Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

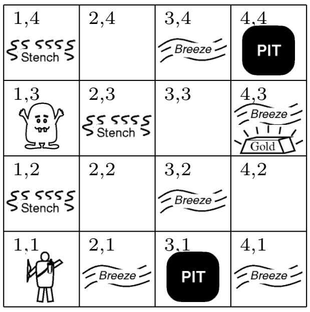
Prof. Dr. M. Bennewitz, Prof. Dr. W. Burgard, Dr. M. Ragni
N. Abdo, Dr. J. Boedecker, M. Göbelbecker, J. Hess
Sommersemester 2013

Universität Freiburg
Institut für Informatik

Übungsblatt 6

Abgabe: Mittwoch, 10. Juli 2013

Aufgabe 6.1 (Planen in der Wumpuswelt)
Betrachten Sie folgenden Zustand in der Wumpuswelt:



Der Agent in Feld $[1,1]$ hat die Spezialvorlesung „Handlungsplanung“ nicht gehört, und kann deswegen keine Planungsprobleme mit partieller Beobachtbarkeit lösen. Zudem ist er überaus blutrünstig und die Jagd reizt ihn mehr als alles Gold. Das Planunsproblem sei deshalb wie folgt definiert[1]:
Startzustand $\mathcal{I}$:

$$\{\texttt{connected}([1,1],[2,1]), \texttt{connected}([2,1],[3,1]), \dots,$$
$$\texttt{connected}([4,3],[4,4]), \texttt{at}(\texttt{agent},[1,1]), \texttt{at}(\texttt{wumpus},[1,3]),$$
$$\texttt{at}(\texttt{pit},[3,1]), \texttt{at}(\texttt{pit},[4,4]), \texttt{arrowleft}, \texttt{agent\_alive}\}$$

Operatoren $\mathcal{O}$:

$\texttt{Move}(x,y)$

$$\begin{aligned}
\text{PRE}:&\ \texttt{at}(\texttt{agent},x) \land \texttt{connected}(x,y) \land \texttt{agent_alive}\\
\text{EFF}:&\ \texttt{at}(\texttt{wumpus},y) \rhd \neg\texttt{agent_alive},\\
&\ \texttt{at}(\texttt{pit},y) \rhd \neg\texttt{agent_alive},\\
&\ \texttt{at}(\texttt{agent},y),\\
&\ \neg\texttt{at}(\texttt{agent},x)
\end{aligned}$$

$\texttt{Shoot}(x,y)$

$$\begin{aligned}
\text{PRE}:&\ \texttt{at}(\texttt{agent},x) \land \texttt{connected}(x,y) \land \texttt{arrowleft} \land \texttt{agent_alive}\\
\text{EFF}:&\ \texttt{at}(\texttt{wumpus},y) \rhd \texttt{scream},\\
&\ \neg\texttt{arrowleft}
\end{aligned}$$

[1] *stench*,*breeze* und *gold* werden aus diesem Grund hier nicht formalisiert und dienen nur der Veranschaulichung (oder Verwirrung).

Ziel $\mathcal{G}$:

$\texttt{scream} \wedge \texttt{agent\_alive}$

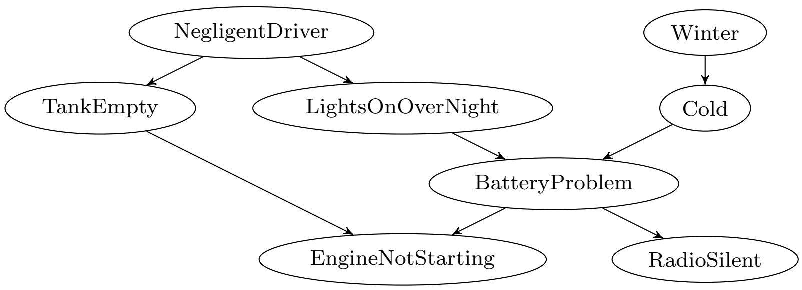
(a) Sie möchten ein durch Ignorieren negativer Effekte vereinfachtes monotones Planungsproblem lösen (die sogenannte "delete-Relaxierung"), um eine Heuristik zu berechnen.
Geben Sie die relaxierten Operatoren an.

(b) Zeichnen Sie die ersten beiden Ebenen des relaxierten Planungsgraphen. Fakten, die sich im relaxierten Problem nicht ändern, wie z.B. $\texttt{agent\_alive}$, $\texttt{at}(\texttt{pit}, x)$ sowie $\texttt{connected}(x, y)$ müssen nicht gezeichnet werden (Auf Ebene $F0$ besteht der zu zeichnende Startzustand dann also nur noch aus dem Faktum $\texttt{at}(\texttt{agent}, [1, 1])$.).
Der bedingte Effekt $\texttt{at}(\texttt{wumpus}, y) \rhd \texttt{scream}$ von $\texttt{Shoot}(x, y)$ darf zur weiteren Vereinfachung wegkompiliert werden, indem die Effektvorbedingung in die Operatorvorbedingung aufgenommen wird[2].

(c) Im Gegensatz zum in der Vorlesung vorgestellten PlanGraph-Verfahren können im relaxierten Problem keine Konflikte zwischen Aktionen auftreten, da weder Vorbedingung noch Effekte negiert auftreten. Dadurch kann ein relaxierter Plan schneller gefunden und zur Berechnung von Heuristiken genutzt werden.
Geben sie den relaxierten Plan an. Kann dieser Plan auch im nicht-relaxierten Fall angewendet werden?

Aufgabe 6.2 (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 $\mathit{Ind}(U, V \mid W)$ dafür, dass U bedingt unabhängig von V gegeben W ist, und $\mathit{Ind}(U, V)$ für die unbedingte Unabhängigkeit von U und V).
   (i) $\mathit{Ind}(\mathit{Cold}, \mathit{Winter})$
   (ii) $\mathit{Ind}(\mathit{Winter}, \mathit{NegligentDriver})$
   (iii) $\mathit{Ind}(\mathit{Winter}, \mathit{RadioSilent} \mid \mathit{BatteryProblem})$
   (iv) $\mathit{Ind}(\mathit{Winter}, \mathit{EngineNotStarting} \mid \mathit{BatteryProblem})$
   (v) $\mathit{Ind}(\mathit{Cold}, \mathit{NegligentDriver} \mid \mathit{RadioSilent})$

[2] Normalerweise werden beim wegkompilieren von bedingten Objekten zwei Operatoren - einmal mit der Effektcondition und einmal mit der negierten Effektcondition erstellt. Da der Effekt von $\texttt{Shoot}'(x, y) = \langle \text{PRE} : \texttt{at}(\texttt{agent}, x), \neg\texttt{at}(\texttt{wumpus}, y), \ldots \text{EFF} : \emptyset\rangle$ allerdings keinen Effekt hat, kann er hier weggelassen werden.

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

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

Aufgabe 6.3 (Bayessche Regel)

Nehmen Sie an, Sie seien in Athen nachts Zeuge eines Autounfalls, in den ein Taxi involviert ist. 90% der Taxen in Athen sind grün, die anderen blau. Sie sind sich absolut sicher, dass das betreffende Taxi blau war. Tests haben ergeben, dass die Unterscheidung zwischen blau und grün bei Dunkelheit nur zu 75% zuverlässig gelingt. Wie groß ist demnach die Wahrscheinlichkeit, dass das Taxi wirklich blau war? (Hinweis: Unterscheiden Sie sorgfältig zwischen der Aussage, dass das das Taxi rot *ist* und der Aussage, dass das Taxi rot *aussieht*.)

Aufgabe 6.4 (Bedingte Unabhängigkeit)

In dieser Aufgabe untersuchen wir, wie bedingte Unabhängigkeitsbeziehungen die Menge an Informationen beeinflussen, die für probabilistische Berechnungen benötigt werden.

(a) Angenommen, wir wollen $\mathbf{P}(X|E_1, E_2)$ berechnen und haben keine Informationen über möglicherweise vorliegende bedingte Unabhängigkeiten. Welche der folgenden Mengen von Zahlenwerten reichen für die Berechnung aus?
  (i) $\mathbf{P}(E_1, E_2)$, $\mathbf{P}(X)$, $\mathbf{P}(E_1|X)$, $\mathbf{P}(E_2|X)$
  (ii) $\mathbf{P}(E_1, E_2)$, $\mathbf{P}(X)$, $\mathbf{P}(E_1, E_2|X)$
  (iii) $\mathbf{P}(X)$, $\mathbf{P}(E_1|X)$, $\mathbf{P}(E_2|X)$

(b) Angenommen, wir wissen, dass $\mathbf{P}(E_1|X, E_2) = \mathbf{P}(E_1|X)$ für alle Werte von X, E_1 und E_2. Welche der drei Mengen reichen jetzt aus?