

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y DE
FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS
DIRECTORES NOVELES

FORMULARIO PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Denominación del proyecto: Sistemas Multiagentes en Videojuegos.

Inicio del proyecto: Julio del 2022.

Duración del proyecto (en meses): 6 (seis) meses.

Resumen (hasta 200 palabras)

Los videojuegos son piezas de software caracterizadas por la interacción constante entre el usuario y el programa. Gracias a los avances tecnológicos y las crecientes exigencias de los jugadores, los juegos de video hoy en día son muy complejos representandose en ellos una gran variedad de situaciones de la vida real y realizandose todo tipo de pruebas en los mismos sin causar efectos en el ambiente real.

Por lo anterior, la inteligencia artificial ha utilizado a los videojuegos como campo de pruebas para el desarrollo de sus investigaciones, además de que ha dotado a los mismos de un mejor manejo de los elementos no controlados por el jugador en el proceso. En este trabajo se investigará la aplicación de inteligencia artificial en videojuegos, concretamente el uso de sistemas multiagentes en los mismos.

Palabras claves:

- Agentes de Software.
- Inteligencia Artificial.
- Sistema Multiagente.
- Videojuegos.

Estado actual del conocimiento sobre el tema

Un videojuego es un “juego electrónico que se visualiza en una pantalla” (Real Academia Española, s.f., definición 1). Los videojuegos son programas informáticos caracterizados por la interacción constante entre el usuario y el programa. Éstos son un medio de entretenimiento virtual que en la actualidad se encuentra muy de moda.

Los videojuegos al igual que los juegos tradicionales, son un “ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde.”¹ (Real Academia Española, s.f., definición 2) con la diferencia de que éstos para ser jugados requieren de su implementación en algún dispositivo electrónico.

Los dispositivos electrónicos, generalmente conocidos como **plataformas**, en los que puede aparecer un videojuego son variados siendo algunos de los más comunes hoy en día las computadoras personales, las consolas de videojuegos y los teléfonos celulares. Dependiendo de la plataforma seleccionada el usuario, también conocido como **jugador**, tendrá a su disposición distintos elementos para la interacción con el juego, siendo el uso del teclado y el ratón los más comunes cuando la plataforma es una computadora, el uso de joysticks (mandos) cuando la plataforma es una consola y el uso de la pantalla táctil cuando la plataforma es un teléfono celular.

Los juegos de video abarcan todo tipo de ejercicios y competiciones sometidos a reglas pasando por versiones virtuales de juegos conocidos tales como el ajedrez, el shogi y el póker hasta juegos que simulan carreras de vehículos, guerras, momentos históricos, etc. Debido a la amplia gama de temas y reglas que un videojuego puede cubrir y debido a las implicaciones de lo anterior en la manera en que éstos son jugados es que los videojuegos se dividen en **géneros**.

Algunos de los géneros más conocidos en el ámbito de los videojuegos son (“Género de videojuegos,” 2022):

- **Los videojuegos de acción:** los cuáles se caracterizan por la importancia de los reflejos, puntería y habilidad del jugador en contextos de combate o peligro.

¹ Cabe destacar que la definición proporcionada del término **juego** no contempla la posibilidad de empate, situación que en la realidad sí ocurre.

- **Los videojuegos de disparos:** considerados como un subgénero dentro del género de acción, caracterizado por el uso de armas de fuego por parte de los personajes dentro del mismo.
- **Los videojuegos de estrategia:** caracterizados por el manejo de muchos personajes u objetos, la planificación y la inteligencia para el logro de los objetivos.
- **Los videojuegos de simulación:** son aquellos videojuegos que recrean situaciones de la vida real y dejan al jugador el control de las mismas. Generalmente las recreaciones buscan un alto grado de verosimilitud.
- **Los videojuegos de deportes:** aquellos que simulan los deportes del mundo real.
- **Los videojuegos de carreras:** aquellos juegos electrónicos dónde un jugador maneja un vehículo y compite contra sus contrincantes para llegar al final de un recorrido.
- **Entre otros.**

La evolución de los videojuegos va de la mano del progreso tecnológico. Los videojuegos eran muy simples, en dos dimensiones (2D) y con comportamientos sencillos y predecibles por parte de aquellos elementos que el jugador no controlaba debido a las limitaciones técnicas y tecnológicas del momento. Sin embargo, a medida que la tecnología avanzaba y las exigencias por parte de los jugadores aumentaba, los videojuegos se fueron complejizando hasta que hoy en día los juegos electrónicos son piezas de software muy complejas que llevan años de desarrollo y que abarcan todo tipo de funciones, incluido el uso de algoritmos de inteligencia artificial y de sistemas multiagentes para garantizar una experiencia de juego más disfrutable.

La inteligencia artificial y la teoría de agentes también ha sido utilizada en videojuegos para la resolución de los mismos, es decir, para que un sistema pueda interactuar con un juego (“jugarlo”) y alcanzar los objetivos del mismo. En la actualidad, hay ejemplos variados de este tipo de esfuerzos, a continuación algunos de los mismos:

- En 1996, la computadora Deep Blue venció al campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov, gracias a factores como su gran capacidad de búsqueda, su compleja función de evaluación, etc aunque en ese entonces contaba con varias áreas para su mejora (Campbell, M et al., 2002).
- La inteligencia artificial AlphaGo Zero creada por DeepMind y publicada en 2017 que consiguió dominar el mundo del juego Go utilizando como principales componentes para

su implementación redes neuronales, el árbol de búsqueda de Monte Carlo y un algoritmo de aprendizaje por refuerzo (Holcomb et al., 2018).

- La inteligencia artificial, también creada por DeepMind, AlphaStar que fue el primer sistema capaz de vencer a un jugador profesional en el juego de estrategia a tiempo real Starcraft II, alcanzando un gran logro en el campo de la inteligencia artificial (Arulkumaran et al., 2019).

Como se mencionó anteriormente, el uso de IA en los últimos tiempos ha sido esencial para el desarrollo de la industria en videojuegos, en este trabajo se tomará la noción de que la inteligencia artificial está formada por uno o más agentes que se comportan de manera racional (Russel y Norvig, 2021).

Un **agente** es cualquier cosa que pueda percibir su entorno a través de sensores y actuar sobre ese entorno a través de actuadores. Relacionados con este concepto se encuentran los siguientes conceptos:

- **Percepción**, es aquello percibido por el agente a través de sus sensores.
- **Secuencia de percepciones**, se refiere al historial completo de todo lo que el agente ha percibido hasta el momento.
- **Función de agente**, es aquella función que relaciona cualquier secuencia de percepciones a una acción.
- **Programa de agente**, es la implementación de la función de agente.

Existen distintos tipos de agentes siendo uno de ellos el **agente racional o inteligente** el cuál para cada posible secuencia de percepciones elige una acción que se espera que maximice su medida de rendimiento, dadas la evidencia provista por la secuencia de percepciones y el conocimiento integrado al agente.

Los investigadores de IA, a medida que investigaban problemas más grandes y complejos, observaron que los desafíos de gran complejidad se encontraban más allá de las capacidades de un agente inteligente individual ya que éste se encuentra limitado por su conocimiento, sus recursos y su perspectiva. A raíz de lo anterior surgen los **sistemas multiagentes**, tecnología compuesta por módulos especializados (agentes) en la resolución de un aspecto determinado del problema (Sycara, 1998). Algunos ejemplos de aplicación de ésta tecnología son:

- En redes inalámbricas de sensores (Derakhshan y Yousefi, 2019).
- En la gestión de proyectos (Yan, Kuphal y Bode, 2000).

- En tráfico y transporte (Burmeister, Haddadi y Matylis, 1997).

Por el lado de los videojuegos, algunos ejemplos de aplicación de sistemas multiagentes son:

- En videojuegos de tipo Sandbox se realizó un trabajo de investigación en donde se explora a grandes rasgos cómo tendría que ser una ciudad basada en un sistema multiagente (Ocio y Brugos, 2009). Se describe cómo los distintos elementos del juego tales como la ciudad, los peatones, la policía, entre otros, podrían ser representados por agentes inteligentes que intercambian información entre sí y que actúan de acuerdo a determinadas reglas. En este trabajo se evidencia como los sistemas multiagentes podrían permitir entornos virtuales llenos de vida, capaces de comportarse de manera compleja y de adaptarse al estilo de juego de los jugadores.
- Se realizó un trabajo en el cuál se implementó un videojuego para móviles basado en la cultura de Quito en el cuál se aplicaron distintas técnicas de inteligencia artificial a los personajes del mismo (Pujos, 2016). En este trabajo se hizo uso de algoritmos de Path Planning y de Máquinas de Estados Finitos para dotar a los personajes, es decir a los agentes, de autonomía, de la capacidad de tomar decisiones y de comportamientos únicos para cada uno de los mismos. Todo lo anterior se logró con un costo computacional lo suficientemente bajo como para que el software pueda ser ejecutado de manera fluida en dispositivos móviles.
- Se hizo un trabajo en el que se implementó un sistema multiagente para controlar a los fantasmas en el juego arcade Pacman (Salomón, 2015). En la implementación del sistema multiagente, se utilizaron técnicas de coordinación sin comunicación, concretamente convenciones y roles lo que dotó a los fantasmas de autonomía, un cierto grado de cooperación, un coste computacional bajo y un aumento de victorias en la caza del Pacman.
- En (Marín-Lora et al., 2020) se desarrolló un motor para el desarrollo de videojuegos como sistemas multiagentes. El mismo se desarrolló bajo la idea de que los videojuegos presentan patrones de diseños que se parecen a los sistemas multiagentes. El equipo que desarrolló el motor obtuvo un software capaz de producir juegos que cumplan con los requerimientos de un sistema multiagente, tomando el juego como el entorno y los agentes generados por el motor como los actores.

En la actualidad, para el desarrollo de agentes y sistemas multiagentes existen una variedad de **lenguajes de programación, entornos de desarrollo integrados (IDEs) y plataformas y marcos de trabajo** (Bordini et al., 2006). Dentro de los lenguajes de programación destinados al desarrollo de agentes se encuentran los **lenguajes declarativos** tales como CLAIM, FLUX, MINERVA, MDLP, DALI, entre otros; los **lenguajes imperativos** tales como JACK Agent Language; y los **lenguajes híbridos** tales como 3APL, Jason, IMPACT, etc. Dentro de los IDEs disponibles, se encuentran 3APL IDE, el IDE de Jason, JACK Development Environment, entre otros. Por último, algunas de las plataformas y marcos de trabajo (frameworks) existentes para el desarrollo de agentes son TuCSoN, JADE, Jadex y DESIRE.

Hipótesis o Justificación: Los jugadores exigen cada vez más que videojuegos presenten entornos que den la ilusión de que estén “vivos” y de que éstos estén repletos de detalles y mecánicas jugables lo que inevitablemente los complejiza. Los sistemas multiagentes se ajustan perfectamente a la realidad de los videojuegos, ya que son capaces de modelar entornos complejos donde intervienen múltiples elementos y de satisfacer a los jugadores al profundizar la experiencia de juego mediante la integración a los elementos no controlados por los jugadores de comportamientos racionales propios de humanos tales como toma de decisiones en base a conocimiento, coordinación, comunicación y persecución de objetivos. Además, debido a que el desarrollo de los videojuegos es muy diverso, depende mucho de cada caso particular y el impacto del mismo sólo es virtual, los videojuegos presentan el espacio perfecto para el diseño, desarrollo y prueba de múltiples técnicas y algoritmos de sistemas multiagentes que posteriormente puedan llegar a implementarse en situaciones reales.

Objetivos:

- Comprender los fundamentos de los sistemas multiagentes.
- Entender las ventajas del uso de sistemas multiagentes en videojuegos.
- Analizar y clasificar las herramientas disponibles para el desarrollo de agentes.
- Indagar sobre las tecnologías para el desarrollo de videojuegos.
- Implementar un videojuego que utilice sistemas multiagentes.

Metodología:

1. Recopilación de información.

Se realizará un relevamiento bibliográfico de los trabajos científicos y técnicos relacionados con el área temática. En esta etapa se hará especial hincapié en aquella bibliografía relacionada a la implementación de sistemas multiagentes en videojuegos, las herramientas disponibles para el desarrollo de agentes, las herramientas disponibles para el desarrollo de juegos de computadora y los algoritmos y técnicas comúnmente utilizadas para el desarrollo de juegos.

2. Selección y procesamiento de la información.

Luego de recopilar información de fuentes fiables sobre el área temática, se buscará la selección, organización y clasificación de la misma, incluyendo toda la información que posea una relación estrecha con los objetivos del trabajo en un solo repositorio.

3. Diseño e implementación del software.

A la hora de diseñar el software se definirán los objetivos a alcanzar por el mismo, se realizarán uno o más modelos en base al conocimiento recopilado en las etapas anteriores y posteriormente se seleccionarán una o más tecnologías que permitan la implementación de los modelos incluyendo lenguajes de programación, librerías, etc.

4. Prueba del software.

Se realizará el testeo del software:

- seleccionando los criterios apropiados para la evaluación del mismo que serán acordes a las metas establecidas para éste;
- creando tests para las distintas funciones del programa;
- y corriendo el programa repetidas veces supervisando los resultados.

En caso de ser necesario, se rectificarán los diseños, módulos y/o pruebas creadas para que el software cumpla con los objetivos establecidos para el mismo.

5. Desarrollo de las conclusiones.

Luego del diseño, elaboración y testeo del software se desarrollarán las distintas conclusiones obtenidas a partir de los resultados de las etapas anteriores.

Actividades:

- Investigación preliminar.
- Procesamiento de la información.

- Desarrollo del proyecto.
- Desarrollo de las conclusiones.
- Presentación y defensa de la investigación.

Cronograma de actividades:

	Nombre de la tarea	Comienzo	Fin	Duración
1	Investigación preliminar	01/07/2022	31/07/2022	31 días
2	Relevamiento bibliográfico	01/07/2022	31/07/2022	31 días
3	Procesamiento de la información	01/08/2022	25/08/2022	25 días
4	Búsqueda, organización y clasificación de la información	01/08/2022	25/08/2022	25 días
5	Desarrollo del proyecto	26/08/2022	04/12/2022	100 días
6	Diseño del software	26/08/2022	15/09/2022	20 días
7	Codificación del software	15/09/2022	14/11/2022	60 días
8	Prueba y testeo del software	14/11/2022	29/11/2022	15 días
9	Documentación del código	29/11/2022	04/12/2022	5 días
10	Desarrollo de las conclusiones	05/12/2022	15/12/2022	10 días
11	Evaluación de los resultados obtenidos	05/12/2022	07/12/2022	2 días
12	Elaboración de las conclusiones	08/12/2022	11/12/2022	3 días
13	Elaboración de informe final	12/12/2022	17/12/2022	5 días
14	Presentación y defensa de la investigación	18/12/2022	19/12/2022	2 días
15	Entrega del proyecto	18/12/2022	18/12/2022	1 día

16	Defensa del proyecto	19/12/2022	19/12/2022	1 día
----	----------------------	------------	------------	-------

Resultado esperado por actividades:

- **Investigación preliminar:** se espera obtener conocimiento actualizado de los conceptos claves del objeto de estudio seleccionado.
- **Procesamiento de la información:** creación de un repositorio con la bibliografía seleccionada.
- **Desarrollo del proyecto:** desarrollo de un videojuego que incluya un SMA, la documentación del código del videojuego y del SMA, detección y corrección de errores a través de las pruebas, optimización.
- **Desarrollo de las conclusiones:** se espera obtener un registro del análisis de los resultados obtenidos a partir del desarrollo del proyecto, y el informe final para su posterior cierre y defensa.
- **Presentación y defensa de la investigación:** se espera tener el proyecto finalizado y defendido.

Infraestructura disponible:

Se cuenta con una PC de escritorio con las siguientes características:

- Procesador: AMD Ryzen 5 2400G with Radeon Vega Graphics 3.60 GHz.
- Memoria RAM: 16.0GB.
- Almacenamiento: 2 TB.
- Tarjeta gráfica: AMD Radeon(TM) RX Vega 11.

Integrantes: Medvedovsky Fernando David.

Presupuesto: \$80.000 (ochenta mil pesos).

Posibilidades efectivas de transferencia al medio: Altas.

Bibliografía:

- Arulkumaran, K., Cully, A., & Togelius, J. (2019, July). Alphastar: An evolutionary computation perspective. In Proceedings of the genetic and evolutionary computation conference companion (pp. 314-315).
- Bordini, R. H., Braubach, L., Dastani, M., Seghrouchni, A. E. F., Gomez-Sanz, J. J., Leite, J., ... & Ricci, A. (2006). A survey of programming languages and platforms for multi-agent systems. *Informatica*, 30(1).
- Burmeister, B., Haddadi, A., & Matylis, G. (1997). Application of multi-agent systems in traffic and transportation. *IEE Proceedings-Software*, 144(1), 51-60.
- Campbell, M., Hoane Jr, A. J., & Hsu, F. H. (2002). Deep blue. *Artificial intelligence*, 134(1-2), 57-83.
- Derakhshan, F., & Yousefi, S. (2019). A review on the applications of multiagent systems in wireless sensor networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(5), 1550147719850767.
- Holcomb, S. D., Porter, W. K., Ault, S. V., Mao, G., & Wang, J. (2018, March). Overview on deepmind and its alphago zero ai. In Proceedings of the 2018 international conference on big data and education (pp. 67-71).
- Marín-Lora, C., Chover, M., Sotoca, J. M., & García, L. A. (2020). A game engine to make games as multi-agent systems. *Advances in Engineering Software*, 140, 102732.
- Ocio, S., & Brugos, J. A. L. (2009). Multi-agent systems and sandbox games. In Adaptive and emergent behaviour and complex systems: proceedings of the 23rd convention of the Society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour. Edinburgh: Society for the Study of Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour.
- Pujos Castro, W. P. (2016). Inteligencia artificial del videojuego La Dama (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Russel, S y Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th Edition. Pearson.
- Salomón García, S. (2015). Fantasmas inteligentes para el Pac-Man basados en sistemas multiagente.
- Sycara, K. P. (1998). Multiagent Systems. *AI magazine*, 19(2), 79-79.

- Yan, Y., Kuphal, T., & Bode, J. (2000). Application of multiagent systems in project management. *International Journal of production economics*, 68(2), 185-197.

Citas electrónicas:

- Género de videojuegos. (2 de septiembre de 2022). En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=G%C3%A9nero_de_videojuegos&oldid=145729951.
- Real Academia Española. (s.f.). Inteligencia. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 13 de septiembre de 2022, de <https://dle.rae.es/inteligencia?m=form#2DxmhCT>.
- Real Academia Española. (s.f.). Juego. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 12 de septiembre de 2022, de <https://dle.rae.es/juego?m=form>.
- Real Academia Española. (s.f.). Videojuego. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 12 de septiembre de 2022, de <https://dle.rae.es/videojuego?m=form>.