

Inteligencia Artificial en Tiempo Real: Razonamiento Rebatible en Juegos Estratégicos Digitales

Diego C. Martínez

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial - LIDIA
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur – Avenida Alem 1253, Bahía Blanca, Argentina

CONTEXTO

Esta línea de investigación se encuadra dentro de los lineamientos del Proyecto de Investigación “*Representación de Conocimiento, Argumentación y Apoyo para la toma de Decisiones*”, del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur.

RESUMEN

Los Sistemas de Inteligencia Artificial en Tiempo Real son sistemas que interactúan en forma continua con el entorno, tratan con información incompleta, gestionan eventos sincrónicos y asincrónicos y garantizan respuestas en tiempos establecidos. En esta línea de investigación se estudia la aplicación de sistemas de razonamiento rebatible a juegos estratégicos, principalmente aquellos digitales con buen grado de interactividad como los de simulación en tiempo real.

Palabras clave: *inteligencia artificial, juegos, agentes, toma de decisiones.*

1. INTRODUCCION

El desarrollo de programas capaces de jugar juegos compitiendo con los humanos ha sido una costumbre en Inteligencia Artificial, probablemente desde 1950 cuando Claude Shannon propuso una forma de programar las computadoras para jugar ajedrez [1]. Con el transcurso de los años se han agregado otras alternativas atractivas, como las damas, el bridge, el backgammon, y hasta crucigramas. Los juegos se han convertido en un campo de estudio por sí mismo dentro de la Inteligencia Artificial, especialmente aquellos que demandan comportamientos estratégicos. Existe actualmente un interés especial en esta disciplina, debido en parte a la popularidad masiva de los juegos interactivos digitales.

El desarrollo de juegos de entretenimiento interactivo digital es una de las áreas más activas dentro de la industria del software. Se producen anualmente cientos de juegos para satisfacer una audiencia exigente en un mercado altamente competitivo, lo que obliga a los desarrolladores a utilizar los últimos avances tecnológicos. Esta industria es multidisciplinaria, destacándose la computación gráfica, la ingeniería de software y, con mayor fuerza en los últimos años, la inteligencia artificial.

Actualmente existen nuevos congresos y conferencias sobre Inteligencia Artificial aplicada a los juegos, que pretenden fomentar el diálogo entre los investigadores y los desarrolladores en pos del interés común de los desafíos interactivos. Por ejemplo, la AAAI (*Association for the Advancement of Artificial Intelligence*) organiza la Conferencia AIIDE - *Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment* como punto de interacción entre la industria y la academia.

Los juegos interactivos digitales son campo de interés para diversas áreas de investigación en Inteligencia Artificial, entre ellas el razonamiento de sentido común, la planificación, el modelado cognoscitivo, el razonamiento espacial y temporal, el modelado del oponente y el aprendizaje automatizado [3,5,6,7]. La problemática de la automatización del comportamiento inteligente es constante en los juegos y motiva la investigación científica y tecnológica.

En respuesta a las motivaciones industriales y científicas, han surgido desde el mundo académico una serie de competencias de juegos destinadas a aplicar técnicas de Inteligencia Artificial de diversa índole. Esto permite que cada investigador, con sus formalismos y tecnología particular, puede aplicarla a resolver un problema concreto: ganar un determinado juego bajo reglas específicas. Existe un interés profundo en el desarrollo de agentes que son capaces de desenvolverse en forma inteligente en escenarios dinámicos como los juegos de estrategia, porque básicamente son el punto de partida para la aplicación de nuevas tecnologías a dominios más amplios, como la robótica, la toma de decisiones y la simulación computacional. Actualmente existen varias competencias, como las *Open Real Time Strategy Competition*, basado en un juego de simulación y estrategia en tiempo real organizado por la Universidad de Alberta, o la *AAAI Computer Poker Competition*, donde agentes inteligentes procuran elaborar y seguir estrategias para jugar al póker en diversas modalidades. La AAAI también organiza *General Game Contest*, donde las reglas son presentadas al momento de la partida, y el agente inteligente debe comprenderlas y jugar de manera inteligente.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

El objetivo general de esta línea de investigación es estudiar técnicas para la construcción de agentes inteligentes para el desenvolvimiento en juegos interactivos digitales que requieren planes estratégicos para alcanzar determinadas metas. Son buenos ejemplos de juegos aquellos planteados en las competencias académicas mencionadas anteriormente. Los agentes deben ser tales que la toma de decisiones, la planificación de acciones y el aprendizaje ocurran bajo restricciones de tiempo y/o espacio críticas. Deben observar ciertas reglas y actuar en forma competitiva o cooperativa para alcanzar objetivos prefijados. Además, el factor de interactividad con el usuario requiere comportamiento dinámico y adaptativo. Estamos especialmente interesados en el uso de formalismos de razonamiento rebatible para la toma de decisiones.

Básicamente existen dos tipos de juegos dinámicos que son exitosos comercialmente y demandan mayores innovaciones tecnológicas en Inteligencia Artificial. Ellos son los juegos de *estrategia* y los juegos de *inmersión*.

Juegos de estrategia

Los juegos digitales son un escenario adecuado y moderno para el desarrollo en inteligencia artificial en tiempo real. Entre ellos son interesantes los juegos de estrategia, que pueden presentarse bajo dos modalidades:

- estrategia *en tiempo real*, en donde los jugadores realizan acciones de manera simultánea,
- estrategia *por turnos*, donde los jugadores realizan acciones de manera alternada.

Las dos modalidades pueden presentarse como *juegos abstractos*, sin temática específica asociada en el mundo real (por ejemplo, el ajedrez), o como *juegos de simulación* donde se recrea una situación realista, con la mecánica del dinamismo del mundo real. En general, es frecuente que los juegos abstractos sean por turnos mientras que lo de simulación funcionen en tiempo real. En estos últimos el tiempo invertido para la toma de decisiones es limitado, pues diversas acciones estarán ocurriendo en forma simultánea y el estado del mundo cambia continuamente. En los juegos de simulación digitales, más conocidos como RTS (*Real Time Strategy*) se modela un terreno con diversos obstáculos y recursos económicos que deben ser administrados correctamente. Esto lo hace particularmente interesante para la investigación en Inteligencia Artificial por la riqueza de los problemas a resolver [2].

Por lo general, en los juegos abstractos el jugador puede tener un conocimiento completo de lo que

ocurre en el escenario, mientras que en los juegos de simulación esa información es limitada. Por ejemplo, parte del escenario está oculto y permanecerá así a menos que diversas acciones sean tomadas para revelar su contenido. Un buen ejemplo de plataforma que implementa un juego de estrategia en tiempo real es la antes mencionada *Open Real Time Strategy – ORTS*, desarrollada exclusivamente para la investigación científica [8].

Juegos de inmersión en primera persona

Otro tipo de juegos que resulta de interés son los denominados Juegos en Primera Persona (*First-person shooters*, o simplemente FPS). En estos juegos la perspectiva del jugador en primera persona da un efecto de inmersión completa en el juego. Aquí la visibilidad del escenario es limitada a la posición específica del jugador y a su punto de vista. El aspecto interesante en este modelo de juego es que el jugador no es omnipresente como en los de tablero, sino que posee un conocimiento parcial y altamente volátil del escenario y del oponente. El conocimiento depende de la perspectiva sensorial según la ubicación del jugador. Además, los FPS son generalmente juegos que buscan el mayor nivel de realismo gráfico y físico de los escenarios simulados, lo que resulta un atractivo para el modelado de agentes inteligentes.

Desarrollo de clientes

Como es de suponer, la mayoría de los productos son comerciales y con restricciones de uso por derechos de copia y secreto industrial. Sin embargo, algunas aplicaciones han sido liberadas y modificadas, o directamente creadas para la investigación científica. Generalmente se organizan en una arquitectura cliente-servidor, donde el servidor simula un escenario de juego y el cliente observa el escenario, decide sus acciones y las ejecuta por medio del servidor. Esa es la arquitectura de la plataforma ORTS (Universidad de Alberta) y de la AAAI Poker Competition, en diferentes versiones. Existe también una adaptación del juego FPS comercial *Unreal Tournament* que permite agregar clientes inteligentes (denominados bots) en la modalidad multijugador, con la particularidad de ofrecer libertad en la implementación de dichos clientes. Es decir, pueden codificarse en lenguajes como Java o Prolog, pues la comunicación con los servidores del juego es por medio de protocolos específicos. Existen algunas librerías que facilitan esta comunicación, como *Gamebots* [9]

En el año 2008 en el LIDIA se construyó un cliente inteligente para la competencia ORTS en su Categoría 2. Aquí se simula un escenario con montañas y obstáculos naturales, donde cada jugador posee cinco bases (edificios) y cincuenta tanques que pueden moverse y atacar bajo órdenes, en

tiempo real. Con ellos cada jugador debe eliminar las bases del oponente. La estrategia utilizada en esta ocasión se basa en una implementación de pathfinding para formaciones de unidades (tanques en este caso) con una política de movimientos ante enfrentamientos con adversarios. Esta primera experiencia fué altamente positiva y se espera avanzar en categorías más complejas.

También se planea participar en las competencias de póker de la AAAI, con clientes que ya están en desarrollo. Existe actualmente una implementación parcial sobre una versión restringida del Texas Hold'em Poker, que utiliza algoritmos genéticos para la determinación de las apuestas y la toma de decisiones.

Estos primeros pasos permiten comprender la complejidad inherente de cada ambiente de juego, lo que facilita desarrollos futuros. Nuestro interés primario, fundamentalmente, es la aplicación de formalismos de razonamiento rebatible en estos escenarios.

El rol del razonamiento rebatible

Como afirmamos anteriormente, el hilo conductor de la línea de investigación en las diversas gamas de juegos es la utilización de mecanismos de razonamiento rebatible. En este contexto es de especial interés el uso de argumentación rebatible, que constituye gran parte de los desarrollos científicos y técnicos del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial. La argumentación rebatible [4] es un mecanismo de razonamiento no monótono en donde la aceptación o el rechazo de una proposición dependen de un análisis entre argumentos a favor y en contra de esa proposición. Usualmente es utilizada bajo diferentes formalizaciones para capturar aspectos del razonamiento del sentido común y la representación de información incompleta y potencialmente inconsistente. En el Laboratorio LIDIA de la Universidad Nacional del Sur se han desarrollado varios formalismos de argumentación, en diferentes niveles. Existe principalmente una implementación concreta de una plataforma para la Programación en Lógica Rebatible (conocido por sus siglas en inglés DeLP, Defeasible Logic Programming) que puede usarse para la elaboración de agentes inteligentes. Se ha explorado levemente la integración de DeLP en una arquitectura BDI, aunque no en el área de juegos estratégicos. Más aún, existen otros modelos cognoscitivos para los cuales la integración con DeLP no ha sido estudiada todavía. Existe en nuestro Laboratorio también un gran desarrollo sobre semántica de argumentación, basada en formalismos abstractos, como los Sistemas Argumentativos Extendidos (Extended Argumentation Framework) o más recientemente los Sistemas Argumentativos de Ataques Variados (Varied-Strength Attacks). Estos estudios

semánticos proveen la base para nuevas ideas e implementaciones en áreas aún no exploradas, como los juegos de simulación y estrategia.

Parte de los objetivos es combinar ideas y mecanismos de argumentación rebatible en agentes inteligentes capaces de jugar a juegos de estrategia. La argumentación rebatible es un área creciente en Inteligencia Artificial, con grandes expectativas de aplicación en diversos ámbitos, como la asistencia para la toma de decisiones o el razonamiento jurídico. Sin embargo, poco se ha estudiado el papel en general de la argumentación rebatible en escenarios con restricciones específicas, como los juegos de simulación estratégica y la toma de decisiones en tiempo real. En estos escenarios los agentes inteligentes deben analizar la información disponible, elaborar un plan estratégico y eventualmente readaptar planes ante cambios en la situación del juego. La argumentación rebatible es un formalismo de cierta complejidad que requiere optimización en los procesos de razonamiento en tiempo real, tal cual ocurre en los juegos de estrategia. Los juegos son aptos también para técnicas de aprendizaje automatizado y modelado del oponente. La consideración de formalismos de argumentación rebatible en este contexto permite evaluar su integración con otras áreas de Inteligencia Artificial.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Con el avance de esta nueva línea de investigación esperamos obtener pruebas empíricas de efectividad de los formalismos de argumentación rebatible en el área de juegos estratégicos, principalmente por medio de las competencias académicas tradicionales. Se espera también la especificación de nuevos formalismos para la investigación básica en Inteligencia Artificial y para el desarrollo de aplicaciones en otras áreas.

Esta línea de investigación además marca el comienzo del Grupo de Investigación en Juegos para el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, que agrupa a los investigadores con intereses comunes sobre la problemática de los juegos en general, siguiendo el perfil de grupos extranjeros similares, como en la Universidad de Alberta o en la Universiteit Maastricht.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Esta línea de investigación resulta especialmente atractiva para los estudiantes, lo que permite iniciarlos en actividades de investigación científica y tecnológica. Hasta el momento, bajo esta temática, se han realizado tres tesis de grado, dos están

actualmente en desarrollo y al menos otras dos están siendo planificadas para el próximo semestre.

La investigación en inteligencia artificial en tiempo real es una actividad compleja que cobra importancia en el estado actual del arte en juegos interactivos digitales. Por esta razón existen perspectivas de transferencia tecnológica en la industria local y regional.

Los escenarios acotados de juegos, además, son el comienzo de la aplicación de formalismos a dominios más complejos, por lo que resulta atractivo para la formación inicial de recursos humanos de posgrado.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] *Programming a Computer Playing Chess*. Claude Shannon. Philosophical Magazine, Ser. 7, vol 41, No. 314. 1950.

[2] *Real Time Strategy. New AI Research*. Michael Buro. Proceedings of the International Joint Conference on AI 2003, Acapulco, Mexico, pp.1534—1535.

[3] *Intelligent Agents in Computer Games*. Van Lent, Laird, et al. Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence, July 1999, Orlando, FL, pp. 929-930.

[4] *Defeasible logic programming: An argumentative approach*. García, A. J., and Simari, G. R. Theory and Practice of Logic Programming 4(1-2):95–138. 2004.

[5] *Adversarial Planning Through Strategy Simulation*, F. Sailer, M. Buro, and M. Lanctot, Computational Intelligence in Games, pp 80-87. Hawaii USA, 2007.

[6] *Efficient Triangulation-Based Pathfinding*. D. Demyen and M. Buro, Proceedings of the AAAI conference, Boston 2006, pp.942-947.

[7] *Learning to be a Bot: Reinforcement Learning in Shooter Games*. Michelle McPartland, Marcus Gallagher. Proc. of the Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment 2008.

[8] *Open Real Time Strategy – ORTS. A Free Software RTS Game Engine*. Home page: <http://www.cs.ualberta.ca/~mburo/orts/>

[9] *Gamebots: A 3D Virtual World Test-Bed For Multi-Agent Research*. Adobbati, R., Marshall, A., Scholer, A., Tejada, S., Kaminka, G., Schaffer, S., & Sollitto, C. (2001)