Inteligencia Artificial Hoja 2: Búsqueda	Publicación: Entrega: Resolución en clase:	2012/03/04 2012/03/12/09:00 2012/03/12

1. *Un campesino que viaja con un lobo, una oveja y una coliflor necesita cruzar un río con una barca. La barca sólo puede transportar al campesino y a uno de los tres compañeros de viaje del campesino. El lobo y la oveja no se pueden quedar solos. La oveja y la coliflor tampoco se pueden quedar solas. ¿Cómo puede hacer el campesino para cruzar el río con sus compañeros de viaje sin que nadie resulte dañado?*

Encuentra la solución de este pasatiempo utilizando búsqueda. Para ello:

1.1. Formaliza el problema
1.2. Codifica los estados de búsqueda.
1.3. Escribe las reglas que determinan las posibles transiciones entre estados
   Regla 1: "Si el lobo y la coliflor están en el mismo lado del río, y la oveja está en el otro lado del río, el campesino puede cruzar el río solo".
   Regla 2: "Si el campesino y el lobo están en el mismo lado del río, el campesino puede transportar al lobo a la otra orilla, siempre y cuando la oveja y la coliflor se encuentren en lados opuestos del río".
   Regla 3: < Regla 3, acerca del transporte de la oveja >
   Regla 4: <Regla 4>
1.4. Escribe las reglas 3 y 4
1.5. Proporciona una cota superior para el número de pasos de la solución del problema.
1.6. Resuelve el problema utilizando búsqueda, suponiendo que los viajes tienen el mismo coste y que en la búsqueda se eliminan los estados repetidos. Indica el orden de expansión de los nodos.
   1.6.1. Búsqueda en anchura.
   1.6.2. Búsqueda en profundidad.
   1.6.3. Búsqueda A* con la heurística
      h(n) = número de personajes (exceptuando el campesino) en la orilla incorrecta.
      ¿Garantiza A* sin eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima?
      ¿Garantiza A* con eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima con esta heurística?

   1.6.4. Si hubiéramos utilizado la heurística
      h(n) = número de personajes (incluyendo al campesino) en la orilla incorrecta.
      ¿Garantizaría A* sin eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima?
      ¿Garantizaría A* con eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima?

SOLUCIÓN

3.1. Formaliza el problema

3.2. Codifica los estados de búsqueda.

Search state: (<p>,<w>,<s>,<c>)
<p>: Position of the peasant (either L or R)
<w>: Position of the wolf (either L or R)
<s>: Position of the sheep (either L or R)
<c>: Position of the cauliflower (either L or R)

3.3. Escribe las reglas que determinan las posibles transiciones entre estados

Regla 1: “Si el lobo y la coliflor están en el mismo lado del río, y la oveja está en el otro lado del río, el campesino puede cruzar el río solo”.

Regla 2: “Si el campesino y el lobo están en el mismo lado del río, el campesino puede transportar al lobo a la otra orilla, siempre y cuando la oveja y la coliflor se encuentren en lados opuestos del río”.

3.4. Escribe las reglas 3 y 4

Regla 3: < Regla 3, acerca del transporte de la oveja >

“If the peasant and the sheep are on the same side of the river, it is possible for the peasant to transport the sheep to the other side of the river”

Regla 4: <Regla 4>

“If the peasant and the cauliflower are on the same side of the river, it is possible for the peasant to transport the cauliflower to the other side of the river, provided that the wolf and the sheep are on opposite sides of the river”

3.5. Proporciona una cota superior para el número de pasos de la solución del problema.

The problem has a maximum of 2^4 states, some of which are unfeasible. Assuming it is necessary to go through every single state to find the solution, its diameter is 2^4-1 = 15.

3.6. Resuelve el problema utilizando búsqueda, suponiendo que los viajes tienen el mismo coste y que en la búsqueda se eliminan los estados repetidos. Indica el orden de expansión de los nodos.

3.6.1. Búsqueda en anchura.

3.6.2. Búsqueda en profundidad.

3.6.3. Búsqueda A* con la heurística

h(n) = número de personajes (exceptuando el campesino) en la orilla incorrecta.

¿Garantiza A* sin eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima?

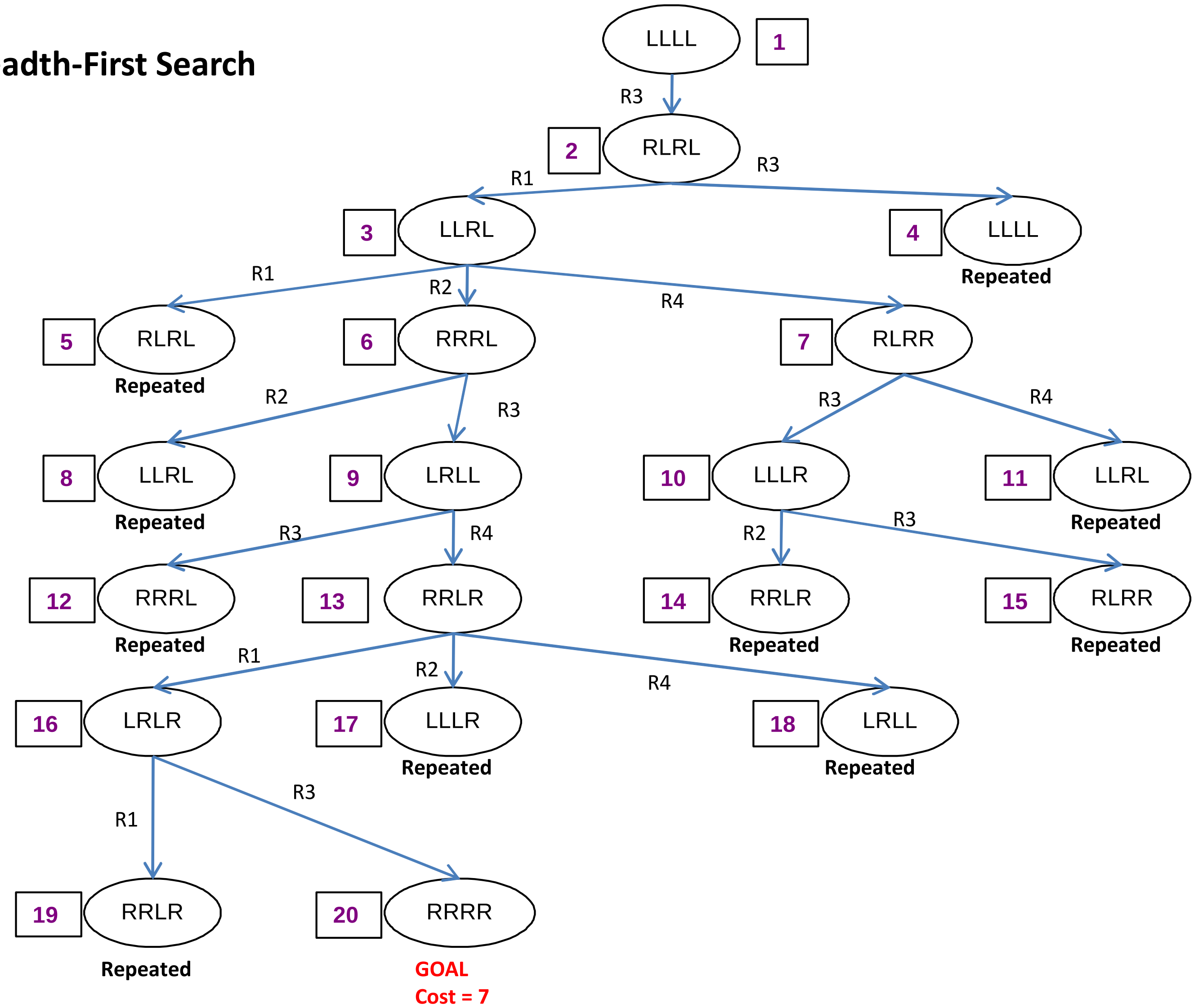
¿Garantiza A* con eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima?

3.6.4 Si hubiéramos utilizado la heurística h(n) = número de personajes (incluyendo al campesino) en la orilla incorrecta.

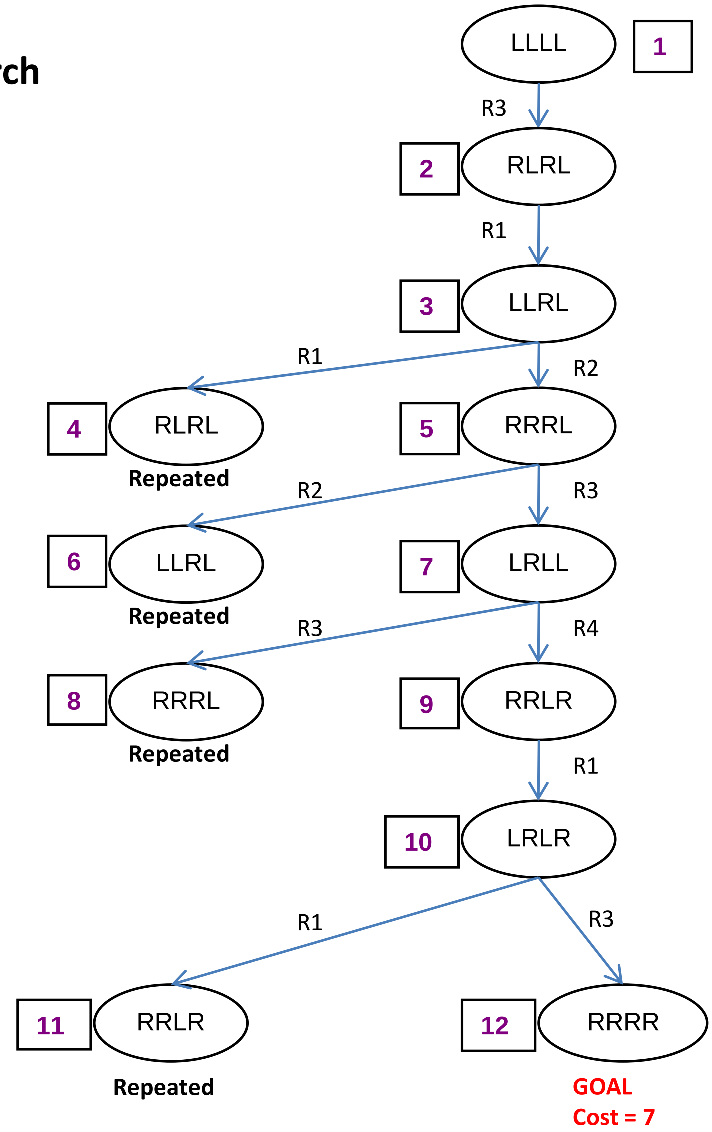
¿Garantizaría A* sin eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima?

¿Garantizaría A* con eliminación de estados repetidos encontrar la solución óptima?

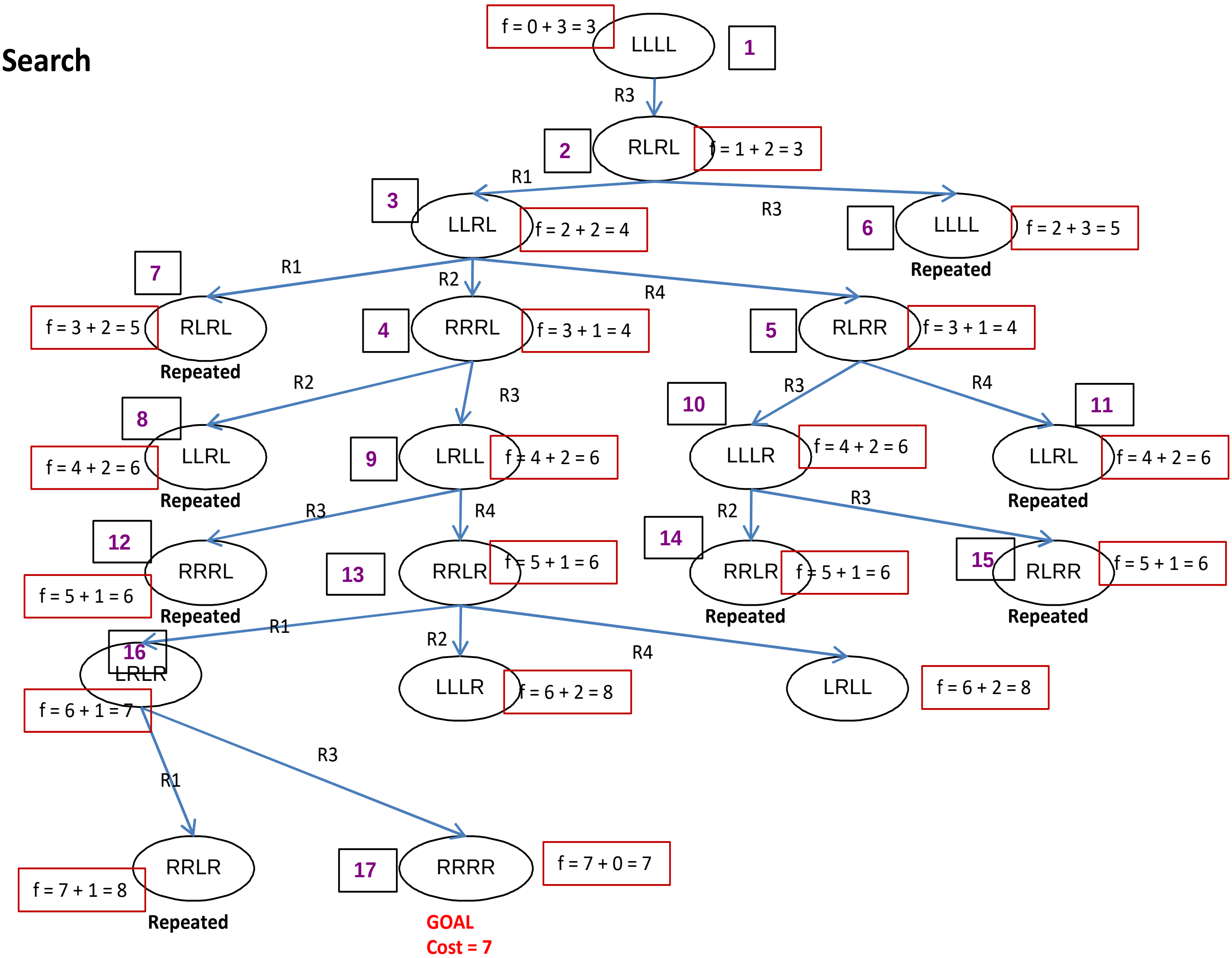
Breadth-First Search



Depth-First Search



A* Search


f = 0 + 3 = 3
LLLL
1
R3
2
RLRL
f = 1 + 2 = 3
R1
R3
3
LLRL
f = 2 + 2 = 4
6
LLLL
f = 2 + 3 = 5
Repeated
7
R1
R2
R4
f = 3 + 2 = 5
RLRL
Repeated
4
RRRL
f = 3 + 1 = 4
5
RLRR
f = 3 + 1 = 4
R2
R3
R3
R4
8
LLRL
f = 4 + 2 = 6
Repeated
9
LRLL
f = 4 + 2 = 6
10
LLLR
f = 4 + 2 = 6
11
LLRL
f = 4 + 2 = 6
Repeated
R3
R4
R2
R3
12
RRRL
f = 5 + 1 = 6
Repeated
13
RRLR
f = 5 + 1 = 6
14
RRLR
f = 5 + 1 = 6
Repeated
15
RLRR
f = 5 + 1 = 6
Repeated
R1
R2
R4
16
LRLR
f = 6 + 1 = 7
LLLR
f = 6 + 2 = 8
LRLL
f = 6 + 2 = 8
R3
R1
RRLR
f = 7 + 1 = 8
Repeated
17
RRRR
f = 7 + 0 = 7
GOAL
Cost = 7

La heurística
h(n) = número de personajes (exceptuando el campesino) en la orilla incorrecta.
es monótona.
Por lo tanto A* es óptima tanto con eliminación de estados repetidos como sin eliminación de estados repetidos.

La heurística
h(n) = número de personajes (incluyendo al campesino) en la orilla incorrecta.
no es admisible (en concreto, h([LRLR]) = 2, mientras que el coste de [LRLR] → [RRRR] es 1)

Al no ser admisible, A* no garantiza encontrar el óptimo en ningún caso.

2. (2.5 puntos) Consideremos el problema de búsqueda en un espacio con estados A, B, C, D, E. Las acciones posibles en este espacio son:

origen	destino	Coste
A	B	3
A	C	2
B	C	5
B	D	3
C	D	5
C	B	1
C	E	11
D	E	5
E	B	8

Consideremos las heurísticas

nodo	h_1 (nodo)
A	8
B	6
C	6
D	4
E	0

nodo	h_2 (nodo)
A	7
B	8
C	5
D	5
E	0

Cuestiones: (justificar las respuestas

a) ¿El algoritmo A* es óptimo con h_1?
b) ¿El algoritmo A* es óptimo con h_2?
c) ¿Son admisibles las siguientes heurísticas? (para cada nodo n se toma como valor de la heurística)
   i. $h_1(n)$
   ii. $h_2(n)$
   iii. $\min(h_1(n), h_2(n))$
   iv. $h_1(n)+h_2(n)$
   v. $(h_1(n)+h_2(n))/2$
   vi. $\max(h_1(n), h_2(n))$
   vii. $h_1(n) \cdot h_2(n)$
   viii. $(h_1(n) \cdot h_2(n))^{1/2}$
d) ¿De entre las heurísticas admisibles, hay alguna dominante?

Respuesta:

Una heurística h es monótona si cumple, para todos los pares de nodos n, n', donde n' es sucesor de n,

$h(n) \leq h(n') + coste(n \rightarrow n')$

Vamos a demostrar que $h_1(n)$ es monótona

nodo	h_1 (nodo)
A	8
B	6
C	6
D	4
E	0

origen n	destino n'	Coste coste(n→n')	h(n)	h(n') + coste(n→n')	h(n)≤h(n') + coste(n→n')
A (8)	B (6)	3	8	3 + 6 = 9	True
A (8)	C (6)	2	8	2 + 6 = 8	True
B (6)	C (6)	5	6	5 + 6 = 11	True
B (6)	D (4)	3	6	3 + 4 = 7	True
C (6)	D (4)	5	6	5 + 4 = 9	True
C (6)	B (6)	1	6	1 + 6 = 7	True
C (6)	E (0)	11	6	11 + 0 = 11	True
D (4)	E (0)	5	4	5 + 0 = 5	True
E (0)	B (6)	8	0	8 + 6 = 14	True

Vamos a demostrar que $h_2(n)$ es monótona

nodo	h_1 (nodo)
A	7
B	8
C	5
D	5
E	0

origen n	destino n'	Coste coste(n→n')	h(n)	h(n') + coste(n→n')	h(n)≤h(n') + coste(n→n')
A (7)	B (8)	3	7	3 + 8 = 11	True
A (7)	C (5)	2	7	2 + 5 = 7	True
B (8)	C (5)	5	8	5 + 5 = 10	True
B (8)	D (5)	3	8	3 + 5 = 8	True
C (5)	D (5)	5	5	5 + 5 = 10	True
C (5)	B (8)	1	5	1 + 8 = 9	True
C (5)	E (0)	11	5	11 + 0 = 11	True
D (5)	E (0)	5	5	5 + 0 = 5	True
E (0)	B (8)	8	0	8 + 8 = 16	True

a) y b) A* es óptimo con heurísticas monótonas, luego A* es óptimo con h_1 y h_2

c) h_1 y h_2 son monótonas y por lo tanto admisibles, por lo que utilizando los resultados del apartado anterior

i. $h_1(n)$ es admisible
ii. $h_2(n)$ es admisible
iii. $\min(h_1(n), h_2(n))$ es admisible
iv. $h_1(n)+h_2(n)$ no es admisible
v. $(h_1(n)+h_2(n))/2$ es admisible
vi. $\max(h_1(n), h_2(n))$ es admisible

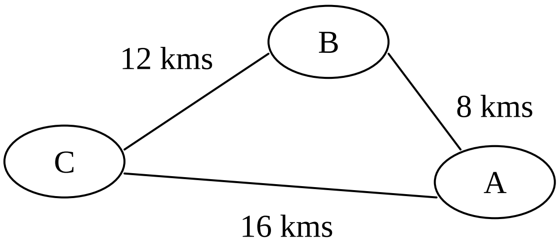
vii. $h_1(n) \cdot h_2(n)$ no es admisible
viii. $(h_1(n) \cdot h_2(n))^{1/2}$ es admisible.

c) Para todos los nodos n

$$\min(h_1(n), h_2(n)) \leq (h_1(n) \cdot h_2(n))^{1/2} \leq (h_1(n) + h_2(n))/2 \leq \max(h_1(n), h_2(n))$$

Por lo que
(vi) domina a (v) domina a (viii) domina a (iii)

3. Dos empresas de servicios de entretenimiento (empresa1 y empresa2)se están planteando la construcción de un multicine en una de las ciudades A, B o C. El siguiente mapa corresponde a la comarca en la en la que se encuentran estas ciudades



La distribución de la población en estas ciudades es como sigue:

- ✓ 45 % de la población de la comarca vive en la ciudad A.
- ✓ 35 % de la población de la comarca vive en la ciudad B.
- ✓ 20 % de la población de la comarca vive en la ciudad C.

Se han obtenido los siguientes datos a través de varios estudios de mercado:

- ✓ Si ambas empresas construyen en la misma ciudad la empresa1 tendrá el 64 % de los beneficios derivados del ocio y entretenimiento en la comarca debido a que la empresa1 es más grande que la empresa2.
- ✓ Si el multicine de la empresa1 está más cerca a una ciudad que el de la empresa2, la empresa1 tendrá el 85 % de los beneficios derivados del ocio y entretenimiento en esta ciudad.
- ✓ Si el multicine de la empresa1 está más alejado de una ciudad que el de la empresa2, la empresa1 tendrá el 42 % de los beneficios derivados del ocio y entretenimiento de esta ciudad.
- ✓ A la empresa2 irá el porcentaje de los beneficios derivados del ocio y entretenimiento restantes, en todas las situaciones.
- ✓ La empresa1 tiene como política de empresa no construir en ciudades demasiadas pequeñas y la ciudad C es de esta categoría.

Utilizad los conocimientos vistos sobre búsqueda entre adversarios con el fin de realizar las siguientes tareas:

3.1. Representad en forma de árbol (siendo la empresa1 la primera en establecerse en una ciudad) las posibilidades que tiene cada empresa en la construcción de un multicine junto con la cifra en tanto por ciento que tendrá de beneficios derivados del ocio y entretenimiento en la comarca la empresa1 (a modo de pagos).

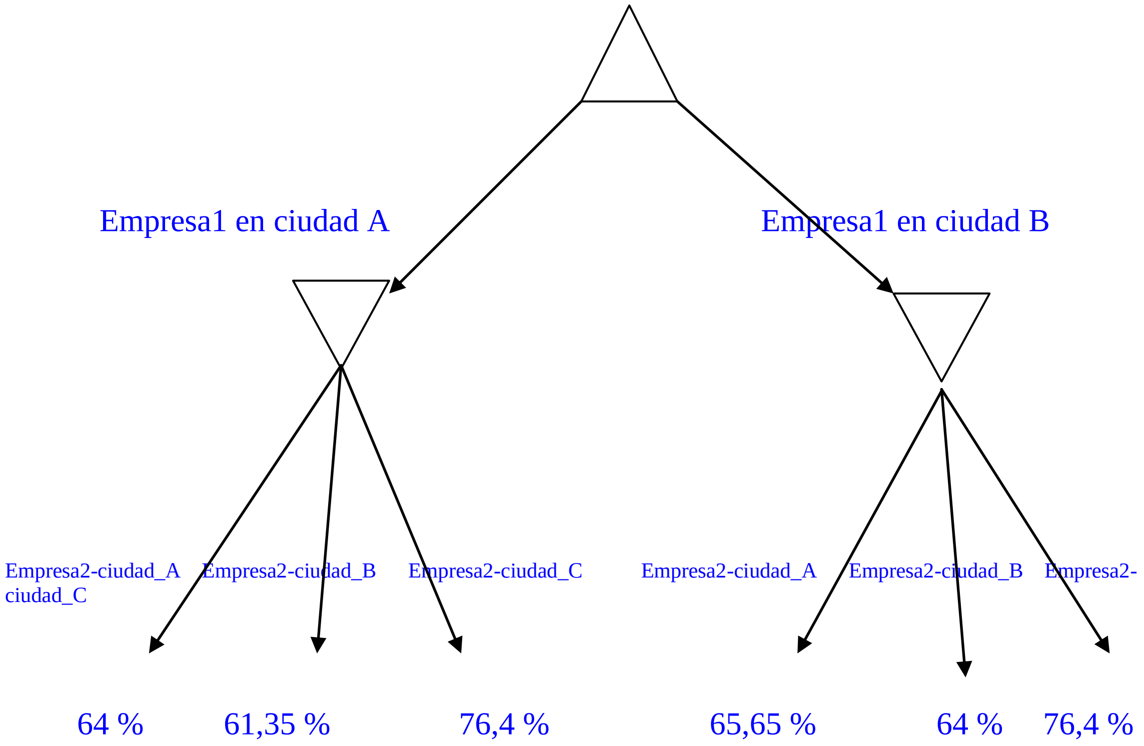
3.2. Utilizando el algoritmo minimax, determinad razonadamente dónde debería construir la empresa1 su multicine con el fin de maximizar su cifra porcentual de beneficios en la comarca, teniendo en cuenta que la empresa2 también intenta maximizar su cifra porcentual de beneficios en la comarca.

SOLUCION 4

a)

Empresa1 en A, Empresa2 en B: (0.45 * 0.85 + 0.35 * 0.42 + 0.2 * 0.42) * 100 = 61,35 %

Empresa1 en A, Empresa2 en C: (0.45 * 0.85 + 0.35 * 0.85 + 0.2 * 0.42) * 100 = 76,4 %
Empresa1 en B, Empresa2 en A: (0.45 * 0.42 + 0.35 * 0.85 + 0.2 * 0.85) * 100 = 65,65 %
Empresa1 en B, Empresa2 en C: (0.45 * 0.85 + 0.35 * 0.85 + 0.2 * 0.42) * 100 = 76,4 %



b)
Valor *minimax* del nodo inicial: 64 % por lo tanto la empresa1 debería construir en la ciudad B

4. Aplicando poda alfa-beta obtén la estrategia preferida (bien A o B) y el valor minimax para el jugador con el turno. La exploración del árbol debe realizarse de izquierda a derecha. Explica con detalle cómo se actualizan los correspondientes valores de alfa y beta y cuándo y por qué se realizan podas.