

9

Punteros y memoria dinámica

Grado en Ingeniería Informática
Grado en Ingeniería del Software
Grado en Ingeniería de Computadores

Luis Hernández Yáñez
Facultad de Informática
Universidad Complutense



Índice

Direcciones de memoria y punteros	849
Operadores de punteros	854
Punteros y direcciones válidas	864
Punteros no inicializados	866
Un valor seguro: NULL	867
Copia y comparación de punteros	868
Tipos puntero	873
Punteros a estructuras	875
Punteros a constantes y punteros constantes	877
Punteros y paso de parámetros	879
Punteros y arrays	883
Memoria y datos del programa	886
Memoria dinámica	891
Punteros y datos dinámicos	895
Gestión de la memoria	907
Errores comunes	911
Arrays de datos dinámicos	916
Arrays dinámicos	928



Direcciones de memoria y punteros

Luis Hernández Yáñez



Fundamentos de la programación: Punteros y memoria dinámica

Página 849

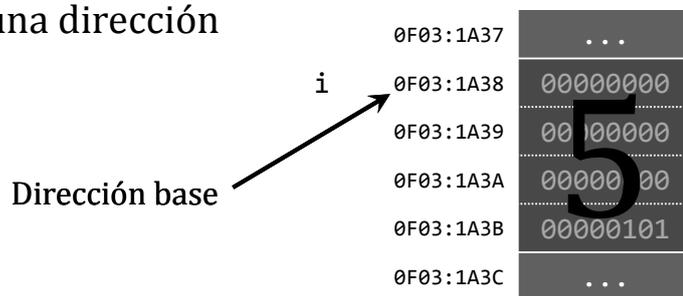


Direcciones de memoria

Los datos en la memoria

Todo dato se almacena en memoria:
Varios bytes a partir de una dirección

```
int i = 5;
```



El dato (**i**) se accede a partir de su *dirección base* (0F03:1A38)

Dirección de la primera celda de memoria utilizada por el dato

El tipo del dato (`int`) indica cuántos bytes (4) requiere el dato:

00000000 00000000 00000000 00000101 \rightarrow 5

(La codificación de los datos puede ser diferente; y la de las direcciones también)

Luis Hernández Yáñez



Fundamentos de la programación: Punteros y memoria dinámica

Página 850

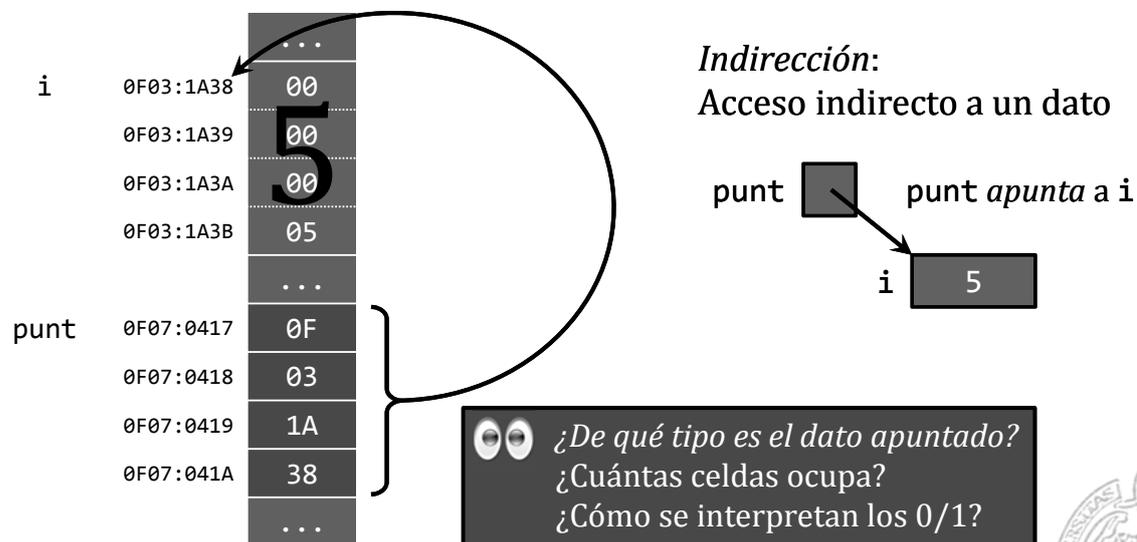


Variables punteros

Los punteros contienen direcciones de memoria

Un *puntero* sirve para acceder a través de él a otro dato

El valor del puntero es la dirección de memoria base de otro dato



Luis Hernández Yáñez



Punteros

Los punteros contienen direcciones de memoria

¿De qué tipo es el dato apuntado?

La variable a la que apunta un puntero será de un tipo concreto

¿Cuánto ocupa? ¿Cómo se interpreta?

El tipo de variable apuntado se establece al declarar el puntero:

*tipo *nombre;*

El puntero *nombre* apuntará a una variable del *tipo* indicado

El asterisco (*) indica que es un puntero a datos de ese tipo

```
int *punt; // punt inicialmente contiene una dirección  
           // que no es válida (no apunta a nada)
```

El puntero *punt* apuntará a una variable entera (int)

```
int i; // Dato entero vs. int *punt; // Puntero a entero
```

Luis Hernández Yáñez



Punteros

Los punteros contienen direcciones de memoria

Las variables puntero tampoco se inicializan automáticamente
Al declararlas sin inicializador contienen direcciones no válidas

```
int *punt; // punt inicialmente contiene una dirección
           // que no es válida (no apunta a nada)
```

Un puntero puede apuntar a cualquier dato de su tipo base

Un puntero no tiene por qué apuntar necesariamente a un dato
(puede no apuntar a nada: valor NULL)

¿Para qué sirven los punteros?

- ✓ Para implementar el paso de parámetros por referencia
- ✓ Para manejar datos dinámicos
(Datos que se crean y destruyen durante la ejecución)
- ✓ Para implementar los arrays



Fundamentos de la programación

Operadores de punteros



Obtener la dirección de memoria de ...

Operador monario y prefijo

& devuelve la dirección de memoria base del dato al que precede

```
int i;
```

```
cout << &i; // Muestra la dirección de memoria de i
```

Un puntero puede recibir la dirección de datos de su tipo base

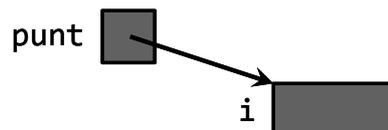
```
int i;
```

```
int *punt;
```

```
punt = &i; // punt contiene la dirección de i
```

Ahora punt ya contiene una dirección de memoria válida

punt *apunta* a (contiene la dirección de) la variable i (int)

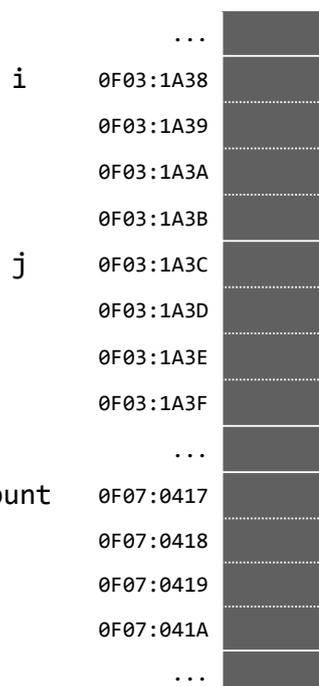


Obtener la dirección de memoria de ...

```
int i, j;
```

```
...
```

```
int *punt;
```



Obtener la dirección de memoria de ...

```
int i, j;  
...  
int *punt;  
...  
i = 5;
```



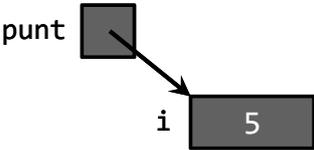
...	
i	0F03:1A38 00
	0F03:1A39 00
	0F03:1A3A 00
	0F03:1A3B 05
j	0F03:1A3C
	0F03:1A3D
	0F03:1A3E
	0F03:1A3F
...	
punt	0F07:0417
	0F07:0418
	0F07:0419
	0F07:041A
...	

Luis Hernández Yáñez



Obtener la dirección de memoria de ...

```
int i, j;  
...  
int *punt;  
...  
i = 5;  
punt = &i;
```



...	
i	0F03:1A38 00
	0F03:1A39 00
	0F03:1A3A 00
	0F03:1A3B 05
j	0F03:1A3C
	0F03:1A3D
	0F03:1A3E
	0F03:1A3F
...	
punt	0F07:0417 0F
	0F07:0418 03
	0F07:0419 1A
	0F07:041A 38
...	

Luis Hernández Yáñez



Operadores de punteros

*

Obtener lo que hay en la dirección ...

Operador monario y prefijo

* accede a lo que hay en la dirección de memoria a la que precede

Permite acceder a un dato a través un puntero que lo apunte:

```
punt = &i;
```

```
cout << *punt; // Muestra lo que hay en la dirección punt
```

*punt: lo que hay en la dirección que contiene el puntero punt

punt contiene la dirección de memoria de la variable i

*punt accede al contenido de esa variable i

Acceso indirecto al valor de i

Luis Hernández Yáñez



Operadores de punteros

*

Obtener lo que hay en la dirección ...

```
int i, j;  
...  
int *punt;  
...  
i = 5;  
punt = &i;  
j = *punt;
```

punt:



...		
i	0F03:1A38	00
	0F03:1A39	00
	0F03:1A3A	00
	0F03:1A3B	05
j	0F03:1A3C	
	0F03:1A3D	
	0F03:1A3E	
	0F03:1A3F	
	...	
punt	0F07:0417	0F
	0F07:0418	03
	0F07:0419	1A
	0F07:041A	38
	...	

Luis Hernández Yáñez



Operadores de punteros

*

Obtener lo que hay en la dirección ...

```
int i, j;  
...  
int *punt;  
...  
i = 5;  
punt = &i;  
j = *punt;
```

Direccionamiento indirecto (indirección)
Se accede al dato **i** de forma indirecta



...	
i	0F03:1A38 00
	0F03:1A39 00
	0F03:1A3A 00
	0F03:1A3B 05
j	0F03:1A3C 00
	0F03:1A3D 00
	0F03:1A3E 00
	0F03:1A3F 05
...	
punt	0F07:0417 0F
	0F07:0418 03
	0F07:0419 1A
	0F07:041A 38
...	

*punt:



Luis Hernández Yáñez



Operadores de punteros

*

Obtener lo que hay en la dirección ...

```
int i, j;  
...  
int *punt;  
...  
i = 5;  
punt = &i;  
j = *punt;
```



...	
i	0F03:1A38 00
	0F03:1A39 00
	0F03:1A3A 00
	0F03:1A3B 05
j	0F03:1A3C 00
	0F03:1A3D 00
	0F03:1A3E 00
	0F03:1A3F 05
...	
punt	0F07:0417 0F
	0F07:0418 03
	0F07:0419 1A
	0F07:041A 38
...	



Luis Hernández Yáñez



Ejemplo de uso de punteros

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    int i = 5;
    int j = 13;
    int *punt;
    punt = &i;
    cout << *punt << endl; // Muestra el valor de i
    punt = &j;
    cout << *punt << endl; // Ahora muestra el valor de j
    int *otro = &i;
    cout << *otro + *punt << endl; // i + j
    int k = *punt;
    cout << k << endl; // Mismo valor que j

    return 0;
}
```

```
5
13
18
13
```



Luis Hernández Yáñez



Fundamentos de la programación

Punteros y direcciones válidas

Luis Hernández Yáñez



Punteros y direcciones válidas

Todo puntero ha de tener una dirección válida

Un puntero sólo debe ser utilizado si tiene una dirección válida

Un puntero NO contiene una dirección válida tras ser definido

Un puntero obtiene una dirección válida:

- ✓ Asignando la dirección de otro dato (operador &)
- ✓ Asignando otro puntero (mismo tipo base) que ya sea válido
- ✓ Asignando el valor NULL (puntero nulo, no apunta a nada)

```
int i;  
int *q; // q no tiene aún una dirección válida  
int *p = &i; // p toma una dirección válida  
q = p; // ahora q ya tiene una dirección válida  
q = NULL; // otra dirección válida para q
```



Punteros no inicializados

Punteros que apuntan a saber qué...

Un puntero no inicializado contiene una dirección desconocida

```
int *punt; // No inicializado
```

```
*punt = 12; // ¿A qué dato se está asignando el valor?
```

¿Dirección de la zona de datos del programa?

¡Podemos modificar inadvertidamente un dato del programa!

¿Dirección de la zona de código del programa?

¡Podemos modificar el código del propio programa!

¿Dirección de la zona de código del sistema operativo?

¡Podemos modificar el código del propio S.O.!

→ Consecuencias imprevisibles (*cuelgue*)

(Los S.O. modernos protegen bien la memoria)

¡SALVAJES!



Un valor seguro: NULL

Punteros que no apuntan a nada

Inicializando los punteros a NULL podemos detectar errores:

```
int *punt = NULL;
```

```
...
```

```
*punt = 13;
```

punt 

punt ha sido inicializado a NULL: ¡No apunta a nada!

Si no apunta a nada, ¿¿¿qué significa *punt??? No tiene sentido

→ ERROR: ¡Acceso a un dato a través de un puntero nulo!

Error de ejecución, lo que ciertamente no es bueno

Pero sabemos cuál ha sido el problema, lo que es mucho

Sabemos dónde y qué buscar para depurar



Fundamentos de la programación

Copia y comparación de punteros

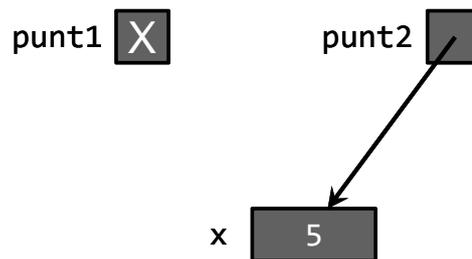


Copia de punteros

Apuntando al mismo dato

Al copiar un puntero en otro, ambos apuntarán al mismo dato:

```
int x = 5;  
int *punt1 = NULL; // punt1 no apunta a nada  
int *punt2 = &x; // punt2 apunta a la variable x
```



Luis Hernández Yáñez

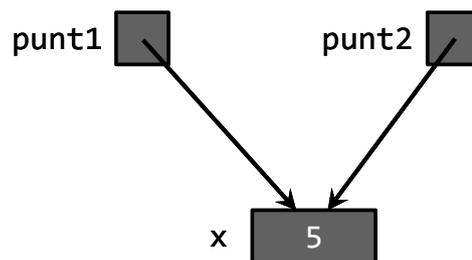


Copia de punteros

Apuntando al mismo dato

Al copiar un puntero en otro, ambos apuntarán al mismo dato:

```
int x = 5;  
int *punt1 = NULL; // punt1 no apunta a nada  
int *punt2 = &x; // punt2 apunta a la variable x  
punt1 = punt2; // ambos apuntan a la variable x
```



Luis Hernández Yáñez

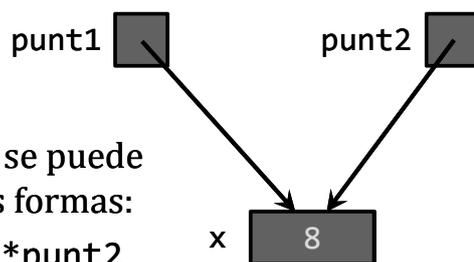


Copia de punteros

Apuntando al mismo dato

Al copiar un puntero en otro, ambos apuntarán al mismo dato:

```
int x = 5;  
int *punt1 = NULL; // punt1 no apunta a nada  
int *punt2 = &x; // punt2 apunta a la variable x  
punt1 = punt2; // ambos apuntan a la variable x  
*punt1 = 8;
```



Al dato x ahora se puede acceder de tres formas:

x *punt1 *punt2



Comparación de punteros

¿Apuntan al mismo dato?

Operadores relacionales == y !=:

```
int x = 5;  
int *punt1 = NULL;  
int *punt2 = &x;  
...  
if (punt1 == punt2) {  
    cout << "Apuntan al mismo dato" << endl;  
}  
else {  
    cout << "No apuntan al mismo dato" << endl;  
}
```

Sólo se pueden comparar punteros con el mismo tipo base



Tipos puntero



Tipos puntero

tipos.cpp

Declaración de tipos puntero

Declaramos tipos para los punteros con distintos tipos base:

```
typedef int *tIntPtr;  
typedef char *tCharPtr;  
typedef double *tDoublePtr;  
int entero = 5;  
tIntPtr puntI = &entero;  
char caracter = 'C';  
tCharPtr puntC = &caracter;  
double real = 5.23;  
tDoublePtr puntD = &real;  
cout << *puntI << " " << *puntC << " " << *puntD << endl;
```

Con **puntero* podemos hacer lo que con otros datos del tipo base



Punteros a estructuras

Acceso a estructuras a través de punteros

Los punteros pueden apuntar también a estructuras:

```
typedef struct {
    int codigo;
    string nombre;
    double sueldo;
} tRegistro;
tRegistro registro;
typedef tRegistro *tRegistroPtr;
tRegistroPtr puntero = &registro;
```

Operador flecha (->):

Acceso a los campos a través de un puntero sin usar el operador *

```
puntero->codigo    puntero->nombre    puntero->sueldo
puntero->... ≡ (*puntero)....
```



Punteros a estructuras

structPtr.cpp

Acceso a estructuras a través de punteros

```
typedef struct {
    int codigo;
    string nombre;
    double sueldo;
} tRegistro;
tRegistro registro;
typedef tRegistro *tRegistroPtr;
tRegistroPtr puntero = &registro;
registro.codigo = 12345;
registro.nombre = "Javier";
registro.sueldo = 95000;
cout << puntero->codigo << " " << puntero->nombre
     << " " << puntero->sueldo << endl;
```

$\text{puntero->codigo} \equiv (*\text{puntero}).\text{codigo} \neq \underbrace{*}\text{puntero}.\text{codigo}$

puntero sería una estructura con campo codigo de tipo puntero



Punteros y el modificador const

Punteros a constantes y punteros constantes

El efecto del modificador de acceso const depende de su sitio:

const tipo *puntero; Puntero a una constante

tipo *const puntero; Puntero constante

Punteros a constantes:

```
typedef const int *tIntCtePtr; // Puntero a constante
```

```
int entero1 = 5, entero2 = 13;
```

```
tIntCtePtr punt_a_cte = &entero1;
```

```
(*punt_a_cte)++; // ERROR: ¡Dato no modificable!
```

```
punt_a_cte = &entero2; // OK: El puntero no es cte.
```



Punteros y el modificador const

constPtr.cpp

Punteros a constantes y punteros constantes

El efecto del modificador de acceso const depende de su sitio:

const tipo *puntero; Puntero a una constante

tipo *const puntero; Puntero constante

Punteros constantes:

```
typedef int *const tIntPtrCte; // Puntero constante
```

```
int entero1 = 5, entero2 = 13;
```

```
tIntPtrCte punt_cte = &entero1;
```

```
(*punt_cte)++; // OK: El puntero no apunta a cte.
```

```
punt_cte = &entero2; // ERROR: ¡Puntero constante!
```



Punteros y paso de parámetros



Punteros y paso de parámetros

param.cpp

Paso de parámetros por referencia o variable

En el lenguaje C no hay mecanismo de paso por referencia (&)

Sólo se pueden pasar parámetros por valor

¿Cómo se simula el paso por referencia? Por medio de punteros:

```
void incrementa(int *punt);
```

```
void incrementa(int *punt) {  
    (*punt)++;  
}
```

```
...  
int entero = 5;  
incrementa(&entero);  
cout << entero << endl;
```

Mostrará 6 en la consola

Paso por valor:

El argumento (el puntero) no cambia

Aquello a lo que apunta (el entero)

Sí puede cambiar



Punteros y paso de parámetros

Paso de parámetros por referencia o variable

```
int entero = 5;  
incrementa(&entero);
```

entero 

punt recibe la dirección de entero

```
void incrementa(int *punt) {  
    (*punt)++;  
}
```

punt   entero 

```
cout << entero << endl;
```

entero 

Luis Hernández Yáñez



Punteros y paso de parámetros

Paso de parámetros por referencia o variable

¿Cuál es el equivalente en C a este prototipo de C++?

```
void foo(int &param1, double &param2, char &param3);
```

Prototipo equivalente:

```
void foo(int *param1, double *param2, char *param3);
```

```
void foo(int *param1, double *param2, char *param3) {  
    // Al primer argumento se accede con *param1  
    // Al segundo argumento se accede con *param2  
    // Al tercer argumento se accede con *param3  
}
```

¿Cómo se llamaría?

```
int entero; double real; char caracter;  
//...  
foo(&entero, &real, &caracter);
```

Luis Hernández Yáñez



Punteros y arrays



Punteros y arrays

Una íntima relación

Variable array \equiv Puntero al primer elemento del array

Así, si tenemos:

```
int dias[12] =  
{31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31};
```

Entonces:

```
cout << *dias << endl;
```

Muestra 31 en la consola, el primer elemento del array

 ¡Un nombre de array es un puntero constante!

Siempre apunta al primer elemento (no se puede modificar)

Acceso a los elementos del array:

Por índice o con aritmética de punteros (Anexo)



Punteros y paso de parámetros arrays

Paso de arrays a subprogramas

¡Esto explica por qué no usamos & con los parámetros array!

El nombre del array es un puntero: ya es un paso por referencia

Prototipos equivalentes para parámetros array:

```
const int N = ...;
void cuadrado(int arr[N]);
void cuadrado(int arr[], int size); // Array no delimitado
void cuadrado(int *arr, int size); // Puntero
```

Arrays no delimitados y punteros: se necesita la dimensión

Elementos: se acceden con índice (`arr[i]`) o con puntero (`*arr`)

Una función sólo puede devolver un array en forma de puntero:

```
intPtr inicializar();
```



Fundamentos de la programación

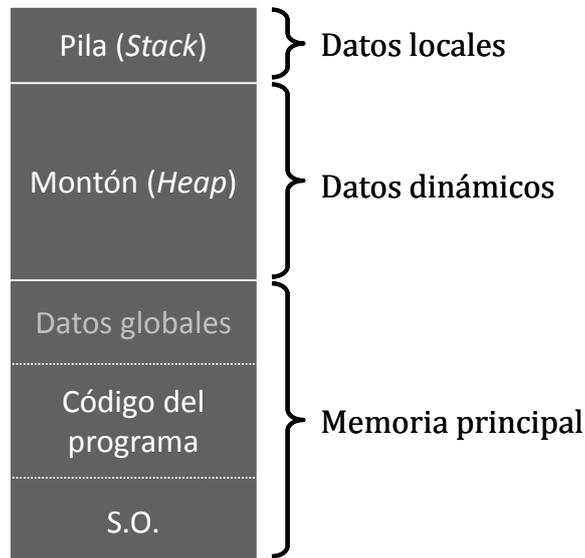
Memoria y datos del programa



Memoria y datos del programa

Regiones de la memoria

El sistema operativo distingue varias regiones en la memoria:



Luis Hernández Yáñez

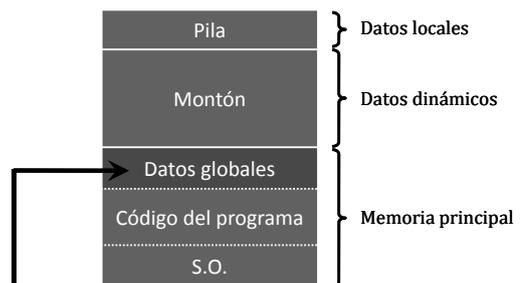


Memoria y datos del programa

Memoria principal

Datos globales del programa:
Declarados fuera
de los subprogramas

```
typedef struct {  
    ...  
} tRegistro;  
const int N = 1000;  
typedef tRegistro tArray[N];  
typedef struct {  
    tArray registros;  
    int cont;  
} tLista;  
  
int main() {  
    ...  
}
```



Luis Hernández Yáñez



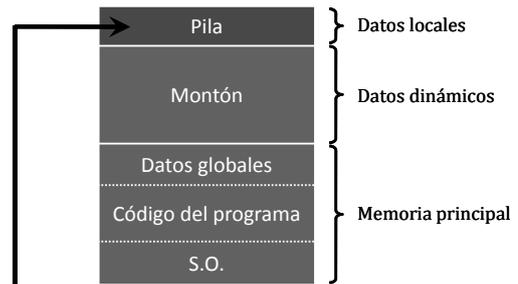
Memoria y datos del programa

La pila (stack)

Datos locales de subprogramas:
Parámetros por valor
y variables locales

```
void func(tLista lista, double &total)
{
    tLista aux;
    int i;
    ...
}
```

Y los punteros temporales
que apuntan a los argumentos
de los parámetros por referencia



&resultado
func(lista, resultado)

Luis Hernández Yáñez

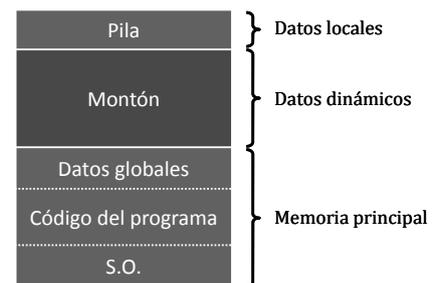


Memoria y datos del programa

El montón (heap)

Datos dinámicos

Datos que se crean y se destruyen
durante la ejecución del programa,
a medida que se necesita



Sistema de gestión de memoria dinámica (SGMD)

Cuando se necesita memoria para una variable se solicita

El SGMD reserva espacio y devuelve la dirección base

Cuando ya no se necesita más la variable, se destruye

Se libera la memoria y el SGMD cuenta de nuevo con ella

Luis Hernández Yáñez



Memoria dinámica



Memoria dinámica

Datos dinámicos

Se crean y se destruyen durante la ejecución del programa

Se les asigna memoria del montón



¿Por qué utilizar memoria dinámica?

- ✓ Almacén de memoria muy grande: datos o listas de datos que no caben en memoria principal pueden caber en el montón
- ✓ El programa ajusta el uso de la memoria a las necesidades de cada momento: ni le falta ni la desperdicia



Datos y asignación de memoria

¿Cuándo se asigna memoria a los datos?

- ✓ Datos globales
En memoria principal al comenzar la ejecución del programa
Existen durante toda la ejecución del programa
- ✓ Datos locales de un subprograma
En la pila al ejecutarse el subprograma
Existen sólo durante la ejecución de su subprograma
- ✓ Datos dinámicos
En el montón cuando el programa lo solicita
Existen *a voluntad* del programa



Datos estáticos frente a datos dinámicos

Datos estáticos

- ✓ Datos declarados como de un tipo concreto:
`int i;`
- ✓ Se acceden directamente a través del identificador:
`cout << i;`

Datos dinámicos

- ✓ Datos accedidos a través de su dirección de memoria
Esa dirección de memoria debe estar en algún puntero
Los punteros son la base del SGMD

Los datos estáticos también se pueden acceder a través de punteros

```
int *p = &i;
```



Punteros y datos dinámicos



Creación de datos dinámicos

El operador new

Devuelve NULL si no queda memoria suficiente

`new tipo` Reserva memoria del montón para una variable del *tipo* y devuelve la primera dirección de memoria utilizada, que debe ser asignada a un puntero

```
int *p; // Todavía sin una dirección válida
p = new int; // Ya tiene una dirección válida
*p = 12;
```

La variable dinámica se accede exclusivamente por punteros

No tiene identificador asociado

```
int i; // i es una variable estática
int *p1, *p2;
p1 = &i; // Puntero que da acceso a la variable
        // estática i (accesible con i o con *p1)
p2 = new int; // Puntero que da acceso a una variable
              // dinámica (accesible sólo a través de p2)
```



Inicialización con el operador new

El operador `new` admite un valor inicial para el dato creado:

```
int *p;  
p = new int(12);
```

Se crea la variable, de tipo `int`, y se inicializa con el valor 12

```
#include <iostream>  
using namespace std;  
#include "registro.h"
```

```
int main() {  
    tRegistro reg;  
    reg = nuevo();  
    tRegistro *punt = new tRegistro(reg);  
    mostrar(*punt);  
    ...  
}
```



Eliminación de datos dinámicos

El operador delete

`delete puntero;` Devuelve al montón la memoria usada por la variable dinámica apuntada por *puntero*

```
int *p;  
p = new int;  
*p = 12;  
...  
delete p; // Ya no se necesita el entero apuntado por p
```

¡El puntero deja de contener una dirección válida!



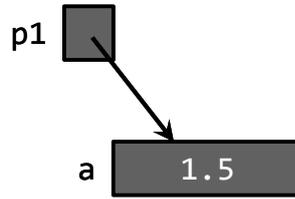
Ejemplo de variables dinámicas

dinamicas.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    → double a = 1.5;
      double *p1, *p2, *p3;
      p1 = &a;
      p2 = new double;
      *p2 = *p1;
      p3 = new double;
      *p3 = 123.45;
      cout << *p1 << endl;
      cout << *p2 << endl;
      cout << *p3 << endl;
      delete p2;
      delete p3;

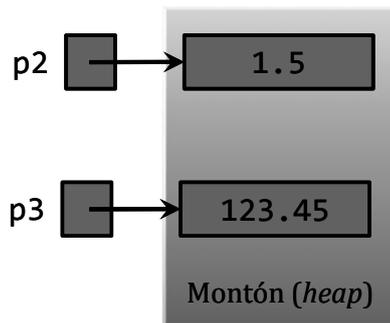
      return 0;
}
```



Identificadores:

4

(a, p1, p2, p3)



Variables:

6

(+ *p2 y *p3)

Luis Hernández Yáñez



Fundamentos de la programación: Punteros y memoria dinámica

Página 899



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
```



Luis Hernández Yáñez



Fundamentos de la programación: Punteros y memoria dinámica

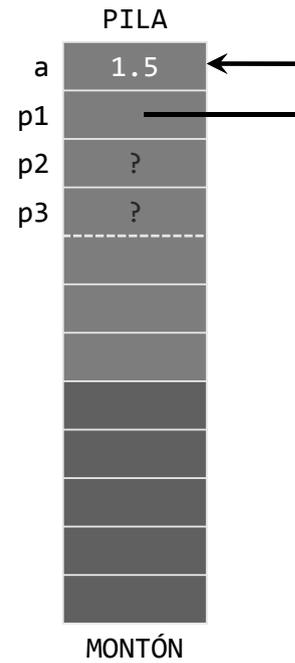
Página 900



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
    p1 = &a;
```



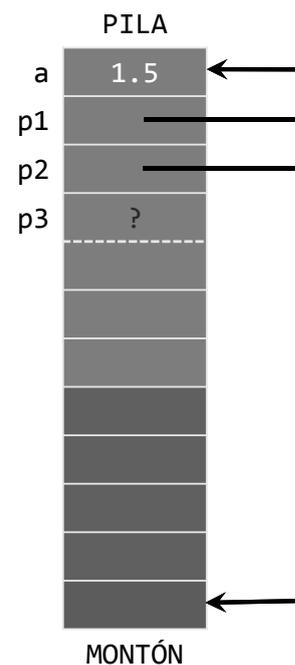
Luis Hernández Yáñez



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
    p1 = &a;
    p2 = new double;
```



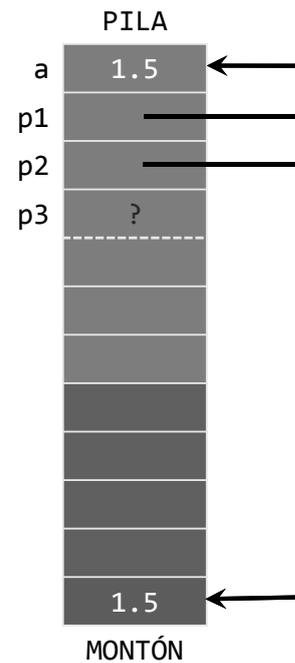
Luis Hernández Yáñez



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

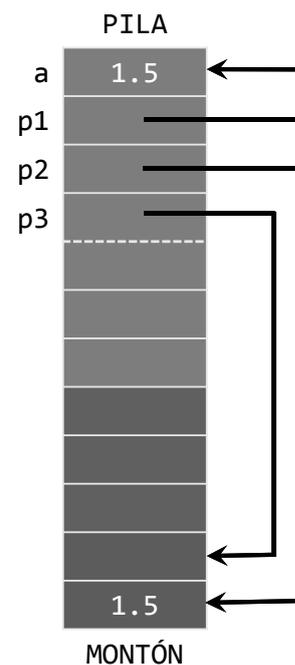
int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
    p1 = &a;
    p2 = new double;
    *p2 = *p1;
```



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

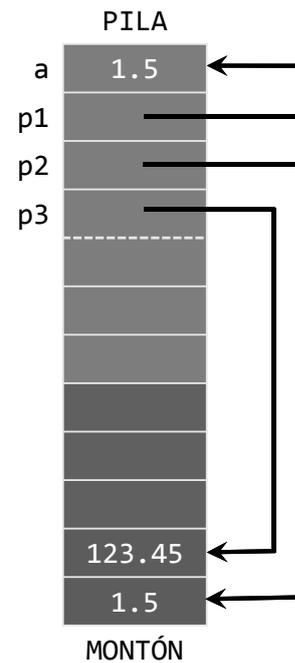
int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
    p1 = &a;
    p2 = new double;
    *p2 = *p1;
    p3 = new double;
```



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
    p1 = &a;
    p2 = new double;
    *p2 = *p1;
    p3 = new double;
    *p3 = 123.45;
```



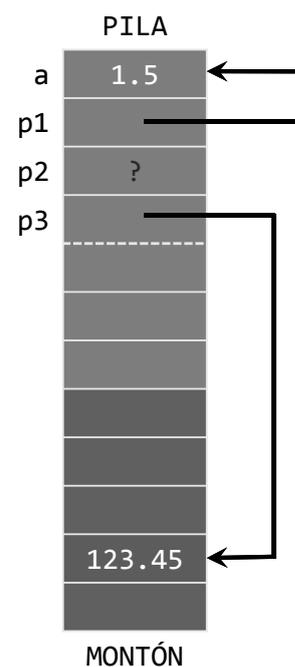
Luis Hernández Yáñez



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
    p1 = &a;
    p2 = new double;
    *p2 = *p1;
    p3 = new double;
    *p3 = 123.45;
    cout << *p1 << endl;
    cout << *p2 << endl;
    cout << *p3 << endl;
    delete p2;
```



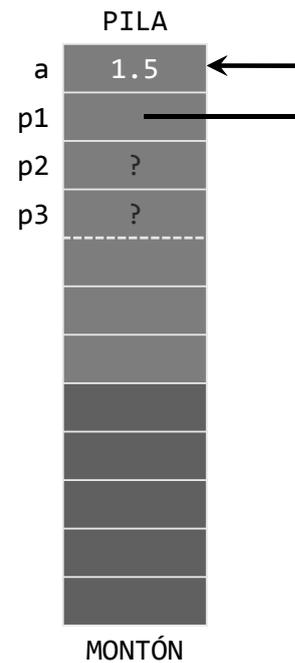
Luis Hernández Yáñez



Ejemplo de variables dinámicas

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    double a = 1.5;
    double *p1, *p2, *p3;
    p1 = &a;
    p2 = new double;
    *p2 = *p1;
    p3 = new double;
    *p3 = 123.45;
    cout << *p1 << endl;
    cout << *p2 << endl;
    cout << *p3 << endl;
    delete p2;
    delete p3;
}
```



Fundamentos de la programación

Gestión de la memoria



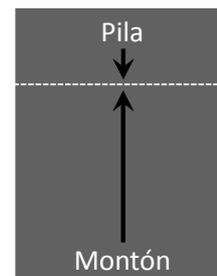
Errores de asignación de memoria

La memoria se reparte entre la pila y el montón

Crece en direcciones opuestas

Al llamar a subprogramas la pila crece

Al crear datos dinámicos el montón crece



Colisión pila-montón

Los límites de ambas regiones se encuentran

Se agota la memoria

Desbordamiento de la pila

La pila suele tener un tamaño máximo establecido

Si se sobrepasa se agota la pila



Gestión de la memoria dinámica

Gestión del montón

Sistema de Gestión de Memoria Dinámica (SGMD)

Gestiona la asignación de memoria a los datos dinámicos

Localiza secciones adecuadas y sigue la pista de lo disponible

No dispone de un *recolector de basura*, como el lenguaje Java

¡Hay que devolver toda la memoria solicitada!

Deben ejecutarse tantos `delete` como `new` se hayan ejecutado

La memoria disponible en el montón debe ser exactamente la misma antes y después de la ejecución del programa

Y todo dato dinámico debe tener algún acceso (puntero)

Es un grave error *perder* un dato en el montón



Errores comunes



Mal uso de la memoria dinámica I

Olvido de destrucción de un dato dinámico

```
...
int main() {
    tRegistro *p;
    p = new tRegistro;
    *p = nuevo();
    mostrar(*p);
    return 0;
}
```



Falta delete p;

G++ no indicará ningún error y el programa parecerá terminar correctamente, pero dejará memoria desperdiciada

Visual C++ sí comprueba el uso de la memoria dinámica y nos avisa si dejamos memoria sin liberar

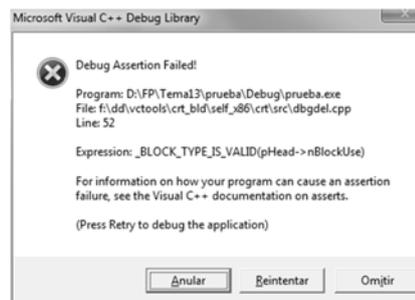
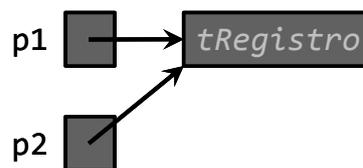


Mal uso de la memoria dinámica II

Intento de destrucción de un dato inexistente

```
...
int main() {
    tRegistro *p1 = new tRegistro;
    *p1 = nuevo();
    mostrar(*p1);
    tRegistro *p2;
    p2 = p1;
    mostrar(*p2);
    delete p1;
    delete p2;

    return 0;
}
```



👁️ Sólo se ha creado una variable



Mal uso de la memoria dinámica III

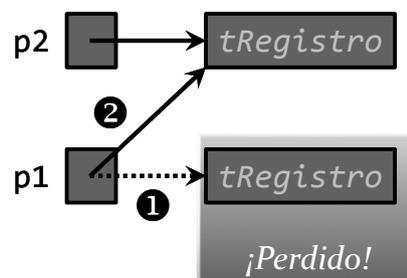
Pérdida de un dato dinámico

```
...
int main() {
    tRegistro *p1, *p2;
    p1 = new tRegistro(nuevo()); ❶
    p2 = new tRegistro(nuevo());

    mostrar(*p1);
    p1 = p2; ❷
    mostrar(*p1);

    delete p1;
    delete p2;

    return 0;
}
```



👁️ Se pierde un dato en el montón
Se intenta eliminar un dato ya eliminado



Mal uso de la memoria dinámica IV

Intento de acceso a un dato tras su eliminación

```
...
int main() {
    tRegistro *p;
    p = new tRegistro(nuevo());

    mostrar(*p);
    delete p;
    ...
    mostrar(*p); ←
    return 0;
}
```



p ha dejado de apuntar al dato dinámico destruido
→ Acceso a memoria inexistente



Fundamentos de la programación

Arrays de datos dinámicos



Arrays de datos dinámicos

Arrays de punteros a datos dinámicos

```
typedef struct {  
    int codigo;  
    string nombre;  
    double valor;  
} tRegistro;  
typedef tRegistro *tRegPtr;
```

Los punteros ocupan muy poco en memoria
Los datos a los que apunten estarán en el montón

```
const int N = 1000;  
// Array de punteros a registros:  
typedef tRegPtr tArray[N];  
typedef struct {  
    tArray registros;  
    int cont;  
} tLista;
```

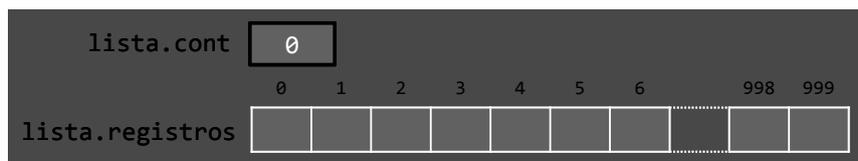
Se crean a medida que se insertan
Se destruyen a medida que se eliminan

Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

```
tLista lista;  
lista.cont = 0;
```

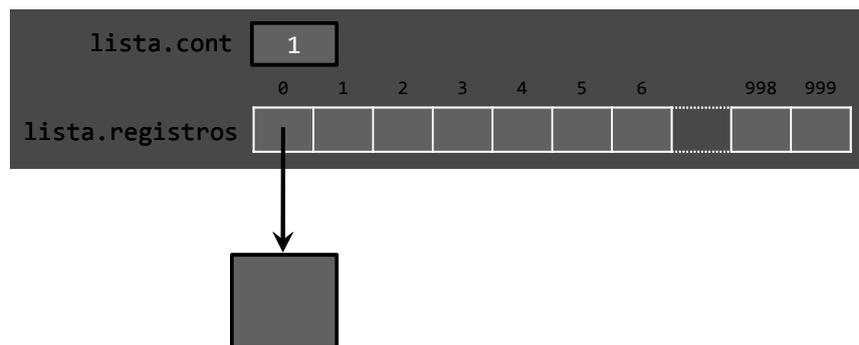


Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

```
tLista lista;  
lista.cont = 0;  
lista.registros[lista.cont] = new tRegistro(nuevo());  
lista.cont++;
```

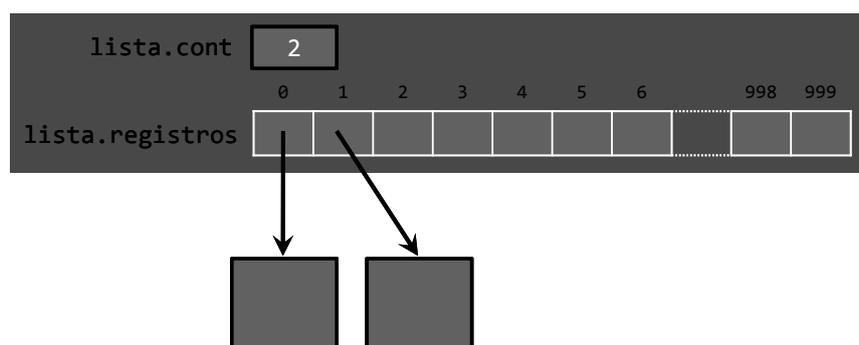


Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

```
tLista lista;  
lista.cont = 0;  
lista.registros[lista.cont] = new tRegistro(nuevo());  
lista.cont++;  
lista.registros[lista.cont] = new tRegistro(nuevo());  
lista.cont++;
```

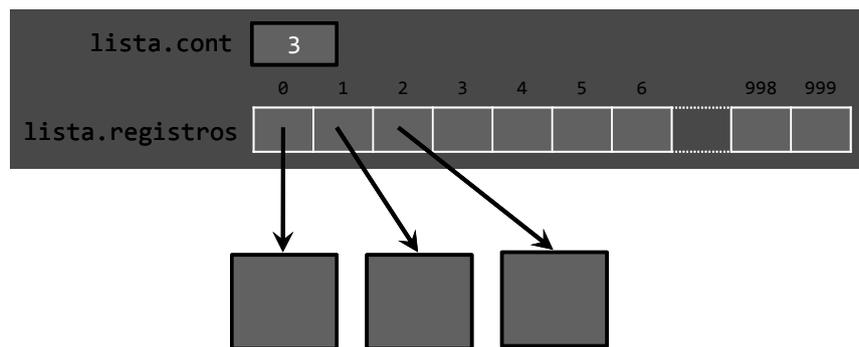


Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

```
tLista lista;  
lista.cont = 0;  
lista.registros[lista.cont] = new tRegistro(nuevo());  
lista.cont++;  
lista.registros[lista.cont] = new tRegistro(nuevo());  
lista.cont++;  
lista.registros[lista.cont] = new tRegistro(nuevo());  
lista.cont++;
```

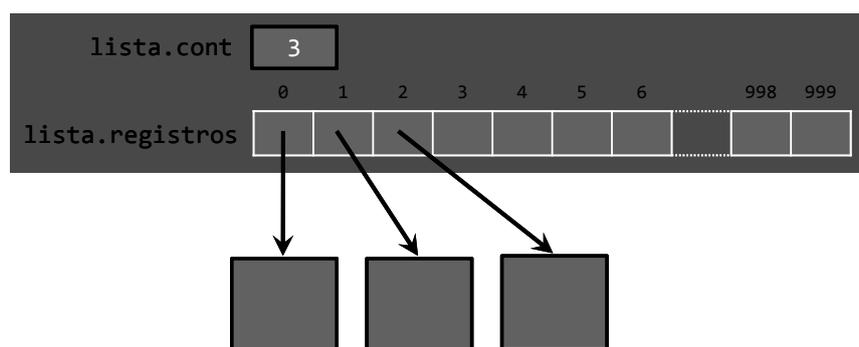


Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

Los registros se acceden a través de los punteros (operador ->):
`cout << lista.registros[0]->nombre;`



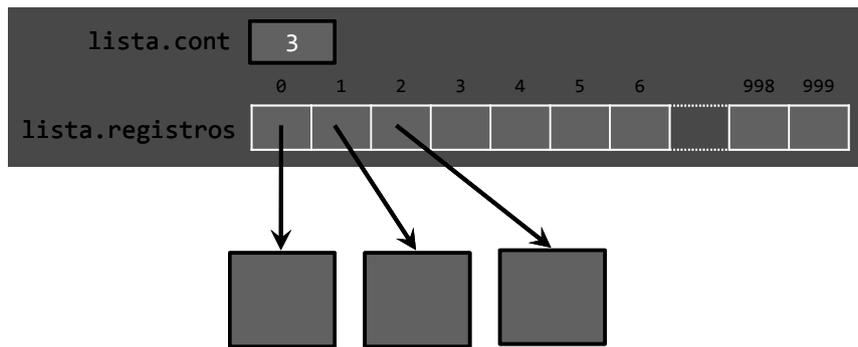
Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

No hay que olvidarse de devolver la memoria al montón:

```
for (int i = 0; i < lista.cont; i++) {  
    delete lista.registros[i];  
}
```



Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

lista.h

```
#ifndef lista_h  
#define lista_h  
#include "registro.h"  
  
const int N = 1000;  
const string BD = "bd.dat";  
typedef tRegPtr tArray[N];  
typedef struct {  
    tArray registros;  
    int cont;  
} tLista;  
  
void mostrar(const tLista &lista);  
void insertar(tLista &lista, tRegistro registro, bool &ok);  
void eliminar(tLista &lista, int code, bool &ok);  
int buscar(const tLista &lista, int code);  
void cargar(tLista &lista, bool &ok);  
void guardar(const tLista &lista);  
void destruir(tLista &lista);  
  
#endif
```

registro.h con el tipo puntero:
typedef tRegistro *tRegPtr;

Luis Hernández Yáñez



```
void insertar(tLista &lista, tRegistro registro, bool &ok) {
    ok = true;
    if (lista.cont == N) {
        ok = false;
    }
    else {
        lista.registros[lista.cont] = new tRegistro(registro);
        lista.cont++;
    }
}

void eliminar(tLista &lista, int code, bool &ok) {
    ok = true;
    int ind = buscar(lista, code);
    if (ind == -1) {
        ok = false;
    }
    else {
        delete lista.registros[ind];
        for (int i = ind + 1; i < lista.cont; i++) {
            lista.registros[i - 1] = lista.registros[i];
        }
        lista.cont--;
    }
}
```

Luis Hernández Yáñez



Arrays de datos dinámicos

```
int buscar(const tLista &lista, int code) {
    // Devuelve el índice o -1 si no se ha encontrado
    int ind = 0;
    bool encontrado = false;
    while ((ind < lista.cont) && !encontrado) {
        if (lista.registros[ind]->codigo == code) {
            encontrado = true;
        }
        else {
            ind++;
        }
    }
    if (!encontrado) {
        ind = -1;
    }
    return ind;
}

void destruir(tLista &lista) {
    for (int i = 0; i < lista.cont; i++) {
        delete lista.registros[i];
    }
    lista.cont = 0;
}

...

```

Luis Hernández Yáñez



```
#include <iostream>
using namespace std;
#include "registro.h"
#include "lista.h"

int main() {
    tLista lista;
    bool ok;
    cargar(lista, ok);
    if (ok) {
        mostrar(lista);
        destruir(lista);
    }

    return 0;
}
```

Elementos de la lista:

```
-----
12345 - Disco duro - 123.59 euros
324356 - Placa base core i7 - 234.50 euros
2121 - Multipuerto USB - 15.00 euros
54354 - Disco externo 500 Gb - 95.00 euros
112341 - Procesador AMD - 132.95 euros
66678325 - Marco digital 2 Gb - 78.99 euros
600673 - Monitor 22" Nisu - 154.50 euros
```



Fundamentos de la programación

Arrays dinámicos



Arrays dinámicos

Creación y destrucción de arrays dinámicos

Array dinámico: array que se ubica en la memoria dinámica

Creación de un array dinámico:

```
tipo *puntero = new tipo[dimensión];
```

```
int *p = new int[10];
```

Crea un array de 10 int en memoria dinámica

Los elementos se acceden a través del puntero: `p[i]`

Destrucción del array:

```
delete [] p;
```



Arrays dinámicos

```
#include <iostream>
using namespace std;
const int N = 10;

int main() {
    int *p = new int[N];
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        p[i] = i;
    }
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        cout << p[i] << endl;
    }
    delete [] p;

    return 0;
}
```

¡No olvides destruir el array dinámico!



Ejemplo de array dinámico

listaAD.h

```
...
#include "registro.h"

const int N = 1000;

// Lista: array dinámico (puntero) y contador
typedef struct {
    tRegPtr registros;
    int cont;
} tLista;

...
```

Luis Hernández Yáñez



Fundamentos de la programación: Punteros y memoria dinámica

Página 931



Ejemplo de array dinámico

listaAD.cpp

```
void insertar(tLista &lista, tRegistro registro, bool &ok) {
    ok = true;
    if (lista.cont == N) {
        ok = false;
    }
    else {
        lista.registros[lista.cont] = registro;
        lista.cont++;
    }
}
```

No usamos new
Se han creado todo
el array al cargar

```
void eliminar(tLista &lista, int code, bool &ok) {
    ok = true;
    int ind = buscar(lista, code);
    if (ind == -1) {
        ok = false;
    }
    else {
        for (int i = ind + 1; i < lista.cont; i++) {
            lista.registros[i - 1] = lista.registros[i];
        }
        lista.cont--;
    }
} ...
```

No usamos delete
Se destruye todo
el array al final

Luis Hernández Yáñez



Fundamentos de la programación: Punteros y memoria dinámica

Página 932



Ejemplo de array dinámico

```
int buscar(tLista lista, int code) {
    int ind = 0;
    bool encontrado = false;
    while ((ind < lista.cont) && !encontrado) {
        if (lista.registros[ind].codigo == code) {
            encontrado = true;
        }
        else {
            ind++;
        }
    }
    if (!encontrado) {
        ind = -1;
    }
    return ind;
}

void destruir(tLista &lista) {
    delete [] lista.registros;
    lista.cont = 0;
}
...
```

Luis Hernández Yáñez



Ejemplo de array dinámico

```
void cargar(tLista &lista, bool &ok) {
    ifstream archivo;
    char aux;
    ok = true;
    archivo.open(BD.c_str());
    if (!archivo.is_open()) {
        ok = false;
    }
    else {
        tRegistro registro;
        lista.cont = 0;
        lista.registros = new tRegistro[N];
        archivo >> registro.codigo;
        while ((registro.codigo != -1) && (lista.cont < N)) {
            archivo >> registro.valor;
            archivo.get(aux); // Saltamos el espacio
            getline(archivo, registro.nombre);
            lista.registros[lista.cont] = registro;
            lista.cont++;
            archivo >> registro.codigo;
        }
        archivo.close();
    }
}
```

Se crean todos a la vez



Luis Hernández Yáñez



Mismo programa principal que el del array de datos dinámicos
Pero incluyendo listaAD.h, en lugar de lista.h

```
Elementos de la lista:
-----
12345 - Disco duro - 123.59 euros
324356 - Placa base core i7 - 234.50 euros
2121 - Multipuerto USB - 15.00 euros
54354 - Disco externo 500 Gb - 95.00 euros
112341 - Procesador AMD - 132.95 euros
66678325 - Marco digital 2 Gb - 78.99 euros
600673 - Monitor 22" Nisu - 154.50 euros
```

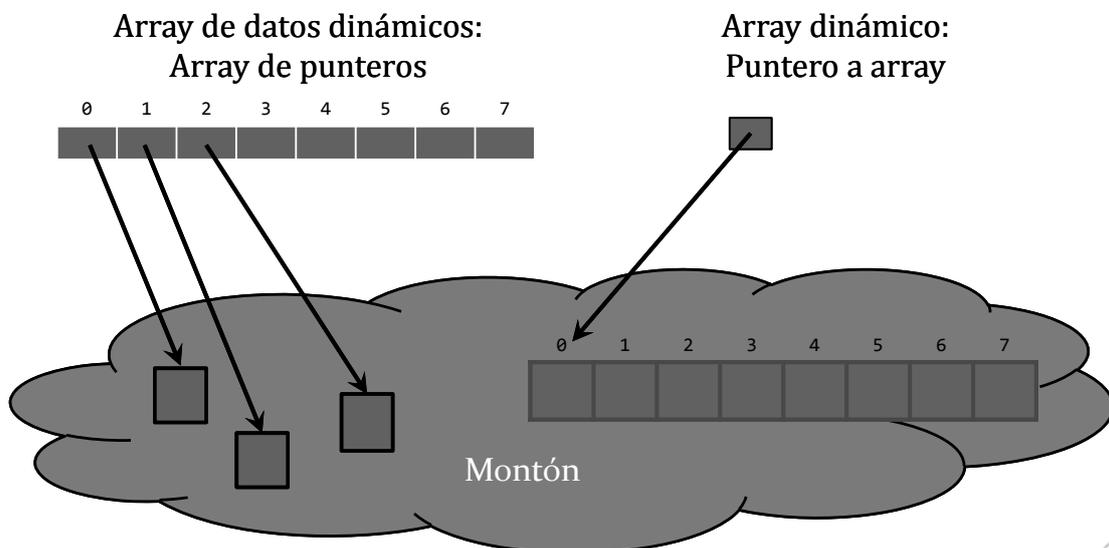
Luis Hernández Yáñez



Arrays dinámicos vs. arrays de dinámicos

Array de datos dinámicos: Array de punteros a datos dinámicos

Array dinámico: Puntero a array en memoria dinámica



Luis Hernández Yáñez





Licencia CC (Creative Commons)

Este tipo de licencias ofrecen algunos derechos a terceras personas bajo ciertas condiciones.

Este documento tiene establecidas las siguientes:

-  Reconocimiento (*Attribution*):
En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia hará falta reconocer la autoría.
-  No comercial (*Non commercial*):
La explotación de la obra queda limitada a usos no comerciales.
-  Compartir igual (*Share alike*):
La explotación autorizada incluye la creación de obras derivadas siempre que mantengan la misma licencia al ser divulgadas.

Pulsa en la imagen de arriba a la derecha para saber más.

