

## EJERCICIOS SOBRE ENCADENAMIENTO PROGRESIVO

### IDENTIFICACIÓN DE FRUTA

En una empresa del rubro agro-alimenticio se desea automatizar la tarea de identificación de frutas, una de las etapas de su proceso de producción. Se pretende que esa tarea de clasificación se realice a partir de las características que presentan las frutas (forma, color, etc.). Con esa finalidad los directivos de la empresa han decidido usar un modelo de sistema experto y han iniciado un proyecto que visa su implementación y posterior implantación en la planta de producción. Asuma que Ud. ha sido contratado para ejercer la labor tanto del ingeniero cognimático como la del encargado del diseño/desarrollo de dicho modelo.

Como resultado de la interacción del ingeniero cognimático con un especialista en identificación de frutas que también participa del proyecto, se dispone de la siguiente Base de Reglas:

#### BASE DE REGLAS

R1: Si Forma = alargada y Color = verde o amarillo ENTONCES Fruta = banana  
R2: Si Forma = redonda u ovalada y Diametro > 1.6 cm ENTONCES claseFruta = planta  
R3: Si Forma = redonda y Diametro < 1.6 cm ENTONCES claseFruta = árbol  
R4: Si numSemillas = 1 ENTONCES claseSemilla = hueso  
R5: Si numSemillas > 1 ENTONCES claseSemilla = multiple  
R6: Si claseFruta = planta y Color = verde ENTONCES Fruta = sandía  
R7: Si claseFruta = planta y Color = amarillo ENTONCES Fruta = melón  
R8: Si claseFruta = árbol y Color = naranja y claseSemilla = hueso ENTONCES Fruta = albaricoque  
R9: Si claseFruta = árbol y Color = naranja y claseSemilla = multiple ENTONCES Fruta = naranja  
R10: Si claseFruta = árbol y Color = rojo y claseSemilla = hueso ENTONCES Fruta = cereza  
R11: Si claseFruta = árbol y Color = naranja y claseSemilla = hueso ENTONCES Fruta = melocotón  
R12: Si claseFruta = árbol y Color = rojo o amarillo o verde y claseSemilla = múltiple ENTONCES Fruta = manzana  
R12A: Si claseFruta = árbol y Color = morado y claseSemilla = hueso ENTONCES Fruta = ciruela

Se tiene interés en determinar el tipo de fruta al que pertenece una muestra de color rojo que posee un diámetro de 0.4; la muestra tiene forma redonda y presenta una sola semilla.

Responda:

- a) Indique las variables de entrada y las de salida, presentes en el problema. Use tuplas objeto-atributo-valor e indíquelas de forma explícita tanto para las variables de entrada como para las de salida, en la tabla mostrada debajo (Tabla 1).

Tabla 1		
OBJETO	ATRIBUTO	VALOR

- b) Aplique el mecanismo de inferencia llamado encadenamiento progresivo para determinar la categoría a la que pertenece la muestra disponible. Indique de forma explícita la base de hechos y las estrategias de resolución de conflictos de reglas que usaría. Escriba en la tabla mostrada debajo, por cada ciclo de funcionamiento del sistema (incluso desde el ciclo cero) los resultados de la aplicación de su algoritmo. (3 puntos)

Tabla 2

CICLO	AGENDA	REGLA DISPARADA	BASE DE HECHOS

### IDENTIFICACIÓN DE CERÁMICAS

Una entidad gubernamental ha rescatado de los “huaqueros” una buena cantidad de cerámicas pertenecientes a algunas de las culturas pre-incas que se desarrollaron en nuestro país, y desea identificarlas. La única información disponible acerca de las cerámicas es que pertenecen a las culturas Mochica, Tiahuanaco, Nazca y Chavín. Con la finalidad de automatizar la identificación de las cerámicas dicha entidad pretende usar un sistema experto dictatorial llamado EXP-CERAMICA cuya base de conocimiento BC está conformada por un conjunto de reglas  $R_1, R_2, \dots, R_n$ , , donde un antecedente de una regla puede ser consecuente de otra regla.

Considere la siguiente Base de Conocimiento de un especialista en la identificación de cerámicas de culturas pre-incas:

$R1:$	$Sí$	$F, Y$	$\rightarrow$	$Z$
$R2:$	$Sí$	$C1, C4, L$	$\rightarrow$	$M$
$R3:$	$Sí$	$L, C2, Y$	$\rightarrow$	$K, M$
$R4:$	$Si$	$C1, C3$	$\rightarrow$	$D$
$R5:$	$Sí$	$F, K, C5$	$\rightarrow$	$Moc$
$R6:$	$Sí$	$C1, C2, C6$	$\rightarrow$	$L$
$R7:$	$Sí$	$J, C5, C6$	$\rightarrow$	$Y$
$R8:$	$Sí$	$F, C7, M$	$\rightarrow$	$Naz$
$R9:$	$Sí$	$C1, C7, K$	$\rightarrow$	$Cha$
$R10:$	$Sí$	$C3, C6, D$	$\rightarrow$	$F$
$R11:$	$Sí$	$Y, C4$	$\rightarrow$	$Tia$
$R12:$	$Sí$	$L, C1, C5$	$\rightarrow$	$J$

Los antecedentes en las reglas indicadas arriba, corresponden a las características propias de las culturas seleccionadas para el estudio, y los consecuentes constituyen la cultura a la que pertenecen, o algún hecho intermedio relevante para la identificación. El sistema experto usa una estrategia combinada de principio de refracción (seleccionar una regla cuya activación no haya ocurrido antes) y la regla más general, para la resolución de conflictos.

Responda:

1. Mencione cual método de encadenamiento (progresivo, regresivo, redes neuronales) Ud. sugiere usar para el sistema experto. Justifique su respuesta.
2. Presente el algoritmo asociado al método de encadenamiento escogido.
3. Una cerámica a identificar presenta las siguientes características:

$C1, C2, C3, C5, C6$

Determine la cultura pre-inca a la que pertenece cuando se usa el EXP\_CERAMICA. Muestre en una tabla, iteración por iteración los resultados de su algoritmo.

4. Si la estrategia para la resolución de conflictos fuese ahora el principio de refracción junto con la prioridad de la regla, ¿el sistema experto identificaría a la cerámica como perteneciente a qué cultura? Asuma que la prioridad está asociada al número de la regla, es decir, la regla  $R_i$  tiene menor prioridad que la  $R_{i+1}$ . También en este caso muestre en una tabla, iteración por iteración, los resultados de su algoritmo.

### NUTRIENTES EN PLANTAS

Las plantas requieren diferentes tipos de nutrientes para desarrollarse adecuadamente. Tres de los nutrientes de mayor importancia son el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Una deficiencia en alguno de estos nutrientes puede producir varios síntomas. Los expertos en el tema han enunciado las siguientes reglas heurísticas que indican qué deficiencia se está produciendo:

- R1 : Si la planta crece muy poco entonces puede tener una deficiencia de nitrógeno.*  
*R2 : Si la planta tiene un color amarillo pálido entonces puede tener una deficiencia de nitrógeno.*  
*R3 : Si las hojas tienen un color pardo rojizo entonces la planta puede tener una deficiencia de nitrógeno.*  
*R4 : Si la raíz de la planta tiene poco crecimiento entonces puede tener una deficiencia de fósforo.*  
*R5 : Una planta con tallo fusiforme puede tener una deficiencia de fósforo.*  
*R6 : Una planta con color púrpura puede tener una deficiencia de fósforo.*  
*R7 : Un retraso en la madurez de una planta puede deberse a una deficiencia de fósforo.*  
*R8 : Si los bordes de las hojas aparecen chamuscados, la planta puede tener una deficiencia de potasio.*  
*R9 : Una planta con los tallos debilitados puede tener una deficiencia de potasio.*  
*R10 : Una planta con semillas o frutas marchitas puede tener una deficiencia de potasio.*

Se pretende inicialmente desarrollar un programa que simule el comportamiento de los expertos quienes, a partir de la descripción de los síntomas de la planta, son capaces de determinar en qué nutriente o nutrientes se ha producido una deficiencia.

Responda:

- a) Defina las tuplas objeto-atributo-valor requeridas para el problema. Use para tal efecto la tabla mostrada abajo (Tabla 1). (1 punto)

Tabla 1		
OBJETO	ATRIBUTO	VALOR

- b) Aplique el mecanismo de inferencia llamado encadenamiento progresivo para determinar en qué nutriente(s) se ha producido una deficiencia para una planta que presenta color púrpura y tiene los tallos debilitados. Indique de forma explícita la base de hechos y las estrategias de resolución de conflictos de reglas que usaría. Escriba en la Tabla mostrada debajo, por cada ciclo

de funcionamiento del sistema (incluso desde el ciclo cero), los resultados de la aplicación de su algoritmo.  
(3 puntos)

Tabla

CICLO	AGENDA	REGLA DISPARADA	BASE DE HECHOS

## IDENTIFICACIÓN DE ANIMALES

Supongamos un robot que cuenta con la capacidad de percibir características de animales:  
color, tamaño, si tiene pelo o da leche

Limitaciones: no puede usar un hecho individual (p.e. un animal tiene el cuello muy largo) para obtener conclusiones (se trata de una jirafa)

Sistema deductivo de identificación:

*R1: SI ?x tiene pelo ENTONCES ?x es un mamífero*

*R2: SI ?x da leche ENTONCES ?x es un mamífero*

*R3: SI ?x tiene alas ENTONCES ?x es un pájaro*

*R4: SI ?x vuela Y ?x pone huevos ENTONCES ?x es un pájaro*

*R5: SI ?x es un mamífero Y ?x come carne ENTONCES ?x es un carnívoro*

*R6: SI ?x es un mamífero Y ?x tiene dientes puntiagudos Y ?x tiene garras Y ?x tiene los ojos orientados hacia delante ENTONCES ?x es un carnívoro*

*R7: SI ?x es un mamífero Y ?x tiene pezuñas ENTONCES ?x es un ungulado*

*R8: SI ?x es un mamífero Y ?x come pasto ENTONCES ?x es un ungulado*

*R9: SI ?x es un carnívoro Y ?x tiene color tostado y tiene manchas negras ENTONCES ?x es un guepardo*

*R10: SI ?x es un carnívoro Y ?x es de color tostado Y ?x tiene rayas negras ENTONCES ?x es un tigre*

*R11: SI ?x es un ungulado Y ?x tiene piernas largas Y x tiene cuello largo Y ?x es de color mostaza Y ?x tiene manchas oscuras ENTONCES ?x es una jirafa*

*R12: SI ?x es un ungulado Y ?x es de color blanco y ?x tiene rayas negras ENTONCES es una cebra*

*R13: SI ?x es un pájaro Y ?x no vuela Y ?x tiene piernas largas Y ?x tiene cuello largo ENTONCES ?x es un avestruz*

*R14: SI ?x es un pájaro Y ?x no vuela Y ?nada Y ?x es blanquinegro ENTONCES ?x es un pingüino*

*R15: SI ?x es un pájaro Y vuela bien ENTONCES ?x es un albatros*

Análisis de un animal desconocido con el sistema deductivo de identificación incorporado en robot:

**Encadenamiento hacia delante**

**Memoria de trabajo:** H1: Swyny tiene pelo

H2: Swyny tiene pezuñas

H3. Swyny es de color blanco

H4. Swyny tiene rayas negras

Determine la salida del sistema.

RAMP