UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
Departamento de Computación y Tecnología de la Información
CI2691: Laboratorio de Algoritmos y Estructuras I

Laboratorio 8 (Parte II)

El objetivo de este laboratorio es dar una introducción a recursión, soluciones recursivas, recursión de cola y sus eficiencias.

Ejercicios Adicionales:

Escriba programas para probar cada uno de los siguientes procedimientos. Guarde los programas con los nombres sugeridos en su espacio del aula virtual.

1. (Lab08Ejercicio2.gcl y Lab08Ejercicio2.py): Escriba un procedimiento **recursivo** en GCL que dado un arreglo de enteros calcule el número de veces que un entero k aparece en el arreglo. Luego traduzca el procedimiento a Python. La especificación del procedimiento es la siguiente:

```
proc nroRepeticiones(in N: int; in A: array[0..N) of int; in tam: int;
in k: int; out r:int)
{ Pre: N > 0 ∧ 0<=tam<N }
{ Post: num = (#i: 0<=i<tam: A[i]=k) }
{ Cota: tam }
```

   Incluya aserciones que verifiquen la precondición, la postcondición y el invariante del ciclo. En Python escriba el programa principal que le permita probar el procedimiento.

2. (Lab08Ejercicio3.gcl y Lab08Ejercicio3.py): Escriba un algoritmo en GCL que dada una matriz NxN de ceros y unos, calcule el número de casillas no nulas (diferentes de cero) de la matriz. Luego traduzca el algoritmo a Python. Suponga que se tiene la siguiente especificación de un procedimiento en GCL:

```
proc numNoNulas(in N: int; in matriz: array[0..N)x[0..N) of int; out
num: int)
{ Pre: N>0 ∧ (∀i,j: 0≤i,j<N : 0≤matriz[i][j]≤1) }
{ Post: num = (#i,j: 0≤i,j<N: matriz[i][j]≠0) }
[
   numNoNulasRec(N,matriz,N-1,num)
]
```

   Para realizar este subprograma se escribió un procedimiento que cuenta el número de elementos no nulos de una fila k de la matriz. El procedimiento `numNoNulas` llama a este procedimiento

para cada fila de la matriz desde 0 hasta N usando un procedimiento auxiliar que hace la recursión. El caso base es cuando se llega a la fila 0. La especificación y cuerpo de los procedimientos recursivos es el siguiente

```
proc numNoNulasRec(in N: int; in matriz: array[0..N)x[0..N) of int; in
fila: int; out num: int)
{ Pre: N>0 ⋀ 0≤fila<N ⋀ (∀i,j: 0≤i,j<N : 0≤matriz[i][j]≤1) }
{ Post: num = (#i,j: 0≤i,j<N: matriz[i][j]≠0) }
{ Cota: fila }
[
   if  fila = 0 ->nroNoNulosFila(0,N,matriz,N,num)
   [] fila ≠ 0 ->
      nroNoNulosFila(fila,N,matriz,N,num)
      numNoNulasRec(N,matriz,fila-1,num)
   fi
]

proc nroNoNulosFila(in k: int; in N: int; in matriz: array[0..N)x[0..N)
of int; in tam: int; out nonulos: int)
{ Pre: 0≤k<N  ⋀ 0≤tam≤N ⋀ (∀i,j: 0≤i,j<N : 0≤matriz[i][j]≤1) }
{ Post: nonulos = (#j: 0≤j<tam : matriz[k][j]≠0) }
{ Cota: tam }
[
   if tam = 0 -> nonulos := 0
   [] tam ≠ 0 ->
                                        if      matriz[k][tam-1]≠      0->
nroNoNulosFila(0,N,matriz,tam-1,nonulos)
                                               nonulos :=nonulos+1
                                        []      matriz[k][tam-1]=      0->
nroNoNulosFila(0,N,matriz,tam-1,nonulos)
      fi
   fi
]
```

Guarde sus programas con los nombres sugeridos y súbalos en el aula virtual