Universitat Politècnica de Catalunya
Facultat d'Informàtica de Barcelona

Cognoms, Nom | D.N.I.

Titulació: Grau en Enginyeria Informàtica
Assignatura: Programació 2 (PRO2)
Duració: 2h 30m

Curs: Q1 2018–2019 (1r Parcial)
Data: 15 de Novembre de 2018

1. **(5 punts)** Estem fent l'anàlisi d'un text i desem les paraules que van apareixent junt amb les seves freqüències en una llista `lfrec`. La llista `lfrec` estarà sempre en ordre lexicogràfic ascendent. Suposem que volem actualitzar la informació d'una nova frase, que està emmagatzemada en una llista de strings auxiliar i en ordre lexicogràfic no descendent. Aquesta nova frase pot contenir paraules repetides. Durant l'actualització, si una paraula de la llista auxiliar no pertany a la llista `lfrec`, l'afegirem amb la freqüència que correspongui, i si hi pertany, llavors augmentarem la freqüència.

   L'operació tindrà la següent especificació:

```
/* Pre:  lfrec = LFREC i aux estan ordenades lexicogràficament;
         lfrec no conté strings repetits */

void actualitzar_frequencies(list< pair<string,int> >& lfrec,
                             const list<string>& aux);
/* Post: 1) si x és un string d'aux no present a LFREC llavors
            el parell ⟨x,k⟩ estarà a lfrec, on k és el
            nombre de vegades que x apareix a aux
         2) si x és un string d'aux present a LFREC amb freqüència
            f llavors el parell ⟨x,f+k⟩ estarà a lfrec, on k
            és el nombre de vegades que x apareix a aux
         3) si el parell ⟨x,f⟩ està present a LFREC però
            x no pertany a aux, llavors el parell ⟨x,f⟩
            està a lfrec
         4) lfrec està en ordre lexicogràfic ascendent */
```

   Per exemple, si

$$\texttt{lfrec} = [\langle \texttt{a},2\rangle,\langle \texttt{amb},1\rangle,\langle \texttt{de},3\rangle,\langle \texttt{en},2\rangle,\ \langle \texttt{la},3\rangle]$$
$$\texttt{aux} = [\texttt{amic},\texttt{casa},\texttt{de},\texttt{de},\texttt{des},\texttt{es},\texttt{la},\texttt{la},\texttt{la},\texttt{meva}]$$

   llavors després de la crida `actualitzar_frecuencias(lfrec, aux)` tindrem

$$\texttt{lfrec} = [\langle \texttt{a},2\rangle,\langle \texttt{amb},1\rangle,\langle \texttt{amic},1\rangle,\langle \texttt{casa},1\rangle,\backslash$$
$$\langle \texttt{de},5\rangle,\langle \texttt{des},1\rangle,\langle \texttt{en},2\rangle,\langle \texttt{es},1\rangle,\langle \texttt{la},6\rangle,\langle \texttt{meva},1\rangle]$$

   Es demana:

(a) (1.5 punts) Implementa una solució iterativa, usant només un bucle, per a la següent operació:

```
/* Pre: aux és una llista no buida, ordenada lexicogràficament i
que pot contenir strings repetits. it = IT apunta a una posició
d'aux vàlida (it ≠ aux.end()). */

int comptar_repetits (const list<string>& aux,
                      list<string>::const_iterator& it);
/* Post: retorna el nombre de vegades que l'string apuntat per
l'iterador IT apareix a la subllista dels elements d'aux entre
IT i el final d'aux; it apunta al primer element
d'aux estrictament més gran que *IT en ordre lexicogràfic,
o it = aux.end() si no existeix un element així */
```

(b) (1 punt) Escriu l'invariant del bucle de la funció `comptar_repetits`.

(c) (0.5 punts) Escriu la funció de fita del bucle de la funció `comptar_repetits`.

(d) (2 punts) Implementa l'operació `actualitzar_frequencies`, de manera que sigui el més eficient possible. Es recomana utilitzar la funció `comptar_repetits`.

SOLUCIÓ:

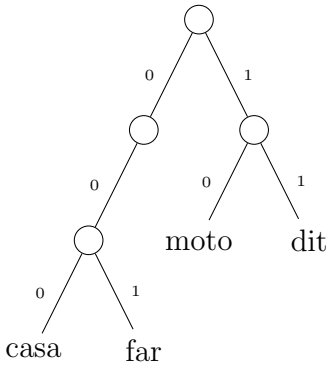
Cognoms, Nom D.N.I.

2. **(5 punts)** Donat un arbre binari T, es diu que és un arbre de codificació d'un conjunt X d'$n \geq 0$ strings si i només si es compleixen les següents condicions:

   (a) L'arbre T té exactament n fulles (és a dir, nodes els subarbres dels quals són tots dos buits). Cadascuna de les n fulles conté un dels strings del conjunt X i tot element d'X està en alguna fulla.

   (b) Tots els nodes amb al menys un subarbre no buit contenen l'string buit.

   Per exemple, si $X = \{\texttt{casa}, \texttt{dit}, \texttt{far}, \texttt{moto}\}$ el següent arbre binari és un arbre de codificació per a X (hi ha d'altres arbres de codificació d'X possibles):



   Donat un arbre de codificació per al conjunt X podem assignar un *codi* a cadascun dels strings; per a un string $x \in X$ el seu codi consisteix en un string binari (amb 0s i 1s) que representa el camí (únic) entre l'arrel de T i la fulla que conté a X (0 = esquerra, 1 = dreta). A l'exemple anterior, el codi de `casa` és `000` i el codi de `moto` és `10`. Observeu que cap codi serà prefixe propi de cap altre codi, doncs els strings codificats sempre estan a les fulles. Observeu també que si un arbre de codificació només consta d'una fulla (una arrel amb dos subarbres buits) llavors el codi de l'string emmagatzemat a la fulla serà el codi buit (l'string de longitud 0).

   L'objetiu d'aquest exercici és dissenyar un procediment `obtenir_codis` que donat un arbre ens torni la llista de parells ⟨string, codi⟩ amb tots els strings i els seus corresponents codis, **en ordre lexicogràfic ascendent de codis**. La solució proposada ha de ser eficient: cap node de l'arbre de codificació hauria de ser examinat/visitat més d'un cop. A la vostra solució, utilitzeu les següents definicions de C++:

```
struct codificacio {
    string s;
    string codi; // el codi binari de l'string s
};
```

```
/* Pre: T és un arbre de codificació, C és una llista buida */

void obtenir_codis(const BinTree<string>& T, list<codificacio>& C);

/* Post: C conté la llista de codificacions dels strings
a l'arbre T, en ordre lexicogràfic creixent de codis */
```

Per exemple, amb l'arbre `T` de la figura i una llista `C` inicialment buida, després de la crida `obtenir_codis(T,C)` tindrem:

$$\texttt{C} = [\langle \texttt{casa,000} \rangle, \langle \texttt{far,001} \rangle, \langle \texttt{moto,10} \rangle, \langle \texttt{dit,11} \rangle].$$

Es demana:

(a) (3 punts) Especifica i implementa un nou procediment `i_obtenir_codis` amb una immersió de paràmetres que ens permiti resoldre de manera eficient l'obtenció dels codis d'un arbre.

(b) (1 punt) Argumenta la correcció del procediment `i_obtenir_codis` de l'apartat anterior.

(c) (1 punts) Implementa `obtenir_codis` mitjançant el procediment `i_obtenir_codis`.

N.B. Recordeu que si `s` i `t` són strings llavors `s + t` és l'string que s'obté concatenant `s` i a continuació `t`; de manera anàloga, si `c` és un caràcter, `s + c` és l'string que s'obté en afegir `c` al final de l'string `s`; tanmateix, l'"expressió" `c + s` no és vàlida en C++.

SOLUCIÓ: