Ciudad de México, a 5 de junio del 2020

Comité de Titulación

P R E S E N T E

Por medio de la presente solicito la autorización para titularme bajo la opción de tesis/tesina, fungiendo el Dr. Marco Antonio Morales Aguirre como asesor para este proyecto. El título del proyecto de titulación será: “Jugador artificial de dominó basado en Árbol de Búsqueda Monte Carlo”.

Atentamente,

Andrés Cruz y Vera

Nombre y firma del alumno

Ingeniería en Computación

Clave única: 155899

E-mail: [andrscyv@gmail.com](mailto:andrscyv@gmail.com)

Teléfono:

Celular: 5522725789

Facebook:

Twitter:

LinkedIn:<https://www.linkedin.com/in/andres-cruz-y-vera/>

INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO



### **JUGADOR ARTIFICIAL DE DOMINÓ BASADO EN ÁRBOL DE BÚSQUEDA MONTE CARLO**

# TESIS

# QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

## INGENIERO EN COMPUTACIÓN

### P R E S E N T A

Andrés Cruz y Vera

#### ASESOR: Dr. Marco Antonio Morales Aguirre

### **CIUDAD DE MÉXICO 2020**

**TABLA DE CONTENIDO**

**1. INTRODUCCIÓN**

* 1. Contexto
  2. Identificación del problema
  3. Objetivo

1.4 Organización del documento

**2. ANÁLISIS** (del problema)

2.1 Requerimientos funcionales

* 1. Restricciones

* 1. Trabajos relacionados

**REFERENCIAS**

**PLAN DE TRABAJO**

**Introducción**

**1.1 Contexto**

La historia de los juegos por computadora inicia desde la década de 1950 en el ámbito académico y en los 70`s y 80`s gana popularidad para el público en general. Los videojuegos han tenido un gran impacto en la cultura popular, así como en grandes figuras de la computación que tuvieron su primer acercamiento a los ordenadores por medio de estos y del lenguaje BASIC

Así mismo, los juegos de mesa han tenido un papel importante en el desarrollo del área de inteligencia artificial siendo una área muy fructífera de investigación como en el caso del ajedrez y la famosa contienda entre Deep Blue y Garry Kasparov

**1.2 Identificación del problema**

El problema que se aborda en este trabajo es el de implementar un programa de computadora que sea capaz de jugar en una partida de dominó como parte de un equipo de dos participantes que compiten con dos contrincantes. La motivación de este problema es, por una parte, que los jugadores artificiales (o *bots*) tienen un papel importante en el despliegue de juegos online. Por otra parte, la toma de decisiones bajo incertidumbre e información incompleta es una campo actual de investigación muy importante con un gran potencial para su aplicación en distintas áreas.

El lanzamiento a mercado de un juego multijugador online presenta distintos retos. Entre ellos existe la necesidad de crear una base mínima de usuarios que permita tener un tiempo razonable de espera para poder encontrar una partida a la cual unirse. Una forma de solventar parcialmente este obstáculo, particularmente en las primeras fases del lanzamiento, es contar con jugadores artificiales que suplementen la falta de contrincantes humanos.

Los métodos de búsqueda basados en árboles han tenido gran éxito en la creación de jugadores artificiales para juegos de mesa de dos participantes y con información completa. Particularmente el algoritmo de MCTS (Árbol de búsqueda Monte Carlo por sus siglas en inglés) ha resultado muy útil para la implementación de jugadores genéricos para juegos de mesa con las restricciones antes definidas. Esta metodología tiene la ventaja de no necesitar de una heurística con conocimiento específico del juego para tener un desempeño razonable.

La facilidad que provee MCTS para la creación de bots es deseable para otras categorías de juegos que no cumplen las mismas restricciones como es el caso de juegos de mesa con información imperfecta.

1.3 Objetivos

Implementar un jugador artificial de dominó. Conforme a este objetivo, se utilizará la técnica de *determinization* para adaptar MCTS a un juego estocástico con información imperfecta .

1.4 Organización del documento

1. Introducción
2. Análisis
3. Las reglas del dominó
4. Monte Carlo Tree Search
5. Juegos estocásticos con información imperfecta
6. Implementación y resultados

**2. Análisis**

2.1 Requerimientos funcionales

El programa generará una jugada a partir del estado actual del juego. Es decir, el jugador tendrá conocimiento de sus fichas asignadas así como de las fichas tiradas por los otros participantes.

2.2 Restricciones

El programa debe generar las jugadas en un tiempo razonable para poder utilizarse en un juego de tiempo real contra contrincantes humanos y no debe poseer información sobre las manos de sus contrincantes ni de su pareja de equipo.

2.3 Trabajos relacionados

Uno de los primeros trabajos sobre métodos de Monte Carlo para juegos de información imperfecta lo realiza Ginsberg (2001). Con esta metodología logra implementar un jugador de Bridge de nivel experto.

Por otra parte, MCTS puede estudiarse desde la perspectiva de procesos de decisión de markov como en la disciplina de aprendizaje por refuerzo. En este campo es importante el trabajo de Mnih et al. (2013) que es uno de los primeros en integrar aprendizaje profundo a los algoritmos de aprendizaje por refuerzo para la creación de agentes en el juego de atari.

Long et al. (2010) realizaron un trabajo en donde , a partir de árboles de juego sintéticos, definen indicadores estadísticos que les permiten identificar propiedades importantes de juegos de información imperfecta en los que MCTS se puede adaptar exitosamente. Dicho trabajo extiende la línea de investigación sobre las limitaciones de MCTS en el contexto de información imperfecta que inician Frank y Basin (1998)

Así mismo, se recuperó de la web un proyecto de licenciatura sobre un jugador artificial para dominó (en el texto se le refiere como Latin-American dominoes) desarrollado por Angeris y Li (2016) de la universidad de Stanford

**Referencias**

Angeris, G., & Li, L. (2016). CS 221 Project Final : DominAI. Recuperado de <https://web.stanford.edu/~guillean/papers/dominai.pdf>

Frank, I., and Basin, D. 1998. Search in games with in- complete information: A case study using bridge card play. *Artificial Intelligence* 87–123.

Ginsberg, M. L. (2001). GIB: Imperfect Information in a Computationally Challenging Game. *Journal of Artificial Intelligence Research*, *14*, 303-358. <https://doi.org/10.1613/jair.820>

Long, Jeffrey Richard et al. “Understanding the Success of Perfect Information Monte Carlo Sampling in Game Tree Search.” *AAAI* (2010).

Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Graves, A., Antonoglou, I., Wierstra, D. & Riedmiller, M. (2013). Playing Atari with Deep Reinforcement Learning. , .