

Aufgabenblatt 1: Suchprobleme

Abgabetermin: 09.11.2016

Aufgabe 1: Aufgabenblatt effizient bearbeiten (20%)

Die drei Studierenden Alfons, Bernd und Christiane müssen ein Aufgabenblatt bearbeiten, das fünf Aufgaben umfasst. Für jede Aufgabe ist eine durchschnittliche Bearbeitungszeit veranschlagt: Aufgaben 1 und 4 benötigen *durchschnittlich* eine Stunde, Aufgabe 2 vier Stunden, Aufgabe 3 drei Stunden, und Aufgabe 5 zwei Stunden.

Tatsächlich hat jeder Studierende bei der Bearbeitung ein eigenes Tempo. Außerdem kann jeder Studierende nur diejenigen Aufgaben bearbeiten, zu denen er/sie bei den Vorlesungen anwesend war:

- ◆ Alfons hat alle Vorlesungen besucht, benötigt aber doppelt so lange wie der Durchschnitt.
- ◆ Bernds Arbeitstempo entspricht exakt dem Durchschnitt. Er kann alle Aufgaben außer der 3. bearbeiten.
- ◆ Christiane arbeitet schnell, sie braucht nur die halbe durchschnittliche Bearbeitungszeit. Sie war aber nur selten in der Vorlesung und kann daher nur die Aufgaben 2 und 5 bearbeiten.

Die Aufgaben sind nun so auf die drei Studierenden aufzuteilen, dass bei paralleler Bearbeitung die Bearbeitungszeit insgesamt minimal ist. (Stellen Sie sich vor, die Studierenden haben nur noch wenige Stunden bis zu Abgabe...) Aus Effizienzgründen wird jede Aufgabe auch nur von einer Person bearbeitet.

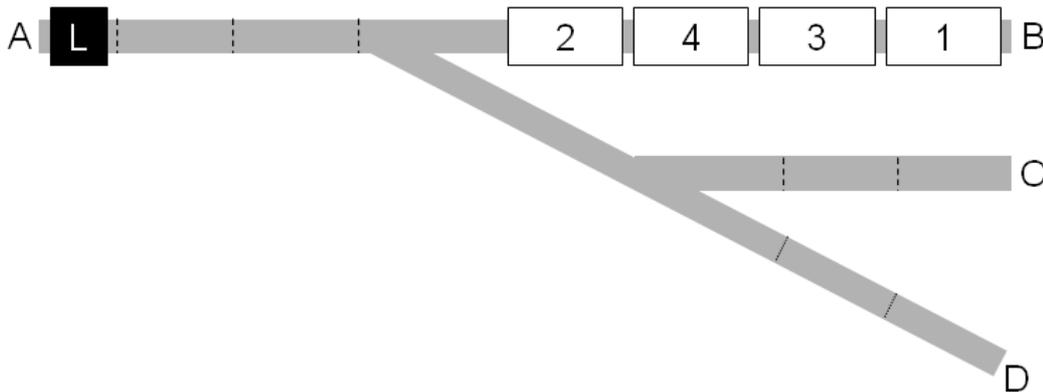
- a) Formulieren Sie das Problem als Suchproblem. Eine sehr gute Problemformulierung erfüllt die folgenden 3 Eigenschaften: Sie ist möglichst formal und präzise¹ und außerdem allgemein genug, um sie leicht auf ähnliche Problemklassen abwandeln zu können.
- b) Was ist falsch an einer Zielfunktion „alle Aufgabenblätter eindeutig zugeordnet und Kosten minimal“?
- c) Wie hoch sind der Verzweigungsgrad und die maximale Tiefe des Suchbaums bei Ihrer Problemformulierung?
- d) Untersuchen Sie kurz die Eignung der 3 Suchstrategien *Tiefensuche*, *Breitensuche*, *Branch&Bound* hinsichtlich Performanz und Optimalität für ihre Problemformulierung. Betrachten Sie dabei das verallgemeinerte Problem mit n Studierenden und m Aufgaben.

¹ Verwenden sie möglichst mathematische Notationen, gängige Datenstrukturen (Listen, Stacks, Mengen usw.) und/oder Pseudocode.

Aufgabe 2 – Rangierbahnhof (20%)

Betrachten Sie das unten abgebildete Rangierproblem. Auf 4 Gleisstücken A, B, C und D stehen eine Lok L und 4 Waggons, nummeriert von 1 bis 4. Auf dem Gleisstück B ist Platz für 4 Waggons plus Lok; die anderen Gleisstücke fassen jeweils maximal 2 Waggons plus Lok.

Es ist ein Zug mit 4 Waggons zu bilden, die in folgender Reihenfolge hinter der Lok stehen sollen: L-1-2-3-4



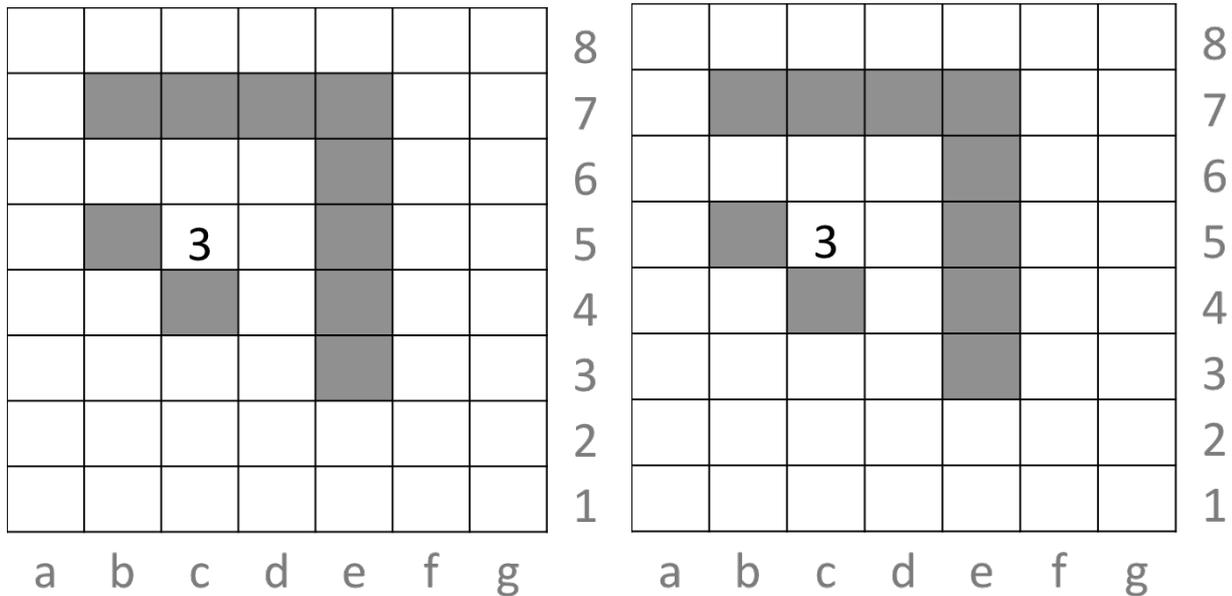
- Formulieren Sie die Aufgabe als Suchproblem. Eine sehr gute Problemformulierung erfüllt die Bedingungen wie in 1a) angegeben.
- Welche Folgezustände sind vom Startzustand erreichbar? Zeichnen Sie den Suchbaum bis zur Tiefe 1.
- Schätzen Sie Verzweigungsgrad und die Tiefe des (zyklenfreien) Suchbaums ab.
- Welches Baumsuchverfahren würden Sie einsetzen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 3: A*-Simulation (20%)

Gesucht ist ein Weg im Labyrinth vom Feld c5 nach f5. Aktionen sind horizontale oder vertikale Bewegungen um jeweils 1 Feld. Das Verlassen des 7x8-Gitters und das Betreten der grau gefärbten Felder sind nicht erlaubt. Jede Bewegung kostet 1. Als Heuristik kommt die Manhattan-Distanz zum Einsatz (vergleiche Folie #34 aus 02a_Suche).

Simulieren Sie eine A*-Suche.

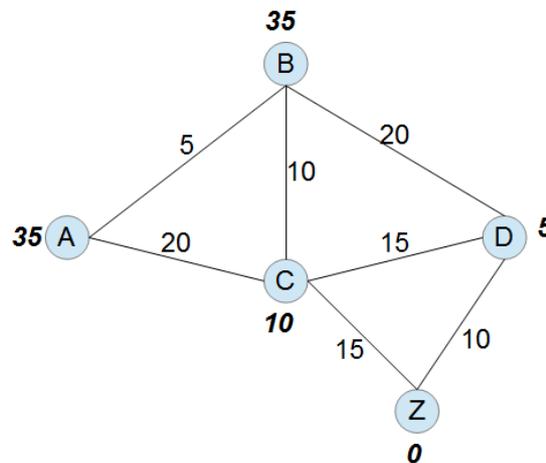
- Tragen Sie dazu in jedes im Rahmen der Expandierung (Schritt 2d) im A*-Algorithmus) generierte Feld dessen f-Wert ein. Für den Startzustand ist dies bereits mit $g+h = 0+3 = 3$ geschehen.
- Benennen Sie den ersten Pfad, der kein Zyklus ist, der durch dynamische Programmierung entfernt wird.
- Nachdem der Algorithmus terminiert: Wie viele Pfade befinden sich noch in der sortierten Liste? Bzw. wie viele weiß gefärbte Blattknoten existieren noch im Suchbaum?



Labyrinth für A*-Suche (mit Backup für den Fall eines Fehlers beim ersten Versuch)

Aufgabe 4: Auswirkungen von Heuristiken auf A* (20%)

Betrachten Sie folgenden ungerichteten Graphen.



Die Knoten stellen Orte dar, die Kanten Verbindungen zwischen diesen Orten. Aufgabe ist es, mit Hilfe des A*-Algorithmus den kürzesten Pfad von A nach Z zu finden. Hierbei sind die Kanten mit den Entfernungen zwischen den jeweiligen Orten beschriftet. Der Wert der Heuristik für jeden Knoten ist neben den Knoten fett dargestellt.

- a) Simulieren Sie mit der gegebenen Heuristik den A*-Algorithmus. Verwenden Sie dafür eine Tabelle mit 4 Spalten. Die 3. Spalte enthält die nach f-Werten sortierte Liste nach Schritt 2d), nachdem der in der 2. Spalte genannte Knoten expandiert wurde:

Schritt	Expandierter Knoten	sortierte Liste	Anmerkungen
1	A(35)	AC(30), AB(40)	(keine)

Unter Anmerkungen notieren Sie bitte durch dynamische Programmierung entfernte

Pfade oder nicht in die sortierte Liste aufgenommene Pfade (auch Zyklen).

- b) Das Ergebnis ist nicht optimal. Was ist die Ursache?
- c) Welche minimalen Änderungen am Problem sind notwendig damit A* eine optimale Lösung liefert? Simulieren Sie den Algorithmus am modifizierten Problem erneut wie in a) beschrieben.

Aufgabe 5: Iterative Tiefensuche (ITS) (10%)

Recherchieren Sie zum Algorithmus "iterative Tiefensuche" (iterative deepening search).

- a) Beschreiben Sie den Algorithmus in ihren eigenen Worten. Gehen Sie auch auf die Leistungsmerkmale der iterativen Tiefensuche im Vergleich zur Breiten- und Tiefensuche ein.
- b) Gegeben sei ein endlicher Suchbaum mit einem Verzweigungsgrad von $b = 35$ und einer Tiefe $d = 5$ (typische Situation im Schach bei einer Analyse von fünf „Halbzügen“). Wie viele Knoten generiert die iterative Tiefensuche, wenn der Baum vollständig durchsucht wird? Berechnen Sie die exakten Werte. Wie hoch ist der prozentuale Overhead gegenüber der normalen Tiefensuche?

Aufgabe 6: Herausfordernde Variante des „Pfeile werfen“-Problems (10%)

Folgende Variante des „Pfeile werfen“-Problems aus der Übung soll als Suchproblem repräsentiert und gelöst werden: Auf welche Weise erreichen Sie exakt 100 Punkte mit maximal vielen Pfeilen?

- a) Worin liegt die Schwierigkeit dieser Fragestellung in Bezug auf Suchprobleme?
- b) Skizzieren Sie eine geeignete Suchproblemrepräsentation und diskutieren Sie kurz mit welchem Suchbaumverfahren Sie das Problem lösen.

Abgabe der Lösung:

Durch Hochladen in das *Gruppenforum Aufgabenblatt 1*, beispielsweise als pdf, Word oder Open Office oder direkt als Forenbeitrag (<https://isis.tu-berlin.de/mod/forum/view.php?id=314996>).

Jede Gruppe eröffnet ein Thema (Thread) und lädt ihre Aufgabenlösung darin hoch. Die Gruppenmitglieder dürfen diesen Thread auch zur Koordination und Diskussion verwenden. Bitte machen Sie die (endgültige) Lösung kenntlich, beispielsweise durch einen Namen mit einer Versionsnummer, ansonsten wird der offensichtlich letzte Beitrag / Upload vor dem Abgabetermin für die Bewertung verwendet.

Das Forum ist über den Abgabetermin (23:55) hinaus geöffnet. Unter besonderen, begründeten Umständen akzeptieren wir auch spätere Einreichungen. Die Bewertung erfolgt online hier: <https://isis.tu-berlin.de/mod/assign/view.php?id=314997>.

Achtung: Aufgabenblatt 2 folgt nächste Woche, die Bearbeitungszeiten überschneiden sich!