

# Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. J. Boedecker, Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. F. Hutter, Prof. Dr. B. Nebel  
M. Krawez, T. Schulte  
Sommersemester 2018

Universität Freiburg  
Institut für Informatik

## Übungsblatt 6

**Abgabe: Mittwoch, 11. Juli 2018, vor 12:00**

### **Aufgabe 6.1** (Bedingte Unabhängigkeit)

Sie erhalten einen Beutel mit  $n$  fairen Münzen, von denen  $n - 1$  normal sind, mit einem Kopf auf der einen und einer Zahl auf der anderen Seite, während eine Münze gefälscht ist und auf beiden Seiten Köpfe hat.

- (a) Angenommen, Sie greifen in den Beutel, wählen zufällig und gleichverteilt eine Münze aus, werfen sie und erhalten Kopf. Wie hoch ist die (bedingte) Wahrscheinlichkeit, dass Sie die gefälschte Münze gezogen haben?
- (b) Angenommen, Sie werfen die Münze insgesamt  $k$ -mal, nachdem Sie sie gezogen haben, und erhalten immer Kopf. Wie hoch ist nun die bedingte Wahrscheinlichkeit, dass Sie die gefälschte Münze gezogen haben?
- (c) Angenommen, Sie wollen entscheiden, ob die gewählte Münze die gefälschte ist, indem Sie sie  $k$ -mal werfen. Das Entscheidungsverfahren antwortet GEFÄLSCHT, falls alle  $k$  Würfe Köpfe zeigen, und NORMAL, sonst. Wie hoch ist die (unbedingte) Wahrscheinlichkeit, dass dieses Verfahren einen Fehler macht?

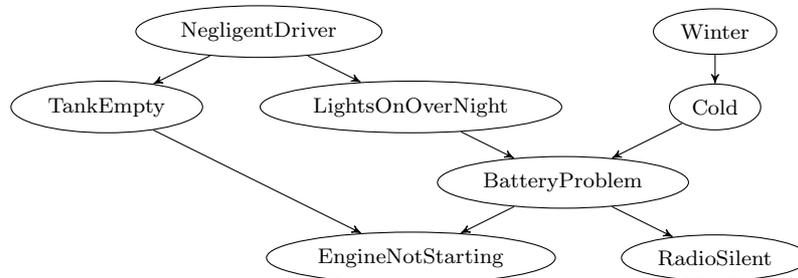
### **Aufgabe 6.2** (Bayes-Regel)

In Freiburg sind 80% aller Autos rot. Sie sehen nachts ein Auto, das ihnen *nicht* rot erscheint. Sie wissen, dass sie ein rotes Auto nur in 70% aller Fälle korrekt erkennen, gegeben das Auto ist rot. Allerdings erkennen sie ein nicht-rotes Auto in 90% der Fälle korrekt.

- (a) Listen Sie sämtliche bedingten und nicht-bedingten Wahrscheinlichkeiten, die sich der Aufgabenstellung direkt entnehmen lassen. Hinweis: Unterscheiden Sie zwischen der Aussage, dass ein Auto *rot ist* und der Aussage, dass Sie glauben ein *rotes Auto gesehen* zu haben.
- (b) Berechnen Sie mit welcher Wahrscheinlichkeit das Auto wirklich rot ist, wenn Sie in Freiburg nachts ein Auto als rot wahrnehmen.

**Aufgabe 6.3** (Bayessche Netze)

Betrachten Sie das folgende Bayessche Netz:



- (a) Bestimmen Sie, welche der folgenden bedingten Unabhängigkeiten aus der Struktur des Bayesschen Netzes folgen (dabei steht  $Ind(U, V | W)$  dafür, dass  $U$  bedingt unabhängig von  $V$  gegeben  $W$  ist, und  $Ind(U, V)$  für die unbedingte Unabhängigkeit von  $U$  und  $V$ ).
- (i)  $Ind(Cold, Winter)$
  - (ii)  $Ind(Winter, NegligentDriver)$
  - (iii)  $Ind(Winter, RadioSilent | BatteryProblem)$
  - (iv)  $Ind(Winter, EngineNotStarting | BatteryProblem)$
  - (v)  $Ind(Cold, NegligentDriver | RadioSilent)$
- (b) Berechnen Sie  $P(EngineNotStarting | NegligentDriver, \neg Cold)$ . Dabei seien die relevanten Einträge in den bedingten Wahrscheinlichkeitstabellen wie folgt gegeben:

$$P(LightsOnOverNight | NegligentDriver) = 0.3$$

$$P(LightsOnOverNight | \neg NegligentDriver) = 0.02$$

$$P(TankEmpty | NegligentDriver) = 0.1$$

$$P(TankEmpty | \neg NegligentDriver) = 0.01$$

$$P(BatteryProblem | Cold, LightsOnOverNight) = 0.9$$

$$P(BatteryProblem | Cold, \neg LightsOnOverNight) = 0.2$$

$$P(BatteryProblem | \neg Cold, LightsOnOverNight) = 0.8$$

$$P(BatteryProblem | \neg Cold, \neg LightsOnOverNight) = 0.01$$

$$P(EngineNotStarting | BatteryProblem, TankEmpty) = 0.9$$

$$P(EngineNotStarting | BatteryProblem, \neg TankEmpty) = 0.7$$

$$P(EngineNotStarting | \neg BatteryProblem, TankEmpty) = 0.8$$

$$P(EngineNotStarting | \neg BatteryProblem, \neg TankEmpty) = 0.05$$

- (c) Listen Sie alle Knoten in der Markov-Blanket für den Knoten *LightsOnOverNight*.

**Aufgabe 6.4** (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 6.5** (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.

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