

## INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Códigos: INFORMÁTICA DE SISTEMAS

Código carrera: 40 Código asignatura: 2090

Junio 2001-2002, 2ª Semana, DURACIÓN: 2 HORAS,

Material permitido: NINGUNO

**Importante:** Ponga el nombre en todas las hojas. No sólo se valorará que el resultado sea correcto, sino también la claridad en la exposición de los pasos que se han seguido en la resolución, que el examen esté compensado y que no incluya errores conceptuales importantes.

**1) (Valoración: 3 puntos)** Realice un estudio comparativo de los siguientes métodos de representación de conocimiento: *Método de factores de certeza de Mycin y Lógica difusa*. Haga especial énfasis en los siguientes aspectos:

- a) Tipo de conocimiento que permiten modelar
- b) Tipo de inferencias que permiten realizar
- c) Dominios del mundo real en que aplicaría dichos métodos

**2) (Valoración: 4 puntos)** La base de conocimiento de un sistema basado en reglas contiene las siguientes reglas:

$R_1$ : SI PRESENTE( $h_6$ ) Y AUSENTE( $h_5$ )	ENTONCES RETRACTAR( $h_7$ )
$R_2$ : SI PRESENTE( $h_9$ )	ENTONCES RETRACTAR( $h_9$ )
$R_3$ : SI PRESENTE( $h_7$ ) Y PRESENTE( $h_4$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_2$ )
$R_4$ : SI AUSENTE( $h_8$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_4$ )
$R_5$ : SI PRESENTE( $h_6$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_5$ )
$R_6$ : SI AUSENTE( $h_9$ ) Y PRESENTE( $h_1$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_1$ )
$R_7$ : SI PRESENTE( $h_3$ )	ENTONCES RETRACTAR( $h_5$ )
$R_8$ : SI PRESENTE( $h_7$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_9$ )
$R_9$ : SI PRESENTE( $h_1$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_3$ )

donde  $h_i$  representa un hecho, PRESENTE( $h_i$ ) indica que  $h_i$  se encuentra en la base de afirmaciones (BA) y AUSENTE( $h_i$ ) expresa que  $h_i$  no está en la BA. Cada hecho se almacena en la BA de la siguiente forma:  $h_i(t)$ , que significa que  $h_i$  fue inferido en el ciclo  $t$ . AFIRMAR( $h_i$ ) representa una acción que introduce  $h_i$  en la BA y saca ese mismo hecho correspondiente a ciclos anteriores, si los hubiere. Por otra parte, RETRACTAR( $h_i$ ) es una acción que saca  $h_i$  de la BA.

Transcurrido el tercer ciclo o iteración de la ejecución de un algoritmo basado en encadenamiento hacia adelante, la BA tiene la siguiente forma:  $BA_3 \equiv \{h_1(1), h_7(2), h_6(3)\}$ . El método de control de razonamiento consiste en elegir aquella regla que haga máximo el valor de una función  $f$  definida como:  $f(R_i) = c(R_i) - i + g(R_i)$ . (En caso de igualdad se elegiría la regla de mayor subíndice.) La función  $c(R_i)$  representa el número de condiciones que hay en el antecedente de  $R_i$ . La función  $g(R_i)$  es la suma de los tiempos o ciclos asociados en la BA a cada uno de los hechos que figuran en el antecedente de  $R_i$ , teniendo en cuenta que si una condición fuera de la forma AUSENTE( $h_i$ ) entonces se consideraría  $h_i(0)$ . Existe un mecanismo de refractariedad que impide que la misma regla se ejecute en dos iteraciones seguidas.

**2.a)** Indicar detalladamente cómo evoluciona la ejecución del método de encadenamiento hacia adelante, a partir de la BA obtenida tras el tercer ciclo de ejecución ( $BA_3$ ). Suponer que el encadenamiento termina tras la ejecución del ciclo 14. Mostrar en cada ciclo cuál es el contenido de la BA.

**2.b)** Considere la siguiente base de conocimiento:

$R_1$ : SI PRESENTE( $h_1$ ) Y PRESENTE( $h_7$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_3$ )
$R_2$ : SI PRESENTE( $h_5$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_8$ )
$R_3$ : SI PRESENTE( $h_3$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_6$ )
$R_4$ : SI PRESENTE( $h_1$ ) Y AUSENTE( $h_3$ ) Y PRESENTE( $h_4$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_2$ )
$R_5$ : SI PRESENTE( $h_8$ ) Y PRESENTE( $h_6$ )	ENTONCES AFIRMAR( $h_4$ )

y la BA,  $BA_3 \equiv \{h_1(1), h_5(2), h_7(3)\}$ . Averiguar, aplicando un método de encadenamiento hacia atrás, si en algún momento podríamos llegar a tener PRESENTE( $h_2$ ).

**3) (Valoración: 3 puntos)** Explique detalladamente qué diferencias y semejanzas existen entre los siguientes algoritmos de búsqueda en un espacio de estados:

- a) Primero el mejor
- b) A\*
- c) Método del gradiente
- d) AO\*

Ilustre con ejemplos gráficos dichas diferencias y semejanzas.

## SOLUCIÓN PREGUNTA 2:

a)

CICLO	CONJUNTO CONFLICTO	$f(R_i)$	BA RESULTANTE
4	$R_1$ $R_4$ $R_5$ $R_6$ $R_8$ $R_9$	$2 - 1 + 3 = 4 <<$ $1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1$ $2 - 6 + 1 = -3$ $1 - 8 + 2 = -5$ $1 - 9 + 1 = -7$	$\{h_1(1), h_6(3)\}$
5	$R_4$ $R_5$ $R_6$ $R_9$	$1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1 <<$ $2 - 6 + 1 = -3$ $1 - 9 + 1 = -7$	$\{h_1(1), h_6(3), h_5(5)\}$
6	$R_4$ $R_6$ $R_9$	$1 - 4 + 0 = -3 <<$ $2 - 6 + 1 = -3 <<$ $1 - 9 + 1 = -7$	$\{h_6(3), h_5(5), h_1(6)\}$
7	$R_4$ $R_5$ $R_9$	$1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1 <<$ $1 - 9 + 6 = -2$	$\{h_6(3), h_1(6), h_5(7)\}$
8	$R_4$ $R_6$ $R_9$	$1 - 4 + 0 = -3$ $2 - 6 + 6 = 2 <<$ $1 - 9 + 6 = -2$	$\{h_6(3), h_5(7), h_1(8)\}$
9	$R_4$ $R_5$ $R_9$	$1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1$ $1 - 9 + 8 = 0 <<$	$\{h_6(3), h_5(7), h_1(8), h_3(9)\}$
10	$R_4$ $R_5$ $R_6$ $R_7$	$1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1$ $2 - 6 + 8 = 4 <<$ $1 - 7 + 9 = 3$	$\{h_6(3), h_5(7), h_3(9), h_1(10)\}$
11	$R_4$ $R_5$ $R_7$ $R_9$	$1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1$ $1 - 7 + 9 = 3 <<$ $1 - 9 + 10 = 2$	$\{h_6(3), h_3(9), h_1(10)\}$
12	$R_1$ $R_4$ $R_5$ $R_6$ $R_9$	$2 - 1 + 3 = 4$ $1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1$ $2 - 6 + 10 = 6 <<$ $1 - 9 + 10 = 2$	$\{h_6(3), h_3(9), h_1(12)\}$
13	$R_1$ $R_4$ $R_5$ $R_7$ $R_9$	$2 - 1 + 3 = 4 <<$ $1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1$ $1 - 7 + 9 = 3$ $1 - 9 + 12 = 4 <<$	$\{h_6(3), h_1(12), h_3(13)\}$
14	$R_1$ $R_4$ $R_5$ $R_6$ $R_7$	$2 - 1 + 3 = 4$ $1 - 4 + 0 = -3$ $1 - 5 + 3 = -1$ $2 - 6 + 12 = 8 <<$ $1 - 7 + 13 = 7$	$\{h_6(3), h_3(13), h_1(14)\}$

b) En primer lugar, cuando afirmemos un hecho, lo podremos hacer “para siempre” ya que no hay ningún RETRACTAR en el consecuente de las reglas. La única posibilidad para que PRESENTE( $h_2$ ) sea cierto es que todas las condiciones del antecedente de  $R_4$  se cumplan **a la**

**vez.** La primera condición se cumplirá ya que  $h_1$  está en  $BA_3$ . La segunda condición es a priori cierta (antes de examinar la tercera condición). Ahora habrá que comprobar que la tercera condición es cierta y que esto no implica que  $h_3$  deje de estar ausente. A partir de  $R_5$ ,  $PRESENTE(h_4)$  es cierto si  $PRESENTE(h_8)$  y  $PRESENTE(h_6)$  lo son también.  $PRESENTE(h_8)$  es cierto a partir de  $R_2$ , mientras que  $PRESENTE(h_6)$  lo es a partir de  $R_3$  y  $R_1$ . Como consecuencia de tener que considerar la regla  $R_1$  para demostrar  $PRESENTE(h_4)$ , es imposible que  $PRESENTE(h_4)$  y  $AUSENTE(h_3)$  sean ciertos a la vez. Por tanto, en ningún ciclo " $t$ " podríamos llegar a tener  $h_2(t)$ .