Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. B. Nebel, Prof. Dr. M. Riedmiller
J. Aldinger, B. Frank
Universität Freiburg
Institut für Informatik

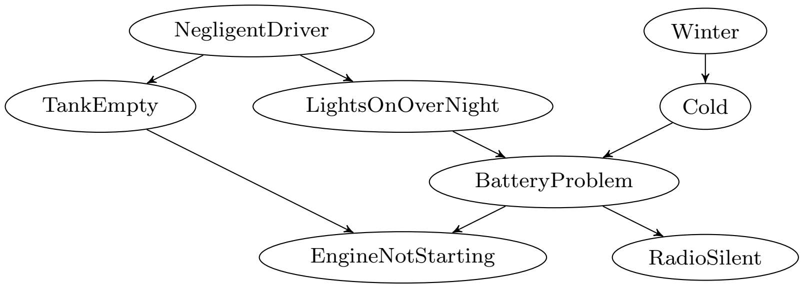
Sommersemester 2012

Übungsblatt 6

Abgabe: Mittwoch, 11. Juli 2012

Aufgabe 6.1 (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 $Ind(U, V \mid W)$ 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) $Ind(Winter, RadioSilent \mid BatteryProblem)$

(iv) $Ind(Winter, EngineNotStarting \mid BatteryProblem)$

(v) $Ind(Cold, NegligentDriver \mid RadioSilent)$

(b) Berechnen Sie $P(EngineNotStarting|NegligentDriver, \neg Cold)$. Dabei seien die relevanten Einträge in den bedingten Wahrscheinlichkeitstabellen wie folgt gegeben:

$$
\begin{aligned}
P(LightsOnOverNight|NegligentDriver) &= 0.3\\
P(LightsOnOverNight|\neg NegligentDriver) &= 0.02\\
P(TankEmpty|NegligentDriver) &= 0.1\\
P(TankEmpty|\neg NegligentDriver) &= 0.01\\
P(BatteryProblem|Cold, LightsOnOverNight) &= 0.9\\
P(BatteryProblem|Cold, \neg LightsOnOverNight) &= 0.2\\
P(BatteryProblem|\neg Cold, LightsOnOverNight) &= 0.8\\
P(BatteryProblem|\neg Cold, \neg LightsOnOverNight) &= 0.01\\
P(EngineNotStarting|BatteryProblem, TankEmpty) &= 0.9\\
P(EngineNotStarting|BatteryProblem, \neg TankEmpty) &= 0.7\\
P(EngineNotStarting|\neg BatteryProblem, TankEmpty) &= 0.8\\
P(EngineNotStarting|\neg BatteryProblem, \neg TankEmpty) &= 0.05
\end{aligned}
$$

Aufgabe 6.2 (Bedingte Wahrscheinlichkeiten)

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 6.3 (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 an, dass $\gamma = 1$ und dass ein Agent vier mögliche Aktionen ausführen kann: **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 6.4 (Policy-Iteration-Algorithmus)

Sei nun $\gamma = 0{,}5$ 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
$\longleftarrow$	$\longleftarrow$	$\longleftarrow$	$r = +1$

Führen Sie einen Schritt der *Policy Iteration* durch, wobei die initiale Policy π_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 π_1 an.

Aufgabe 6.5 (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	≥ 35	Hoch	Highschool	O
2	< 35	Niedrig	Universität	O
3	≥ 35	Hoch	College	M
4	≥ 35	Niedrig	Highschool	M
5	≥ 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.