

# Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Dr. J. Boedecker, Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. B. Nebel  
J. Aldinger, M. Krawez  
Sommersemester 2017

Universität Freiburg  
Institut für Informatik

## Übungsblatt 6

Abgabe: Mittwoch, 19. Juli 2017, vor der Vorlesung

### Aufgabe 6.1 (Handlungsplanung)

Betrachten Sie folgenden STRIPS-Task  $\Pi = \langle S, O, I, G \rangle$ :

- $S: \{X, Y, Z, G\}$

- $O: \{A, B, C, D, E, F\}$  wobei

$$A: pre(A) = \{X\},$$

$$eff(A) = \{Y, Z\}$$

$$B: pre(B) = \{X\},$$

$$eff(B) = \{\neg X, Z\}$$

$$C: pre(C) = \{\neg Y\},$$

$$eff(C) = \{Z\}$$

$$D: pre(D) = \{\neg Z\},$$

$$eff(D) = \{Y\}$$

$$E: pre(E) = \{\neg X, Y\},$$

$$eff(E) = \{\neg Y, G\}$$

$$F: pre(F) = \{Z\},$$

$$eff(F) = \{\neg Z, G\}$$

- $I: \{X, Y\}$

- $G: \{G\}$

- (a) Geben Sie für jeden Operator aus  $O$  an, ob dieser in  $I$  anwendbar ist, oder nicht. Für jeden anwendbaren Operator, geben Sie außerdem den resultierenden Zustand an, nachdem der Operator in  $I$  angewandt wurde.

Operator	anwendbar?	resultierender Zustand
$A$		
$B$		
$C$		
$D$		
$E$		
$F$		

- (b) Geben Sie einen anwendbaren Plan  $\pi$  an, der von  $I$  zu  $G$  führt.

**Aufgabe 6.2** (Value-Iteration-Algorithmus)

Betrachten Sie die folgende Gitterwelt. Die  $u$ -Werte stehen für den Nutzen eines Zustandes, nachdem die *Value Iteration* konvergiert ist,  $r$  für die Belohnung, die ein Zustand erbringt. Nehmen Sie einen Discountfaktor  $\gamma = 1$  an. Der Agent kann vier mögliche Aktionen ausführen: **Nord**, **Süd**, **Ost** und **West**. Mit Wahrscheinlichkeit 0,7 erreicht der Agent den Zustand, den er erreichen will, mit Wahrscheinlichkeit 0,2 bewegt er sich nach rechts und mit Wahrscheinlichkeit 0,1 nach links von der beabsichtigten Richtung.

$u = 8$	$u = 15$	$u = 12$
$u = 2$	$r = 2$	$u = 10$
$u = 7$	$u = 16$	$u = 11$

Welches ist die beste Aktion, die ein Agent ausführen kann, der sich im zentralen Zustand der Gitterwelt aufhält? Erklären Sie Ihre Antwort. Welchen Nutzen hat der zentrale Zustand damit?

**Aufgabe 6.3** (Policy-Iteration-Algorithmus)

Sei nun der Discount  $\gamma = 0,5$  und die einzigen Aktionen seien **Ost** und **West**. Mit Wahrscheinlichkeit 0,9 erreicht der Agent den Zustand, den er erreichen will (bzw. bleibt stehen, falls die Aktion ihn über den Rand des Gitter hinausführen würde), und mit Wahrscheinlichkeit 0,1 bewegt er sich in die entgegengesetzte Richtung. Die Belohnung in den drei westlichen Zuständen ist jeweils  $-0,05$ .

$s_0$	$s_1$	$s_2$	$s_3$
←	←	←	$r = +1$

Führen Sie einen Schritt der *Policy Iteration* durch, wobei die initiale Policy  $\pi_0$  durch die Pfeile in den Zuständen gegeben ist. Geben Sie das lineare Gleichungssystem für die erste *Policy Evaluation* und eine Lösung des Gleichungssystems sowie die erste verbesserte Policy  $\pi_1$  an.

**Aufgabe 6.4** (Entscheidungsbaum-Lernen)

Zwei Kandidaten O und M, die mit ihren Programmen unterschiedliche Teile der Bevölkerung ansprechen, bewerben sich um ein politisches Amt. Die folgende Tabelle zeigt die Präferenzen von sieben Wählern mit unterschiedlichem Alter, Einkommen und Bildungshintergrund.

Nr.	Alter	Einkommen	Bildung	Kandidat
1	$\geq 35$	Hoch	Highschool	O
2	$< 35$	Niedrig	Universität	O
3	$\geq 35$	Hoch	College	M
4	$\geq 35$	Niedrig	Highschool	M
5	$\geq 35$	Hoch	Universität	O
6	$< 35$	Hoch	College	O
7	$< 35$	Niedrig	Highschool	M

- (a) Berechnen Sie mit Hilfe des Lernalgorithmus aus der Vorlesung einen möglichst kleinen Entscheidungsbaum, der alle gegebenen Beispiele anhand der Attribute *Alter*, *Einkommen* und *Bildung* korrekt danach klassifiziert, welcher Kandidat bevorzugt wird. Geben Sie für den Wurzelknoten die *information gains* aller Kandidaten-Attribute an.
- (b) Leiten Sie aus dem Entscheidungsbaum eine logische Formel ab, die genau dann erfüllt ist, wenn Kandidat O bevorzugt wird.

Die Übungsblätter dürfen und sollten in Gruppen von drei (3) Studenten bearbeitet werden. Bitte schreiben Sie alle Ihre Namen sowie die Nummer Ihrer Übungsgruppe auf Ihre Lösung.