

Problema 1.

Supongamos un sistema con las siguientes reglas:

- R1: SI el motor no se enciende y el motor recibe gasolina, ENTONCES el problema es de las bujías
- R2: SI el motor no enciende y las luces no se encienden, ENTONCES el problema es de la batería
- R3: SI el motor no se enciende y las luces encienden, ENTONCES el problema es del arranque
- R4: SI hay gasolina, ENTONCES el motor recibe gasolina

Supongamos que los datos del caso son {hay gasolina, motor no enciende, luces encienden}. Describe el funcionamiento del motor de inferencias bajo los siguientes supuestos:

- Supuesto 1. Motor de inferencias hacia delante, resolución conflictos orden de reglas, configuración final cuando se demuestre una hipótesis
- Supuesto 2. Motor de inferencias hacia delante, resolución conflictos orden inverso de reglas, configuración final cuando no se puedan ejecutar más reglas
- Supuesto 3. Motor de inferencias hacia atrás, configuración final cuando se demuestre una hipótesis.

Problema 2. (Adaptado de Winston, 1992)

Consideremos las siguientes reglas:

- R1: SI un animal tiene pelo o da leche, ENTONCES es mamífero
- R2: SI un animal tiene plumas o vuela y pone huevos, ENTONCES es un ave
- R3: SI un animal es mamífero y come carne, ENTONCES es carnívoro
- R4: SI un animal tiene dientes puntiagudos y tiene garras y tiene ojos saltones ENTONCES es carnívoro
- R5: SI un animal es mamífero y tiene pezuñas ENTONCES es un ungulado
- R6: SI un animal es mamífero y rumia ENTONCES es un ungulado
- R7: SI un animal es mamífero y es carnívoro y tiene color leonado y tiene manchas oscuras ENTONCES es un leopardo
- R8: SI un animal es mamífero y es carnívoro y tiene color leonado y tiene rayas negras ENTONCES es un tigre
- R9: SI un animal es ungulado y tiene cuello largo y tiene piernas largas y tiene manchas oscuras ENTONCES es una jirafa
- R10: SI un animal es un ungulado y tiene rayas negras ENTONCES es una cebra
- R11: SI un animal es ave y no vuela y tiene el cuello largo y tiene piernas largas y tiene color blanco y negro ENTONCES es un avestruz
- R12: SI un animal es ave y no vuela y nada y tiene color blanco y negro, ENTONCES es un pingüino
- R13: SI es un ave y vuela bien, ENTONCES es un albatros

Describe cómo funcionará el proceso de inferencias si:

- a) Tenemos un motor de inferencias hacia delante y en la memoria de trabajo tenemos un animal llamado Robbie que vuela, pone huevos, y tiene cuello largo
- b) Tenemos un motor de inferencias hacia detrás y en la memoria de trabajo tenemos un animal llamado Jimmy, que tiene pelo, dientes puntiagudos, garras, ojos saltones, rayas negras, color leonado, e intentamos probar que Jimmy es un tigre

Problema 3. (Tomado del libro de Castillo, Gutiérrez y Hadi, tema 2).

Cuatro agentes secretos, Alberto, Luisa, Carmen y Tomás, están en uno de los cuatro países: Egipto, Francia, Japón y España. Se han recibido los siguientes telegramas de los agentes:

- *De Francia: Luisa está en España.*
- *De España: Alberto está en Francia.*
- *De Egipto: Carmen está en Egipto.*
- *De Japón: Carmen está en Francia.*

El problema radica en que no se sabe quién ha enviado cada uno de los mensajes, pero es conocido que Tomás miente (¿es un agente doble?) y que los demás agentes dicen la verdad. ¿Quién está en cada país?

Soluciones.

PROBLEMA 1

El primer paso consiste en añadir a la memoria de trabajo los datos del caso. De este modo:

memoria_trabajo = {hay gasolina, motor no enciende, luces encienden}

Supuesto 1

Al poner en correspondencia la memoria de trabajo con las reglas, vemos que las reglas aplicables son:

Reglas aplicables = {R3, R4}

En este supuesto las reglas se ejecutan por orden por lo que sería de aplicación la regla 3. Aplicamos la regla 3 y tenemos como nuevo hecho probado su consecuente (problema arranque) con lo que la nueva configuración de la memoria de trabajo es:

memoria_trabajo = {hay gasolina, motor no enciende, luces encienden, problema arranque}

Como la configuración final en este supuesto es cuando se demuestre una hipótesis el razonador concluiría con que el problema es del arranque.

Supuesto 2

En este supuesto las reglas se ejecutan por orden por lo que sería de aplicación la regla 4. Aplicamos la regla 4 y tenemos como nuevo hecho probado su consecuente (motor recibe gasolina) con lo que la nueva configuración de la memoria de trabajo es:

memoria_trabajo = {hay gasolina, motor no enciende, luces encienden, motor recibe gasolina}

Revisamos ahora el conjunto de las reglas aplicables:

Reglas aplicables = {R3, R1}

Como resolvemos conflictos aplicando el orden inverso de reglas, aplicaríamos por tanto R3:

memoria_trabajo = {hay gasolina, motor no enciende, luces encienden, problema arranque, motor recibe gasolina}

Como el criterio de parada es que no se puedan ejecutar más reglas, y aún es ejecutable R1, la aplicaríamos:

memoria_trabajo = {hay gasolina, motor no enciende, luces encienden, problema arranque, motor recibe gasolina, problema bujías}

Con lo cual el razonador concluiría que hay un problema con el arranque y con las bujías

Supuesto 3

Dibujando la red, vemos que las hipótesis finales son problema bujías, problema batería, problema arranque. Intentemos por tanto probar la hipótesis final problema bujías.

Memoria trabajo = { problema bujías, problema batería, problema arranque}

El problema no detalla cómo se debe seleccionar dicho objetivo si hay más de un objetivo posible. Supongamos entonces que como criterio para resolver este conflicto elegimos el consecuente de la regla que aparece antes en la base de conocimientos. Seleccionaríamos de la memoria de trabajo el objetivo a probar {problema_bujías} que es el consecuente de la regla 1. Intentamos ahora ver si el antecedente de dicha regla lo satisfacen los datos del caso. Vemos que motor no se enciende si es un dato del caso, pero recibe gasolina no. Nos marcamos entonces como objetivo probar si es cierto que el motor recibe gasolina (este objetivo se añadiría a la memoria de trabajo). Para ello buscamos una regla que lo tenga como consecuente y

encontramos R4. El antecedente de la regla es hay gasolina, que sí es un dato del caso. Por lo que al tener como criterio de parada el demostrar una hipótesis final, el motor de razonamiento concluye que el problema es de las bujías.

PROBLEMA 2

APARTADO A

En este caso el motor está implementado para funcionar hacia delante por lo que añadimos a la memoria de trabajo los datos del caso.

Memoria de trabajo = {vuela, pone huevos, cuello largo}

La única regla de aplicación es R2 y por tanto el motor la ejecuta y añade a la memoria de trabajo que Robie es un ave. No se puede aplicar ninguna regla más, de modo que el razonamiento termina concluyendo que Robbie es un ave.

APARTADO B

En este caso el motor está implementado para funcionar hacia atrás intentando probar que Jimmy es un tigre. Por tanto el estado inicial de la memoria de trabajo es dicho objetivo:

Memoria de trabajo = {tigre}

Buscamos entonces las reglas que tienen tigre en su consecuente y encontramos R8. Por tanto añadimos su antecedente a la memoria de trabajo

Memoria de trabajo = {tigre, mamífero, carnívoro, color leonado, rayas negras}

Vemos que entre los datos del caso está color leonado y rayas negras. Nos faltaría probar mamífero y carnívoro. Buscamos por tanto las reglas que tengan dichos elementos como consecuente. Carnívoro está en el consecuente de R3, R4 mientras que mamífero es el consecuente de R1.

- R1 se puede aplicar, por lo que concluimos que el animal es mamífero.
- Respecto al antecedente de R3, vemos que se cumple que el animal es mamífero por lo que el nuevo objetivo sería probar que come carne. Sin embargo, no hay ninguna regla cuyo consecuente sea come carne ni come carne es un dato del caso, con lo cual no podríamos aplicar R3.
- Respecto a R4, vemos que su antecedente sí son datos del caso, por lo que podemos concluir que el animal es carnívoro.

De modo que ahora sería de aplicación R8 y podríamos concluir que Jimmy es un tigre.

PROBLEMA 3

Seguidamente se diseña un sistema experto para resolver este problema. Se tienen cuatro objetos: Alberto, Luisa, Carmen y Tomás. Cada objeto puede tomar uno de cuatro valores: Egipto, Francia, Japón o España. Puesto que Tomás es el único que miente, se considera que un telegrama suyo es siempre falso. Esto da lugar a dos reglas por cada mensaje:

1. El mensaje de Francia (Luisa está en España) da lugar a:

- Regla 1: Si Tomás está en Francia, entonces Luisa no está en España.
- Regla 2: Si Tomás no está en Francia, entonces Luisa está en España.

2. El mensaje de España (Alberto está en Francia) da lugar a:

- Regla 3: Si Tomás está en España, entonces Alberto no está en Francia.
- Regla 4: Si Tomás no está en España, entonces Alberto está en Francia.

3. El mensaje de Egipto (Carmen está en Egipto) da lugar a:

- Regla 5: Si Tomás está en Egipto, entonces Carmen no está en Egipto.
- Regla 6: Si Tomás no está en Egipto, entonces Carmen está en Egipto.

4. El mensaje de Japón (Carmen está en Francia) da lugar a:

- Regla 7: Si Tomás está en Japón, entonces Carmen no está en Francia.
- Regla 8: Si Tomás no está en Japón, entonces Carmen está en Francia.

Utilizando solo estas ocho reglas, se intentara ahora averiguar el valor que toma el objeto Tomás:

1. Tomás esta posiblemente en Egipto. Si Tomás está en Egipto, se obtienen las conclusiones siguientes:

- Luisa está en España, por la Regla 2.
- **Alberto está en Francia, por la Regla 4.**
- Carmen no está en Egipto, por la Regla 5.
- **Carmen está en Francia, por la Regla 8.**

Se ve que con esta hipótesis se llega a la conclusión de que tanto Alberto como Carmen están en Francia, lo que contradice la información de que solo un agente puede estar en cada país. Por tanto, se concluye que Egipto es un valor imposible para el objeto Tomás, es decir, **Tomás no puede estar en Egipto.**

2. Tomás esta posiblemente en Japón. Si Tomás esta en Japón, se obtienen las conclusiones siguientes:

- Luisa está en España, por la Regla 2.
- Alberto está en Francia, por la Regla 4.
- Carmen está en Egipto, por la Regla 6.

En este caso no hay una contradicción, lo que significa que **Tomás podría estar en Japón.**

3. Tomás esta posiblemente en España. Si **Tomás está en España**, se obtienen las conclusiones siguientes:

- Alberto no está en Francia, por la Regla 3.
- **Luisa está en España**, por la Regla 2.

Con lo que de nuevo llegamos a una contradicción pues Luisa y Tomás estarían en España, luego **Tomás no puede estar en España.**

4. Tomás esta posiblemente en Francia. Si **Tomás esta en Francia**, se obtienen las conclusiones siguientes:

- Luisa no está en España, por la Regla 1.
- **Alberto está en Francia**, por la Regla 4.
- Carmen está en Egipto, por la Regla 6.

De nuevo tenemos una contradicción, por lo que Tomás no puede estar en Francia.

Con lo cual, la única solución posible para el problema es que Tomás esté en Japón.

Sin embargo, hay un problema: si en el motor de inferencias solo incluyésemos las ocho reglas anteriores, éste no podría concluir en que país esta cada uno de los agentes, puesto que las reglas no contienen la información “solo un agente puede estar en cada país” De modo que sería necesario añadir un conjunto de reglas adicionales que tuviesen en cuenta esta información. Dichas reglas pueden construirse del siguiente modo:

Puesto que cada país puede estar ocupado por exactamente un agente, supóngase que un agente está en un país dado. Entonces, se necesitan tres reglas para garantizar que ninguno de los restantes agentes está en ese mismo país. Dado que se tienen cuatro agentes, resultan un total de 12 reglas (3 reglas por cada uno de los cuatro agentes). Sin embargo, si se utiliza la regla de inferencia Modus Tollens, solo son necesarias seis reglas, pues las restantes resultan redundantes. Por ejemplo, para Egipto se tienen las reglas:

- Regla 9: Si Alberto está en Egipto, entonces Luisa no está en Egipto.
- Regla 10: Si Alberto está en Egipto, entonces Carmen no está en Egipto.
- Regla 11: Si Alberto está en Egipto, entonces Tomás no está en Egipto.
- Regla 12: Si Luisa está en Egipto, entonces Carmen no está en Egipto.
- Regla 13: Si Luisa está en Egipto, entonces Tomás no está en Egipto.
- Regla 14: Si Carmen está en Egipto, entonces Tomás no está en Egipto.

Nótese que existen un conjunto de seis reglas equivalentes a las anteriores. Por ejemplo, la regla:

- Regla 14a: Si Tomás está en Egipto, entonces Carmen no está en Egipto,

es equivalente a (Modus Tollens) la Regla 14. Por tanto, se necesitan solo seis reglas por país.

Los conjuntos de seis reglas para cada uno de los restantes países se generan de forma similar. Por tanto, se tienen un total de 24 reglas adicionales que representan el hecho de que exactamente un agente puede estar en cada país.