

Inteligencia Artificial 2026

Tercer Proyecto

11.mayo.2026

Juegos Adversarios

El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar un agente inteligente capaz de competir en juegos de suma cero y de información perfecta. Se pondrán a prueba algoritmos deterministas y probabilísticos para analizar su desempeño en entornos de alta complejidad combinatoria.

Los estudiantes deberán elegir **una** de las siguientes opciones para su implementación:

- **Othello (Reversi):** Tablero de 8×8 , con enfoque en control de esquinas y movilidad.
- **Checkers (Damas):** Tablero de 8×8 , juego de Damas con saltos obligatorios y promoción a "reinas".

1 Requerimientos Técnicos

Se requiere la implementación de un motor de juego dividido en dos componentes principales, garantizando una separación total entre la lógica de decisión y la interfaz visual.

1.1 Clase GameEngine

Esta clase representa el núcleo del juego. Debe gestionar el estado del tablero, las reglas y los algoritmos de búsqueda.

- `get_legal_moves()`: Retorna los movimientos válidos según el estado actual.
- `evaluate()`: Función heurística que asigna un valor numérico a estados no terminales.
- `alpha_beta(depth, alpha, beta)`: Minimax optimizado con poda para manejar el árbol de búsqueda.
- `expectimax(depth)`: Variante para modelar comportamientos subóptimos o incertidumbre en el oponente.
- `mcts(iterations, C)`: Búsqueda por Montecarlo utilizando la fórmula UCT:

$$\text{Score} = \text{mean_win_rate} + C \times \sqrt{\frac{\log(\text{ParentVisits})}{\text{NodeVisits}}}$$

Pueden implementar variantes o mejoras de los algoritmos anteriores, o pueden implementar otros algoritmos que no hayamos visto en el curso desde que quede constancia en el reporte de la explicación y funcionamiento lógico de estos otros algoritmos inteligentes.

Podrán desarrollar e investigar algoritmos hallados en cualquier fuente de información disponible, pero la implementación deberá ser propia. (Sugerencia: implementar diferentes alternativas como equipo, y al final presentar la(s) mejor(es).

Nota: No es obligatorio implementar todas estas funciones. La idea es que ustedes construyan los métodos que consideren necesarios o convenientes para la implementación de su Clase GameEngine.

1.2 Clase GameVisualizer

A diferencia de los laboratorios previos, este proyecto **requiere una interfaz gráfica (GUI)** (usando Pygame, Tkinter o similar) que permita:

- Visualizar el movimiento de las piezas en tiempo real.
- Mostrar indicadores de rendimiento de la IA (nodos explorados, tiempo por jugada y valoración del tablero).
- Selección de modos: Humano vs. Humano, Humano vs. IA, e IA vs. IA.
- (Opcional) Selección de dificultad, en el caso de la IA.

2 Análisis de Rendimiento

Deberán entregar un reporte técnico que incluya:

1. **Explosión Combinatoria:** Comparar el crecimiento de nodos visitados entre Minimax puro (si es viable a baja profundidad) vs. Alfa-Beta. Calcular el factor de ramificación efectivo: $b_{eff} = \sqrt[depth]{nodos_totales}$.
2. **Duelo de Algoritmos (IA-IA):** Realizar un torneo de 20 partidas entre:
 - **Agente A:** Alpha-Beta con profundidad fija optimizada.
 - **Agente B:** MCTS con un presupuesto de simulaciones equivalente en tiempo.

En todos los casos, vamos a imponer una límite estricto de 2 segundos por jugada.
Analizar métricas de victoria, empate y eficiencia temporal.

3 Entregables

- Código fuente documentado en un repositorio de Git.
- Video de demostración de 3 minutos mostrando los modos de juego.
- Reporte técnico en formato PDF con gráficas de rendimiento.

Observaciones Adicionales

Puntos clave que pueden ser de utilidad:

- A diferencia del Tic-Tac-Toe, en Othello o Damas no basta con llegar al final del árbol. Se debe implementar heurísticas de forma obligada.
- Investigar estrategias reales que utilizan los competidores de alto nivel, para idear o basar sus heurísticas.
- Pensar en la posibilidad de realizar algoritmos combinados, o heurísticas combinadas. Las estrategias cambian dependiendo de la fase del juego:
 - Apertura o Fase inicial (primeras 10 ó 15 jugadas),
 - Juego medio,
 - Cierre o final (últimas 10 ó 15 jugadas).

Para implementar un motor competitivo, probablemente se deba diseñar una estrategia distinta en cada fase de juego. Considerar que al inicio el árbol de búsqueda es demasiado amplio y grande, mientras que en la fase final, este árbol ya está bastante reducido.

Reglas

Othello (también conocido como Reversi)

Es un juego de mesa estratégico para dos jugadores.

1. **Tablero y fichas:**
El juego se juega en un tablero de 8x8 casillas. Cada jugador tiene fichas de un color: uno juega con fichas negras y el otro con fichas blancas. Las fichas son bicolors, con un lado negro y el otro blanco. Al comienzo del juego, hay dos fichas negras y dos blancas colocadas en el centro del tablero en una disposición diagonal (las negras en d5 y e4, y las blancas en d4 y e5).
2. **Objetivo:**
El objetivo del juego es tener más fichas de tu color que las del oponente al final del juego.

3. Turnos:

Los jugadores se turnan para jugar, comenzando con el jugador que tiene las fichas negras.

4. Movimientos:

En cada turno, un jugador debe colocar una ficha en el tablero de manera que encierre una o más de las fichas del oponente entre la ficha recién colocada y otra ficha del mismo color que ya esté en el tablero.

Las fichas pueden ser encerradas en horizontal, vertical o diagonal. Todas las fichas del oponente que queden encerradas entre dos fichas del jugador se voltean, cambiando de color para convertirse en fichas del jugador que hizo el movimiento.

5. Colocación válida:

Un movimiento es válido si al menos una ficha del oponente es volteada como resultado del movimiento.

Si un jugador no tiene movimientos válidos, pierde su turno y el oponente juega de nuevo. Si ambos jugadores no tienen movimientos válidos, el juego termina.

6. Final del juego:

El juego termina cuando el tablero está lleno o ninguno de los jugadores puede realizar un movimiento válido.

El jugador con más fichas de su color al final del juego es el ganador.

7. Reglas adicionales:

No se permite pasar turno si hay movimientos válidos disponibles.

Es obligatorio voltear todas las fichas del oponente que queden encerradas entre las fichas del jugador que realizó el movimiento.

Damas

Es un juego de mesa estratégico para dos jugadores, centrado en el movimiento diagonal y la captura de piezas contrarias.

1. Tablero y fichas:

- El juego se desarrolla en un tablero de 8×8 casillas, donde se alternan colores claros y oscuros.
- Cada jugador comienza con 12 fichas de su color (blancas o negras).
- Las fichas se colocan exclusivamente en las casillas oscuras de las tres filas más próximas a cada jugador.
- El tablero debe orientarse de modo que la casilla de la esquina inferior derecha de cada jugador sea de color claro.

2. Objetivo:

El objetivo del juego es capturar todas las fichas del oponente o bloquearlas de tal manera que no puedan realizar ningún movimiento válido.

3. Turnos:

Los jugadores se turnan para realizar sus movimientos. Según las reglas internacionales, el jugador que tiene las fichas blancas realiza el primer movimiento de la partida.

4. Movimientos:

En cada turno, un jugador mueve una sola ficha de acuerdo a las siguientes reglas:

- **Peones:** Se mueven una casilla hacia adelante en diagonal hacia una casilla vacía.
- **Captura:** Si una ficha contraria está en una casilla diagonal adyacente y la casilla inmediatamente siguiente en esa dirección está vacía, el jugador debe saltar sobre la pieza enemiga y retirarla del tablero.
- **Capturas múltiples:** Si tras un salto la misma pieza puede realizar otra captura, debe continuar saltando en el mismo turno.

5. Colocación válida y Coronación:

- Un movimiento es válido si se desplaza a una casilla vacía en diagonal o si realiza una captura reglamentaria.
- **Coronación (Dama):** Cuando un peón alcanza la última fila del lado opuesto, se corona y se convierte en "Dama" (usualmente colocando una segunda ficha encima).

- Las Damas pueden moverse y capturar tanto hacia adelante como hacia atrás en diagonal, aumentando significativamente su rango de acción.

6. **Final del juego:**

El juego termina cuando sucede uno de los siguientes casos:

- Un jugador pierde todas sus fichas.
- Un jugador no puede realizar ningún movimiento porque todas sus piezas están bloqueadas.
- Se acuerda un empate cuando ninguno de los jugadores puede forzar la victoria.

7. **Reglas adicionales:**

- **Obligación de comer:** Si existe una captura disponible, es obligatorio realizarla. No se puede optar por un movimiento simple si se puede capturar.
- **Soplo (opcional/tradicional):** En algunas variantes antiguas, si un jugador no veía una captura, el oponente podía retirar la pieza que no capturó, aunque en el juego moderno profesional la captura es obligatoria.