

# Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. B. Nebel, Prof. Dr. W. Burgard  
B. Frank, A. Karwath, G. Röger  
Sommersemester 2009

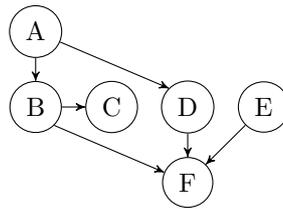
Universität Freiburg  
Institut für Informatik

## Übungsblatt 9

Abgabe: Dienstag, 7. Juli 2009

### Aufgabe 9.1 (Bayessche Netze)

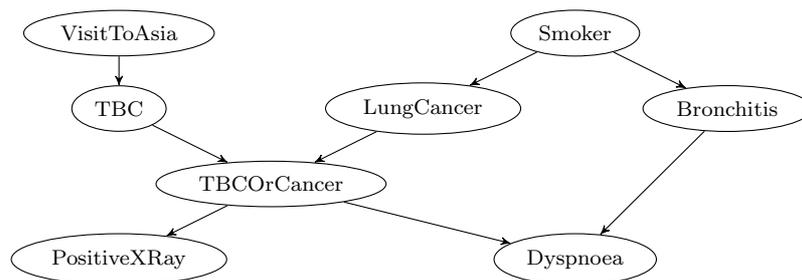
Betrachten Sie folgendes Bayessches Netzwerk:



- (a) Notieren Sie die Verbundwahrscheinlichkeit  $P(A, B, C, D, E, F)$ . Verwenden Sie hierbei die bedingten Unabhängigkeiten, die durch das Netzwerk ausgedrückt werden.
- (b) Angenommen, die Zufallsvariablen  $A, B, C, D, E, F$  des Bayesschen Netzwerks können nur zwei mögliche Werte *yes* und *no* annehmen. Wieviele Wahrscheinlichkeiten werden mindestens benötigt, um das Bayessche Netz, dessen Struktur oben definiert ist, vollständig zu definieren?  
*Hinweis:* Vergessen Sie dabei nicht, dass z.B.  $P(E = \text{yes}) = 1 - P(E = \text{no})$ .
- (c) Wieviele Wahrscheinlichkeiten würden benötigt, um die volle Verbundwahrscheinlichkeit über  $P(A, B, C, D, E, F)$  zu definieren, wenn wir nicht annehmen könnten, dass die durch das Bayessche Netzwerk ausgedrückten bedingten Unabhängigkeiten gelten?

### Aufgabe 9.2 (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  $Ind(U, V | W)$  dafür, dass  $U$  bedingt unabhängig von  $V$  gegeben  $W$  ist, und  $Ind(U, V)$  für die unbedingte Unabhängigkeit von  $U$  und  $V$ ).
  - (i)  $Ind(TBC, VisitToAsia)$

- (ii)  $Ind(VisitToAsia, Smoker)$
- (iii)  $Ind(VisitToAsia, PositiveXRay | TBCOrCancer)$
- (iv)  $Ind(VisitToAsia, Dyspnoea | TBCOrCancer)$
- (v)  $Ind(TBC, Smoker | PositiveXRay)$

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

$$\begin{aligned}
 P(LungCancer | Smoker) &= 0,1 \\
 P(LungCancer | \neg Smoker) &= 0,01 \\
 P(Bronchitis | Smoker) &= 0,2 \\
 P(Bronchitis | \neg Smoker) &= 0,1 \\
 P(TBCOrCancer | TBC, LungCancer) &= 1 \\
 P(TBCOrCancer | TBC, \neg LungCancer) &= 1 \\
 P(TBCOrCancer | \neg TBC, LungCancer) &= 1 \\
 P(TBCOrCancer | \neg TBC, \neg LungCancer) &= 0 \\
 P(Dyspnoea | TBCOrCancer, Bronchitis) &= 0,9 \\
 P(Dyspnoea | TBCOrCancer, \neg Bronchitis) &= 0,7 \\
 P(Dyspnoea | \neg TBCOrCancer, Bronchitis) &= 0,6 \\
 P(Dyspnoea | \neg TBCOrCancer, \neg Bronchitis) &= 0,05
 \end{aligned}$$

### Aufgabe 9.3 (POP-Algorithmus)

Betrachten Sie ein Planungsproblem mit Anfangszustand  $\{x\}$  und Ziel  $\{y, z\}$  sowie den Aktionen  $a_1 = \langle \{x\}, \{\neg x, y\} \rangle$ ,  $a_2 = \langle \{x\}, \{\neg x, z\} \rangle$  und  $a_3 = \langle \emptyset, \{x\} \rangle$ , wobei die ersten Komponenten der Tupel immer die Vorbedingungen und die zweiten Komponenten die Effekte sind.

Skizzieren Sie einen vollständigen und konsistenten Plan einschließlich aller temporalen und kausalen Links, wie er vom POP-Algorithmus erzeugt würde.

Die Übungsblätter dürfen und sollten in Gruppen von drei (3) Studenten bearbeitet werden. Bitte füllen Sie das Deckblatt<sup>1</sup> aus und heften Sie es an Ihre Lösung.

---

<sup>1</sup><http://www.informatik.uni-freiburg.de/~ki/teaching/ss09/gki/coverSheet-german.pdf>