Índice

Introducción a la Programación

- Conceptos básicos
- Algorítmica básica
- Subprogramas
- Constructores de tipos
- Metodología de diseño:
  - algoritmos iterativos
  - algoritmos recursivos

Conceptos Básicos

- Computadores y programación
- Diseño e implementación de programas
- Introducción intuitiva a la programación

Computadores y programación

- Computador: máquina electrónica capaz de realizar cálculos y tratar grandes cantidades de información de forma automática, siguiendo un conjunto de instrucciones.
- Hardware: componentes físicos
- Software: conjunto de programas ejecutables

- Primer computador: máquina analítica (C. Babbage 1792-1871)
- Primer programador: Lady Ada Augusta Byron (1815-1852)

Diseño e implementación de programas

- Algoritmo:
- 1) Conjunto de instrucciones o sentencias que pueden ser ejecutadas ordenadamentre en el tiempo, para resolver un problema concreto, obteniendo unos resultados a partir de unos datos iniciales
- 2) Sucesión de estados definidos por los valores que van tomando las variables del programa
- <Estado0> instrucción1 <Estado1> ... instrucciónN <EstadoN>

- Un algoritmo describe un método general
- Un mismo algoritmo se puede aplicar a distintos conjuntos de datos

Diseño e implementación de programas

- Datos (entrada): 3.1 2.4 1.0

- Algoritmo:

```
leeReal(a)
leeReal(b)
leeReal(x)
y := a * x + y
escribeReal(y)
```

- Resultados (salida): 5.5

Diseño e implementación de programas

- Un **algoritmo** (del matemático persa al-Jwarizmi) es un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.
- Un algoritmo debe ser correcto para cualquier conjunto de datos.
- Los algoritmos pueden ser expresados de muchas maneras, incluyendo:
  - lenguaje natural: tienden a ser ambiguas y extensas
  - pseudocódigo: evita muchas ambigüedades del LN
  - diagramas de flujo
  - lenguajes de programación

Conceptos básicos: Diseño e implementación de programas

- Ciclo de vida: Conjunto de etapas que permiten pasar de un problema a un programa ejecutable que lo resuelve.

- Especificación: QUÉ debemos resolver: pre/post
- Diseño: CÓMO lo resolvemos: algoritmo
- Implementación: programa
- Uso y mantenimiento:

Introducción intuitiva

- Objetivos:
  - Familiarizarse con la notación algorítmica:
    - Sintaxis: CÓMO se expresa
    - Semántica: QUÉ se expresa
  - Aprender a interpretar un programa escrito en notación algorítmica:
    - Dado un programa, unos datos de entrada, saber cuáles debrían ser los resultados.

Conceptos básicos: Introducción intuitiva

```
algoritmo suma
    var d1, d2, r: entero fvar
    leerEntero(d1)
    leerEntero(d2)
    r := d1 + d2
    escribir(r)
falgoritmo
```

- Palabras clave: algoritmo, falgoritmo, var, fvar
- El bloque **algoritmo**, **falgoritmo** define el algortimo suma
- Las variables d1, d2, r son contenedores que permiten representar números enteros
- Las variables se declaran en el bloque formado por **var** y **fvar**
- Los datos de entrada son dos enteros, y el resultado otro entero, suma de los anteriores.

Introducción intuitiva

```
algoritmo suma
    var d1, d2, r: entero fvar
    leerEntero(d1)
    leerEntero(d2)
    r := d1 + d2
    escribir(r)
falgoritmo
```

- La operación de asignación indicada como ":=" se usa para modificar el contenido de una variable
- La acción leerEntero y escribir entero, leen y escriben datos
- El algortimo se tabula (indenta) para resaltar los bloques y facilitar su legibilidad
- Las cuatro líneas entre fvar y falgoritmo son las instrucciones o sentencias ejecutables

Introducción intuitiva

```
algoritmo suma
    var d1, d2, r: entero fvar
        Estado0
    leerEntero(d1)
        Estado1
    leerEntero(d2)
        Estado2
    r := d1 + d2
        Estado3
    escribir(r)
        Estado4
falgoritmo
```

Estado	Entrada	d1	d2	r	Salida
0	^ 4 5	-	-	-	-
1	4 ^ 5	4	-	-	-
2	4 5 ^	4	5	-	-
3	4 5 ^	4	5	9	-
4	4 5 ^	4	5	9	9

- El símbolo ^ precede al dato que se leerá a continuación

Tipos de Lenguajes de programación

- De alto y bajo nivel
- Interpretados y compilados
- Estructurados
- Fuerte o débilmente tipados
- Orientados a Objetos
- Imperativos
- Funcionales
- Lógicos
- ...

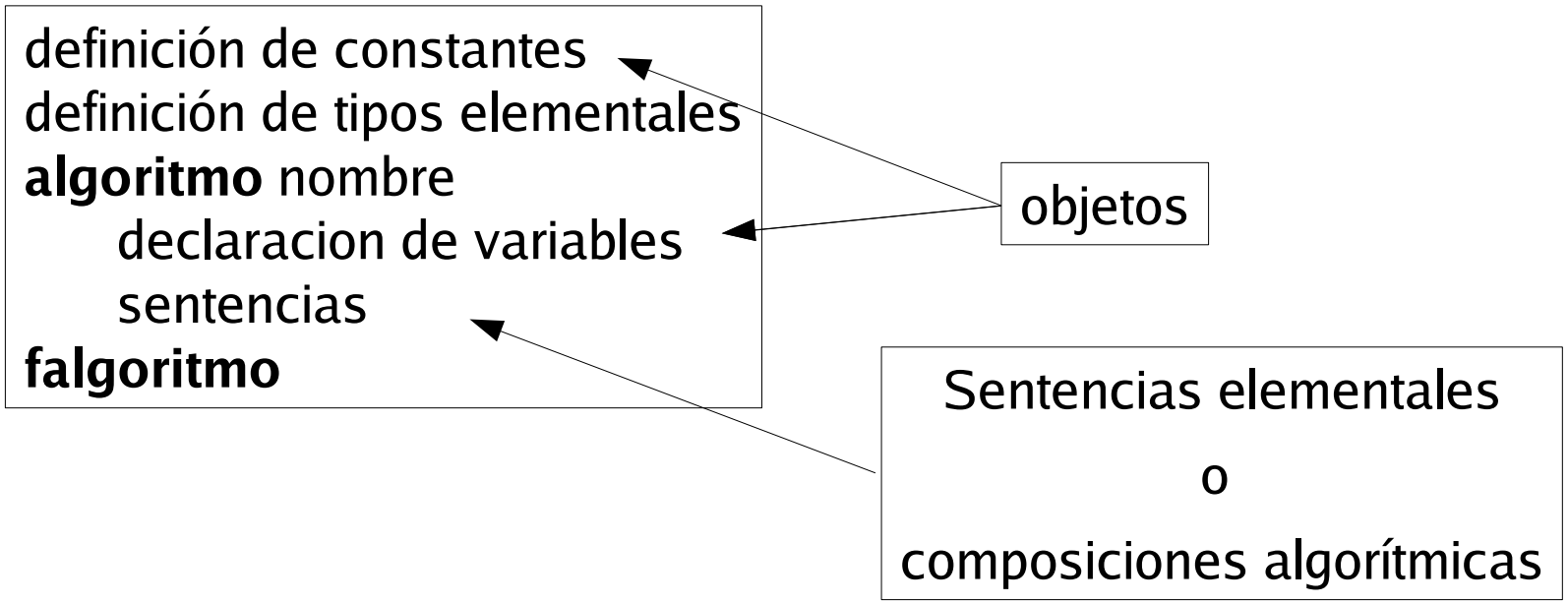
Algorítmica básica

- Objetivos
- Estructura general de un algoritmo
- Objetos
- Tipos elementales
- Expresiones
- Sentencias
- Composiciones algorítmicas

Objetivos

- Estudiar la parte fundamental de la notación algorítmica (siguiendo un paradigma imperativo).
- Consolidar el concepto de sintaxis formal
- Estudiar los tipos de datos
- Estudiar las sentencias fundamentales de la notación y como se combinan

Estructura general de un algoritmo



Objetos

- Objeto: unidad de información que interviene en la resolución de un problema.
  - Nombre:
    - secuencia de uno o más caracteres alfanuméricos (letras y dígitos) y el carácter '_'.
    - El primer carácter tiene que ser una letra.
    - No pueden ser palabras clave o reservadas
  - Tipo: rango de valores y operaciones de los objetos
  - Valor:
    - Constantes: valor no modificable (nombre en mayúsculas)
    - Variables: valor modificable (nombre en minúsculas)

Objetos

- Declaración y definición de constantes

```
const nombre_constante : nombre_tipo = valor
fconst
```

```
const
    MAX: entero = 8
    PI: real = 3.1415
    LETRA_A: caracter = 'a'
    FIN: booleano = falso
fconst
```

Objetos

- Declaración y definición de variables

```
var nombre_variable : nombre_tipo
fvar
```

```
var
    a: entero
    p1, p2, p3: real
    LETRA: caracter
    FIN: booleano
fconst
```

Tipos elementales

- Los tipos determinan cuáles son los valores que pueden contener y qué operaciones se permiten hacer con estos valores
- Los tipos elementales vienen predefinidos en los lenguajes de programación
- Nosotros consideraremos los siguientes:
  - Entero
  - Real
  - Carácter
  - Booleano

Tipos elementales

- La **signatura** de una operación indica qué operandos hay y de qué tipo son, así como la naturaleza del resultado

  +: entero, entero -> entero 4 + 2 -> 6

  * : real, real -> real 2.0 * 4.0 -> 8.0

- Un símbolo de operación está **sobrecargado** cuando puede significar operaciones distintas

  * : entero, entero -> entero 2 * 4 -> 8

- La **aridad** de una operación indica el número de argumentos de la operación

  +: entero, entero -> entero (binaria)

  no : booleano -> boleano (unaria)

Tipo entero

- Subconjunto de números enteros entre MIN y MAX
- Los valores se representan en base 2
  - 2 bytes: $[-2^{15}, 2^{15}-1]$
  - 4 bytes: $[-2^{31}, 2^{31}-1]$
  - Ejemplo: 152 : 00000000 10011000
  - Limitado en magnitud, pero no en precisión
- Las constantes de tipo entero: [0-9,-]
- Operaciones artiméticas:
  - Binarias: +, -, *, **div**, **mod** (cociente y residuo de la división entera)
  - Unarias: -
- Operaciones de relación:
  - =, != (<>), <, >, <=, >=

Tipo real

- Subconjunto de los números reales: número = mantisa * $2^{exponente}$
- _ | _ _ _ _ _ _ _ _ | _ |
- s exponente mantisa
- 4 bytes : [$-0.29 * 10^{-38}$, $1.7 * 10^{38}$]
- Limitaciones en magnitud (exponente) y precisión (mantisa)
- Constantes reales: [0-9, ., -, E]
- Ejemplos: 4.0 -3.8765 1009.001 0.21E4
- Operaciones artiméticas:
  - Binarias: +, -, *, /
  - Unarias: -
- Operaciones de relación:
  - =, != (<>), <, >, <=, >=
-

Tipo real

- **función** sin (**ent** x: real) **devuelve** real
- **función** cos (**ent** x: real) **devuelve** real
- **función** tan (**ent** x: real) **devuelve** real
- **función** exp (**ent** x: real) **devuelve** real
- **función** log (**ent** x: real) **devuelve** real
- **función** log10 (**ent** x: real) **devuelve** real
- **función** pow (**ent** x: real, **ent** x: real) **devuelve** real
- **función** sqrt (**ent** x: real) **devuelve** real
- **función** fabs (**ent** x: real, **ent** x: real) **devuelve** real
- Conversión (coerción) entre entero y real:
  - entero(2.0) -> 2 entero(-1.01) -> -2
  - real(2) -> 2.0

Tipo caracter

- Valores: un conjunto de símbolos (alfabeto) mediante distintos tipos de codificación: ASCII, Unicode, etc.
- Operaciones de relación:
  - =, != (<>), <, >, <=, >=
  - Por ejemplo: 'A' < 'B' -> cierto
- código: caracter -> entero
  - Por ejemplo: codigo('A')=65

Tipo booleano

- Valores: {cierto, falso}
- Operaciones:
  - Binarias: **y**, **o**
  - Unarias: **no**
  - Operaciones de relación:
    - =, != (<>), <, >, <=, >=
    - Por convenio: falso < cierto
- Leyes de morgan

  no (a **y** b) = **no** a **o** **no** b

  no (a **o** b) = **no** a **y** **no** b

p	q	**no** p	p **y** q	p **o** q
C	C	F	C	C
C	F	F	F	C
F	C	C	F	C
F	F	C	F	F

Expresiones

- Una **espresión** es un conjunto de variables, constantes y operadores que denotan un valor
- Una expresión debe ser correcta sintáctica y semánticamente
  - Sintáctica: los símbolos que la componen deben formar una estructura válida
  - Semántica: el valor se puede calcular

Expresiones: corrección sintáctica

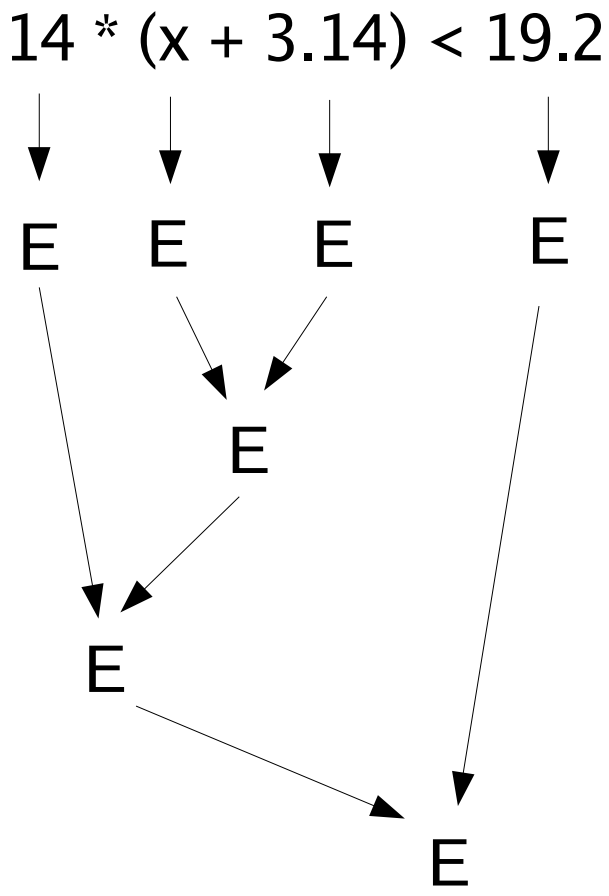
- Sea op1 una operación unaria, op2 una binaria y E1 y E2 expresiones, una expresión puede ser:

Una constante	3.1415
Una variable	r
Una llamada a una función	sin(x)
op1 E1	- 4.0
E1 op2 E2	- 4.0 * r
(E1)	**no** (a > 50 **o** b)

Expresiones: corrección sintáctica

- Para determinar si una expresión es sintácticamente correcta, se debe realizar un análisis sintáctico
  - Se etiquetan las constantes y variables como expresiones
  - Se aplican reglas sintácticas para formar subexpresiones
  - El proceso termina cuando no se pueden agrupar más elementos
  - Si el análisis es completo, la expresión es correcta
  - En caso contrario, no es correcta sintácticamente

Expresiones: árbol sintáctico



Expresiones: ambigüedades

- Para evitar las ambigüedades hacen falta dos reglas más:
  - Regla de la prioridad: establece un orden de prioridad entre los operadores

    () máxima prioridad

    Funciones

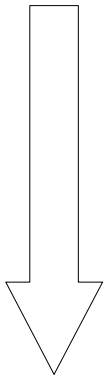
    - , **no**

    * , /, **div**, **mod**

    + , -

    =, !=, <, >, <=, >=

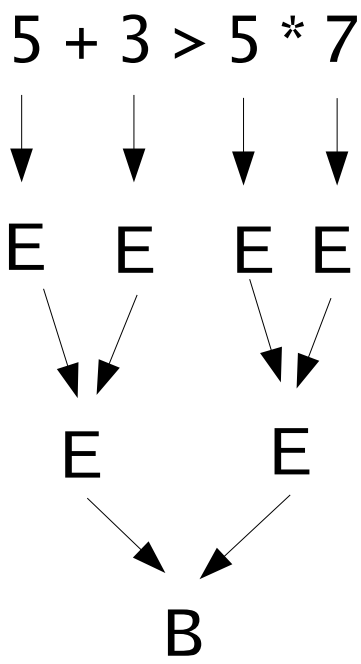
    y, **o** mínima prioridad

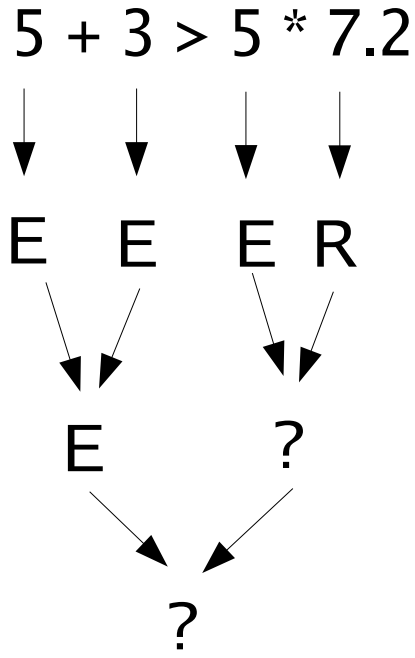
    

  - Regla de la asociatividad: análisis de izquierda a derecha para los operadores con la misma prioridad (excepto booleanos, donde la prioridad se marca con paréntesis)

Expresiones: corrección semántica

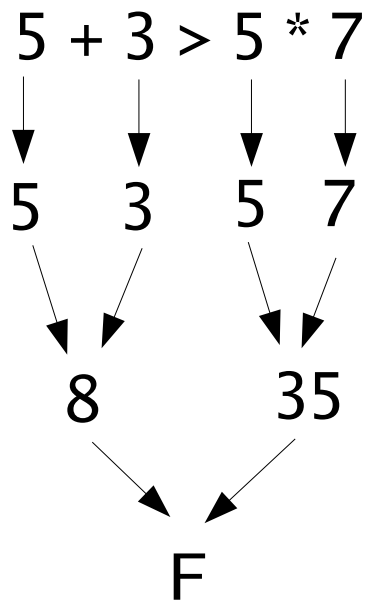
- La corrección semántica determina si la expresión es correcta en cuanto a combinación de tipos de datos
- Se realiza sobre el árbol sintáctico partiendo de las hojas y etiquetando todas las subexpresiones con su tipo





Expresiones: evaluación

- Sólo se puede evaluar una expresión sintáctica y semánticamente correcta
- Evaluar es obtener (calcular) el valor que denota una expresión
- Se realiza sobre el árbol de análisis partiendo de las hojas y etiquetando todas las subexpresiones con su valor resultante



Expresiones booleanas

- Siempre debemos poner paréntesis

  a **y** b **o** c -> (a **y** b) **o** c

- La comparación de una expresión booleana con una constante booleana es redundante (mejor consultar por el valor de la variable)

  b = **cierto** -> b

  b = **falso** -> **no** b

Acciones simples: sentencias

- La asignación permite dar valor a una variable

  variable := expresión

- El símbolo de asignación ":=" se lee como "toma por valor"
- En el lado izquierdo siempre una variable
- En el lado derecho siempre una expresión
- Primero se evalua la expresión y a continuación se asigna el valor resultante a la variable
- El tipo de la variable y la expresión deben coincidir

Acciones simples: sentencias

- Acciones de lectura y escritura
- CEE: Canal estándar de entrada (teclado, fichero ...)
- CES: Canal estándar de salida (pantalla, fichero ...)
- Lectura: se transfiere información del CEE a una variable

  var x: entero **fvar**

  leerEntero(x) x := CEE
- Escritura: se transfiere información de una variable al CES

  var x: entero **fvar**

  escribirEntero(x) CES := x

Acciones simples: sentencias

- Toda variable, antes de ser consultada debe tener aún valor
- Las variables toman valores cuando están en el lado izquierdo de una asignación o cuando són leidos
- Una variable se inicializa cuando toma valor por primera vez
- Una variable se consulta cuando está en el dado derecho de una asignación o cuando se escribe

Composición de acciones

- Una herramienta fundamental de los LP es la composición de acciones. Se define de forma recurrente:
- Una composición de acciones es:
  - Una sentencia (acción simple)
  - Una sentencia y una composición de acciones
- Componer significa combinar acciones para describir cómputos más complejos
- Hay tres formas clásicas de componer acciones:
  - La composición secuencial
  - La composición alternativa
  - La composición iterativa

Composición alternativa o condicional

- La evaluació de una (o varias) expresiones booleanas provoca la ejecución de un conjunto u otro de sentencias.

si expresiónBooleana **entonces**
    composición de sentencias
fsi

si expresiónBooleana **entonces**
    composicion de sentencias1
sino
    composicion de sentencias2
fsi

Composición alternativa o condicional

opción

caso expresiónBooleana1 **entonces** composición de sentencias1

caso expresiónBooleana2 **entonces** composición de sentencias2

otrocaso composición de sentencias3

fopción

- La composición está bien construida si se cumple una y sólo una condición expresiónBooleana y las opciones constituyen una partición del conjunto de acciones

Composición alternativa o condicional

```
algoritmo ejemplo
    var a, b, min: entero fvar
    leerEntero(a);
    leerEntero(b);
    si a < b entonces
        min := a
    sino
        min := b
    fsi
    escribirEntero(min)
falgoritmo
```

Composición iterativa

mientras expresiónBooleana **hacer**

composición de sentencias

fmientras

- Mientras la evaluación de la expresiónBooleana sea cierta, se ejecuta la composición de sentencias
- Sólamente cuando la expresiónBooleana es falsa, se sale de la iteración
- Puede que la composición de sentencias no se ejecute nunca si la expresiónBooleana es falsa de entrada

Composición iterativa

```
algoritmo ejemplo
    var n, i, suma: entero fvar
    leerEntero(n);
    i := 1;
    mientras i <= n hacer
        suma := suma + i;
        i := i + 1
    fmientras
    escribirEntero(suma)
falgoritmo
```

- Este algoritmo hace n iteraciones
- Calcula la suma de los n primeros naturales
- Al final se cumple que i > n (i=n+1)

Composición iterativa

```
algoritmo ejemplo
    var n, i, b: entero fvar
    leerEntero(n);
    i := n;
    b := 1;
    mientras i >= 0 hacer
        b := b * 3;
        i := i - 1
    fmientras
    escribirEntero(b)
falgoritmo
```

- Este algoritmo hace n+1 iteraciones
- Calcula 3^{n+1}
- Al final se cumple que i < n (i=-1)

Composición iterativa

```
algoritmo ejemplo
    var n, i, suma: entero fvar
    leerEntero(n);
    i := 1;
    mientras i < n hacer
        suma := suma + i;
        i := i + 1
    fmientras
    escribirEntero(suma)
falgoritmo
```

- Error: el algortimo hace n-1 iteraciones: no calcula la suma de los n primeros naturales

Composición iterativa

```
algoritmo ejemplo
    var n, i, suma: entero fvar
    leerEntero(n);
    i := 1;
    mientras i <= n hacer
        suma := suma + i;
    fmientras
    escribirEntero(suma)
falgoritmo
```

- Error: el algortimo no termina. i siempre vale 1.

Subprogramas

- Objetivos
- Introducción
- Parámetros
- Funciones
- Acciones
- Diseño de un subprograma

Objetivos

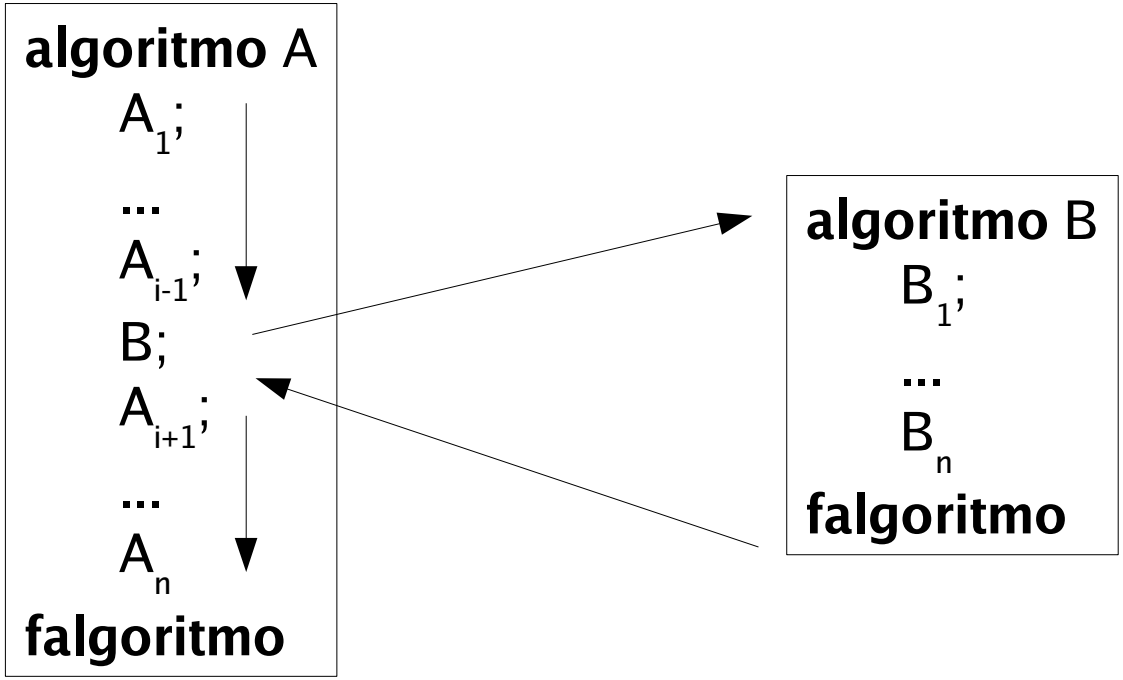
- Entender las ventajas de estructurar programas en subprogramas
- Entender los conceptos y notación asociados a los subprogramas

Introducción

- Los subprogramas son un mecanismo de los lenguajes estructurados que permiten agrupar sentencias
- Hay dos tipos de subprogramas:
  - Acciones
  - Funciones
- Los subprogramas constan de una cabecera y un cuerpo
- La llamada a un subprograma pasa el control al código del subprograma

Introducción: control de la ejecución

- Cuando un subprograma A llama a un subprograma B:
  - A pasa el control a B
  - Se establece una comunicación entre A y B: paso de parámetros
  - Cuando B acaba, devuelve el control a A



Introducción: ventajas de los subprogramas

- El programa es estructura como un conjunto de subprogramas cortos, en lugar de un programa muy largo (de miles de líneas de código) que resuelve todos los problemas (spaguetti code)
- El programa gana en claridad estructurándose de forma jerárquica. El programa principal se convierte en una guía-resúmen del programa completo.
- Evita repeticiones factorizando el código
- Facilita la depuración: se verifican primero los subprogramas, y luego el programa principal

Introducción: ejemplo

- Dados dos enteros, n y k, diseñad un algoritmo que calcule el número combinatorio:

$$C_n^k = \binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)!\,k!}$$

- Este algortimo calcula el factorial de 3 valores distintos, por tanto, se diseñará un subprograma (una función) que calcule el factorial, de forma que el código correspondiente sólo se escribe una vez

Introducción: ejemplo

```
algoritmo Comb
    var n, k, c: entero fvar
    leerEntero(n);
    leerEntero(k);
    c := Factorial(n) div (Factorial(n-k) * Factorial(k))
    escribirEntero(c)
falgoritmo
```

```
función Factorial (ent n: entero) devuelve entero
    var i, f: entero fvar
    i := 1; f :=1
    mientras i <= n hacer
        f := f * i; i := i +1
    fmientras
    devuelve f
ffunción
```

cabecera

Parámetros

- Los parámetros son datos que se pasan los subprogramas
- Vienen definidos por:
  - Tipo
  - Mecanismo de paso: forma de transmisión de los datos entre el algoritmo A y el subprograma B
    - Entrada (**ent**): B sólo podrá consultar el parámetro
    - Salida (**sal**): B genera el parámetro
    - Entrada/Salida (**ent/sal**): B puede consultar y modificar el parámetro

Parámetros actuales y formales

- Los parámetros **actuales** son los que aparecen en la sentencia de la llamada al subprograma
- Los parámetros **formales** son los que aparecen en la cabecera de la definición del subprograma
- Los parámetros actuales y formales deben coincidir en:
  - Número
  - Tipo
  - Orden
  - Significado
- El nombre no tiene por qué coincidir

Parámetros: ejemplo

```
algoritmo Comb
    var n, k, c: entero fvar
    leerEntero(n);
    leerEntero(k);
    c := Factorial(n) div (Factorial(n-k) * Factorial(k))
    escribirEntero(c)
falgoritmo
```

Parámetros actuales

```
función Factorial (ent n: entero) devuelve entero
    var i, f: entero fvar
    i := 1; f :=1
    mientras i <= n hacer
        f := f * i; i := i +1
    fmientras
    devuelve f
ffunción
```

Parámetro formal

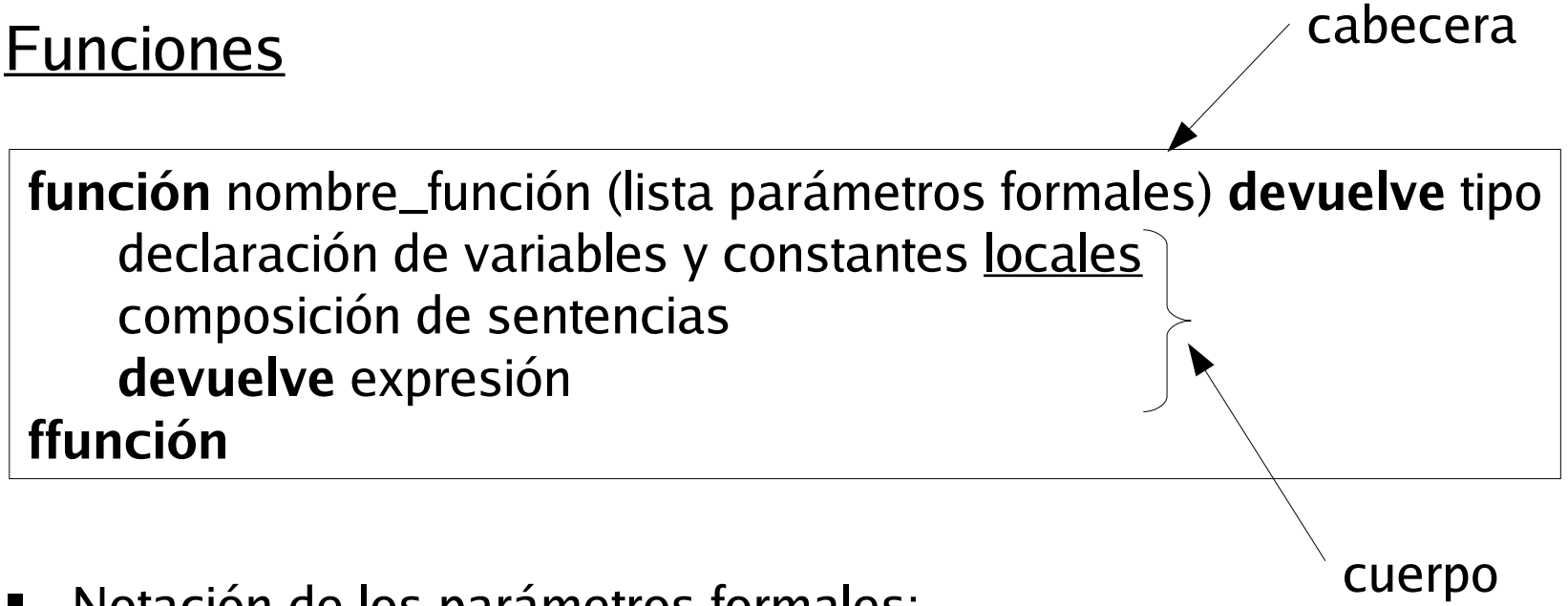
Funciones

- La llamada a una función se realiza dentro de una expresión

  nombre_función (lista de parámetros actuales);

- Los distintos parámetros actuales pueden ser:
  - Nombre de variables del algortimo que llama a la función
  - Expresión (si el parámetro es de entrada)

Funciones



- Notación de los parámetros formales:

  mecanismo_de_paso nombre_parámetro : tipo_parámetro

- Las funciones sólo tienen parámetros de entrada
- Toda función develve el valor de la expresión del tipo indicado en la cabecera

Funciones: ejemplo

```
función Factorial (ent n: entero) devuelve entero
    var i, f: entero fvar
    i := 1; f :=1
    mientras i <= n hacer
        f := f * i; i := i +1
    fmientras
    devuelve f
ffunción
```

- En una función todos los parámetros son de entrada
- Toda función devuelve el valor de una expresión indicada en la cabecera
- Las variables i, f son locales

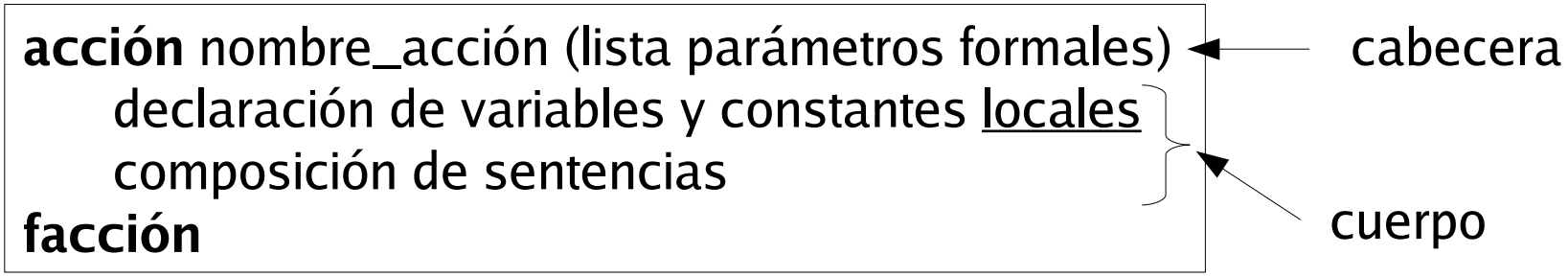
Acciones

- La llamada a una acción es una sentencia ejecutable

  nombre_acción (lista de parámetros actuales);

- Los distintos parámetros actuales pueden ser:
  - Nombre de variables del algortimo que llama a la acción
  - Expresión (si el parámetro es de entrada)

Acciones



- Notación de los parámetros formales:

  mecanismo_de_paso nombre_parámetro : tipo_parámetro

- Los parámetros de las acciones pueden ser de entrada, salida o entrada/salida
- Las acciones no devuelven ningún valor

Acciones: Ejemplo

- Diseñar un algoritmo que dados tres enteros, los ordene de pequeño a grande

Acciones: ejemplo

```
algoritmo ordenar
    var a, b, c: entero fvar
    leerEntero(a); leerEntero(b); leerEntero(c);
    si (a > b) entonces intercambiar(a,b) fsi
    si (b > c) entonces intercambiar(b,c) fsi
    si (a > b) entonces intercambiar(a,b) fsi
    escribirEntero(a); escribirEntero(b); escribirEntero(c)
falgoritmo
```

```
acción intercambiar (ent/sal x, y: entero)
    var temp: entero fvar
    temp := x; x := y; y := temp
facción
```

Acciones: ejemplo

```
algoritmo ordenar
    var a, b, c: entero fvar
    leerEntero(a); leerEntero(b); leerEntero(c);
    si (a > b) entonces intercambiar(a,b) fsi
    si (b > c) entonces intercambiar(b,c) fsi
    si (a > b) entonces intercambiar(a,b) fsi
    escribirEntero(a); escribirEntero(b); escribirEntero(c)
falgoritmo
```

- La acción intercambiar se llama tres veces con parámetros actuales distintos
- Aunque en la última llamada los pará,metros actuales son los mismos, sus valores pueden haber cambiado

Acciones: ejemplo

```
acción intercambiar (ent/sal x, y: entero)
      var temp: entero fvar
      temp := x; x := y; y := temp
facción
```

- Los dos parámetros son de entrada/salida
- Los parámetros formales coinciden con los actuales en:
  - Número (2)
  - Tipo (entero)
  - Significado (dos variable que deben intercambiar su valor)
  - El nombre no coincide
  - La variable temp es local

Diseño de un subprograma

- El diseño de un subprograma consta de dos etapas:

- Diseño de la cabecera:
  - Determinación de los parámetros
  - Tipo de los parámetros
  - Mecanismo de paso
  - Acción o función
- Diseño del cuerpo:
  - Diseño del correspondiente algoritmo

- A este proceso se le llama “análisis descendente”

Constructores de tipos

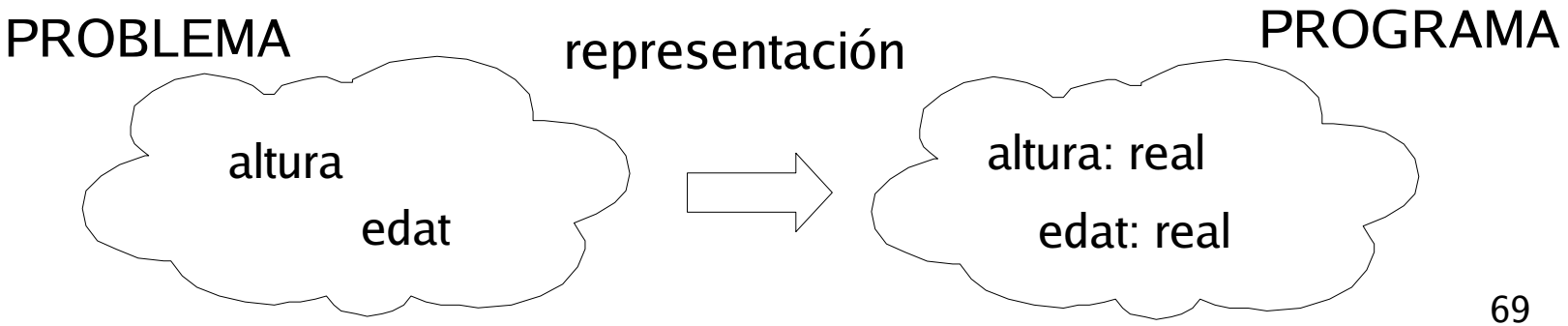
- Objetivos
- Constructores de tipos
- Constructor enumeración
- Constructor tupla (registro)
- Constructor tabla (vector, matriz, array)
- Tablas multidimensionales
- Construcciones con tuplas y tablas
- Operatividad

Objetivos

- Entender el concepto de representación
- Comprender que los tipos elementales no pueden representar muchas entidades
- Aprender cómo se soluciona el problema de la representación con los constructores de tipos
- Entender cómo se definen los constructores enumeración, tupla y tabla
- Aprender cómo se usan las variables de los nuevos tipos definidos
- Aprender a combinar adecuadamente todos los constructores de tipos

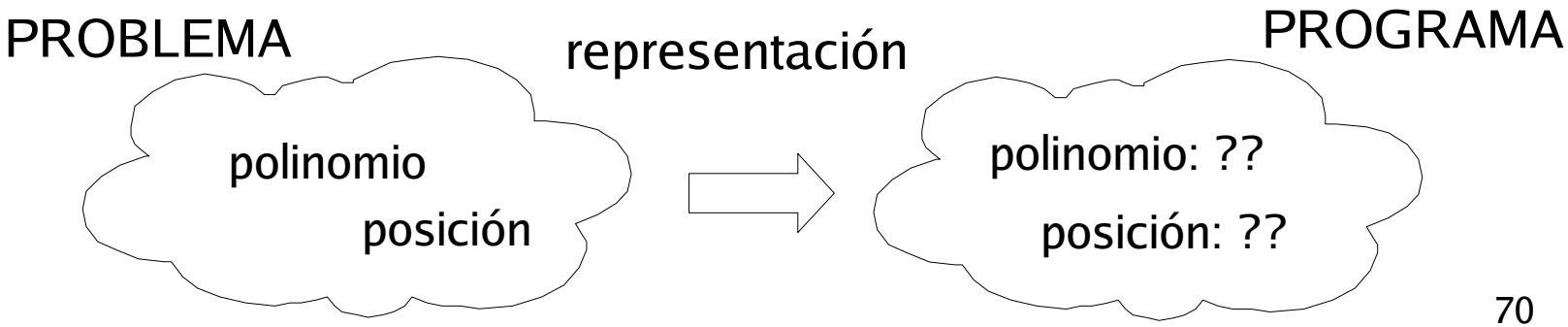
Constructores de tipos

- Los programas explican cómo solucionar un problema real
- En un problema pueden aparecer entidades del mundo real como velocidades, edades, fuerzas, etc.
- Las entidades se representan mediante las variables
- Las variables denotan las entidades del mundo real
- Cada entidad debe representarse sobre variables del tipo adecuado
- Escoger la representación más adecuada para una entidad es una de las tareas fundamentales de la programación



Constructores de tipos

- El conjunto de tipos de un lenguaje limita las entidades que se pueden representar con él
- Hay problemas donde aparecen entidades que no podemos representar sólamente con los tipos elementales
- Cómo representar una posición en el espacio, o un polinomio?
- Tenemos que añadir más tipos a los tipos elementales



Constructores de tipos

- Los constructores de tipos son mecanismos del lenguaje de programaciń que permiten definir nuevos tipos
- El número de tipos nuevos que pueden definirse es ilimitado
- Una vez definido un nuevo tipo, se pueden declarar variables del nuevo tipo
- Por convención, los nombres de los tipos nuevos comienzan con una t minúscula

```
tipo
    definición nuevo tipo
ftipo
```

```
tipo tPunto3D = ... ftipo
...
var posicion : tPunto3D fvar
```

Diseño de un subprograma

- El diseño de un subprograma consta de dos etapas:

- Diseño de la cabecera:
  - Determinación de los parámetros
  - Tipo de los parámetros
  - Mecanismo de paso
  - Acción o función
- Diseño del cuerpo:
  - Diseño del correspondiente algoritmo

- A este proceso se le llama “análisis descendente”

Constructor de tipos enumeración

- Permite representar objetos que pueden tomar un conjunto arbitrario de valores
- El nuevo tipo se define enumerando todos los valores posibles
- Operaciones de relación:
  - =, != (<>), <, >, <=, >=

tipo

nombre nuevo tipo = **enumeración** {val_1, ... val_N}

ftipo

Constructor de tipos enumeración: ejemplo

```
tipo
      tRGB = enumeración {RED, GREEN, BLUE}
      tDiasSemana = enumeración { LUNES, MARTES,
          MIERCOLES, JUEVES, VIERNES, SABADO,
          DOMINGO}
ftipo
var
    hoy : tDiaSemana
    color : tRGB
fvar
hoy := LUNES
color := BLUE
```

Constructor de tipos tupla

- Permite representar objetos que son una composición de elementos de tipos distintos
- El nuevo tipo se define enumerando todos los elementos que lo constituyen (campos) indicando el tipo de cada uno
- El acceso a uno de esos campos de una variable se realiza con el operador **punto:** nombre_variable.nombre_campo

```
tipo nombre_nuevo_tipo =
      tupla
      nombre_campo_1: nombre_tipo_1
      ...
      nombre_campo_N : nombre_tipo_N
      ftupla
ftipo
```

Constructor de tipos tupla: ejemplo

```
tipo
      tComplejo = tupla r, i : real ftupla
      tTiempo =   tupla
                     temperatura : real
                     llueve : booleano
                       ftupla
ftipo
var c1, c2, c3 : tComplejo; tiempo : tTiempo fvar
{c1, c2 inicializados}
c3.r := c1.r + c2.r;
C3.i := c1.i + c2.i;
tiempo.temperatura := 15.7; tiempo.llueve := cierto;
```

Constructor de tipos tabla

- Permite representar objetos que son una composición de elementos del mismo tipo y cada elemento se identifica con un índice
- El nuevo tipo se define indicando el rango de valores que puede tomar el índice i el tipo de componentes de la tabla
- El acceso a uno de los componentes de la tablase realiza con el operador [ ]: nombre_variable.[índice_componente]

tipo nombre_nuevo_tipo = **tabla** [rango] **de** nombre_tipo **ftipo**

[rango] = [rango_mínimo ... rango_máximo] donde

rango_mínimo y rango_máximo son constantes de tipo entero

Constructor de tipos tabla: ejemplo

```
tipo tNIF = tabla [1..9] de caracter ftipo
var nif : tNIF fvar
nif[1] := '3';
nif[2] := '5';
...
nif[9] := 'C';
```

Constructor de tipos tabla: ejemplo

- Iteración para recorrer todos los elementos de una tabla

```
Inicializaciones
i := rango_mínimo
mientras i <= rango_máximo hacer
      tratar_elemento_i;
      i := i + 1
fmientras
tratamiento_final
```

Constructor de tipos tabla: ejemplo

- Iteración y tablas

```
const MIN = 0; MAX = 9 fconst
tipo t10Enteros = tabla [MIN..MAX] de entero ftipo
var u, v, w : t10Enteros; i : entero fvar
{u, v ya están inicializados}
i := 0;
mientras (i<MAX+1) hacer
      w[i] := u[i] + v[i];
      i := i + 1
fmientras
```

Tablas multidimensionales

tipo
nombre_nuevo_tipo = **tabla** [rango1, rango2] **de** nombre_tipo
ftipo

- Acceso a un componente de una variable de tipo tabla multidimensional

  nombre_variable[índice1, ... , indiceN]

Constructor de tipos tabla multidimensional: ejemplo

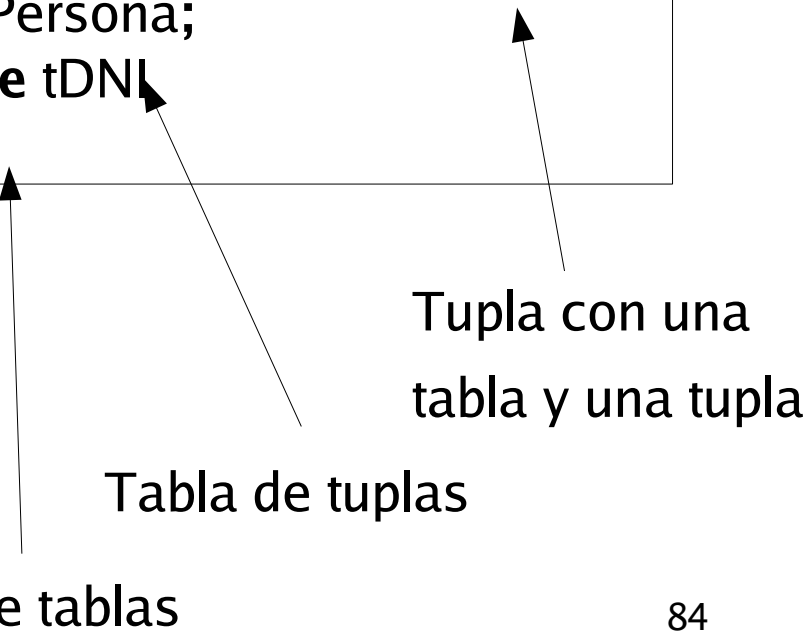
```
const MIN : entero = 0; MAX : entero = 9 fconst
tipo
    tMatriz = tabla [MIN .. MAX, MIN .. MAX] de entero;
    tVector = tabla [MIN .. MAX] de real
ftipo
var m : tMatriz; v : tVector; i : entero fvar
{m ya está inicializada}
i := 0; j := 5;
mientras (i<MAX+1) hacer
    v[i] := mat[i, j];
    i := i + 1
fmientras
```

Constructor anidadas con tuplas y tablas

- Una tupla puede tener campos de tuplas
- Una tupla puede tener campos de tablas
- Una tabla puede tener componentes de tipo tupla
- Una tabla puede tener componentes de tipo tabla
- Así, podemos construir tipos para representar objetos de cualquier grado de complejidad.

Constructor anidadas con tuplas y tablas: ejemplo

```
const NDNI : entero = 8; MAX : entero = 100 fconst
tipo
    tDNI = tabla [0 .. NDNI-1] de caracter;
    tFecha = tupla dia, mes, año : entero ftupla
    tPersona = tupla dni : tDNI; fechaNacimiento : tFecha
ftupla
    tGrupo = tabla [0 .. MAX-1] de tPersona;
    tTablaDNI = tabla [0 .. MAX-1] de tDNI
ftipo
```



Constructor anidadas con tuplas y tablas: ejemplo

```
const NDNI : entero = 8; MAX : entero = 100 fconst
tipo
    tDNI = tabla [0 .. NDNI-1] de caracter;
    tTablaDNI = tabla [0 .. MAX-1] de tDNI;
    tM = tabla [0 .. MAX-1, 0 .. MAX-1] de caracter
ftipo
var a : tTablaDNI; b : tM fvar
a[0,4] := 'a';
b[0][4] := 'a'
```

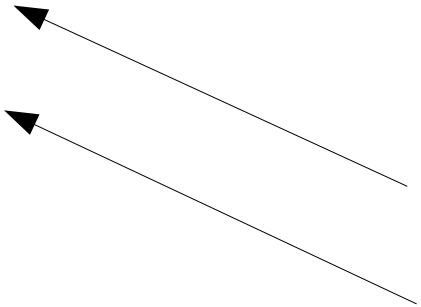


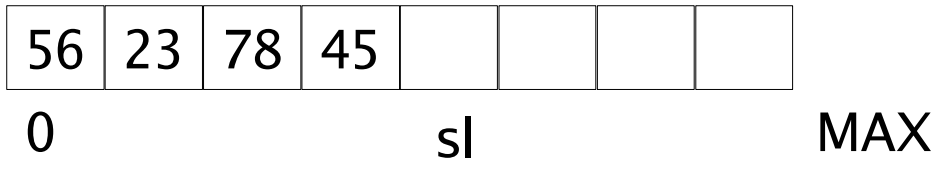
Tabla de tablas

Tabla multidimensional

Constructor anidadas con tuplas y tablas: ejemplo

- Tabla de enteros de longitud variable (indicada por el campo sl) i de longitud máxima MAX = 100

```
const MAX : entero = 100 fconst
tipo
      tVector = tabla [0 .. MAX-1] de entero;
      tConj = tupla v : tVector; sl : entero ftupla
ftipo
var a : tConj fvar
```



Operatividad

- Los campos de las tuplas y los componentes de las tablas se operan siguiendo las reglas de los tipos a los que pertenecen
- En principio, las variables de tipo tabla y tupla no se pueden sumar, restar, ... NI comparar, NI asignar

```
tipo tComplejo = tupla r, i : real ftupla ftipo
var c1, c2 : tComplejo fvar
{c1, c2 inicializados}
si c1 = c2 entonces ... fsi
mientras c1 <> c2 hacer ... fmientras
```

- Se deben comparar todos los campos y componentes de la estructura: iguales?(c1, c2)

Expresiones: corrección sintáctica (2)

- Sea op1 una operación unaria, op2 una binaria y E1 y E2 expresiones, una expresión puede ser:

  - Una constante 3.1415
  - Una variable r
  - *El campo de una variable de tipo tupla*
  - *El componente de una variable de tipo tabla*
  - Una llamada a una función sin(x)
  - op1 E1 - 4.0
  - E1 op2 E2 - 4.0 * r
  - (E1) **no** (a > 50 **o** b)

Metodología de diseño: algoritmos iterativos

- Objetivos
- Introducción
- Secuencias
- Esquema de recorrido
- Esquema de búsqueda

Objetivos

- Reconocer la secuencia que hay en todo algortimo iterativo
- Estudiar los esquemas de aplicación
- Saber aplicar el esquema de recorrido
- Saber aplicar el esquema de búsqueda

Introducción

- La construcción de programas eficaces, eficientes y robustos es una tarea compleja
- La depuración por “prueba y error” es ineficiente
- Hace falta una metodologóia que permita diseñar algoritmos correctos
- Esta metodología se basa en el uso de esquemas (solución patrón)
- Esta metodología permite sistematizar la solución de problemas

Introducción

- Un esquema de programación es un patrón de solución que puede aplicarse para resolver un amplio espectro de problemas concretos

- Para aplicar un esquema de programación hace falta:
  - Conocer los esquemas que pueden usarse
  - Saber a qué tipo de problemas son aplicables los esquemas
  - Saber adaptar el esquema al problema concreto

Introducción

- En el diseño de una composición iterativa nos debemos centrar en:
  - Las acciones que hay antes del mientras
  - Las acciones que hay dentro del mientras
  - La condición que regula el fin del mientras

acciones que se ejecutan antes del mientras;
mientras condición que regula el mientras **hacer**
    acciones que se ejecutan dentro del mientras
fmientras

Secuencias

- Toda composición iterativa tiene una secuencia asociada que debemos *identificar* y *caracterizar*
- Identificar una secuencia:
  - determinar el tipo de elementos que la componen
- Caracterizar una secuencia:
  - Determinar el primer elemento
  - Determinar la relación de sucesión (regla que nos permite obtener el siguiente elemento)
  - Determinar el final de la secuencia
    - Último elemento de la secuancia (se tiene que tratar)
    - Centinela: propiedad que caracteriza el primer elemento después del último elemento (no se tiene que tratar)
    - Número de elementos de la secuencia

Secuencias: ejemplo

- Identificar y caracterizar la secuencia [-2, 5]
- Identificación: es una secuencia de enteros
- Caracterización:
  - El primer elemento es el entero -2
  - La regla que nos permite calcular un elemento dado el anterior es: e

    $e_{i+1} := e_i + 1$
  - Podemos determinar el final de la secuencia de tres formas:
    - Último elemento: e = 5
    - Centinela: e > 5
    - Número de elementos: 8

Esquema de recorrido

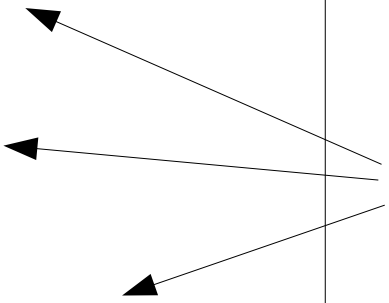
- La composición iterativa debe recorrer TODOS los elementos de la secuencia

```
Inicializaciones;
obtener el primer elemento;
mientras no final secuencia hacer
    tratar elemento actual;
    obtener siguiente elemento
fmientras
tratamiento final
```

Caracterización de la secuencia

Esquema de recorrido en tablas

```
Inicializaciones;
i := i;
mientras i <= N hacer
    tratar elemento iésimo;
    i := i + 1
fmientras
tratamiento final
```



Caracterización de la secuencia

Esquema de búsqueda

- La composición iterativa NO SIEMPRE debe recorrer todos los elementos de la secuencia

```
Inicializaciones;
encontrado := falso;
obtener el primer elemento;
mientras no final secuencia y no encontrado hacer
    si propiedad(elemento actual) entonces
        encontrado := cierto;
    sino
        obtener siguiente elemento
    fsi
fmientras
tratamiento final
```