

Optimización por colonia de hormigas

ANT COLONY OPTIMIZATION

Introducción

Comportamiento de colonias de hormigas naturales

- Características interesantes
 - Encontrar los caminos más cortos entre el hormiguero y la comida
 - Las hormigas son ciegas

En su recorrido, depositan una sustancia llamada feromona que todas pueden oler (estigmergia o estimergia: colaboración a través del medio físico)

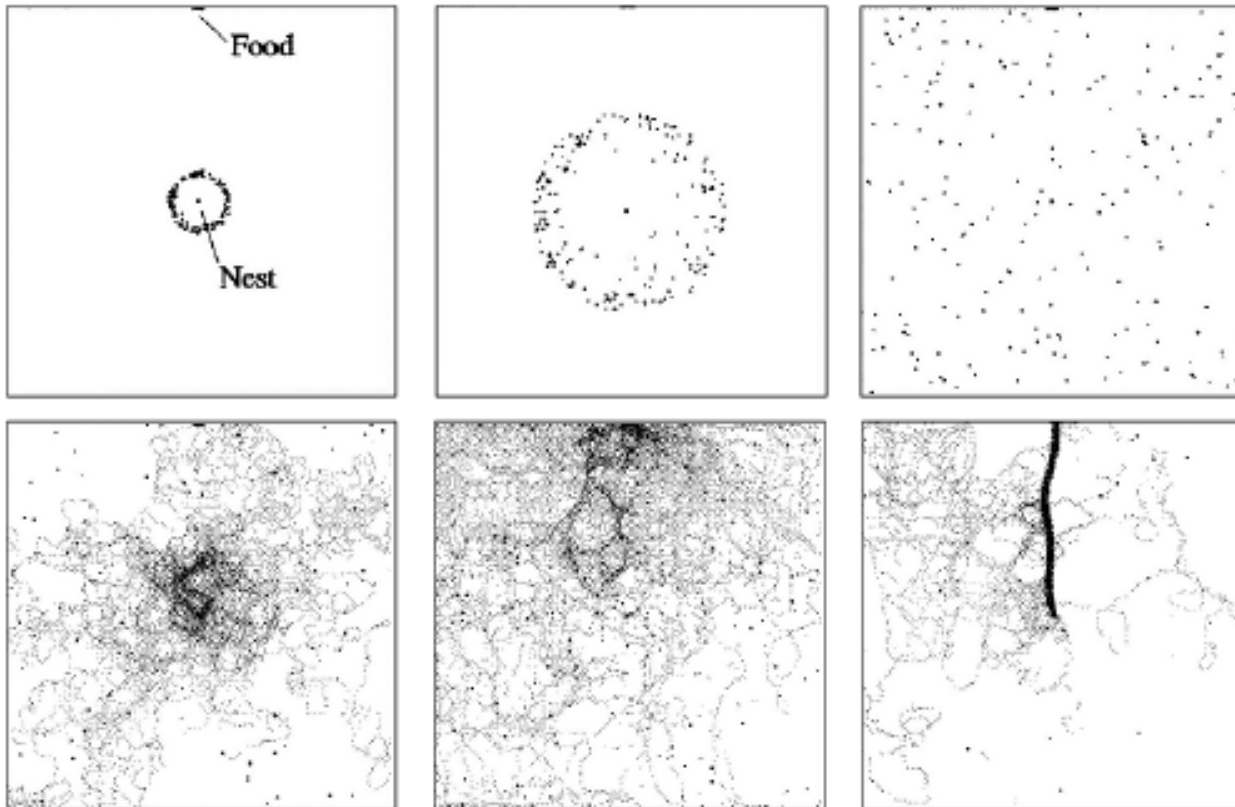
- Este rastro les permite regresar a su hormiguero desde la comida

Intersecciones: decisión del camino a seguir

- Decisión probabilística
- Mayor probabilidad para caminos con un alto rastro de feromona

Introducción

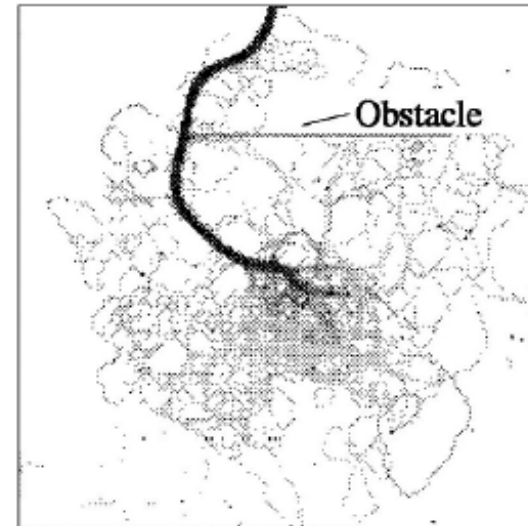
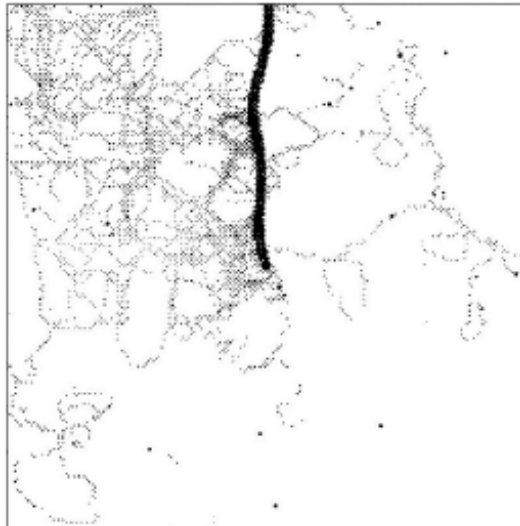
Determinación del camino más corto



Introducción

Capacidad de evitar obstáculos

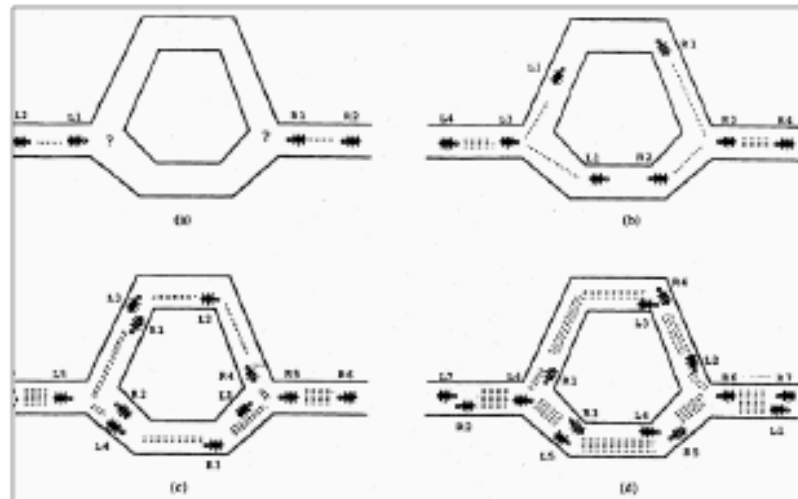
La acción continuada de la colonia da lugar a un rastro de feromona que permite a las hormigas encontrar un camino cada vez más corto desde el hormiguero hasta la comida.



Introducción

Efecto de los rastros de feromona

- Rutas más prometedoras acumulan feromona al ser recorridas por más hormigas (reclutamiento de masas)
- Menos prometedoras pierden feromona por evaporación
- Aún así, la gran perduración de los rastros hace que la evaporación influya poco



Introducción

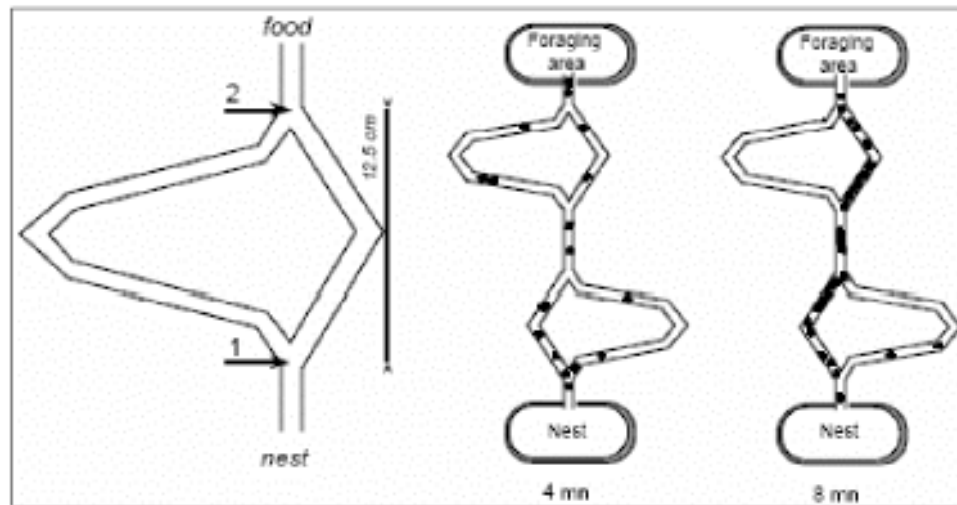
Experimentos de Deneubourg (1989) con un tipo concreto de hormigas y mediante el uso de dos tipos de circuitos (puentes)

- Dos ramas del puente de misma longitud
- Una rama era el doble de larga que la otra
- Dos puentes cruzados de diferente longitud

Introducción

Resultados

- Puente 1: las hormigas convergían a una sola rama (cualquiera de las dos)
- Puente 2: Las hormigas convergían a la rama más corta
- Puentes dobles: Las hormigas encuentran el camino más corto



Optimización por colonia de hormigas (ACO)

Es una técnica Meta-heurística

Busca el camino óptimo en una gráfica inspirada en el comportamiento de hormigas en busca de un camino entre su colonia y la fuente de alimento

Las hormigas “navegan” desde el hormiguero hasta la fuente de alimento. Las hormigas son ciegas

Cada hormiga se mueve de forma aleatoria

Las feromonas marcan el camino seguido por una hormiga

Más feromonas en un camino aumenta su probabilidad de ser seguido

ACO - agente viajero

Ideas generales

- Un rastro virtual acumulado en los segmentos del camino
- Camino seleccionado de forma aleatoria basado en la cantidad de rastro presente en cada segmento
- Después de alcanzar un nodo, la hormiga elige se siguiente segmento
- Continúa hasta completar un recorrido
- Se evalúa el costo del camino construido

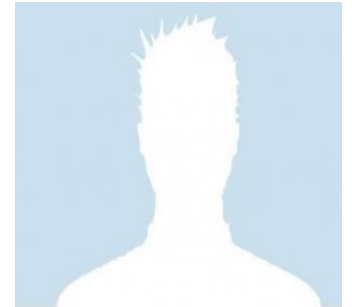
Meta-heurística

Es una técnica heurística que permite resolver una gran variedad de problemas de optimización discreta

Ant System fue desarrollada por Marco Dorigo en su tesis de Doctorado en 1992



Ant Colony fue desarrollada por Gambardella Dorigo en 1997



ACO

Pseudo-código

- Establecer parámetros, inicializar rastro de feromonas
- Construir soluciones con las hormigas
- Evaluar el costo del camino construido
- Actualizar rastros de feromonas en los segmentos del camino construido

Introducción

Una hormiga se moverá del nodo i al nodo j con probabilidad dada por

$$p_{i,j} = \frac{(\tau_{i,j}^\alpha)(\eta_{i,j}^\beta)}{\sum (\tau_{i,j}^\alpha)(\eta_{i,j}^\beta)}$$

Donde:

- $\tau_{i,j}$, es la concentración de feromona de la arista i,j
- α , es un parámetro de control que determina la influencia de $\tau_{i,j}$
- $\eta_{i,j}$, indica que tan deseable es la arista i,j normalmente $\eta_{i,j} = 1/d_{i,j}$
- β , es un parámetro de control que determina la influencia de $\eta_{i,j}$



Actualización de la feromona

La cantidad de feromona es actualizada de acuerdo a la siguiente ecuación

$$\tau_{i,j} = (1 - \rho)\tau_{i,j} + \Delta\tau_{i,j}$$

Donde

$\tau_{i,j}$, es la cantidad de feromona en la arista i,j

ρ , es la tasa de evaporación

$\Delta\tau_{i,j}$, es la cantidad de feromona depositada, normalmente dada por

Actualización de la feromona

$$\Delta\tau_{i,j} = \begin{cases} 1/L_k & \text{si la hormiga } k \text{ usa la arista } i,j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde

L_k , es el costo del camino construido por la k -ésima hormiga

M. Dorigo propone usar $\rho = 0.5$

Actualización de la feromona

Retroalimentación positiva: reforzar (en el futuro) los componentes de las buenas soluciones

- Cuanto mejor sea la solución, más feromona se aporta

Evaporación: doble objetivo

- Evitar un incremento ilimitado de los rastros de feromona
- Permitir olvidar las malas decisiones tomadas

Implementación

- Evaporación igual para todos rastros: se elimina un porcentaje de su valor actual: $0 \leq \rho \leq 1$
- Mecanismo más activo que el natural (evita la perduración de rastros de feromona, i.e. estancamiento en óptimos locales)

ACO

Se han propuesto muchas variantes de ACO, los tres más conocidos son:

- Ant system
- Ant Colony System
- Max-Min Ant System

Las principales diferencias se encuentran en la forma de actualizar la cantidad de feromona y la forma de elegir el siguiente segmento del camino.

Estrategias de actualización de la feromona

- On-line paso a paso: cada hormiga, al construir una solución completa, actualiza el valor de la feromona de cada arco recorrido
- On-line retardada: una vez construidas las soluciones de todas las hormigas, rehacen el camino en sentido inverso, se actualiza el valor de la feromona de todos los arcos recorridos

ACO – Ant System

Fue la primera técnica basada en hormigas, propuesta en 1992.

Las feromonas son actualizadas por todas las hormigas de la siguiente forma

$$\tau_{i,j} = (1 - \rho)\tau_{i,j} + \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{i,j}^k$$

Donde

$\Delta\tau_{i,j}^k$, es la cantidad de feromona dejada en la arista i,j por la hormiga k
 m , es el número de hormigas

Max-Min Ant System

En esta versión se establecen cotas máxima y mínima para la cantidad de feromona en cada camino.

Además, solo la mejor hormiga puede actualizar el camino de feromonas.

Exploración vs. Explotación

Intensificación

- Reglas de actualización de la feromona que van reforzando las buenas soluciones

Diversificación

- Mecanismo probabilístico de construcción de las soluciones
- Evaporación de la feromona

Aplicaciones

Rutas en redes de telecomunicaciones

Agente viajero

Coloración de gráficas

Horarios

Satisfacción de restricciones

Ventajas

Se puede paralelizar

La retroalimentación positiva cuenta para el descubrimiento rápido de buenas soluciones

Eficiente para problemas de agente viajero y problemas similares.

Puede usarse en aplicaciones dinámicas (se adapta a cambios como nuevas distancias, etc.)

Publicaciones

← → ↻ 🏠

🔒 https://www.sciencedirect.com/search?q=ant_colony&show=25&sortBy=relevance

⋮ 📧 ☆

⬇️ 📄 📁 🗨️ 🔍

☰ 🔔

26,167 results

🔔 Set search alert

Refine by:

Years

☐ 2019 (119)

☐ 2018 (2,112)

☐ 2017 (1,820)

Show more ▾

Article type

☐ Review articles (1,479)

☐ Research articles (17,619)

☐ Encyclopedia (337)

☐ Book chapters (1,548)

Show more ▾

Publication title

☐ Gastroenterology (1,618)

☐ Applied Soft Computing (944)

☐ Expert Systems with Applications (684)

Show more ▾

Access type

☐ Open access (1,926)

☐ 📄 Download selected articles [⬆️ Export](#)

sorted by [relevance](#) | [date](#)

☐ Research article • Full text access

Coding **Ants**: Optimization of GPU code using **ant colony** optimization
Computer Languages, Systems & Structures, Volume 54, December 2018, Pages 119-138
Eric Papenhausen, Klaus Mueller
[📄 Download PDF \(1,864 KB\)](#) [Abstract ▾](#) [Export ▾](#)

☐ Research article • Full text access

A new hybrid **ant colony** optimization algorithm for solving the no-wait flow shop scheduling problems
Applied Soft Computing, Volume 72, November 2018, Pages 166-176
Orhan Engin, Abdullah Güçlü
[📄 Download PDF \(1,408 KB\)](#) [Abstract ▾](#) [Export ▾](#)

☐ Research article • Full text access

Solving the Feeder Vehicle Routing Problem Using **Ant Colony** Optimization
Computers & Industrial Engineering, *In press, accepted manuscript*, Available online 23 October 2018
Ying-Hua Huang, Carola A. Blazquez, Shan-Huen Huang, Germán Paredes- Belmar, Guillermo Latorre-Núñez
[📄 Download PDF \(1,636 KB\)](#) [Abstract ▾](#) [Export ▾](#)

☐ Research article • Full text access

An efficient **ant colony** optimization algorithm for the blocks relocation problem
European Journal of Operational Research, *In press, corrected proof*, Available online 28 September 2018
Raka Jovanovic, Milan Tuba, Stefan Voß
[📄 Download PDF \(624 KB\)](#) [Abstract ▾](#) [Export ▾](#)

☐ Research article • Full text access

Cooperative **ant colony**-genetic algorithm based on spark
Computers & Electrical Engineering, *Correio*, Volume 60, May 2017, Pages 66-75

Feedback 🗨️