Búsqueda con adversario: algoritmo minimax y poda alfa-beta [1]

Alfons Juan
Albert Sanchis
Jorge Civera

Departamento de Sistemas
Informáticos y Computación

[1]Para una correcta visualización, se requiere Acrobat Reader v. 7.0 o superior

Objetivos formativos

- Conocer la búsqueda con adversario básica.
- Aplicar el algoritmo ***minimax*** y poda ***alfa-beta***.

Índice

1. Búsqueda con adversario

La búsqueda con adversario consiste en elegir jugada en juegos:

- ***deterministas*** i.e. la suerte no interviene
- ***de 2 jugadores*** MAX (el sistema) y MIN (el adversario)
- ***por turnos*** empieza MAX y tiene que elegir jugada
- ***info. perfecta*** sabemos estados y reglas del juego (ej. ajedrez)
- ***suma zero*** utilidades MAX/MIN al final del juego opuestas

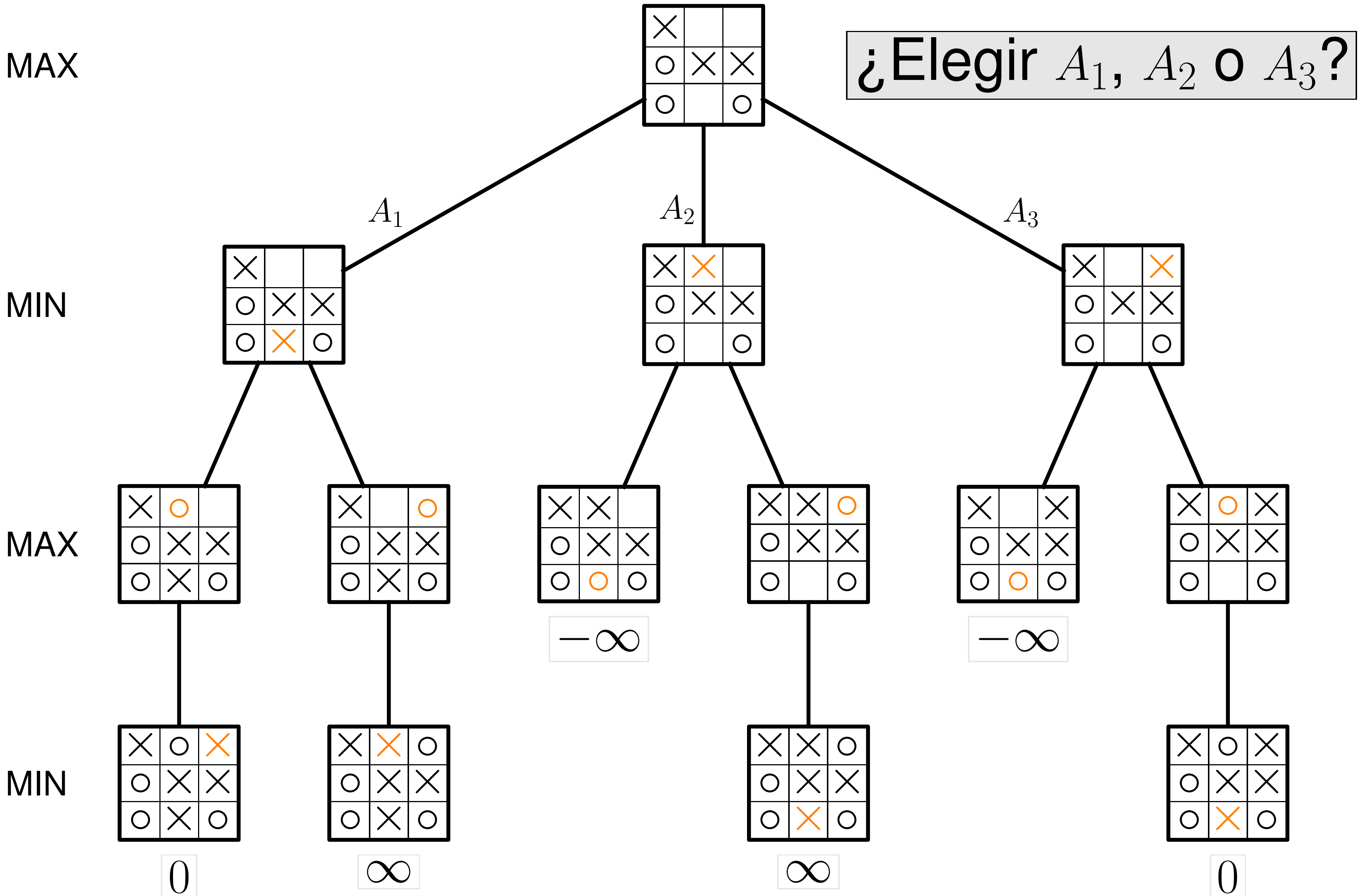
Elementos básicos:

- ***Estado inicial*** s_0***:*** desde donde MAX tiene que elegir jugada.
- ***Acciones(***s***):*** jugadas legales desde el estado s.
- ***Terminal(***s***):*** indica si s es estado terminal del juego o no.
- ***Utilidad(***s***):*** utilidad para MAX del estado terminal s.

Objetivo: elegir jugada (que lleve a un estado) de máxima utilidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Ejemplo: elegir jugada en el tres en raya



2. Algoritmo minimax y poda alfa-beta

Valor, decisión y algoritmo minimax:

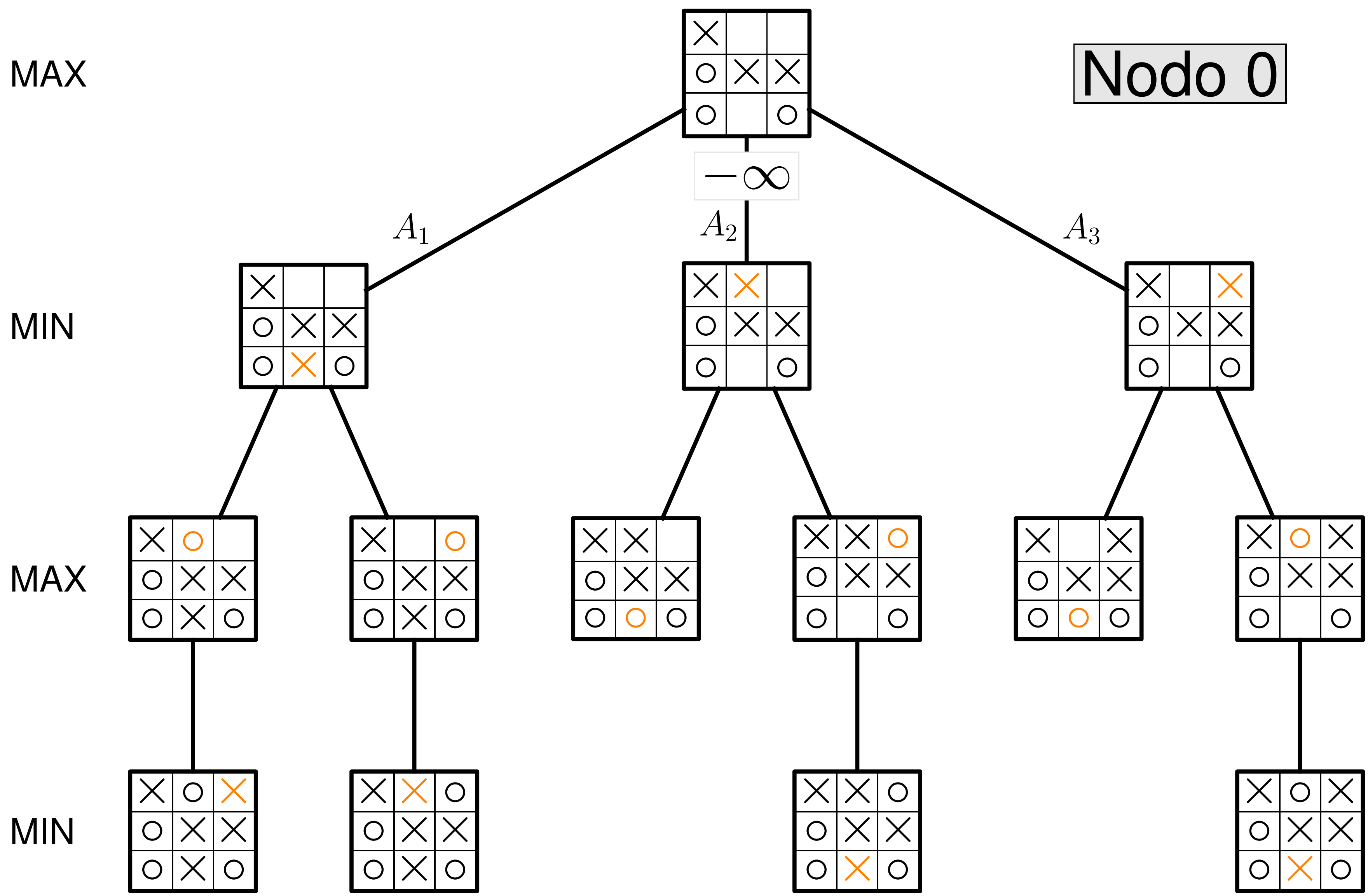
- ***Valor minimax*** de un estado/nodo: utilidad (MAX) del nodo terminal al cual llegamos si ambos jugadores juegan óptimamente
- ***Decisión minimax:*** elegir la jugada de mayor valor minimax
- ***Algoritmo minimax:*** cálculo de la decisión minimax mediante búsqueda con adversario por profundidad (limitada)

Algoritmo minimax básico

mm(n**,** p**,** max**)** // nodo, profundidad, max="¿juega max?"
  si n es terminal **devuelve** utilidad de n
  si $p = 0$ **devuelve** valor heurístico de n
  // si max devuelve el máximo de valores minimax de los hijos
  si max $v = -\infty$; $\forall\, s \in$ succ(n): $v = \max(v,$ mm$(s, p-1,$ FALSE$))$
  // si no devuelve el mínimo de valores minimax de los hijos
  si no $v = \infty$; $\forall\, s \in$ succ(n): $v = \min(v,$ mm$(s, p-1,$ TRUE$))$
  devuelve v

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Ejemplo resuelto con minimax



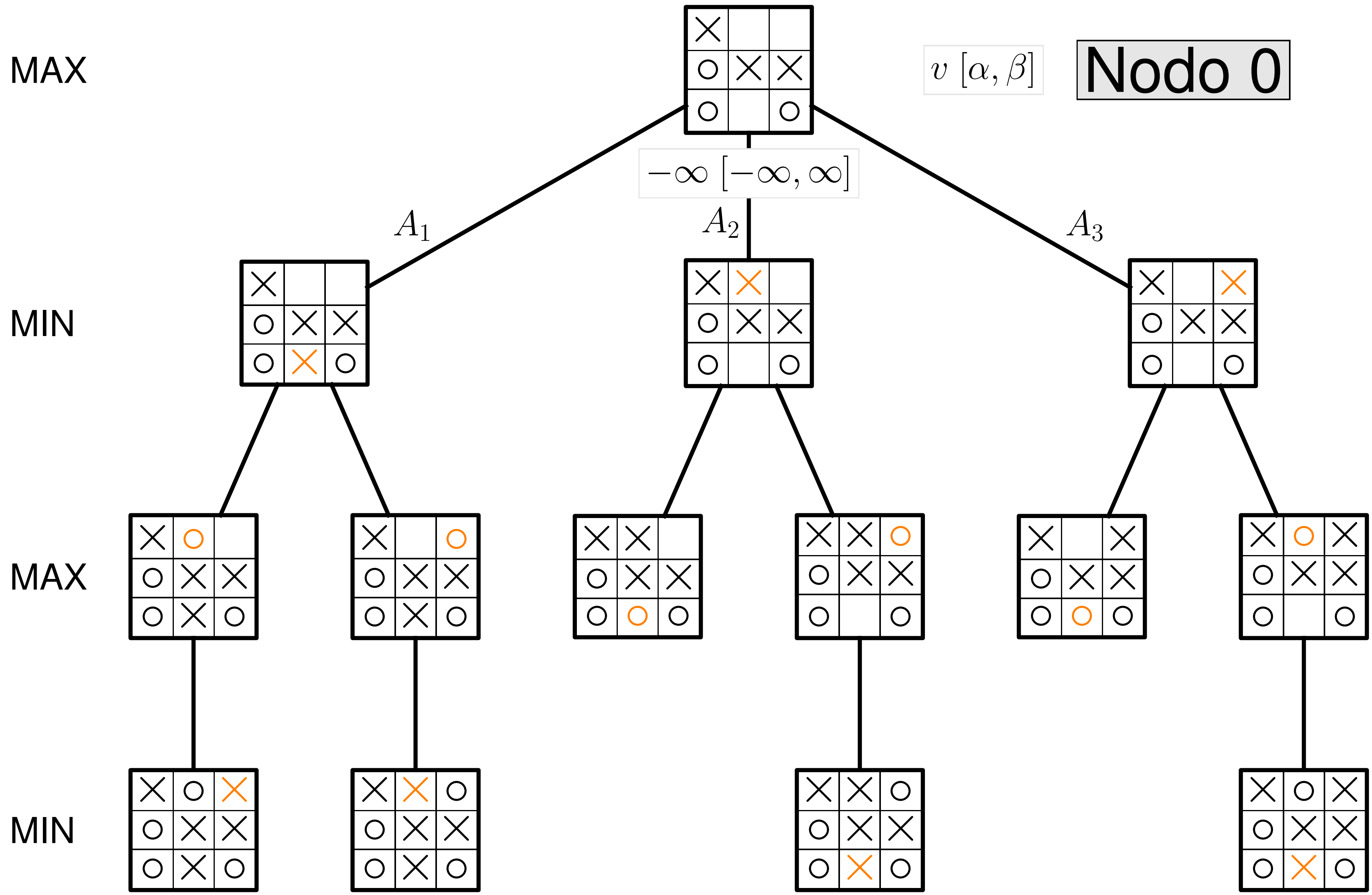
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Algoritmo minimax y poda alfa-beta

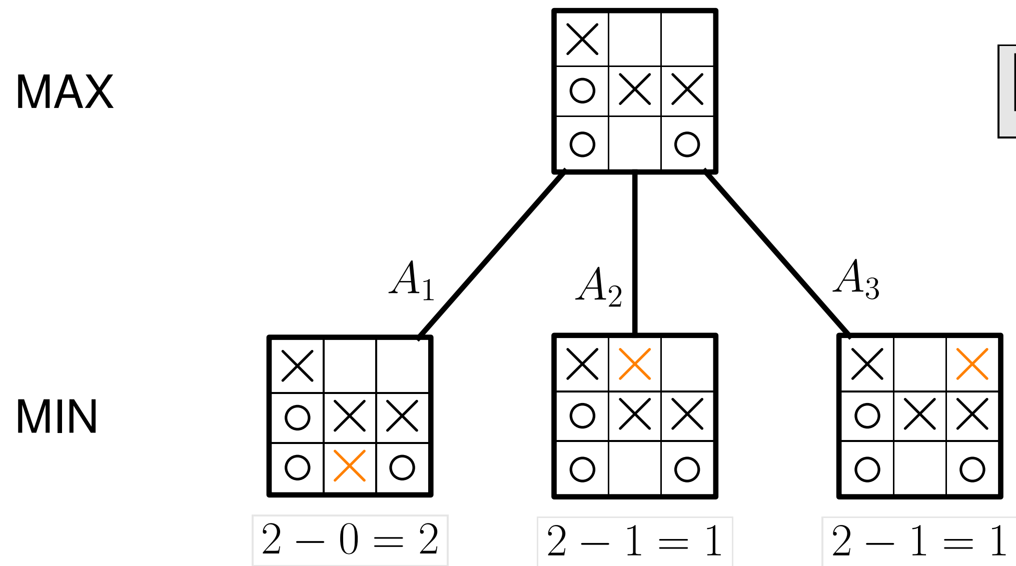
mm(n, p, max) // nodo, profundidad, max=”¿juega max?”
  si n es terminal **devuelve** utilidad de n
  si $p = 0$ **devuelve** valor heurístico de n
  si max $v = -\infty$; $\forall\, s \in \textsf{succ}(n)$: $v = \max(v, \textsf{mm}(s, p-1, \textsc{False}))$
  si no $v = \infty$; $\forall\, s \in \textsf{succ}(n)$: $v = \min(v, \textsf{mm}(s, p-1, \textsc{True}))$
  devuelve v

α-β(n, p, α, β, max)
  si n es terminal **devuelve** utilidad de n
  si $p = 0$ **devuelve** valor heurístico de n
  si max $v = -\infty$
    $\forall\, s \in \textsf{succ}(n)$
      $v = \max(v, \alpha\text{-}\beta(s, p-1, \alpha, \beta, \textsc{False}))$
      $\alpha = \max(\alpha, v)$; **si** $\beta \leq \alpha$: **break** // corte β
  si no $v = \infty$
    $\forall\, s \in \textsf{succ}(n)$
      $v = \min(v, \alpha\text{-}\beta(s, p-1, \alpha, \beta, \textsc{True}))$
      $\beta = \min(\beta, v)$; **si** $\beta \leq \alpha$: **break** // corte α
  devuelve v

Ejemplo resuelto con poda alfa-beta



Ejemplo resuelto con $p = 1$ y heurística



Elegimos A_1

Función heurística:

$$h(n) = \text{abiertas(MAX)} - \text{abiertas(MIN)}$$

donde

abiertas(j)="# de filas, columnas y diagonales abiertas para j"

Conclusiones

- Hemos visto en que consiste la búsqueda con adversario.
- Hemos aplicado el algoritmo ***minimax*** y poda ***alfa-beta***.
- Consultad [1, Cap. 5] para más detalles.

Referencias

[1] S. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, third edition, 2010.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA