UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Informática, 3º Curso
Examen de Informática Teórica II
Septiembre de 2005

Duración: 3.5 horas

Pregunta 1 (3 punto)

Sea la siguiente MT:

f	1	x	b
p	qxD	pxI	rbD
q	q1D	qxD	pxI
r		r1D	sbP
s			

Se pretende construir una máquina de Turing que contenga en su cinta las transiciones de la máquina de Turing anterior y sea capaz de localizar la transición que se encuentre en un cierto instante en la dirección. A este máquina se le llamará Máquina localizadora específica, y no tiene por que ser válida para otra máquina de Turing. La máquina de turing que se pretende construir deber tener las siguientes características:

- Limitada a la izquierda por el símbolo $.
- A continuación de dicho símbolo, debe aparecer un conjunto de celdas, denominada dirección que contendrá la parte derecha de la transición a localizar.

Se pide:

1. Longitud (número de celdas) de la dirección y contenido de la cinta
2. Indicar los pasos a realizar por la máquina para localizar la transición cuya parte izquierda se encuentre en la dirección. Indique razonadamente el número de símbolos y estados que se necesitan para construir la máquina.
3. Indicar cuales serían las transiciones de la máquina (dependiendo del contenido de su cinta y del funcionamiento definido en el punto anterior) para localizar la transición que se corresponde con f(p,x) (estado p y se ha leído el símbolo x).

Solución:
1. (0,75 puntos) Longitud de la dirección: 2. Contendrá el estado y el símbolo a leer
Cinta: la dirección y tanto registros como transiciones: 8 registros. Cada registro contiene estado-símbolo leído-estadosiguiente-símbolo a escribir y desplazamiento

El contenido de la cinta puede ser:

Dirección#p1qxD#pxpxI#pbrbD#q1q1D#qxqxD#qbpxI#rxr1D#rbsbP

2. (1,5 puntos) La máquina leerá el estado y el símbolo recordándolos mediante diferentes estados. Luego se irá buscando el primer registro no marcado y comprobará si coincide o no. Si no coincide marca el registro y seguirá buscando hacia la derecha. Si coincide la máquina se para.

El funcionamiento podría ser:
Partiendo de un estado E que lee el primer elemento de la dirección, se lee el estado y el símbolo. Si lee p, pasará a un estado Ep, si lee q a un estado Eq y si lee r a un estado Er.
A continuación se lee el símbolo, pasando a estados Ep1, Epx, Epb, Eq1, Eqx, Eqb, Er1, Erx y Erb, dependiendo del estado y el símbolo leído. Cada estado recuerda el estado y el símbolo leído en la dirección. Como la transición F(r,1) no se da, el estado Er1 no existirá.
La cabeza lectora en ese momento está al comienzo situada en la primera marca #. Se desplaza hacia la derecha dejando #.

Se lee el estado y se marca con A. Se comprueba si coincide el estado. En caso afirmativo manteniéndose en el mismo estado, se lee el símbolo y se marca con A. Si coincide, la máquina se para. Esta coincidencia se comprueba con el nombre del estado.
En el caso que no coincida el estado o el símbolo, se marca todo el registro hasta llegar al siguiente, es decir hasta encontrar la marca #. Es necesario recordar qué se había leído en la dirección, por tanto se utilizarán los estados Ep1a, Epxa, Epba, Eq1a, Eqxa, Eqba, Erxa y Erba, respectivamente. Cuando se encuentre la marca # se vuelve a los estados Ep1, Epx, Epb, Eq1, Eqx, Eqb, Erx y Erb, respectivamente.
En total se necesitan 19 estados más el estado inicial y un símbolo auxiliar.

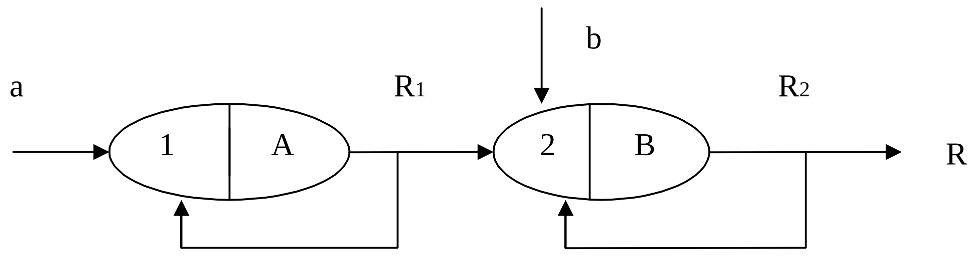
3. (0,75 puntos)

Si la cinta se define como:
$px#p1qxD#pxpxI#pbrbD#q1q1D#qxqxD#qbpxI#rxr1D#rbsbP

F(E,p)=Ep p D
F(Ep, x)=Epx x D
F(Epx, #)=Epx #D
F(Epx,p)=Epx A D
F(Epx,1)=Epxa A D
F(Epxa, ?)= Epxa A D donde ? es q, x, D
F(Epxa, #)= Epx # D
F(Epx,p)=Epx A D
F(Epx,x)=Exp A P

Pregunta 2 (2,5 puntos)

1. Construir la tabla de transiciones del siguiente circuito de células de McCullochs-Pitts, donde umbral normal = umbral diferencial.



2. Dados: a = 11 b = 11 ¿Cuál es la salida?

Solución:

a) (2 puntos) La tabla de transiciones del circuito anterior es:

a(t)	b(t)	R1(t)	R2(t)	R1(t+1)	R2(t+1)= R(t+1)
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1

1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1

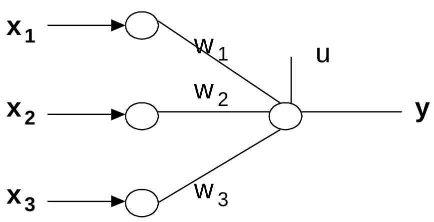
b) (0,5 puntos) t = 0 a = 1 R1 = 0 -> R1 (1) = 1
b = 1 R1 = 0 R2 = 0 -> R2 (1) = 0

t = 1 a = 1 R1 = 1 -> R1 (2) = 1
b = 1 R1 = 1 R2 = 0 -> R2 (2) = 1

Luego la salida del circuito es: R = 01

Pregunta 3 (3 puntos)

Sea la siguiente arquitectura de red de neuronas:



donde $\mathbf{x_1}$, $\mathbf{x_2}$ y $\mathbf{x_3}$ son las entradas; **y** es la salida de la red; w_1, w_2 y w_3 son las conexiones de las neuronas de entrada a la neurona de salida; u es el umbral de la neurona de salida.
Supóngase que **la neurona de salida tiene función de activación sigmoidal**. Se pide:
1. ¿Qué diferencias existen entre el perceptron simple y esta arquitectura de red?. Explique las diferencias tanto desde el punto de vista de la arquitectura, como desde el punto de vista de la funcionalidad.
2. Deducir, razonadamente, la ley de aprendizaje para los pesos y el umbral de la red para minimizar la siguiente función error:

$$\mathrm{e(x)} = \frac{1}{2}(\mathrm{s(x)} - \mathrm{y(x)})^2$$

siendo **y(x)** la salida de la red para un patrón de entrada **x=(** $\mathbf{x_1}$**,** $\mathbf{x_2}$**,** $\mathbf{x_3}$**)** y **s(x)** la salida deseada para dicho patrón.
3. Explica los pasos que habría que hacer para llevar a cabo el aprendizaje completo de la red.

Solución

1. (0,5 puntos) Al tener función de activación no lineal en la salida, el red puede en principio utilizarse para abordar problemas no lineales, a diferencia del perceptron simple. Aunque hay que tener presente, que no tiene neuronas ocultas y por tanto su capacidad será limitada.
2. (1,5 puntos)La salida viene dada por: $y = f(w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + u)$

por tanto, al derivar el error se obtiene que:

$$w_1^{nuevo} = w_1^{anterior} + \alpha(s(x) - y(x))y(x)(1 - y(x))x_1$$
$$w_2^{nuevo} = w_2^{anterior} + \alpha(s(x) - y(x))y(x)(1 - y(x))x_2$$
$$w_3^{nuevo} = w_3^{anterior} + \alpha(s(x) - y(x))y(x)(1 - y(x))x_3$$
$$u^{nuevo} = u^{anterior} + \alpha(s(x) - y(x))y(x)(1 - y(x))$$

3. (1 punto)
1: Inicialización aleatoria de los pesos y el umbral
2: Dado un patrón del conjunto de entrenamiento (x, s(x)), se presenta el vector x a la red y se calcula la salida de la red para dicho patrón, y(x)
3: Se evalúa el error e(x) cometido por la red
4: Se modifican todos los parámetros de la red utilizando las ecuaciones anteriormente descritas
5: Se repiten los pasos 2, 3, y 4 para todos los patrones de entrenamiento, completando así un ciclo de aprendizaje
6: Se realizan n ciclos de aprendizaje (pasos 2,3,4 y 5) hasta que se estabilicen los errores de entrenamiento y validación o test.

Pregunta 4 (1,5 puntos)

Sea el autómata celular unidimensional de regla 128. Se pide:
1. Evolución del autómata durante 5 iteraciones a partir de la configuración inicial ..01111111110…
2. ¿La evolución del autómata de regla 128, depende de la configuración inicial?.
3. ¿Es posible predecir el comportamiento futuro de este autómata?. Razone su respuesta.

Solución
..01111111110...
..00111111100... (t=1)
..00011111000... (t=2)
..00001110000... (t=3)
..00000100000... (t=4)
..00000000000... (t=5)
La evolución depende del número de unos que aparezcan en la configuración inicial
Sí se puede predecir el comportamiento futuro. Este autómata convergerá a configuraciones con todos ceros. El número de iteraciones necesarias para esta convergencia depende de la configuración inicial. Si hay n unos consecutivos inicialmente, en int(n/2)+1 iteraciones, la configuración converge a ceros