

UNIVERSIDAD DE MURCIA  
Facultad de Informática

PRÁCTICA II DE SSII  
Sistemas Basados en Reglas  
3º DE GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

CURSO 2024/2025

Hugo Sánchez Martínez  
24450997L  
hugo.s.m@um.es

**Contenidos**

Este documento recoge la realización de la segunda práctica de la asignatura de Sistemas Inteligentes del tercer curso del grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Murcia. Dicha práctica consiste en el diseño y la construcción de un **Sistema Basado en Reglas (SBR)** con conocimiento sobre la incertidumbre expresado en **factores de certeza**.

---

## 1. Diseño de un SBR con encadenamiento hacia atrás

---

### Algorithm 1: Backward Chaining

---

**Input:** Meta (hecho a probar), Base de Hechos (BH)

**Result:** Factor de certeza (FC) de la meta

```
// Obtener el FC del hecho desde la BH
fc ← BH.getHecho(meta).getFC()
if fc ≥ -1 then
    | return fc // Hecho conocido
end
else
    // Buscar reglas cuyos consecuentes sean la meta
    cpto_reglas ← equiparar_cons(meta) fcMetas ← ∅ // Lista para almacenar FCs
    while cpto_reglas no está vacía do
        // Tomar y eliminar la primera regla
        r ← cpto_reglas.pop_front()
        fc_r ← r.getFC()

        // Extraer antecedentes y tipo de la regla
        antecedentes, tipo ← extraerAntecedentesyTipo(r)
        fcNuevasMetas ← ∅

        foreach nMeta ∈ antecedentes do
            // Calcular el FC de cada meta usando backward chaining
            fc ← backward_chaining(nMeta, BH)
            fcNuevasMetas.push_back(fc)
        end
        // Calcular el FC combinado de los antecedentes
        fcAntecedentesR ← calcularFCAnt(r, fcNuevasMetas, tipo)

        // Calcular el FC de la meta basado en la regla
        fcMetaR ← calcularFCMetaR(meta, fcAntecedentesR, fc_r)
        fcMetas.push_back(fcMetaR)
    end
    // Combinar los FC de todas las reglas para la meta
    if fcMetas.size() = 1 then
        | fcMeta ← fcMetas.front()
    end
    else
        | fcMeta ← calcularFCcombinacion(meta, fcMetas)
    end
    return fcMeta
end
```

---

El algoritmo ha sido diseñado en base al proporcionado en las diapositivas de la asignatura. Para soportar factores de certeza, añadimos la posibilidad de **calcular los FCs** de cada uno de los **antecedentes** de la meta de forma recursiva. Por último, para hallar el factor de certeza final de la meta, se **combinan** los factores de todas las reglas que actúan de antecesoras. Por otro lado, al analizar las nuevas metas, no se comprueba si esta está verificada, pues existe **incertidumbre**. Toda la implementación viene comentada en el código fuente del proyecto.

## 2. Pruebas

### 2.1. Prueba 1

Para la primera prueba, el guión proporciona tanto la formalización del problema como la red de inferencia. Para la verificación, veáse ??? .

### 2.2. Prueba 2

#### 2.2.1. Formalización

El guión proporciona la siguiente formalización válida para el problema:

$$\Sigma = \{localEST, visitanteRM, arbMod, publicoMayEST, publicoEqui, les2pivEST, les2pivRM, ganaEST, ganaRM\}$$

donde:

- *localEST* = “El estudiantes es el equipo local”
- *visitanteRM* = “El Real Madrid es el equipo visitante”
- *arbMod* = “Los árbitros son moderados”
- *publicoMayEst* = “El público es mayoritariamente del Estudiantes”
- *publicoEqui* = “El público está equilibrado para los dos equipos”
- *les2pivEST* = “El Estudiantes tiene 2 pivots lesionados”
- *les2pivRM* = “El Real Madrid tiene 2 pivots lesionados”
- *ganaEST* = “El Estudiantes gana”
- *ganaRM* = “El Real Madrid gana”

#### 2.2.2. Bases de hechos y bases del conocimiento

También se nos proporcionan las bases de hechos y las bases del conocimiento. Sin embargo, ahora contamos con **dos posibles objetivos**: que el Real Madrid gane el partido y, por tanto, la liga; o que lo haga el Estudiantes.

$$\text{Bases de hechos} = \left\{ \begin{array}{l} \text{El Estudiantes es el equipo local, } FC(localEST) = 1 \\ \text{El Real Madrid es el equipo visitante, } FC(visitanteRM) = 1 \\ \text{Los árbitros son moderados, } FC(arbMod) = 1 \\ \text{El público es mayoritariamente del Estudiantes, } FC(publicoMayEST) = 0.65 \\ \text{El público está equilibrado, } FC(pupblicoEqui) = 0.35 \\ \text{El Estudiantes tiene 2 pivots lesionados, } FC(les2pivEST) = 1 \\ \text{El Real Madrid tiene 2 pivots lesionados, } FC(les2pivRM) = 1 \end{array} \right.$$

$$\text{Bases del conocimiento} = \left\{ \begin{array}{l} R_1 : arbMod \rightarrow ganaEST, \quad FC = 0.4 \\ R_2 : arbMod \rightarrow ganaRM, \quad FC = 0.75 \\ R_3 : publicoMayEST \rightarrow ganaRM, \quad FC = -0.4 \\ R_4 : publicoEqui \rightarrow ganaEST, \quad FC = -0.55 \\ R_5 : les2pivRM \wedge visitanteRM \rightarrow ganaRM, \quad FC = -0.1 \\ R_6 : les2pivEST \rightarrow ganaEST, \quad FC = -0.6 \end{array} \right. \quad \text{Guardamos}$$

las BHs y las BCs en ficheros de texto para ser interpretados por el MI. Al tener dos objetivos, ahora necesitaremos 3 ficheros: 1 para la BH y 2 para las BCs (uno por objetivo).

Listing 1: Contenido de BC-2.txt

```

1  6
2  R1: Si arbMod Entonces ganaEST, FC=0.4
3  R2: Si arbMod Entonces ganaRM, FC=0.75
4  R3: Si publicoMayEST Entonces ganaRM, FC=-0.4
5  R4: Si publicoEqui Entonces ganaEST, FC=-0.55
6  R5: Si les2pivRM y visitanteRM Entonces ganaRM, FC=-0.1
7  R6: Si les2pivEST Entonces ganaEST, FC=-0.6

```

Listing 2: Contenido de BH-2-ganaRM.txt

```

1  7
2  localEST, FC=1
3  visitanteRM, FC=1
4  arbMod, FC=1
5  publicoMayEST, FC=0.65
6  publicoEqui, FC=0.35
7  les2pivEST, FC=1
8  les2pivRM, FC=1
9  Objetivo
10 ganaRM

```

Listing 3: Contenido de BH-2-ganaEST.txt

```

1  7
2  localEST, FC=1
3  visitanteRM, FC=1
4  arbMod, FC=1
5  publicoMayEST, FC=0.65
6  publicoEqui, FC=0.35
7  les2pivEST, FC=1
8  les2pivRM, FC=1
9  Objetivo
10 ganaEST

```

### 2.2.3. Construcción del motor de inferencia

Fijamos los objetivos de nuestro problema y calculamos sus respectivos factores de certeza:

$$\text{Objetivos} = \{ganaRM, ganaEST\}$$

$$\text{Metas} = \{ganaRM, ganaEST\}$$

#### ■ Cálculo $FC(ganaRM)$

- Propagación por  $R_3$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(ganaRM_{R_3}) &= FC(R_3) \times \max\{0, FC(publicoMayEST)\} = -0.4 \times \max\{0, 0.65\} \\ &= -0.4 \times 0.65 = -0.26 \end{aligned}$$

- Propagación por  $R_5$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 1 } (\wedge): FC(les2pivRM \wedge visitanteRM) &= \min\{FC(les2pivRM), FC(visitanteRM)\} \\ &= \min\{1, 1\} = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(ganaRM_{R_5}) &= FC(R_5) \times \max\{0, FC(les2pivRM \wedge visitanteRM)\} \\ &= -0.1 \times \max\{0, 0.65\} = -0.1 \times 1 = -0.1 \end{aligned}$$

- Propagación por  $R_2$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(ganaRM_{R_2}) &= FC(R_2) \times \max\{0, FC(arbMod)\} = 0.75 \times \max\{0, 1\} \\ &= 0.75 \times 1 = 0.75 \end{aligned}$$

- Acumulación por  $R_3$ ,  $R_5$  y  $R_2$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(ganaRM_{R_3, R_5}) &= FC(ganaRM_{R_3}) + FC(ganaRM_{R_5}) \times (1 + FC(gamaRM_{R_3})) \\ &= -0.26 + (-0.1) \times (1 + (-0.26)) = -0.26 + (-0.1) \times 0.74 = -0.334 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(ganaRM_{R_3, R_5, R_2}) &= \frac{FC(ganaRM_{R_3, R_5}) + FC(ganaRM_{R_2})}{1 - \min\{|FC(ganaRM_{R_3, R_5})|, |FC(ganaRM_{R_2})|\}} \\ &= \frac{-0.334 + 0.75}{1 - \min\{0.334, 0.75\}} = \frac{0.416}{1 - 0.334} = 0.6246 \end{aligned}$$

■ Cálculo  $FC(ganaEST)$

- Propagación por  $R_1$ .

$$\text{Caso 3: } FC(ganaEST_{R_1}) = FC(R_1) \times \max\{0, FC(arbMod)\} = 0.4 \times \max\{0, 1\} = 0.4 \times 1 = 0.4$$

- Propagación por  $R_4$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(ganaEST_{R_4}) &= FC(R_4) \times \max\{0, FC(publicoEqui)\} = -0.55 \times \max\{0, 0.35\} \\ &= -0.55 \times 0.35 = -0.1925 \end{aligned}$$

- Propagación por  $R_6$ .

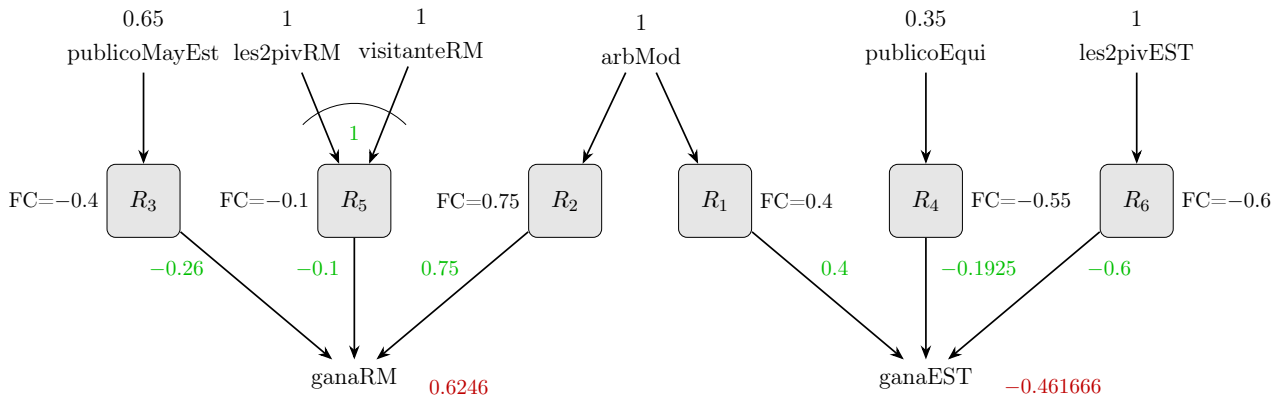
$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(ganaEST_{R_6}) &= FC(R_6) \times \max\{0, FC(les2pivEST)\} = -0.6 \times \max\{0, 1\} \\ &= -0.6 \times 1 = -0.6 \end{aligned}$$

- Acumulación por  $R_1$ ,  $R_4$  y  $R_6$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(ganaEST_{R_1, R_4}) &= \frac{FC(ganaEST_{R_1}) + FC(ganaEST_{R_4})}{1 - \min\{|FC(ganaEST_{R_1})|, |FC(ganaEST_{R_4})|\}} \\ &= \frac{0.4 + (-0.1925)}{1 - \min\{0.4, 0.1925\}} = \frac{0.2075}{1 - 0.1925} = \frac{0.2075}{0.8075} = 0.256966 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(ganaEST_{R_1, R_4, R_6}) &= \frac{FC(ganaEST_{R_1, R_4}) + FC(ganaEST_{R_6})}{1 - \min\{|FC(ganaEST_{R_1, R_4})|, |FC(ganaEST_{R_6})|\}} \\ &= \frac{0.256966 + (-0.6)}{1 - \min\{0.256966, 0.6\}} = \frac{-0.343034}{0.743034} = -0.461666 \end{aligned}$$

Dibujamos el diagrama de la red de inferencia:



## 2.3. Prueba 3

### 2.3.1. Formalización

A diferencia de la prueba anterior, debemos realizar la formalización para construir nuestro SBR. Una posible formalización es la siguiente:

$$\Sigma = \{exp2o3, expMas3, cond2o3, condMas3, condExp, noSolo, cansado, joven, alcohol, causaAcc\}$$

donde:

- $exp2o3$  = “El conductor tiene una experiencia entre 2 y 3 años al volante”
- $expMas3$  = “El conductor tiene más de 3 años de experiencia al volante”
- $cond2o3$  = “El conductor conduce entre 2 y 3 horas”
- $condMas3$  = “El conductor conduce por más de 3 horas”
- $condExp$  = “El conductor es un conductor experimentado”
- $noSolo$  = “El conductor no va solo en el coche”
- $cansado$  = “El conductor está cansado”
- $joven$  = “El conductor es joven”
- $alcohol$  = “El conductor ha tomado alcohol”
- $causaAcc$  = “El conductor es el causante del accidente”

### 2.3.2. Bases de hechos y bases del conocimiento

Diseñamos nuestro conjunto de reglas en base al enunciado del problema. Esta vez, podemos concretarlo a una sólo meta: el conductor es el causante del accidente ( $causaAcc$ ).

$$\text{Bases de hechos} = \begin{cases} \text{El conductor tiene 4 años de antigüedad de carnet, } FC(expMas3) = 1 \\ \text{El conductor ha conducido entre 2 y 3 horas, } FC(cond2o3) = 1 \\ \text{El conductor viajaba solo, } FC(noSolo) = -1 \\ \text{El conductor es joven con un factor de certeza del 0.4, } FC(joven) = 0.4 \end{cases}$$

$$\text{Bases del conocimiento} = \begin{cases} R_1 : exp2o3 \rightarrow condExp, \quad FC = 0.5 \\ R_2 : expMas3 \rightarrow condExp, \quad FC = 0.9 \\ R_3 : cond2o3 \rightarrow cansado, \quad FC = 0.5 \\ R_4 : condMas3 \rightarrow cansado, \quad FC = 1 \\ R_5 : condExp \wedge noSolo \rightarrow causaAcc, \quad FC = -0.5 \\ R_6 : cansado \rightarrow causaAcc, \quad FC = 0.5 \\ R_7 : joven \vee alcohol \rightarrow causaAcc, \quad FC = 0.7 \end{cases}$$

Listing 4: Contenido de BC-3.txt

7

```
R1: Si exp2o3 Entonces condExp, FC=0.5
R2: Si expMas3 Entonces condExp, FC=0.9
R3: Si cond2o3 Entonces cansado, FC=0.5
R4: Si condMas3 Entonces cansado, FC=1
R5: Si condExp y noSolo Entonces causaAcc, FC=-0.5
R6: Si cansado Entonces causaAcc, FC=0.5
R7: Si joven o alcohol Entonces causaAcc, FC=0.7
```

Listing 5: Contenido de BH-3-causaAcc.txt

```

7
expMas3 , FC=1
cond2o3 , FC=1
noSolo , FC=-1
joven , FC=0.4
exp2o3 , FC=-1
condMas3 , FC=-1
alcohol , FC=0
Objetivo
causaAcc

```

### 2.3.3. Construcción del motor de inferencia

Fijamos la meta de nuestro problema y calculamos sus factores de certeza:

$$\text{Objetivos} = \{\text{condExp}, \text{cansado}, \text{causaAcc}\}$$

$$\text{Metas} = \{\text{causaAcc}\}$$

#### ■ Cálculo $FC(\text{condExp})$

- Propagación por  $R_1$ .

$$\text{Caso 3: } FC(\text{condExp}_{R_1}) = FC(R_1) \times \max\{0, FC(\text{exp2o3})\} = 0.5 \times \max\{0, -1\} = 0.5 \times 0 = 0$$

- Propagación por  $R_2$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(\text{condExp}_{R_2}) &= FC(R_2) \times \max\{0, FC(\text{expMas3})\} = 0.9 \times \max\{0, 1\} \\ &= 0.9 \times 1 = 0.9 \end{aligned}$$

- Acumulación por  $R_1$  y  $R_2$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(\text{condExp}_{R_1, R_2}) &= FC(\text{condExp}_{R_1}) + FC(\text{condExp}_{R_2}) \times (1 - FC(\text{condExp}_{R_1})) \\ &= 0 + 0.9 \times (1 - 0) = 0.9 \times 1 = 0.9 \end{aligned}$$

#### ■ Cálculo $FC(\text{cansado})$

- Propagación por  $R_3$ .

$$\text{Caso 3: } FC(\text{cansado}_{R_3}) = FC(R_3) \times \max\{0, FC(\text{cond2o3})\} = 0.5 \times \max\{0, 1\} = 0.5 \times 1 = 0.5$$

- Propagación por  $R_3$ .

$$\text{Caso 3: } FC(\text{cansado}_{R_3}) = FC(R_3) \times \max\{0, FC(\text{cond2o3})\} = 0.5 \times \max\{0, 1\} = 0.5 \times 1 = 0.5$$

- Propagación por  $R_4$ .

$$\text{Caso 3: } FC(\text{cansado}_{R_4}) = FC(R_4) \times \max\{0, FC(\text{condMas3})\} = 1 \times \max\{0, -1\} = 1 \times 0 = 0$$

- Acumulación por  $R_3$  y  $R_4$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(\text{cansado}_{R_3, R_4}) &= FC(\text{cansado}_{R_3}) + FC(\text{cansado}_{R_4}) \times (1 - FC(\text{cansado}_{R_3})) \\ &= 0.5 + 0 \times (1 - 0.5) = 0.5 + 0 \times 0.5 = 0.5 \end{aligned}$$



■ Cálculo  $FC(causaAcc)$

- Propagación por  $R_5$ .

$$\text{Caso 1 } (\wedge): FC(condExp \wedge noSolo) = \min\{FC(condExp), FC(noSolo)\} = \min\{0.9, -1\} = -1$$

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(causaAcc_{R_5}) &= FC(R_5) \times \max\{0, FC(condExp \wedge noSolo)\} = -0.5 \times \max\{0, -1\} \\ &= -0.5 \times 0 = 0 \end{aligned}$$

- Propagación por  $R_6$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(causaAcc_{R_6}) &= FC(R_6) \times \max\{0, FC(cansado)\} = 0.5 \times \max\{0, 0.5\} \\ &= 0.5 \times 0.5 = 0.25 \end{aligned}$$

- Propagación por  $R_7$ .

$$\text{Caso 1 } (\vee): FC(joven \vee alcohol) = \max\{FC(joven), FC(alcohol)\} = \max\{0.4, 0\} = 0.4$$

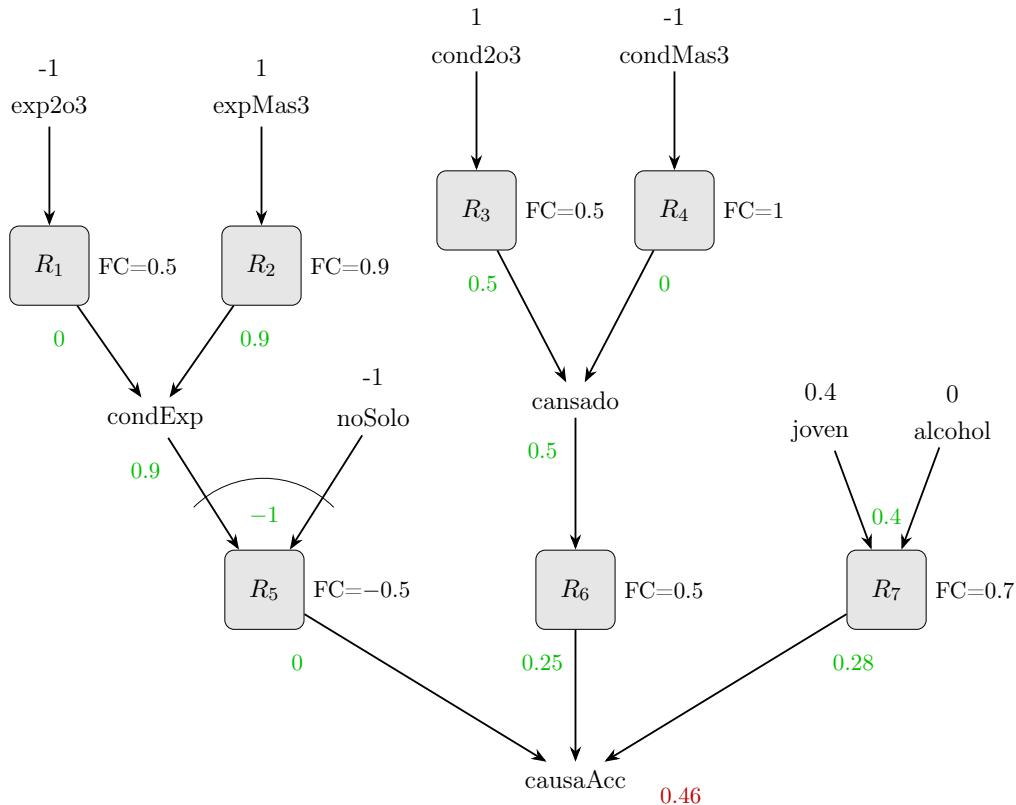
$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(causaAcc_{R_7}) &= FC(R_7) \times \max\{0, FC(joven \vee alcohol)\} = 0.7 \times \max\{0, 0.4\} \\ &= 0.7 \times 0.4 = 0.28 \end{aligned}$$

- Acumulación por  $R_5$ ,  $R_6$  y  $R_7$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(causaAcc_{R_5, R_6}) &= FC(causaAcc_{R_5}) + FC(causaAcc_{R_6}) \times (1 - FC(causaAcc_{R_5})) \\ &= 0 + 0.25 \times (1 - 0) = 0.25 \times 1 = 0.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(causaAcc_{R_5, R_6, R_7}) &= FC(causaAcc_{R_5, R_6}) + FC(causaAcc_{R_7}) \times (1 - FC(causaAcc_{R_5, R_6})) \\ &= 0.25 + 0.28 \times (1 - 0.25) = 0.25 + 0.28 \times 0.75 = 0.25 + 0.21 = 0.46 \end{aligned}$$

Dibujamos el diagrama de la red de inferencia:



## 2.4. Prueba A

### 2.4.1. Formalización

Debemos diseñar esta prueba desde cero. Definimos una formalización que se adapte a los requisitos:

$$\Sigma = \{fiebre, tosSeca, somnolencia, dolorMusc, contEnf, faringitis, fatiga, gripe\}$$

donde:

- *fiebre* = “El paciente tiene fiebre”
- *tosSeca* = “El paciente tiene tos seca”
- *somnolencia* = “El paciente presenta somnolencia”
- *dolorMusc* = “El paciente tiene dolor muscular”
- *contEnf* = “El paciente tuvo contacto reciente con una persona enferma”
- *faringitis* = “El paciente tiene inflamación de la faringe (faringitis)”
- *fatiga* = “El paciente experimenta fatiga extrema”
- *gripe* = “El paciente tiene gripe”

### 2.4.2. Bases de hechos y bases del conocimiento

Diseñamos nuestro conjunto de reglas en base al enunciado del problema. Nuestra única meta es *gripe*.

$$\text{Bases de hechos} = \left\{ \begin{array}{l} \text{El paciente tiene fiebre alta, } FC(fiebre) = 0.6 \\ \text{El paciente no tiene la tos seca, } FC(tosSeca) = -1 \\ \text{El paciente sufre episodios de somnolencia con frecuencia, } FC(somnolencia) = 1 \\ \text{El paciente sufre dolor muscular en ciertas partes, } FC(dolorMusc) = 0.5 \\ \text{El paciente no ha tenido contacto con ningún enfermo, } FC(contEnf) = -1 \end{array} \right.$$

$$\text{Bases del conocimiento} = \left\{ \begin{array}{l} R_1 : fiebre \wedge tosSeca \rightarrow faringitis, \quad FC = 0.99 \\ R_2 : faringitis \vee contEnf \rightarrow gripe, \quad FC = 0.75 \\ R_3 : somnolencia \rightarrow fatiga, \quad FC = 0.7 \\ R_4 : dolorMusc \rightarrow fatiga, \quad FC = 0.5 \\ R_5 : fatiga \rightarrow gripe, \quad FC = 0.3 \end{array} \right.$$

---

Listing 6: Contenido de BC-A.txt

5

```
R1: Si fiebre y tosSeca Entonces faringitis, FC=0.99
R2: Si faringitis o contEnf Entonces gripe, FC=0.75
R3: Si somnolencia Entonces fatiga, FC=0.7
R4: Si dolorMusc Entonces fatiga, FC=0.5
R5: Si fatiga Entonces gripe, FC=0.3
```

---

## Listing 7: Contenido de BH-A-gripe.txt

---

```

5
fiebre, FC=0.6
tosSeca, FC=-1
somnolencia, FC=1
dolorMusc, FC=0.5
contEnf, FC=-1
Objetivo
gripe

```

---

### 2.4.3. Construcción del motor de inferencia

Fijamos la meta de nuestro problema y calculamos sus factores de certeza:

$$\text{Objetivos} = \{\text{faringitis}, \text{fatiga}, \text{gripe}\}$$

$$\text{Metas} = \{\text{gripe}\}$$

■ Cálculo  $FC(\text{faringitis})$

- Propagación por  $R_1$ .

$$\text{Caso 1 } (\wedge): FC(\text{fiebre} \wedge \text{tosSeca}) = \min\{FC(\text{fiebre}), FC(\text{tosSeca})\} = \min\{0.6, -1\} = -1$$

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(\text{faringitis}_{R_1}) &= FC(R_1) \times \max\{0, FC(\text{fiebre} \wedge \text{tosSeca})\} = 0.99 \times \max\{0, -1\} \\ &= 0.99 \times 0 = 0 \end{aligned}$$

■ Cálculo  $FC(\text{fatiga})$

- Propagación por  $R_3$ .

$$\text{Caso 3: } FC(\text{fatiga}_{R_3}) = FC(R_3) \times \max\{0, FC(\text{somnolencia})\} = 0.7 \times \max\{0, 1\} = 0.7$$

- Propagación por  $R_4$ .

$$\text{Caso 3: } FC(\text{fatiga}_{R_4}) = FC(R_4) \times \max\{0, FC(\text{dolorMusc})\} = 0.5 \times \max\{0, 0.5\} = 0.25$$

- Acumulación por  $R_3, R_4$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 2: } FC(\text{fatiga}_{R_3, R_4}) &= FC(\text{fatiga}_{R_3}) + FC(\text{fatiga}_{R_4}) \times (1 - FC(\text{fatiga}_{R_3})) \\ &= 0.7 + 0.25 \times (1 - 0.7) = 0.7 + 0.25 \times 0.3 = 0.775 \end{aligned}$$

■ Cálculo  $FC(\text{gripe})$

- Propagación por  $R_2$ .

$$\text{Caso 1 } (\vee): FC(\text{faringitis} \vee \text{contEnf}) = \max\{FC(\text{faringitis}), FC(\text{contEnf})\} = \max\{0, -1\} = 0$$

$$\text{Caso 3: } FC(\text{gripe}_{R_2}) = FC(R_2) \times \max\{0, FC(\text{faringitis} \vee \text{contEnf})\} = 0.75 \times \max\{0, 0\} = 0$$

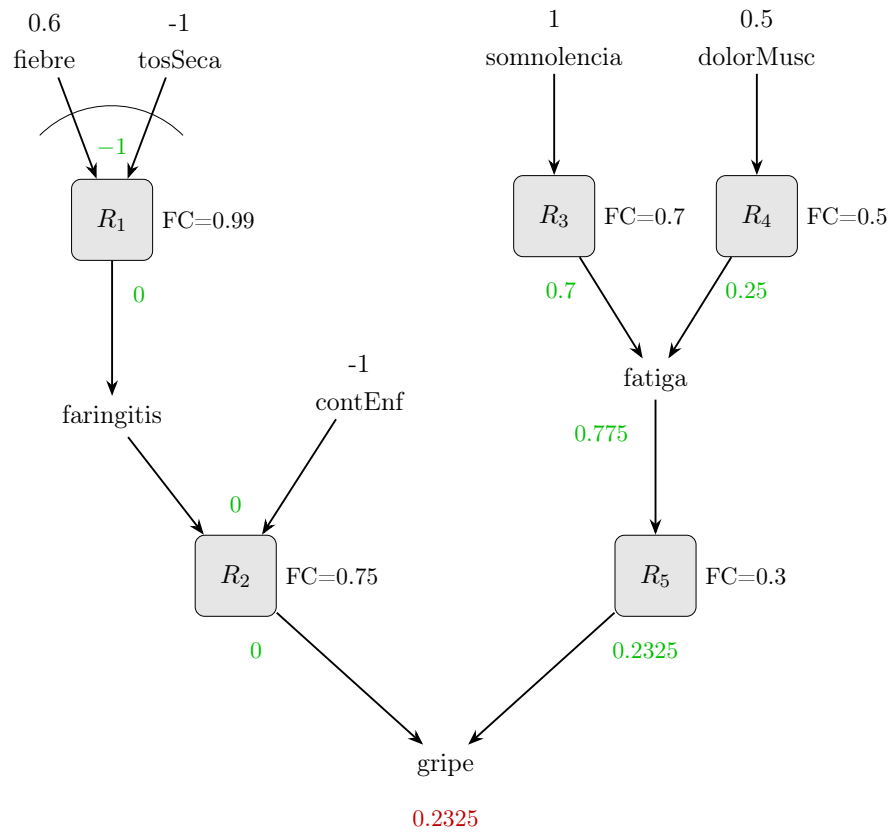
- Propagación por  $R_5$ .

$$\text{Caso 3: } FC(\text{gripe}_{R_5}) = FC(R_5) \times \max\{0, FC(\text{fatiga})\} = 0.3 \times \max\{0, 0.775\} = 0.2325$$

- Acumulación por  $R_2, R_5$ .

$$\begin{aligned} \text{Caso 3: } FC(\text{gripe}_{R_2, R_5}) &= FC(\text{gripe}_{R_2}) + FC(\text{gripe}_{R_5}) \times (1 - FC(\text{fatiga}_{R_2})) \\ &= 0 + 0.2325 \times (1 - 0) = 0.2325 \end{aligned}$$

Dibujamos el diagrama de la red de inferencia:



### 3. Ejecuciones

Esta sección muestra los comandos ejecutados y la salida para cada una de las pruebas de la práctica.

#### 3.1. Prueba 1

```
> sbr-fc.exe -bc BC-1.txt -bh BH-1.txt
```

Listing 8: Contenido de Prueba1-out.txt

```
=====
                        SISTEMA BASADO EN REGLAS
=====

Base de conocimiento:                BC-1.txt
-----
Base de hechos:                    BH-1.txt
-----
Meta:                              h1
=====

R3:
    Caso 1: h5 y h6, FC=0.6
    Caso 3: h3, FC=0.42

R4:
    Caso 3: h3, FC=-0.25
Caso 2: h3, FC=0.226667
R1:
    Caso 1: h2 o h3, FC=0.3
    Caso 3: h1, FC=0.15

R2:
    Caso 3: h1, FC=0.6
Caso 2: h1, FC=0.66

h1, FC=0.66
```

### 3.2. Prueba 2

$$Meta = \{ganaRM\}$$

```
> sbr-fc.exe -bc B2-2.txt -bh BH-2-ganaRM.txt
```

Listing 9: Contenido de Prueba2-ganaRM-out.txt

```
=====
                        SISTEMA BASADO EN REGLAS
=====

Base de conocimiento:                BC-2.txt
-----
Base de hechos:                    BH-2-ganaRM.txt
-----
Meta:                              ganaRM
=====

R2:                                Caso 3: ganaRM, FC=0.75
R3:                                Caso 3: ganaRM, FC=-0.26
R5:                                Caso 1: les2pivRM y visitanteRM, FC=1
                                Caso 3: ganaRM, FC=-0.1
Caso 2: ganaRM, FC=0.662162
Caso 2: ganaRM, FC=0.624625

ganaRM, FC=0.624625
```

$$Meta = \{ganaEST\}$$

```
> sbr-fc.exe -bc BC-2.txt -bh BH-2-ganaEST.txt
```

Listing 10: Contenido de Prueba2-ganaEST-out.txt

```
=====
                        SISTEMA BASADO EN REGLAS
=====

Base de conocimiento:                BC-2.txt
-----
Base de hechos:                    BH-2-ganaEST.txt
-----
Meta:                                ganaEST
=====

R1:
    Caso 3: ganaEST, FC=0.4
R4:
    Caso 3: ganaEST, FC=-0.1925
R6:
    Caso 3: ganaEST, FC=-0.6
Caso 2: ganaEST, FC=0.256966
Caso 2: ganaEST, FC=-0.461667
ganaEST, FC=-0.461667
```

### 3.3. Prueba 3

$$Meta = \{causaAcc\}$$

```
> sbr-fc.exe -bc BC-3.txt -bh BH-3-causaAcc.txt
```

Listing 11: Contenido de Prueba3-causaAcc-out.txt

```
=====
                        SISTEMA BASADO EN REGLAS
=====

Base de conocimiento:          BC-3.txt
-----
Base de hechos:              BH-3-causaAcc.txt
-----
Meta:                        causaAcc
=====

R1:
    Caso 3: condExp, FC=0
R2:
    Caso 3: condExp, FC=0.9
Caso 2: condExp, FC=0.9
R5:
    Caso 1: condExp y noSolo, FC=-1
    Caso 3: causaAcc, FC=0
R3:
    Caso 3: cansado, FC=0.5
R4:
    Caso 3: cansado, FC=0
Caso 2: cansado, FC=0.5
R6:
    Caso 3: causaAcc, FC=0.25
R7:
    Caso 1: joven o alcohol, FC=0.4
    Caso 3: causaAcc, FC=0.28
Caso 2: causaAcc, FC=0.25
Caso 2: causaAcc, FC=0.46

causaAcc, FC=0.46
```



### 3.4. Prueba A

$$Meta = \{gripe\}$$

```
> sbr-fc.exe -bc BC-A.txt -bh BH-A-gripe.txt
```

Listing 12: Contenido de PruebaA-gripe-out.txt

```
=====
                        SISTEMA BASADO EN REGLAS
=====

Base de conocimiento:                BC-A.txt
-----
Base de hechos:                    BH-A-gripe.txt
-----
Meta:                                gripe
=====

R1:
    Caso 1: fiebre y tosSeca, FC=-1
    Caso 3: faringitis, FC=0

R2:
    Caso 1: faringitis o contEnf, FC=0
    Caso 3: gripe, FC=0

R3:
    Caso 3: fatiga, FC=0.7

R4:
    Caso 3: fatiga, FC=0.25
Caso 2: fatiga, FC=0.775

R5:
    Caso 3: gripe, FC=0.2325
Caso 2: gripe, FC=0.2325

gripe, FC=0.2325
```

## 4. Distribución del trabajo

Actividad	Tiempo (horas)
<i>Diseño</i>	7
<i>Cuestiones</i>	2
<i>Documentación</i>	12
<b>Total</b>	21 horas

Cuadro 1: Distribución de horas

## 5. Cuestiones

Veáse el documento `cuestiones.pdf`.