Programación I

Punteros

Iván Cantador
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid

Contenidos

- Definición y manejo de punteros
- Punteros y arrays
- Punteros a estructuras
- Punteros como argumentos de funciones
- Punteros y memoria dinámica

Contenidos

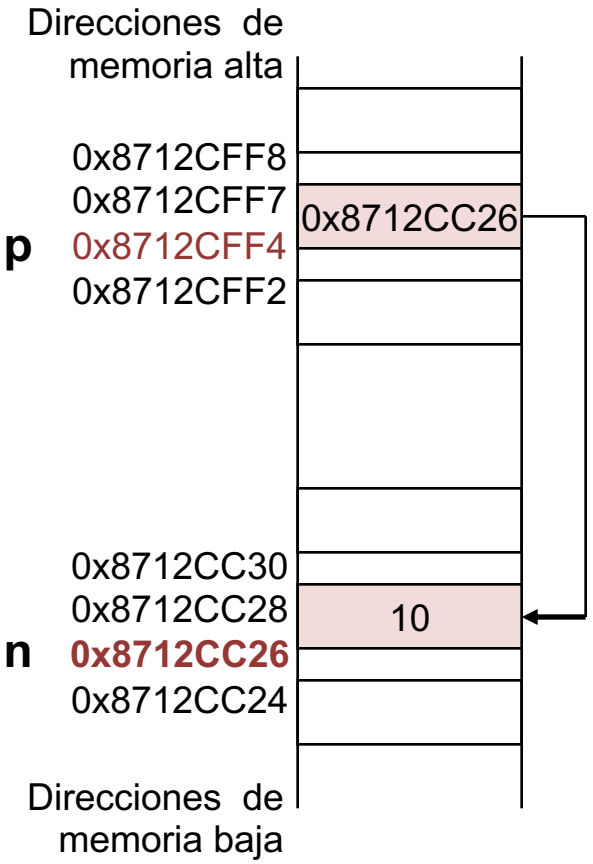
- **Definición y manejo de punteros**
- Punteros y arrays
- Punteros a estructuras
- Punteros como argumentos de funciones
- Punteros y memoria dinámica

Definición y manejo de punteros (I)

- Un **puntero** es una variable donde se almacena la dirección de memoria de otra variable de cierto tipo

```
int n = 5;    /* Asigna el valor 5 a la posición de memoria
                 identificada como n y que tiene espacio para
                 guardar un número entero */
int *p = NULL;
p = &n;                    /* Guarda en p la dirección de n */
                           /* "p apunta a n" */

printf("%x\n", &n);        /* Imprime la dirección de n */
printf("%x\n", p);         /* Imprime la dirección de n */

*p = 10;      /* Asigna el valor 10 a la posición de memoria
                 apuntada por p (es decir, a la de n) */
```

Definición y manejo de punteros (II)



p contiene el valor 0x8712CC26, que es la dirección de n

*p es el valor del elemento al que apunta p

Por consiguiente, *p toma el valor 10

Definición y manejo de punteros (III)

- **Declaración**

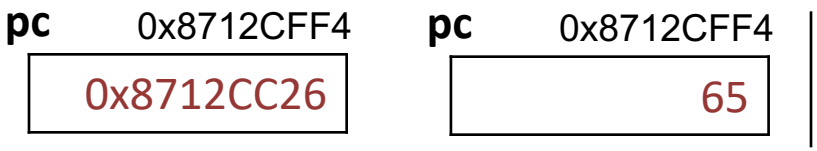
```
<tipo_dato> *<nombre_variable>;

int *pi = NULL;     /* Puntero a int */
long *pl = NULL;    /* Puntero a long */
float *pf = NULL;   /* Puntero a float */
double *pd = NULL ;/* Puntero a double */
char *pc = NULL;    /* Puntero a char (cadena de caracteres) */

void *pv = NULL;    /* Puntero a void */

int **ppi = NULL; /* Puntero a puntero a entero (matriz) */

Libro *ps = NULL; /* Puntero a tipo definido - estructura */
```

Definición y manejo de punteros (IV)

- **Asignación**

```
p = &<nombre_variable>;

int n;
int *pi = NULL;

pi = &n;    /* pi apunta a n */

*pi = 10;   /* Equivalente a n = 10 */

/* CUIDADO CON LOS "PUNTEROS LOCOS" */
char *pc;

*pc = 'A'; /* ¡DESASTRE! (¿a qué posición apuntaba pc?) */
```

2 usos diferentes de '*' (aparte del operador aritmético de multiplicación)



Definición y manejo de punteros (V)

- **Punteros nulos**: aquellos que apuntan a **NULL** (que es un valor, 0, definido en **stdio.h**)

```
p = NULL;
```

- Comprobación de puntero nulo

```
if( p ) ...        /* Equivale a if( p != NULL ) ... */
if( !p ) ...       /* Equivale a if( p == NULL ) ... */
```

Definición y manejo de punteros (VI)

- **Verificación de tipos**
  - En C, las variables puntero han de direccionar realmente a variables del mismo tipo de dato ligado a los punteros en sus declaraciones

```
int i;
long l;
long *p = NULL;          /* Puntero a long */

p = &l;                  /* Correcto */
p = &i;                  /* ¡Incorrecto! */
```

Definición y manejo de punteros (VII)

- **Punteros a tipo no definido**
  - En C, los punteros a **void** pueden apuntar a variables de cualquier tipo → C es un lenguaje débilmente tipado

```
int i;
long l;
void *p = NULL;          /* Puntero a void */

p = &l;                  /* Correcto */
p = &i;                  /* Correcto */
```

Definición y manejo de punteros (VIII)

- **Compatibilidad en la asignación entre punteros**
  - Se pueden asignar entre sí punteros del mismo tipo

```
int *p1;
int *p2;

p1 = p2;
```

  - Se pueden asignar punteros a void a cualquier otro

```
int *p1;
void *p2;

p1 = p2;
p2 = p1;
```

  - Se pueden asignar punteros de distintos tipos con *casting* explícito

```
float *p1;
int *p2;

p1 = (float *) p2; /* No se pierde información */
p2 = (int *) p1;   /* Cuidado: se puede perder información */
```

Definición y manejo de punteros (IX)

- **Aritmética de punteros**
  - En C, a un puntero P de tipo T se le puede sumar/restar un número entero N, dando como resultado la dirección de memoria que se corresponde con **direccion(P) + N * sizeof(T)**

```
char c[10];
int i[10];
float f[10];

c + 2;   /* Dirección de c + 2 Bytes, si sizeof(char)=1 Byte */
i + 2;   /* Dirección de i + 4 Bytes, si sizeof(int)=2 Bytes */
f + 2;   /* Dirección de f + 8 Bytes, si sizeof(float)=4 Bytes */
```

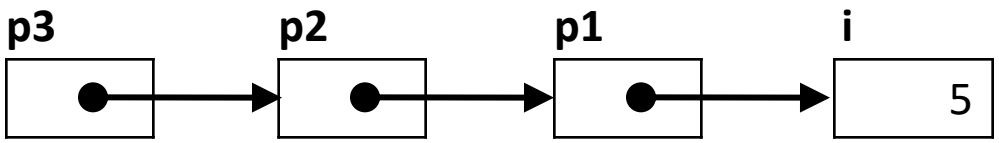
  - Cuidado: en C no se comprueban límites de arrays al compilar

```
float f[10];
...f + 500...; /* 500>>10: compila, pero provoca desbordamiento */
```

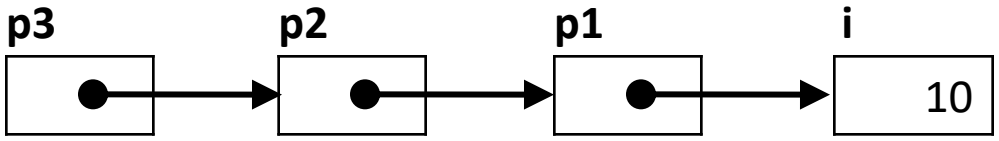
Definición y manejo de punteros (X)

- **Punteros a puntero**

```
int i = 5;
int *p1 = &i;
int **p2 = &p1;
int ***p3 = &p2;
```




```
*p1 = 10;
**p2 = 10;
***p3 = 10;
```



Contenidos

- Definición y manejo de punteros
- **Punteros y arrays**
- Punteros a estructuras
- Punteros como argumentos de funciones
- Punteros y memoria dinámica

Punteros y arrays (I)

- **Punteros y arrays**
  - El nombre de un array es el nombre simbólico de la dirección del primer byte del array => "apunta" a una dirección de memoria fija (no es un puntero que pueda variar)
  - Un array de tipo T es "equivalente" a un puntero a tipo T

```
int e[10], *pe = NULL;

*e = 5;                 /* equivale a e[0] = 5 */
*(e+4) = 5;             /* equivale a e[4] = 5 */
pe = e + 2;             /* equivale a pe = &e[2] */
```

  - Se puede asignar un array a un puntero, pero no al revés

```
pe = e;                 /* e = pe da un error de compilación */
```

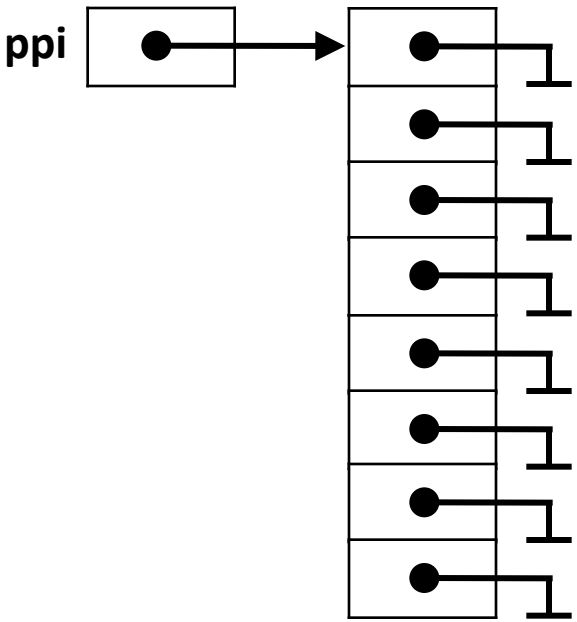
  - Con un puntero a tipo T se pueden usar los corchetes

```
pe[2] = 5;
pe[4] = *(pe + 1);   /* equivale a pe[4] = pe[1] */
```

Punteros y arrays (II)

- **Array de punteros**

```
int *ppi[8];    /* Array de 8 punteros a entero */
int i;

for( i=0; i<8; i++ ) {
    ppi[i] = NULL;
}
```



Punteros y arrays (III)

- A distinguir…

```
int *ptr          /* puntero a int */
int ptr[]         /* array de int = puntero a int */
int *ptr[]        /* array de punteros a int */
int (*ptr)[]      /* puntero a array de int */
int *(*ptr)[]     /* puntero a array de punteros a int */
...
```

Contenidos

- Definición y manejo de punteros
- Punteros y arrays
- **Punteros a estructuras**
- Punteros como argumentos de funciones
- Punteros y memoria dinámica

Punteros a estructuras (I)

- Ejemplo: estructura de número complejo

```
typedef struct {
   double re;
   double im;
} Complejo;
```

Punteros a estructuras (II)

- **Punteros a estructuras**
  - El acceso a los atributos de una estructura a través de un puntero a ella se realiza normalmente con '->', aunque se puede hacer mediante '.'

Símbolo	Significado
++	Incremento sufijo
--	Decremento sufijo
( )	Llamada a función
[ ]	Elemento de tabla
->	Acceso a miembro desde un puntero
.	Acceso a miembro
++	Incremento prefijo
--	Decremento prefijo
!	Negación lógica
~	Complemento a uno
-	Cambio de signo (operador unario)
+	Identidad (operador unario)
&	Dirección
*	Seguir un puntero (indirection)
sizeof	Tamaño en bytes
(*tipo*)	Conversión explícita de tipos (casting)

```
Complejo c;
Complejo *pc = NULL;

pc = &c;

/* Correctas */
printf("%f + %fi\n", pc->re, pc->im);
printf("%f + %fi\n", (*pc).re, (*pc).im);

/* Incorrectas */
printf("%f + %fi\n", *pc.re, *pc.im);
printf("%f + %fi\n", *(pc.re), *(pc.im));
```

Punteros a estructuras (III)

- **Punteros a estructuras**
  - Se suelen usar al invocar una función que recibe como argumentos de entrada estructuras => mejora en la eficiencia

```
/* Preferible */
void imprimirComplejo(Complejo *c) {
    printf("%f %fi", c->re, c->im);
}

/* No preferible */
void imprimirComplejo(Complejo c) {
    printf("%f %fi", c.re, c.im);
}
```

Contenidos

- Definición y manejo de punteros
- Punteros y arrays
- Punteros a estructuras
- **Punteros como argumentos de funciones**
- Punteros y memoria dinámica

Punteros como argumentos de funciones (I)

- **Paso de argumentos a una función**
  - **Por valor** (mecanismo de invocación a una función por defecto en C)
    - La función recibe como argumento **copia**(s) de la(s) variable(s) de entrada
    - Las copias de variable se guardan de forma temporal (durante la ejecución de la función) en la PILA DEL PROGRAMA
  - **Por referencia**
    - La función recibe como argumento **puntero**(s) a la(s) variables de entrada

Punteros como argumentos de funciones (II)

- **Paso de argumentos a una función**

Por valor

```
void swap(int a, int b) {
    int t;

    t = a;
    a = b;
    b = t;
}

/* MAL */
```

Por referencia

```
void swap(int *a, int *b) {
    int t;

    t = *a;
    *a = *b;
    *b = t;
}

/* BIEN */
/* Y recomendable cuando los
   argumentos de entrada son
   estructuras */
```

Contenidos

- Definición y manejo de punteros
- Punteros y arrays
- Punteros a estructuras
- Punteros como argumentos de funciones
- **Punteros y memoria dinámica**

Punteros y memoria dinámica (I)

- En C se puede reservar memoria “dinámicamente”, es decir en tiempo de ejecución
- El manejo de la memoria dinámica se realiza mediante punteros

```
char *linea = NULL;
int **matriz = NULL;
```

- Toda memoria reservada de forma dinámica ha de liberarse antes de la finalización de la ejecución
- Las funciones para manejo de memoria se encuentran definidas en la librería **<stdlib.h>**
  - **malloc, calloc, realloc**
  - **free**

Punteros y memoria dinámica (II)

- Reserva de memoria: **malloc**

```
void *malloc(size_t numBytes)
```

- Liberación de memoria: **free**

```
void free(void *puntero)
```

Punteros y memoria dinámica (III)


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

int main(int argc, char *argv[]) {
    char *nombre = NULL;

    nombre = (char *) malloc(256 * sizeof(char));
    if( !nombre ) {
        fprintf(stderr, "Error en main: reserva de memoria.\n");
        return 1;
    }

    prinft("Introduzca su nombre: ");
    gets(nombre);
    printf("Hola %s!\n", nombre);

    if( nombre ) free(nombre);

    return 0;
}
```

Punteros y memoria dinámica (IV)

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

int main(int argc, char *argv[]) {
     int **matriz = NULL, filas=2, columnas=3, i, j;

     /* Reserva de memoria para una matriz */
     matriz = (int **) malloc(filas * sizeof(int *));
     if( !matriz ) {
          return 1;
     }
     for( i=0; i<filas; i++ ) {
          matriz[i] = (int *) malloc(columnas * sizeof(int));
          if( !matriz[i] ) {
               for( j=0; j<i; j++ )
                    free(matriz[j]);
               free(matriz);
               return 1;
          }
     }
     /* Liberacion de memoria de una matriz */
     for( i=0; i<filas; i++ )
          free(matriz[i]);
     free(matriz);

     return 0;
}
```

Punteros y memoria dinámica (V)


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

int main(int argc, char *argv[]) {
    Complejo *c = NULL;

    /* Reserva de memoria para un tipo de dato definido */
    c = (Complejo *) malloc(sizeof(Complejo));
    if( !c ) {
       fprintf(stderr, "Error en main: reserva de memoria.\n");
       return 1;
    }

    prinft("Introduzca parte real: ");
    scanf("%f", &c->re);
    scanf("%f", &c->im);
    printf("Numero complejo creado: %f + %fi\n", c->re, c->im);

    if( c ) free(c);

    return 0;
}
```

Punteros y memoria dinámica (VI)

- Reserva de memoria inicializada a 0: **calloc**

```
void *calloc(size_t numElementos, size_t numBytesElemento)
```

- Reasignación de memoria: **realloc**

```
void *realloc(void *puntero, size_t numBytes)
```