

Magic: The Gathering como banco de pruebas para la inteligencia estratégica en sistemas artificiales: el marco del proyecto cEDH

Richard Lam
Investigador independiente
Enero de 2026

Abstract—Los juegos han servido históricamente como hitos para medir el progreso de la inteligencia artificial. El ajedrez demostró la eficiencia de la búsqueda, el Go destacó el aprendizaje por refuerzo profundo y el póker impulsó el razonamiento bajo información oculta. Sin embargo, estos entornos siguen estando limitados por reglas fijas y dinámicas multiagente restringidas.

Este artículo propone Magic: The Gathering competitivo, específicamente el formato multijugador Commander conocido como competitive Elder Dragon Highlander (cEDH), como un posible banco de pruebas para evaluar formas más amplias de inteligencia estratégica. Este dominio combina información imperfecta, dinámicas estocásticas, interacciones simbólicas de reglas, metas estratégicas en evolución y competencia multiagente dentro de un único entorno.

Presentamos el Proyecto cEDH, un marco de simulación determinista que permite la experimentación con agentes de IA en este dominio. Una comparación estructural con bancos de pruebas existentes y una formulación matemática de la complejidad decisional sugieren que un rendimiento consistente en cEDH requiere la integración de razonamiento probabilístico, manipulación simbólica, modelado de oponentes y planificación a largo horizonte. Estas propiedades indican que el dominio puede servir como un entorno de prueba significativo para evaluar sistemas generales de toma de decisiones.

Index Terms—Inteligencia artificial, Complejidad de juegos, Sistemas multiagente, Aprendizaje por refuerzo

I. INTRODUCCIÓN

Los juegos proporcionan entornos controlados para evaluar sistemas de inteligencia artificial. El éxito en el ajedrez y el Go demostró avances en búsqueda y aprendizaje [1], [2], mientras que el póker introdujo el razonamiento bajo incertidumbre [3], [4]. La mayoría de los juegos utilizados como bancos de pruebas implican reglas fijas, competencia entre dos jugadores y espacios estratégicos relativamente estables.

Los problemas de decisión del mundo real suelen involucrar múltiples agentes, incertidumbre, interacciones simbólicas de reglas y entornos cambiantes. Magic: The Gathering competitivo, en particular el formato Commander multijugador, presenta estas propiedades de manera simultánea. A diferencia de los bancos de pruebas tradicionales, este dominio requiere que los agentes razonen tanto sobre reglas estructuradas como sobre comportamientos estratégicos emergentes. Sostenemos que esta combinación lo convierte en un candidato útil para evaluar formas más generales de razonamiento estratégico y toma de decisiones adaptativa.

II. PROPIEDADES ESTRUCTURALES DEL DOMINIO

Magic combina varias dimensiones de complejidad que rara vez aparecen juntas en los bancos de pruebas actuales de IA.

Información imperfecta: manos ocultas, orden de robo desconocido y conocimiento incompleto de los oponentes.

Progresión estocástica: los robos aleatorios requieren planificación sobre distribuciones de resultados.

Interacciones simbólicas de reglas: miles de efectos de cartas interactúan mediante capas temporales y lógica condicional.

Competencia multiagente: las partidas suelen involucrar de tres a cuatro jugadores, introduciendo dinámicas de coalición e incentivos no de suma cero.

Espacio estratégico en evolución: nuevas cartas y arquetipos transforman continuamente el juego óptimo.

Estos factores producen un entorno decisional más cercano a sistemas estocásticos multiagente complejos que a juegos de tablero deterministas. En particular, la interacción entre reglas simbólicas y transiciones de estado probabilísticas genera problemas de planificación que no son puramente combinatorios ni puramente estadísticos, sino que requieren la integración de ambos modos de razonamiento.

III. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DE LA COMPLEJIDAD

Sea S el espacio de estados y A el conjunto de acciones. Magic multijugador se modela naturalmente como un juego estocástico parcialmente observable.

$$|S| \approx \sum_{d \in D} \prod_{i=1}^n |Z_{i,d}| \quad (1)$$

donde D representa las configuraciones de mazos y $Z_{i,d}$ representa las permutaciones de zonas para el jugador i . Dado que ambos términos son grandes, el espacio efectivo de estados crece de forma combinatoria.

$$b = f(|H|, |B|, |M|, |R|) \quad (2)$$

donde H denota el tamaño de la mano, B el estado del campo de batalla, M el maná disponible y R las opciones reactivas. Esto produce árboles de búsqueda irregulares que difieren de los juegos deterministas clásicos.

El horizonte de planificación esperado también varía dinámicamente con la densidad de interacciones en el campo

de batalla. En estados altamente interactivos, las consecuencias de una decisión pueden propagarse a través de múltiples habilidades disparadas y respuestas, profundizando efectivamente la profundidad de búsqueda requerida para un juego óptimo.

IV. CONTEXTO COMO BANCO DE PRUEBAS

TABLE I
PROPIEDADES REPRESENTATIVAS DE BANCOS DE PRUEBAS EN IA

Juego	Información	Agentes	Espacio de reglas
Ajedrez	Perfecta	2	Fijo
Go	Perfecta	2	Fijo
Póker	Imperfecta	2–6	Fijo
cEDH	Imperfecta	3–4	En expansión

Los bancos de pruebas tradicionales tienden a aislar una sola dimensión de complejidad. Magic integra múltiples dimensiones simultáneamente, lo que sugiere que el rendimiento en este entorno puede reflejar mejor una capacidad estratégica más amplia.

V. MARCO DEL PROYECTO cEDH

El Proyecto cEDH implementa un motor de simulación determinista que permite experimentación reproducible con agentes de IA. Los efectos de las cartas se representan en forma estructurada, lo que permite una ejecución coherente de las reglas y un registro detallado. El marco facilita el auto-juego a gran escala, la evaluación cruzada entre agentes y el análisis sistemático del comportamiento decisional bajo condiciones controladas.

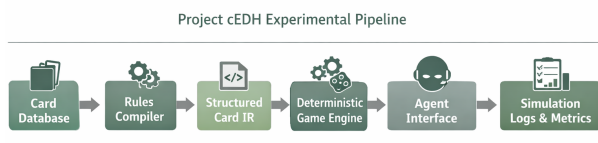


Fig. 1. Pipeline experimental del Proyecto cEDH. Las definiciones de cartas se compilan en representaciones estructuradas, el motor determinista produce estados de juego reproducibles y los agentes de IA interactúan mediante una interfaz de decisión estandarizada. Los resultados registrados permiten evaluación y entrenamiento a gran escala.

VI. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La evaluación se realiza en tres etapas. Los agentes heurísticos de referencia establecen un rendimiento base y verifican la fidelidad de las reglas. Los agentes de aprendizaje se entrenan mediante auto-juego a gran escala con distribuciones variadas de mazos, lo que permite observar estrategias emergentes y patrones de adaptación. La evaluación final

compara poblaciones de agentes frente a oponentes sintéticos y jugadores humanos experimentados utilizando métricas como tasa de victoria, estabilidad decisional, diversidad estratégica y robustez frente a distintos estados de juego.

Este enfoque por etapas permite medir tanto el rendimiento algorítmico como las características conductuales, facilitando la comparación entre arquitecturas de agentes y el análisis del desarrollo de la competencia estratégica durante el entrenamiento.

VII. CONCLUSIÓN

Un agente capaz de lograr éxito consistente en este dominio debe integrar razonamiento probabilístico, interpretación simbólica de reglas, modelado de oponentes y planificación adaptativa. Estos requisitos superan los de los bancos de pruebas clásicos y se asemejan a las capacidades esperadas de sistemas de decisión más generales.

Magic competitivo ofrece, por tanto, un entorno prometedor para evaluar formas más amplias de inteligencia estratégica. Al proporcionar una plataforma experimental determinista sin sacrificar complejidad estructural, el Proyecto cEDH permite el estudio sistemático de la toma de decisiones en entornos que se asemejan más estrechamente a la interacción estratégica del mundo real.

AGRADECIMIENTOS

El autor reconoce el uso de ChatGPT para asistir en el formato y la redacción inicial del contenido.

REFERENCES

- [1] M. Campbell, A. Hoane y F. Hsu, “Deep Blue,” *Artificial Intelligence*, 2002.
- [2] D. Silver et al., “Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search,” *Nature*, 2016.
- [3] N. Brown y T. Sandholm, “Superhuman AI for multiplayer poker,” *Science*, 2019.
- [4] M. Moravčík et al., “DeepStack: Expert-level artificial intelligence in heads-up no-limit poker,” *Science*, 2017.
- [5] MIT Technology Review, “Magic: The Gathering and computational complexity,” 2020.