

**Aufgabe 4.1 (Tiefen und Breitensuche (2+2+4+2 Punkte))**

Gegeben sei der Graph  $G_N$  bestehend aus einem Startknoten  $start$  und den folgenden Knoten:

- $incest(I, J)$  für  $I = 0, 1$  und  $J = 1, \dots, N$
- $cycle(K)$  für  $K = 1, 2$
- $tree(L)$  für  $L = 1, \dots, 2^N - 1$

Zwischen den Knoten bestehen folgende Verbindungen für  $I, I', J, L \in \mathbb{N}_0$ :

- $edge(start, incest(0, 1))$
- $edge(start, incest(1, 1))$
- $edge(incest(I, J), incest(I', J + 1))$  für  $I, I' = 0, 1$  und  $J < N$
- $edge(incest(1, N), cycle(1))$
- $edge(cycle(1), cycle(2))$
- $edge(cycle(2), cycle(1))$
- $edge(cycle(2), tree(1))$
- $edge(tree(L), tree(2L)), edge(tree(L), tree(2L + 1))$  für  $L < 2^{N-1}$

Dabei bedeutet das Prädikat  $edge(U, V)$ , dass es eine Verbindungskante von Knoten  $u$  nach  $v$  gibt (aber nicht notwendigerweise umgekehrt).

Lösen Sie folgende Aufgaben:

- Zeichnen Sie den Graphen  $G_3$  (also für  $N = 3$ )!
- Beschreiben Sie, welche Probleme sich ergeben können bei der Suche eines Weges vom Startknoten aus!
- In welcher Reihenfolge werden bei Tiefen- und Breitensuche die Knoten im Graphen  $G_3$  besucht?
- Wie sind die Suchverfahren zu erweitern, so dass keine Knoten doppelt besucht werden?

**Aufgabe 4.2 (4-Liter Problem (1+1.5+2+1+1) Punkte)**

Zwei Krüge sind gegeben, einer mit 5 Liter Fassungsvermögen und einer mit 3 Liter Fassungsvermögen. Zusätzlich haben Sie einen unendlichen Vorrat an Wasser zur Verfügung. Füllen Sie genau 4 Liter ab, *ohne* zusätzliche Hilfsmittel<sup>1</sup>!

- (a) Geben Sie eine geeignete Zustands-Repräsentation / Kodierung für das Problem an.
- (b) Zählen Sie die 6 relevanten Aktionen zur Lösung des Problems auf.
- (c) Zeichnen Sie den Suchbaum!
- (d) Wieviele Lösungen (ohne Wiederholung von Zuständen) gibt es?
- (e) Geben Sie die optimale Lösung für das Problem an!

**Aufgabe 4.3 (Problem des Handlungsreisenden (4+4+2 Punkte))**

Ein Geschäftsmann will eine möglichst *kurze Rundreise* durch die vier Orte A, B, C und D machen. Beginn und Ende der Reise ist der Ort A. Die Entfernungen seien durch die folgende Matrix gegeben. Der letzte Eintrag in der ersten Zeile besagt z.B., dass die Entfernung von A nach D (in dieser Richtung) 7 Einheiten beträgt.

	A	B	C	D
A	-	4	5	7
B	3	-	4	9
C	4	4	-	6
D	6	8	7	-

Folgende zwei Heuristikfunktionen  $h_1$  und  $h_2$  sind gegeben:

- $h_1$  Die direkte Entfernung vom erreichten Ort zurück nach A als Abschätzung für den restlichen Weg.
- $h_2$  Die Entfernung vom erreichten Ort zum weitest entfernten noch nicht besuchten Ort und von diesem direkt zurück nach A.

Lösen Sie folgende Aufgaben:

- (a) Zeichnen Sie den Suchbaum für die A\*-Suche mit  $h_1$ , nummerieren Sie die Knoten entsprechend der Reihenfolge in der die Knoten vom A\*-Algorithmus *besucht* werden.

---

<sup>1</sup>Hinweis: Das Verdrängungsvolumen der Krüge ist größer als ihr Fassungsvermögen und es sollen genau 4 Liter abgemessen werden.

- (b) Zeichnen Sie den Suchbaum für die A\*-Suche mit  $h_2$ , nummerieren Sie die Knoten entsprechend der Reihenfolge in der die Knoten vom A\*-Algorithmus *besucht* werden.
- (c) Bestimmen Sie die kürzeste Rundreise unter Anwendung des A\*-Algorithmus mit der Heuristikfunktion  $h_1$  und  $h_2$ .

#### **Aufgabe 4.4 (Heuristikfunktionen (3 Punkte))**

Folgende vier Heuristikfunktionen für das *Problem des Handlungsreisenden* sind gegeben:

- $h_1$ : Die direkte Entfernung vom erreichten Ort zurück nach A als Abschätzung für den restlichen Weg.
- $h_2$ : Die Entfernung vom erreichten Ort zum weitest entfernten noch nicht besuchten Ort und von diesem direkt zurück nach A.
- $h_3$ : Die Summe aller Entfernungen der möglichen Rundreisen minus der schon zurückgelegten Entfernung zum erreichten Ort.
- $h_4(n) = 0$

Beantworten Sie folgende Fragen:

- (a) Welche der Funktionen erfüllen die Eigenschaft der *Admissibility*? Begründen Sie ihre Antwort.
- (b) Dominieren sich die Funktionen, wenn ja, in welcher Ordnung? Begründen Sie ihre Antwort.