

# Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (CS 205)

Prof. Dr. M. Helmert  
G. Röger  
Frühjahrssemester 2012

Universität Basel  
Fachbereich Informatik

## Übungsblatt 2

Abgabe: 25. März 2013

### Aufgabe 2.1 (2 Punkte)

Bestimmen Sie die Anzahl der Zustände in dem im Folgenden beschriebenen Zustandsraum. Wie lange würde es dauern, den kompletten Zustandsraum zu durchlaufen, wenn man für jeden Zustand  $1\mu s$  bräuchte?

In Zamonien gibt es 4 Städte: Nebelheim, Bauming, Kornheim und Wolperting. In jeder dieser Städte gibt es verschiedene Ortsteile, zwischen denen Rikschataxis fahren können (allerdings jeweils nur innerhalb einer Stadt). Nebelheim besteht aus 6 solchen Ortsteilen, Bauming aus 10 (sogenannten Walddörfern), Kornheim aus 7 und Wolperting aus 14.

Ein Ortsteil in jeder Stadt hat einen Flugplatz, ausser in Wolperting, wo sogar zwei Ortsteile einen Flugplatz haben. Zwischen den Flugplätzen verkehren Transportsaurier, die Menschen und Pakete transportieren können.

Die Zustellung von Paketen ist Aufgabe des zamonischen Paketdienstes. In den ganzen Ortsteilen verteilt befinden sich 30 Pakete, die in andere Ortsteile (teilweise sogar in anderen Städten) transportiert werden sollen. Dem Paketdienst stehen hierzu 2 Flugsaurier und in jeder Stadt  $\lfloor \# \text{Ortsteile} / 2 \rfloor$  Rikschataxis zur Verfügung.

Pakete können in einem Ortsteil in ein Taxi eingeladen werden, wenn sich sowohl das Paket als auch das Taxi in dem Ortsteil befinden. Ein Saurier kann ein Paket aufnehmen, wenn sich das Paket in einem Ortsteil mit Flugplatz befindet und der Saurier an diesem Flugplatz ist. Analoges gilt für das Abladen von Paketen.

Dank einer Entdeckung von Prof. Dr. Abdul Nachtigaller ist es möglich, dass jedes Taxi und jeder Transportsaurier beliebig viele Pakete auf einmal transportieren kann (genaugenommen eigentlich nur ungefähr eine Nachtmillion, bei 30 Paketen macht das aber keinen Unterschied).

Da die Saurier und die Rikschafahrer (übrigens alles Rikschadämonen) einen Namen tragen, der ist wie kein anderer Name im ganzen Universum, macht es natürlich einen Unterschied, *welches* Taxi bzw. *welcher* Saurier sich an einem bestimmten Ort befindet.

### Aufgabe 2.2 (2+1+1 Punkte)

Betrachten Sie das 8-Puzzle (analog zum 15-Puzzle aus der Vorlesung) im folgenden Anfangszustand `init`.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 |   |
| 7 | 8 | 6 |

Der einzige Zielzustand sei folgendermassen gegeben.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 |   |

Wie beim 15-Puzzle seien die möglichen Aktionen folgendermassen modelliert: Das leere Feld kann nach oben (*up*), links (*left*), rechts (*right*) und unten (*down*) verschoben werden, wenn es sich nicht bereits am entsprechenden Rand befindet.

- (a) Wenden Sie Tiefensuche mit einer maximalen Tiefe von 3 auf den Anfangszustand an (d.h., simulieren Sie den Aufruf `Recursive-DLS(init, 8-puzzle, 3)`). Geben Sie hierzu den Suchraum und die Expansionsreihenfolge der Knoten an. Die Reihenfolge, in der Nachfolgezustände berechnet werden, sei durch  $up < left < right < down$  gegeben (d.h., für einen gegebenen Zustand wird stets zuerst dessen Nachfolger bzgl.  $up$  und als letztes dessen Nachfolger bzgl.  $down$  von `Recursive-DLS` berechnet).
- (b) Was passiert, wenn keine Tiefenbeschränkung gegeben ist? Begründen Sie Ihre Antwort.
- (c) Nehmen Sie an, die Reihenfolge der Aktionen sei nun im Vergleich zu a) invertiert, d.h.  $down < right < left < up$ . Simulieren Sie für diese Reihenfolge noch einmal den Aufruf `Recursive-DLS(init, 8-puzzle, 3)`. Diskutieren Sie das Ergebnis im Vergleich zu a).

**Aufgabe 2.3** (2+2 Punkte)

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

- (a) Blocks world:  $h_1(s) := |\{x \mid x \text{ liegt auf } y \text{ in } s, \text{ aber } x \text{ liegt auf } z \neq y \text{ im Ziel}\}|$ . *Beachten Sie:  $y$  und  $z$  in der Definition von  $h_1$  kann auch der Tisch sein (wie in der Vorlesung beschrieben).*
- (b) Missionare und Kannibalen:  $h_2(s) := \text{Anzahl der Personen am falschen Ufer in Zustand } s$ .

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