

Curso de Estructuras de Datos y Algoritmos – 2008

Práctico 5

1. a) Dar una representación para árboles binarios de naturales (BinaryTree).

b) Implementar las siguientes operaciones funcionales:

- **BinaryTree NullTree();**
/* Devuelve el árbol vacío*/
- **BinaryTree ConstTree(int x, BinaryTree l, BinaryTree r);**
/* Crea un árbol no vacío a partir de un natural y otros dos árboles*/
- **bool IsEmptyTree(BinaryTree t);**
/* Determina si un árbol dado es o no vacío */
- **int RootTree(BinaryTree t);**
/* Devuelve el valor en la raíz de un árbol no vacío */
- **BinaryTree LeftTree(BinaryTree t);**
/* Devuelve el subárbol izquierdo de un árbol no vacío */
- **BinaryTree RightTree(BinaryTree t);**
/* Devuelve el subárbol derecho de un árbol no vacío */

2. Implementar las operaciones de recorrida sobre arboles binarios devolviendo la lista que resulta:

- **LNat InOrder(BinaryTree t);**
- **LNat PreOrder(BinaryTree t);**
- **LNat PostOrder(BinaryTree t);**

a) Utilizando solamente las operaciones del ejercicio 4.b del práctico 4 y 1.b del práctico 5 (sin acceder a la representación)

b) Accediendo directamente a la representación

3. Considere las siguientes operaciones sobre árboles binarios:

- **int Height(BinaryTree t);**
/* Retorna la distancia máxima desde la raíz a un nodo + 1 */
- **int CountElements(BinaryTree t);**
/* Retorna la cantidad de nodos del árbol */
- **int SINV(BinaryTree t);**
/* Número de subárboles izquierdos no vacíos */
- **int SDNV(BinaryTree t);**
/* ídem anterior para subárboles derechos */
- **int NH(BinaryTree t);**
/* Cantidad de hojas, es decir nodos sin hijos */
- **int NT(BinaryTree t);**
/* cantidad de nodos con algún hijo */
- **int NE2H(BinaryTree t);**
/* Cantidad de nodos con exactamente 2 hijos */
- **int NE1H(BinaryTree t);**
/* Cantidad de nodos con exactamente 1 hijo */

- **int NSHI(BinaryTree t);**
/* Cantidad de nodos con sólo hijo izquierdo */
- **int NSHD(BinaryTree t);**
/* Cantidad de nodos con sólo hijo derecho */

- a) Dar una representación e implementar las operaciones anteriores accediendo directamente a la estructura
- b) Implementar las operaciones anteriores trabajando solamente con las operaciones del ejercicio 1.b

4. Se pide:

- a) Dibuje el árbol binario de búsqueda generado por la secuencia de inserciones siguiente, con las letras ordenadas alfabéticamente: H, J, A, C, B, Z, T.
- b) Lo mismo para la siguiente secuencia de números en el orden habitual: 7, 3, 6, 2, 1, 4, 8,
- c) Aplique los tres algoritmos de recorrido a los árboles producidos en las dos partes anteriores.

5. Se pide:

- a) Dar una representación para los Árboles Binarios de Búsqueda de Naturales (BST)

b) Implementar las siguientes **operaciones funcionales**:

i. **BST NullBST();**

/* Crea el árbol vacío */

ii. **BST InsertBST(int x , BST st);**

/* Agrega un natural dado a un árbol dado. Debe de mantener la cualidad de árbol binario de búsqueda*/

iii. **bool IsEmptyBST(BST st);**

/* Determina si un árbol dado es o no vacío */

iv. **int RootBST(BST st);**

/* Devuelve el natural contenido en la raíz de un árbol no vacío dado */

v. **BST LeftBST(BST st);**

/* Devuelve el subárbol izquierdo de uno no vacío dado */

vi. **BST RightBST(BST st);**

/* Devuelve el subárbol derecho de uno no vacío dado */

c) Implementar las siguientes **operaciones procedurales**:

i. **void NullBST(BST &st);**

/* Crea el árbol vacío */

ii. **void InsertBST(int x, BST &st);**

/* Agrega un natural dado a un árbol dado. Debe de mantener la cualidad de árbol binario de búsqueda*/

iii. **void IsEmptyBST(BST st, bool &e);**

/* Determina si un árbol dado es o no vacío */

iv. **void RootBST(BST st, int &r);**

/* Devuelve el natural contenido en la raíz de un árbol no vacío dado */

v. **void LeftBST(BST &st);**

/* Devuelve el subárbol izquierdo de uno no vacío dado */

vi. void **RightBST(BST &st);**
/* Devuelve el subárbol derecho de uno no vacío dado */

6. Implementar las siguientes operaciones sobre Árbol Binario de Búsqueda accediendo directamente a la representación:

- **bool IsElementBST(int x, BST bs);**
/* Determina si el elemento x se encuentra el árbol */
- **int MaxBST(BST bs);**
/* Computa el máximo valor de un árbol no vacío */
- **int MinBST(BST s);**
/* Computa el mínimo valor de un árbol no vacío */
- **void RemoveMaxBST(BST &bs);**
/* Elimina el máximo de un árbol */
- **void RemoveMinBST(BST &bs);**
/* Elimina el mínimo de un árbol */
- **void RemoveBST(int x, BST &bs);**
/* Elimina de un árbol un valor dado */

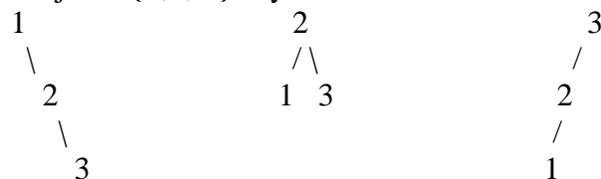
7. Considerar las declaraciones, en C/C++, del tipo de los nodos de un árbol binario de búsqueda de naturales y del tipo de los nodos de una lista de naturales que siguen:

```
typedef struct ABBNode{  
    int info;  
    ABB left;  
    ABB righth;  
};  
typedef ABBNode* ABB;
```

```
typedef struct ListNode{  
    int data;  
    List next;  
};  
typedef ListNode* List;
```

Se pide:

a) Definir una función que dados dos árboles binarios de búsqueda de naturales retorne true si, y solamente si, ambos árboles representan a un mismo conjunto. Por ejemplo para el conjunto {1,2, 3} hay tres árboles binarios de búsqueda que lo representan:



b) Definir una función que dado un árbol binario de búsqueda de naturales y un natural k, retorne la lista de los elementos que se encuentran en el nivel k, ordenados de mayor a

menor. La raíz de un árbol no vacío se encuentra en el nivel 1. Si no existe el nivel k, la lista a retornar debe ser vacía.

8. Considere la definición de la función f que sigue:

```
BOOL f(ABNode t, int k){  
  
    if (t == NULL) return (k==0);  
    else return (f(t->izq,k-1) && f(t->der,k-1));  
}
```

a) ¿Qué retorna la función f?

b) ¿Cuántos nodos tiene el árbol si la función retorna true?. Justifique.

9. Considerar la siguiente declaración, en C/C++, del tipo de los nodos de un árbol binario de naturales:

```
typedef ABNode* ABB;  
typedef struct ABNode{  
    int info;  
    ABB left;  
    ABB righth;  
};
```

Escribir un procedimiento que imprima los nodos de un árbol binario de naturales recorriéndolo por niveles, como sigue: los nodos de un mismo nivel deben aparecer listados de izquierda a derecha y después que los nodos de los niveles superiores. Esto es, de arriba hacia abajo, por niveles y de izquierda a derecha.

Ejemplo: el árbol

```
    3  
   / \  
  5  2  
 /  \ \  
1 8 6 => se listará: 3, 5, 2, 1, 8, 6, 7  
/  
7
```

10. Considerar las declaraciones, en C/C++, del tipo de los nodos de un árbol binario de búsqueda de

naturales y del tipo de los nodos de una lista de naturales que siguen:

```
typedef struct ABNode{  
    int info;  
    ABB left;  
    ABB righth;  
};  
typedef ABNode* ABB;
```

```
typedef struct ListNode{  
    int data;  
    List next;
```

```
};  
typedef ListNode* List;
```

Se pide:

- a) Definir una función en C/C++ que dado un árbol binario de naturales devuelva en una lista el camino más largo entre la raíz y una hoja. En caso de haber más de un camino de igual longitud a la del camino más largo, retorna cualquiera de ellos. La lista que contiene al camino devuelto empieza con el dato de la raíz del árbol y termina con el dato de la hoja del árbol, siempre que el Árbol no sea vacío.
- b) ¿Cuántos nodos tiene como mínimo y cómo máximo el camino más largo desde la raíz a una hoja, para un árbol de n nodos?

11. Considere el siguiente tipo de datos en C/C++ para los nodos de un árbol binario de naturales:

```
typedef struct ABBNode{  
    int info;  
    ABB left;  
    ABB righth;  
};  
typedef ABBNode* ABB;
```

Escribir un procedimiento *caminos* en C/C++ que dado un árbol binario de búsqueda de naturales,

imprima todos los caminos desde la raíz hacia una hoja. Por ejemplo, para:

```
    6  
   /\   
  3 9   imprime: 6, 3, 1  
 /\      6, 3, 4, 5  
1 4      6, 9  
 \   
  5
```