



ETSI INFORMÁTICA  
Departamento de lenguajes y Ciencias de la Computación  
AMPLIACIÓN DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO

AMPLIACIÓN DE INGENIERÍA DEL  
CONOCIMIENTO.  
ENUNCIADOS DE LAS PRÁCTICAS.  
SEGUNDO CUATRIMESTRE.

José Luis Pérez de la Cruz Molina  
Eva Millán Valldeperas  
Dpto. de Lenguajes y Ciencias de la Computación,  
Universidad de Málaga

13 de febrero de 2006



## Normas generales.

1. La entrega de las prácticas en tiempo y forma es **obligatoria**. El alumno debe verlas como una orientación de lo que se considera básico en la asignatura, de manera que quien las haya resuelto correcta y autónomamente a lo largo del curso estará en condiciones de superar los exámenes.
2. A efectos de las prácticas, cada alumno estará identificado por un **nombre de usuario**, que será una cadena de caracteres de la forma **aici\*\*\***, donde \*\*\* es un número de 1 a 3 cifras. Por ejemplo, **aici1**, **aici23**, **aici127**.
3. Cada práctica estará identificada por un **número de práctica**, que será un número del 201 al 209.
4. Las prácticas se entregarán exclusivamente mediante **correo electrónico** enviado a la dirección **perez@lcc.uma.es**. El cuerpo del mensaje estará vacío. Se adjuntarán como **ficheros adjuntos** uno por cada práctica. El **asunto** del mensaje se formará concatenando el nombre de usuario, un guión y el número de la última de las prácticas enviadas en el mensaje. Por ejemplo, si el alumno aici87 envía las prácticas 208 y 209, el asunto será **aici87-209**.
5. Cada práctica se realizará, en principio, en las horas de clase destinadas a tal efecto. La práctica 201 se realizará en el aula. Las restantes, en el laboratorio. Al comienzo de la clase se explicará lo necesario para la resolución de la práctica, y a continuación los alumnos la resolverán, pudiendo continuar fuera del horario de clase si no pudieran finalizarla.
6. Se enviarán en total **tres** mensajes de entrega de prácticas, con los siguientes contenidos y fechas límite:

---

---

202, 203, 204                  17 de marzo

---

---

201, 205, 206, 207                  21 de abril

---

---

208, 209                  2 de junio

---

---



## **201. RAZONAMIENTO REVISABLE EN EL *cp*.**

### **OBJETIVO:**

- Saber emplear las “anomalías” para representar reglas con excepciones.
- Saber aplicar manualmente el método de árboles para la lógica de preferencias en el *cp*.

### **MATERIALES:**

Libro RCEL, páginas 221-238

### **ENUNCIADO:**

Considérense las siguientes afirmaciones:

*Normalmente, ser ave implica volar. Normalmente, ser avestruz implica no volar. Ser avestruz implica ser ave. Ser Piolín implica ser avestruz. Estamos hablando de Piolín.*

Se pide:

1. Simbolizarlas en una teoría empleando dos proposiciones de anomalía.
2. Estudiar si *no volar* es una conclusión preferida en la circunscripción paralela de la teoría en ambas proposiciones de anomalía.
3. Id. en alguna de las circunscripciones con prioridades en ambas proposiciones de anomalía.

## 202. CLIPS: INTRODUCCIÓN

### OBJETIVO:

- Comprender el funcionamiento básico del motor de inferencias CLIPS.
- Saber usar el entorno y las órdenes de ejecución de CLIPS.
- Conocer la sintaxis de hechos ordenados y reglas.
- Saber representar condiciones complejas

### MATERIALES:

Apuntes *IPBR*, pp. 1–27

### ENUNCIADO:

1. Consideremos las siguientes reglas relativas a la calificación de los alumnos matriculados en “*Papiroflexia Avanzada*”: *Se supera la asignatura si se superan tanto la teórica como la práctica. Se supera la teórica si la calificación en cada uno de los dos exámenes teóricos ha sido “apto”. Se supera la práctica si la calificación en cada una de las dos prácticas ha sido “apto”, o bien si en una ha sido “no apto” y se ha realizado un trabajo complementario.*
  - a) Suponiendo un solo alumno, dar un conjunto de atributos y valores adecuado para simbolizar toda esta información.
  - b) Representar la información anterior mediante un conjunto de reglas CLIPS, empleando un predicado “atributo-valor”.
  - c) Escribir un programa CLIPS que calcule si el alumno ha superado la asignatura, y aplicarlo a un caso en que T1 es APTO, T2 es APTO, P1 es NO APTO, P2 es APTO y TRABAJO es OK.
2. Ahora se considera que las calificaciones posibles en cada examen y cada práctica son “suspenso”, “aprobado”, “notable” y “sobresaliente”. Las reglas pasan a ser las siguientes: *Se supera la asignatura si se superan tanto la teórica como la práctica. Se supera la teórica si la calificación en cada uno de los dos exámenes teóricos ha sido distinta de “suspenso”. Se supera la práctica si la calificación en cada una de las dos prácticas ha sido distinta de “suspenso”, o bien si en una ha sido “suspenso” pero en otra ha sido “sobresaliente” o se ha realizado un trabajo complementario.*
  - a) Suponiendo un solo alumno, dar un conjunto de atributos y valores adecuado para simbolizar toda esta información.
  - b) Representar la información anterior mediante un conjunto de reglas CLIPS, empleando un predicado “atributo-valor”.
  - c) Escribir un programa CLIPS que calcule si el alumno ha superado la asignatura y aplicarlo a un caso en que las calificaciones del alumno han sido T1 aprobado, T2 notable, P1 suspenso, P2 notable y TRABAJO ok.

## **203. CLIPS: PLANTILLAS.**

### **OBJETIVO:**

- Saber emplear plantillas y hechos desordenados.
- Saber escribir condiciones con variables.
- Saber realizar operaciones aritméticas en las reglas.
- Comprender la semántica de las operaciones de borrar y modificar hechos.

### **MATERIALES:**

Apuntes *IPBR*, pp. 31-37, 55–65.

### **ENUNCIADO:**

Volvamos a considerar el problema del cálculo de la calificación de los alumnos de una clase. Supongamos ahora que se han realizado los exámenes  $n1$  y  $n2$ , con calificaciones numéricas de 0 a 10, y que la calificación final es “apto” cuando las notas en ambos exámenes son mayores o iguales que 5. Pepe ha obtenido 5,5 y 8, Mari 6 y 3,5, y Loli sólo se presentó al primer examen obteniendo 7.

1. Empleando una plantilla para almacenar los datos de los exámenes de un alumno escribir un programa CLIPS que calcule la calificación final de cada alumno, que se almacenará en otra plantilla diferente.
2. Empleando una sola plantilla para almacenar todos los datos de un mismo alumno (tanto los datos iniciales como los calculados por el programa), escribir un programa CLIPS que calcule la calificación final de cada alumno.

## 204. CLIPS: CONSTRUCCIONES PROCEDIMENTALES

### OBJETIVO:

- Saber emplear funciones, variables globales y construcciones de E/S.

### MATERIALES:

Apuntes *IPBR*, pp. 79–90, 154–156.

### ENUNCIADO:

Cuqui (C), hábil ingeniera del conocimiento, debe desarrollar un sistema para el control de la máquina VIP (Vaporizadora Iónica Panorámica). Esta es la primera entrevista celebrada con Tomás Elu (E), encargado de su manejo. Cuqui quiere averiguar cuándo hay que accionar los controles de la VIP.

*C.– Nunca he visto una VIP. ¿Puede decirme cómo es su panel de control?*

*E.– Tiene tres pantallitas en las que aparecen números y dos botones, uno azul y otro rojo.*

*C.– ¿Para qué sirven los botones?*

*E.– Aprieto el rojo cuando la máquina se sale de su régimen normal de funcionamiento y la presión compensada es muy grande; y aprieto el azul cuando es baja.*

*C.– ¿Podría explicarme qué es la presión compensada?*

*E.– Es fácil, llamamos presión compensada a la presión media multiplicada por el factor de corrección.*

*C.– ¿Factor de corrección?*

*E.– Sí, un valor que da el fabricante. Para esta máquina es 0,95.*

*C.– Ya veo. ¿Y la presión media cuál es?*

*E.– Está claro; la media aritmética de las tres presiones que leemos en cada una de estas pantallitas.*

*C.– Vale. Pero, ¿qué quiere decir exactamente eso de “muy grande” o “baja”?*

*E.– Las instrucciones de uso de la máquina dicen que la presión compensada es muy grande si supera los 10000 KPa, grande si está entre 5000 y 10000 Kpa, normal si está entre 1000 y 5000, y baja en otro caso.*

*C.– Por curiosidad, ¿cuál es el rango total de variación de la presión?*

*E.– Hombre, como mínimo puede valer 0, y el valor máximo es digamos 20000.*

*C.– ¿Y las lecturas que se salen de ese rango...?*

*E.– No se toman en cuenta para calcular la media.*

*C.– Bueno, creo que ya lo tengo todo. Vamos a tomar un café.*

Representar mediante un programa CLIPS el conocimiento extraído por Cuqui en la anterior entrevista y aplicarlo a un caso en que las lecturas son  $s1=-10$ ,  $s2= 11000$ ,  $s3= 12000$ . El programa deberá definir las funciones y variables globales convenientes para que el código resulte más legible, e interactuará con el entorno según las siguientes especificaciones: (i) Se preguntará al operador humano si se desea introducir las lecturas de los sensores (a) por teclado o (b) de fichero. (ii) En el caso (a), se solicitarán las lecturas; en el caso (b), se leerá del fichero cuyo nombre está almacenado en una variable global. (iii) Se emitirá un mensaje por pantalla con la acción recomendada y se grabará el mensaje en un archivo de traza cuyo nombre está almacenado en otra variable global.

## **205. ARBOLES DE DECISION.**

### **OBJETIVO:**

- conceptualizar problemas de clasificación sencillos y plantear su resolución mediante árboles de decisión.
- implementar en CLIPS soluciones basadas en árboles de decisión.

### **MATERIALES:**

Apuntes *IPBR*, pp. 145–153.

### **ENUNCIADO:**

Los habitantes del reino de Kakastán se dividen en nobles y plebeyos. A su vez, los nobles pueden ser príncipes, caballeros o hidalgos; y los plebeyos, propietarios o proletarios. Cuentan los viajeros que los nobles llevan siempre un hermoso gorro colorado, prenda que les está prohibida a los plebeyos. Además, los príncipes calzan sandalias doradas, los caballeros botas de cuero y los hidalgos chanclas; en cuanto a los plebeyos, llevan el calzado que buenamente pueden. Otra curiosa norma obliga a los plebeyos propietarios a dejarse la barba, mientras que los proletarios han de ir completamente afeitados. Se pide:

1. Formalizar este conocimiento en forma de árbol de decisión
2. Escribir un programa CLISP que lo implemente, empleando reglas para representar los arcos del árbol.
3. Escribir un programa CLIPS que lo implemente, empleando hechos para representar los arcos del árbol.
4. Trazar el funcionamiento de los dos programas al clasificar a un sujeto de gorro rojo, calzado con chanclas y que lleva barba.

## 206. RECUBRIMIENTO

### OBJETIVO:

- Conceptualizar problemas de clasificación sencillos y plantear su resolución mediante algoritmos de recubrimiento.
- Implementar en CLIPS soluciones basadas en algoritmos de recubrimiento.

### MATERIALES:

Apuntes *IPBR*, pp. 156–161.

### ENUNCIADO:

1. Nuestra amiga Cuqui debe implementar ahora un sistema para diagnosticar averías de la superturbostadora iónica o STTI. La máquina se avería con cierta frecuencia, bien por atorarse el ciringulillo 1, bien por quemarse el cable K, bien por tener problemas en el refrigerador, bien por bloqueo del ionizador catastrófico. Tras estudiar concienzudamente varios manuales técnicos, Cuqui ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Si se ha atorado el ciringulillo 1, entonces la presión es alta, la temperatura es baja y la luz amarilla se enciende.
- Si se ha quemado el cable K, entonces la presión es alta, la temperatura es media y la luz amarilla se enciende.
- Si hay problemas en el refrigerador, entonces la presión es normal, la temperatura es alta y la luz amarilla está apagada.
- Si el ionizador catastrófico se ha bloqueado, entonces la luz amarilla se enciende.

Se pide implementar en CLIPS este conocimiento y aplicarlo en un caso en el que la presión es alta y la luz amarilla está encendida.

2. Supongamos que Cuqui ha seguido profundizando en las interioridades de la STTI y, además del conocimiento allí expresado, ha averiguado lo siguiente:

- La presión es alta cuando está entre 550 y 1000, baja en otro caso.
- La temperatura es alta, media o baja, siendo los valores límite 200 y 750.
- El valor numérico de la presión aparece indicado en el sensor s1. Cuando este sensor está roto (marca un valor negativo), hay que desmontar la tapa posterior y leer el sensor s21, multiplicando por 1,35 la lectura.
- La temperatura se lee en los sensores s2 y s3, promediando ambos resultados.
- Los problemas en el refrigerador pueden ser de sobreenfriamiento o de hiperventilación. El sobreenfriamiento produce charcos debajo de la máquina (que es bastante pesada y peligrosa de mover). La hiperventilación origina una elevada concentración de ozono (que se puede medir, aunque hay que traer un aparato especial para ello).
- El bloqueo del ionizador puede ser de tipo 1 o de tipo 2. El bloqueo de tipo 1 produce también una elevada concentración de ozono, mientras que el de tipo 2 se traduce en que la luz amarilla se enciende pero de manera intermitente. Escribir un (conjunto de) fichero(s) CLIPS para representar y manejar todo este conocimiento.

## 207. CONFIGURACIÓN.

### OBJETIVO:

- Conceptualizar problemas de configuración sencillos y plantear su resolución directa mediante reglas de producción.
- Implementar en CLIPS soluciones a estos problemas.

### MATERIALES:

Apuntes *IPBR*, pp. 165–169

### ENUNCIADO:

La empresa FETUSA (Ferretería y Tubería, S.A.) es la principal fabricante mundial de superturbostadoras. La fabricación es flexible, de forma que cada STT es diferente en función del pedido del cliente. He aquí un fragmento de la entrevista entre la señora Pepi (P), experta encargada de procesar los pedidos y enviar a fábrica la configuración detallada requerida para cada STT, y nuestra admirada Cuqui (C).

C.– ¿Qué hace usted cuando recibe un pedido?

P.– Lo primero es comprobar que no se piden cosas absurdas, y que todos los elementos requeridos están presentes.

C.– ¿Cosas absurdas?

P.– Sí; por ejemplo, es frecuente que se pida un ionizador con menos fluctuancia de la que requiere el refrigerador.

C.– ¿Y qué hace usted entonces?

P.– Pongo el ionizador más pequeño compatible con el refrigerador que figura en el pedido.

C.– Ya veo. ¿Y eso de los elementos que no están presentes?

P.– Sí, muchas veces se olvidan de poner un ionizador, habiendo pedido algún refrigerador.

C.– ¿Y la caldera no es también necesaria?

P.– Sí, al menos una pequeña, sea como sea el pedido.

C.– Bueno, supongamos que el pedido está ya completo. ¿Qué hace usted a continuación?

P.– Elijo la caja adecuada.

C.– ¿Y cómo se sabe cuál es esa caja?

P.– Es sencillo, hace falta una caja grande si hay más de tres componentes, o si la caldera es grande; en otro caso se ponen en una caja normal.

C.– Y con eso acaba su trabajo...

P.– De ninguna forma; queda todavía lo más lioso, que es determinar cómo se deben conectar los componentes.

C.– ¿Cómo se hace?

P.– Hay que considerar que cada dispositivo tiene una entrada y una salida.

C.– Supongo que la salida del ionizador es la entrada del refrigerador, ¿no?

P.– Efectivamente, y la salida del refrigerador es a la caja.

C.– ¿Y los demás componentes?

P.– Bien, la caldera sale al bogómetro, y este a la caja.

C.– ¿Y si no hay bogómetro?

P.– Entonces la caldera sale a la caja.

C.– Creo que se me ha olvidado preguntar por las entradas del ionizador y de

la caldera...

P.- Sí, son siempre los respectivos enchufes que hay en cada caja.

C.- Muchas gracias, Pepi. Por hoy ya es bastante. Si al escribir el programa me surgen dudas, me temo que tendré que molestarla de nuevo. (*Nota: dada la limitada disponibilidad de la señora Pepi, en caso de dudas cada alumno las resolverá como estime más lógico.*)

Se pide:

1. Escribir un programa en el que se exprese el conocimiento del dominio extraído a la señora Pepi en forma de reglas CLIPS, de forma que se genere la descripción simbólica (componentes presentes, tipo de los mismos y conexiones entre ellos.) *Nota: emplear deftemplates para definir los componentes, y representar las conexiones mediante hechos (conectado origen destino).*
2. Usando el programa anterior, generar la configuración correspondiente a este pedido: una superturbostadora con un bogómetro y un refrigerador normal.

#### ANEXO 1. CATÁLOGO DE COMPONENTES.

Componente	Versiones	Requiere
Bogómetro	grande, normal	
Caja	grande, normal	
Caldera	grande, normal, pequeña	Enchufe
Ionizador	grande, normal, pequeño	Enchufe
Refrigerador	grande, normal	Ionizador igual o mayor
Enchufe	—	

## 208. REDES BAYESIANAS

### OBJETIVO:

- Conceptualizar problemas de clasificación mediante redes bayesianas.
- Saber emplear la herramienta Hugin

### MATERIALES:

Apuntes clase, manuel Hugin

### ENUNCIADO:

En el planeta Zyx se pueden encontrar varias clases de animales, llamemos a estas clases Wurros, Hobexas y Wackas. Todos tienen un tamaño muy pequeño, y sus pieles son o bien escamosas o bien están cubiertas de suave pelo. Además, una observación atenta ha permitido deducir lo siguiente:

- Todos los Wurros tienen 5 ó 6 patas. Su color es rojizo, y tienen la piel peluda y suave.
- El número de patas de las Hobexas es un entero que varía uniformemente entre 4 y 6, ambos inclusive. Su piel es escamosa.
- En cuanto a las Wackas, tienen 4 ó 5 patas, y ofrecen a la vista una tonalidad casi siempre azulada, pero a veces (20 % de los casos) rojiza.
- Los animales que tienen un número impar de patas cojean siempre. Los animales que tienen un número par de patas cojean sólo cuando tienen alguna anomalía (malformación congénita, heridas, etc.), lo cual ocurre en el 10 % de los casos para los animales de 4 patas, y en el 20 % para los de seis.

Se pide:

- Plantear el problema de la clasificación de animales de Zyx mediante una red bayesiana.
- Implementar esta red en Hugin
- Vemos un bicho rojizo que cojea. ¿Cómo lo clasificaremos?
- Las Hobexas y Wackas son confiadas e inofensivas. La escamosa piel de las Hobexas es muy apreciada, por lo que cada piel se vende por 6000 euros. La piel de las Wackas se vende por 4000 euros. Los Wurros no solamente son imposibles de capturar, sino que se defienden a cuchillo, causando daños por valor de 2000 euros. Modificar la red y su implementación Hugin para recoger esta nueva información.
- ¿Vale la pena intentar capturar al animal avistado?

## 209. CONTROL BORROSO

### OBJETIVO:

- Comprender cómo se representan datos difusos en Fuzzy Clips.
- Comprender el proceso de correspondencia difusa en Fuzzy Clips.
- Implementar un pequeño sistema de control borroso.

### MATERIALES:

Manual FuzzyClips y apuntes de clase.

### ENUNCIADO:

Considérese un sistema para la regulación automática de las cantidades de detergente y tiempo de aclarado que debe utilizar una lavadora industrial. El sistema dispone de las siguientes reglas:

- R1. Si hay poca cantidad de ropa y el grado de suciedad es bajo, entonces la cantidad de detergente debe ser escasa.
- R2. Si hay poca cantidad de ropa y el grado de suciedad es alto, entonces la cantidad de detergente debe ser normal.
- R3. Si la cantidad de ropa es normal y el grado de suciedad es bajo, entonces la cantidad de detergente debe ser escasa.
- R4. Si la cantidad de ropa es normal y el grado de suciedad es alto, entonces la cantidad de detergente debe ser mucha.
- R5. Si la cantidad de detergente es normal o escasa, el ciclo de aclarado debe ser corto.
- R6. Si la cantidad de detergente es mucha, el ciclo de aclarado debe ser largo.

Los valores que toman las variables lingüísticas relacionadas con este ejemplo son los siguientes: (para medir el grado de suciedad se utilizó un índice especial, en el que 0 representa la ropa menos sucia y 6 la más sucia)

<b>cantidad de ropa</b> (kilos)	poca	(1/0 1/1 0.8/2 0/5)
	normal	(0/3 1/4 0/6)
<b>grado de suciedad</b>	bajo	(1/0 0.8/2 0/5)
	alto	(0/1 0.2/2 0.8/4 1/6)
<b>cantidad de detergente</b> (gramos)	escasa	(0/10 0.8/30 1/40 0/50)
	normal	(0/40 1/50 1/60 0/80)
	muchas	(0/50 1/80)
<b>ciclo de aclarado</b> (minutos)	corto	(1/0 1/10 0/20)
	largo	(0/10 1/20)

Se pide:

1. Escribir el código FuzzyCLIPS necesario para representar las variables lingüísticas y reglas difusas empleadas en el ejercicio anterior.

2. Supongamos que vamos a lavar dos kilos de ropa con índice de suciedad 2. Utilizando como técnica de nitidificación la media de los valores máximos, calcular mediante FuzzyClips el valor recomendado para el ciclo de aclarado.