UOC Universitat Oberta de Catalunya
www.uoc.edu Estudios de Informática y Multimedia

INTELIGENCIA ARTIFICIAL I

PEC2 – 2010_2 Prueba de Evaluación Continua

- Para dudas y aclaraciones sobre el enunciado, debéis dirigiros al consultor responsable de vuestra aula.
- Hay que entregar la solución en un fichero Word, OpenOffice, PDF o RTF utilizando una de las plantillas entregadas conjuntamente con este enunciado. Adjuntad el fichero a un mensaje dirigido en el buzón **Entrega de actividades y registro de Actividades (RAC)**
- El nombre del fichero tiene que ser *ApellidosNombre*_IA1_*PEC1* con la extensión *.doc* (Word), *.odt* (OpenOffice), *.pdf* (PDF) o *.rtf* (RTF), según el formato en que hagáis la entrega.
- La fecha límite de entrega es el: **18 de Abril** (a las 24 horas).
- **Razonad la respuesta en todos los ejercicios. Las respuestas sin justificación no recibirán puntuación.**

PEC 2 ENUNCIADO:

Problema 1.

El tsunami provocado después del terremoto de Japón ha provocado daños en las infraestructuras de los municipios de la costa nordeste que deben ser reparados con urgencia. Concretamente, hay N obras por realizar y se ha pedido presupuesto a M empresas constructoras para cada una de las obras. El coste de encargar cada obra a cada empresa viene dado por una tabla como la siguiente, donde $C_{i,j}$ indica el coste de encargar a la empresa E_i la obra Oj

	Obra O1	Obra O2	…	Obra On
Empresa E1	C1,1	C1,2		C1,n
Empresa E2	C2,1	C2,2		C2,n
…				
Empresa EM	Cm,1	Cm,2		Cm,n

El Gobierno de Japón ha decidido asignar una sola obra por empresa. El problema consiste en decidir qué obra se asignará a cada empresa, de modo que se minimice el coste total.

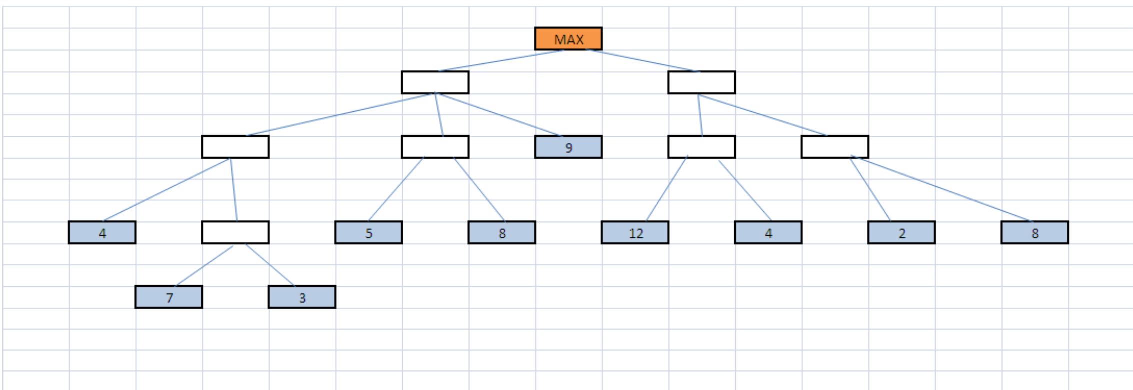
(A)Defina una representación “eficiente” del problema, especificando el conjunto de posibles estados, estado inicial, estados finales, así como operador(es) y su coste.
(B)Defina una “buena” función heurística h optimista para el problema general. ¿Es su función h también consistente?
(C)Considere el siguiente caso particular (los costes se expresan en millones de Euros)

	Obra O1	Obra O2	ObraO3	Obra O4
Empresa E1	2	3	2	4
Empresa E2	5	5	4	5
Empresa E3	6	5	4	3
Empresa E4	10	8	6	6

c.1.-Desarrolle el árbol de búsqueda que genera de búsqueda de coste uniforme. Indique el orden en el que se expanden los nodos, los valores de g para cada nodo del árbol de búsqueda y las listas de nodos pendientes.

c.2.-Desarrolle el árbol de búsqueda que genera el algoritmo A*. Indique el orden en el que se expanden los nodos, los valores de g, h y f para cada nodo del árbol de búsqueda y las listas de nodos pendientes.
(d) Cuál de los algoritmos es más eficiente y porqué?

Problema 2.



(a) Utiliza el algoritmo MIN MAX para encontrar el valor del cada uno de los nodos e indica que camino escogería el nodo MAX.
(b) Indica que nodos no se examinarían si se aplicase el algoritmo MINMAX con poda alfabeta.

Solución:

(A)Se puede utilizar una lista de empresas para representar un estado en el espacio de búsqueda: la primera empresa de la lista es adjudicataria de la obra O_1, la segunda de la obra O_2, etc. Por ejemplo, la lista [E_3,E_1] representa un estado en el que la obra O_1 está adjudicada a la empresa E_3, la obra O_2 a la empresa E_1, y las obras O_3 hasta O_N están todavía sin adjudicar.

Estado inicial: []

Estados meta: cualquier lista de longitud N que no contenga elementos (empresas) repetidos

Operador: añadir un elemento (una empresa nueva) al vector, i.e. adjudicar la siguiente obra a una empresa nueva

Coste de un operador: el coste de dicha adjudicación

(B) Para un estado, la función heurística h devuelve la suma de los costes mínimos de todas las obras no asignadas, considerando para ello únicamente las empresas sin adjudicación en el estado en cuestión. Formalmente, si consideramos ob(estado) el conjunto de obras asignadas en el estado, y emp(estado) el conjunto de empresas adjudicatarias en el estado:

$$h(\text{estado}) = \sum_{O_j \notin \text{ob(estado)}} \min_{E_i \notin \text{emp(estado)}} \{C_{i,j}\}$$

Para cada obra no adjudicada en el estado, el coste real de su adjudicación siempre es mayor o igual que el coste mínimo contabilizado por h. Se sigue que h subestima el coste real de cada operador por lo que es consistente, en consecuencia, también optimista.

(c.1)

1.- 1[]0

2.-(**[E1],2**), ([E2],5), ([E3],6), ([E4],10)

3.- (**[E2],5),** ([E3],6), ([E1,E2],7), ([E1,E3],7),([E1,E4],10),([([E4],10)

4.- **([E3],6),** ([E1,E2],7), ([E1,E3],7), ([E2,E1],8), ([E1,E4],10), ([E2,E3],10), ([E4],10) ([E2E4],13)

5.- **([E1,E2],7),** ([E1,E3],7), ([E2,E1],8), ([E3,E1],9), ([E1,E4],10), ([E2,E3],10), ([E4],10) ([E3,E2],11), ([E2E4],13) ([E3,E4],14),

6.- **([E1,E3],7),** ([E2,E1],8), ([E3,E1],9), ([E1,E4],10), ([E2,E3],10), ([E4],10) ([E1E2E3],11) ([E3,E2],11), ([E1E2E4],13) ([E2E4],13) ([E3,E4],14),

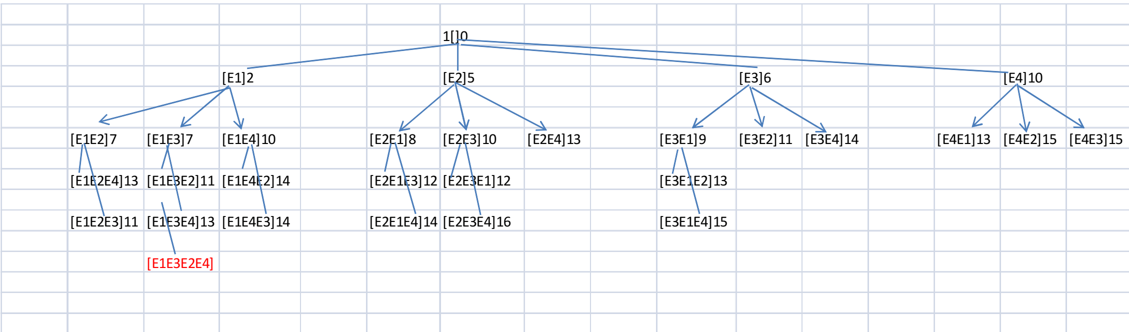
7.- **([E2,E1],8),** ([E3,E1],9), ([E1,E4],10), ([E2,E3],10), ([E4],10) ([E1E3E2],11) ([E1E2E3],11) ([E3,E2],11), ([E2E1E3],12) ([E1E3E4],13) ([E1E2E4],13) ([E2E4],13) ([E2E1E4],14) ([E3,E4],14),

8.- **([E3,E1],9),([**E1,E4],10), ([E2,E3],10), ([E4],10) ([E1E3E2],11) ([E1E2E3],11) ([E3,E2],11),([E2E1E3],12)([E1E3E4],13)([E1E2E4],13)([E2E4],13)([E2E1E4],14) ([E3,E4],14),

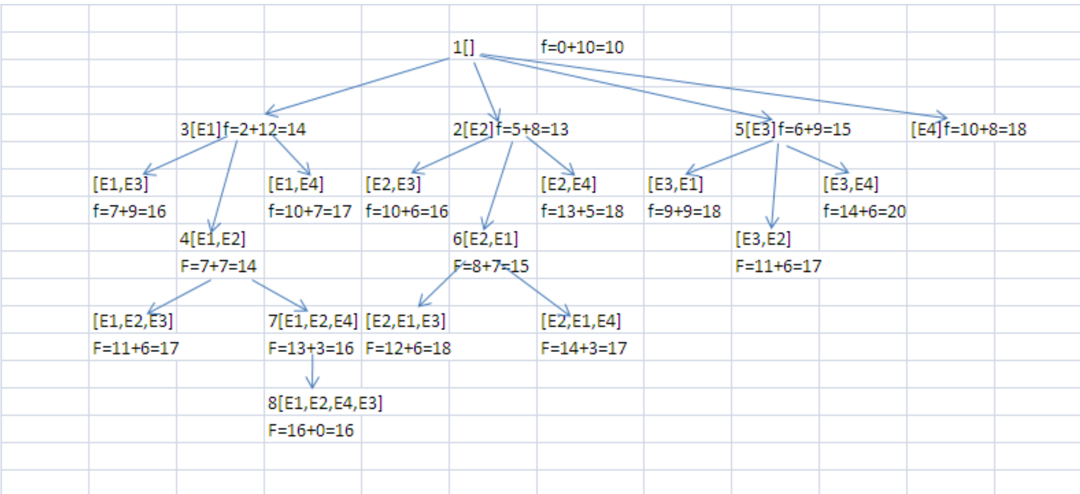
9.- **([E1,E4],10),** ([E2,E3],10), ([E4],10) ([E1E3E2],11) ([E1E2E3],11) ([E3,E2],11),([E2E1E3],12)([E3E1E2],13)([E1E3E4],13)([E1E2E4],13)([E2E4],13)([E2E1E4],14) ([E3,E4],14), ([E3E1E4],15)

10.**([E2,E3],10),([**E4],10)([E1E3E2],11)([E1E2E3],11)([E3,E2],11),([E2E1E3],12)([E3E1E2],13)([E1E3E4],13)([E1E2E4],13)([E2E4],13)([E1E4E3],14) ([E1E4E2],14) ([E2E1E4],14) ([E3,E4],14), ([E3E1E4],15)

11**.([E4],10)([**E1E3E2],11)([E1E2E3],11)([E3,E2],11),([E2E3E1],12)([E2E1E3],12)([E3E1E2],13)([E1E3E4],13)([E1E2E4],13)([E2E4],13)([E1E4E3],14) ([E1E4E2],14) ([E2E1E4],14) ([E3,E4],14), ([E3E1E4],15) ([E2E3E4],16)
12**([E1E3E2],11)([**E1E2E3],11)([E3,E2],11),([E2E3E1],12)([E2E1E3],12) ([E4E1]13)([E3E1E2],13)([E1E3E4],13)([E1E2E4],13)([E2E4],13)([E1E4E3],14) ([E1E4E2],14) ([E2E1E4],14) ([E3,E4],14), ([E3E1E4],15)(E4E2,15)(E4E3,15) ([E2E3E4],16)
13 ÈXIT



(c.2)

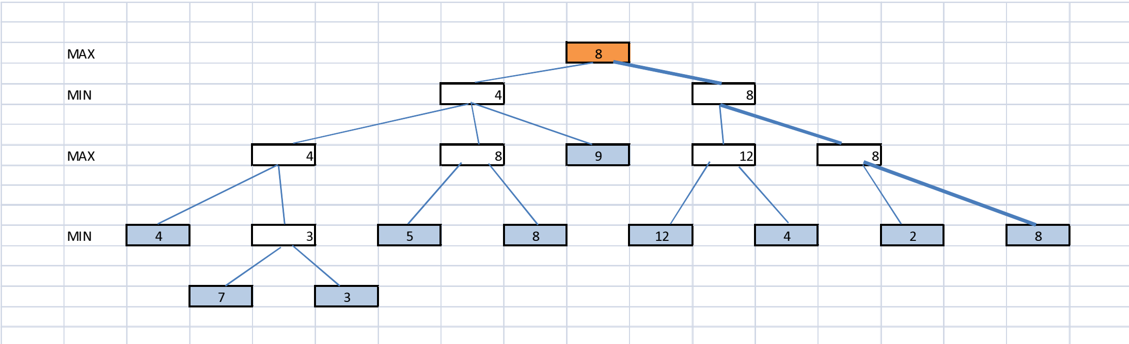


1**[]10**
2**([E2],13)** ([E1],14) ([E3],15) ([E4],18)
3**([E1],14)** ([E3],15)([E2][E1]15) ([E2][E3]16) ([E4],18) ([E2][E4]18)
4**([E1E2],14)** ([E3],15)([E2][E1]15)([E2][E3]16)([E1][E3]16)([E1][E4]17) ([E4],18) ([E2][E4]18)
5**([E3],15)([**E2][E1]15)([E1E2E4]16)([E2][E3]16)([E1][E3]16)([E1][E4]17) ([E1E2E3]17) ([E4],18) ([E2][E4]18)
6**([E2][E1]15)([**E1E2E4]16)([E2][E3]16)([E1][E3]16)([E1][E4]17)([E1E2E3]17) ([E4],18) ([E2][E4]18) ([E3][E1]19) ([E3][E2]19) ([E3][E4]20)
7**([E1E2E4]16)([**E2][E3]16)([E1][E3]16)([E2E1E4]17) ([E1E4],17) ([E1E2E3]17) ([E3E2]17)([E2E1E3]18)([E4],18)([E2][E4]18)([E3][E1]18)([E3][E4]20)([E3][E4]20)

d.- El algoritmo A* es más optimo ya que encuentra la solución más rápidamente y con menos necesidad de memoria.

Solución 2:

A-

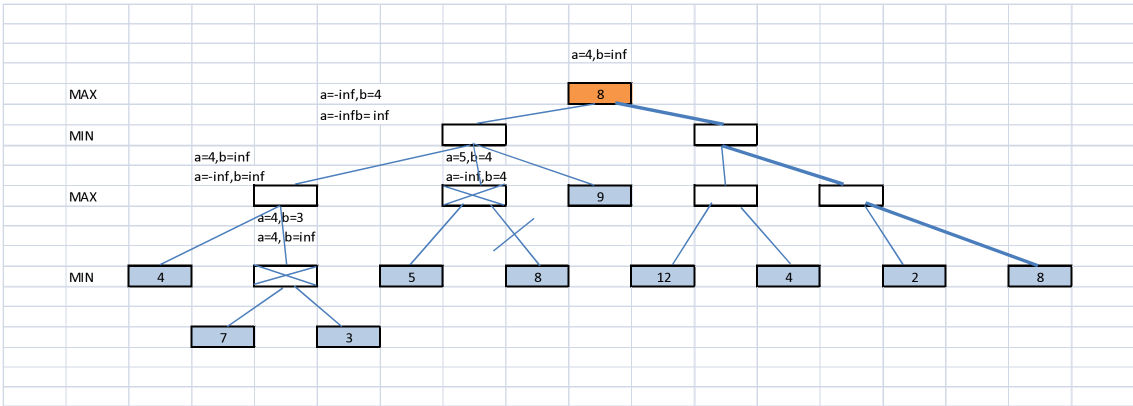


B

Se empieza inicializando el nodo inicial con alfa=-inf y beta= +inf y esto se propaga hasta el nodo de más abajo y más a la izquierda que es un nodo max del cual cuelga un nodo de valor 4. Este valor se propaga hacia arriba y como se trata de un nodo max actualiza su valor de alfa a 4. Entonces se propaga hacia la derecha los valores de alfa y beta que ahora son alfa=4 y beta= inf. Ahora del nodo min cuelgan 7 y 3 e inicialmente sus valores de alfa y beta son alfa=4 y beta= +inf, como se trata de un nodo mín actualiza la beta y se queda con el más pequeño por este motivo al final tengo alfa=4 y beta= 3, como que alfa> beta se produciría poda de todos los nodos a la derecha de este y se propaga la alfa hacia arriba. Se marca este nodo donde se cumple la condición de poda y se propaga hacia arriba el valor de alfa en lugar del de beta que es el que le correspondería por ser un nodo min.

En el nodo superior Alfa=4,beta= inf, porque es un nodo MAX, no hay poda por tanto se propaga hacia arriba el valor de alfa. Este valor llega a un nodo min y se actualiza su valor beta. En este momento alfa=-inf y beta= 4, propagamos hacia abajo estos valores hasta el nodo del que cuelga 5 y 8 que es un nodo max exploramos 5 y actualizamos alfa porque es un nodo max, entonces alfa=5 y beta=4 se produce condición de poda y por tanto no se examina el nodo 8. Se propaga el valor de beta aun siendo nodo max porque estamos en situación de poda.

Ahora iríamos propagando hacia arriba las valores correspondientes de todos los nodos hasta revisar todo el árbol. En el resto del árbol No habrá ningún nodo más que pueda no visitarse.



a=4,b=inf
MAX
a=-inf,b=4
a=-infb= inf
8
MIN
a=4,b=inf
a=-inf,b=inf
a=5,b=4
a=-inf,b=4
MAX
9
a=4,b=3
a=4, b=inf
MIN
4
5
8
12
4
2
8
7
3