

## Handlungsplanung

Dr. M. Helmert, Prof. Dr. B. Nebel  
G. Röger  
Sommersemester 2010

Universität Freiburg  
Institut für Informatik

### Übungsblatt 1

Abgabe: 4. April 2010

#### Aufgabe 1.1 (Größe von Zustandsräumen, 5 Punkte)

Im Folgenden sind zwei Planungsprobleme beschrieben. Bestimmen Sie jeweils die Anzahl der Zustände im Zustandsraum. Wie lange würde es dauern, den kompletten Zustandsraum zu durchlaufen, wenn man für jeden Zustand  $1\mu s$  bräuchte?

- (a) 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.

- (b) In einem sehr kleinen Haus gibt es zwei Räume namens *RaumA* und *RaumB*. Der Bewohner des Hauses, ein unglaublich alter Mann, sammelt Bälle, die alle unterschiedlich aussehen, und bewahrt seine Sammlung in *RaumA* auf. Dieser Raum muss nun leider dringend neu gestrichen werden, wozu die Bälle in den Nachbarräum geräumt werden müssen. Da die Maler der Meinung sind, dass das nicht zu ihren Aufgaben zählt, und der Mann selbst zu schwach ist, kauft er einen Roboter, der die Bälle umräumen soll. Dieser Roboter hat zwei Arme, *linkerArm* und *rechterArm*. Mit jedem Arm kann der Roboter einen Ball aufnehmen (und ablegen). Um die 43 Bälle umzuräumen, kann der Roboter zudem selbstständig zwischen den beiden Räumen hin- und herfahren.

Die Arme des Roboters sind unterscheidbar, d.h. es ist für die Anzahl der Zustände relevant, in *welchem* Arm der Roboter einen Ball hält.

#### Aufgabe 1.2 (PDDL und FF, 5 Punkte)

Stellen Sie sich folgende Situation vor: Ein entfernter Verwandter stirbt in einem tragischen Autounfall. Wie sich herausstellt, sind Sie das einzige Familienmitglied, mit dem er nicht im Streit lag. Laut seinem Testament erben Sie daher sein ganzes Vermögen, das aus einem kleinen Haus mit zwei Räumen (*RaumA* und *RaumB*) und einigem Barvermögen besteht.

Auf so unverhoffte Weise reich geworden, beschließen Sie, eine Party in *RaumB* zu geben. Leider ist der Raum mit einer Sammlung von Bällen vollgestopft, die Ihr Verwandter wohl gesammelt hat. Um Platz für die Party zu haben, müssen die Bälle in *RaumA* geräumt werden, wo ausreichend Platz ist. Sie finden in dem Haus einen Roboter, der wohl für den Transport von Bällen gebaut wurde. Da dieser leider defekt ist, werfen Sie ihn weg. Nun wissen Sie aber, dass Sie sich nicht selbst die Mühe machen müssen, die Bälle umzuräumen, und beschließen, einen neuen solchen Roboter anzuschaffen.

Der Roboter wird mit Hilfe von PDDL kontrolliert, das Sie bereits aus der Universität kennen. Bei der Lieferung stellen Sie jedoch fest, dass die PDDL-Spezifikation nicht zu dem gelieferten Roboter passt. Der Roboter aus der Spezifikation hat nur zwei Arme, während Ihr neues Modell drei Arme besitzt. Laut Spezifikation sollen auch nur 4 Bälle transportiert werden, obwohl die Sammlung ihres Verwandten zehn Bälle umfasst. Als wäre das noch nicht genug, kann der Roboter aus der Spezifikation Bälle einzeln ablegen, während Ihr Modell nur alle Bälle, die er trägt, auf einmal ablegen kann.

Da es bereits Freitag Nachmittag ist und die Party Samstag Abend stattfinden soll, können Sie die Firma nicht mehr rechtzeitig erreichen. Sie beschließen daher, die PDDL-Spezifikation selbst anzupassen.

- (a) Laden Sie die Dateien für die *gripper*-Planungsdomäne von der Übungsseite zur Vorlesung herunter. Die Domänenbeschreibung finden Sie in `gripper.pddl`, die Problembeschreibungsdatei heißt `gripper-four.pddl`. Fügen Sie bei der Problembeschreibung einen dritten Arm (*gripper*) namens `middle` hinzu sowie sechs zusätzliche Bälle namens `ball5` bis `ball10`. Alle Bälle sollen von `roomb` in `rooma` geräumt werden, wobei alle Arme des Roboters verwendet werden können. Lösen Sie das veränderte Problem mit FF (siehe Übungsseite) und geben Sie die neue Problembeschreibungsdatei und die Lösung ab.
- (b) Ändern Sie die Domänenbeschreibung dahingehend, dass Sie die `drop`-Aktion durch eine neue Aktion `drop-all` ersetzen, die nur noch einen Raum `?room` als Parameter nimmt. Die neue Aktion soll alle Bälle ablegen, die der Roboter gerade trägt, vorausgesetzt der Roboter ist in Raum `?room`. Lösen Sie das neue Planungsproblem mit FF (wobei Sie die modifizierte Problembeschreibung aus der vorherigen Teilaufgabe verwenden) und geben Sie die neue Aktion und die Lösung von FF ab.

*Hinweis:* Sie werden einen bedingten Effekt und eine Quantifikation über zwei Variablen benötigen.

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