Bloque 1. Conceptos y técnicas básicas en programación

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

1. Introducción
2. Datos y expresiones. Especificación de algoritmos
3. Estructuras algorítmicas básicas
4. Iteración y recursión
5. Iteración y recursión sobre secuencias
6. Iteración y recursión sobre tablas

Notas:

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

1. Introducción

2. Datos y expresiones. Especificación de algoritmos

3. Estructuras algorítmicas básicas

- La asignación. Composición secuencial de instrucciones. La instrucción alternativa simple y múltiple. Alternativa exclusiva y general.

4. Iteración y recursión

5. Iteración y recursión sobre secuencias

6. Iteración y recursión sobre tablas

3.1. La asignación

La instrucción de asignación consiste en dar valor a una variable

Sintaxis:

```
Variable:=expresión
```

- primero se evalúa la expresión
- después el resultado se guarda en la variable
- el valor anterior de la variable se pierde
  - aunque se puede usar en la expresión

El tipo de la expresión debe ser compatible con el tipo de la variable

Corrección de la asignación: Ejemplo

Podemos averiguar la corrección de un algoritmo que dispone de una asignación, comprobando la precondición y postcondición

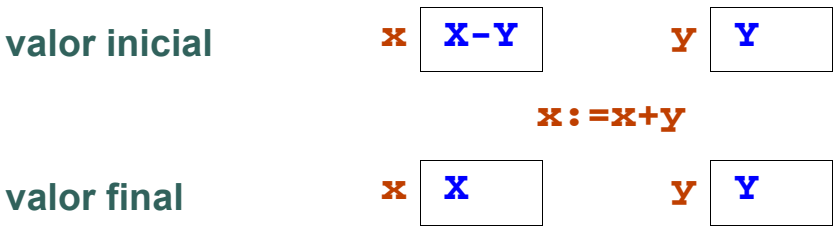
```
algoritmo ejemplo
  // debemos encontrar la expresión E que hace
  // correcto el algoritmo
  var
     entero x,y;
  fvar
  {Pre: x+y=X, y=Y}
     x:=E;
  {Post: x=X, y=Y}
falgoritmo
```

Corrección de la asignación: solución al ejemplo

E es la expresión x+y

Explicación:

- la postcondición es {x=X, y=Y}
- si sustituimos x por x+y en la postcondición obtenemos {x+y=X, y=Y}
  - que es justamente la precondición



Corrección de la asignación

Llamamos R_E^x a la sustitución en el predicado *R* de toda aparición de la variable *x* por la expresión *E*

Axioma de la asignación

- para toda variable x y toda expresión válida E del mismo tipo y todo predicado R, la especificación siguiente es correcta

$$\{R_E^x\}$$
```
    x:=E;
```
$$\{R\}$$

Regla de inferencia de la asignación

Combinando el axioma de la asignación con la primera regla de consecuencia de una especificación (ver capítulo 2), se obtiene

- **Para que esta especificación sea correcta**

$\{P\}$
```
    x:=E;
```
$\{Q\}$

- **se debe cumplir que** $P \Rightarrow Q_E^x$

3.2. Composición secuencial de instrucciones

Una de las estructuras algorítmicas básicas es la composición secuencial

- **ejecutar un algoritmo a continuación de otro**
- **el orden en que se ejecutan influye en el resultado**

Sintaxis

```
algoritmo 1;
algoritmo 2
```

o

```
algoritmo 1;  algoritmo 2
```

Composición secuencial de asignaciones

Una composición de dos asignaciones

```
var
   tipo1 x1;
   tipo2 x2;
fvar
{Pre:P}
   x1:=E1;
   x2:=E2;
{Post:Q}
```

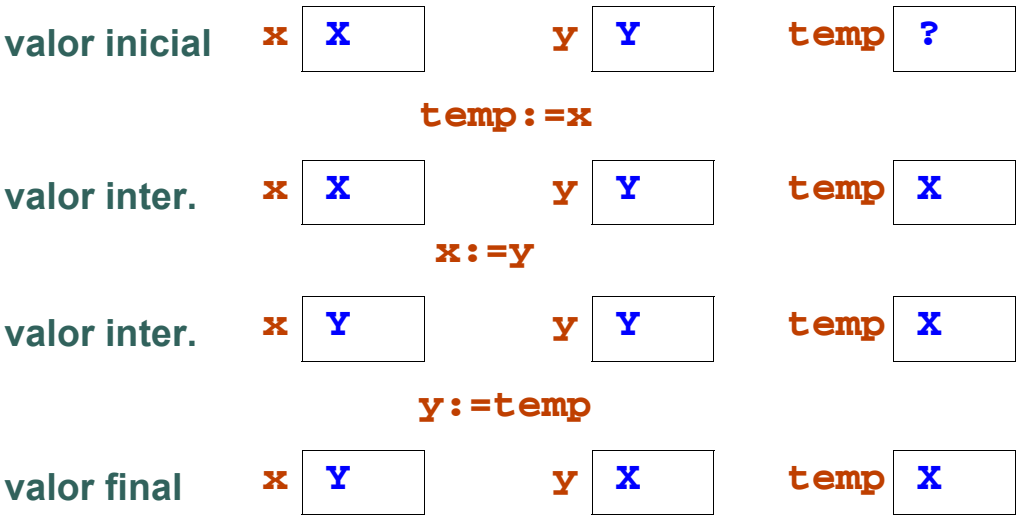
Es correcta si $P \Rightarrow Q_{E2}^{x2})_{E1}^{x1}$

Si son *n* expresiones, $P \Rightarrow Q_{En}^{xn})_{En-1}^{xn-1} \quad \cdots)_{E1}^{x1}$

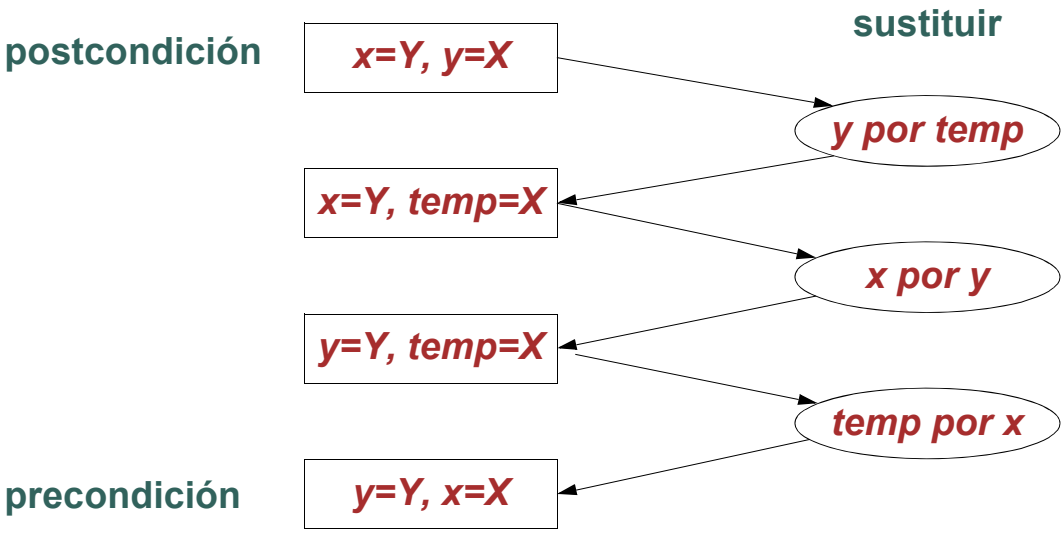
Ejemplos

```
algoritmo intercambiar
  // debemos intercambiar los valores de x y de y
  var
     entero x,y;
  fvar
  {Pre: x=X, y=Y}
     var
        entero temp;
     fvar
     temp:=x;
     x:=y;
     y:=temp;
  {Post: x=Y, y=X}
falgoritmo
```

Traza de intercambiar



Corrección de intercambiar



Ejemplo: clase Circulo

Circulo
real centroX real centroY real radio
Circulo(real x, real y, real r) real centroX() real centroY() real radio() real area() dibuja()

Especificación de los métodos

```
método Circulo(real x, real y, real r)
    {Pre: x=X, y=Y, r=R, r>=0}
       constructor
    {Post: centroX=x & centroY=y & radio=r}
fmétodo

método centroX() retorna real
    {Pre:}
       obtener la coordenada x del centro
    {Post: valor retornado=centroX}
fmétodo

// centroY y radio son similares
```

Especificación de los métodos (cont.)

```
método area() retorna real
    {Pre:}
       cálculo del área
    {Post: valor retornado=π·radio²}
fmétodo

método dibuja(
    {Pre:}
       dibuja el círculo en la pantalla
    {Post: el círculo se ha dibujado en la pantalla}
fmétodo
```


Diseño de los métodos

```
método Circulo(real x, real y, real r)
    {Pre: x=X, y=Y, r=R, R>=0}
       centroX:=x;
       centroY:=y;
       radio:=r;
    {Post: centroX=x & centroY=y & radio=r}
fmétodo

método centroX() retorna real
    {Pre:}
       retorna centroX;
    {Post: valor retornado=centroX}
fmétodo

// centroY y radio son similares
```

Diseño de los métodos (cont.)

```
método area() retorna real
    {Pre:}
       retorna π·radio²;
    {Post: valor retornado=π·radio²}
fmétodo

// el método dibuja es complejo y requiere
// instrucciones que aún no conocemos
```


3.3. La instrucción alternativa

La instrucción alternativa, o condicional, nos permite ejecutar unas instrucciones u otras en función de:

- *una condición booleana*: alternativa simple
- *múltiples condiciones booleanas*: alternativa múltiple
  - alternativa *exclusiva*: las condiciones son disjuntas (es decir, sólo una puede ser cierta)
  - alternativa *general*: pueden cumplirse varias de las condiciones

Sintaxis de la alternativa simple

Ejecución condicional de instrucciones

```
si condición entonces
   instrucciones
fsi
```

Ejecución condicional de una de entre dos alternativas

```
si condición entonces
  instrucciones
si no
  instrucciones
fsi
```


Ejemplo 1: valor absoluto

```
método valorAbsoluto(real x) retorna real
   {Pre:}
      si x>=0 entonces
         retorna x;
      si no
         retorna -x;
      fsi
   {Post: valor retornado=|x|}
fmétodo
```

Ejemplo 2: máximo de dos enteros

```
método maximo(real x,y) retorna real
    {Pre:}
       si x>=y entonces
          retorna x;
       si no
          retorna y;
       fsi
    {Post: valor retornado=máximo(x,y)}
fmétodo
```


Sintaxis de la alternativa múltiple

La condición depende de múltiples predicados booleanos

```
si
   condicion1 -> instrucciones;
   condicion2 -> instrucciones;
   condicion3 -> instrucciones;
fsi
```

Las condiciones se evalúan en el orden en que aparecen

- cuando una es cierta, se ejecutan sus instrucciones y se termina la instrucción condicional

Cada conjunto de instrucciones debe conducir a la postcondición

Recomendación: Deben cubrirse todos los casos (al menos una de las condiciones debe ser cierta)

3.4. Alternativa exclusiva y general

Alternativa exclusiva

- Las condiciones son disjuntas (es decir si una es cierta, ninguna de las otras puede ser cierta)

Alternativa general

- Las condiciones no tienen por qué ser disjuntas
- el orden en que se escriben influye en el resultado

La alternativa simple es siempre exclusiva

Ejemplo: ordenación de tres números

Especificación:

```
var
   p,q,s : real
fvar
método ordenar3Numeros (real x,y,z)
   {Pre:}
      ordenar
   {Post: p<=q<=s, (p,q,s) es permutación de (x,y,z)}
fmétodo
```

Ejemplo: alternativa general

```
método ordenar3Numeros (real x,y,z)
   {Pre:}
      si
         (x<=y)&(y<=z) -> p:=x; q:=y; s:=z;
         (x<=z)&(z<=y) -> p:=x; q:=z; s:=y;
         (y<=x)&(x<=z) -> p:=y; q:=x; s:=z;
         (y<=z)&(z<=x) -> p:=y; q:=z; s:=x;
         (z<=x)&(x<=y) -> p:=z; q:=x; s:=y;
         (z<=y)&(y<=x) -> p:=z; q:=y; s:=x;
      fsi
   {Post: p<=q<=s, (p,q,s) es permutación de (x,y,z)}
fmétodo
```

Observar que, por ejemplo, si *x=y=z*, se cumplen todas las condiciones

Ejemplo: alternativa exclusiva

```
método ordenar3Numeros (real x,y,z)
   {Pre:}
      si
         (x<y)&(z<x)          -> p:=z; q:=x; s:=y;
         (x<y)&(x<=z)&(z<y)   -> p:=x; q:=z; s:=y;
         (x<y)&(y<=z)         -> p:=x; q:=y; s:=z;
         (y<=x)&(z<y)         -> p:=z; q:=y; s:=x;
         (y<=x)&(y<=z)&(z<x)  -> p:=y; q:=z; s:=x;
         (y<=x)&(x<=z)        -> p:=y; q:=x; s:=z;
      fsi
   {Post: p<=q<=s, (p,q,s) es permutación de (x,y,z)}
fmétodo
```

Ejemplo: dos alternativas exclusivas

```
método ordenar3Numeros (real x,y,z)
       si x<y entonces
          si
             (z<x)          -> p:=z; q:=x; s:=y;
             (x<=z)&(z<y)   -> p:=x; q:=z; s:=y;
             (y<=z)         -> p:=x; q:=y; s:=z;
          fsi
       si no
          si
             (z<y)          -> p:=z; q:=y; s:=x;
             (y<=z)&(z<x)   -> p:=y; q:=z; s:=x;
             (x<=z)         -> p:=y; q:=x; s:=z;
          fsi
       fsi
fmétodo
```


Ejemplo: tres alternativas

Método de la burbuja

```
método ordenar3Numeros (real x,y,z)
   {Pre:}
      p:=x; q:=y; s:=z;
      si (p>q) entonces
         intercambiar p y q;
      fsi
      si (p>s) entonces
         intercambiar p y s;
      fsi
      si (q>s) entonces
         intercambiar q y s;
      fsi
   {Post: p<=q<=s, (p,q,s) es permutación de (x,y,z)}
fmétodo
```