

# Konzepte der AI

## Unsicheres Schließen

<http://www.dbai.tuwien.ac.at/education/AIKonzepte/>

Wolfgang Slany

Institut für Informationssysteme, Technische Universität Wien  
mailto: wsi@dbai.tuwien.ac.at, <http://www.dbai.tuwien.ac.at/staff/slany/>

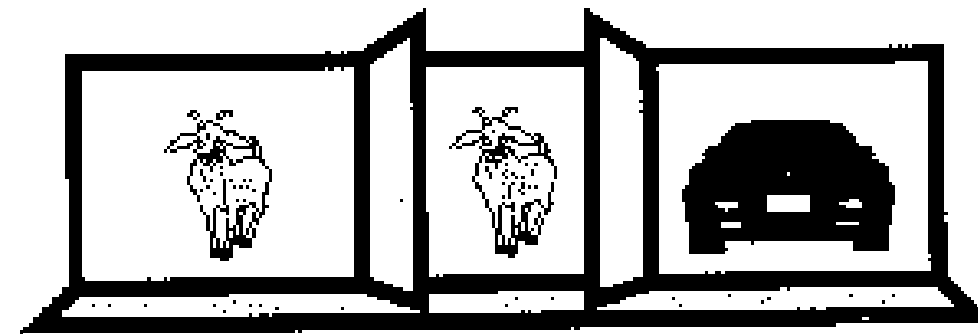
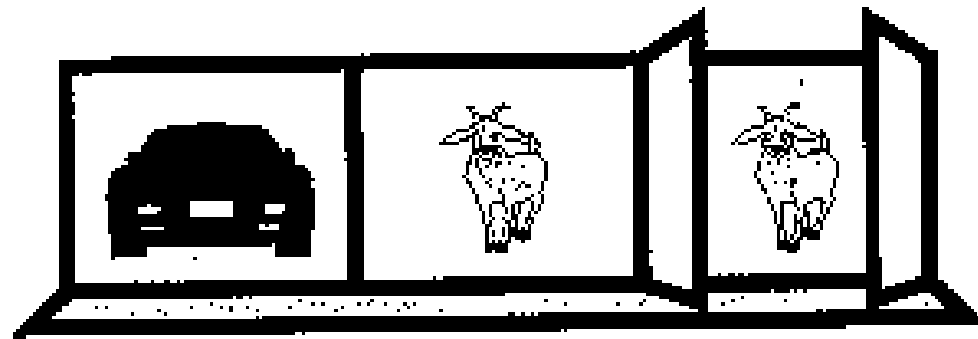


## Übersicht

- In medias res ...
- Die Bayes'sche Inferenzregel
- Fuzzy Inferenzsysteme
- Andere Arten von unsicherem Schließen
- Verweise auf LVAs und weiterführende Literatur

## Monty Hall's Rätsel

Angenommen, wir haben in einem Fernsehquiz gewonnen—entweder ein Luxusauto oder aber eine Ziege. Man führt uns vor drei Türen, hinter einer das Auto und hinter den anderen jeweils eine Ziege, und wir wählen aufs Geratewohl die erste Tür von links. Um die Spannung zu erhöhen, öffnet der Moderator, der genau weiß was sich hinter welcher Türe befindet, aber diese Tür noch nicht, sondern eine der anderen: Dahinter wartet eine Ziege. Und dann erlaubt er uns, die Wahl zu ändern, also statt der ersten Tür von links die noch geschlossene dritte Tür zu nehmen. Soll man nun wechseln oder nicht?



## ... Monty Hall's Rätsel

- ... Variante mit 100 Türen
- Simulation: → <http://www.cut-the-knot.com/hall.html>
- Erdős ...
- Kontroverse ...
- Was wenn Moderator zufällig andere Tür wählt?
- Viel Hintergrundmaterial dazu auf  
→ <http://math.rice.edu/~ddonovan/montyurl.html>

## Die Bayes'sche Inferenzregel

$$\begin{aligned} p(A|B) &= \frac{p(A) \times p(B|A)}{p(B)} \\ &= \frac{p(B|A) \times p(A)}{p(B|A) \times p(A) + p(B|\neg A) \times p(\neg A)} \end{aligned}$$

## Nochmals Monty Hall's Rätsel

Angenommen, wir haben Tür A gewählt und Monty hat Tür B (die Tür mit der Ziege) geöffnet.

- A-priori Wahrscheinlichkeit, dass Auto hinter Tür X:  
 $p(X) = 1/3$ .
- $p(\text{Monty öffnet B}|A) = \dots$
- $p(\text{Monty öffnet B}|B) = \dots$
- $p(\text{Monty öffnet B}|C) = \dots$
- $$\begin{aligned} p(\text{M.ö.B}) &= p(\text{M.ö.B}|A) \times p(A) + p(\text{M.ö.B}|B) \times p(B) \\ &\quad + p(\text{M.ö.B}|C) \times p(C) \\ &= \dots \times 1/3 + \dots \times 1/3 + \dots \times 1/3 \\ &= 1/2 \end{aligned}$$

## Nochmals Monty Hall's Rätsel

Angenommen, wir haben Tür A gewählt und Monty hat Tür B (die Tür mit der Ziege) geöffnet.

- A-priori Wahrscheinlichkeit, dass Auto hinter Tür X:  
 $p(X) = 1/3$ .
- $p(\text{Monty öffnet B}|A) = 1/2$
- $p(\text{Monty öffnet B}|B) = 0$
- $p(\text{Monty öffnet B}|C) = 1$
- $$\begin{aligned} p(\text{M.ö.B}) &= p(\text{M.ö.B}|A) \times p(A) + p(\text{M.ö.B}|B) \times p(B) \\ &\quad + p(\text{M.ö.B}|C) \times p(C) \\ &= 1/2 \times 1/3 + 0 \times 1/3 + 1 \times 1/3 \\ &= 1/2 \end{aligned}$$



**Dann, laut der Bayes'schen Inferenzregel:**

- $p(A|\text{Monty öffnet } B) = \frac{p(\text{M.ö.B}|A) \times p(A)}{p(\text{Monty öffnet } B)}$

$$= \frac{1}{2}$$

$$= \dots$$

- $p(C|\text{Monty öffnet } B) = \frac{p(\text{M.ö.B}|C) \times p(C)}{p(\text{Monty öffnet } B)}$

$$= \frac{1}{2}$$

$$= \dots$$

**Dann, laut der Bayes'schen Inferenzregel:**

- $p(A|\text{Monty öffnet B}) = \frac{p(\text{M.ö.B}|A) \times p(A)}{p(\text{Monty öffnet B})}$   
 $= \frac{1/2 \times 1/3}{1/2}$   
 $= 1/3$
- $p(C|\text{Monty öffnet B}) = \frac{p(\text{M.ö.B}|C) \times p(C)}{p(\text{Monty öffnet B})}$   
 $= \frac{1 \times 1/3}{1/2}$   
 $= 2/3$

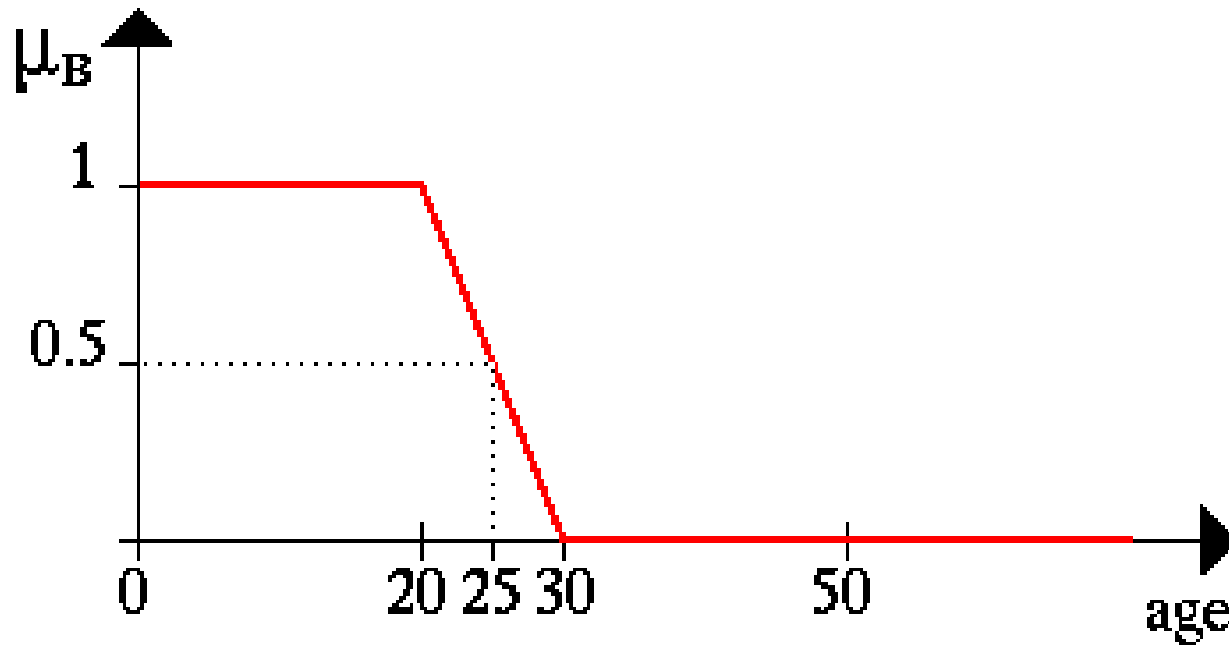
## Fuzzy Inferenz:

Fuzzy Logic erlaubt es, unscharfes Wissen in Regeln zu fassen, damit zu rechnen und so zu sinnvollen Ergebnissen zu kommen.

Anwendungsbeispiele:

- Medizinische Diagnose-Expertensysteme
- Zeitliche Planung
- Automatik-Getriebe Steuerung
- Qualitätskontrolle
- Intelligente Haushaltsgeräte, Kameras, usw.
- ...

## Beispiel: Modellierung des Alters eines “jungen Erwachsenen”:



## Fuzzy-Regeln (stark vereinfacht):

- Wenn Alter jung und starker Raucher, dann Herzinfarkt mittlere Plausibilität.
- Wenn Alter mittel und starker Raucher, dann Herzinfarkt große Plausibilität.
- Wenn Alter jung und mittlerer Raucher, dann Herzinfarkt geringe Plausibilität.
- Wenn Alter mittel und mittlerer Raucher, dann Herzinfarkt mittlere Plausibilität.
- Wenn Alter jung und Nichtraucher, dann Herzinfarkttrisiko sehr geringe Plausibilität.
- ...

## **Andere Arten von unsicherem Schließen:**

- Certainty factors
- Dempster-Shafer Evidenz-Theorie
- Inferenz-Netzwerke
- Modal logics
- Non-monotonic logics
- Possibilistic logics
- Markov fields
- ...

## **Weiterführenden LVAs, Links:**

Zu wahrscheinlichkeitsbasierten Ansätzen:

- LVA 509.234 (Uni) AK der AI 4: Inferenz und Lernen in Bayes'schen Netzen, Mi 14–16 ab 15.3.2000, Sykacek. Details → <http://www.ai.univie.ac.at/imkai/lv/ss/lv-termine.html#509.234>

Zu Fuzzy Logik:

- LVA 185.077 (TU) AK der TI 2: Fuzzy Logik, geblockt vom 2.–5.5.2000, Prof. Petr Hajek. Details → <http://www.logic.at/lvas/185077/>
- Online Tutorial:  
→ <http://www.flll.uni-linz.ac.at/pdw/fuzzy/>

## **Allgemeine Literatur zu unsicherem Schließen:**

- Kruse et al., *Uncertainty and Vagueness in Knowledge Based Systems*, Springer 1991.
- Shafer & Pearl (eds.), *Readings in Uncertain Reasoning*, Morgan Kaufmann 1990.
- Russell & Norvig, *AI A Modern Approach*, Prentice Hall 1995 (Part V “Uncertain Knowledge and Reasoning”).