

# JUEGOS

- Área de aplicación de los algoritmos heurísticos
- Juegos bi-personales: oponente hostil

## MINIMAX

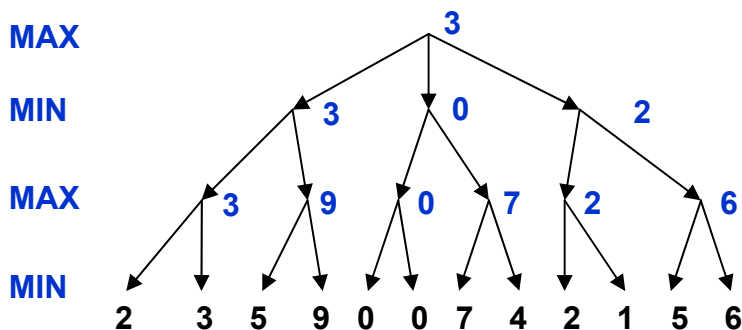
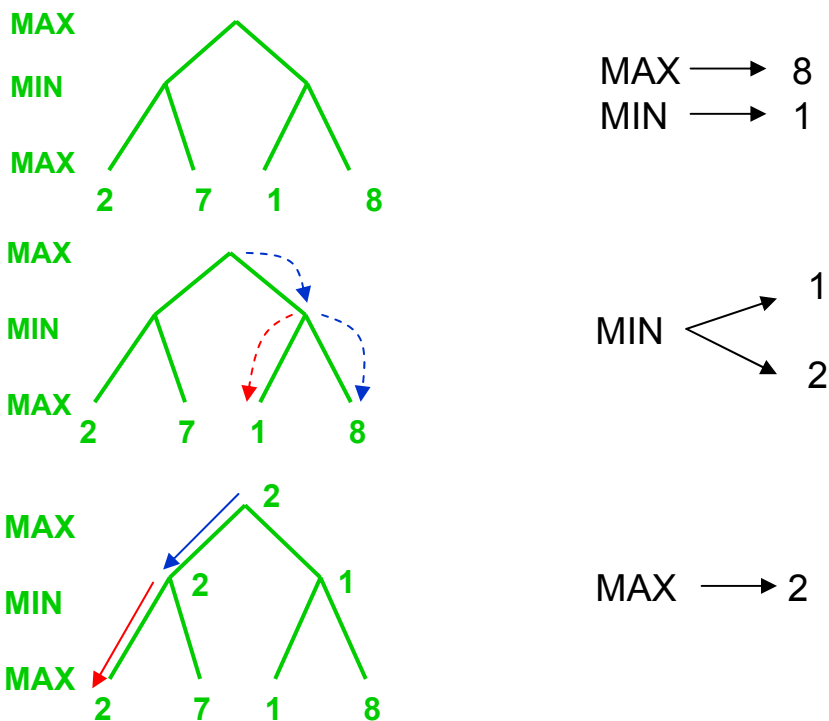
- Oponente: MIN                      Jugador: MAX
- MIN intenta mover a un estado que es el peor para MAX
- Etiquetar cada nivel del espacio de búsqueda de acuerdo con quien le toca jugar
- Asignar un valor a cada nodo hoja
- Propagar estos valores hacia arriba
  - Si el padre es un nodo MAX, darle el valor máximo de sus hijos
  - Si el padre es un nodo MIN, darle el valor mínimo de sus hijos
- El valor de cada estado indica el valor del mejor estado que ese jugador puede desear alcanzar. Estos valores se utilizan para elegir entre los movimientos posibles.

## VALOR DE CADA NODO $n$

$+\infty$	Si $n$ es una posición ganadora MAX
$-\infty$	Si $n$ es una posición perdedora MAX
0	Si es una situación de empate
$f(n)$	Si está en $p$ =profundidad máxima
$\max(f(s_j) \in S(n))$	Si $n$ es nodo MAX y profundidad $< p$
$\min(f(s_j) \in S(n))$	Si $n$ es nodo MIN y profundidad $< p$

---

MAX busca caminos que lleven a números positivos altos sabiendo que MIN forzara el juego hacia posiciones con evaluación negativa

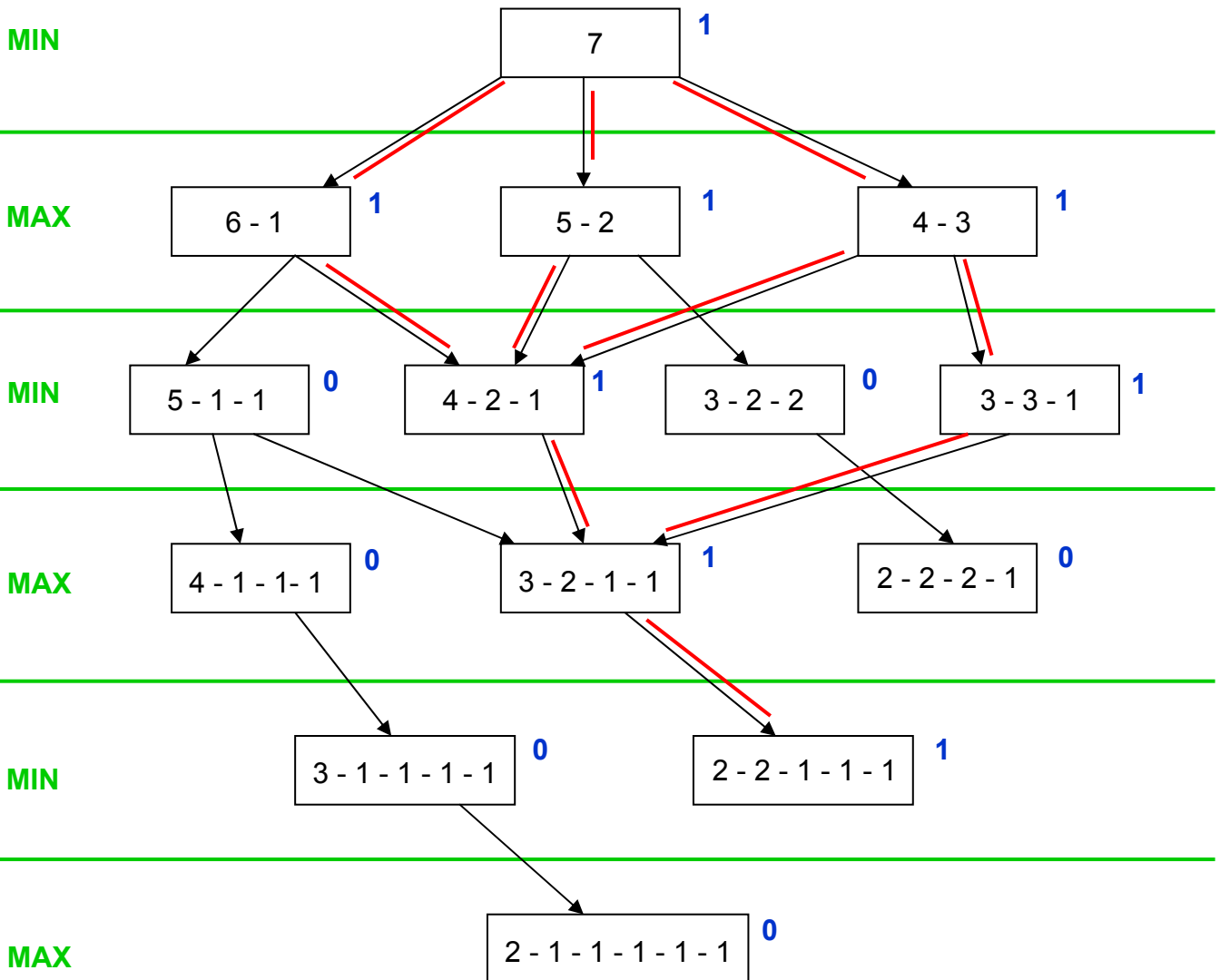


# Juegos con espacio de estados explorable exhaustivamente

- Búsqueda sistemática del espacio de posibles movimientos
- Se supone que el oponente utiliza la misma información y la utiliza para ganar
- MINIMAX: cada nodo hoja se etiqueta 0 si es ganador para MIN y 1 si es ganador para MAX
- ESTRATEGIA GANADORA para MAX sería un sub-árbol en el que todos sus nodos terminadores son ganadores

## EJEMPLO: JUEGO DEL NIM

(En rojo “estrategia ganadora”)



## Juegos en los que es imposible o indeseable representar y buscar en el grafo del juego

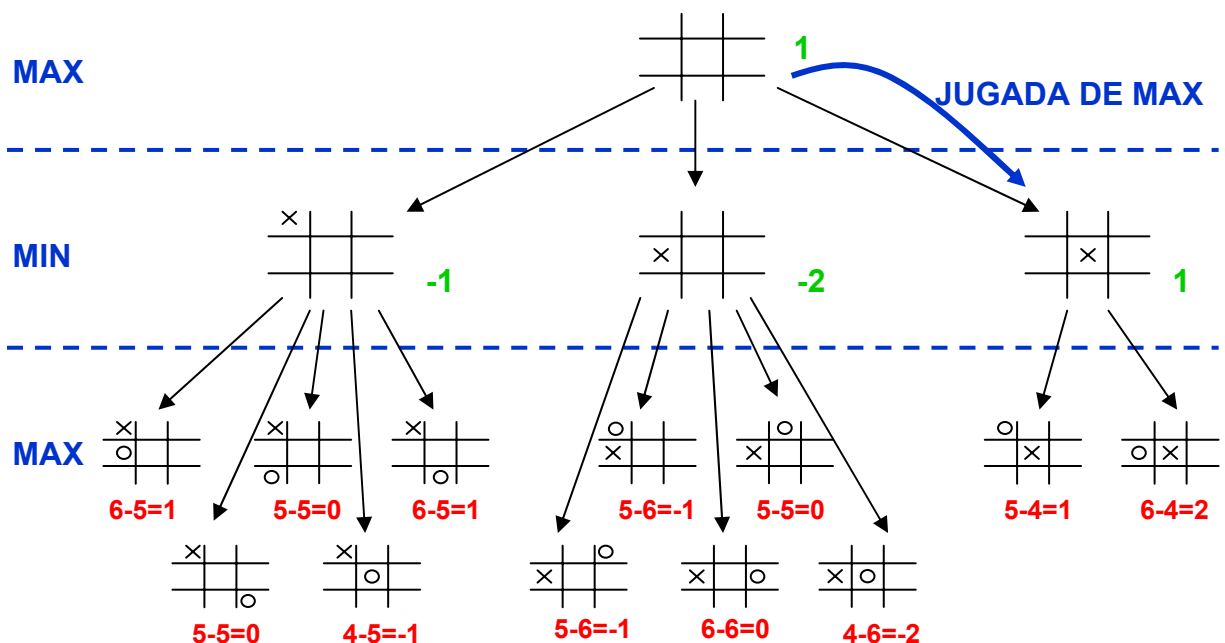
- Exploración en un nº determinado de niveles: profundidad del juego determinada
- n-movimiento hacia delante;  $n = \text{nº de niveles que se exploran}$
- A cada nodo hoja se le asigna un valor de acuerdo a una función de evaluación heurística
- El valor se propaga hacia atrás hasta el nodo raíz, es el mejor valor que se puede alcanzar en  $n$  movimientos
- Heurísticas suelen medir la ventaja de un jugador sobre otro.
- Los grafos de juegos se examinan por nivel o ply determinado por espacio y tiempo del ordenador
- Efecto horizonte
- Nodos del árbol son nodos MAX o MIN. El objetivo de MAX es maximizar el valor de la función de evaluación heurística
- Árbol con nodos MAX o MIN alternados
- ESTRATEGIA GANADORA para MAX sería un sub-árbol en el que todos sus nodos terminadores son ganadores

### EJEMPLO: TIC – TAC – TOE (2 - ply)

HEURÍSTICA:  $E(n) = X(n) - O(n)$

$X(n) = \text{nº de líneas ganadoras posibles para MAX}$

$O(n) = \text{nº de líneas ganadoras posibles para MIN}$



# MÉTODO ALFA-BETA

- Procedimiento para mejorar la eficiencia en juegos bipersonales
- Completa y suple el método minimax
- Minimax necesita dos pasadas
  - Una de generación
  - Una de evaluación
- Búsqueda  $\alpha$ - $\beta$  busca primero en profundidad
- La poda  $\alpha$ - $\beta$  se basa en la idea de disponer de dos valores que conforman una ventana a la cual deben pertenecer los valores de  $f(n)$  para que sean considerados
- En los nodos MAX se utiliza el parámetro  $\alpha$  que determina el máximo de los valores de los nodos sucesores encontrados hasta el momento
- En los nodos MIN se utiliza el parámetro  $\beta$  que va a ser, en cada momento, el mínimo de los valores encontrados.

## REGLAS DE FINALIZACIÓN

En los nodos MAX la condición de poda es  $\alpha_p \geq \beta_{p-1}$

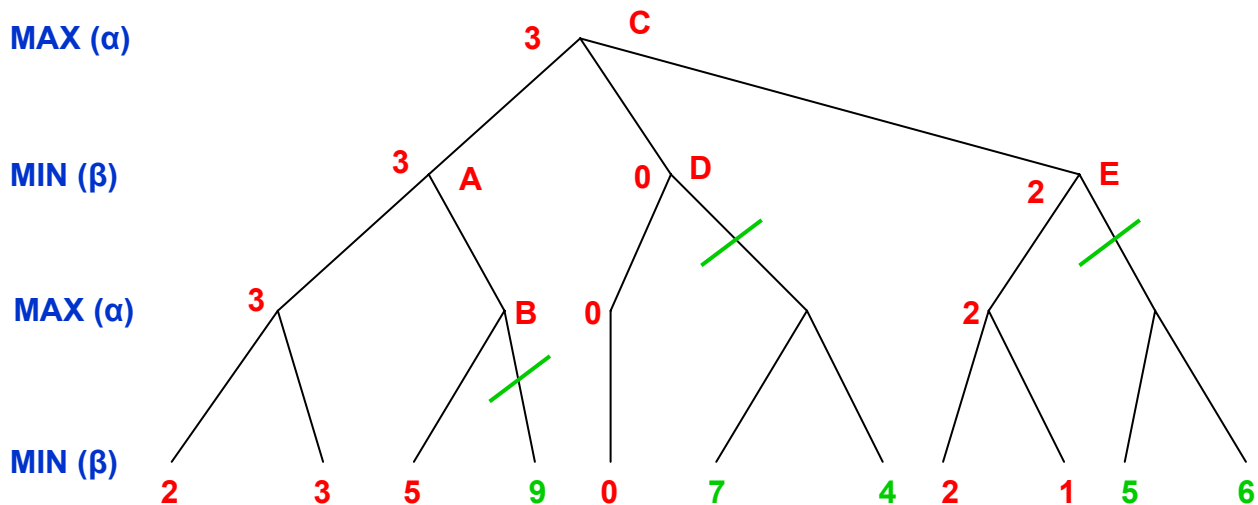
(Se puede podar por debajo de un nodo MAX si su valor alfa es mayor o igual que al menos un beta antecesor)

En los nodos MIN la condición de poda es  $\beta_p \leq \alpha_{p-1}$

(Se puede podar por debajo de un nodo MIN si su valor beta es menor o igual que al menos un alfa antecesor)

## PROCEDIMIENTO

- 1º Descender primero en profundidad hasta la profundidad total del ply
- 2º Aplicar la evaluación heurística a un nodo y a todos sus hermanos
- 3º Asignar valores al padre: el valor se oferta al abuelo como valor potencial
- 4º Descender a otro nieto y terminar la exploración del padre si alguno de sus valores cumple el criterio de parada



A tiene  $\beta = 3$  (A no será mayor que 3)

B: se poda por debajo de este nodo MAX porque  $5 > 3$

C tiene  $\alpha = 3$  (C no será menor de 3 al ser un nodo MAX)

D: se poda por debajo de este nodo MIN porque  $0 < 3$

E: se poda por debajo de este nodo MIN porque  $2 < 3$

