

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Búsqueda con Adversario

Hugo Vega Huerta

En esta sección...

- Conoceremos métodos que permiten practicar juegos de tablero.
 - una opción conduce a otra, pero se trata de opciones intercaladas entre dos adversarios.
- Estudiaremos dos algoritmos básicos:
 - **Búsqueda Minimax**: método básico para recorrer un árbol y seleccionar movimiento más prometedor.
 - **Poda alfa-beta**: idea para reducir la búsqueda mediante la detección de perdedores garantizados.

Interés por los juegos

- Desde los 50s la comunidad de inteligencia artificial se interesó por los juegos (Turing, Shannon, etc.)
- Los juegos son un dominio apropiado para explorar la inteligencia computacional:
 - Tarea bien estructurada; permite medir claramente el éxito o fracaso.
 - No requiere gran cantidad de conocimiento. Pueden ser resueltos buscando una ruta del estado inicial al meta.

Representación del juego

- La manera natural es mediante un árbol de juegos, que no es otra cosa que un tipo de red semántica.
 - Los nodos representan configuraciones de tablero
 - Las ramas indican cómo una configuración puede transformarse en otra mediante un solo movimiento.
- Diferente a otros tipos de árboles de búsqueda, en este caso las decisiones son tomadas por dos adversarios alternadamente.

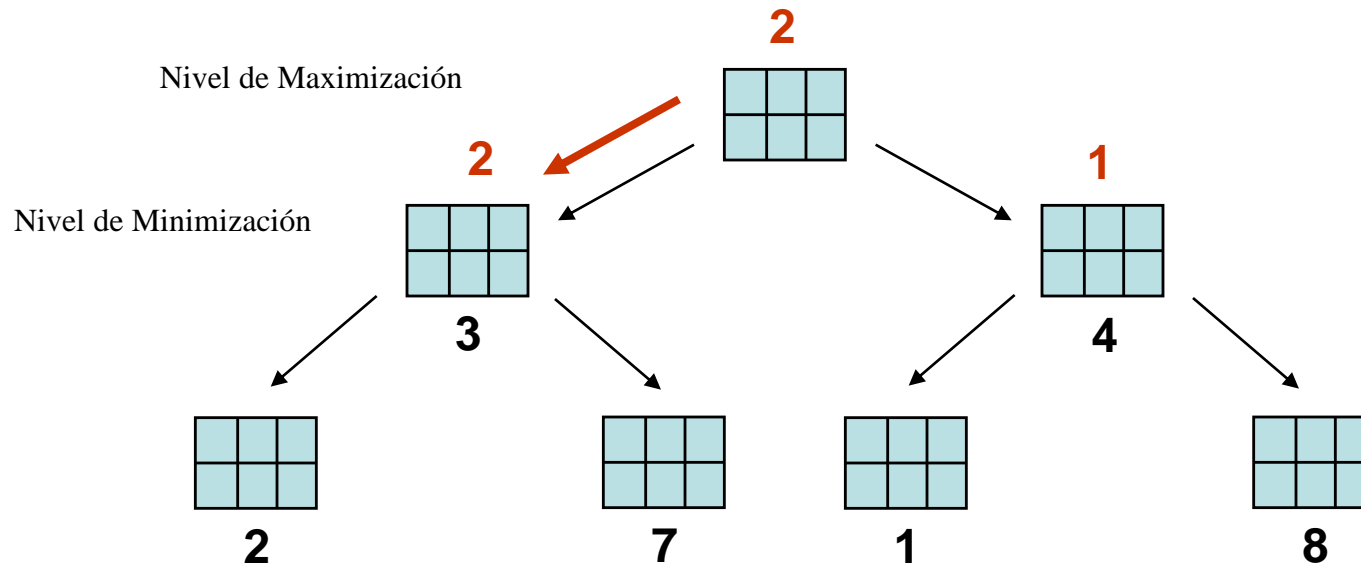
¿cómo conducir la búsqueda?

- Los métodos de búsqueda que hemos visto son en esencia procedimientos de generación y prueba.
- Para hacer más eficiente la búsqueda se necesita:
 - Mejorar el procedimiento de generación: producir sólo estados favorables (buenos movimientos).
 - Mejorar el procedimiento de prueba: lograr que se analicen primero los estados más prometedores.
- Estas dos condiciones son importantes, pues una búsqueda exhaustiva es imposible.
 - En ajedrez la ramificación es ~ 16 y la profundidad ~ 100 , lo que nos llevaría a un árbol de 10^{120} estados.

Procedimiento Minimax

- Tres ideas básicas:
 - ***Evaluación estática***: cálculo de un número que refleje la calidad del tablero (positivo indica una posición favorable, negativo una favorable al adversario).
 - ***Búsqueda hacia delante***: se deben analizar varios niveles abajo para tomar una buena decisión (en profundidad limitada).
 - ***Modelado de adversarios***: se modela el comportamiento de un jugador de maximización (la máquina) y uno de minimización (el adversario). Ambos siempre toman las mejores decisiones.

¿qué hace minimax?



- ¿qué jugada debemos seleccionar?
- ¿realmente estamos seguros que será una buena jugada?
- ¿el adversario podría quedar en una posición adecuada para hacernos daño?

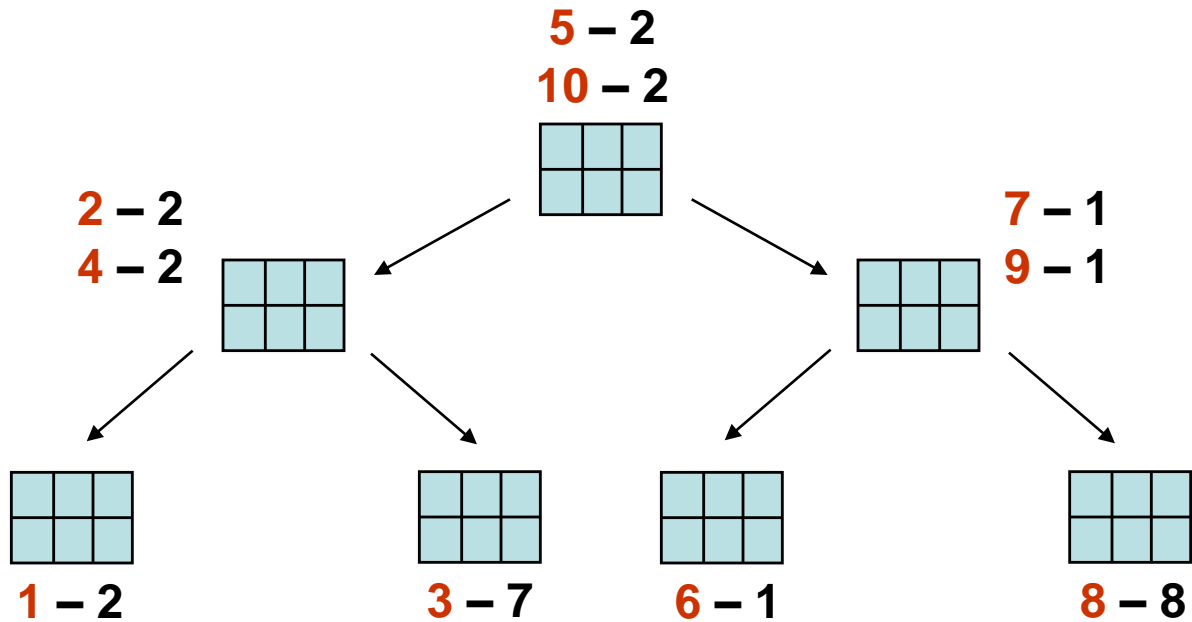
Analizando el procedimiento

- En el nivel de maximización se busca un movimiento que lleve a un número positivo grande. En el de minimización uno que lleve hacia negativos.
- Las decisiones del maximizador deben tener conocimiento de las alternativas disponibles para el minimizador del nivel inferior, y al revés.
- Cuando se alcanza el límite de exploración, el evaluador estático proporciona una base directa para la selección de alternativas.
- *Minimax propaga información de abajo hacia arriba.*

Algoritmo

- Para efectuar una búsqueda mediante MINIMAX:
 - Si el límite de búsqueda se ha alcanzado, calcular el valor estático de la posición actual. Dar a conocer el resultado.
 - De otro modo, si el nivel es de minimización, usar MINIMAX en los hijos de la posición actual y dar a conocer el menor de los resultados.
 - De lo contrario, si el nivel es de maximización, usar MINIMAX en los hijos de la posición actual y notificar el mayor de los resultados.

Orden de visitas y evaluación

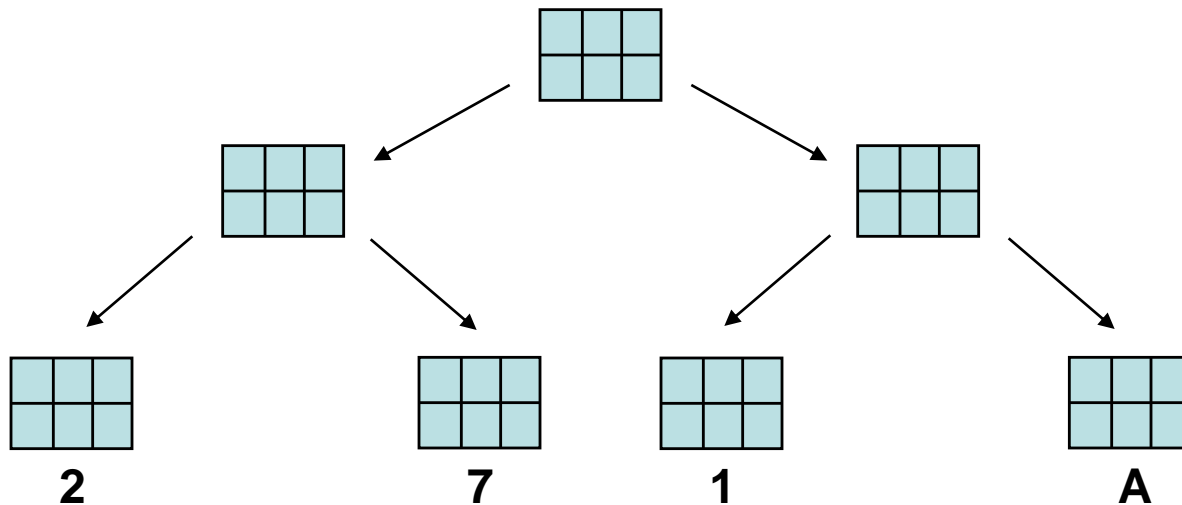


Tarea (entregar martes 24 de Octubre)

1. ¿tiene sentido continuar hasta revisar el nodo A? ¿por qué?

Para contestar analice lo que pasaría si:

- A tuviera una evaluación estática muy grande (100)
- A tuviera una evaluación estática muy pequeña (-100)



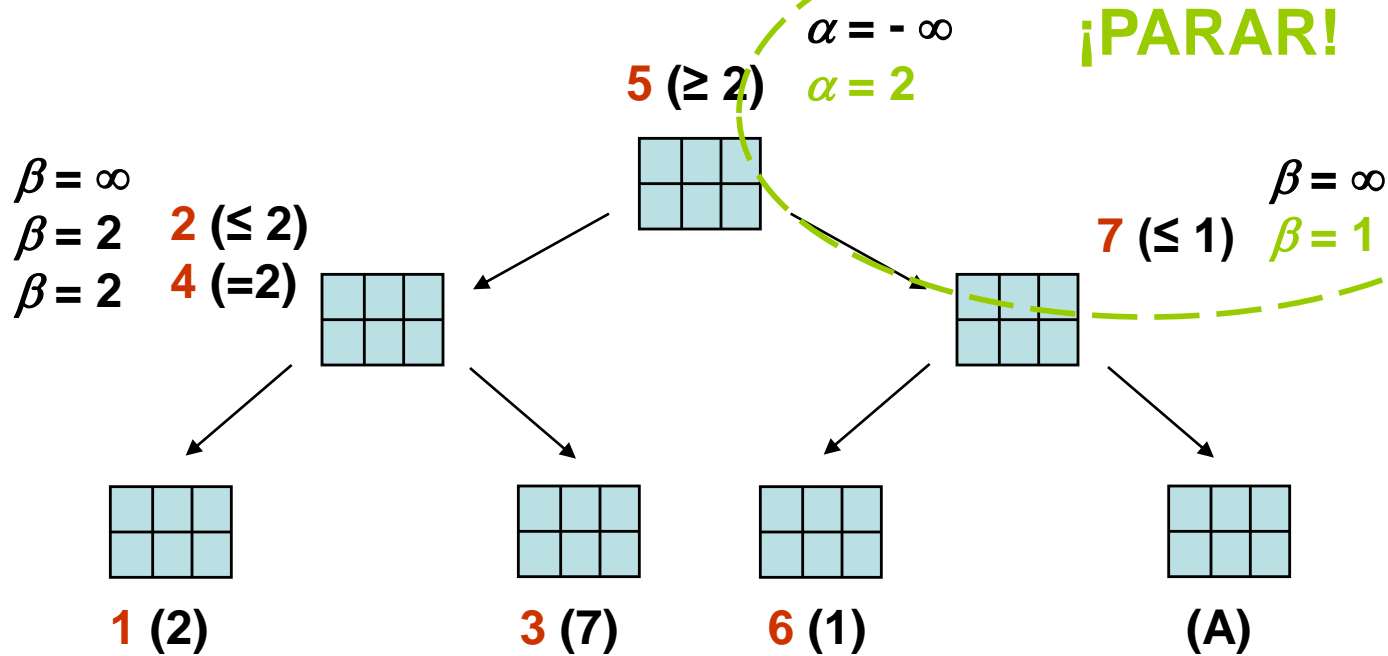
Bases del procedimiento alfa-beta

- Se basa en la observación de que NO es necesario evaluar todos los nodos hoja del árbol.
- Reduce el número de evaluaciones estáticas:
 - Similar a “ramificación y cota”, porque demuestra que una trayectorias son malas aun cuando no las sigue completamente.
- El principio alfa-beta:
 - Si tiene una idea que es indudablemente mala, no se tome el tiempo para constatar que tan mala es.

El procedimiento alfa-beta

- ¿cómo se calculan alfa y beta?
 - **Alfa** = mínimo valor al que puede aspirar un nodo del nivel de maximización (según evidencia)
 - **Beta** = máximo valor que puede ser asignado a un nodo del nivel de minimización (según evidencia)
- ¿dónde y cuándo parar la exploración?
 - Por debajo de cualquier nodo de minimización que tenga un valor de beta menor o igual que el valor alfa de cualquiera de sus nodos antecesores de maximización.
 - Por debajo de cualquier nodo de maximización que tenga su alfa sea mayor o igual que el valor de beta de cualquiera de sus nodos antecesores de minimización.

Ejemplo de procedimiento alfa-beta



Juegos con restricción en tiempo

- ¿qué puede pasar con minimax si se juega con restricción de tiempo? ¿cómo atacar esta situación?
 - Se puede buscar a una profundidad conservadora.
 - El tiempo para buscar a una profundidad fija depende de la situación (cada nodo puede tener un número diferente de hijos).
 - Esto implica conformarse con un peor análisis en la mayoría de las situaciones.
 - Una estrategia heurística para resolver este problema es la profundización progresiva.

Profundización progresiva

- Consiste en analizar cada situación a una profundidad 1, después a una profundidad 2, luego a 3, etc., hasta que el tiempo se agote.
- Se toma la decisión con base en el análisis más profundo concluido al momento.
- Esta estrategia asegura que en todas las situaciones se tenga el mejor análisis posible de acuerdo al tiempo establecido por jugada.

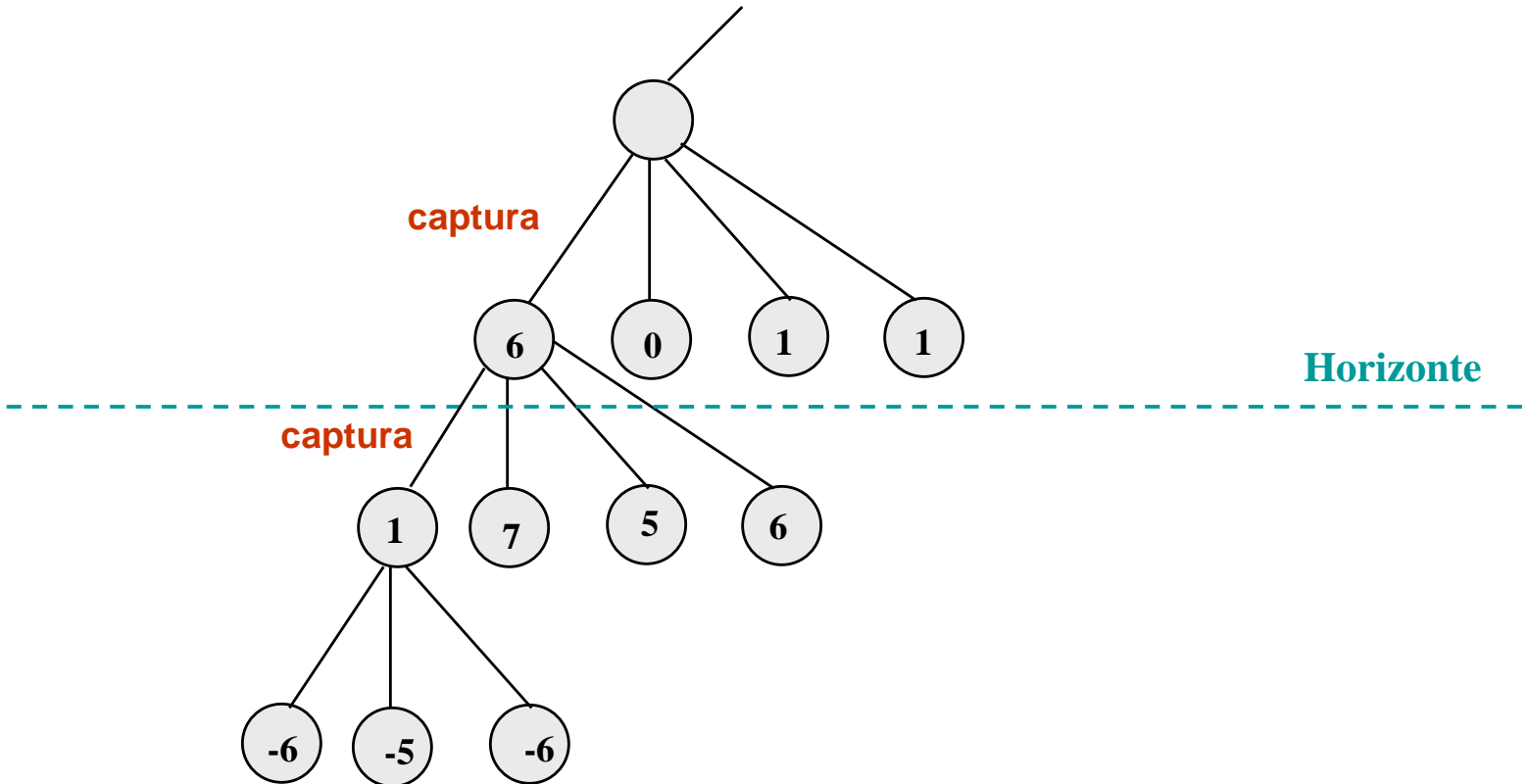
¿es viable esta estrategia?

- La evaluación estática es lo que requiere mayor tiempo.
- Las evaluaciones obtenidas con profundidad progresiva es: $b^0 + b^1 + \dots + b^{d-1} = (b^d - 1) / (b - 1)$
- La razón de nodos en el nivel base entre los nodos hasta el nivel base es: $b^d (b - 1) / b^d - 1 = b - 1$
 - Esto significa que con $b = 16$, el número de evaluaciones estáticas que hace minimax en cada nivel hasta la base es sólo la decimoquinta parte de la evaluación estática de la base.
- Buena inversión, y muy seguro para no salirse de tiempo.

Efecto horizonte

- En minimax todo se analiza a una profundidad predefinida. Entonces,
 - Sensación de euforia si el análisis se detiene justo antes de que el oponente realice una gran jugada.
 - Sensación de depresión si el análisis se detiene justo antes de que usted realice una gran jugada.
- Para evitar estas sensaciones falsas, se tiene que continuar explorando hasta que ninguna “captura” sea inminente, es decir, que no exista una jugada forzada.
 - Una jugada es forzada si su valor de evaluación estática se desvía del resto.

Ejemplo del efecto horizonte



Heurística de extensión singular

- Establece que la búsqueda debe continuar (debe expandirse) mientras que el valor estático de la jugada indique una jugada forzada.
 - Se inicia esta expansión a partir del nivel de evaluación estática predefinido.
 - La búsqueda en la rama en cuestión se detiene hasta que no exista jugada forzada. Los valores de evaluación estática se propagan hacia arriba.