

Fuzzy Logic

Seminar im Sommersemester 2006
an der TU-Darmstadt
(Prof. Dr. Fürnkranz)

Inhalt

- Geschichte und Definition
- Grundlegende Begriffe
- „Fuzzy Process“
- Anwendungen
 - Beispiel: Threat Assessment
- Quellen

Geschichte und Definition

- Eingeführt in der Mitte der 60er Jahre vom Berkeley University's Professor Lotfi Zadeh
- „fuzzy logic is a means of presenting problems to computers in a way akin to the way humans solve them“
- „the essence of fuzzy logic is that everything is a matter of degree“

Geschichte und Definition

Fuzzy Logik ist:

- Eine Methodik Probleme zu lösen
- Eine Übermenge der konventionellen Logik die erweitert wurde, um das Konzept „teilweise wahr“ behandeln zu können

Grundlegende Begriffe

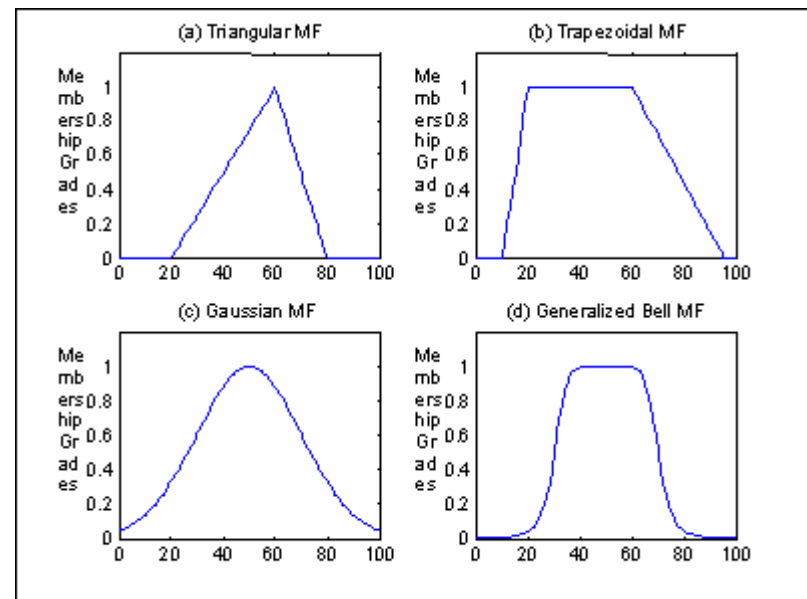
- „crisp“ Daten und Menge
 - Bekannter mathematischer Begriff
 - Umfaßt die numerischen Werte
 - z.B. $A = \{2,4,6,\dots\}$

Grundlegende Begriffe

- Linguistische Variablen
 - Variablen, die linguistische Werte besitzen
 - z.B. $T(\textit{height}) = \{ \text{„short“}, \text{„medium“}, \text{„tall“} \}$
 - Definieren den Zugehörigkeitsgrad (degree of membership)

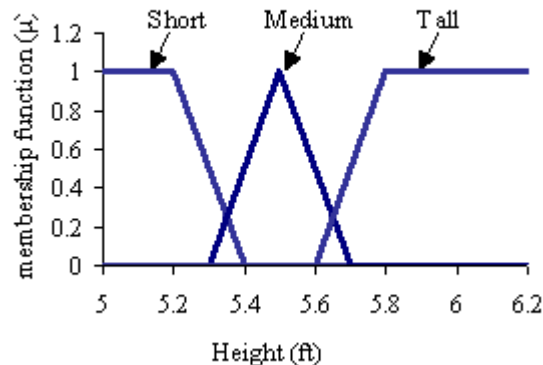
Grundlegende Begriffe

- Mitgliedsgradfunktion (membership function)
 - Bildet die Eingabevariablen („crisp“ Daten) zum Zugehörigkeitsgrad

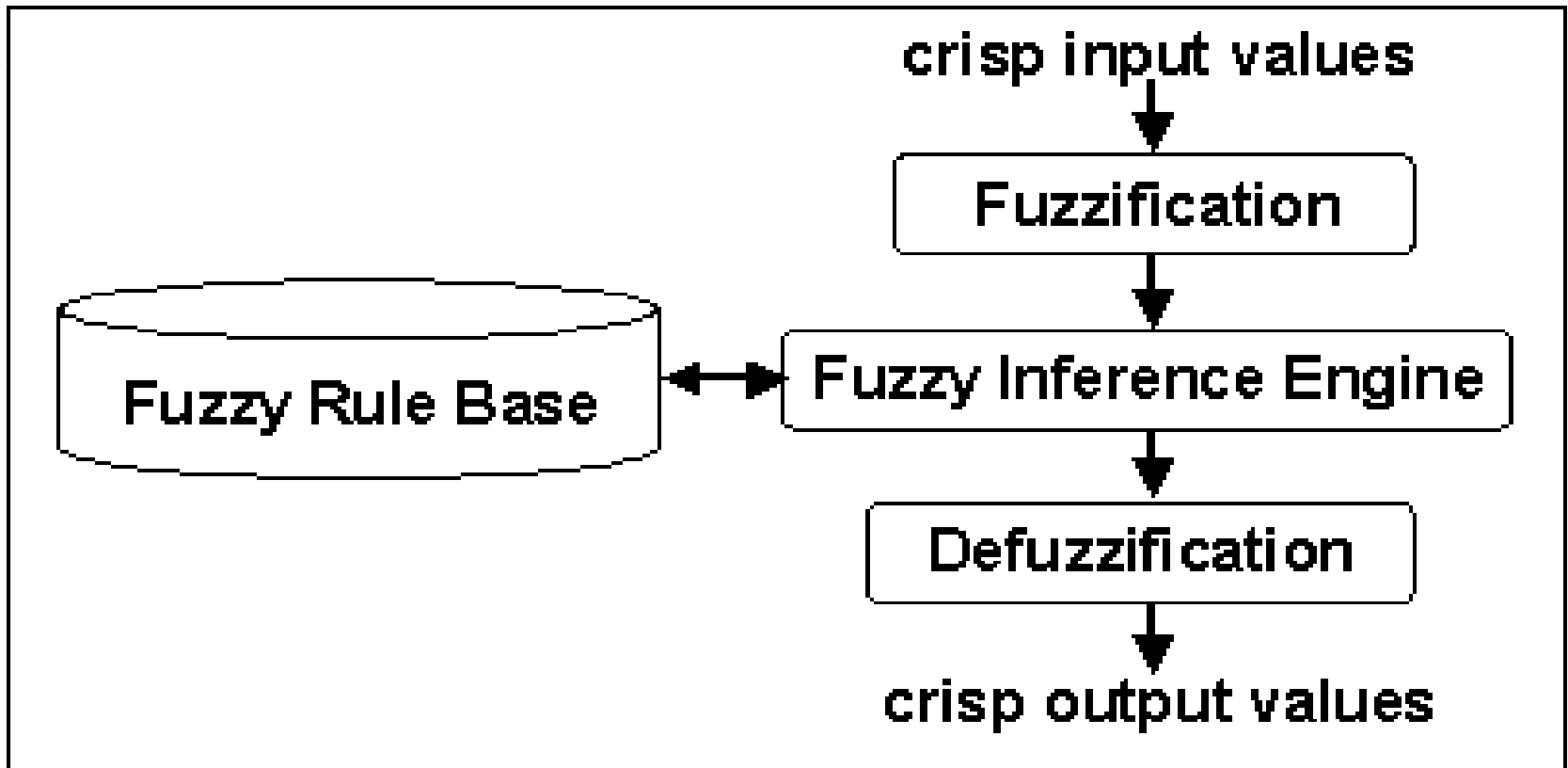


Grundlegende Begriffe

- Definition: Fuzzy Menge
 - Die Menge aller Paare $(x, \mu(x))$, wobei x die „crisp“ Daten sind und $\mu(x)$ die Zugehörigkeitsfunktion



Fuzzy Logic Process



Fuzzy Logic Process

- Fuzzyfication
 - Für jede Eingabevariable („crisp Daten“) wird mit Hilfe der Zugehörigkeitsfunktion (membership function) der Fuzzy-Menge der Zugehörigkeitsgrad zum entsprechenden linguistischen Wert bestimmt

Fuzzy Logic Process

- Inferenz und Komposition der Regel
 - Die linguistischen Werte werden miteinander verknüpft, so dass logische Regeln entstehen, die die Ausgabe bestimmen
 - „If A then B“
 - Disjunktion $\text{Truth}(A \text{ OR } B) = \text{MAX}(\text{Truth}(A), \text{Truth}(B))$
 - Konjunktion $\text{Truth}(A \text{ AND } B) = \text{MIN}(\text{Truth}(A), \text{Truth}(B))$
 - Negation $\text{Truth}(\text{NOT } A) = 1 - \text{Truth}(A)$

Fuzzy Logic Process

- Inferenz
 - der Vorgang, bei dem von den fuzzy Regeln linguistische Werte abgeleitet werden
- 3 Schritte
 - Aggregation: Berechnen des „IF“ Teils der Regel
 - Komposition: Berechnen des „THEN“ Teils der Regel
 - Bestimmen des Zugehörigkeitsgrads für alle linguistischen Terme

Fuzzy Logic Process

- Defuzzification
 - Der Vorgang, bei dem aus Gesamtzugehörigkeitsfunktion eine konkrete Ausgangsgröße ermittelt werden kann

Fuzzy Logic Process

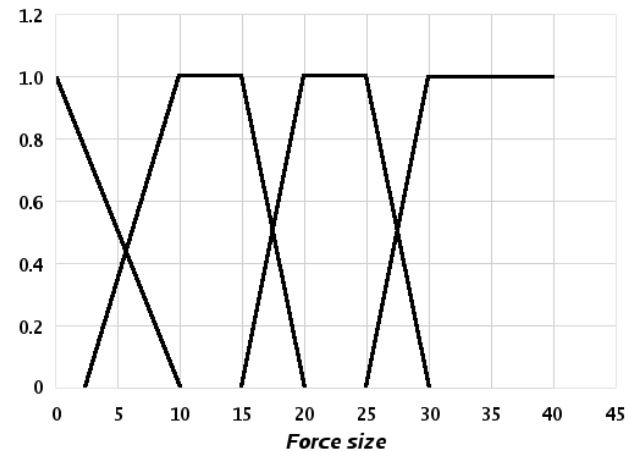
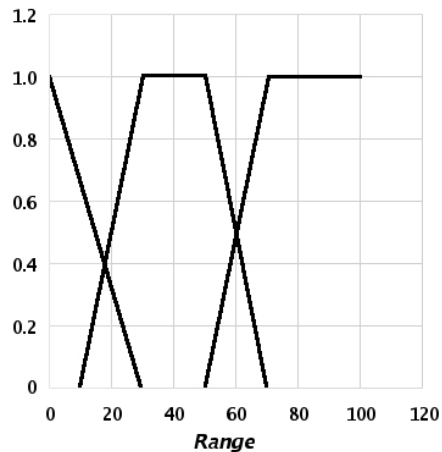
- Methode
 - Maximumsmethode: Nur die Regel mit dem höchsten Zugehörigkeitsgrad wird betrachtet. Das Maximum der zugehörigen Ausgangs-Fuzzy-Menge bestimmt die „crisp“ Ausgangsgröße
 - Flächenschwerpunkt (Center of Area): Suche des Flächenschwerpunkts der Ausgangsmenge

Threat Assessment Example

- Gegeben
 - die „force“ und „size of force“
- Bestimme
 - das „threat level“ und die Anzahl von „defence units“

Threat Assessment Example

- Fuzzyfication
 - Bestimme die fuzzy Mengen für die 2 Eingabevariablen.
 - Range = { „Close“, „Medium“, „Far“ }
 - Force Size = { „Tiny“, „Small“, „Moderate“, „Large“ }



Threat Assessment Example

- Berechne
 - den Zugehörigkeitsgrad für die Eingabe: 8 units und 25 hexes

Fuzzy Menge	Zugehörigkeitsgrad
Close	0.17
Medium	0.75
Far	0.0
Tiny	0.2
Small	0.73
Moderate	0.0
Large	0.0

Threat Assessment Example

- Fuzzy associative Matrix/Regel Matrix
 - Threat Level = {„Low“, „Medium“, „High“}, mit Singleton Werte entsprechend 10, 30, 50

	Close	Medium	Far
Tiny	Medium	Low	Low
Small	High	Low	Low
Moderate	High	Medium	Low
Large	High	High	Medium

Threat Assessment Example

- Inferenz und Komposition der Regel
 - Low = OR (AND (Medium, Tiny), AND (Medium, Small))
 - Medium = AND (Close, Tiny)
 - High = AND (Close, Small)

Threat Assessment Example

- Defuzzification: Center of Singleton Method
 - Deploy = $(\text{Low} * 10 + \text{Medium} * 30 + \text{High} * 50) / (\text{Low} + \text{Medium} + \text{High})$

Quellen

- www.wikipedia.org
- <http://www.iicm.edu/greif/node9.html>
- <http://www.comp.nus.edu.sg/~pris/FuzzyLogic>
- Mat Buckeland: *Programming Game AI bei Example*
- David M. Bourg, Glenn Seemann: *AI for Game Developers*