Prácticas de Autómatas y Lenguajes. Curso 2018/19

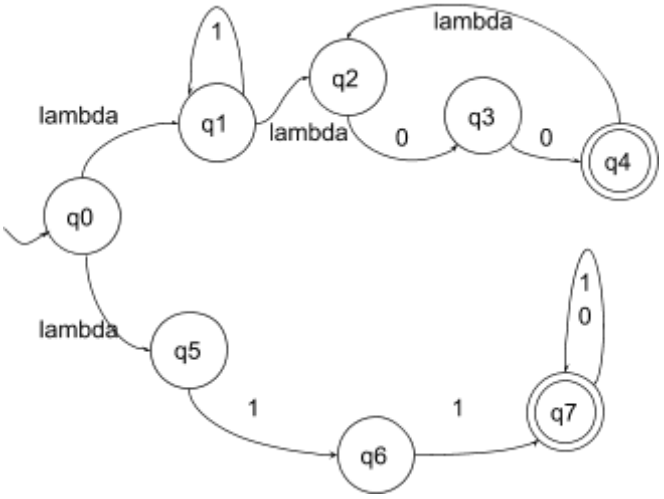
Práctica 2: Simulación de autómatas finitos no deterministas II (transiciones λ)

Descripción del enunciado

El objetivo de esta práctica es que amplíes la librería C de la práctica 1 de manera que los autómatas finitos no deterministas simulados admitan también transiciones λ.

Así, por ejemplo, tu librería tendría que ser capaz de simular el comportamiento del siguiente AFND que podría reconocer el lenguaje representado por la expresión regular

$$[\ 1^*00(00)^*\ ]\ +\ [\ 11(0+1)^*\ ]$$



Observa el siguiente posible programa principal para definir mediante tu librería este autómata (las nuevas funciones están resaltadas)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>


#include "alfabeto.h"
#include "estado.h"
#include "afnd.h"
#include "palabra.h"


int main(int argc, char ** argv)
{

    AFND * p_afnd_l;
```

```
    p_afnd_l = AFNDNuevo("afl1",8,2);

    AFNDInsertaSimbolo(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaSimbolo(p_afnd_l,"1");

    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q0",INICIAL);
    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q1",NORMAL);
    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q2",NORMAL);
    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q3",NORMAL);
    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q4",FINAL);
    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q5",NORMAL);
    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q6",NORMAL);
    AFNDInsertaEstado(p_afnd_l,"q7",FINAL);


    AFNDInsertaTransicion(p_afnd_l, "q1", "1", "q1");
    AFNDInsertaTransicion(p_afnd_l, "q2", "0", "q3");
    AFNDInsertaTransicion(p_afnd_l, "q3", "0", "q4");
    AFNDInsertaTransicion(p_afnd_l, "q5", "1", "q6");
    AFNDInsertaTransicion(p_afnd_l, "q6", "1", "q7");
    AFNDInsertaTransicion(p_afnd_l, "q7", "0", "q7");
    AFNDInsertaTransicion(p_afnd_l, "q7", "1", "q7");


    AFNDInsertaLTransicion(p_afnd_l, "q0", "q1");
    AFNDInsertaLTransicion(p_afnd_l, "q0", "q5");
    AFNDInsertaLTransicion(p_afnd_l, "q1", "q2");
    AFNDInsertaLTransicion(p_afnd_l, "q4", "q2");



    AFNDCierraLTransicion(p_afnd_l);

    AFNDImprime(stdout,p_afnd_l);

    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");


    p_afnd_l = AFNDInicializaEstado(p_afnd_l);

    fprintf(stdout,"\n*************** PROCESA CADENA *************\n");
    AFNDImprimeCadenaActual(stdout,p_afnd_l);
    fprintf(stdout,"\n********************************************\n");

    AFNDProcesaEntrada(stdout,p_afnd_l);

/*****************************************************************************
*/

    p_afnd_l = AFNDInicializaCadenaActual(p_afnd_l);
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");

    p_afnd_l = AFNDInicializaEstado(p_afnd_l);
```

```
    fprintf(stdout,"\n*************** PROCESA CADENA *************\n");
    AFNDProcesaEntrada(stdout,p_afnd_l);
    fprintf(stdout,"\n*********************************************\n");


/**************************************************************************
*/

    p_afnd_l = AFNDInicializaCadenaActual(p_afnd_l);
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");

    p_afnd_l = AFNDInicializaEstado(p_afnd_l);

    fprintf(stdout,"\n*************** PROCESA CADENA *************\n");
    AFNDProcesaEntrada(stdout,p_afnd_l);
    fprintf(stdout,"\n*********************************************\n");


/**************************************************************************
*/

    p_afnd_l = AFNDInicializaCadenaActual(p_afnd_l);
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"0");
    AFNDInsertaLetra(p_afnd_l,"1");

    p_afnd_l = AFNDInicializaEstado(p_afnd_l);

    fprintf(stdout,"\n*************** PROCESA CADENA *************\n");
    AFNDProcesaEntrada(stdout,p_afnd_l);
    fprintf(stdout,"\n*********************************************\n");


/**************************************************************************
*/




    AFNDElimina(p_afnd_l);

/**************************************************************************
/


    return 0;

}
```

Fíjate que el autómata tiene dos ramas, una para cada “corchete”

1. Que termina en el estado q4 para el fragmento [$1^*00(00)^*$]

- Esta rama se encarga de las cadenas que empiezan por una secuencia de cualquier cantidad (incluida 0) de 1s, terminan por un número par de ceros y no hay ningún otro símbolo entre medias.

2. Que termina en el estado q7 para el fragmento [$11(0+1)^*$]
    - Ésta, se encarga de las que comienzan por 11 y terminan por cualquier cadena binaria (es decir, con los dígitos 0 y 1) de cualquier longitud incluida 0.

Observa que, además de crear el autómata, se analizan las siguientes cadenas

- 111100
    - Que es reconocida por ambas ramas ya que empieza por 11 y termina por un número par de ceros.
- 1000000
    - Que sólo es reconocida por la primera, ya que no comienza por 11 pero sí termina en un número par (6) de ceros.
- 11000
    - Que sólo es reconocida por la segunda, ya que comienza por 11 y no termina en un número par de ceros.
- 01010101
    - Que no es reconocida por el autómata ya que ni empieza por 11 ni lo hace por 1 y termina a la vez en un número par de ceros.

Al ejecutar este programa la salida que se muestra es la siguiente (observa que lo añadido respecto a la práctica anterior está resaltado)

```
afl1={
    num_simbolos = 2

    A={ 0 1 }

    num_estados = 8

    Q={->q0  q1  q2  q3  q4*  q5  q6  q7*  }

    RL++*={
                [0]     [1]     [2]     [3]     [4]     [5]     [6]     [7]
        [0]     1       1       1       0       0       1       0       0
        [1]     0       1       1       0       0       0       0       0
        [2]     0       0       1       0       0       0       0       0
        [3]     0       0       0       1       0       0       0       0
        [4]     0       0       1       0       1       0       0       0
        [5]     0       0       0       0       0       1       0       0
        [6]     0       0       0       0       0       0       1       0
        [7]     0       0       0       0       0       0       0       1
}


    Funcion de Transición = {
        f(q0,0)={ }
        f(q0,1)={ }
        f(q1,0)={ }
        f(q1,1)={ q1 }
```

```
        f(q2,0)={ q3 }
        f(q2,1)={ }
        f(q3,0)={ q4 }
        f(q3,1)={ }
        f(q4,0)={ }
        f(q4,1)={ }
        f(q5,0)={ }
        f(q5,1)={ q6 }
        f(q6,0)={ }
        f(q6,1)={ q7 }
        f(q7,0)={ q7 }
        f(q7,1)={ q7 }
    }
}

**************** PROCESA CADENA *************
[(6) 1 1 1 1 0 0]

*****************************************

ACTUALMENTE EN {->q0 q1 q2 q5 }
[(6) 1 1 1 1 0 0]

ACTUALMENTE EN {q1 q2 q6 }
[(5) 1 1 1 0 0]

ACTUALMENTE EN {q1 q2 q7* }
[(4) 1 1 0 0]

ACTUALMENTE EN {q1 q2 q7* }
[(3) 1 0 0]

ACTUALMENTE EN {q1 q2 q7* }
[(2) 0 0]

ACTUALMENTE EN {q3 q7* }
[(1) 0]

ACTUALMENTE EN {q2 q4* q7* }
[(0)]

**************** PROCESA CADENA *************

ACTUALMENTE EN {->q0 q1 q2 q5 }
[(7) 1 0 0 0 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q1 q2 q6 }
[(6) 0 0 0 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q3 }
[(5) 0 0 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q2 q4* }
[(4) 0 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q3 }
[(3) 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q2 q4* }
[(2) 0 0]

ACTUALMENTE EN {q3 }
[(1) 0]

ACTUALMENTE EN {q2 q4* }
```

```
[(0)]

*****************************************

**************** PROCESA CADENA *************

ACTUALMENTE EN {->q0 q1 q2 q5 }
[(5) 1 1 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q1 q2 q6 }
[(4) 1 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q1 q2 q7* }
[(3) 0 0 0]

ACTUALMENTE EN {q3 q7* }
[(2) 0 0]

ACTUALMENTE EN {q2 q4* q7* }
[(1) 0]

ACTUALMENTE EN {q3 q7* }
[(0)]

*****************************************

**************** PROCESA CADENA *************

ACTUALMENTE EN {->q0 q1 q2 q5 }
[(8) 0 1 0 1 0 1 0 1]

ACTUALMENTE EN {q3 }
[(7) 1 0 1 0 1 0 1]

ACTUALMENTE EN {}
[(6) 0 1 0 1 0 1]

*****************************************
```

Observa que la manera de mostrar las transiciones lambda es mediante una matriz binaria que indica si desde un estado es o no accesible otro mediante transiciones lambda, tu profesor te explicará en el laboratorio cómo se hace esto.

Debes de modificar las funciones de librería que ya has codificado fundamentalmente para

- **En la parte "estática" que define el autómata**
    - Almacenar la matriz binaria de las relaciones de accesibilidad mediante lambda inducida por las transiciones lambda.
- **En la parte "dinámica" que describe el momento de análisis en el que se encuentra el autómata**
    - ...y, por lo tanto, en aquellas funciones que permitan realizar el análisis de cadenas (transitar por el siguiente símbolo, procesar la cadena, etc...)
    - Añadir al procesar cada símbolo el efecto de las transiciones lambda.

A continuación se describe con más detalle las nuevas funciones de la librería **QUE DEBES IMPLEMENTAR DE MANERA OBLIGATORIA**

```
AFND * AFNDInsertaLTransicion(
       AFND * p_afnd,
       char * nombre_estado_i,
       char * nombre_estado_f );
```

- Inserta en el AFND una transición λ entre los dos estados cuyo nombre se proporciona.
- Se devuelve un puntero al AFND modificado (que se pasa como primer argumento)

```
AFND * AFNDCierraLTransicion (AFND * p_afnd);
```

- Realiza el cierre reflexivo y transitivo de la relación de accesibilidad inducida por las transiciones lambda almacenada en el AFND que se proporciona como argumento.
- Se devuelve un puntero al AFND modificado.

```
AFND * AFNDInicializaCadenaActual (AFND * p_afnd );
```

- Esta función, tal vez con otro nombre o incluida en otra, debería haberse descrito en la práctica 1
- En aquella práctica esta funcionalidad se podría haber incluido implícitamente en alguna de las otras funciones (las de inicializar el estado actual del autómata antes del procesado de una cadena, o en la misma función de procesado de la cadena).
- Su objetivo es eliminar la cadena actual dejándola vacía de forma que el autómata está preparado para especificar la siguiente cadena que se va a analizar mediante reiteradas llamadas a la función `AFNDInsertaLetra`

SE RECOMIENDA, AUNQUE NO ES IMPRESCINDIBLE que **definas** de manera explícita un **módulo (tipo abstracto de datos) para representar relaciones** mediante matrices cuadradas binarias y que contenga las operaciones de

- Cierre reflexivo
- Cierre transitivo

Se pide

- Cada grupo debe realizar una entrega
- El tiempo del que dispones para hacer la práctica es el correspondiente a las semanas de las próximas dos sesiones, incluida esta en la que se te presenta el enunciado.
- Tu profesor te indicará la tarea Moodle donde debes hacer la entrega.
- Cada grupo debe diseñar tantos módulos auxiliares (ficheros .c y .h) como necesite para completar la funcionalidad de la práctica, modificando para ello los que entregó al terminar la primera.
- Es imprescindible que mantengas los nombres especificados en este enunciado **sólo para las funciones que se piden de manera obligatoria**.
- Respecto a los módulos o funciones sugeridos tienes libertad de implementar estos u otros.