

Künstliche Intelligenz

Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Kap. 5:
Ameisenalgorithmen

5.5: Überblick:
Schwarmintelligenz mit Anwendung auf TSP und andere Probleme

Schwarmintelligenz

Traveling Salesman mit Ameisenalgorithmen (ACO)

Funktionsweise

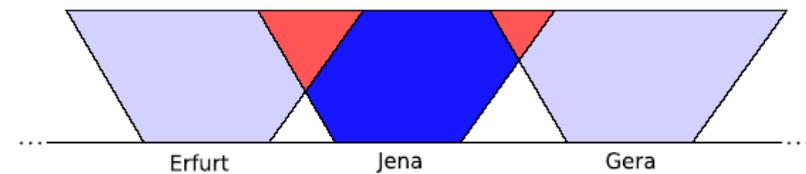
- Pheromone geben für jeden Knoten an, in welcher Richtung der günstigste Weg für die Weiterreise ist.
- Kontinuierlich werden Ameisen auf Rundreise geschickt
- Ameisen wählen den günstigsten Nachbarn, den sie noch nicht besucht haben
- Pheromone werden zweifach verändert:
 - 1) Jede Ameise schwächt den Weg ab, den sie selbst nimmt.
 - 2) In kontinuierlichen Zeitabständen wird der beste Weg seit der letzten Ermittlung betrachtet und die Pheromone auf diesem Weg verstärkt.

Vorteile

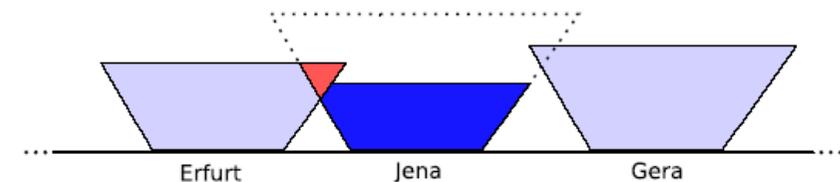
- Lösung wird zielgerichtet verbessert.
- Durch Verwischen der Spuren wird das Hängenbleiben in lokalen Minima vermieden (mathematisch beweisbar).
- Verfahren liefert jederzeit eine Lösung (anytime-Eigenschaft).
- Algorithmus stellt sich automatisch auf geänderte Optimierungsbedingungen ein.

Schwarmintelligenz

Übertragung auf Beschriftungsproblem (Masterarbeit Sven Reinck)



Sperrigkeit hängt von Reihenfolge der Berücksichtigung der Städte ab:



Problemstellung

Finde eine Reihenfolge, in der Städte berücksichtigt werden sollen, sodass die Gesamtsperigkeit minimal ist.

Schwarmintelligenz

Übertragung auf Beschriftungsproblem (Masterarbeit Sven Reinck)

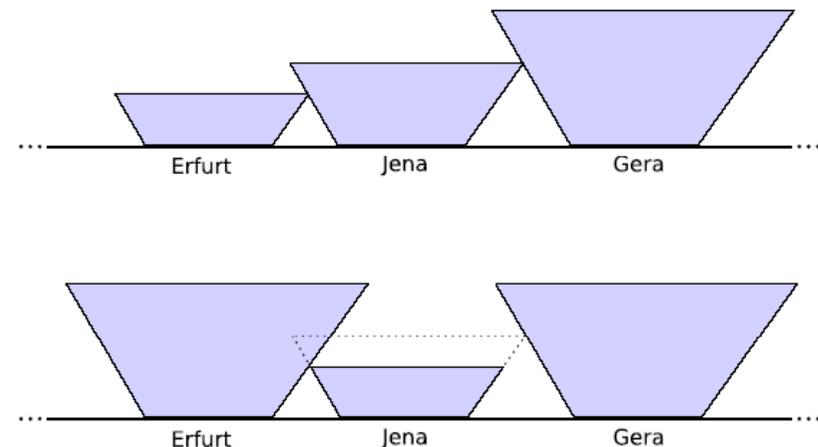
Analogie zum Traveling Salesman Problem:

- Gesamtperrigkeit in Abhängigkeit der Einfügereihenfolge entspricht Weglänge bei Traveling Salesman Problem
- Pheromone geben an, wie sinnvoll es ist, nach Einfügen von Stadt i die Stadt j zu betrachten.

Ergebnisse des Ameisenverfahrens:

- Es werden kontinuierlich neue Lösungen geliefert.
- Qualität der Lösung kann nachträglich neu bewertet werden.

Sperrigkeit hängt von Reihenfolge der Berücksichtigung der Städte ab:



Schwarmintelligenz

Weitere Anwendungen des ACO-Prinzips nach Teodorovic:

- **Verkehrsplanung:**
Verteilung von individuellen Verkehrsströmen auf Verkehrsnetze
Einrichtung von Verkehrslinien mit minimalem Umsteigebedarf und ähnliche ÖPNV-Probleme
- **Ampelschaltungsoptimierung**
- **Materialflusssteuerung:**
Automatischer Transport von Ressourcen von festgelegten Quellen zu festgelegten Zielpunkten,
Automated Guided Vehicles (AGV)

Schwarmintelligenz

Weitere Lösungsprinzipien nach Teodorovic:

- **Particle Swarm Optimization (Vogel-/Fischschwarmsysteme):**
Orientierung am Schwarmmitglied mit interessantester Information
Anwendungsbeispiele: Unfallerkennung, Routing innerhalb von Zeitfenstern
- **Bee Colony Optimization (Bienenschwarmsysteme):**
Umschalten von eigenen Lösungen zu bester Lösung eines Schwarmmitglieds
Anwendungsbeispiele: TSP, Mitfahrgelegenheitsoptimierung, Matchingprobleme wie disjunktes Routing
- **Stochastic Diffusion Search:**
kombiniert pheromonbasierten mit direktem Informationsaustausch
Anwendungsbeispiele: Objekterkennung, Senderplatzierung für drahtlose Netzwerke

Schwarmintelligenz

An der FH Wedel im WS 2009/2010 angefertigte Seminararbeiten:

- **Lösung des Vehicle Routing Problems (VRC) mit Ameisenalgorithmen (Timo Höltgen):**
Weitere und alternative Details zum Lösen von TSP
VRC als Spezialisierung der Problemstellung TSP
Praxisbeispiel: Supermarktkette in Schweiz
- **Weitere Anwendungen von Ameisensystemen (Christoph Blöcker):**
Komplexitätsvergleiche zwischen algorithmischen und Ameisenlösungen beim TSP
Liste anderer NP-vollständiger Anwendungsbeispiele
Details zu Vertex Cover
Ausnutzung der polynomiellen Transformation von NPV-Problemen
- **Bienenschwarmsysteme (BCO) (Tobias Möllmann):**
grundsätzlicher Unterschied zu ACO: direkter Informationsaustausch
Details zu TSP (Teodorovic)
Beehive: Routingalgorithmus mit ACO-Ähnlichkeiten