

Nombre: Cristian Talavera Martínez

Grupo: 3.2



Universidad de Murcia
Facultad de Informática

TÍTULO DE GRADO EN
INGENIERÍA INFORMÁTICA

Sistemas inteligentes

Práctica 2: Sistema Basado en Reglas

Grupo 3

CURSO 2016 / 17

Índice de contenido

1. Sistema Basado en Reglas.....	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Componentes básicos de los SBR.....	3
1.3. Inferencia en un SBR.....	4
1.4. Técnicas de equiparación y resolución de conflictos.....	4
2. Cuestiones para el diseño e implementación.....	5
2.1. Equiparación conjunto-conflicto.....	5
2.2. Condicion de parada.....	5
3. Aplicación del SBR.....	6
3.1. Situación 1: Frutas.....	6
3.2. Situación 2: Inundaciones.....	8
4. Referencias.....	11

1. Sistema Basado en Reglas

1.1. Introducción

Los Sistemas Basados en Reglas (SBR) [1] [2] son herramientas eficientes para tratar problemas que se rigen por reglas deterministas. Utilizan la estructura de inferencia modus ponens (razonamiento deductivo) para obtener conclusiones lógicas. Las reglas de las que se compone la base de conocimiento (mencionada en el próximo apartado) SBR tienen la siguiente forma:

antecedentes \rightarrow consecuente

1.2. Componentes básicos de los SBR

Los componentes básicos de un SBR son los siguientes:

- Una Base de Conocimiento (BC) que contiene el conjunto de reglas que definen el problema. Cada regla consta de dos partes, como hemos mencionado anteriormente, un conjunto de antecedentes, y un consecuente. El conjunto de antecedentes se corresponde con una condición lógica que debe satisfacerse para ejecutar las acciones del consecuente.

IF condición (antecedentes) THEN acción (consecuente)

Dichas reglas operan sobre el espacio de trabajo de la BH, de forma que si se cumple una condición se ejecutará una acción que puede cambiar el contenido de la BH.

- Una Base de Hechos (BH) contiene los hechos que ya son ciertos, bien porque son los datos iniciales introducidos por el usuario, o porque son conclusiones inferidas en el proceso deductivo. Cada hecho se corresponde con un antecedente de la regla a verificar, por tanto, en caso de que todos los antecedentes de una regla se encuentren en la base de hechos, se podrá ejecutar la acción de dicha regla (añadir su consecuente a la BH).
- Un Mecanismo de Inferencias (MI) selecciona una regla que satisfaga su condición y ejecuta su acción. El ciclo de control usado por los motores de inferencia consta de los siguientes pasos:
 - *Reconocimiento*: se buscan las reglas que se pueden aplicar, según el contenido de la base de hechos.
 - *Selección*: se selecciona la regla que se ejecutará, de las reglas aplicables (conjunto conflicto)
 - *Ejecución*: se ejecuta la acción de la regla seleccionada, la cual produce cambios en la base de hechos.

Algoritmo General SBR

función MOTOR-INFERENCIA

BH = HechosIniciales

mientras NoFinalización(BH) y NoParada **hacer**

ConjuntoConflicto = Equiparar(BC, BH)

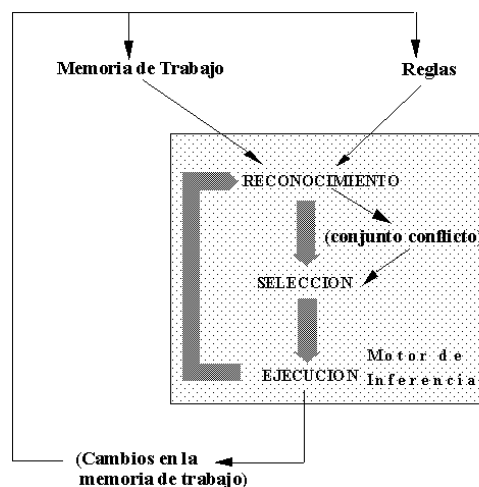
R = Resolver(ConjuntoConflicto)

NuevosHechos = Aplicar(R, BH)

Actualizar(BH, NuevosHechos)

finmientras

Ciclo de Inferencia de un SBR [3]



1.3. Inferencia en un SBR

Hay dos posibles formas de razonamiento:

A) Encadenamiento hacia delante: encontrar el objetivo a partir de un conjunto de hechos.

B) Encadenamiento hacia atrás: determinar si se verifica un objetivo con los hechos disponibles.

1.4. Técnicas de equiparación y resolución de conflictos

Técnicas de Equiparación

La equiparación del antecedente de las reglas con el estado de la BH no siempre es trivial, por ejemplo, el caso en el que el antecedente contiene variables. Otro problema es la necesidad de examinar todas las reglas en cada ciclo de inferencias, lo cual es poco eficiente si tenemos una base de conocimiento muy extensa. Esto se mejora con indexación de reglas o técnicas de aceleración de la equiparación sin necesidad de examinar toda la BC.

Técnicas de resolución de conflictos

Un método de resolución de conflictos selecciona, a partir del conjunto conflicto, la regla a aplicar. Las principales técnicas de resolución de conflictos son las siguientes:

- Según la BC, seleccionar las reglas ordenadas por un criterio
- Según la BH reglas, usar elementos más recientes de la BH.
- Según la ejecución, usar reglas no utilizadas previamente.

2. Cuestiones para el diseño e implementación

2.1. Equiparación conjunto-conflicto

Para cada regla de la base de conocimiento recorreremos todos sus antecedentes, comprobando para cada uno de ellos si están contenidos en la base de hechos, cuando todos los antecedentes de la regla estén contenidos en la base de hechos entonces dicha regla puede ejecutar su acción, por tanto es añadida al conjunto conflicto. Posteriormente el conjunto conflicto será resuelto seleccionando la regla de mayor prioridad para marcarla y proceder a la ejecución de su acción.

```

función Equiparar(BC, BH)
    para cada regla en BH hacer
        entero antecedentesVerdaderos = 0

        para cada antecedente en regla hacer
            para cada hecho en BH hacer
                si (comparar(antecedente, hecho)) entonces
                    antecedentesVerdaderos++
            fin si
        fin para
    fin para

    si (regla.numAntecedentes == antecedentesVerdaderos)
        conjuntoConflicto.añadir(regla)
    fin para

    devolver conjuntoConflicto
  
```

2.2. Condicion de parada

Cuando el conjunto conflicto se encuentre vacío el proceso finalizará sin éxito, mientras que si el objetivo que estamos buscando se encuentra en la base de hechos el proceso finalizará con éxito. La condición de parada que proponemos es la siguiente:

(**NOT** contenido(objetivo, BH)) **AND** (**NOT** conjuntoConflicto.vacio())

Esta condición se comprobará en cada ciclo de inferencia del SBR, haciendo que el proceso termine en caso de no ser cierta. Dado que la operación “vacío” se considera trivial decidimos omitir su pseudocódigo, mientras que el pseudocódigo de la operación “contenido” es el siguiente:

```

función contenido(objetivo, BH)
    para cada hecho de BH hacer
        si (comparar(objetivo, hecho))
            devolver true
    fin para

    devolver false
  
```

3. Aplicación del SBR

3.1. Situación 1: Frutas

Base de Hechos F1

```
---- Base de Hechos Inicial ----  
Diametro = 3  
Forma = Redonda  
NSemillas = 1  
Color = Rojo  
  
-----  
Objetivo: Fruta  
-----  
  
Aplicando R5: Si Forma = Redonda y Diametro < 10 Entonces ClaseFrutal = Arbol  
Aplicando R6: Si NSemillas = 1 Entonces TipoSemilla = Hueso  
Aplicando R13: Si ClaseFrutal = Arbol y Color = Rojo y TipoSemilla = Hueso Entonces Fruta = Cereza  
  
----- Base de Hechos Final -----  
Diametro = 3  
Forma = Redonda  
NSemillas = 1  
Color = Rojo  
ClaseFrutal = Arbol  
TipoSemilla = Hueso  
Fruta = Cereza  
-----  
  
---- Exit: Fruta = Cereza ----
```

Como podemos observar la solución ha sido obtenida en tres ciclos, los cuales desglosamos a continuación:

- **Ciclo 1:** en la base de hechos tenemos que el diámetro es menor de 10 y también que la forma es redonda, pero además de esto tenemos que el número de semillas es 1, asique tendríamos en el conjunto conflicto las reglas R5 y R6, pero en este caso se aplica la R5 por tener un índice menor, añadiendo a la base de hechos el hecho **ClaseFrutal = Arbol**.

- **Ciclo 2:** como hemos dicho en el ciclo anterior, en la base de hechos tenemos el hecho **Nsemillas = 1** por tanto, como no hay ninguna otra regla en el conjunto conflicto se aplica la regla R6, mediante la cual se concluye que **TipoSemilla = Hueso**, asique añadimos este nuevo hecho a la base de hechos.

- **Ciclo 3:** finalmente se encuentra en la base de hechos el conjunto de antecedentes que satisface una regla final, las cuales tienen una prioridad de 10 (R13 en este caso), por tanto se añade su consecuente a la base de hechos (el objetivo) y finaliza el procedimiento.

Base de Hechos F2

---- Base de Hechos Inicial ----

Diametro = 8

Forma = Redonda

NSemillas = 10

Color = Verde

Objetivo: Fruta

Aplicando R5: Si Forma = Redonda y Diametro < 10 Entonces ClaseFrutal = Arbol

Aplicando R7: Si NSemillas > 1 Entonces TipoSemilla = Multiple

Aplicando R16: Si ClaseFrutal = Arbol y Color = Verde y TipoSemilla = Multiple Entonces Fruta = Manzana

----- Base de Hechos Final -----

Diametro = 8

Forma = Redonda

NSemillas = 10

Color = Verde

ClaseFrutal = Arbol

TipoSemilla = Multiple

Fruta = Manzana

---- Exitó: Fruta = Manzana ----

En este caso, al igual que en el anterior, la solución es obtenida en tres ciclos, los cuales mostramos a continuación:

- **Ciclo 1:** tenemos en la base de hechos que la forma es redonda y el diámetro es menor de 10, pero además de esto, también tenemos que el número de semillas es mayor de 1, por tanto en el conjunto conflicto tendríamos las reglas R5 y R7, aplicándose R5 en este ciclo porque es la de menor índice (ya que están empatadas en prioridad). Aplicando la regla R5 añadiríamos a la base de hechos el hecho **ClaseFrutal = Arbol**.

- **Ciclo 2:** como la regla R5 ya se aplicó en el ciclo anterior, ahora solo tendríamos en el conjunto conflicto la regla R7, por tanto la aplicamos y añadimos su consecuente a la base de hechos (**TipoSemilla = Multiple**).

- **Ciclo 3:** finalmente se encuentra en la base de hechos el conjunto de antecedentes que satisface una regla final, las cuales tienen una prioridad de 10 (R16 en este caso), por tanto se añade su consecuente a la base de hechos (el objetivo) y finaliza el procedimiento.

Finalmente, añadir que también podría darse el caso de que no se encontrara la solución después de haber evaluado todas las reglas disponibles. En tal caso el procedimiento finalizaría sin éxito.

3.2. Situación 2: Inundaciones

Antes de proceder con las soluciones de los distintos casos del problema, comenzaremos mencionando las decisiones tomadas para la definición del fichero de configuración. Dicho fichero tendrá nueve atributos, definidos de la siguiente forma:

- **Mes** → **tipo:**String **dominio:** {Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre}
- **Estación** → **tipo:**String **dominio:** {Seca, Humeda}
- **Precipitaciones** → **tipo:**String **dominio:** {Ninguna, Ligera, Fuertes}
- **Cambio** → **tipo:**String **dominio:** {Bajando, Ninguno, Subiendo}
- **Profundidad** → **tipo:**entero
- **Nivel** → **tipo:**String **dominio:** {Bajo, Normal, Alto}
- **Predicción** → **tipo:**String **dominio:** {Soleado, Nuboso, Tormenta}
- **Lluvia** → **tipo:**String **dominio:** {Ninguna, Ligera, Fuerte}
- **Inundación** → **tipo:**String **dominio:** {Si, No}

Ya definidos los atributos que tendrá el fichero establecemos que el objetivo que buscamos es “**Inundación**”. Y después de esto ya sólo nos queda definir la prioridad que asignaremos a cada una de las reglas que componen nuestra base de conocimiento. En este caso hemos establecido una prioridad de 10 para las reglas que tienen en su consecuente el hecho objetivo y 0 para el resto de reglas.

Después de haber definido el fichero de configuración procederemos a realizar la prueba de nuestro SBR con la base de conocimiento de Inundaciones.

Base de Hechos I1

---- Base de Hechos Inicial ----

Mes = Septiembre

Nivel = Alto

Precipitaciones = Fuertes

Prediccion = Tormenta

Profundidad = 8

Objetivo: Inundacion

Aplicando R4: Si Mes = Septiembre Entonces Estacion = Humeda

Aplicando R16: Si Precipitaciones = Fuertes Entonces Cambio = Subiendo

Aplicando R19: Si Profundidad > 5 Entonces Nivel = Alto

Aplicando R22: Si Prediccion = Tormenta Entonces Lluvia = Fuerte

Aplicando R32: Si Cambio = Subiendo y Nivel = Alto y Lluvia = Fuerte Entonces Inundacion = Si

----- Base de Hechos Final -----

Mes = Septiembre

Nivel = Alto

Precipitaciones = Fuertes

Prediccion = Tormenta
Profundidad = 8
Estacion = Humeda
Cambio = Subiendo
Lluvia = Fuerte
Inundacion = Si

---- Exito: Inundacion = Si ----

En este caso hemos obtenido la solución en cinco ciclos, los cuales detallamos a continuación:

- **Ciclo 1:** al comenzar el procedimiento tenemos que el mes es Septiembre, las precipitaciones son fuertes, la profundidad es mayor de 5 y la predicción es de tormenta por tanto tendríamos en el conjunto conflicto las reglas R4, R16, R19 y R22 respectivamente, pero en este ciclo se aplicaría la regla R4 por ser la de menor índice, añadiendo a la base de hechos el hecho **Estacion = Humeda**.

- **Ciclo 2:** ahora tendríamos en el conjunto conflicto las reglas R16, R19 y R22, de las que se aplica R16 por ser la de menor índice, ya que están empatadas en prioridad. Dicha regla añade a la base de hechos el siguiente hecho: **Cambio = Subiendo**.

- **Ciclo 3:** ahora tenemos en el conjunto conflicto las reglas R19 y R22, de las que se aplica la R19, pero en este caso no se añade a la base de hechos su consecuente porque ya se encuentra en ella.

- **Ciclo 4:** en este ciclo como sólo tenemos en el conjunto conflicto la regla R22, será la que aplicaremos, y dicha regla añade a la base de hechos el hecho **Lluvia = Fuerte**.

- **Ciclo 5:** finalmente, como en la base de hechos se encuentra un conjunto de hechos que satisfacen una regla final (R30), finaliza el procedimiento con éxito.

Base de Hechos I2

---- Base de Hechos Inicial ----

Mes = Septiembre
Precipitaciones = Ninguna
Nivel = Normal

Objetivo: Inundacion

Aplicando R4: Si Mes = Septiembre Entonces Estacion = Humeda

Aplicando R14: Si Precipitaciones = Ninguna y Estacion = Humeda Entonces Cambio = Ninguno

Aplicando R24: Si Cambio = Ninguno y Nivel = Normal Entonces Inundacion = No

----- Base de Hechos Final -----

Mes = Septiembre
Precipitaciones = Ninguna
Nivel = Normal
Estacion = Humeda
Cambio = Ninguno
Inundacion = No

---- Exit: Inundacion = No ----

Se encontró la solución en tres ciclos, los cuales mostramos a continuación:

- **Ciclo 1:** al comenzar el procedimiento tenemos que el mes es Septiembre por tanto, al no haber más reglas en el conjunto conflicto se añade a la base de hechos el hecho **Estacion = Humeda**.

- **Ciclo 2:** en la base de datos tenemos que no hay precipitaciones y la estación es húmeda, ambos antecedentes de la regla R14, por tanto como no hay ninguna otra regla en el conjunto conflicto se añade a la base de hechos su consecuente (**Cambio = Ninguno**).

- **Ciclo 3:** finalmente, tenemos que en la base de hechos se encuentra el conjunto de antecedentes que satisface una regla final (R24), por tanto, finaliza el procedimiento con éxito.

Como hemos mencionado ya en la situación anterior, aquí también podría darse el caso de que no se encontrase el objetivo propuesto, en este caso el procedimiento finalizaría sin éxito.

4. Referencias

[1] Facultad de Informática, Universidad de Murcia, P2.1-Fundamentos-Teóricos.pdf

De este documento he obtenido las ideas principales de los elementos que componen un SBR.

[2] Jonnathan Aguilar, Sistemas Basados en Reglas (2015)

Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=Zs85W_hBNDk

Video-Presentación en la cual se explica el funcionamiento y componentes de un sistema basado en reglas. De esta referencia se han obtenido algunas ideas básicas para el apartado 1.

[3] José Angel Banares, Universidad de Zaragoza. Representación basada en reglas

Disponible en: <http://iaaa.cps.unizar.es/docencia/IA/practicas/pract6/PractIA6.html>

Especificación del caso práctico de la asignatura Inteligencia Artificial de la universidad de Zaragoza. Usado en la práctica para conocer el funcionamiento de un motor de inferencias y de donde se ha extraído la imagen del ciclo de inferencia en un SBR.

[4] Documentación online C++

Disponible en: <http://en.cppreference.com/w/>

Usado en la práctica para comprender el manejo de los vectores y strings en C++.

[5] Declaración de estructuras en C++

Disponible en: <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/structures/>

Tutorial utilizado en la práctica para visualizar algún ejemplo de creación de estructuras de datos en C++.