

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Kap. 4:
KI-Architektur: Wissensbasierte Systeme

Repräsentation von Wissen: **Wie ?**



Logisches Wissen:

Atome

Fakten

Regeln

wenn ... dann ...

Ableitungsregeln

Resolution, Unifikation

Funktionales Wissen:

Daten

Funktionen

Funktionsauswertung

Objektorientiertes Wissen:

Objekte

Methoden

Compiler / Interpreter

deklaratives

prozedurales

Steuerungs-

Wissen

Repräsentation von Wissen: **Wie ?**

KI-Bezeichnungen:

- **Frames**
- **Semantische Netze (Ontologien)**
- **Logik**
- **Produktionsregeln**
- **Constraints**

Klassifizierung von Wissen: Was ?

Die folgenden Kriterien sind unabhängig voneinander:

- **tief vs. flach** (betrachte die Zusammensetzung einer Aussage aus kleineren Einheiten)
modellbasiert vs. allgemeingültig
- **sicher vs. unsicher** (betrachte die Wahrscheinlichkeit einer Aussage)
deterministisch vs. probabilistisch
- **exakt vs. unscharf** (betrachte die Genauigkeit einer Aussage)
quantitativ vs. qualitativ

Klassifizierung von Wissen: Was ?

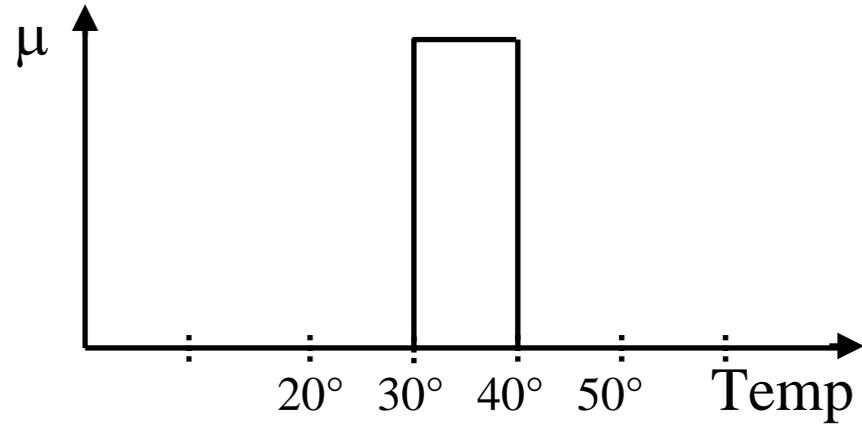
Beispiele zur Abgrenzung von Wahrscheinlichkeit und Genauigkeit:

- Der Zug kommt in 10 Minuten. *sicher, exakt*
- Der Zug kommt in ungefähr 10 Minuten. *sicher, unscharf*
- Der Zug kommt vermutlich in 10 Minuten. *unsicher, exakt*
- Der Zug kommt wahrscheinlich in ungefähr 10 Minuten. *unsicher, unscharf*
- Die Wahrscheinlichkeit, dass der Zug in 10 Minuten kommt, ist 0,9. *unsicher, exakt*
- Das Plausibilitätsintervall der Hypothese, dass der Zug in 10 Minuten kommt, ist (0,05; 0,95). *unsicher, exakt*

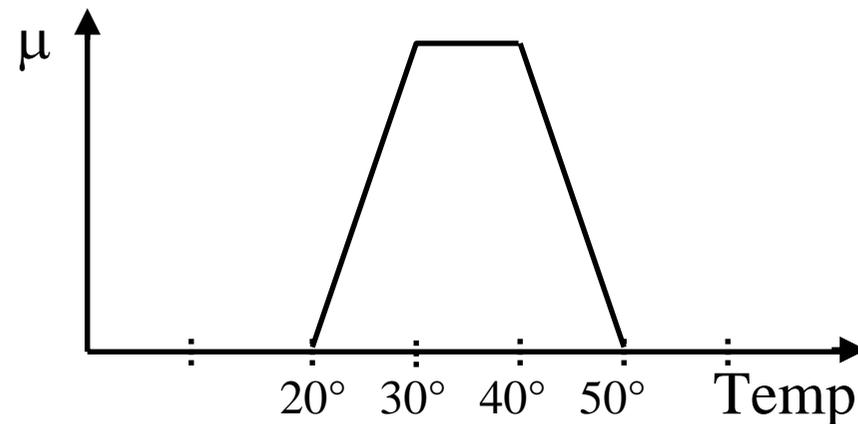
Klassifizierung von Wissen: Was ?

Fuzzy Sets als Beispiel für qualitatives Wissen

scharfe Menge

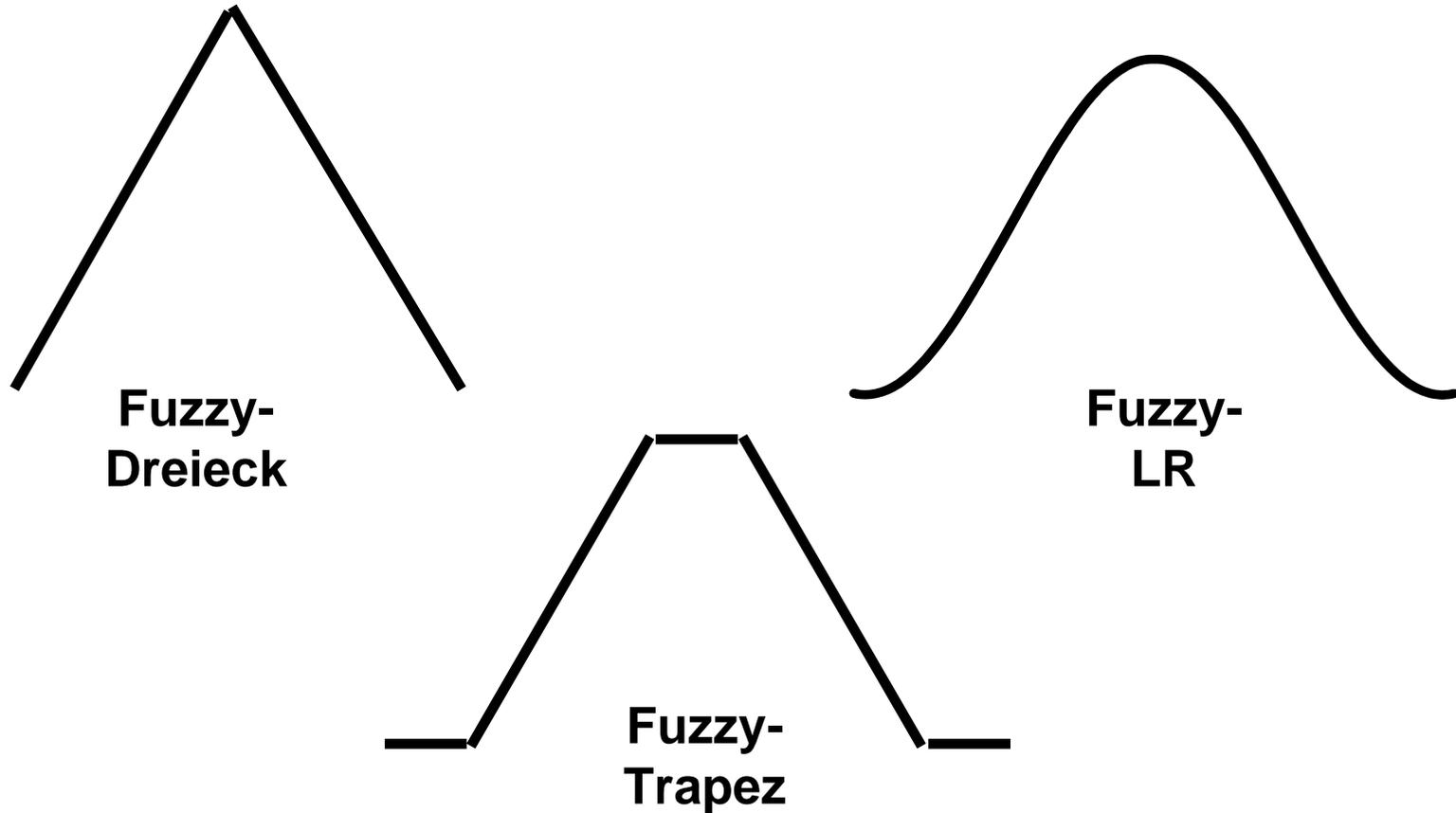


unscharfe Menge



Klassifizierung von Wissen: Was ?

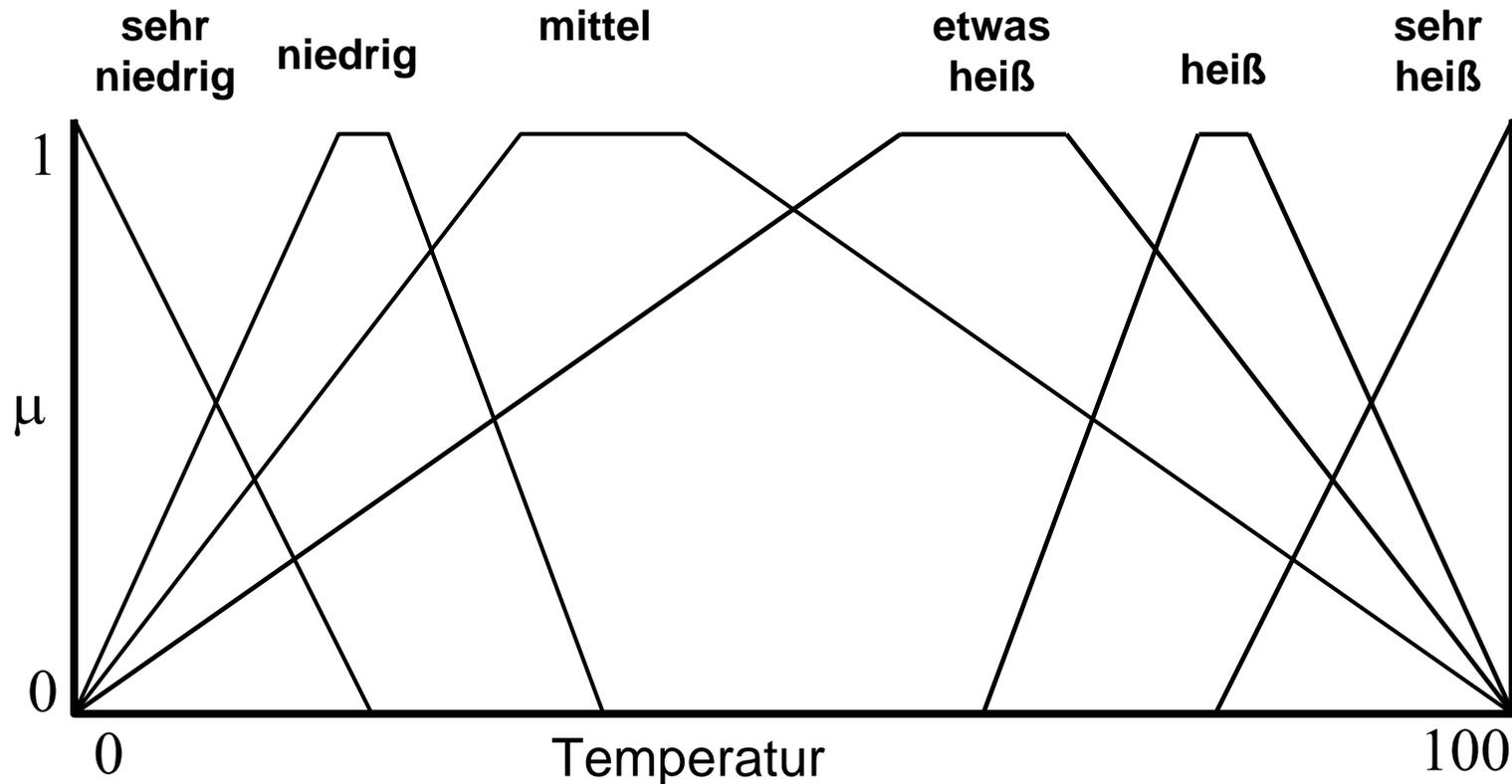
Fuzzy Sets als Beispiel für qualitatives Wissen



Klassifizierung von Wissen: Was ?

Fuzzy Sets als Beispiel für qualitatives Wissen

Die linguistische Variable „Temperatur“



Klassifizierung von Wissen: Was ?

Fuzzy Sets als Beispiel für qualitatives Wissen

Prinzip der Fuzzy-Technik:

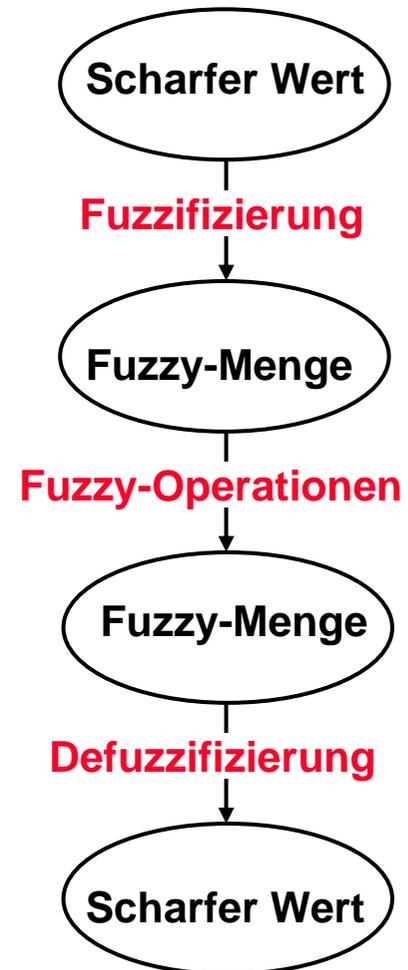
Messung

Fuzzy-Operationen:

Operatoren zur Bildung neuer Mengen

Regeln zur Zuweisung von Mengen an Variable

Einstellung



Klassifizierung von Wissen: Was ?

Fuzzy Sets als Beispiel für qualitatives Wissen

Beispiele für Fuzzy-Operatoren:

- $\mu_C(\mathbf{x}) = \min \{ \mu_A(\mathbf{x}), \mu_B(\mathbf{x}) \} \quad \mathbf{x} \in X$

- $\mu_C(\mathbf{x}) = \max \{ \mu_A(\mathbf{x}), \mu_B(\mathbf{x}) \} \quad \mathbf{x} \in X$

- $\mu_C(\mathbf{x}) = 1 - \mu_A(\mathbf{x}) \quad \mathbf{x} \in X$

Klassifizierung von Wissen: Was ?

Fuzzy Sets als Beispiel für qualitatives Wissen

es geht auch komplizierter:

- $\mu_C(\mathbf{x}) = \gamma \min\{\mu_A(\mathbf{x}), \mu_B(\mathbf{x})\} + \frac{1}{2} (1 - \gamma)(\mu_A(\mathbf{x}) + \mu_B(\mathbf{x}))$ ($\gamma \in [0,1]$)

Was berechnet diese Funktion ?

Klassifizierung von Wissen: Was ?

Fuzzy Sets als Beispiel für qualitatives Wissen

Beispiel für eine Fuzzy-Regel:

**Wenn (Distanz = klein)
und (Geschwindigkeit = groß),
dann (Bremskraft = groß)**

**Wenn (Distanz = mittel)
und (Geschwindigkeit = groß),
dann (Bremskraft = mittel)**

Klassifizierung von Wissen: Was ?

Repräsentation von zeitlichem Wissen

Allens Intervalllogik für die qualitative Repräsentation von Zeitintervallen

1. STARTS(t_1, t_2)

t_1 hat denselben Anfang wie t_2 , endet aber vor dem Ende von t_2

2. FINISHES(t_1, t_2)

*t_1 hat dasselbe Ende wie t_2 , beginnt aber **nach** dem Anfang von t_2*

3. DURING(t_1, t_2)

t_1 ist vollständig in t_2 enthalten

4. BEFORE(t_1, t_2)

t_1 ist vor t_2 und t_1 und t_2 überlappen sich nicht

5. OVERLAP(t_1, t_2)

t_1 beginnt vor t_2 und endet nach Anfang von t_2

6. MEETS(t_1, t_2)

t_1 ist vor t_2 und es gibt kein Intervall zwischen t_1 und t_2 , d.h. t_1 endet, wenn t_2 beginnt

7. EQUAL(t_1, t_2)

t_1 und t_2 sind dasselbe Intervall

Klassifizierung von Wissen: Was ?

Repräsentation von räumlichen Wissen

Exaktes Wissen

- Geokoordinaten
- relative Entfernung von Gegenständen in m

Qualitatives Wissen

- relative Himmelsrichtung (im Westen von, ...)
- relative Anordnung (vor, hinter, links von, rechts von, etc.)

Klassifizierung von Wissen: Was ?

Praktisches Problem für zeitliches und räumliches Wissen:

Wie exakt soll das Wissen sein ?

- Jahr, Monat, Tag, Stunde, Sekunde, Millisekunde, ...
- Land, Stadt, Adresse, exakte Geokoordinaten, ...

Zusammenfassung: Wissensbasierte Systeme

Verschiedene Repräsentationsformen von Wissen

- Frames, Semantische Netze
- Logik, Produktionsregeln
- Constraints

Verschiedene Qualitäten von Wissen

- tief vs. flach (betrachte die Zusammensetzung einer Aussage aus kleineren Einheiten)
- sicher vs. unsicher (betrachte die Wahrscheinlichkeit einer Aussage)
- exakt vs. unscharf (betrachte die Genauigkeit einer Aussage)