

Sistemas Inteligentes

Sistemas Basados en Reglas

Tema 6



Objetivos

2/40

- Conocer el paradigma de representación del conocimiento mediante Reglas de Producción y los mecanismos de Inferencia asociados
- Conocer una herramienta de diseño de Sistemas Basados en Reglas (SBR)
- Ser capaz de modelar conocimiento de algunos dominios en los que el modelo de Reglas de Producción es adecuado



Contenidos

3/40

- Introducción a los Sistemas Basados en Reglas (SBR)
- Componentes de un SBR
 - Base de Hechos
 - Base de Reglas
 - Motor de Inferencia
- Ejercicios



Introducción

4/40

- Un Sistema Experto, o Sistema de Ayuda a la Decisión, es un sistema capaz de resolver o asistir en la resolución de problemas en un dominio concreto y especializado
- Para ello utiliza conocimiento sobre el dominio expresado normalmente en forma de Reglas de Producción (**Sistemas Basados en Reglas**)
- Se utilizan con frecuencia en distintos campos
 - Ingeniería (diseño, detección de fallos)
 - Análisis científico
 - Diagnóstico médico
 - Análisis financiero
 - Configuración de componentes
 - Educación (Intelligent Tutoring Systems)
 - Planificación de actuaciones
 - ...



Reglas de Producción

5/40

- Las Reglas de Producción, o simplemente Reglas, son un modelo de representación del conocimiento. Una regla tiene la forma

SI (Antecedente) ENTONCES (Consecuente)

- Tienen la apariencia de la Lógica, pero no son lo mismo, ya que además de poder expresar implicaciones lógicas, pueden expresar también convicciones de un experto en un problema
 - El **Antecedente** es una condición que se debe cumplir para que la regla se pueda aplicar
 - El **Consecuente** expresa el resultado de la aplicación de la regla. Puede consistir en
 - Establecer nuevos hechos
 - **Retratar hechos que se suponían ciertos**
 - Establecer nuevas hipótesis o metas
 - Realizar determinadas acciones



Reglas de Producción

Ejemplos

6/40

- SI (temperatura $> 37^\circ$) ENTONCES (paciente con fiebre)
- SI (desagüe bloqueado) Y (grifo abierto) ENTONCES (suelo se moja)
- SI (nubes por el oeste) Y (viento aumenta) Y (relámpagos) ENTONCES (buscar refugio)
- SI (luz encendida) ENTONCES (habitación iluminada)
- SI (El envío es urgente) ENTONCES (Se incrementa el coste en un 10%)



Sistemas Basados en Reglas

Características generales

7/40

■ Ventajas

- Simulan bastante bien la forma de razonar y de resolver problemas de los expertos humanos en dominios específicos
- Son capaces de explicar las decisiones que toman
- Es fácil introducir nuevo conocimiento (nuevas reglas)
- Se pueden aplicar en muchos dominios
- El proceso de inferencia es en principio simple y eficiente

■ Inconvenientes

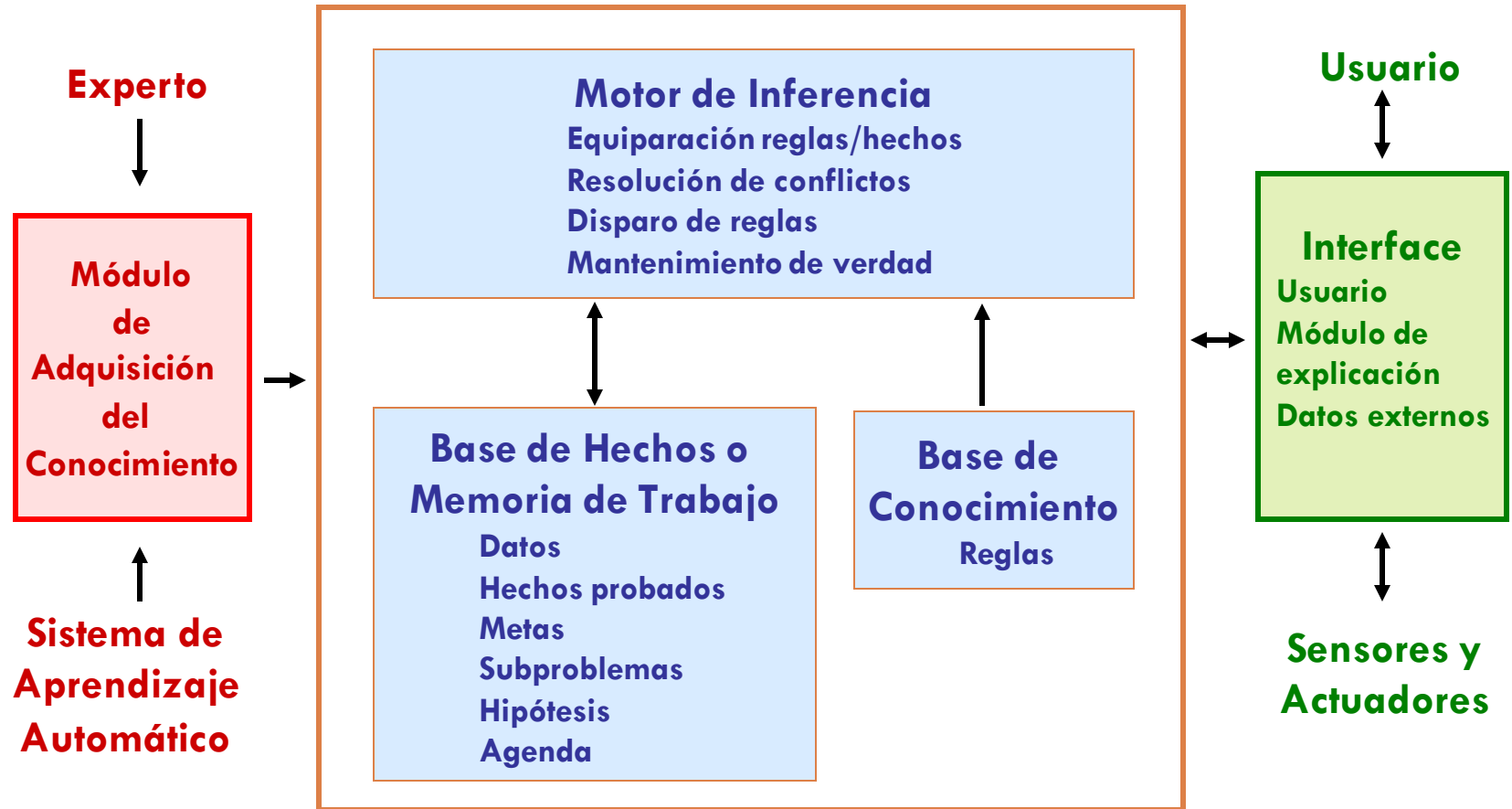
- El razonamiento no es monótono
- Puede haber problemas de consistencia (contradicciones, encadenamientos infinitos)
- No tienen propiedades de completitud
- El proceso de razonamiento puede ser ineficiente si el número de reglas es muy grande
- No es fácil introducir conocimiento sobre el dominio en la inferencia



Sistemas Basados en Reglas

Arquitectura

8/40



La Base de Conocimiento

9/40

- Es una componente estática durante el proceso de inferencia
- El conocimiento que contiene es, en principio, declarativo: el conjunto de reglas
- No obstante, las reglas pueden estar organizadas de algún modo (orden, módulos, etc.) que puede influir en cómo se aplican (conocimiento operativo)
- La BC se puede crear
 - De forma manual a partir del conocimiento que expresa el experto
 - Ingeniería del Conocimiento (Elicitación del Conocimiento)
 - De forma automática (lo más deseable)
 - Aprendizaje Automático



La Base de Conocimiento

Tipos de reglas

10/40

- Las reglas pueden contener distintos niveles de detalle y pueden ser de distintos tipos. Hay dos tipos fundamentales de reglas

- **Sin variables:** Los Antecedentes contienen hechos que pueden estar en la BH

SI (medicina indicada penicilina) Y no(alergia a penicilina) ENTONCES (prescripción penicilina)

- Permiten el “encaje” de las reglas en tiempo de diseño: Redes de Inferencia

- **Con variables:** Los Antecedentes contienen patrones que pueden casar con hechos de la BH

SI (medicina indicada ?m) Y no(alergia a ?m) ENTONCES (prescripción ? m)

- Requieren mecanismos de equiparación más o menos sofisticados en función de cómo se representen los patrones



La Base de Conocimiento

Diseño de Reglas

11/40

- Las reglas deben incluir las premisas y consecuentes apropiados

SI (hielo-en-la-carretera)
ENTONCES (reducir-velocidad) \Rightarrow SI (**coche-en-marcha**) Y (hielo-en-la-carretera) Y (**velocidad > 70**)
ENTONCES (reducir-velocidad)

- No deben dar lugar a encadenamientos infinitos . . .

Regla15: SI (**A**) Y (**B**) **ENTONCES** (**C**)

Regla34: SI (**D**) Y (**E**) **ENTONCES** (**A**)

Regla30: SI (**F**) Y (**C**) **ENTONCES** (**D**)



La Base de Conocimiento

Diseño de Reglas

12/40

■ . . . ni a contradicciones

Regla107: SI (*llueve*)

ENTONCES *no* (*soleado*)

Regla109: SI (*localización Almería*)

ENTONCES *no* (*nuboso*)

Regla96: SI (*atardecer*)

ENTONCES (*soleado*) o (*nuboso*)

Hechos: (*atardecer*) Y (*localización Almería*)

Regla120: SI (*atardecer*) Y (*localización Almería*)

ENTONCES (*llueve*)

ok

contradicción



La Base de Conocimientos

Diseño de Reglas. Corrección

13/40

Ejemplo

Regla302: SI (enfermedad estreptococo) O (enfermedad gonorrea)
ENTONCES (prescripción penicilina)

Problema!!: ¿Si el paciente es alérgico a la penicilina?

Solución:

Regla302A: SI (enfermedad estreptococo) O (enfermedad gonorrea)
ENTONCES (medicamento penicilina)

Regla302B: SI (medicamento penicilina) Y desconocido(alergia_a penicilina)
ENTONCES preguntar(alergia_a penicilina)

Regla302C: SI (medicamento penicilina) Y no (alergia_a penicilina)
ENTONCES (prescripción penicilina)



La Base de Hechos

14/40

- Es una estructura dinámica que contiene toda la información necesaria durante el proceso de inferencia
 - Hechos y datos iniciales
 - Metas iniciales
 - Hechos probados y datos introducidos durante la inferencia
 - Subproblemas e hipótesis planteados durante la inferencia (encadenamiento hacia atrás)
 - La AGENDA: Reglas activas, es decir que su antecedente casa con los hechos y datos probados.



El Motor de Inferencia

15/40

- Es el módulo responsable de decidir el orden en el que se aplican las reglas
 - Comprueba las reglas que casan con la situación actual de la Base de Hechos. Genera las reglas activas y las almacena en la Agenda
 - Resuelve los conflictos cuando hay varias reglas aplicables en la Agenda
 - Dispara la regla activa elegida y modifica el estado (Base de Hechos) añadiendo o eliminando hechos
- Puede implementar distintas estrategias de razonamiento, las más típicas son
 - Razonamiento hacia delante
 - Razonamiento hacia atrás
- Es responsable de mantener la consistencia del razonamiento
 - Controla dependencias reversibles/irreversibles entre los hechos probados



El Motor de Inferencia

Dependencias reversibles/irreversibles

16/40

- El SBR debe registrar junto a cada afirmación la forma en que ha sido deducida, para mantenerla o no en función del tipo de reglas que hayan intervenido
- Ejemplo
 - SI (bombilla encendida) ENTONCES (habitación iluminada)
 - SI (bombilla encendida) ENTONCES (película velada)
 - Si se retracta bombilla encendida, hay que retractar habitación iluminada, pero no película velada



El Motor de Inferencia

Resolución de conflictos

17/40

- Se pueden utilizar distintos criterios para elegir la siguiente regla a aplicar entre las de la Agenda
 - Ordenar las reglas al declararlas (no muy recomendable)
 - Asociar costes a la aplicación de la acción del consecuente (p.e. en diagnóstico médico, el coste de una prueba)
 - Número de antecedentes
 - La más reciente en la Agenda (profundidad), la menos reciente (anchura)
 - Asignar prioridades a las reglas
 - Búsqueda
 - Utilizar la primera regla que se pueda utilizar



El Motor de Inferencia

Esquema de funcionamiento [P&M, Cap. 3]

18/40

Algoritmo genérico de funcionamiento del motor de inferencias.

```
1: BH = HechosIniciales;  
2: mientras NoVerificaCondiciónFinalización(BH) o NoseEjecutaAccióndeParada hacer  
3:   ConjuntoConflicto = Equiparar(BC,BH);  
4:   R=Resolver(ConjuntoConflicto);  
5:   NuevosHechos = Aplicar(R,BH);  
6:   Actualizar(BH,NuevosHechos);  
7: fin mientras
```

- Parte de los hechos iniciales y va “disparando” reglas de una en una hasta que se cumple la condición de parada
- La acción 3: puede ser muy costosa si BC y BH son muy grandes. Además los conjuntos conflicto de dos iteraciones sucesivas suelen ser muy similares
- El algoritmo de inferencia es independiente del conocimiento almacenado en la BC



El Motor de Inferencia

Encadenamiento hacia delante [P&M, Cap. 3]

19/40

- **Equiparación**
 - Selección de reglas cuyo antecedente es verdadero
- **Resolución de conflictos**
 - Selección de una regla del conjunto conflicto (si hay más de una)
 - Resultado: Regla a aplicar
- **Ejecución de regla**
 - Se ejecutan las acciones especificadas en el consecuente de la regla
- **Principio de refracción**
 - Cada regla ejecutada no vuelve a aplicarse hasta que no desaparezca alguno de los hechos que hicieron posible su aplicación y vuelva a afirmarse
- **No es obligatorio establecer una meta a priori**



El Motor de Inferencia

Encadenamiento hacia delante [P&M, Cap. 3]

20/40

Algoritmo de encadenamiento hacia delante.

```
1: BH = HechosIniciales, ConjuntoConflicto = ExtraeCualquierRegla(BC);
2: mientras NoContenida(Meta,BH) y NoVacio(ConjuntoConflicto) hacer
3:   ConjuntoConflicto = Equiparar(Antecedente(BC),BH);
4:   si NoVacio(ConjuntoConflicto) entonces
5:     R=Resolver(ConjuntoConflicto);
6:     NuevosHechos = Aplicar(R,BH);
7:     Actualizar(BH,NuevosHechos);
8:   fin si
9: fin mientras
10: si Contenida(Meta,BH) entonces
11:   devolver "éxito";
12: fin si
```

- Busca el conjunto de objetivos que se verifican a partir de los hechos iniciales
- Dispara reglas cuyo antecedente se cumple
- La acción 3: puede ser muy costosa



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

21/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: {b,c}

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto={4,7}

Estrategia de selección:

Regla de menor número

Aplicamos Regla 4



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

22/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{x, b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{7, 8, 9\}$

Estrategia de selección:

Regla de menor número

Aplicamos Regla 7



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

23/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{d, x, b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{5, 8, 9\}$

Estrategia de selección:

Regla de menor número

Aplicamos Regla 5



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

24/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{e, d, x, b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{1, 8, 9\}$

Estrategia de selección:

Regla de menor número

Aplicamos Regla 1



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

25/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{f, e, d, x, b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{3, 8, 9\}$

Estrategia de selección:

Regla de menor número

Aplicamos Regla 3



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

26/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{a, f, e, d, x, b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{6, 8, 9\}$

Estrategia de selección:

Regla de menor número

Aplicamos Regla 6



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

27/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: {**h**, a, f, e, d, x, b, c}
Meta a alcanzar: **h**

Meta alcanzada: STOP



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

28/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{4, 7\}$

Estrategia de selección:

Regla con mayor número de antecedentes

Empate: La de menor número

Aplicamos Regla 4



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

29/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{x, b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{7, 8, 9\}$

Estrategia de selección:

Regla con mayor número de antecedentes

Empate: La de menor número

Aplicamos Regla 8



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

30/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{a, x, b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Conjunto Conflicto = $\{6, 7, 9\}$

Estrategia de selección:

Regla con mayor número de antecedentes

Empate: La de menor número

Aplicamos Regla 6



Encadenamiento hacia delante. Ejemplo

31/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: {**h**, a, x, b, c}

Meta a alcanzar: **h**

Meta alcanzada: STOP



El Motor de Inferencia

Encadenamiento hacia atrás [P&M, Cap. 3]

32/40

Algoritmo de encadenamiento hacia atrás.

```
1: BH = HechosIniciales;  
2: si Verificar (Meta,BH) entonces  
3:   devolver "éxito";  
4: si no  
5:   devolver "fracaso";  
6: fin si
```

- Determina si se verifica una determinada meta a partir de los hechos iniciales
- Dada una meta, busca reglas que la contienen en su consecuente



El Motor de Inferencia

Encadenamiento hacia atrás [P&M, Cap. 3]

33/40

Procedimiento Verificar: comprueba si existe un conjunto de reglas verificando una meta.

```
1: Verificado=Falso;
2: si Contendida (Meta,BH) entonces
3:   devolver Verdadero;
4: si no
5:   ConjuntoConflicto = Equiparar(Consecuentes(BC),Meta);
6:   mientras NoVacio(ConjuntoConflicto) y No(Verificado) hacer
7:     R=Resolver(ConjuntoConflicto);
8:     Eliminar(R,ConjuntoConflicto);
9:     NuevasMetas=ExtraerAntecedentes(R), Verificado=Verdadero;
10:    mientras NoVacio(NuevasMetas) y Verificado hacer
11:      Meta=SeleccionarMeta(NuevasMetas);
12:      Eliminar(Meta, NuevasMetas);
13:      Verificado=Verificar(Meta,BH);
14:      si Verificado entonces
15:        Añadir(Meta,BH);
16:      fin si
17:    fin mientras
18:  fin mientras
19:  devolver(Verificado);
20: fin si
```

- La acción 5: es menos costosa que las acciones 3: de los algoritmos anteriores

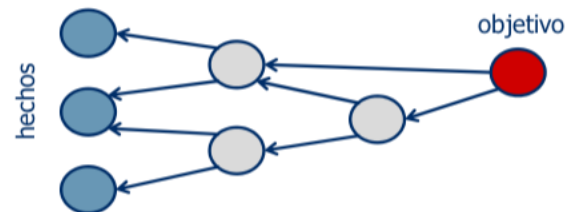


El Motor de Inferencia

Encadenamiento hacia atrás [P&M, Cap. 3]

34/40

- **Equiparación**
 - Búsqueda de reglas cuya conclusión se corresponde con la meta M en curso
- **Resolución de conflictos**
 - Selección de una regla del conjunto conflicto (si hay más de una)
 - Resultado: Regla a aplicar
- **Ejecución de regla**
 - Reemplazamiento de la meta M por la conjunción de las condiciones del antecedente de la regla seleccionada
- **Obligatorio incluir un objetivo inicial**



Encadenamiento hacia atrás. Ejemplo

35/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{b, c\}$

Meta a alcanzar: h

Para que se cumpla h , se deben cumplir a y x

Nuevas metas = $\{a, x\}$

- Exploramos meta a
 - Conjunto conflicto = $\{2, 3, 8\}$

Estrategia de selección:

Regla de menor número

- Aplicamos Regla 2



Encadenamiento hacia atrás. Ejemplo

36/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: {b,c}

Submeta a alcanzar: a

Nuevas metas={d,g}

- Exploramos meta d
 - Conjunto conflicto={7,9}

Estrategia de selección:
Regla de menor número

- Aplicamos Regla 7

- Está c en BH, así que aplicando regla 7, se verifica d

BH: {d,b,c}

Meta d alcanzada



Encadenamiento hacia atrás. Ejemplo

37/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{d, b, c\}$

Submeta a alcanzar: a

Nuevas metas = $\{g\}$

- Exploramos meta g
 - Conjunto conflicto = $\{\emptyset\}$

Regla 2 no se puede verificar



Encadenamiento hacia atrás. Ejemplo

38/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

Para alcanzar la meta a , debemos explorar otra regla

BH: $\{d, b, c\}$

Meta a alcanzar: a

- Exploramos meta a
 - Conjunto conflicto = $\{3, 8\}$

Estrategia de selección:

Regla de menor número

- Aplicamos Regla 3: Tiene dos antecedentes:
 - c ya está verificado
 - f no. Debemos verificarlo.

BH: $\{a, f, e, d, b, c\}$



Encadenamiento hacia atrás. Ejemplo

39/40

BC

Regla 1:	$b \& d \& e \rightarrow f$
Regla 2:	$d \& g \rightarrow a$
Regla 3:	$c \& f \rightarrow a$
Regla 4:	$b \rightarrow x$
Regla 5:	$d \rightarrow e$
Regla 6:	$a \& x \rightarrow h$
Regla 7:	$c \rightarrow d$
Regla 8:	$x \& c \rightarrow a$
Regla 9:	$x \& b \rightarrow d$

BH: $\{a, f, e, d, b, c\}$

Meta a alcanzar: x

- Exploramos meta x
 - Conjunto conflicto = $\{4\}$

BH: $\{h, x, a, f, e, d, b, c\}$



Bibliografía y Software

40/40

- Palma&Marín. Inteligencia Artificial. Técnicas, Métodos y Aplicaciones. Capítulo 3. Sistemas basados en reglas

