

***SOLUCIONES A LOS EXÁMENES
DE
SEPTIEMBRE DE 2003***

Asignatura: ***Introducción a la Inteligencia Artificial***

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas

U.N.E.D.

1. En una biblioteca se quiere implementar un sistema de recomendación de libros. Para hacer esto se considera el siguiente conocimiento:

Cada libro tiene un título, una categoría (en este caso, libro de texto, cuento o novela) y un nivel de enseñanza recomendada para el lector (todos, infantil, bachillerato o enseñanza superior). Los libros de ciencia ficción y de aventuras son tipos de novela. A su vez los libros de texto pueden ser libros de teoría o libros de ejercicios. Este sistema debe intentar recomendar lo más adecuado en cada caso para cada tipo de lector, por tanto, se considerará lo siguiente: En general, cualquier lector que realice una petición, puede especificar un nivel de enseñanza y una categoría preferida. En ese caso, se le recomendará el primer libro existente en la base de hechos cuya categoría y nivel coincidan con las preferencias del lector. Si un lector no especifica su nivel de enseñanza se le recomendará un libro (de la categoría especificada por el lector) y que tenga el nivel de todos. De la misma manera, si se especifica un nivel de enseñanza pero no la categoría, se le recomendará el primer libro que se encuentre en la base de hechos (sin importar la categoría) que coincida con el nivel especificado. Por último, si el lector no especifica ni nivel ni categoría preferida, se le recomendará el primer libro que se encuentre (sin importar la categoría) y que tenga el nivel de todos. Una última restricción en el sistema es que se considera que los cuentos únicamente son adecuados sólo para los lectores de nivel infantil.

a) Formalizar el dominio y expresarlo en forma de Marcos, Redes Semánticas y Lógica de Predicados.

Una posible formalización del problema en base a marcos y expresada en forma gráfica, podría ser la siguiente:



que podría expresarse en cualquiera de las nomenclaturas vistas, como por ejemplo:

```

clase libro es
  subclase-de nil;
  título
  Nivel-recomendado
fin
  
```

```

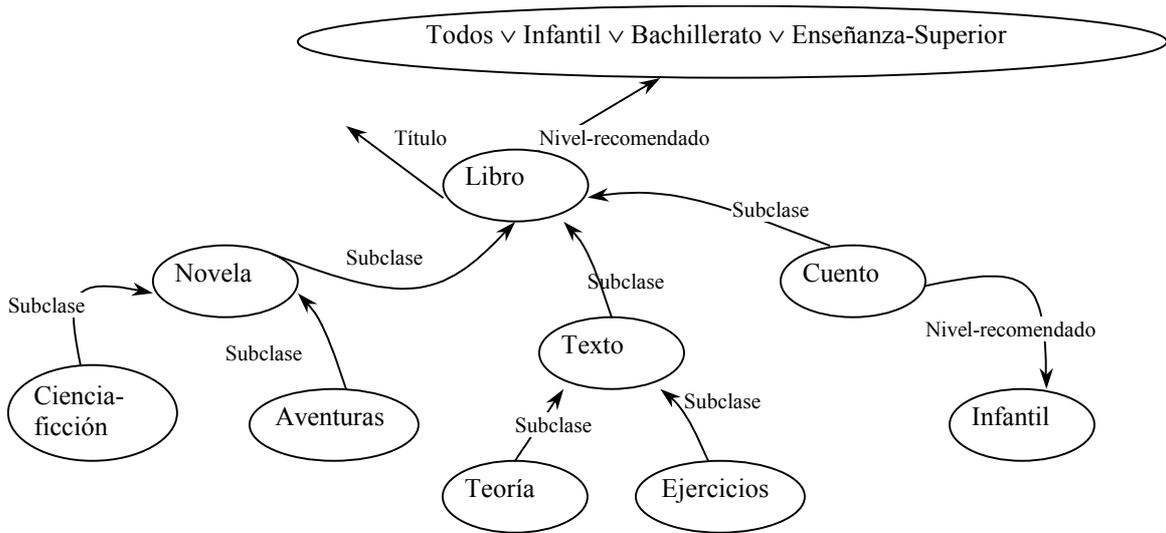
clase novela es
    subclase-de libro;
fin

clase cuento
    subclase-de libro;
    nivel-recomendado= infantil;
fin

[....]

```

Para expresar el dominio en forma de redes semánticas, podríamos obtener la siguiente red:



Lógica de predicados:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \forall x \text{ novela}(x) \rightarrow \text{libro}(x), \forall x \text{ texto}(x) \rightarrow \text{libro}(x), \forall x \text{ cuento}(x) \rightarrow \text{libro}(x), \\
 \forall x \text{ ciencia-ficción}(x) \rightarrow \text{novela}(x), \forall x \text{ aventuras}(x) \rightarrow \text{novela}(x), \\
 \forall x \text{ teoría}(x) \rightarrow \text{texto}(x), \forall x \text{ ejercicios}(x) \rightarrow \text{texto}(x)
 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \forall x,y (\text{libro}(x) \wedge \text{nivel-recomendado}(x,y) \rightarrow ((y=\text{todos}) \vee (y=\text{infantil}) \vee (y=\text{bachillerato}) \vee (y=\text{Enseñanza-superior}))) \\
 \forall x \text{ cuento}(x) \rightarrow \text{nivel-recomendado}(x,\text{infantil})
 \end{array} \right.$$

Representamos ahora cada una de las restricciones del dominio (como por ejemplo:
[...]cualquier lector que realice una petición, puede especificar un nivel de enseñanza y una categoría preferida. En ese caso, se le recomendará el primer libro existente en la base de hechos cuya categoría y nivel coincidan con las preferencias del lector [...]):

$$\forall l, x,y,z \text{ Instancia}(x, \text{petición}) \wedge \text{nivel-de-enseñanza}(x,y) \wedge \text{categoría preferida}(x,z) \wedge \text{Instancia}(l,z) \wedge \text{Nivel-recomendado}(l,y) \rightarrow \text{Recomendado}(l)$$

$$\forall l, x,y,z \text{ Instancia}(x, \text{petición}) \wedge \neg \text{nivel-de-enseñanza}(x,y) \wedge \text{categoría preferida}(x,z) \wedge \text{Instancia}(l,z) \wedge \text{Nivel-recomendado}(l,\text{todos}) \rightarrow \text{Recomendado}(l)$$

$$\forall l, ll, x, y, z \text{ Instancia}(x, \text{peticion}) \wedge \text{nivel-de-enseñanza}(x, y) \wedge \neg \text{categoría preferida}(x, z) \wedge \\ \text{Instancia}(l, ll) \wedge \text{Subclase}(ll, \text{libro}) \wedge \text{Nivel-recomendado}(l, y) \rightarrow \text{Recomendado}(l)$$

$$\forall l, ll, x, y, z \text{ Instancia}(x, \text{peticion}) \wedge \neg \text{nivel-de-enseñanza}(x, y) \wedge \neg \text{categoría preferida}(x, z) \wedge \\ \text{Instancia}(l, ll) \wedge \text{Subclase}(ll, \text{libro}) \wedge \text{Nivel-recomendado}(l, \text{todos}) \rightarrow \text{Recomendado}(l)$$

b) Consideremos que en la biblioteca se encuentran los siguientes libros (título, categoría y nivel de enseñanza respectivamente):

{Problemas de Inteligencia Artificial, Libro de texto, Enseñanza Superior}, {Física y Química en el Bachillerato, Libro de texto, Bachillerato}, {Aspectos Básicos de la Inteligencia Artificial, Libro de texto, enseñanza superior}, {Momo, novela infantil}, {Caperucita y el Lobo, cuento infantil}, {Ejercicios de ortografía, Libro de texto, Todos}, {La Sombra del Viento, Novela, enseñanza superior}

y que tenemos las siguientes peticiones: Miguel tiene un nivel infantil y prefiere un cuento; Alicia quiere una novela pero no especifica qué nivel prefiere. Marta no especifica ni el nivel que tiene ni la categoría que prefiere.

Codifique la base de conocimiento ampliada mediante reglas y describa detalladamente la evolución de un proceso de inferencia que utilice encadenamiento de reglas para clasificar las peticiones indicadas.

Reglas que conforman la base de conocimientos:

R1: SI
 Instancia (?x, peticion), nivel-de-enseñanza (?x, ?y),
 categoría-preferida (?x, ?z)
 Instancia (?l, ?z)
 Nivel-recomendado (?l, ?y)
 ENTONCES
 Recomendado(?l)

El resto de reglas se definirían de forma similar:

R2: SI
 Instancia (?x, peticion), nivel-de-enseñanza (?x, ?y),
 Instancia (?l, ?ll), Subclase(?ll, libro)
 Nivel-recomendado (?l, ?y)
 ENTONCES
 Recomendado(?l)

R3: SI
 Instancia (?x, peticion),
 categoría-preferida (?x, ?z)
 Instancia (?l, ?z)
 Nivel-recomendado (?l, todos)
 ENTONCES
 Recomendado(?l)

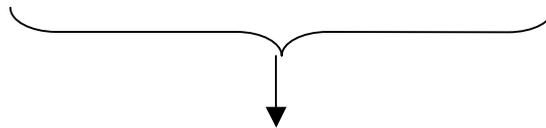
R4: SI
Instancia (?x, peticion),
Instancia (?l,?ll), Subclase (?ll, libro)
Nivel-recomendado (?l,todos)
ENTONCES
Recomendado(?l)

En este caso la base de afirmaciones estaría compuesta por cada una de las instancias de libro que se corresponden con los libros que se encuentran actualmente en la biblioteca y por cada una de las peticiones que tenemos actualmente.

Así:

INSTANCIA-1 (de TEXTO)

Título: Problemas de Inteligencia Artificial
Nivel-recomendado: Enseñanza-Superior



Instancia(INSTANCIA-1,texto)
Título(INSTANCIA-1, Problemas de Inteligencia Artificial)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-1,Enseñanza-superior)

De forma análoga:

INSTANCIA-2 (de TEXTO):

Instancia(INSTANCIA-2,texto)
Título(INSTANCIA-2, Física y Química en el Bachillerato)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-2,Bachillerato)

INSTANCIA-3 (de TEXTO):

Instancia(INSTANCIA-3,texto)
Título(INSTANCIA-2, Aspectos Básicos de la Inteligencia Artificial)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-2, Enseñanza Superior)

INSTANCIA-4 (de NOVELA):

Instancia(INSTANCIA-4,novela)
Título(INSTANCIA-4, Momo)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-4, Infantil)

INSTANCIA-5 (de CUENTO):

Instancia(INSTANCIA-5, cuento)
Título(INSTANCIA-5,Caperucita y el Lobo)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-2, Infantil)

INTANCIA-6 (de TEXTO):

Instancia(INSTANCIA-6,texto)
Título(INSTANCIA-6, Ejercicios de ortografía)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-6, Todos)

INTANCIA-7 (de NOVELA):

Instancia(INSTANCIA-7, novela)
Título(INSTANCIA-7, La Sombra del viento)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-7, Enseñanza Superior)

Ahora representamos las instancias de las peticiones

INTANCIA-8 (de PETICION):

Instancia(INSTANCIA-8. peticion)
Nivel-de-enseñanza(INSTANCIA-8, Infantil)
Categoría-preferida(INSTANCIA-8,Cuento)

INTANCIA-9 (de PETICION):

Instancia(INSTANCIA-9. peticion)
Categoría-preferida(INSTANCIA-9,novela)

INTANCIA-10 (de PETICION):

Instancia(INSTANCIA-10. peticion)

Para resolver las peticiones indicadas utilizaremos encadenamiento hacia adelante y como mecanismo de resolución de conflictos utilizaremos el criterio de elección de la regla de menor subíndice. Por tanto:

ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE:

Primera petición: (INSTANCIA-8):

- En la base de conocimiento se considera R1
- La primera instanciación para el antecedente de R1 sería:

Instancia (INSTANCIA-8, Peticion)
Nivel-de-enseñanza(INSTANCIA-8, Infantil)
Categoría-preferida (INSTANCIA-8-, Cuento)
Instancia(INSTANCIA-5, Cuento)
Nivel-recomendado(INSTANCIA-5,Infantil) (por ser instancia de CUENTO)

- Por tanto la primera petición se resolvería con:
Recomendado (INSTANCIA-5)

Una vez resuelta la petición, se saca INSTANCIA-8 de la base de afirmaciones y se sigue con el resto de las peticiones de manera análoga. Así:

Segunda petición: (INSTANCIA-9):

- En la base de conocimiento se considera R3
- La instanciación para el antecedente de R3 sería:

Instancia (INSTANCIA-9, petición),
categoría-preferida (INSTANCIA-9, novela)

- Devolvería FALLO por no haber una novela en la base de afirmaciones recomendada para todos.

Tercera petición: (INSTANCIA-10):

- En la base de conocimiento se considera R4
- La instanciación para el antecedente sería:

Instancia (INSTANCIA-10, petición),
Instancia (INSTANCIA-6, texto), Subclase (texto, libro)
Nivel-recomendado (INSTANCIA-6, todos)

- Por tanto Recomendado (INSTANCIA-6)

2. (Valoración: 5 puntos)

Considere el juego de las 3 en raya, que consiste en colocar 3 fichas en línea en un tablero de 3x3 posiciones:

a) Defina una función heurística que permita tomar una decisión en el caso de no poder explorar el árbol completo de búsqueda (Justifique la respuesta).

Una posible función heurística, en la que se valoran las posibilidades de ganar una partida en función de la distribución de las fichas según el jugador X, podría ser la siguiente:

$$FEV = 10 X_3 + 3X_2 + X_1 - 10 O_3 - 3O_2 - O_1$$

Donde:

- X_3 es el número de filas, columnas o diagonales con 3 X y ningún O.
- X_2 es el número de filas, columnas o diagonales con 2 X y ningún O.
- X_1 es el número de filas, columnas o diagonales con 1 X y ningún O.
- O_3 es el número de filas, columnas o diagonales con 3 O y ningún X.
- O_2 es el número de filas, columnas o diagonales con 2 O y ningún X.
- O_1 es el número de filas, columnas o diagonales con 1 O y ningún X.

En esta función heurística se ha dado más peso a las alternativas en las que ya existen dos fichas del jugador en la misma línea (filas, columnas o diagonales). Estas combinaciones se han ponderado con un factor de 3, de forma que tienen prioridad sobre cualquier otra decisión. En el caso de que no existan líneas con dos fichas entrarán en juego las líneas que tienen una sola ficha del jugador correspondiente y ninguna del rival. Las líneas que tienen fichas del propio jugador y del rival son neutras y, por tanto, no se valorarán en la función heurística porque no conducen ni a la victoria, ni a la derrota.

Por último, se ha incluido en la función de evaluación las combinaciones de 3 fichas en la misma línea, de forma que la propia función de evaluación sirve para estimar si un estado es meta y quien es el ganador: si FEV está cercano a 10 ganador X, si es FEV está cercano a -10 el ganador es O.

b) En la figura 1 se muestra un árbol de búsqueda simplificado con algunas de las opciones posibles desde un estado inicial. Suponga que estas son todas las opciones posibles y aplique la función heurística al árbol de búsqueda para evaluar los estados si el límite de profundidad de exploración es 2. Utilice el método MINIMAX para decidir el estado elegido por el jugador en el estado inicial.

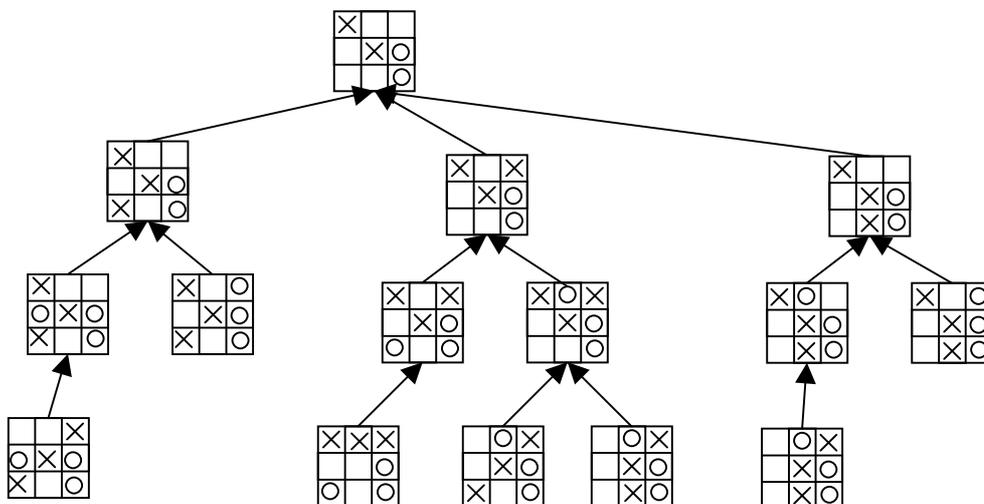
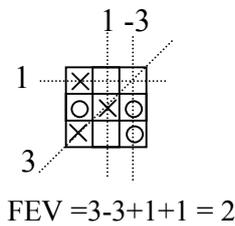
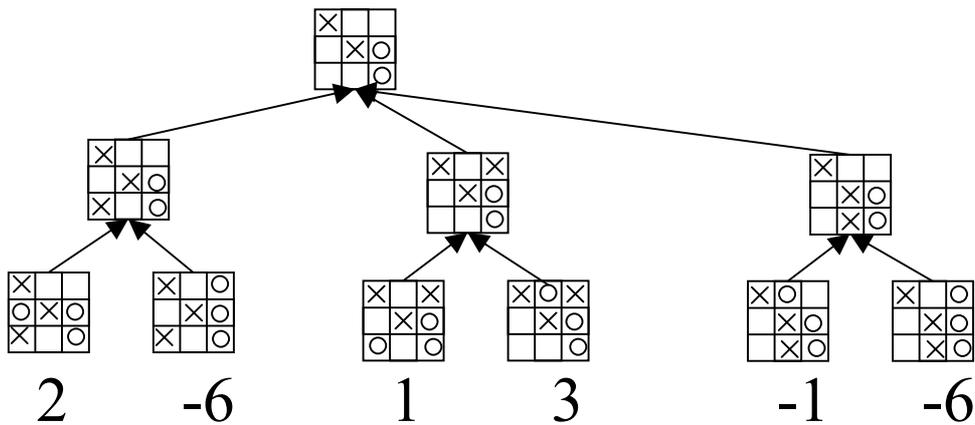


Figura 1

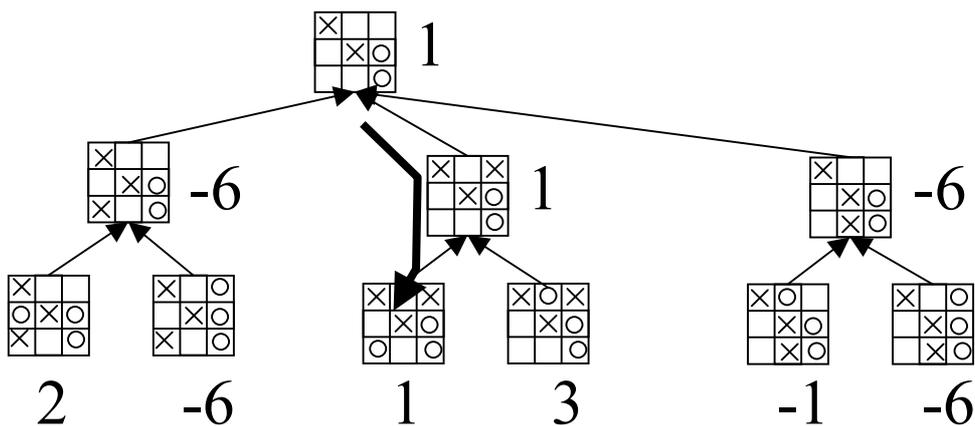
Teniendo en cuenta que el primer movimiento lo realiza el jugador de las fichas X, si aplicamos la función de evaluación heurística al primer estado del segundo nivel de profundidad de la figura 1 nos queda la siguiente asignación:



Si siguiendo este mismo proceder, obtenemos la evaluación de todo el segundo nivel:



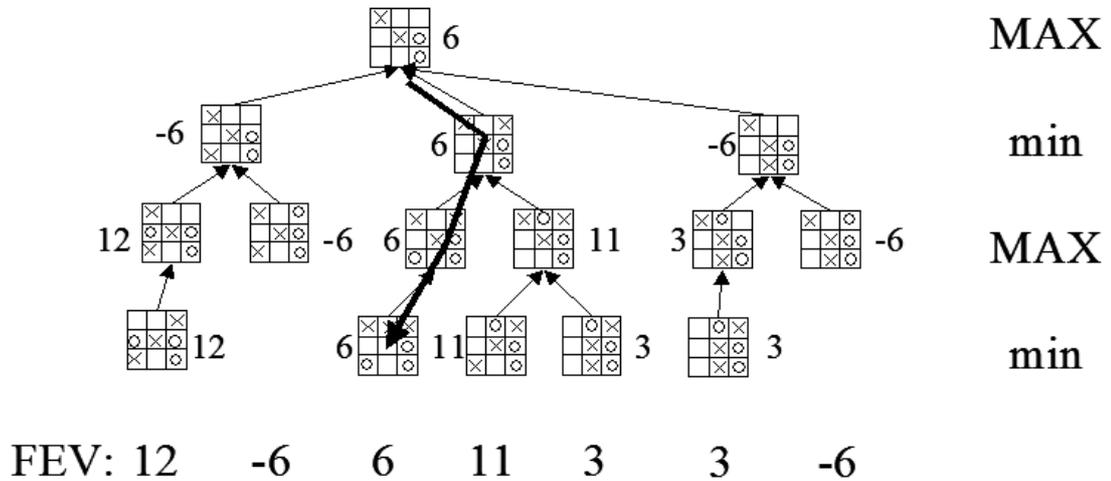
Teniendo en cuenta que la FEV representa lo prometedor que es una jugada para MAX (en este caso el jugador de X), la evaluación de los nodos del segundo nivel coincide con la función de evaluación. La propagación de la evaluación a los nodos superiores y el camino que justifica la decisión del jugador MAX son los siguientes:



El resultado es que el jugador de X toma el estado de en medio del nivel 1, que según la función de evaluación heurística es el más prometedor.

b) ¿Qué ocurrirá si el límite de profundidad de exploración es 3? ¿Qué decisión tomará el jugador en el estado inicial?

Realizando el mismo proceso, pero ahora desde el nivel 3, tenemos lo siguiente:



El resultado es que el jugador de X toma de nuevo el mismo estado que en el apartado anterior, pero en este caso el valor de la FEV le permite saber que va a ganar.

c) **Comente las diferencias entre los métodos MINIMAX y de Poda α - β .**

La diferencia principal entre los métodos de búsqueda con adversarios MINIMAX y de Poda α - β es que el método MINIMAX es un procedimiento que utiliza búsqueda en profundidad realizando una exploración exhaustiva del árbol de búsqueda, frente al método de Poda α - β que realiza una búsqueda, también en profundidad, pero en la que se tienen en cuenta los valores encontrados en las ramas analizadas con anterioridad, de manera que, si no merece la pena seguir explorando el árbol porque la decisión en un nivel superior ya está tomada (no va a depender del resto de las ramas que quedan por analizar a ese nivel), se abandona la búsqueda en ese punto (se poda el árbol), es decir, éste método se aprovecha de información obtenida con anterioridad en otras ramas para reducir el árbol de exploración.