



ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA

Ciencias de la computación e Inteligencia Artificial

SISTEMAS INTELIGENTES

Juan Camilo Hernández – Christian David Jiménez - Juan Esteban Arias Patron

Introducción

El algoritmo bioinspirado de aves se refiere comúnmente al algoritmo de optimización basado en el comportamiento de bandadas de aves, también conocido como Optimización por Enjambre de Partículas (Particle Swarm Optimization, PSO). Este algoritmo es parte de la inteligencia colectiva y está inspirado en el comportamiento social de las aves, especialmente en su forma de volar en bandadas para buscar alimentos o migrar a nuevos territorios.

Principios Básicos del PSO:

- Comportamiento social: En una bandada de aves, cada individuo sigue reglas simples, como la alineación con sus vecinos, la atracción hacia la mejor fuente de alimento y el evitar colisiones.
- Enjambre de partículas: En el algoritmo, las aves se modelan como "partículas" que se mueven en un espacio de soluciones. Cada partícula representa una posible solución a un problema de optimización.
- Velocidad y posición: Cada partícula tiene una posición y una velocidad, que se actualizan en cada iteración. La actualización de la velocidad está influenciada por dos factores:
 - La mejor posición encontrada por la propia partícula.
 - La mejor posición global encontrada por el enjambre.

El movimiento de cada partícula está determinado por una combinación de su experiencia (su mejor solución individual) y la experiencia del grupo (la mejor solución encontrada por cualquier partícula en el enjambre).

Características Clave:

- Adaptación dinámica: Las partículas pueden explorar el espacio de soluciones en busca de la mejor, ajustando su movimiento en función de su propia información y la de los demás.
- Velocidad de convergencia: PSO tiende a converger más rápido en algunos casos en comparación con otros algoritmos de optimización, debido a su naturaleza colaborativa.
- Flexibilidad: Se puede aplicar a una amplia gama de problemas de optimización, como optimización de rutas, ajuste de parámetros, diseño de sistemas, entre otros.

Aplicaciones:

PSO se utiliza en áreas como:

- Optimización de sistemas complejos: Ingeniería, redes de comunicación, optimización de circuitos.
- Machine learning: Para ajustar parámetros de modelos.
- Investigación operativa: Solución de problemas de enrutamiento y logística.
- Economía: Modelado y optimización de carteras de inversión.

El algoritmo PSO es valorado por su simplicidad, eficiencia y capacidad para escapar de mínimos locales en problemas de optimización no lineales.

Problema a trabajar

1. Definición del problema

Optimización de rutas de distribución para una cadena logística

Una empresa de logística necesita optimizar las rutas de entrega de sus productos a una serie de puntos de destino, como tiendas minoristas o clientes finales. El objetivo es reducir los costos de transporte y el tiempo total de entrega, teniendo en cuenta factores como la distancia, el consumo de combustible y el tiempo de tráfico.

Este problema se conoce como el Problema de la Ruta del Vendedor (VRP por sus siglas en inglés: Vehicle Routing Problem), que es una versión más compleja del Problema del Viajante (TSP, Traveling Salesman Problem). En el VRP, no solo hay un "vendedor" (camión o vehículo), sino varios, y cada uno debe visitar una lista de destinos y regresar al almacén de origen de la manera más eficiente posible. El desafío es asignar las rutas óptimas para cada vehículo, teniendo en cuenta las restricciones de costos, capacidad y tiempo.

2. Datos, posibles soluciones y métodos

Datos:

Para abordar este problema, necesitamos tener los siguientes datos disponibles:

- Localización geográfica de los puntos de entrega: Las coordenadas de cada cliente o tienda a la que deben llegar los productos.
- Distancias entre los puntos: Estas distancias pueden estar predefinidas en una matriz de distancias o calcularse dinámicamente en función de la geografía (por ejemplo, con un mapa de calles o distancias en línea recta).

- Capacidad de los vehículos: Cada vehículo tiene un límite de carga que no puede exceder.
- Tiempo de operación: Las rutas deben respetar un horario operativo, ya que los clientes tienen tiempos específicos de recepción.
- Costos de transporte: Pueden incluir combustible, peajes, desgaste del vehículo, y otros costos asociados al trayecto.

Posibles soluciones:

El objetivo es encontrar la mejor ruta para cada vehículo. Algunas posibles soluciones o enfoques incluyen:

- Método clásico: Asignar rutas de manera aleatoria o en función de la cercanía de los puntos, pero este enfoque tiende a ser ineficiente y no ofrece la solución óptima.
- Soluciones heurísticas: Métodos como algoritmos genéticos o algoritmos basados en PSO (enjambre de partículas, aves) ofrecen mejores soluciones, al simular comportamientos biológicos o sociales.

Modelación con PSO:

En el enfoque PSO, cada "partícula" representará una posible solución, es decir, una secuencia de rutas para los vehículos de la empresa. La posición de la partícula se referirá a una ruta específica en el espacio de soluciones, y la velocidad determinará cómo la partícula cambia esa ruta. Las partículas explorarán las posibles rutas en busca de la mejor solución (ruta más corta, menor costo, etc.), mientras intercambian información sobre la mejor solución encontrada.

Pasos para modelar el problema con PSO:

1. Inicialización:

- Se define un enjambre de partículas, donde cada partícula representa una solución viable para las rutas de los vehículos.
- Se asigna a cada partícula una posición inicial aleatoria (una combinación inicial de rutas de vehículos).
- Se asigna una velocidad inicial para cada partícula, que afectará cómo cambia su posición (ruta).
-

2. Evaluación de la aptitud (fitness):

- Para cada partícula, se calcula un valor de aptitud basado en el costo de su ruta. El costo puede incluir factores como la distancia total, el tiempo de entrega, y la capacidad del vehículo.

3. Actualización de posiciones y velocidades:

- Las partículas actualizan su posición en el espacio de soluciones en función de dos factores: la mejor solución que han encontrado hasta ahora (experiencia personal) y la mejor solución encontrada por el enjambre completo (experiencia social).
- Las partículas con rutas más eficientes influirán en el comportamiento de las demás.

4. Iteración:

- Se repite el proceso de evaluación y actualización durante un número determinado de iteraciones o hasta que se alcance una solución satisfactoria.

Comparación con otros métodos:

- A diferencia de un enfoque puramente aleatorio o de fuerza bruta, PSO aprovecha el comportamiento social de las partículas para evitar quedarse atascado en soluciones subóptimas.
- Comparado con algoritmos genéticos o colonia de hormigas, PSO es más simple de implementar y puede converger más rápido en algunos casos.

Ejemplo simplificado de solución:

Imagina que tienes tres camiones y ocho puntos de entrega. Cada partícula en PSO representará una combinación de rutas para los tres camiones. El algoritmo ajustará esas rutas iterativamente, intercambiando información entre las partículas, hasta encontrar las mejores rutas que minimicen el costo de transporte, reduzcan el tiempo de entrega y optimicen el uso de los vehículos.