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

Duración: 20 minutos

1. Dentro de las redes neuronales artificiales:
 - 1.1. ¿Qué entiende por el concepto de generalización de una red neuronal artificial?
 - 1.2. ¿Qué nos indica la condición $\frac{\partial E}{\partial \omega} \approx 0$ para el algoritmo de retropropagación del gradiente? ¿Es suficiente?
2. ¿Describen los autómatas celulares sistemas complejos a partir del comportamiento individual de cada célula? Tanto en caso positivo como en caso negativo justificar la respuesta.

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

Duración: 3 horas 30 minutos

EJERCICIO 1 (3 puntos)

Diseñar una MT en la que dada una cadena de caracteres del alfabeto $\{0,1\}$ transforme dicha cadena con el siguiente patrón:

- Si encuentra la secuencia 01 la transforma en 0X1
- Si encuentra la secuencia 10 la transforma en 1Y0
- Si encuentra la secuencia 00 la mantiene y no hace transformación
- Si encuentra la secuencia 11 la mantiene y no hace transformación

Inicialmente la cabeza lectora de la máquina puede estar situada en cualquier parte de la cinta.

Un ejemplo sería:

0010110 se transformaría en 00X1Y0X11Y0

Se pide:

- Diseñar la MT correspondiente, comentando claramente el algoritmo y los estados utilizados.
- Incluir una traza de funcionamiento para el ejemplo anterior.

EJERCICIO 2 (2 puntos)

Se desea diseñar un circuito de células de McCulloch-Pitts que controle el movimiento (simplificado) de un esquiador por una pista de esquí, esquivando los obstáculos que encuentre en su camino.

Para ello, se modela la pista y el movimiento del esquiador de la siguiente forma:

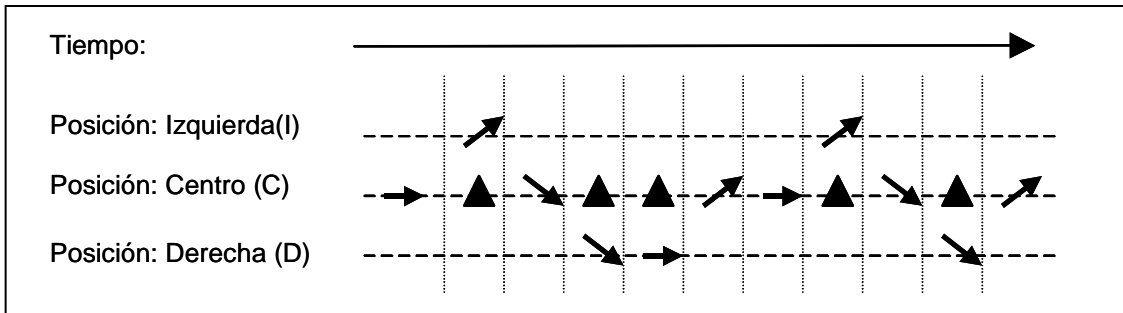
- El esquiador puede estar situado en **posición** izquierda, centro o derecha. Los obstáculos están en la posición (o carril) central.
- El esquiador puede tener **orientación** izquierda, centro o derecha.
- El esquiador debe recorrer la pista pasando los obstáculos alternativamente por la izquierda y por la derecha (si en una ocasión pasa por la izquierda, en la siguiente debe pasar por la derecha). El primer paso puede hacerse por cualquier lado.
- El esquiador debe recuperar la orientación centro, y, si es posible, la posición central, en cuanto tenga oportunidad.
- Siempre se comienza en **posición** centro, con **orientación** centro.

En cada instante de tiempo el circuito recibe como entrada:

- La información de su posición actual mediante un sensor.
- La información de si hay o no obstáculo en la pista en el próximo instante de tiempo
- Su propia salida (orientación determinada en el instante anterior) como entrada

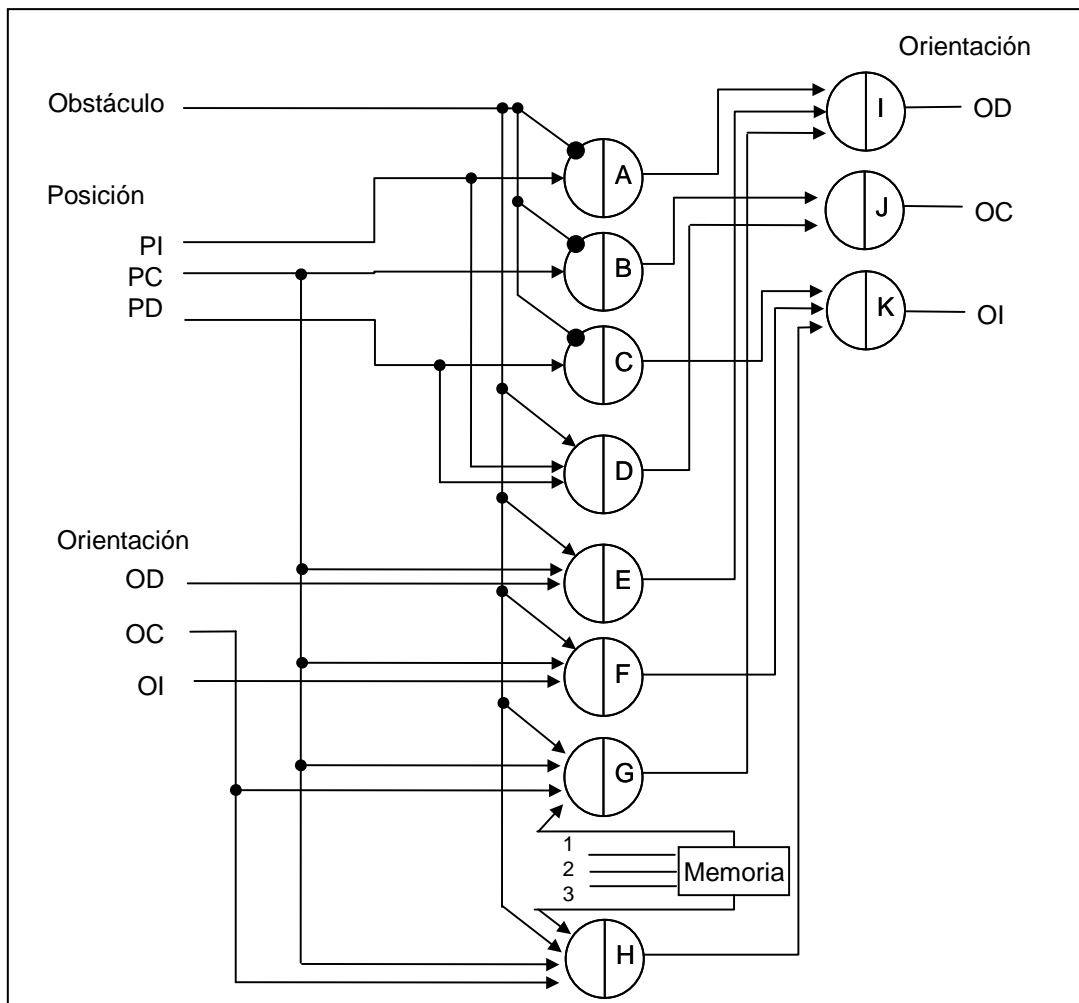
El circuito genera como salida la nueva orientación del esquiador.

Sólo cuando el circuito ha tenido oportunidad de fijar la se produce el movimiento hacia delante. Es decir, primero gira si es necesario, y luego mueve (el comportamiento del circuito es más rápido que el movimiento del esquiador). Véase como ejemplo el recorrido siguiente (las flechas indican la orientación del esquiador, los triángulos los obstáculos):



Obsérvese en el ejemplo que el circuito decide pasar el cuarto obstáculo por la izquierda porque el anterior lo rebasó por la derecha.

Se diseña el circuito **con células de función de activación normal**, y queda como aparece en la siguiente figura. Obsérvese que las células A, B y C tienen una entrada inhibidora. El sistema de sensores activa sólo una de las entradas "posición" en cada instante. El circuito activa una de sus salidas (Orientación) de igual manera, y estas salidas se realimentan a la entrada (entradas Orientación) para conocer la orientación en el instante siguiente. La entrada "Obstáculo" se activa cuando hay un obstáculo en el carril central enfrente del esquiador.



En el circuito se usa la letra “D” para derecha, “C” para centro y “I” para izquierda. El circuito etiquetado “memoria” se usa para indicar (y recordar) el lado por el que debe pasarse el próximo obstáculo. De sus dos salidas, cuando una está activada, la otra está inhibida, y viceversa.

Se pide:

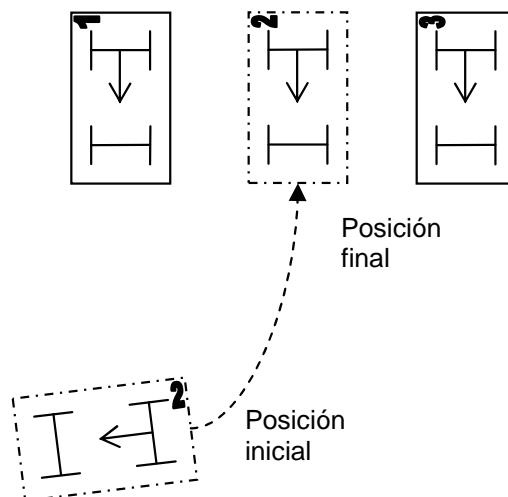
- 1) Explicar razonadamente el funcionamiento del circuito.
- 2) Determinar los **umbrales** que deben tener cada una de las células (A a K) de la figura (indicar mediante una tabla).
- 3) Determinar qué entradas (Obstáculo, algún de las Posiciones o alguna de las Orientaciones) se deben conectar con las entradas etiquetadas **1,2 y 3** del circuito de memoria que aparece en la figura.
- 4) Explicar si el circuito anterior tiene la misma potencia computacional de un Autómata Finito Determinista o no, por qué motivo, y si la respuesta depende de alguna circunstancia.

Nota: considérese que, en la situación inicial, todas las células están en estado inactivo.

EJERCICIO 3 (3 puntos)

Nos piden diseñar para la industria automovilística un sistema de aparcamiento automático basado en redes neuronales. Para ello disponemos de un vehículo al que se le incorpora un GPS diferencial y al que se le puede monitorizar en cualquier instante de tiempo. Es decir, en todo momento sabemos la posiciones GPS (X,Y), la velocidad a la que circula, los grados a los que se encuentra girado el volante del vehículo.

Lo que se pretende es diseñar un sistema neuronal capaz de aprender de forma inductiva la maniobra de aparcamiento que se muestra en el siguiente gráfico.



Donde el vehículo 2 es el que hemos monitorizado. Es decir, el coche ha sido conducido por una persona encargada de realizar la maniobra de aparcamiento. Durante el proceso de aparcamiento se ha guardado en un fichero las siguientes variables:

- X1: Posición del vehículo en eje X.
- X2: Posición del vehículo en eje Y.
- X3: Orientación del vehículo
- X4: Variación de la velocidad del vehículo respecto al momento anterior. Según los posibles valores de velocidad esta variación viene indicada por los siguientes indicaciones:
 1. Mucho más rápido
 2. Más rápido

3. Mantener velocidad
 4. Más lento
 5. Mucho más lento
- X5: Variación del giro del volante respecto al momento anterior. Igualmente, esta variable viene codificada por los siguientes valores:
 1. Mucho más a la izquierda
 2. Más a la izquierda
 3. Un poco a la izquierda
 4. Sin variación
 5. Un poco a la derecha
 6. Más a la derecha
 7. Mucho más a la derecha

Un ejemplo de estas trazas sería la siguiente tabla:

X1	X2	X3	X4	X5
459059,59	4462563,65	-74°	Más rápido	Más a la dcha
459059,57	4462563,72	-74°	Mantener velocidad	Más a la dcha
459059,55	4462563,78	-72°	Mantener velocidad	Más a la dcha
459059,54	4462563,84	-81°	Mantener velocidad	Más a la dcha
459059,43	4462564,3	-68°	Más lento	Un poco a la dcha
459059,4	4462564,35	-59°	Mantener velocidad	Un poco a la dcha
459059,38	4462564,4	-68°	Más rápido	Sin variación
459059,35	4462564,45	-59°	Más rápido	Sin variación
459059,33	4462564,52	-74°	Mantener velocidad	Un poco a la izda
459059,31	4462564,59	-74°	Mantener velocidad	Un poco a la izda
459059,29	4462564,67	-76°	Más rápido	Un poco a la izda
459059,26	4462564,75	-69°	Mantener velocidad	Más la izda
459059,22	4462564,85	-68°	Más rápido	Más la izda
459059,19	4462564,96	-75°	Mantener velocidad	Más la izda

El objetivo del aprendizaje es construir una red neuronal no lineal que nos indique las acciones en cuanto a velocidad y giro del volante que debemos realizar para llegar a una posición final conocida ($X1=X_{final}$, $X2=Y_{final}$) con una orientación final conocida ($X3=\theta_{final}$). Los indicadores que nos guiarán para determinar la velocidad y el giro en un momento dado será la distancia que me queda por llegar al objetivo y la diferencia de orientación respecto a la orientación final.

Se pide

- 1) Determinar si se debe realizar algún preproceso sobre los datos que nos dan.
- 2) Indique razonadamente las variables de entrada y salida de la red.
- 3) Indique detalladamente los pasos que realizaría para la generación de patrones de aprendizaje y validación del sistema.
- 4) Determine razonadamente el tipo de red neuronal que utilizaría.
- 5) Indique detalladamente la interpretación de los valores de las variables de entrada y la de salida teniendo en cuenta el tipo de función de activación seleccionada.
- 6) Razone el proceso para la elección de los parámetros de aprendizaje (Razón de aprendizaje, número máximo de iteraciones, error de validación y error mínimo permitido) y su influencia en el sistema diseñado.