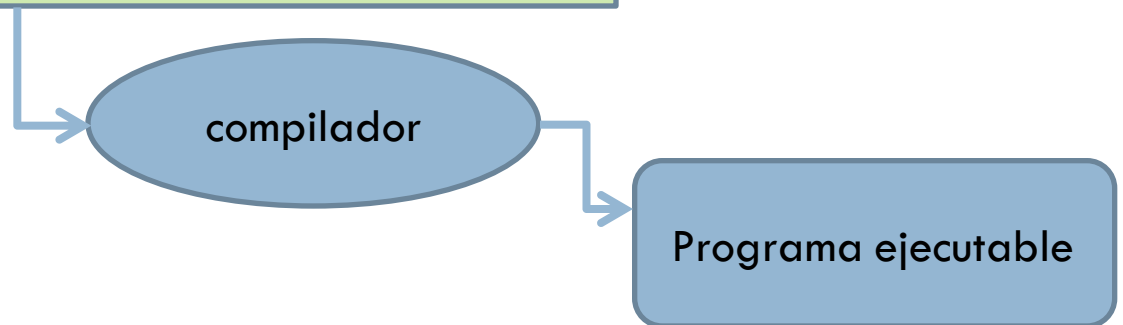
- En **C** no existe el concepto de paquete Java ni hay clausula import.
- Las bibliotecas estándar se enlazan por defecto.
- Hay que incluir en el programa la declaración de los tipos de datos y funciones que se usan.
- La directiva **#include** copia el texto de un archivo un el punto de inclusión.
 - **#include <archivo.h>** → Inclusión de biblioteca del sistema.
 - **#include "archivo.h"** → Inclusión de biblioteca del usuario.

Hola mundo

16

hola.c

```
/* Inclusión de archivos */  
#include <stdio.h>  
  
/* Función principal */  
int main (int argc, char **argv)  
{  
    /* Impresión por pantalla y salida del programa */  
    printf("Hola mundo\n");  
    return 0;  
}
```



El programa principal

17

- Un programa **C** tiene una única función **main()** que actúa de programa principal.
 - **main** devuelve un número entero.
 - 0 → Todo fue OK
 - No 0 → Ha habido un error

Impresión

18

- La función de biblioteca `printf()` permite imprimir textos en la pantalla.
 - ▣ Se encuentra declarada en el archivo de cabecera `<stdio.h>`
 - ▣ Hay que incluirla como fichero de cabecera
- En general, para cualquier función de cabecera que usemos en nuestros programas:
 - ▣ incluir la biblioteca (o librería) donde se encuentra implementada

La función scanf()

19

- ❑ Permite leer datos del usuario.
- ❑ La función devuelve el número de datos que se han leído correctamente.
- ❑ Formato:
 - ❑ `scanf(formato, argumentos);`
- ❑ Especificadores de formato igual que `printf()`.
- ❑ Ejemplos:

```
scanf("%f", &numero);  
scanf("%c", &letra);  
scanf("%f %d %c", &real, &entero, &letra);  
scanf("%ld", &entero_largo);
```
- ❑ Importante el operador **&**.

Especificadores de formato

20

Carácter	Argumentos	Resultado
d, i	entero	entero decimal con signo
u	entero	entero decimal sin signo
o	entero	entero octal sin signo
x, X	entero	entero hexadecimal sin signo
f	real	real con punto y con signo
e, E	real	notación exponencial con signo
g, G		
c	carácter	un carácter
s	cadena de caracteres	cadena de caracteres
%		imprime %
p	void	Dependiente implementación
ld, lu, lx, lo	entero	entero largo

Compilación

21

- Se puede utilizar cualquier compilador ANSI C.
- En clases y prácticas vamos a usar **gcc**.
- Alternativas:
 - ▣ Linux/Unix: Suele estar instalado.
 - ▣ Windows: Cygwin
- Ejemplos:
 - ▣ 1)

```
gcc -c -Wall hola.c  
gcc hola.o -o hola
```
 - ▣ 2)

```
gcc hola.c -ansi -Wall -o hola
```

Errores

22

- Cuando se obtienen muchos errores de compilación unos dependen de otros.
 - ▣ gcc devuelve el **número de línea** donde aparece el error y una **descripción**
 - ▣ Arreglar en orden (primero el **primer error**) y volver a compilar.
- Si hay advertencias (**warnings**) pero no errores, gcc genera un ejecutable.
 - ▣ Peligroso. Un programa correcto no debe tener “warnings”.

Errores comunes

23

- ❑ Problemas con las mayúsculas y minúsculas.
- ❑ Omisión del punto y coma.
- ❑ Comentarios incompletos.
- ❑ Comentarios anidados.
- ❑ Uso de variables no declaradas.

Comentarios

24

- Cualquier secuencia entre `/*` y `*/`.
- Los comentarios del tipo `//` no son válidos en ANSI C.
- No se pueden anidar comentarios.

Tipos de datos numéricos

25

- Numéricos enteros:
 - `char` → 1 byte
 - `int` → 1 palabra (típico 4 bytes)
 - `short`, `long`, `long long`
 - Se admiten prefijos `unsigned` y `signed`.
 - Por defecto, todos son con signo.

- Numéricos reales:
 - `float` → Simple precisión.
 - `double` → Doble precisión.

En C no hay booleanos (C90)

26

- Se utilizan valores de los tipos numéricos enteros.
- Interpretación:
 - ▣ 0 → Falso
 - ▣ Cualquier otro valor (típicamente 1) → Cierto
- Cuidado:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    int x, y;
    x=1;          /* cierto */
    y=2;          /* cierto */
    if (x=y) { printf("Iguales\n"); }
    return 0;
}
```

Esto es una
asignación y NO
una comparación!

Declaración de variables

27

- Una declaración asocia un tipo de datos determinado a una o más variables.
- El formato de una declaración es:
 - ▣ `tipo_de_datos var1, var2, ..., varN;`
- Ejemplos:

```
int a, b, c;  
float numero_1, numero_2;  
char letra;  
unsigned long entero;
```
- **Deben declararse todas las variables antes de su uso.**

Constantes

28

- Dos alternativas
 - ▣ Utilizando el preprocesador (directiva `#define`)
 - Realiza una sustitución de texto en el archivo fuente antes de compilar.
 - ▣ Declarando una variable como constante (`const`)
 - `const int A = 4;`
 - Permite comprobación de tipos.
- La segunda opción es preferible, pero existe mucho código ya escrito que sigue usando la primera.

Constantes

29

```
#define MAX1 100
const int MAX2 = 100;

int main() {
    float v[MAX1];
    float w[MAX2]
    ...
    return 0;
}
```

Operadores

30

<code>x++ x--</code>	Postincremento/Postdecr.
<code>++x --x +x -x</code>	Postincremento/Postdecr.
<code>!</code>	No lógico
<code>(tipo)expr</code>	Creación o conversión de tipo
<code>* / %</code>	Mult.,división, módulo
<code>+ -</code>	Suma, resta
<code><< >></code>	Desplazamiento binario
<code>< <= >= ></code>	Comparaciones de orden
<code>== !=</code>	Test de igualdad
<code>&</code>	AND binario
<code> </code>	OR binario
<code>&&</code>	AND lógico
<code> </code>	OR lógico
<code>= += -= *= /= %= &=</code>	
<code> = <<= >>= >>>=</code>	Asignación

Ejemplo: Errores comunes

31

```
#include <stdio.h>
#define PI      3.141593

    /* Programa que calcula el area de
        un circulo
main()
{
    float radio;

    printf("Introduzca el radio: ")
    scanf("%f", radio);

    area = PI * radio * Radio;
    printf("El area del circulo es %5.4f \n", area);
}
```



Conversión de tipos

32

- En C un **operador** se puede aplicar a dos variables o expresiones distintas.
 - Los operandos que difieren en tipo pueden sufrir una **conversión de tipo**.
 - **Norma general:** El operando de menor precisión toma el tipo del operando de mayor precisión.

Conversión de tipos o *casting*

33

- Se puede convertir una expresión a otro tipo:
`(tipo datos) expresion`

- Ejemplo:

`((int) 5.5 % 4)`

Operadores de asignación

34

- Forma general:

`identificador = expresion`

- El **operador de asignación** `=` y el de **igualdad** `==` son **distintos**

- Asignaciones múltiples:

`id_1 = id_2 = ... = expresion`

- Las asignaciones se efectúan de derecha a izquierda.
- En `i = j = 5`
 - ▣ A `j` se le asigna 5
 - ▣ A `i` se le asigna el valor de `j`

Reglas de asignación

35

- *Si en una sentencia de asignación los dos operandos son de tipos distintos, entonces el valor del operando de la derecha será automáticamente convertido al tipo del operando de la izquierda. Además:*
 - Un valor en coma flotante se puede truncar si se asigna a una variable de tipo entero.
 - Un valor de doble precisión puede redondearse si se asigna a una variable de coma flotante de simple precisión.
 - Una cantidad entera puede alterarse si se asigna a una variable de tipo entero más corto o a una variable de tipo carácter.
- Es **importante** en C utilizar de forma correcta la conversión de tipos.

Sentencias de control

36

- ❑ Sentencia if
- ❑ Sentencia if-else
- ❑ Sentencia for
- ❑ Sentencia while
- ❑ Sentencia do-while
- ❑ Sentencia switch

Estructuras de control

37

- Estructuras de evaluación de condición: **if** y **switch**
 - ▣ Las condiciones son expresiones de tipo entero.
 - ▣ Cuidado → `if (x=1) { printf("siempre\n"); }`
- ▣ Estructuras de repetición: **while**, **do-while**, **for**
 - ▣ El índice `for` se debe declarar como otra variable más:

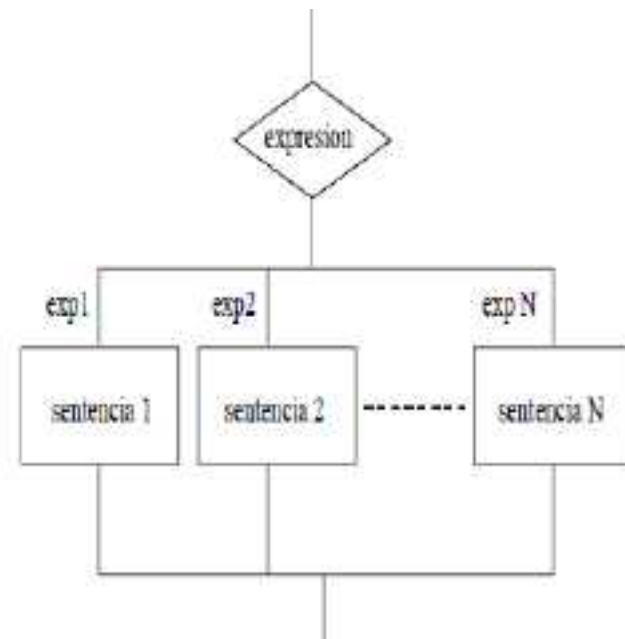
```
int main() {  
    int i;  
    for (i=0;i<10;i++) {  
        printf("hola\n");  
    }  
    return 0;  
}
```

Sentencia switch

```
switch (expresion)
{
    case exp 1:
        sentencia 1;
        sentencia 2;
        .
        .
        break;

    case exp N:
    case exp M:
        sentencia N1;
        sentencia N2;
        .
        .
        break;

    default:
        sentencia D;
        .
}
```



Arrays

39

- Un **array** es un conjunto de datos del **mismo tipo** a los que se da un nombre común.
- La declaración de variable es muy similar:
 - ▣ `int v[10];` → `v` es un array de 10 enteros (de 0 a 9)
 - ▣ `double x[10][20]` → `x` es una matriz de 10x20 double.
 - ▣ El índice solo puede variar entre **0 y n-1** (n=elementos del array)
- Diferencias:
 - ▣ En C no hay `new` (existe `malloc`) ni `length`.
 - ▣ El tamaño del array debe ser un valor conocido antes de compilar el programa.
 - ▣ No hay comprobación de límites.
`v[11] = 1; /* Error, pero puede no ser detectado */`

Arrays en acción

40

```
int main() {  
    int v[100];  
    double w[] = { 1.0, 3.5, 7.0 };           /* Tamaño = 3 */  
    float y[];                                /* ERROR. Necesita tamaño */  
  
    v[0] = 3;  
    v[10] = v[0];  
    v[-1] = 0; /* Comp. No definido */  
    v[100] = 17; /* Comp. No definido */  
  
    return 0;  
}
```


Tipos enumerados

41

- Tipos definidos por el usuario con una enumeración finita de valores.
 - ▣ Tratamiento similar a los enteros.
 - ▣ No se pueden imprimir.

```
enum color { rojo, verde, azul };
```

```
int main() {  
    color c = rojo;  
    c = azul;  
  
    return 0;  
}
```

Estructuras

42

- Lo más parecido a una clase (pero sin métodos).
- Una estructura tiene un conjunto de campos con un tipo asociado a cada uno.

```
struct punto {  
    double x;  
    double y;  
};  
struct circulo {  
    struct punto origen;  
    double radio;  
};
```

```
int main() {  
    struct circulo c1;  
    c1.origen.x = 0.0;  
    c1.origen.y = 5.0;  
    c1.radio = 10.0;  
    ...  
    return 0;  
}
```

Definición de tipos

43

- Se puede definir un sinónimo de un tipo mediante `typedef`.

```
typedef float medida;  
medida x = 1.0;
```

```
struct punto {  
    double x;  
    double y;  
};  
typedef struct punto punto_t;
```

```
struct circulo {  
    punto_t origen;  
    double radio;  
};  
typedef struct circulo circulo_t;
```

Funciones

44

- En C no hay clases ni métodos, solamente hay **funciones**.
 - ▣ Una función acepta un **conjunto de parámetros [0,n]** y devuelve un **resultado [0,1]**.
 - ▣ El paso de parámetros es siempre por **valor** (se copian).
 - ▣ No hay tratamiento de excepciones.
 - ▣ No se puede definir una función dentro de otra.
 - ▣ Una función tiene que haberse declarado antes de usarse.
 - ▣ No se pueden sobrecargar los nombres de las funciones.

Definición de una función

45

```
tipo nombre(tipo1 arg1, ..., tipoN argN)
{
    /* CUERPO DE LA FUNCION */
}
```

- Una función devuelve un valor de tipo **tipo**:
 - Si se omite tipo se considera que devuelve un `int`.
 - Si no devuelve ningún tipo: `void`.
- Una función acepta un conjunto de argumentos:
 - Si no tiene argumentos: `void` (o simplemente `()`)
 - Ej: `void explicacion(void)`
- La última sentencia de una función es **return valor**;
 - finaliza la ejecución y devuelve valor a la función que realizó la llamada.

Prototipo de una función

46

- Un **prototipo** de una función es la declaración de la función.
- ▣ Permite la comprobación de errores entre la llamada a una función y la definición de la función correspondiente.

```
float potencia (float x, int y); /* prototipo */  
float potencia (float x, int y) /* definicion */  
{  
    int i;  
    float prod = 1;  
    for (i = 0; i < y; i++)  
        prod = prod * x;  
    return(prod);  
}
```

Ejemplo: función suma

47

```
#include <stdio.h>

int suma (int a, int b);    /* Prototipo */

int main() {
    int x, y;
    x=3;
    y = suma(x,2);          /* Llamada a la función */
    printf("%d + %d = %d\n", x, 2, y);
    return 0;
}

int suma (int a, int b) {   /* Definición */
    return a+b;
}
```

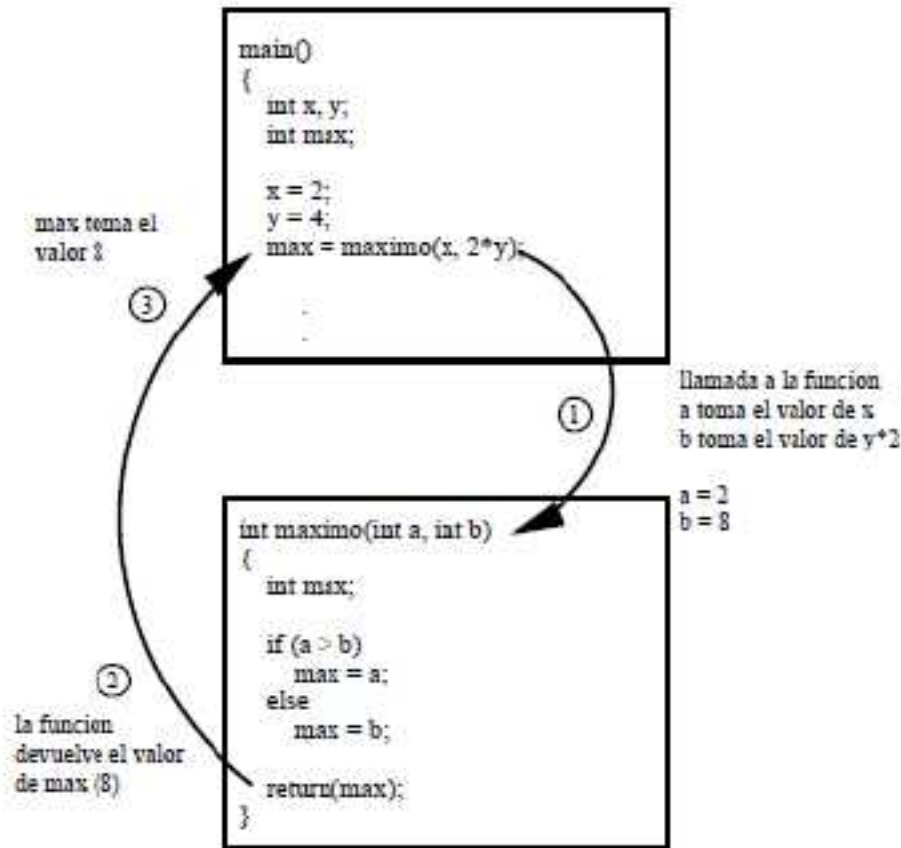
Parámetros de una función

48

- Parámetros **formales**:
 - ▣ aparecen en la **definición de la función**.
 - ▣ Se puede modificar el argumento formal dentro de la función, pero el valor del argumento real no cambia
 - **paso de argumentos por valor**
- Parámetros **reales**:
 - ▣ Se pasan en la **llamada a la función**.
 - ▣ Los parámetros reales pueden ser:
 - Constantes.
 - Variables simples.
 - Expresiones complejas
- Cuando se pasa un valor a una función **se copia** el argumento real en el argumento formal.

Proceso de una llamada

49



Variables locales y globales

50

- Las variables que se declaran dentro de una función, son **locales** a esa función.
 - ▣ Existen solamente durante la ejecución de la función.
 - ▣ Se almacenan en la pila.

- Las variables que se declaran fuera de las funciones, son **globales**.
 - ▣ Se puede acceder a ellas desde cualquier función.
 - ▣ Poco deseable, pero **necesario** a veces.

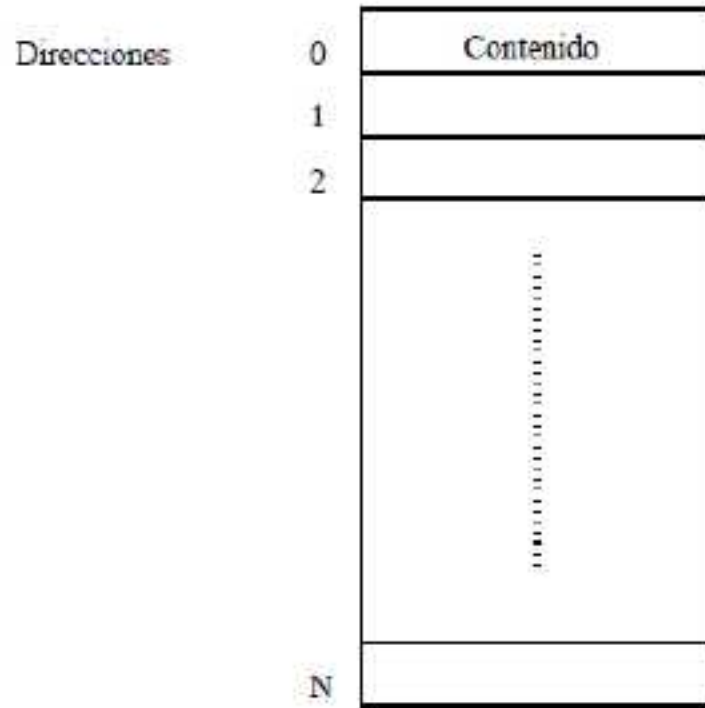
Punteros. Introducción

51

- La memoria del computador se encuentra organizada en grupos de **bytes** que se denominan **palabras**.
- Dentro de la memoria cada dato ocupa un número determinado de bytes:
 - ▣ Un char: 1 byte.
 - ▣ Un int: 4 bytes (típicamente)
- A cada byte o palabra se accede por su dirección.
- Si x es una variable que representa un determinado dato el **compilador reservará los bytes necesarios para representar x**
 - ▣ 4 bytes si es de tipo `int`

Organización de la memoria

52



Punteros

53

- Un puntero es una **variable** que almacena la **dirección** de otro objeto (ej. una variable, una función, etc.)

Declaración de punteros

54

```
tipo_dato *variable_ptr;
```

- `variable_ptr` es el nombre de la variable puntero.
- `tipo_dato` se refiere al tipo de dato apuntado por el puntero.
- `variable_ptr` sólo puede almacenar la dirección de variables de tipo `tipo_dato`.
- Para usar un puntero se debe estar seguro de que apunta a una dirección de memoria correcta (en otro caso, error).
- Ejemplos:
 - ▣ `int *numero;`
 - ▣ `float *p;`
 - ▣ `char *letra;`

Ejemplo

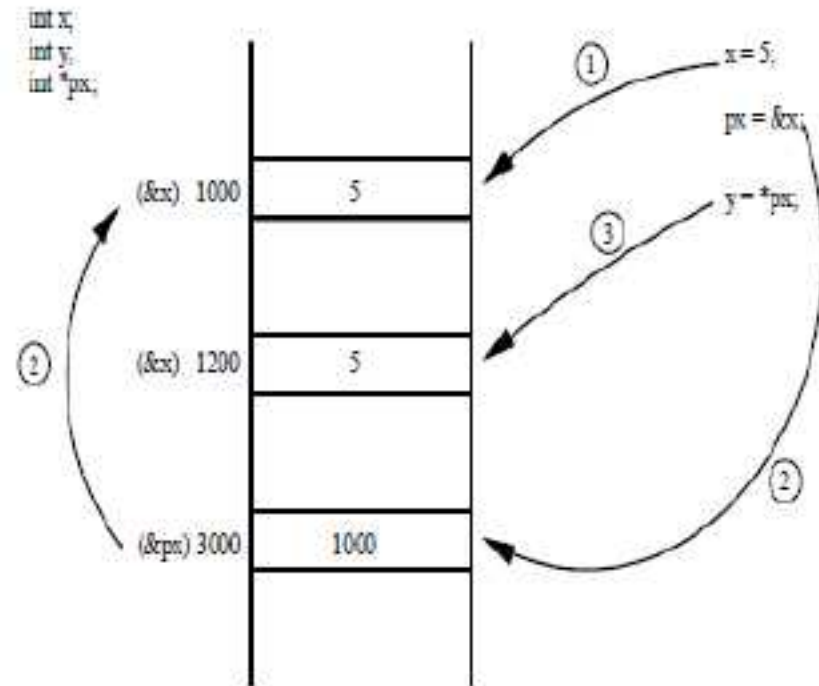
55

```
#include <stdio.h>

main()
{
    int x;      /* variable de tipo entero */
    int y;      /* variable de tipo entero */
    int *px;    /* variable de tipo
                 puntero a entero */

    x = 5;
    px = &x; /* asigna a px la direccion de x */
    y = *px; /* asigna a y el contenido de la
              direccion almacenada en px */

    printf("x = %dn", x);
    printf("y = %dn", y);
    printf("*px = %dn", *px);
}
```



Punteros

- Si **px** es un puntero:
 - ***px** representa el **contenido** almacenado en la dirección de memoria a la que apunta px
 - * es el **operador de indirección**
- Si **x** es una variable:
 - **&x** representa la **dirección de memoria de** x.
 - & es el **operador de dirección**.
- Un puntero **contiene** la dirección de memoria de la variable y NO su valor:

Declaración de punteros

57

□ En:

```
char *p;  
char letra;  
letra = 'a';  
p = &letra;  
*p = 'b';
```

- ¿Cuántos bytes ocupa la variable `p`?
- ¿Cuántos bytes ocupa la variable `letra`?
- ¿Es correcto el código anterior?

Ejemplo

```
float n1;  
float n2;  
float *p1;  
float *p2;
```

```
n1 = 4.0;  
p1 = &n1;
```

```
p2 = p1;  
n2 = *p2;  
n1 = *p1 + *p2;
```

□ ¿Cuánto vale `n1` y `n2`?

Puntero NULL

59

- Cuando se asigna 0 a un puntero, este no apunta a ningún objeto o función.
- La constante simbólica **NULL** definida en `stdlib.h` tiene el valor 0 y representa el **puntero nulo**.
- Es una buena técnica de programación asegurarse de que todos los punteros toman el valor NULL cuando no apuntan a ningún objeto o función.
 - ▣ `int *p = NULL;`
- Para ver si un puntero no apunta a ningún objeto o función:

```
if (p == NULL)
    printf("El puntero es nulo\n");
else
    printf("El contenido de *p es\n", *p);
```

Punteros y paso de parámetros

60

- Los punteros se pueden usar para simular el **paso de parámetros por referencia**:
 - ▣ No se pasa una copia sino la dirección del dato al que apunta
 - ▣ Parámetro por **referencia** → Se declara de **tipo puntero**
 - ▣ Dentro de la función se usa el puntero.
 - ▣ Fuera de la función se pasa la dirección de la variable.
- El uso de punteros como argumentos de funciones permite que el dato sea **alterado globalmente** dentro de la función.

Punteros y paso de parámetros

61

```
#include <stdio.h>

void acumula(int * s, int x) {    /* Puntero s*/

    *s += x;
}

int main() {
    int suma = 0;
    int i;
    for (i=0;i<10;i++) {
        acumula(&suma,x);        /* Dirección de suma */
    }
    printf("La suma de 1 a 9 es %d\n",suma);
}
```

Ejemplo

62

```
#include <stdio.h>

void funcion(int a, int b); /* prototipo */

main() {
    int x = 2;
    int y = 5;

    printf("Antes x = %d, y = %d\n", x, y);

    funcion(x, y);

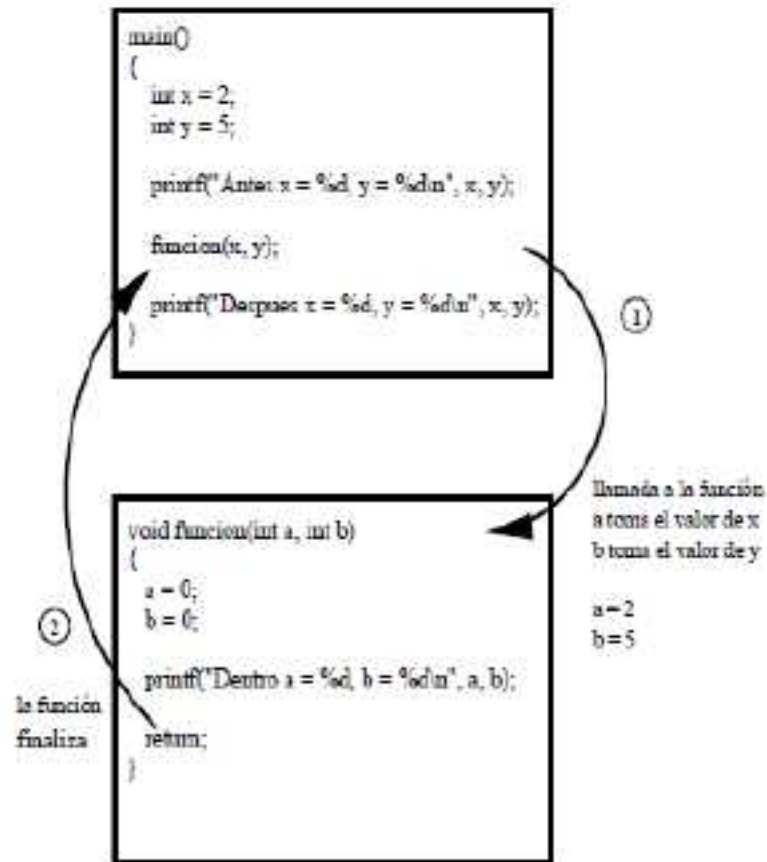
    printf("Despues x = %d, y = %d\n", x, y);
}

void funcion(int a, int b){
    a = 0;
    b = 0;

    printf("Dentro a = %d, b = %d\n", a, b);
    return;
}
```

Proceso de llamada

63



Paso de parámetros por referencia

64

```
#include <stdio.h>

void funcion(int *a, int *b); /* prototipo */

main(){
    int x = 2;
    int y = 5;

    printf("Antes x = %d, y = %d\n", x, y);

    funcion(&x, &y);

    printf("Despues x = %d, y = %d\n", x, y);
}

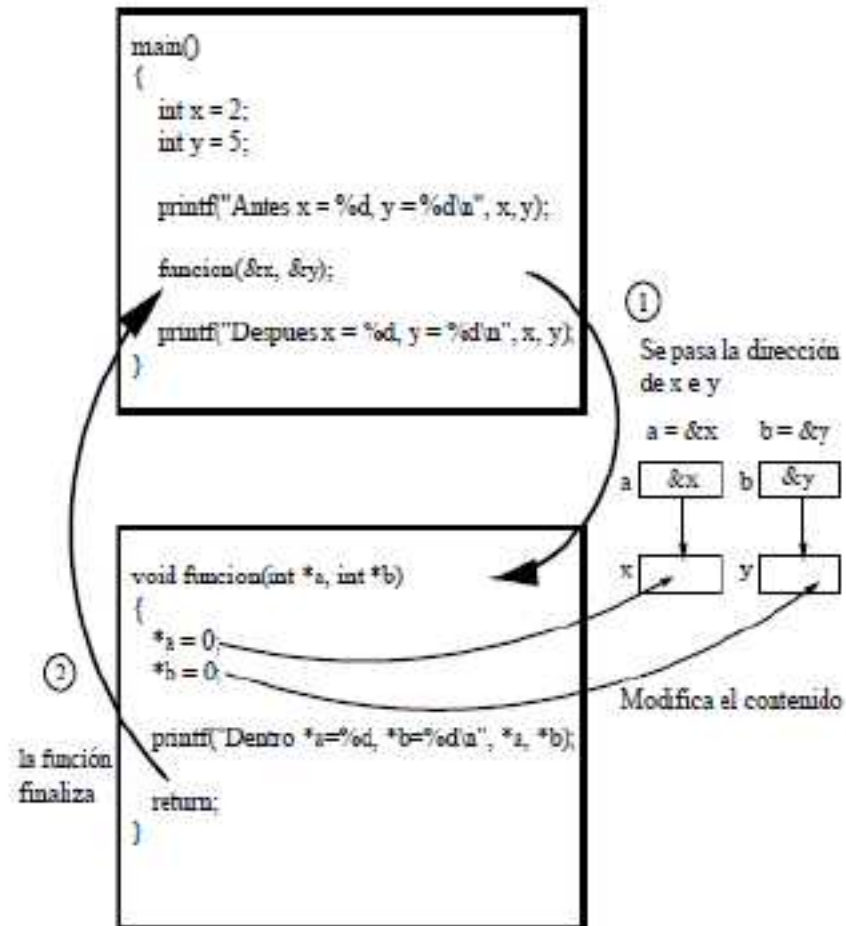
void funcion(int *a, int *b){
    *a = 0;
    *b = 0;

    printf("Dentro *a = %d, *b = %d\n", *a, *b);

    return;
}
```


Proceso de llamada

65



Consideraciones

66

- **Un puntero no reserva memoria**
 - ▣ La declaración de un puntero solo reserva memoria para la **variable de tipo puntero**
- **En:**

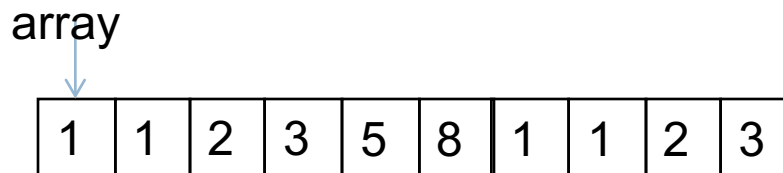
```
int *p;  
*p = 5;
```

 - ▣ ¿A qué dirección de memoria apunta `p`?
 - ▣ ¿Dónde se almacena el valor 5?

Punteros y vectores

67

- Un array de una dimensión es equivalente a un puntero que apunta a la primera posición del array.
 - `int array[10]`
 - `&array[0] = array`
- Típicamente una función que trabaja con un array necesita tomar un puntero y una variable entera que indique su tamaño.



Suma de un array

68

```
#include <stdio.h>

double suma_array(double * v, int n) {
    int i;
    double s = 0.0;
    for (i=0;i<n;i++) {
        s += v[i];
    }
    return s;
}

int main() {
    double w[10];
    for (int i=0;i<10;i++) { w[i] = 1.0 * i; }
    printf("suma %lf\n", suma_array(w,10));
    return 0;
}
```

Aritmética de punteros

69

- Se pueden hacer **operaciones aritméticas** entre un puntero y un entero.
 - ▣ Suma o resta del puntero con el entero multiplicado por el tamaño del tipo base.

```
int v[10];  
int * p = v; /* equivale a p = &v[0] */  
p = p + 2;    /* p apunta a v[2] */  
p+= 3;        /* p apunta a v[5] */  
p--;          /* p apunta a v[4] */  
*p = 5;       /* v[4] = 5 */
```

Suma de un array (toma 2)

70

```
#include <stdio.h>

double suma_array(double * v, int n) {
    double * fin = v + n;
    double s = 0.0;
    for (;v!=fin;v++) {
        s += *v;
    }
    return s;
}

int main() {
    double w[10];
    for (int i=0;i<10;i++) { w[i] = 1.0 * i; }
    printf("suma %lf\n", suma_array(w,10));
    return 0;
}
```

Cadenas de caracteres

71

- Las cadenas en C, se representan como un `array de char`.
 - Un carácter en cada posición.
 - Marca de fin de cadena: carácter con código 0 (representado por `'\0'`).
 - Tamaño: Número de caracteres más uno.
 - Funciones más usuales (incluidas en `string.h`):
 - `strlen()`: Para conocer el tamaño de una cadena
 - `strcat()`: concatena dos cadenas
 - `strcpy()`: copia una cadena en otra
 - `strchr()`: encuentra la primera ocurrencia de un carácter en una cadena
 - `strstr()`: busca una cadena en otra
 - `sprintf()`: permite introducir datos formateados en una cadena (Ej: `int => string`)
 - `sscanf()`: permite extraer datos de una cadena (Ej: `string => int`)

Cadenas

72

- Se debe distinguir el tamaño de una cadena de su longitud.
 - ▣ **Tamaño**: Número de caracteres que puede almacenar el array.
 - ▣ **Longitud**: Número de caracteres que hay desde el principio hasta la marca de fin.

Ejemplos

73

```
char c1[5] = { 'h', 'o', 'l', 'a', 0 };
char c2[5] = "hola";
char c3[] = "hola";
char c4[100] = "hola";
char *c5 = c2;      /* c5 referencia la cadena c2 */
c5 = c1;            /* c5 referencia ahora la cadena c1 */
c3 = c2;            /* ERROR */
```

Contar apariciones

74

```
int contar(char * c, char x) {  
    int n=0;  
    char * q = c;  
    while (q!=NULL) {  
        if (*q==x) {  
            n++;  
        }  
        q++;  
    }  
    return n;  
}
```

Punteros genéricos

75

- Existe un tipo de puntero general.
 - `void * p;`
- Reglas:
 - Se puede copiar un puntero a un puntero genérico.
 - `char * q = hola;`
 - `p = q;`
 - No se puede desreferenciar un puntero genérico.
 - `*p = 'x'; /* ERROR */`
 - Se puede copiar un puntero genérico a un puntero, pero hace falta aplicar una conversión.
 - `q = (char*)p;`

Memoria dinámica

76

- Permite reservar memoria en el montículo (heap).
- Operaciones:
 - ▣ Reservar memoria (equivalente a new).
 - `p = (tipo*) malloc(nbytes);`
 - ▣ Liberar memoria (en C **NO ES AUTOMÁTICO**)
 - `free(p)`

Operador sizeof

77

- Operador que permite conocer el tamaño (en bytes) de cualquier tipo de datos.
 - `sizeof(char) → 1`
 - `long a;`
`sizeof(a) → 4`

Ejemplo

78

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

double promedio(double * w, int n) {
    double s = 0.0;
    int i;
    for (i=0;i<n;i++) {
        s += w[i];
    }
    return s/n;
}
```

```
int main() {
    int n,i;
    double * v;
    printf("nro de valores=");
    scanf("%d", &n);
    v = (double*) malloc(sizeof(double)*n);
    for (i=0;i<n;i++) {
        printf("v[%d]=",i);
        scanf("%lf",&v[i]);
    }
    printf("Promedio=%lf\n", promedio(v,n));
    free(v);
    return 0;
}
```

Una cola de peticiones

79

- Se desea tener una cola de peticiones que se va a usar en un servidor Web.
- Se consideran peticiones de 2 tipos: GET y PUT.
- Todas las peticiones tienen una URL asociada de longitud arbitraria.

peticion.h

80

```
#ifndef PETICIONES_H
#define PETICIONES_H

enum tipo_peticion { PET_GET, PET_PUT };
typedef enum tipo_peticion tipo_peticion_t;
struct peticion {
    tipo_peticion_t tipo;
    char * url;
};
typedef struct peticion peticion_t;

peticion_t * crea_peticion(tipo_peticion_t p, char * url);
void destruye_peticion(peticion_t * p);
void copia_peticion(peticion_t * d, peticion_t * o);

#endif
```


peticion.c

81

```
#include "peticion.h"
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

peticion_t * crea_peticion(tipo_peticion_t t, char * url) {
    peticion_t * p;
    p = malloc(sizeof(peticion_t));
    p->tipo = t;
    p->url = malloc(sizeof(char)*(strlen(url)+1));
    strcpy(p->url, url);
    return p;
}

void destruye_peticion(peticion_t * p) {
    free(p->url);
    free(p);
}

void copia_peticion(peticion_t * d, peticion_t * o) {
    d->tipo = o->tipo;
    free(d->url);
    d->url = malloc(sizeof(char)*(strlen(o->url)+1));
    strcpy(d->url, o->url);
}
```

cola.h

82

```
#ifndef COLAPET_H
#define COLAPET_H

#include "peticion.h"

struct cola_peticiones {
    peticion_t ** cola;
    int tam;
    int inicio, fin;
};

typedef struct cola_peticiones cola_peticiones_t;

cola_peticiones_t * crea_cola(int max);
void destruye_cola(cola_peticiones_t * c);
void pon_peticion(cola_peticiones_t * c, peticion_t * p);
peticion_t * saca_peticion(cola_peticiones_t * c);

#endif
```

cola.c

83

- Piense en una posible implementación.

Lectura recomendada

84

- Cómo NO Hacer unas prácticas de programación:
 - ▣ <http://di002.edv.uniovi.es/~cernuda/pubs/jenui2002-2.pdf>

SISTEMAS OPERATIVOS

Introducción a Lenguaje C