

Sistema de Navegación Adaptativa para un Vehículo Autónomo

Over Alexander Mejia Rosado
Ronald Mateo Ceballos Lozano
Rhonald José Torres Díaz

Inteligencia Artificial
Universidad Nacional de Colombia - De La Paz

Introducción

- ▶ Desarrollo de un vehículo autónomo capaz de desplazarse en un mapa 2D.
- ▶ Implementación del algoritmo NEAT (NeuroEvolution of Augmenting Topologies).
- ▶ Uso de sensores virtuales para la percepción del entorno.
- ▶ Aplicación de métricas de distancia (Euclidiana, Manhattan, Chebyshev) como sistema de recompensas.
- ▶ Creación de un sistema de refuerzo para evitar el estancamiento del vehículo.

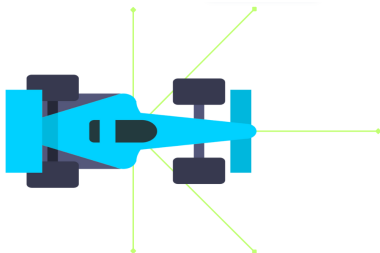
Objetivo del Proyecto

- ▶ Determinar que metricas de distancia son mas efectivas para el cálculo del fitness.
- ▶ Utilizar NEAT (NeuroEvolution of Augmenting Topologies) para desarrollar el sistema de navegación.
- ▶ Mejorar la capacidad del vehículo de adaptarse al entorno.

Metodología

- ▶ Creación del entorno 2D con la herramienta Pygame Python.
- ▶ Uso de métricas de distancia (Euclidiana, Manhattan, Chebyshev) como sistema de recompensas.
- ▶ Creación de un sistema de un metodo para evitar que el vehículo se estanque.

Entorno 2D



- ▶ Mapa 2D implementado en las simulaciones realizadas.
- ▶ Aplicacion de radares al agente.
- ▶ Angulos del los radares: -90° , -45° , 0° , 45° , 90° .
- ▶ Los sensores proporcionan información sobre el entorno inmediato del vehículo, incluyendo obstáculos y límites de la vía.

Metodología - Cálculo del Fitness

Algoritmo NEAT Se utiliza NEAT para evolucionar la arquitectura de la red neuronal que controla el vehículo. NEAT permite:

- ▶ Incrementar complejidad de la red gradualmente.
- ▶ Preservar estructuras efectivas a través de la especiación.
- ▶ Entre mayor sea el fitness de un agente, aumenta la probabilidad de ser preservado para la siguiente generación.

Implementación de diferentes métricas de distancia para calcular el fitness del vehículo autónomo. La función de fitness se define como:

$$\text{Fitness} = \text{máx}(0, 10000 - d)$$

Donde d es la distancia calculada según la métrica utilizada.

Metodología - Métricas de Distancia

- ▶ **Distancia de Manhattan:**

$$d_M = |x_{\text{meta}} - x_{\text{veh}}| + |y_{\text{meta}} - y_{\text{veh}}|$$

- ▶ **Distancia de Chebyshev:**

$$d_C = \max(|x_{\text{meta}} - x_{\text{veh}}|, |y_{\text{meta}} - y_{\text{veh}}|)$$

- ▶ **Distancia Euclidiana:**

$$d_E = \sqrt{(x_{\text{meta}} - x_{\text{veh}})^2 + (y_{\text{meta}} - y_{\text{veh}})^2}$$

Metodología - Método Refuerzo Forzado o de Aceleración

Refuerzo Forzado:

- ▶ Si la velocidad del vehículo es inferior a un umbral, se aplica un impulso para mantener el movimiento.
- ▶ Evita que el vehículo se estanque en el mapa.

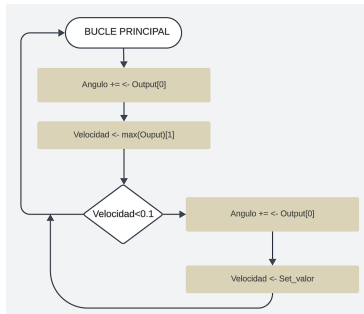


Figura: Esquema del Método de Refuerzo Forzado

Resultados - Desplazamiento Autónomo

- ▶ El vehículo autónomo logró desplazarse de manera efectiva en el mapa 2D.
- ▶ Capacidad de identificar y girar en las esquinas.
- ▶ Incremento del fitness a lo largo de las generaciones.



Figura: Vehículo autónomo en desplazamiento.

Resultados - Incremento del Fitness

- Incremento constante del fitness en cada generación.
- Las métricas de distancia Euclidiana, Manhattan y Chebyshev mostraron diferentes tasas de mejora.

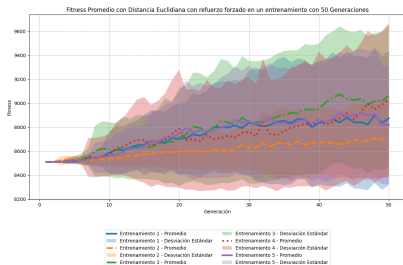


Figura: Evolución del Fitness a lo largo de las generaciones, utilizando la métrica Euclidiana.

Conclusiones

- ▶ El uso de NEAT es efectivo para desarrollar sistemas de navegación adaptativos.
- ▶ Las métricas de distancia y el refuerzo forzado contribuyen al aprendizaje del vehículo.
- ▶ Potencial para reducir accidentes y mejorar la eficiencia en sistemas de transporte autónomo.