UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Informática, 3º Curso
Examen de Informática Teórica II
Parte de teoría (2 puntos)
Febrero de 2004

Duración: 30 minutos

1. ¿Cuál es la aportación y característica básica que identifica a cada uno de los siguientes modelos computacionales?
    a. Maquinas de Turing. (0,2 puntos)
    b. Células de McCulloch-Pitts. (0,2 puntos)
    c. Redes Neuronales. (0,2 puntos)
    d. Autómatas Probabilísticas (0,2 puntos)
    e. Autómatas Celulares. (0,2 puntos)

2. ¿Cuales son las diferencias entre la célula básica de las redes de McCulloch Pitts y la célula básica de las Redes Neuronales? (0,5 puntos)

3. ¿Cuales son los criterios de parada en el aprendizaje de una Red Neuronal Multicapa con el algoritmo de Back Propagation? (0,5 puntos)

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Informática, 3º Curso
Examen de Informática Teórica II
Febrero de 2004

Duración: 2 horas 30 minutos

EJERCICIO 1 (3 puntos)

1) Construir una MT que sigue un camino por un tablero bidimensional (de tamaño arbitrario), empezando en la "casilla" superior izquierda y saliendo por la casilla inferior derecha, sabiendo el tablero está configurado con la forma de una "escalera". El camino debe corresponder a un móvil que desciende por la "escalera", realizando sólo movimientos horizontales o verticales.

Se pide: explicación del algoritmo que se utilizará, algoritmo en pseudocódigo, explicación del funcionamiento de cada estado, tabla de transición de la máquina y detalle del funcionamiento (no hace falta la traza completa) para el primer ejemplo de tablero (3x4) que damos más abajo, que transforma la cinta de la siguiente manera:

```
ƀ0000#1000#1100$ƀ -> ƀ**00#1**0#11**$ƀ
```

- El tablero debe codificarse en la cinta como una secuencia de filas separadas por el símbolo # y terminada con el símbolo $.
- Cada fila excepto la primera (que debe constar de sólo ceros) tiene un grupo de unos a la izquierda, seguida de ceros hasta el fin de fila (#). El número de unos de cada fila debe crecer o permanecer constante.
- La "escalera" se codifica de la siguiente forma; se marcan los espacios "ocupados" con el símbolo "1" y los espacios "vacíos" con el símbolo "0". El símbolo "$" marca la meta (sustituye al "#" de final de fila). La MT debe poder descender escalones de cualquier altura y anchura.
- La última columna de la última fila debe estar a cero para que el móvil pueda salir del tablero.
- Úsese el símbolo * para el camino recorrido. Al final del proceso, el tablero debe contener sólo los símbolos blanco (ƀ), 0,1,*,# y $ que definen el tablero y el camino, y la cabeza de la MT debe estar posicionada sobre el símbolo $ que marca el final.

Ejemplos de tableros con la cinta ordenada en filas y columnas, y cómo debe quedar el camino:

```
0000#      **00#    (Ejemplo para la traza de ejecución)
1000# ->  1**0#
1100$     11**$

0000#      **00#   00000#      ***00#
1000# ->  1**0#   11000# ->  11**0#
1100#     11**#   11100#     111*0#
1110$     111*$   11100#     111*0#
                  11100$     111**$
```

Observaciones:

- Sólo se corregirá la tabla de transiciones si previamente hay una descripción completa del objetivo y funcionamiento de cada uno de los estados.

2) Construir un Autómata Celular bidimensional no cíclico con el mismo comportamiento, de modo que un estado específico acabe marcando el camino recorrido por el “móvil”. La situación inicial del AC sólo puede corresponder con tableros compatibles con el algoritmo anterior, aunque puede hacerse alguna variación si es preciso con el fin de marcar los "bordes" del tablero. Se pide: dimensión, número de vecinos, vecindad, lista de estados y reglas del autómata.

EJERCICIO 2 (3 puntos)

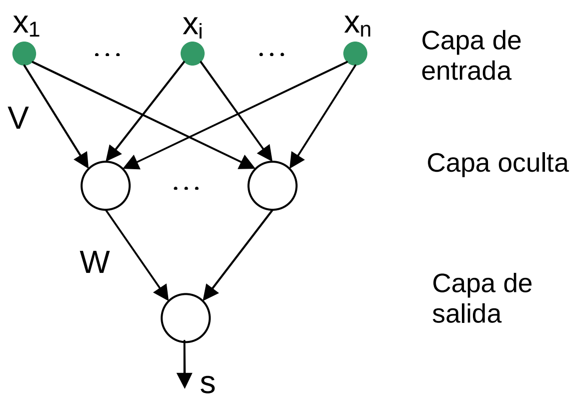
Debido a los continuos desastres provocados por los monzones anuales en el sur de la India, el gobierno indio nos ha encargado realizar un estudio sobre la previsión de la pluviosidad para cada uno de los meses del año.
Para ello contamos con información del agua recogida de media en el sur del país durante los 6 últimos años:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1998	6.8	6.5	13.8	14.6	49.8	87.4	308.6	247	220.7	26.4	41.3	20.7
1999	4.7	2.9	15.3	31.9	51.0	109.8	284	239	158.9	14.9	21.9	8.7
2000	2.2	21.0	13.8	24.1	45.0	69.7	286.4	205	196.5	36.2	31.0	11.4
2001	7.0	11.2	14.3	29.7	36.4	240.2	238.6	231	197.4	30.7	23.6	12.3
2002	2.4	6.5	14.0	16.1	51.9	286.5	245.6	235	156.0	36.7	25.1	12
2003	4.9	8.0	21.2	24.0	49.7	98.9	224.6	230	102.8	45.3	12.0	8.97

Nos piden:

1) Diseñar un modelo neuronal para la predicción de futuros valores de pluviosidad, empleando como método de aprendizaje el algoritmo de retropropagación del gardiente (*“backpropagation”*).
2) Al tratarse de un problema de predicción de una serie temporal, hemos decidido que la neurona de la capa de salida posea una función de **activación lineal** (f(x)=x) y las neuronas de la capa oculta la función sigmoidal entre 0 y 1:

   con W=(wij) la matriz de pesos de la capa oculta a la capa de salida, V=(vij) la matriz de pesos de la capa de entrada a la capa oculta. Los umbrales de todas las neuronas de la red serán 0. Obtenga la ecuación explícita de la salida de la red en función de las



   entradas.
3) Obtenga razonadamente la ley de aprendizaje para los pesos de la matriz V de la red para minimizar el error cuadrático medio en la salida:

   $e = 1/2 \cdot (s-y)^2$ donde *y* es la salida deseada para la red
4) Determinar los patrones con los que entrenaremos y validaremos nuestro modelo.

EJERCICIO 3 (2 puntos)

Un sistema de control para un embalse estima la capacidad almacenada en función de los días de sol (S), lluvia (L) o lluvia intensa (LL). El sistema mide el nivel a seis profundidades, de modo que distingue si el embalse está vacío (V), lleno a un cuarto (C1), a dos cuartos (C2), a tres cuartos (C3), completamente lleno (C4) o desbordándose (D).

Se estima que un día de sol reduce en un nivel la cantidad almacenada (excepto que se encuentre vacío), un día de lluvia lo aumenta en uno (excepto en caso de desbordamiento) y uno de lluvia intensa lo aumenta en dos, (excepto en caso de desbordamiento o capacidad completa, en que sólo aumenta en uno).

Se pide:

1) Diseñar y construir el Autómata Finito que se puede utilizar para modelar el comportamiento anterior, y el Autómata Probabilístico correspondiente. Incluir las matrices de probabilidad de transición en este último caso.
2) Supongamos que se realiza la siguiente medida de los estados a lo largo de una serie de días. Como consecuencia, se pide modificar el autómata anterior para que modele mejor el comportamiento observado (en la tabla se observa el tiempo del día y la capacidad del embalse).

Día		LL		L		S		S		L		L		S		S		L		L		S	
Cap	C4	→	D	→	D	→	C4	→	C3	→	C3	→	C4	→	C3	→	C2	→	C2	→	C3	→	C2

3) Si se considera además que la probabilidad de que un día de lluvia intensa llene dos niveles el embalse es sólo P (en caso contrario llena sólo un nivel), determinar el valor que debe tener ésta para que, la secuencia (LL,L,LL) tenga un 33% (1/3) de probabilidad de ***no*** desbordar el embalse supuesto que el embalse inicialmente puede estar bien vacío, o a 1/4, o a 2/4 de capacidad, con igual probabilidad en cada caso.