APUNTES TEMA 4

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Hasta ahora, hemos hablado solo de agentes reactivos o deliberativos, donde el espacio de búsqueda se genera a partir de solo sus propias acciones. Por cada estado, el agente decide que decisión tomar y una vez estamos en el nuevo estado, se vuelve a decidir.

Si tenemos **más de un agente,** cualquier agente necesita considerar las acciones de otros agentes y cómo afectan a su propio estado. El entorno puede ser **cooperativo,** donde varios agentes trabajan para alcanzar un objetivo común, o **competitivo,** donde los objetivos de cada agente están en conflicto.

Lo que nos atañe en este tema es la **búsqueda con adversario,** que son problemas en entornos multiagente competitivos y que en adelante se llamarán juegos.

## Juegos

Un juego es cualquier situación de decisión, caracterizada por poseer una interdependencia estratégica, gobernada por un conjunto de reglas y con un resultado bien definido. A cada jugador del juego, como cosa lógica, le interesa obtener el mayor beneficio para sus intereses.

La solución de un juego permite indicar a cada jugador qué resultado puede esperar y cómo alcanzarlo.

Estas situaciones se estudian y resuelven utilizando la **Teoría de Juegos,** inventada como tal por John von Neumann y por Oskar Morgenstern en 1944.

### Juegos bipersonales con información imperfecta

#### El dilema del prisionero

Dos individuos son detenidos por la policía debido a que cometieron cierto delito. Ambos son encerrados en celdas diferentes y son interrogados de forma individual. Ambos tienen dos alternativas: no confesar o delatar al compañero. Saben que, si ninguno confiesa, ambos irán a la cárcel por 2 años, pero si uno delata a su compañero y el otro no, entonces al que confiesa le absuelven y al otro le encierran por 10 años. Si ambos confesasen, entonces la pena se repartiría y ambos irían a prisión por 5 años.

Gráfico

Descripción generada automáticamente

Gráfico

Descripción generada automáticamente

### Juegos bipersonales con información perfecta

#### El juego de los palillos

Inicialmente, hay n palillos sobre la mesa, y dos jugadores A y B. El jugador A comienza el juego quitando 1, 2 ó 3 palillos. Le sigue el jugador B, que también podrá quitar 1, 2 ó 3 palillos. El turno vuelve al jugador A, y estas acciones se repiten hasta que quede un único palillo en la mesa. Aquel que quite este último palillo pierde el juego. ¿Cómo debería jugar A para maximizar su beneficio?

Los **juegos de suma nula (zero-sum games),** son aquellos donde en la situación final el beneficio de un jugador es total y la pérdida del oponente también, o hay empate.

A partir de ahora, nos centraremos en **juegos determinísticos, bipersonales, por turnos, de suma nula y con información perfecta.**

### Juegos como problema de búsqueda

* **Estado inicial:** donde se representa la posición inicial del tablero y se identifica al jugador que se mueve.
* **Acciones:** repertorio de movimientos legales en un estado.
* **Función sucesor:** devuelve una lista de pares (movimiento, estado), cada una indicando un movimiento legal y el estado resultante.
* **Test terminal:** función que evalúa estados y determina cuándo un juego ha finalizado. Los estados donde el juego finaliza se llaman estados terminales.
* **Función de valoración:** devuelve un valor numérico para estados terminales.

### Árboles de exploración de juegos

Un árbol del juego es una representación teórica de todas las formas de jugar a un juego. Está formado por el estado inicial más todos los movimientos legales. Los **nodos** son los estados y los **arcos** son movimientos.

¿Cómo podemos establecer un algoritmo para saber si un jugador podrá o no ganar un juego a partir de una situación inicial dada? La idea básica es explorar suficientes nodos para poder llegar a una decisión aceptable.

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamenteEste sería un ejemplo de árbol de juego para **El dilema del prisionero.**

### Encontrar una solución a un juego

No buscamos un camino, buscamos una estrategia contingente.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

En un problema de búsqueda normal, la solución es una secuencia de movimientos que llevan a un estado objetivo. Aquí, debemos tener en cuenta los movimientos del oponente.

Diagrama

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Gráfico, Gráfico radial

Descripción generada automáticamente

**Resolver un juego** significa encontrar una valoración para el nodo inicial y determinar si hay una estrategia ganadora para MAX o para MIN, o para ninguno de los dos (hay empate).

### Algoritmo STATUS

* Si J es un nodo MAX no terminal, entonces STATUS(J) =
  + V si alguno de los sucesores de J tiene STATUS V.
  + D si todos los sucesores de J tienen STATUS D.
  + E en otro caso.
* Si J es un nodo MIN no terminal, entonces STATUS(J) =
  + V si todos los sucesores de J tienen STATUS V.
  + D si alguno de los sucesores de J tiene STATUS D.
  + E en otro caso.

Un dibujo de un mapa

Descripción generada automáticamente con confianza baja

### Minimax

#### La regla minimax

* El valor V(J) de un nodo J de la frontera de búsqueda es igual al de su evaluación estática. En otro caso:
  + Si J es un nodo MAX, entonces su valor V(J) es igual al máximo de los calores de sus nodos sucesores.
  + Si J es un nodo MIN, entonces su valor V(J) es igual al mínimo de los valores de sus nodos sucesores.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

#### Algoritmo Minimax

Texto

Descripción generada automáticamente

Diagrama

Descripción generada automáticamente

#### Comentarios

Existe otras variantes, como, por ejemplo, NEGAMAX.

Todo juego con información perfecta tiene solución.

Complejidad:

* Tiempo:
* Espacio:

La estimación de la valoración estática será mejor cuanto más cerca esté el nodo frontera de un nodo terminal.

### Poda alfa-beta

La poda surge para obtener el mismo resultado que el algoritmo minimax pero con menos esfuerzo computacional.

Diagrama

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente con confianza media

Diagrama

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Diagrama

Descripción generada automáticamente

#### Cotas

Cada nodo va a tener dos variables asociadas alfa y beta.

* alfa: representa el mejor valor encontrado hasta el momento por los nodos MAX.
  + “Variable auxiliar” usada por nodos MAX para calcular el máximo.
  + Inicialmente es menos infinito.
  + Es una cota inferior (solo puede crecer).
  + Se actualiza en cada nodo MAX como resultado de evaluar sus hijos MIN.
* : representa el mejor valor encontrado hasta el momento por los nodos MIN.



* + “Variable auxiliar” usada por nodos MIN para calcular el mínimo.
  + Inicialmente es más infinito.
  + Es una cota superior (solo puede decrecer).
* Criterio de poda:
  + En cada nodo el intervalo abrir corchetes alfa coma espacio beta cerrar corchetes se va estrechando conforme avanza la búsqueda.
  + Se poda cuando los valores se crucen.

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente