

Optimierungsheuristiken

Themenvergabe Theoretische Arbeit

22.05.2023

Heuristiken für das Prize-Collecting TSP / STP



Agenda

- Organisatorisches zur Theoretischen Arbeit
- Termine und zeitliche Struktur
- Aufgabenstellungen
- Gruppenbildung
- Themenvergabe

Organisatorisches

- Die Anfertigung und Verteidigung der theoretischen Arbeit bildet die **Prüfungsleistung** (und ist entsprechend verbindlich).
- Die Bearbeitung der theoretischen Arbeiten sollte in Zweier-Gruppen erfolgen.
- Die theoretische Arbeit umfasst:
 - die **Implementierung** einer Heuristik in Python
(bzw. *nach Absprache* in einer anderen Programmiersprache)
 - die Abgabe einer **schriftlichen Ausarbeitung**
 - die **Vorstellung und Verteidigung** der Ausarbeitung
(d.h. Vortrag und Fragen zur Arbeit (und Kontext der VL))

Theoretische Arbeit: Implementierung

- Die Implementierung ist selbstständig und ohne fremde Hilfe anzufertigen.
- Als Grundlage können die über StudIP bereitgestellten Einleseroutinen und Testinstanzen verwendet werden.
- Schreiben Sie Ihren Code übersichtlich und nachvollziehbar; z.B.:
 - die verwendeten Variablen sinnvoll benennen
 - das Programm ausführlich kommentieren
- Abgabe des vollständigen lauffähigen Codes (zusammen mit der schriftlichen Ausarbeitung)

Theoretische Arbeit: Schriftliche Ausarbeitung

- Die schriftliche Ausarbeitung ist ebenfalls selbstständig und ohne fremde Hilfe anzufertigen.
- Fremdes Gedankengut (z.B. aus Literatur) muss gekennzeichnet werden.
 - also inklusive Literaturverzeichnis und entspr. Quellenangaben/-verweisen im Text.
- Umfang: ca. 12 bis 15 Seiten
 - DIN A4, Schriftgröße 10-11 pt, normaler Zeilenabstand
 - gemeinsame schriftliche Ausarbeitung aller Gruppenmitglieder
- Der Text ist verständlich und nachvollziehbar zu schreiben, nicht in Stichpunkten.
- Abgabe als PDF per Email (zusammen mit lauffähiger Implementierung) an `andreas.tillmann.1@tu-clausthal.de`

Theoretische Arbeit: Vorstellung und Verteidigung

- Vorstellung der theoretischen Arbeit in Form eines Vortrags (20-25 min)
- anschließender Fragenteil (Verteidigung; 20-25 min)
- gemeinsam (in Zweiergruppen)
- Termine werden individuell vereinbart

Termine / Zeitplan

Datum	Terminbeschreibung
22.05.2023	Themenvergabe
12.06.–22.06.2023	Besprechung des bisherigen Fortschritts (Termine gruppenweise nach Absprache)
spätestens bis 14.07.2023	Abgabe der theoretischen Arbeit (schriftliche Ausarbeitung und Implementierung), per Email
17.07.–21.07.2023 (ggf. + Folgeweche)	Präsentation und Verteidigung der theoretischen Arbeit (Termine gruppenweise nach Absprache)

Prize-Collecting Traveling Salesman Problem (PC-TSP)

Prize-Collecting TSP

„A salesman who travels between pairs of cities at a cost depending only on the pair, gets a prize in every city that he visits [sic] and pays a penalty to every city that he fails to visit, wishes to minimize his travel costs and net penalties, while visiting enough cities to collect a prescribed amount of prize money.“

— E. Balas, *Networks* 19(6), 1989.

(Anmerkung: Man kann davon ausgehen, dass der Handelsreisende seine Tour in einer beliebigen Stadt beginnt und beendet.)

Prize-Collecting Steiner Tree Problem (PC-STP)

Prize-Collecting STP

„The Prize-Collecting Steiner Tree Problem on a graph with edge costs and vertex profits asks for a subtree minimizing the sum of the total cost of all edges in the subtree plus the total profit of all vertices not contained in the subtree.“

— I. Ljubić et al., *Math. Prog.* 105, 2006.

(Anmerkung: Ein Baum mit k Knoten ist zusammenhängend, kreisfrei und besitzt genau $k - 1$ Kanten. Ein Teilbaum eines gegebenen Graphen enthält nur Knoten und Kanten dieses Graphen.)

Aufgabenstellung

- (i) Erläutern Sie die Problemstellung des Prize-Collecting TSP bzw. STP anhand einer eigenen Beispielinstantz.
- (ii) Stellen Sie ein allgemeines mathematisches Modell (IP-Formulierung) für das Problem auf. Geben Sie das entsprechende ganzzahlige Programm anschließend für Ihre konkrete Beispielinstantz aus Teilaufgabe (i) an.
- (iii) Überlegen Sie sich eine einfache Greedy-Primalheuristik und beschreiben und implementieren Sie diese. Veranschaulichen Sie die entsprechende Bestimmung einer Startlösung anhand Ihrer Beispielinstantz aus Teilaufgabe (i).
- (iv) Entwickeln Sie eine Heuristik zur Verbesserung gefundener Startlösungen. Beschreiben und implementieren Sie diese und berichten über das Lösungsverhalten auf den zur Verfügung gestellten Probleminstantzen.

Aufgabenstellung (iv): Arten von Heuristiken

Zur Verbesserung der Startlösung stehend folgende Heuristiktypen zur Wahl:

1. Multi-Start Hill Climbing
2. Tabu-Suche
3. Simulated Annealing
4. Genetischer Algorithmus

bei 1.–3.: mit mind. 2 Nachbarschaften
(empfehlenswert auch bei 4. zur Mutation)

Gruppenbildung zur Themenvergabe

- Jedes Thema wird von einer Gruppe bearbeitet.
- Über die Themenvergabe wird per Los wie folgt entschieden:
 - Jede Gruppe zieht einen Zettel mit einer Nummer von 1 bis 9
 - Dozent zieht aus neuen Zetteln mit Nummern 1 bis 9; die zuerst gezogene Gruppe darf sich als erstes ein Thema auswählen.
 - Die weitere Themenvergabe/-auswahl folgt entsprechend in Reihenfolge der gezogenen Nummern.
- Bilden Sie jetzt bitte Ihre Gruppen!

Themenvergabe

Sobald Ihre Gruppe ein Thema erhalten hat, schreiben Sie bitte die **Nummer des Themas** sowie **Ihre Namen** und **Matrikelnummern** auf den gezogenen Los-Zettel und geben diesen wieder zurück.

Nr.	Thema
T1 / S1	PC-TSP / PC-STP – Multi-Start Hill Climbing
T2 / S2	PC-TSP / PC-STP – Tabu-Suche
T3 / S3	PC-TSP / PC-STP – Simulated Annealing
T4 / S4	PC-TSP / PC-STP – Genetischer Algorithmus

Fragen?