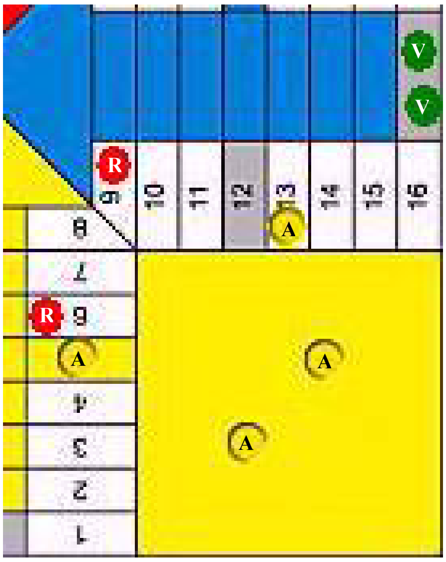
Considérese la siguiente posición del tablero de parchís con la situación de fichas descrita en el mismo. La posición se describe en la siguiente tabla:

Jugador	(Ficha 1, CASILLA)	(Ficha 2, CASILLA)	(Ficha 3, CASILLA)	(Ficha 4, CASILLA)
AMARILLO (A)	(A1, 5)	(A2, 13)	CASA	CASA
ROJO (R)	(R1, 6)	(R2, 9)	CASA	CASA
AZUL (Z)	CASA	CASA	CASA	CASA
VERDE (V)	(V1, 17)	(V2, 17)	CASA	CASA



El orden de movimiento es el de la tabla: amarillo, rojo, azul y verde. Vamos a fijarnos exclusivamente en los movimientos de los **dos** primeros jugadores.

Recordemos las siguientes reglas:

- Se lanza sólo un dado.
- El puente verde no se puede saltar.
- Si se saca 5 hay que sacar ficha de casa
- Si se saca un 6 y se tienen fichas en casa se cuenta 6. Caso contrario, 7.
- Consideramos sólo un movimiento si saca 6. Una ficha no estará amenazada si se encuentra a una distancia mayor.

Se pide: Dada la función de evaluación

$FE(v, f) = m + c - p$

v: valor del dado

f: ficha que mueve el jugador. Los posible valores son: $\{$Ax, Rx, Zx, Vx$\}$

m: numero de valores del dado que amenzan fichas ajenas tras el movimiento

c: fichas que puede comer con el movimiento

p: numero de valores del dado que amenazan fichas propias tras el movimiento

a) Obtén los valores de la función de evaluación para el jugador A.
b) Si A saca un 3 y mueve A2, obtener FE(v,Rx) e indicar cuál (o cuáles) sería/n el/los valore/s de dado preferido/s según la estrategia mínimas para el jugador R.

SOLUCIÓN

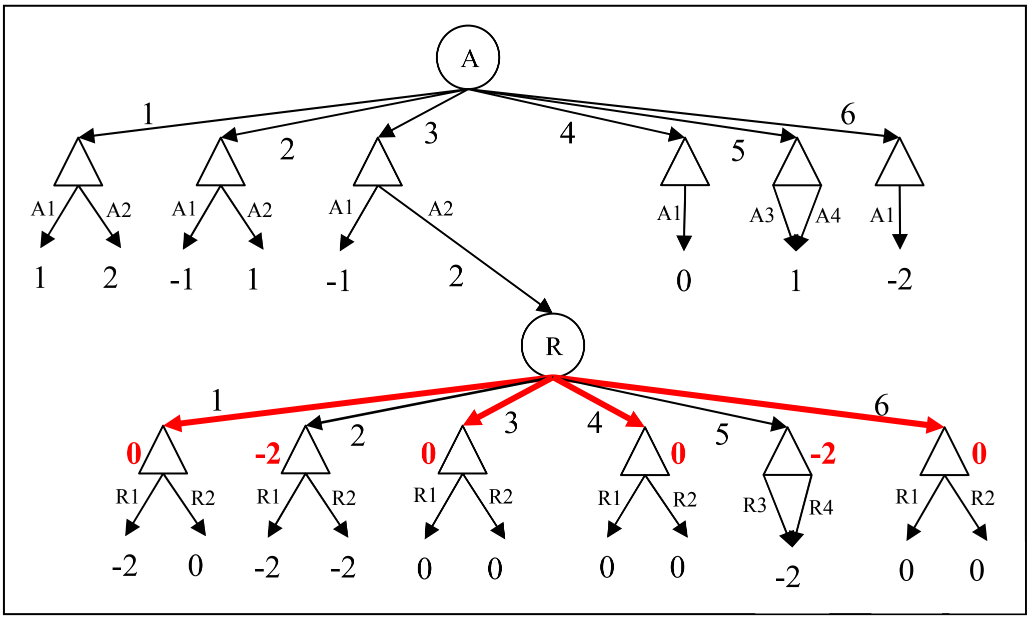
Comienza lanzando AMARILLO. Tiene 6 posibilidades. Los lanzamientos 4, 5 y 6 sólo le permiten mover la ficha A1, la A2 está bloqueada por el puente. Un ejemplo de cálculo de su FE para el lanzamiento del dado sería

i. FE(1, A1) = 1+1-1 = 1
ii. FE(1, A2) = 2+0-0 = 2
iii. FE(5, A3) = 2+0-1 = 1

Supuesto que a A le sale un 3 y mueve A2, después juega ROJO. Se calcula su función de evaluación. Un ejemplo de cálculo de su FE para el lanzamiento del dado sería

i. FE(4, R1) = 2+0-2 = 0
ii. FE(4, R2) = 1+0-1 = 0
iii. FE(5, R3) = 1+0-2 = -1

y, para obtener el lanzamiento preferido minimax, lo consideramos jugador MAX dado que él tratará de maximizar su beneficio. En este caso no hay jugador MIN. Por tanto, directamente calculamos los máximos asociados a cada lanzamiento del dado (los cuales están mostrados en rojo). Dado que hay un empate a 0 en los lanzamientos 1, 3, 4 y 6, cualquiera de los cuatro serán sus lanzamientos más preferidos según minimax.



Búsqueda entre adversarios

Se enfrentan dos jugadores (MAX y MIN), los cuales deben escoger entre tres posibles estrategias - en un único turno cada uno de ellos -. Es decir, primero escoge el jugador MAX una de sus tres posibles estrategias $(x_1, x_2, x_3) = (I, II, III)$ y a continuación hace lo mismo el jugador MIN, escogiendo $(y_1, y_2, y_3) = (A, B, C)$, con lo que concluye el juego. La siguiente tabla representa los pagos de MIN a MAX:

	MIN			
MAX		A	B	C
	I	0	-2	2
	II	5	4	-3
	III	2	3	-4

Los jugadores hacen uso de sus estrategias de forma aleatoria y de acuerdo con la siguiente distribución de probabilidad:

MAX: $(I, II, III) = (\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$. **MIN**: $\begin{cases} Si\ MAX = I \rightarrow (A, B, C) = (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) \\ Si\ MAX = II \rightarrow (A, B, C) = (0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}) \\ Si\ MAX = III \rightarrow (A, B, C) = (\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}) \end{cases}$

Para obtener las utilidades asociadas a cada jugada se utiliza la siguiente función de ponderación de los pagos que aparecen en la tabla anterior

$$utilidad(x_i, y_j) = p_{ij} p_{x_i} p_{y_j}$$

en la que

- p_{ij} representa el pago asociado a la estrategia i-ésima del jugador MAX y la j-ésima del jugador MIN en la tabla anterior.
- p_{x_i} la probabilidad de que el jugador MAX use la estrategia i-ésima.
- p_{y_j} la probabilidad de que el jugador MIN use la estrategia j-ésima.

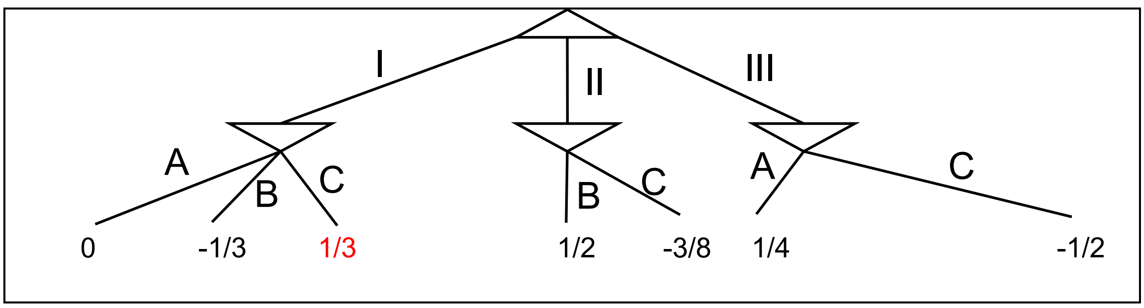
En estas condiciones se pide:

a) (15 puntos). Construir el árbol del juego determinando los valores de la función de utilidad en los nodos terminales.

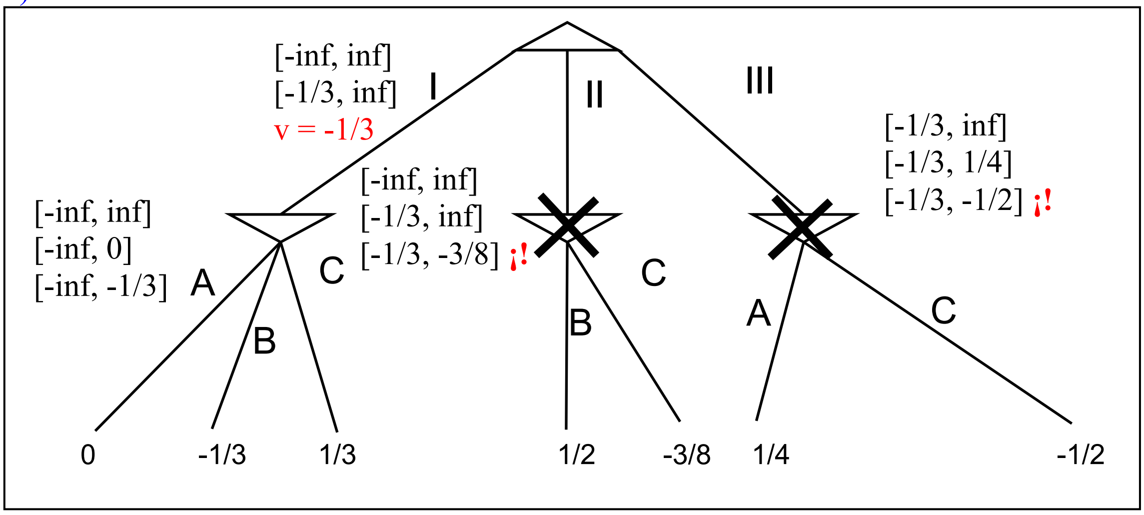
b) (10 puntos). Determinar por poda $\alpha - \beta$ cuál es la jugada preferida para MAX.

Solución:

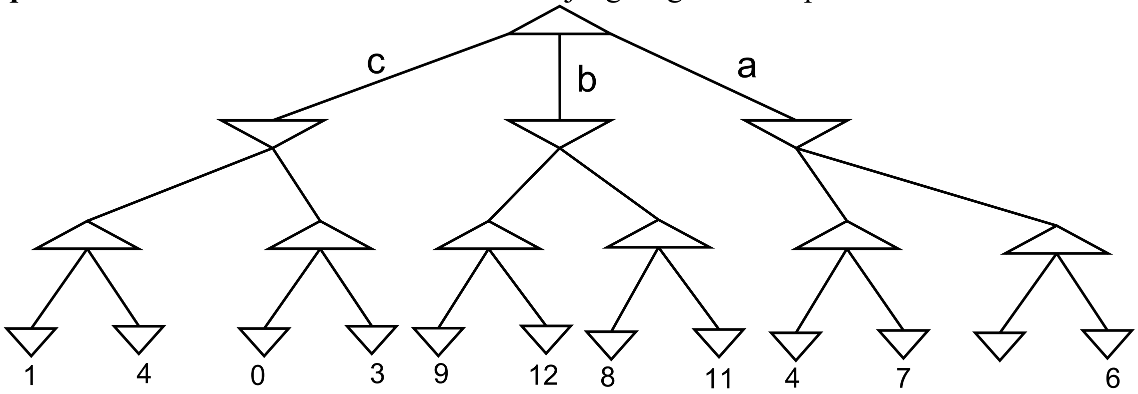
a) Ejemplo de cálculo: $u(I, C) = p_{13} p_{x_1} p_{y_3} = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$



b)


[-inf, inf]
[-1/3, inf]
v = -1/3
I
II
III
[-inf, inf]
[-inf, 0]
[-inf, -1/3]
[-inf, inf]
[-1/3, inf]
[-1/3, -3/8] ¡!
[-1/3, inf]
[-1/3, 1/4]
[-1/3, -1/2] ¡!
A
B
C
B
C
A
C
0
-1/3
1/3
1/2
-3/8
1/4
-1/2

Búsqueda entre adversarios. Dado el árbol de juego siguiente se pide:



a) (2.5 puntos) Determinar la estrategia preferida (a, b ó c) por el jugador MAX

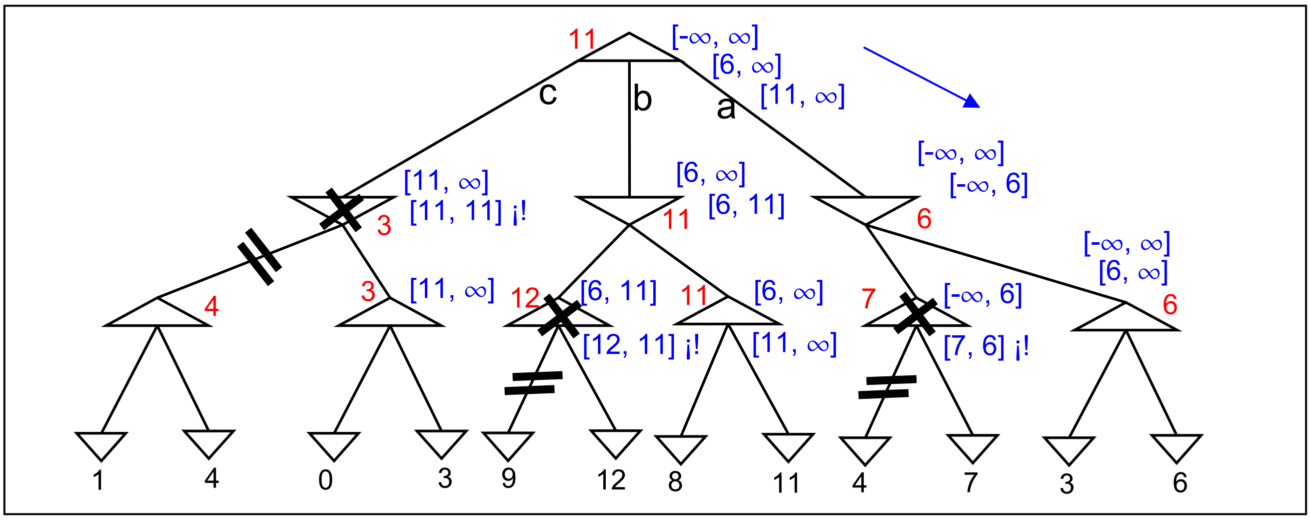
i) según el algoritmo *minimax*

Respuesta: (ver árbol). La estrategia preferida por MAX es b

ii) según el algoritmo *minimax con poda alpha-beta*

Orden de exploración de sucesores: de derecha a izquierda.

Respuesta: (ver árbol). La estrategia preferida por MAX es b



b) (0.5 puntos) Justifica cuál debería ser el orden de exploración de acciones para conseguir una máxima efectividad de la poda. ¿Cómo deberían estar reordenadas las acciones de MAX?

Respuesta: Para que la poda tuviese su máxima efectividad habría que comenzar explorando por la estrategia b que es la que nos ha proporcionado el máximo beneficio para MAX. El orden debería ser: b, a, c ó b, c, a indistintamente. En ambos casos los valores de [alpha, beta] = [11, ∞] al terminar de explorar b. Se puede comprobar que ninguna de las utilidades de los nodos terminales mejora el valor alpha = 11 lo cual provocará podas de los nodos sucesores de las estrategias a y c.

Considera el problema de cambiar una rueda de un coche. Utilizaremos STRIPS con búsqueda hacia adelante para solucionar el problema.

Objetos:

ruedas: `RP (rueda pinchada), RR (rueda de repuesto)`

lugares: `S (Suelo), M (Maletero), E (Eje)`

Predicados:

```
En (<rueda>, <lugar>)
Libre(<lugar>)
```

Reglas STRIPS:

```
[quitar(x,y)
      x ∈ {RP, RR}
      y ∈ {E, M}
      PRECONDICIÓN: En(x,y)
      BORRAR: En(x,y)
      AÑADIR: En(x,S)^Libre(y)
      coste = 1
]

[poner(x,y)
      x ∈ {RP, RR}
      y ∈ {E, M}
      PRECONDICIÓN: En(x,S)^Libre(y)
      BORRAR: En(x,S)^Libre(y)
      AÑADIR: En(x,y)
      coste = 1
]

[mover(x,y,z)
      x ∈ {RP, RR}
      y ∈ {E, M}
      z ∈ {E, M}
      PRECONDICIÓN: En(x,y)^Libre(z)
      BORRAR: En(x,y)^Libre(z)
      AÑADIR: En(x,z)^Libre(y)
      coste = 3
]
```

Supongamos que el coche tiene una rueda pinchada y que queremos cambiarla por la de repuesto, guardando la pinchada en el maletero. Utilizando STRIPS:

(a) Especificar el estado inicial.

Estado inicial: [En(RP,E), En(RR,M)]

(b) Especificar la meta.

Meta: [En(RP,M), En(RR,E)]

(c) Construir un plan para alcanzar la meta desde el estado inicial utilizando búsqueda A*, utilizando como heurística cuántas ruedas faltan por colocar en su lugar correcto. Dibujar el árbol de búsqueda, indicar el orden en el que se exploran los estados, con el coste de cada acción, el plan resultante y su coste total.