



Problem des Handlungsreisenden mit Ameisenkolonien lösen

12. Dezember 2023

Uwe Kölbel | OTH Amberg-Weiden

Einführung

Problem des Handlungsreisenden

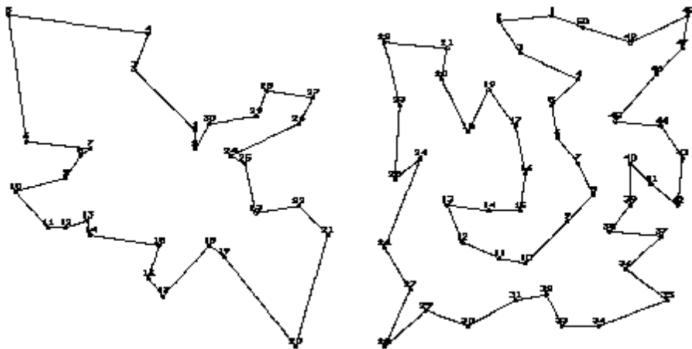
Ant System

Referenzen

- Von Marco Dorigo in seiner PhD thesis 1991 vorgestellt [1]
- Algorithmus zur näherungsweisen Lösung von kombinatorischen Problemen (Metaheuristik)[2]
- Multiagentensystem (Partikelfilter, Genetische Algorithmen)
- Lösen des Problem des Handlungsreisenden (Traveling Salesman Problem, TSP)

Das Problem des Handlungsreisenden (TSP)

- Finden eines möglichst kurzen geschlossenen Pfads, der alle Knoten nur einmal besucht
- Für 15 Städte gibt es $\frac{14!}{2} = 43.589.145.600$ kombinatorische Möglichkeiten

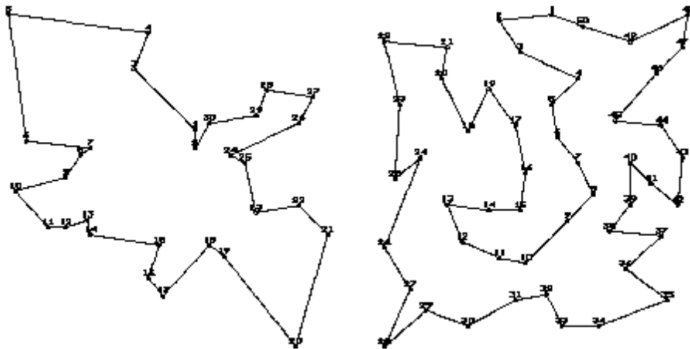


Quelle: [1]

Das Problem des Handlungsreisenden (TSP)

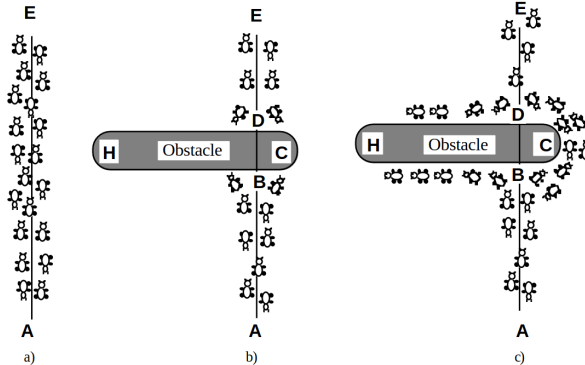
Metrisches euklidisches TSP

- vollständig verbundener ungerichteter Graph
- Knoten haben zufällig generierte Positionen
- Kantengewichte $\delta_{ij} = \frac{1}{\eta_{ij}}$ werden mithilfe der Euklidischen Distanz bestimmt



Quelle: [1]

- Einzelne Individuen treffen simple Entscheidungen
- Ameisen hinterlassen eine Pheromon Spur τ_{ij}
- Das Kollektiv findet eine gute Lösung



Quelle: [2]

- Ursprünglich drei Versionen vorgestellt
 - ▶ ANT-quantity
 - ▶ ANT-density
 - ▶ ANT-cycle
- Viele Verbesserungen wurden vorgestellt (z.B. [3], [4])
- Alle haben die selbe Struktur

Pseudocode

```
init_ants()  
init_pheromones()  
while not converged():  
    move_ants()  
    update_pheromones()
```

- Starten in einer von n Städten
- Haben eine *closed* Liste
- Wechselt von Stadt i zu j mit Wahrscheinlichkeit $p_{ij} = \frac{[\tau_{ij}]^{\alpha} \cdot [\eta_{ij}]^{\beta}}{\sum_{j=1}^n [\tau_{ij}]^{\alpha} \cdot [\eta_{ij}]^{\beta}}$
 - ▶ α steuert Gewicht der Pheromone τ_{ij}
 - ▶ β steuert Gewicht der Sichtbarkeit $\eta_{ij} = \frac{1}{\delta_{ij}}$
- Alle Ameisen laufen einen kompletten Pfad

- Jede der m Ameisen legt auf ihren Pfad eine Pheromon Spur
- $\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \frac{Q}{L_k}$ wenn Kante ij im Pfad der Ameise k ist
 - ▶ L_k ist die Länge des Pfades der k -ten Ameise
 - ▶ Q legt die Pheromon Intensität fest
- $\tau_{ij} \leftarrow \rho \cdot \tau_{ij} + \Delta\tau_{ij}$
 - ▶ ρ legt fest, wie viele Pheromone verdampfen

Live Demo!

- Nur die beste (elite) Ameise darf Pheromone legen
- Beste gefundene Lösung beeinflusst Pheromone ebenfalls
- Pheromon Werte sind auf Intervall beschränkt

- [1] A. Colorni, M. Dorigo und V. Maniezzo, "Distributed Optimization by Ant Colonies," Jan. 1991.
- [2] M. Dorigo, V. Maniezzo und A. Colorni, "Ant system: optimization by a colony of cooperating agents," *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, part b (cybernetics)*, Jg. 26, Nr. 1, S. 29–41, 1996.
- [3] M. Dorigo und L. M. Gambardella, "Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem," *IEEE Transactions on evolutionary computation*, Jg. 1, Nr. 1, S. 53–66, 1997.
- [4] T. Stützle und H. H. Hoos, "MAX–MIN ant system," *Future generation computer systems*, Jg. 16, Nr. 8, S. 889–914, 2000.