La inteligencia artificial en juegos

Fundamentos de la inteligencia artificial

CONTENIDO

Objetivos

- Conocer las representaciones gráficas de la teoría de juegos.
- Distinguir la representación de la forma extensiva.
- Comprender las reflexiones sobre el teorema Minimax.
- Diferenciar el pseudocódigo de Poda Alfa-Beta.
- Identificar las ventajas y desventajas de la simulación de Montecarlo.

Introducción

La inteligencia artificial de los videojuegos siempre ha estado indisolublemente unida, ya que los desarrolladores de juegos han revolucionado los juegos al brindar experiencias realistas durante la última década.

Teoría de Juegos

"La Teoría de Juegos es una rama de la economía y la matemática que estudia la toma de decisiones en contextos estratégicos, donde el resultado de las acciones de un individuo depende de las decisiones que tomen otros. Analiza cómo los participantes (jugadores) interactúan y eligen estrategias para maximizar su utilidad o beneficio, considerando los posibles movimientos y reacciones de los demás. Aunque su origen está en la economía, sus aplicaciones se extienden a campos como la política, la biología y la inteligencia artificial". [1]

La teoría de juegos se centra en la investigación estratégica en la toma de decisiones.

Sin embargo, indica la Guía Digital PUCP [3] que Fig. 1.

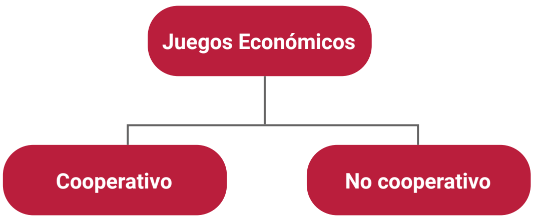


Fig. 1. Título: Juegos Económicos [3]

Ya que en un juego cooperativo permiten a los jugadores negociar dos empresas están negociando una inversión conjunta para desarrollar una nueva tecnología. Mientras que un juego no cooperativo, los contratos vinculantes no se pueden negociar ni hacer cumplir. Es decir, dos empresas competidoras consideran las posibles acciones de fijar precios individualmente. En este sentido, contratos vinculantes que les permiten desarrollar estrategias conjuntas.

Un juego consta de los siguientes elementos, es decir:

- **Jugadores**: los individuos o entidades que toman decisiones.
- **Acciones**: el conjunto de movimientos o decisiones que un jugador puede tomar.
- **Información**: lo que cada jugador sabe sobre el estado del juego y las posibles acciones de los demás.
- **Pagos (o utilidad)**: el resultado o recompensa que un jugador recibe al final del juego, que puede ser positivo (ganancia) o negativo (pérdida).
- **Equilibrio**: un estado del juego donde cada jugador ha tomado la mejor decisión posible para sí mismo, dadas las decisiones de los demás, y no tiene incentivos para cambiar de estrategia.
- **Tipos de juegos**: el documento destaca dos tipos principales basados en la capacidad de los jugadores para colaborar:
- **Juegos cooperativos**: los jugadores pueden formar alianzas y negociar acuerdos vinculantes para planificar estrategias conjuntas y maximizar su beneficio común. Por ejemplo, dos empresas que se unen para desarrollar una nueva tecnología.
- **Juegos no cooperativos**: los jugadores no pueden formar acuerdos formales. Cada uno actúa por su propio interés. Un ejemplo clásico es la competencia de precios entre dos empresas.
- **Representaciones de los juegos**: para analizar un juego, se utilizan dos formas principales de representarlo:
- **Forma normal (matricial)**: se usa una matriz para mostrar los jugadores, sus estrategias y los pagos resultantes de cada combinación de estrategias. Es muy útil para juegos donde los jugadores actúan simultáneamente o sin conocer la elección del otro.
- **Forma extensiva (árbol de decisión)**: representa el juego como un árbol donde cada nodo es un punto de decisión para un jugador. Esta forma es ideal para mostrar la secuencia de movimientos, la información que tiene cada jugador en cada turno y los resultados finales.

En particular, es el estudio de modelos matemáticos de conflicto o cooperación entre tomadores de decisiones racionales e inteligentes. Originalmente desarrollado para entender la economía como lo comento el autor anteriormente. Tomando en cuenta que esta se utiliza actualmente en muchas áreas, como la biología, la sociología, las ciencias políticas, la psicología, la filosofía y la informática. Experimenta un crecimiento considerable y fue formalizada por primera vez por el trabajo de John Von Neumann y Oskar Morgenstern antes y durante la Guerra Fría. Esto se debe principalmente a su aplicación a las estrategias militares, especialmente el concepto de extinción mutua. La teoría de juegos se ha aplicado al comportamiento animal desde la década de 1970, incluida la evolución de las especies a través de la selección natural. Después de juegos como el dilema del prisionero, donde el egoísmo generalizado perjudica a los jugadores, la teoría de juegos también ha atraído la atención de los investigadores informáticos y se utiliza en inteligencia artificial y cibernética. [2]

La teoría de juegos asume que debe haber una forma razonable de jugar o de negociar un conflicto, especialmente en muchas situaciones y motivos complicados. La anticipación mutua de las intenciones de los oponentes, es decir, en juegos como el ajedrez y el póker, crea una cadena teóricamente interminable de debates que pueden trasladarse al ámbito de la resolución de conflictos complejos. En resumen, cuando los individuos interactúan en conflicto, obtendrán resultados que dependen completamente de tales interacciones.

Las técnicas de teoría de juegos pueden ser aplicadas para resolver dos problemas claves: el diseño de un protocolo apropiado que gobernará las interacciones entre los agentes participantes y el diseño de las estrategias (modelo de decisión del agente) que utilizarán los agentes durante el proceso de negociación.

También es importante recordar que el equilibrio de Nash es un conjunto de estrategias en las que cada jugador hace lo que es mejor para él, dado lo que está haciendo su oponente. El equilibrio es estable porque los jugadores no tienen incentivos para cambiar su estrategia. Una forma de encontrar un equilibrio es que ambos jugadores elijan una estrategia dominante.

		Jugador 2	
		Estrategia A	Estrategia B
Jugador 1	Estrategia A	P_{1A} ´P_{2A}	P_{1A} ´P_{2B}
	Estrategia B	P_{1B} ´P_{2A}	P_{1B} ´P_{2B}

Fig. 1. Título: Juegos Económicos [3]

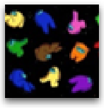
Sin embargo, este no es siempre el caso, y el equilibrio está determinado por la estrategia de un jugador, teniendo en cuenta la estrategia de dominio de los competidores. Por otro lado, no siempre es posible obtener ganancias del juego, por lo que se utilizan estrategias para maximizar la ganancia mínima alcanzable. Esto se llama la estrategia maximin (este punto se explica más adelante). Fig. 2.

Tomando en cuenta que la teoría de juegos está comenzando a jugar un papel importante en la lógica y la informática. Muchas teorías lógicas se basan en la semántica del juego. Además, los informáticos utilizaron juegos para modelar programas interactivos. En las representaciones gráficas de la teoría de juegos, las matrices, la cual también es conocida como formas normales y los árboles de decisión se utilizan a menudo como herramientas para comprender mejor las inferencias que conducen a un punto u otro. Además, los juegos se pueden resolver matemáticamente, pero generalmente requieren suficiente desafío para profundizar.

A continuación, Wikipedia [2] indica que entre la representación de los juegos están: Fig. 3.

Dilema del prisionero

- Es el ejemplo más típico de teoría de juegos
- Es un problema fundamental que demuestra que dos personas no pueden trabajar juntas, aunque sea en contra de los intereses de ambas



Forma normal de un juego

- Es una forma de describir un juego
- No son grafos, sino matrices
- Muestra los jugadores, las estrategias y las recompensas

Forma extensiva de un juego

- Los juegos se presentan como árboles
- Cada vértice o nodo representa un punto donde el jugador toma decisiones

Fig. 3. Representación de los juegos

- **Dilema del prisionero**

  El enunciado clásico del dilema del prisionero es:

  "La policía arresta a dos sospechosos. No hay pruebas suficientes para condenarlos y, tras haberlos separado, los visita a cada uno y les ofrece el mismo trato. Si uno confiesa y su cómplice no, el cómplice será condenado a la pena total, diez años, y el primero será liberado. Si uno calla y el cómplice confiesa, el primero recibirá esa pena y será el cómplice quien salga libre. Si ambos confiesan, ambos serán condenados a seis años. Si ambos lo niegan, todo lo que podrán hacer será encerrarlos durante un año por un cargo menor." [4]

  Esto se resume como: Fig. 4.

Fig 4. Título: Dilema del prisionero

Suponiendo que somos uno de los dos prisioneros, no sabemos qué hará el otro, por lo que está relacionado con lo que está haciendo para minimizar los años esperados de encarcelamiento en cualquier situación.

La teoría de juegos nos brinda diferentes estrategias para abordar este problema. Por ejemplo, el equilibrio de Nash sugiere que ambos prisioneros traicionan al otro.

El mejor escenario es denunciar al otro. Si la otra persona nos traiciona, estaremos 6 años en lugar de 10 años, y si no nos traiciona, estaremos 1 año en lugar de 2 años. El otro prisionero es tan inteligente como nosotros, por lo que probablemente que tomará la misma decisión. Al final, ambos prisioneros pierden 6 años de su vida en la cárcel, pero si trabajaran juntos solo tendrían dos años de prisión. La situación alcanzada es el equilibrio de Nash, ya que ambas partes no pueden cambiar sin desmejorar su situación. Es decir, no hay mejor situación para las partes.

- **Forma normal de un juego**

  Es muy útil para identificar estrategias estrictamente dominantes y el equilibrio de Nash. Por otro lado, en comparación con el formulario detallado o la forma extensiva de un juego, se pierde algo de información porque contiene todas las estrategias y recompensas para cada jugador. Tomando en cuenta que hay dos tipos de jugadores. "Uno selecciona la fila y el otro selecciona la columna. Cada jugador tiene dos estrategias dadas por el número de filas y el número de columnas. La recompensa se especifica para ello. El primer número es la recompensa otorgada al jugador de la fila y el segundo número es la recompensa otorgada al jugador de la columna. Si el Jugador 1 está de acuerdo y el Jugador 2 permanece, las recompensas serán 4 y 3, respectivamente.

  Cuando el juego se presenta en su forma normal, se considera que todos los jugadores están actuando al mismo tiempo, o al menos no son conscientes de las elecciones de los demás. Si un jugador tiene información sobre las decisiones de otros jugadores, el juego generalmente se presenta en un formato detallado o la forma extensiva." [2]

Torrens [5] indica que un juego de forma normal o estrategia consta de:

- Conjunto finito N, es decir el conjunto de jugadores
- Un conjunto no vacío A_i para cada jugador $i \in N$, es decir, conjunto de estrategias disponibles para el jugador i
- Relación de preferencia $i \in N$ para todos los jugadores ≥i está definido por $A = X_{j \in N} A_j$.

Prácticamente las relaciones de preferencia generalmente se pueden expresar como una función de utilidad, es decir la función de pago. uj:A → R. Tomando en cuenta que el juego de la forma normal se p u e d e describir como: $\{N,(A_i),(u_i)\}$ al contrario $\{N,(A_i),(\geq_i)\}$. También se puede introducir una serie de resultados o consecuencia C y la función g: A → C donde asigna el resultado a cada perfil de estrategia. En este caso, debe definir la prioridad sobre C de la siguiente manera: $a \geq_i b \Leftrightarrow g(a) \geq_i g(b)$.

Wikipedia [6] indica que la forma normal o canónica se usa para describir un juego con un número finito de movimientos, jugadores y estrategias. Tomando en cuenta que se deben cumplir los siguientes requisitos para que el juego se muestre correctamente en forma normal, sin embargo:

Hay un conjunto finito de jugadores P = {1, 2,..., *m*}

Cada jugador *k* de *P* tiene un número finito de estrategias puras.

$$S_k = \{S_{k,1}, S_{k,2}, \dots, S_{k,m_k}\}$$

Sea el producto cartesiano:

$$S = S_1 * S_2 * \cdots * S_m$$

Un perfil de estrategia pura m-tupla es la asociación de estrategias con jugadores.

$$\underset{s}{\rightarrow} = (S_1, S_2, \dots, S_m) \in S$$

Una función de *pagos* es una función *F*

$$F: S \rightarrow \mathbb{R}$$

La interpretación es el premio que recibe cada jugador al final del juego. Por lo tanto, para especificar completamente el juego, debe especificar una función de recompensa para cada jugador en el grupo de jugadores P = {1,2, ..., m}. El juego es una función.

Finalmente, deje que la función sea:

F: S→ $\mathbb{R}^m$ *de manera que*:

F = $(F_1, F_2, \dots, F_m)$ Donde k indica la función de pago del jugador F_k

Partiendo de lo indicado anteriormente la forma normal de un juego para un conjunto es los datos de la tupla (2m + 1)

$$(P,\ S_1,S_2,\ldots,S_m,\ F_1,F_2,\ \ldots,F_m)\ \text{o}\ (P,\ S,\ F)$$

Tomando en cuenta que la definición anterior también se aplica a los juegos con un número infinito de jugadores y estrategias posibles. Sin embargo, estudiarlos requiere herramientas de análisis funcional que no son necesarias en la teoría de juegos finitos.

A continuación, se presenta un ejemplo facilitado por Wikipedia [7], donde la siguiente matriz es la representación formal de un juego en el que los jugadores se mueven al mismo tiempo o al menos sin darse cuenta de los movimientos de otros jugadores y reciben el pago especificado por la combinación que juegan. Es decir, si el jugador 1 prefiere elegir arriba y el jugador 2 prefiere elegir izquierda, el jugador 1 obtiene 4 y el jugador 2 obtiene 3. En cada celda, el primer número representa el pago del jugador de la fila, es decir, el jugador 1 en este caso y el segundo número representa la columna, es decir, la recompensa del jugador, en este caso será el jugador 2. Tabla I.

TABLA 1

JUEGO EN FORMA NORMAL [2]

	El jugador 2 elige izquierda	El jugador 2 elige derecha
El jugador 1 elige arriba	4,3	-1,-1
El jugador 1 elige abajo	0,0	3,4

Forma extensiva de un juego

“Es una especificación de juego que puede expresar explícitamente muchos aspectos importantes, tales como: El orden de los posibles movimientos de los jugadores, las decisiones tomadas en cada punto de decisión, la información, posiblemente incompleta, ya que cada jugador tiene del oponente al tomar la decisión y la victoria en todos los resultados posibles del juego. Los juegos más grandes también pueden presentar información incompleta sobre eventos aleatorios modelados como movimientos naturales.” [8]

Los juegos con una amplia gama de formas también pueden modelar juegos de movimiento simultáneo. En tales casos, se dibujará una línea de puntos o un círculo alrededor de los dos vértices diferentes para representarlos como parte del mismo conjunto de información, por ejemplo, si no sabe dónde está el jugador. La forma habitual ignora cómo se calcula la estrategia, es decir, cómo se juega realmente el juego, por lo que proporciona a los matemáticos una notación simple para estudiar problemas de equilibrio. Una notación conveniente para abordar estas preguntas más relevantes para la teoría de juegos combinatorios es la forma más amplia del juego. Fig. 5.

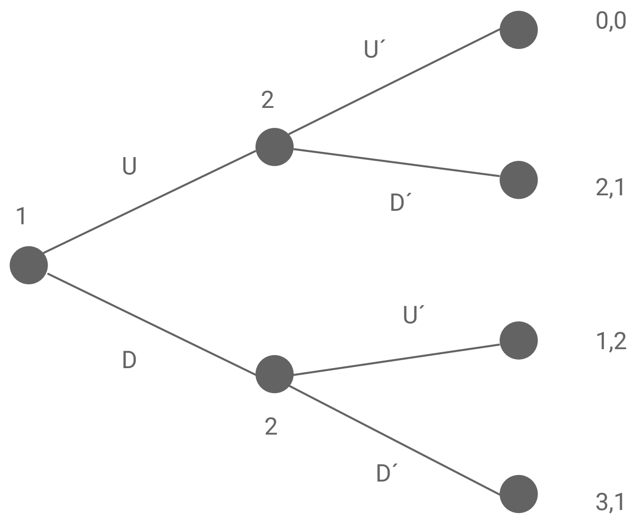


Fig. 5. Título: Un juego representado en forma extensiva [8]

Generalmente un juego representado en forma extensiva de n-jugadores consiste simplemente en un conjunto finito de n-jugadores racionales, un árbol con raíz, simplemente llamado el árbol de juego, donde cada terminal, es decir, las hoja o nodo del árbol de juego tiene una n-tupla de pagos, tomando en cuenta que hay una ganancia para cada jugador al final de cada juego posible. Una partición de los nodos no terminales del árbol de juego en n+1 subconjuntos, uno para cada jugador racional, y con un subconjunto especial para un jugador ficticio llamado chance o la naturaleza. Asimismo, cada jugador del subconjunto de nodos que se conoce como los nodos del jugador. n juego de información completa tiene un conjunto vacío de nodos de azar. Por lo tanto, cada nodo aleatorio de un jugador tiene una distribución de probabilidad sobre los resultados salientes, sin embargo:

De igual manera una completa representación en la forma extensiva debe especificar lo siguiente: Fig. 6.

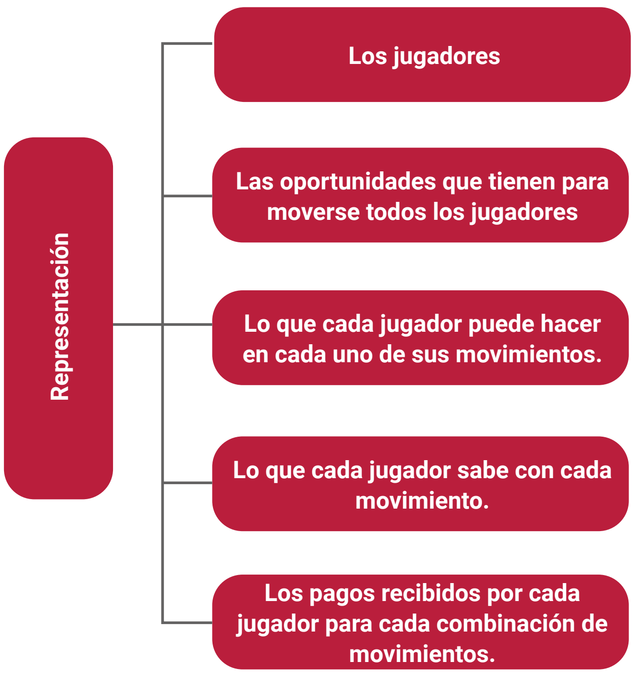


Fig. 6. Representación de la forma extensiva.

De igual manera, Huppes [1] indica que hay dos inconvenientes en el uso de este enfoque.

- Las estrategias que teóricamente producen buenos resultados suelen ser difíciles de calcular y no se pueden aplicar al desarrollo de agentes específicos.
- La teoría asume que el espacio resultante es completamente conocido. Por lo general, este no es el caso en escenarios realistas, ya que se puede recopilar mucha información durante el proceso de negociación.

Minimax y Poda Alfa-Beta

"Es un algoritmo determinista recursivo para minimizar la pérdida máxima aplicada en un juego con un oponente e información perfecta y completa." [9]

En pocas palabras, el algoritmo minimax consiste en elegir el mejor movimiento para tu computadora u ordenador, solo si tu oponente elige opción que podría hacerle daño a la vida de tu jugador. Para seleccionar la mejor opción, este algoritmo ejecuta el árbol de búsqueda con cada movimiento posible y recorre todo el árbol de soluciones del juego desde un estado particular, según el cuadro ya llenado. Por lo tanto, el minimax se ejecutará cada vez que la inteligencia artificial necesite moverse.

Según Wikipedia [10] indica que John Von Neumann fue el creador del teorema Minimax y dio las siguientes reflexiones sobre lo que es un juego.

Un juego es una situación conflictiva en la que uno debe tomar una decisión sabiendo que los demás también toman decisiones, y que el resultado del conflicto se determina, de algún modo, a partir de todas las decisiones realizadas.

Por otro lado, también confirmó que:

Siempre existe una forma racional de actuar en juegos de dos participantes, si los intereses que los gobiernan son completamente opuestos.

La prueba de esta afirmación se llama teoría minimax y apareció en 1928. Este teorema muestra que en un juego de dos jugadores de suma cero donde cada jugador conoce la estrategia del oponente y sus consecuencias de antemano, existe una estrategia que permite a ambos jugadores minimizar la pérdida máxima esperada. En particular, al considerar posibles estrategias, el jugador debe considerar todas las posibles reacciones del jugador oponente y la máxima pérdida posible. Segundo, los jugadores están jugando con estrategias que minimizan las pérdidas máximas. Se dice que tal estrategia es óptima para ambos jugadores solo si los valores mininos y máximo son iguales en valor absoluto y opuestos en signo. Si el valor común es cero, el juego no tiene sentido.

Los juegos que no sean Zero Sum tienen una estrategia minimax y una estrategia maximin. Al principio, se trata de minimizar las ganancias de nuestros rivales. En otras palabras, intenta que sus rivales logren los peores resultados. El segundo trata de maximizar sus propias ganancias. En otras palabras, busque al jugador que logró los mejores resultados.

En la siguiente Fig. 7 se muestra el funcionamiento de este algoritmo, donde los círculos representan los movimientos del jugador que ejecuta el algoritmo donde maximiza al jugador, y los cuadrados representan los movimientos del oponente donde minimiza al jugador. Los valores dentro del círculo y el cuadrado representan el valor α del algoritmo minimax. La flecha roja representa el movimiento seleccionado, el número de la izquierda representa la profundidad del árbol y la flecha azul representa el movimiento seleccionado.

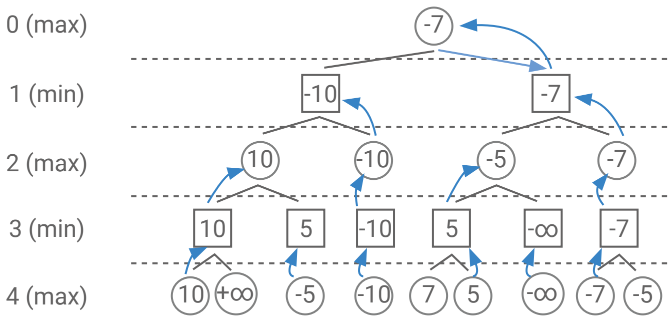


Fig. 7. Título: Algoritmo Minimax [10]

Sin embargo, Takeyas [9] indica que el algoritmo minimax, es el espacio de búsqueda y lo definiremos de la siguiente manera:

- Estado Inicial: es la configuración inicial del juego, es decir, el estado del juego.
- Operador: corresponden a movimientos legales que se pueden realizar en el juego, en caso de tres seguidas no se puede seleccionar una ficha previamente seleccionada
- Condición de finalización: determina cuándo termina el juego. Es decir, el juego termina cuando el jugador marca tres fichas iguales en una fila, horizontal, vertical o diagonal o simplemente cuando se seleccionan todas las fichas (empate).
- Función de utilidad: proporciona un valor numérico para la configuración final del juego. En un juego donde se puede ganar, perder o empatar como se comentó en el punto anterior (condición de finalización), los valores posibles son 1, 0 o -1.

- Implementación de Minimax: Los próximos pasos de Minimax pueden variar, pero es importante tener una idea clara de cómo funciona, los pasos a seguir son:
  - Primero, el algoritmo genera un árbol de solución completo a partir de un nodo dado.
  - Para cada nodo final encontramos su función de utilidad.
  - El algoritmo Minimax en recorrido inverso dirá que la llamada recursiva superior es el mejor nodo hoja logrado hasta ahora. Cada llamada recursiva tiene que saber de quién es el turno para analizar si la jugada realizada es de la inteligencia artificial o de otro jugador, porque cuando es el turno de la inteligencia artificial nos importa el resultado MÁXIMO y cuando es del competidor opuesto, el resultado es MÍNIMO.
  - Finalmente, el algoritmo devolverá el movimiento que tiene que hacer la máquina para maximizar sus habilidades y bloquear las habilidades del oponente.

Poda Alfa-Beta

En inteligencia artificial y teoría de juegos, la poda alfa-beta es un algoritmo o técnica mejorada, que consiste en reducir el número de nodos evaluados por el algoritmo minimax. El punto atractivo es que es posible calcular la decisión correcta mínima sin tener en cuenta todos los nodos del árbol del juego. La poda alfa-beta se puede aplicar a árboles de cualquier profundidad y también a árboles enteros, teniendo en cuenta que se utiliza en programas informáticos que juegan juegos de 2 jugadores, como el ajedrez o las damas, entre otros. [11]

El algoritmo mantiene dos valores, alfa y beta, que representan la puntuación mínima garantizada para el maximizador y la puntuación máxima garantizada para el minimizador, respectivamente. Inicialmente, alfa es infinito negativo y beta es infinitamente positivo, lo que significa que ambos jugadores comienzan con su peor puntaje posible. Siempre que la puntuación máxima garantizada para el jugador que minimiza, es decir, el jugador beta, sea inferior a la puntuación mínima garantizada para el maximizador, es decir, el jugador alfa.

Sin embargo, Takeyas [11] nos facilita la característica de esta técnica

- Ignora la expansión de nodos, que, por sus méritos, no pueden ser los mejores o peores.
- Alfa-Beta aprueba una búsqueda profundidad.
- Si el valor alfa MAX del nodo es menor que el valor más alto hasta el momento, por lo tanto, hay que ignorar dicho nodo.
- Si el valor del nodo beta MIN es mayor que el nodo más bajo hasta el momento, se debe omitir el nodo.
- Impide la búsqueda en cierto nivel y emplea evaluaciones heurísticas a las hojas de profundidad limitada

Presentamos un ejemplo, facilitado por Wikipedia [11] donde la aplicación del algoritmo al árbol se muestra en la siguiente figura. En el cual, los nodos que se truncan durante la aplicación del algoritmo aparecen atenuados. Fig. 8.

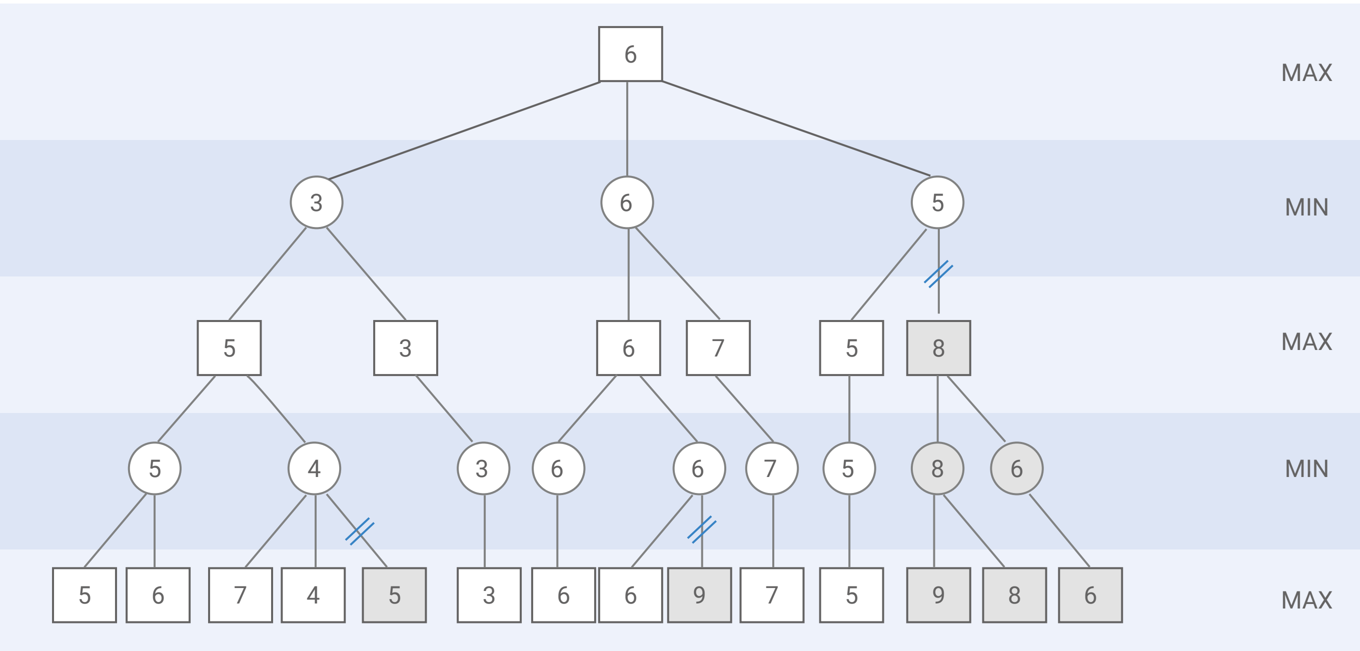


Fig. 8. Título: Poda Alfa-Beta [11]

Principalmente se realiza un recorrido en profundidad. El padre de los nodos hoja más a la izquierda, marcados 5 y 6 correspondientemente, debe elegir el valor β ya que es el nivel MIN, donde debe elegir el valor más pequeño entre dichos nodos, es decir, el 5, seguidamente se ampliará el resto de los herederos de los padres. En este caso, se amplía la ruta al nodo hoja 7 y, para buscar un valor más bajo de β, el nodo está marcado como 4. En este punto, el valor temporal de β en este nivel es 4 es decir el valor mínimo entre 7 y 4. Esto implica que en este punto en el nivel superior, el nodo padre, que previamente se marca como β con 5 y este β temporal con 4, debe decidir el mejor valor, (el valor más alto en el nivel MAX), si queremos siga expandiendo el nodo secundario MIN de 7 y 4, solo podemos obtener valores inferiores a 4, lo que aún implica la selección del movimiento izquierdo en MAX, por lo que podemos truncar los elementos secundarios restantes, como se muestra en la.

Tomando en cuenta que el siguiente desarrollo del árbol se continuará utilizando los criterios antes mencionados.

Pseudocódigo

Como se ha comentado en el transcurso del desarrollo de este punto (Poda Alfa-Beta) la búsqueda Minimax es primero en profundidad, por lo que solo se deben considerar los nodos a lo largo de la ruta en el árbol en cualquier momento.

Función alfa-beta (origen, profundidad, -infinito, +infinito, jugador_deseado)

```
Si nodo es un nodo terminal o profundidad = 0
    devolver el valor heurístico del nodo
si jugador1
    para cada hijo de nodo
        α := max(α, alfa-beta(hijo, profundidad-1, α, β,
          jugador2))
        si β≤α
            romper (* poda β *)
    devolver α
si no
    para cada hijo de nodo
        β := min(β, alfa-beta(hijo, profundidad-1, α, β,
          jugador1))
        si β≤α
            romper (* poda α *)
    devolver β
```

Simulación de Montecarlo

“La simulación de Montecarlo es un método enfocado en la resolución de problemas de carácter matemático a través de un modelo estadístico que consiste en generar posibles escenarios resultantes de una serie de datos iniciales.” [13]

La simulación puede resolver problemas muy simples a muy complejos. Algunos problemas se pueden resolver con lápiz y papel. Sin embargo, en la mayoría de los casos se necesitará usar un programa como Excel, R Studio o Matlab. Sin estos programas, llevaría mucho tiempo resolver un problema en particular, ya que la clave para realizar una simulación implica repetir o replicar las características y el comportamiento de un sistema real. Por tanto, el objetivo principal de este método es intentar imitar el comportamiento de las variables reales y de ser posible, analizar o predecir su evolución. Tomando en cuenta que “este método se puede aplicar a cualquier tipo de problema, ya sea aleatorio o determinista. A diferencia de los métodos numéricos que se basan en evaluaciones en N puntos en un espacio M-dimensional para producir una solución aproximada, el método de Montecarlo tiene un error absoluto de la estimación que decrece como $\frac{1}{\sqrt{N}}$ en virtud del teorema del límite central.” [14]

Comúnmente, se puede destacar los principales usoprincipales usos que les dan los profesionales a las simulaciones de Montecarlo, tomando en cuenta que es más utilizado en la inversión, aunque muchas empresas incluso le han entregado rendimiento a esta simulación:

- Al momento de emprender grandes proyectos de empresas, permite crear diferentes escenarios que se pueden presentar dependiendo del costo y duración del proyecto.
- Crear y estudiar el comportamiento de opciones financieras o carteras de inversionistas.
- Muchas veces también se utiliza para gestionar el riesgo de inversión.

Especialmente a la hora de invertir, se convierte en un método muy útil porque este accede a evaluar e interpretar una gran cantidad de posibles escenarios futuros. Es prácticamente imposible predecir con precisión cualquier movimiento en el mercado de valores, pero si usamos simulaciones de Montecarlo, podemos obtener una estimación aproximada del comportamiento de los activos financieros en el futuro en diferentes situaciones, creando una variedad de escenarios que podemos evaluar y estudiar.

Sin embargo, la Guía Digital SDELSOL [13] nos facilita las ventajas y desventajas de capturar posibles escenarios futuros para cada actividad, utilizando simulaciones de Montecarlo

Ventajas

- Puede analizar el riesgo de inversión cuando obtiene la probabilidad aproximada de éxito y fracaso.
- Crea múltiples posibilidades para escenarios futuros, ayudando a comprender lo que sucederá y proporcionará una estimación del rendimiento de su proyecto o inversión.
- Cuando se usa en un sistema comercial, este ayuda a garantizar que el sistema sea útil o inútil.

Desventajas

- Las simulaciones de Montecarlo no son útiles en el momento en que las relaciones entre variables puedan cambiar el resultado final de un proyecto o inversión porque no consideran las dependencias entre los datos.
- Si el sistema funciona con datos que no han sido actualizados en relación con la situación actual, las conclusiones que saquemos pueden ser incorrectas.
- No es conveniente aplicarlo a una muestra no representativa, ya que el resultado final no es fiable como la muestra original.

A continuación, para entender mejor lo explicado anteriormente se presentapresentamos un ejemplo López [15] relacionado con la simulación Montecarlo. , facilitado por

Se desea contratar un gerente para manejar las transacciones en la bolsa de valores, dicho gerente está orgullosos de haber obtenido una ganancia del 50 % en su cuenta de acciones de $ 20.000 durante el último año. Para asegurarnos de que lo que dices es cierto, te pedimos tus logros verificados o su track record auditado. Es decir, un registro de todas las operaciones verificadas por el auditor, todo esto para evitar cuentas fraudulentas y falsas. El gerente nos proporciona todos los documentos y evaluamos la cuenta de resultados. Supongamos que se dispone de $ 20.000.

Tomando en cuenta que introducimos las variables correspondientes en nuestro programa para la verificación de los datos de dicho gerente y extraemos el siguiente gráfico:

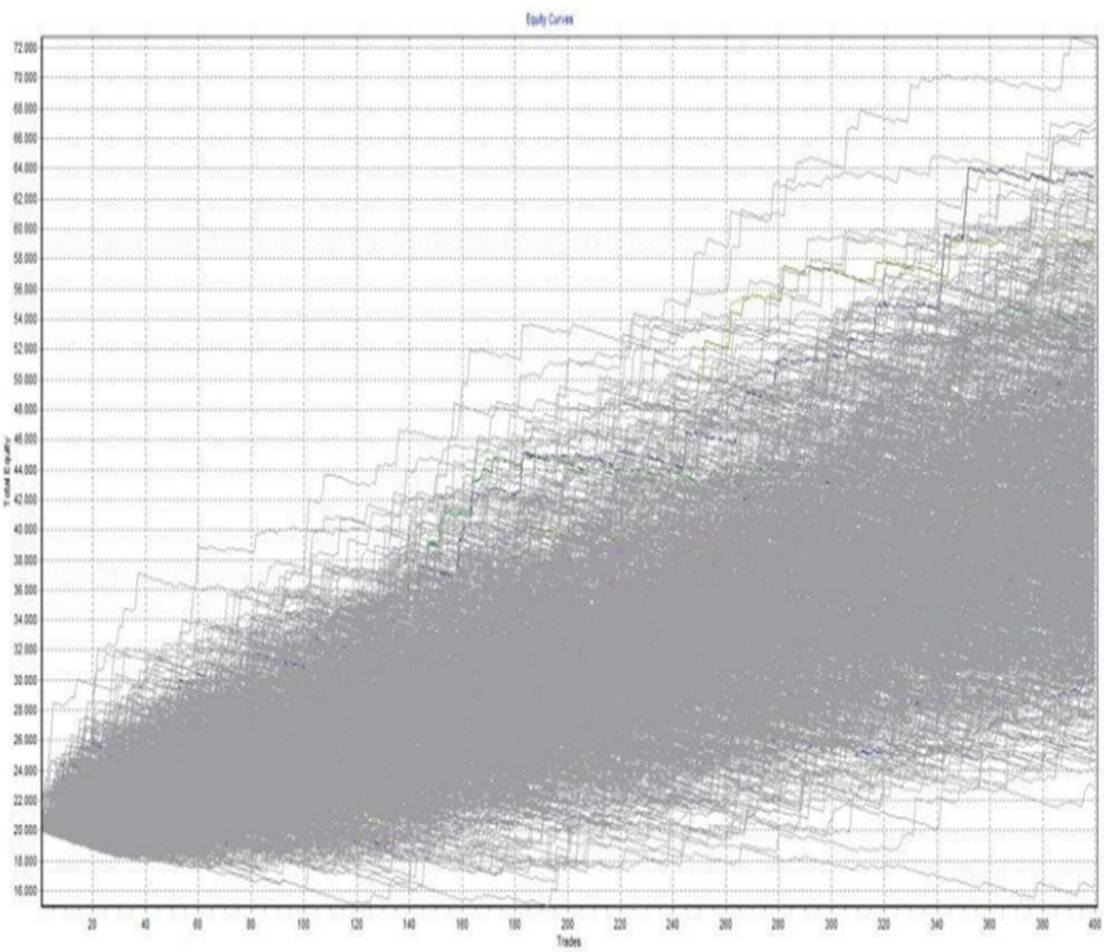


Fig. 9. Título: gráfico de Simulación Montecarlo [15]

Y de esta manera realizamos 10.000 simulaciones utilizando los resultados del gerente que queríamos contratar. Además, los resultados fueron extrapolados en 4 años. Esto significa 10.000 escenarios diferentes para estos resultados en 4 años. En la mayoría de los escenarios, se logran rendimientos positivos, pero las posibilidades de perder dinero son pequeñas. Las simulaciones de Montecarlo ofrecen una miríada de posibles combinaciones para evaluar escenarios aparentemente desapercibidos.

Resumen

La teoría de juegos se centra en la investigación estratégica en la toma de decisiones, tomando en cuenta que esta se utiliza actualmente en muchas áreas, como la biología, la sociología, las ciencias políticas, la psicología, la filosofía y la informática.

La teoría de juegos asume que debe haber una forma razonable de jugar o de negociar un conflicto, especialmente en muchas situaciones y motivos complicados. La anticipación mutua de las intenciones de los oponentes, es decir, en juegos como el ajedrez y el póker, crea una cadena teóricamente interminable de debates que pueden trasladarse al ámbito de la resolución de conflictos complejos.

Por otro lado, el algoritmo minimax consiste en un juego de dos jugadores de suma cero donde cada jugador conoce la estrategia del oponente y sus consecuencias de antemano, existe una estrategia que permite a ambos jugadores minimizar la pérdida máxima esperada. Asimismo, en inteligencia artificial y teoría de juegos, la poda alfa-beta es un algoritmo o técnica mejorada, que consiste en reducir el número de nodos evaluados por el algoritmo minimax.

Bibliografía

[1] J. Huppes, "Teoría de juegos en Inteligencia Artificial", 2021, [En línea] Disponible en: https://www.studocu.com/co/about-us

[2] Wikipedia, enciclopedia libre, "Teoría de juegos", 2022, [En línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_juegos

[3] Guía Digital PUCP, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021, "Teoría de Juegos", [En línea] Disponible en: http://blog.pucp.edu.pe/blog/gestion360/2021/05/17/teoria-de-juegos/

[4] Wikipedia, enciclopedia libre, "Dilema del prisionero", 2022, [En línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Dilema_del_prisionero

[5] Soto, A., & Valente, M. R. (2005). Teoría de los juegos: Vigencia y limitaciones. Revista de Ciencias Sociales. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182005000300008

[6] Wikipedia, enciclopedia libre, "Juego en forma normal", 2019, [En línea] Disponible en: https://es.frwiki.wiki/wiki/Jeu_sous_forme_normale#Jeu_sous_forme_normale

[7] Wikipedia, enciclopedia libre, "Forma normal de un juego", 2022, [En línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Forma_normal_de_un_juego

[8] Wikipedia, enciclopedia libre, "Juegos en forma extensiva", 2022, [En línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Juegos_en_forma_extensiva

[9] B. L. Takeyas, "Algoritmo Minimax", 2005, [En línea] Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/29/29_2436.pdf

[10] Wikipedia, enciclopedia libre, "Minimax", 2019, [En línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Minimax

[11] Wikipedia, enciclopedia libre, "Poda alfa-beta", 2020, [En línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Poda_alfa-beta