UNIVERSITÄT ZU LÜBECK
INSTITUT FÜR
THEORETISCHE INFORMATIK

Algorithmen für das Moving-Target Travelling Salesman Problem

Felix Greuling

27.01.2019

IM FOCUS DAS LEBEN

Überblick

Einleitung

Grundlagen

Zwei-orthogonale-Achsen im MT-TSP

Ergebnisse

Zusammenfassung und Ausblick

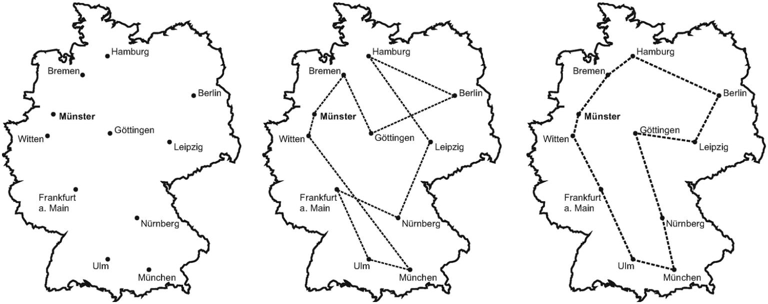
Einleitung

Einleitung

Travelling Salesman Problem (TSP)

- Optimierungsproblem aus der Kombinatorik
- Reihenfolge an Zielen, sodass die Tourzeit minimal ist
- Tour startet und endet im selben Ziel
- NP-vollständig

Einleitung


Hamburg
Bremen
Berlin
Münster
Göttingen
Witten
Leipzig
Frankfurt a. Main
Nürnberg
Ulm
München
Hamburg
Bremen
Berlin
Münster
Göttingen
Witten
Leipzig
Frankfurt a. Main
Nürnberg
Ulm
München
Hamburg
Bremen
Berlin
Münster
Göttingen
Witten
Leipzig
Frankfurt a. Main
Nürnberg
Ulm
München

Einleitung

Moving-Target-TSP (MT-TSP)

- Im Jahre 1998 von Helvig et al. erwähnt.
- Ziele sind nun nicht mehr stationär
- Problematik bleibt die selbe

Einleitung

Grundlagen

MT-TSP

Formal haben Helvig et al. das Problem wie folgt definiert:

> *The moving-target traveling salesman problem: Given a set $S = \{s_1, \ldots, s_n\}$ of* targets*, each s_i moving at constant velocity $\overrightarrow{v_i}$ from an initial position p_i, and given a* pursuer *starting at the origin and having maximum speed $v > |\overrightarrow{v_i}|$, find the fastest tour starting (and ending) at the origin, which intercepts all targets.*

MT-TSP

- Ziele

$$Z = (z_1, \ldots, z_n)$$

- Startpositionen

$$P = (p_1, \ldots, p_n)$$

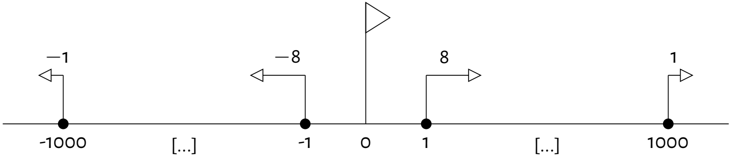
- Geschwindigkeiten

$$V = (v_1, \ldots, v_n)$$

- Verfolger

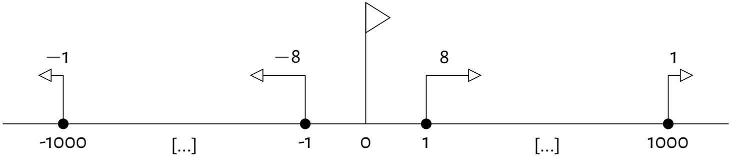
$$\kappa = (p_\kappa, v_\kappa)$$

MT-TSP in einer Dimension



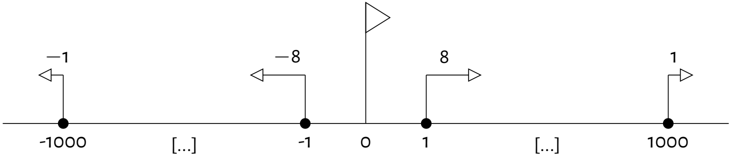
- Ziele $Z = \{(-1000, -1), (-1, 8), (1, 8), (1000, 1)\}$
- Verfolger $\kappa = (0, 10)$
- $Left = \{(-1, 8), (-1000, -1)\}$
- $Right = \{(1, 8), (1000, 1)\}$

MT-TSP in einer Dimension



- Ziele $Z = \{(-1000, -1), (-1, 8), (1, 8), (1000, 1)\}$
- Verfolger $\kappa = (0, 10)$
- $Left = \{(-1, 8), (-1000, -1)\}$
- $Right = \{(1, 8), (1000, 1)\}$

MT-TSP in einer Dimension



- Ziele $Z = \{(-1000, -1), (-1, 8), (1, 8), (1000, 1)\}$
- Verfolger $\kappa = (0, 10)$
- $\mathit{Left} = \{(-1, 8), (-1000, -1)\}$
- $\mathit{Right} = \{(1, 8), (1000, 1)\}$

MT-TSP in einer Dimension

- $Left = \{(-1, 8), (-1000, -1)\}$
- $Right = \{(1, 8), (1000, 1)\}$
- $A = (s_k, s_f)$

$$A_0 = \emptyset$$

$A_1 = \{(-1, -8), (1, 8)\}$	Index-Summenwert $= 0$
$A_2 = \{(1, 8), (-1, -8)\}$	Index-Summenwert $= 0$
$A_3 = \{(-1, -8), (1000, 1)\}$	Index-Summenwert $= 1$
$A_4 = \{(1000, 1), (-1, -8)\}$	Index-Summenwert $= 1$
$A_5 = \{(-1000, -1), (1, 8)\}$	Index-Summenwert $= 1$
$A_6 = \{(1, 8), (-1000, -1)\}$	Index-Summenwert $= 1$
$A_7 = \{(-1000, -1), (1000, 1)\}$	Index-Summenwert $= 2$
$A_8 = \{(1000, 1), (-1000, -1)\}$	Index-Summenwert $= 2$

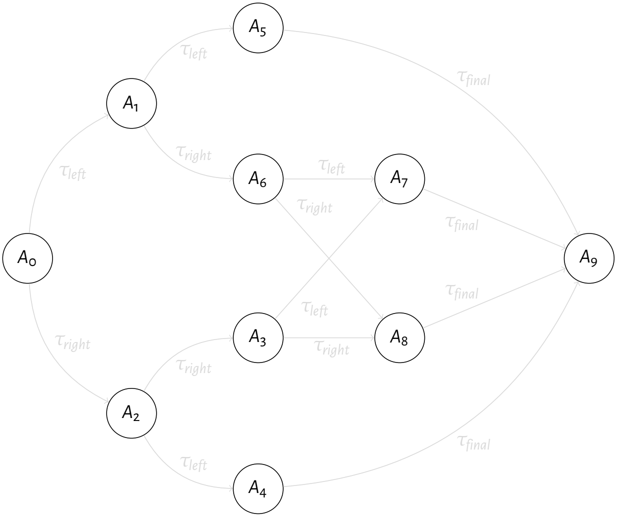
$$A_9 = \emptyset$$

MT-TSP in einer Dimension

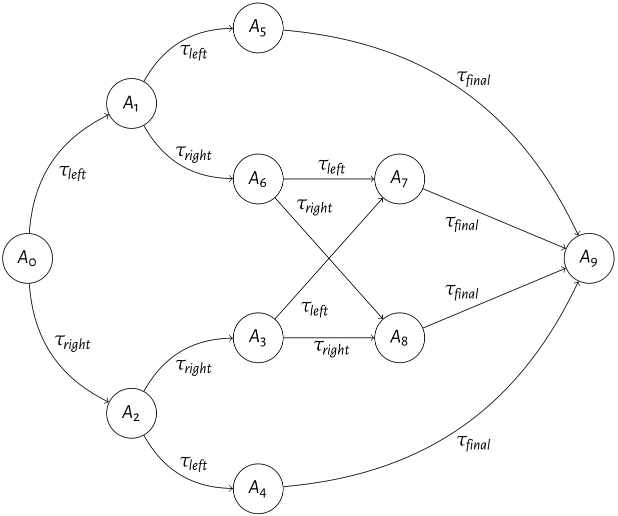
- $Left = \{(-1, 8), (-1000, -1)\}$
- $Right = \{(1, 8), (1000, 1)\}$
- $A = (s_k, s_f)$

$$
\begin{aligned}
A_0 &= \emptyset \\
A_1 &= \{(-1, -8), (1, 8)\} && \text{Index-Summenwert} = 0 \\
A_2 &= \{(1, 8), (-1, -8)\} && \text{Index-Summenwert} = 0 \\
A_3 &= \{(-1, -8), (1000, 1)\} && \text{Index-Summenwert} = 1 \\
A_4 &= \{(1000, 1), (-1, -8)\} && \text{Index-Summenwert} = 1 \\
A_5 &= \{(-1000, -1), (1, 8)\} && \text{Index-Summenwert} = 1 \\
A_6 &= \{(1, 8), (-1000, -1)\} && \text{Index-Summenwert} = 1 \\
A_7 &= \{(-1000, -1), (1000, 1)\} && \text{Index-Summenwert} = 2 \\
A_8 &= \{(1000, 1), (-1000, -1)\} && \text{Index-Summenwert} = 2 \\
A_9 &= \emptyset
\end{aligned}
$$

MT-TSP in einer Dimension



MT-TSP in einer Dimension



Zwei-orthogonale-Achsen im MT-TSP

Zwei-orthogonale-Achsen im MT-TSP

- Neue Modifikation mit zusätzlicher Achse
- Ziele und Verfolger können sich ausschließlich auf dieser bewegen
- Dem Verfolger ist es möglich, die Achse zu wechseln

Theoretische Grundlagen

Lemma 1

In jeder optimalen Tour bei zwei orthogonalen Achsen im MT-TSP muss sich der Verfolger mit seiner maximalen Geschwindigkeit bewegen.

Lemma 2

In jeder optimalen Tour bei zwei orthogonalen Achsen im MT-TSP gelten für den Verfolger folgende Eigenschaften:

- Bewegt sich der Verfolger wegführend vom Ursprung, ändert dieser erst seine Richtung, sofern er das schnellste Ziel in seiner Richtung abgefangen hat.
- Bewegt sich der Verfolger in Richtung des Ursprungs, ändert dieser solange nicht seine Richtung, bis er den Ursprung erreicht hat.

Problem der Modellierung als Graphen

Prioritätsansatz

Brute-Force-Ansatz

Ergebnisse

Ergebnisse

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

Ausblick

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

References I

- Christian Grimme and Jakob Bossek, *Grundbegriffe und komplexität*, pp. 1–25, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2018.
- Christopher S Helvig, Gabriel Robins, and Alex Zelikovsky, *The moving-target traveling salesman problem*, Journal of Algorithms **49** (2003), no. 1, 153–174.
- Wikipedia, *Versorgungsschiff — Wikipedia, the free encyclopedia*, `http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Versorgungsschiff&oldid=180421247`, 2020, [Online; accessed 19-January-2020].