

Programación en Pascal. Memoria dinámica

Miguel Ortuño
Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada
Universidad Rey Juan Carlos

Abril de 2024



© 2024 Miguel Angel Ortuño Pérez.
Algunos derechos reservados. Este documento se distribuye bajo la
licencia *Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional* de Creative
Commons, disponible en
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

- 1 Memoria dinámica
 - Introducción
 - Punteros
 - Listas encadenadas

Formas de almacenamiento de datos en memoria

Hay tres formas de almacenar datos en la memoria del ordenador:

- Variables y constantes globales, también llamadas *estáticas*.
Ya las conocemos.
- Variables y constantes locales, también llamadas *automáticas*.
Ya las conocemos.
- Memoria dinámica.
Dedicaremos este tema a presentar una introducción a la memoria dinámica.

Memoria estática

Como sabemos, se usa de dos formas:

- Variables globales. Muy peligrosas. En este curso, *supenso seguro*.
- Constantes globales. Las usamos en ocasiones: para el tamaño de un array o para magnitudes físicas o matemáticas universales.

A las variables y constantes globales también se las llama *estáticas*, porque se pueden usar en todo el programa, *viven* en memoria durante toda la vida del programa.

Memoria automática

- Variables locales.
De un procedimiento, de una función o del cuerpo principal de un programa.
- Parámetros de funciones y procedimientos.
Su ámbito está restringido a un subprograma (función o procedimiento), no se pueden usar fuera de su ámbito.

A estas variables y parámetros también se les llama *variables automáticas*, porque se crean en memoria automáticamente cuando el programa entra en su subprograma, y se liberan automáticamente al abandonar el subprograma.

Tanto en la memoria estática como en la memoria automática, teníamos una limitación muy severa: antes de usar una variable, constante o parámetro teníamos que fijar y limitar el tamaño que ocuparía.

- Un número real, un boolean, un entero, etc almacenan exactamente 1 valor.
- Una cadena (en nuestro dialecto de Pascal, Object Pascal sin directivas adicionales) permite un máximo de 255 caracteres.
- En un array el programador indica el número de posiciones. Ese espacio queda reservado y ocupado, no importa si se usa o no.
 - Si es necesario almacenar más datos de los previstos inicialmente, no se puede.
 - Si no se ocupa todo el array con valores útiles, se desperdicia memoria.

Memoria dinámica

La *memoria dinámica* es una técnica que permite que el programador no indique en el código fuente del programa cuánto espacio ocupará un dato o estructura de datos, si no que en *tiempo de ejecución*, esto es, *sobre la marcha*, el propio programa va ocupando y liberando la memoria que necesita.

Esto puede gestionarlo:

- El programador.
- El lenguaje de programación.

- En muchos lenguajes de programación, el manejo de la memoria dinámica es responsabilidad del programador. Esto tiene cierta dificultad y es propenso a errores, aunque se puede conseguir un código muy eficiente, muy rápido, que consume muy poca memoria.
 - Es típico de lenguajes de los años 1970 y 1980 como C y Pascal, aunque hay muchas excepciones.
- En otros lenguajes de programación, el propio compilador (o intérprete) se ocupa de gestionar la memoria dinámica. Esto los hace más fáciles de usar y con menos errores. Aunque el código suele ser menos eficiente.
 - Es típico de lenguajes de los años 1990 y posteriores como python, java y javascript. Aunque hay muchas excepciones.

Punteros

Usando memoria dinámica, para manejar un valor ya no tratamos con una única entidad, una *variable*, sino con dos: *punteros* apuntando a *datos*.

- El puntero no contiene el dato directamente, sino la dirección de memoria donde está el dato. El puntero *apunta al dato*.
- A partir del puntero se obtiene el dato, a esto se llama *aplicar una indirección*, o, coloquialmente, *atravesar el puntero*.

- En los lenguajes como C y Pascal, el programador es responsable de:
 - Reservar memoria para un dato.
 - Asegurarse de que el puntero apunta a una zona de memoria correctamente reservada.
 - Liberar la memoria cuando ya no sea necesaria.
- En lenguajes como python, java y javascript, muchas de estas tareas se hacen automáticamente.
 - Por ejemplo, la memoria la libera *de vez en cuando* el *recolector de basura*. Pero el hecho de que este recolector se ejecute sin control directo del programador puede ser un inconveniente.

Listas encadenadas

Hay muchas formas de manejar memoria dinámica, la más sencilla es la *lista encadenada*, también llamada *lista enlazada*. Es una estructura similar a una cadena (de eslabones, no de texto). Está formada por nodos.

- Se inicia la lista como una cadena vacía.
- Cada nodo contiene información de un elemento (típicamente un registro) y apunta al nodo siguiente.
- Se añaden uno a uno los nodos necesarios.
- Cuando ya no son necesarios, se liberan. Sería equivalente a quitar eslabones de la cadena metafórica.

Declaración e inicialización

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program punteros_01;

type
  TipoLista = ^TipoNodo; // TipoLista es un puntero a un nodo

  TipoNodo = record
    valor: integer; // El valor que nos interesa
    sig: TipoLista; // Puntero al siguiente nodo
  end;

procedure inicia_lista(var lista: TipoLista);
begin
  lista := nil;
end;
```

Adición de nuevo elemento

```
procedure aniade_elemento(var lista:TipoLista; valor:integer);
var
  nodo : TipoLista;
begin
  new(nodo);           // Reservamos memoria para un nuevo nodo
  nodo^.valor := valor; // Le damos su valor
  nodo^.sig := lista; // Enlazamos el nodo a la cadena
  lista := nodo       // Ahora la lista empieza por el nuevo nodo
end;
```

Procesamiento de la lista

```
procedure recorre_lista(var lista:TipoLista);  
begin  
  while (lista <> nil) do begin // Mientras no estemos en el fin  
    writeln(lista^.valor);      // Procesamos el nodo  
    lista := lista^.sig         // Pasamos al siguiente elemento  
  end  
end;
```

Este procesamiento recorre la lista en orden inverso al de creación: el primer elemento en entrar es el último en salir.

Liberación de memoria

```
procedure libera_lista(var lista:TipoLista);
var
  previo : TipoLista;
begin
  while (lista <> nil) do begin
    previo := lista;           // Guardamos el elemento anterior
    lista := lista^.sig;      // La lista apunta al siguiente
    dispose(previo)           // Borramos el anterior
  end
end;
```


Uso de los procedimientos anteriores

```
var
  lista : TipoLista;
begin
  inicia_lista(lista);
  aniade_elemento(lista, 1);
  aniade_elemento(lista, 2);
  aniade_elemento(lista, 3);

  recorre_lista(lista);
  libera_lista(lista);
end.
```

Código fuente completo:

https://gsync.urjc.es/~mortuno/fpi/punteros_01.pas

Recomendaciones

Para un estudiante de introducción a la programación, el uso de memoria dinámica tiene cierta complejidad. Para evitar errores, reutiliza este código con los mínimos cambios imprescindibles.

- Usa las mismas funciones y tipos de datos, puedes usar exactamente los mismos nombres.
- Límitate a cambiar el campo *valor* de *Tiponodo*.
 - Para estructuras sencillas, reemplaza *valor* por los campos que necesites.
 - Para estructura un poco más complejas, sustituye *valor* por un tipo registro, que contenga los campos necesarios.
- En el procedimiento *recorre_lista*, reemplaza el *writeln* por la llamada al subprograma que corresponda.