



Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo



Trabajo Terminal No. 2025-B065

Modelo para representar la interacción gravitacional de dos cuerpos

Programa de Ingeniería en Inteligencia Artificial (2020)

Alumnos:

Carrillo Barreiro José Emiliano
Robles Ortero José Ángel

Directores:

Dr. Cesar Hernández Vasquez
Dr. Mauricio Olguín Carbajal

15 de mayo de 2025

Ciudad de México

1 Introducción

2 Estado del Arte

3 Marco Teórico

4 Planeación

5 Análisis

6 Diseño

7 Conclusiones y Trabajo a Futuro

Introducción

Las simulaciones de n^1 -cuerpos, usadas en astrofísica para modelar interacciones galácticas y sistemas planetarios, tienen una restricción: **masas estáticas**. Esto limita la precisión al simular procesos de masa variable, un ejemplo de estos procesos es: la evolución estelar.

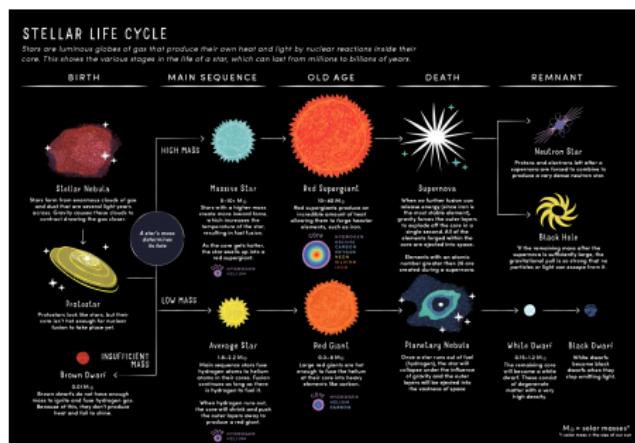


Figura 1: Diagrama del ciclo de evolución de una estrella. Propiedad de: [1]

¹Durante toda la presentación se usará $n = 2$, dado el acotamiento que se tiene para el presente Trabajo Terminal.

Planteamiento Del Problema

Un problema fundamental en las simulaciones de n -cuerpos es la masa invariable, lo que afecta la estabilidad de los cuerpos involucrados en fenómenos dinámicos como fusiones estelares o acreción. Esta rigidez limita tanto el estado del sistema de n -cuerpos como el potencial para aplicaciones interactivas, requiriendo métodos más flexibles.

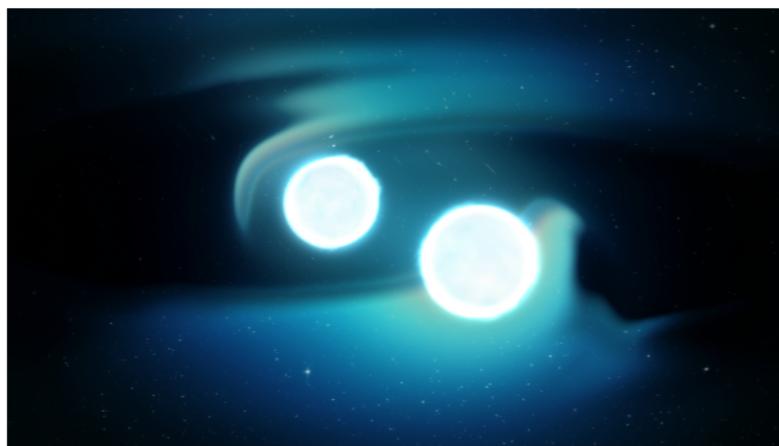


Figura 2: Colisión de dos estrellas de neutrones (Simulación). *Extraido de:* [2]

Propuesta de Solución

Proponemos un modelo de simulación de n -cuerpos con **modificación dinámica de masas**, de los cuerpos del sistema, en tiempo de ejecución. Se emplearán diversos enfoques de solución al problema de n -cuerpos para **eficiencia computacional**, y algoritmos bio-inspirados para el **ajuste paramétrico adaptativo**. El modelo, **escalable**, se optimizará para hardware accesible, buscando **superar las limitaciones de los modelos actuales**.

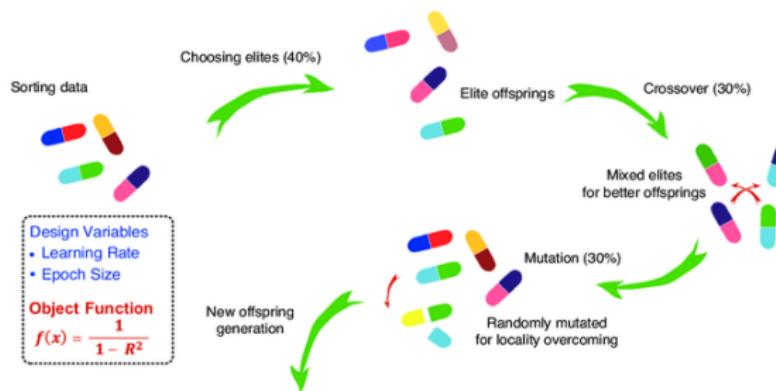


Figura 3: Ejemplo de Aplicación de un Algoritmo Genético (AG) Adaptado de: [3]

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un modelo teórico para la simulación del problema de dos cuerpos que permita la modificación dinámica de la masa, mejorando la estabilidad local del sistema visible en la representación de sus interacciones gravitacionales y eventos asociados.

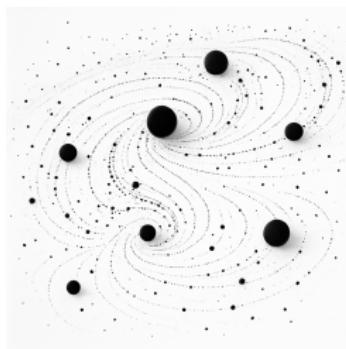


Figura 4: Ejemplo de representación de un sistema de n -cuerpos. Autoría Propia

Objetivos I

Objetivo Específicos

Módulo de simulación

Implementar el módulo de simulación encargado de integrar los distintos procedimientos algorítmicos requeridos para obtener la descripción numérica del sistema de interacción de n cuerpos, incluyendo la aplicación de métodos de integración numérica, el cálculo de fuerzas gravitatorias y la detección de colisiones.

Módulo de optimización

Diseñar e implementar el módulo de optimización orientado al ajuste dinámico de las masas de los cuerpos que conforman el sistema de n -cuerpos, mediante el uso de algoritmos bioinspirados, con el fin de identificar el primer conjunto de valores que satisfaga las restricciones impuestas en cuanto a estabilidad y viabilidad del sistema.

Objetivos II

Objetivo Específicos

Módulo de Simulación dinámica

Desarrollar e implementar el modelo computacional de para la simulación dinámica de un sistema de dos cuerpos bajo interacción gravitatoria.

Módulo de visualización

Implementar el módulo de visualización gráfica para la representación dinámica del sistema simulado, mostrando su evolución temporal a lo largo de un conjunto limitado de iteraciones, a fin de apoyar la interpretación de los resultados del modelo

Objetivos III

Objetivo Específicos

Interfaz básica (UI)

Diseñar e implementar una interfaz básica que permita el ingreso estructurado de parámetros asociados a los cuerpos del sistema, diferenciando entre atributos fijos (e.g., radio) y variables susceptibles de optimización (e.g., masa), así como la definición de restricciones obligatorias y optionales que condicionan el espacio de soluciones. Además, encapsular en dicha interfaz la visualización de los resultados generados por los módulos de simulación y optimización

1 Introducción

2 Estado del Arte

3 Marco Teórico

4 Planeación

5 Análisis

6 Diseño

7 Conclusiones y Trabajo a Futuro

1 Introducción

2 Estado del Arte

3 Marco Teórico

4 Planeación

5 Análisis

6 Diseño

7 Conclusiones y Trabajo a Futuro

1 Introducción

2 Estado del Arte

3 Marco Teórico

4 Planeación

5 Análisis

6 Diseño

7 Conclusiones y Trabajo a Futuro

1 Introducción

2 Estado del Arte

3 Marco Teórico

4 Planeación

5 Análisis

6 Diseño

7 Conclusiones y Trabajo a Futuro

1 Introducción

2 Estado del Arte

3 Marco Teórico

4 Planeación

5 Análisis

6 Diseño

7 Conclusiones y Trabajo a Futuro

1 Introducción

2 Estado del Arte

3 Marco Teórico

4 Planeación

5 Análisis

6 Diseño

7 Conclusiones y Trabajo a Futuro

¡Gracias por su atención!
¿Tienen alguna pregunta o comentario?

Referencias I

- [1] Smarty Prints, "Constellation Star Poster: Northern Hemisphere, Stellar Life Cycle, Night Sky Stargazing", Póster educativo que muestra que ilustra el ciclo de vida de una estrella., Smarty Prints. (14 de mayo de 2025), dirección: <https://smartyprintsshop.com/products/constellation-star-poster-northern-hemisphere-stellar-life-cycle-night-sky-stargazing-print-16x20-18x24-24x36> (visitado 14-05-2025).
- [2] NASA's Scientific Visualization Studio, "Star Collision", Visualización científica producida por Scott Wiessinger. Visualización por Brian Monroe. Redacción por Francis Reddy. Consultoría científica por Julie McEnery, Brad Cenko y Eleonora Troja., NASA Goddard Space Flight Center. (2 de jul. de 2018), dirección: <https://svs.gsfc.nasa.gov/12949/> (visitado 14-05-2025).

Referencias II

- [3] J. Kim y col., "Prediction of engine NOx for virtual sensor using deep neural network and genetic algorithm", *Oil & Gas Science and Technology - Revue de l' IFP*, vol. 76, pág. 72, nov. de 2021.
DOI: 10.2516/ogst/2021054.