

# Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (CS 205)

Prof. Dr. M. Helmert  
Dr. M. Wehrle  
Frühjahrssemester 2014

Universität Basel  
Fachbereich Informatik

## Übungsblatt 4

**Abgabe: 4. April 2014**

### Aufgabe 4.1 (3+3 Punkte)

Bestimmen Sie für die folgenden Heuristiken, welche der Eigenschaften *sicher*, *zielerkennend*, *zulässig* und *konsistent* auf sie zutrifft. Begründen Sie Ihre Antwort.

(a) Für das “Missionare und Kannibalen”-Problem:

$$h_1(\langle m, c, b \rangle) := \max\{m + c - b, 0\}$$

Zur Erinnerung: Zustände sind als Zahlentripel  $\langle m, c, b \rangle \in \{0, 1, 2, 3\} \times \{0, 1, 2, 3\} \times \{0, 1\}$  repräsentiert, wobei  $m$  die Anzahl der Missionare,  $c$  die Anzahl der Kannibalen und  $b$  die Anzahl der Boote am *falschen* Flussufer beschreibt. Beachten Sie, dass das Boot nur maximal 2 Personen aufnehmen kann.

(b) Für das Blocks-World-Problem: Seien  $x_1, \dots, x_n$  die existierenden Blöcke. Dann sei

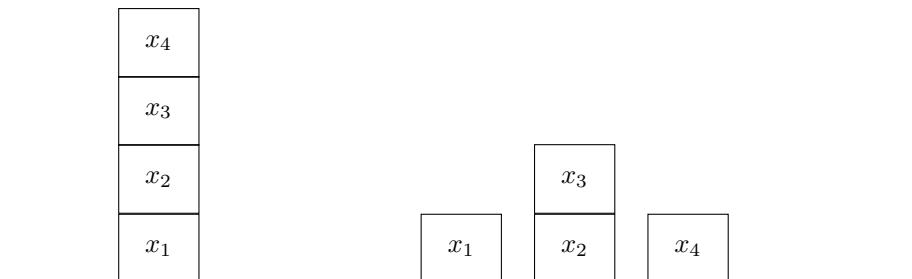
$$h_2(s) := \sum_{i=1}^n f(x_i),$$

wobei die Funktion  $f$  folgendermassen definiert ist:

$$f(x_i) := \begin{cases} 1 + |\{x_j \mid x_j \text{ liegt irgendwo über } x_i\}|, & \text{goalpos}(x_i) \neq pos(s, x_i) \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Der Ausdruck  $goalpos(x_i) \neq pos(s, x_i)$  drückt hierbei aus, dass Block  $x_i$  im Zustand  $s$  auf einem Block  $y$  liegt, im Ziel jedoch auf einem anderen Block  $z \neq y$  liegen muss (wie in der Vorlesung beschrieben dürfen  $y$  und  $z$  auch der Tisch sein). Die Heuristik  $h_2$  zählt also alle Blöcke, die sich in  $s$  noch nicht in der Zielposition befinden, und für jeden dieser Blöcke  $x$  zusätzlich die Anzahl der Blöcke, die sich in  $s$  im gleichen Stapel irgendwo oberhalb von  $x$  befinden. Die Intuition von  $h_2$  ist, dass für jeden falsch platzierten Block auch die Blöcke oberhalb dieses Blocks umgeordnet werden müssen.

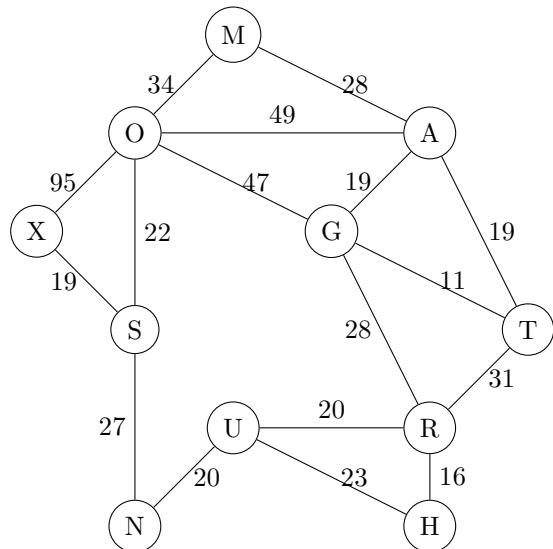
*Beispiel:*



Der initiale Zustand  $s_0$  befindet sich links, der Zielzustand rechts. Der Wert  $h_2(s_0) = 0 + 3 + 0 + 1 = 4$ : Die Blöcke  $x_1$  und  $x_3$  liegen bereits auf dem Block, der vom Zielzustand vorgegeben wird, daher  $f(x_1) = f(x_3) = 0$ . Im Gegensatz dazu liegt  $x_2$  fälschlicherweise auf  $x_1$  (statt auf dem Tisch), und in  $s_0$  liegen 2 Blöcke über  $x_2$ , daher gilt  $f(x_2) = 3$ . Analog gilt  $f(x_4) = 1$ .

### Aufgabe 4.2 (4 Punkte)

Betrachten Sie die folgende Strassenkarte:



Die Luftliniendistanzen zwischen Atlantis (A) und den anderen Städten sind in der folgenden Tabelle gegeben:

Stadt	Distanz
G	14
H	50
M	25
N	36
O	42
R	38
S	42
T	14
U	51
X	47

Zeichnen Sie den Suchbaum, der vom A\*-Algorithmus (ohne Reopening) für die Suche eines kürzesten Weges von Hel (H) nach Atlantis (A) erzeugt wird, wenn als Heuristik die Luftliniendistanz nach Atlantis (A) zum Einsatz kommt. Geben Sie an, in welcher Reihenfolge die Knoten expandiert werden, und annotieren Sie jeden Knoten mit seinen  $f$ -,  $g$ -, und  $h$ -Werten.

### Aufgabe 4.3 (2 Punkte)

Zeigen Sie: Uniforme Kostensuche ist ein Spezialfall von A\*.

*Die Übungsblätter dürfen in Gruppen von zwei Studierenden bearbeitet werden. Bitte schreiben Sie beide Namen auf Ihre Lösung.*