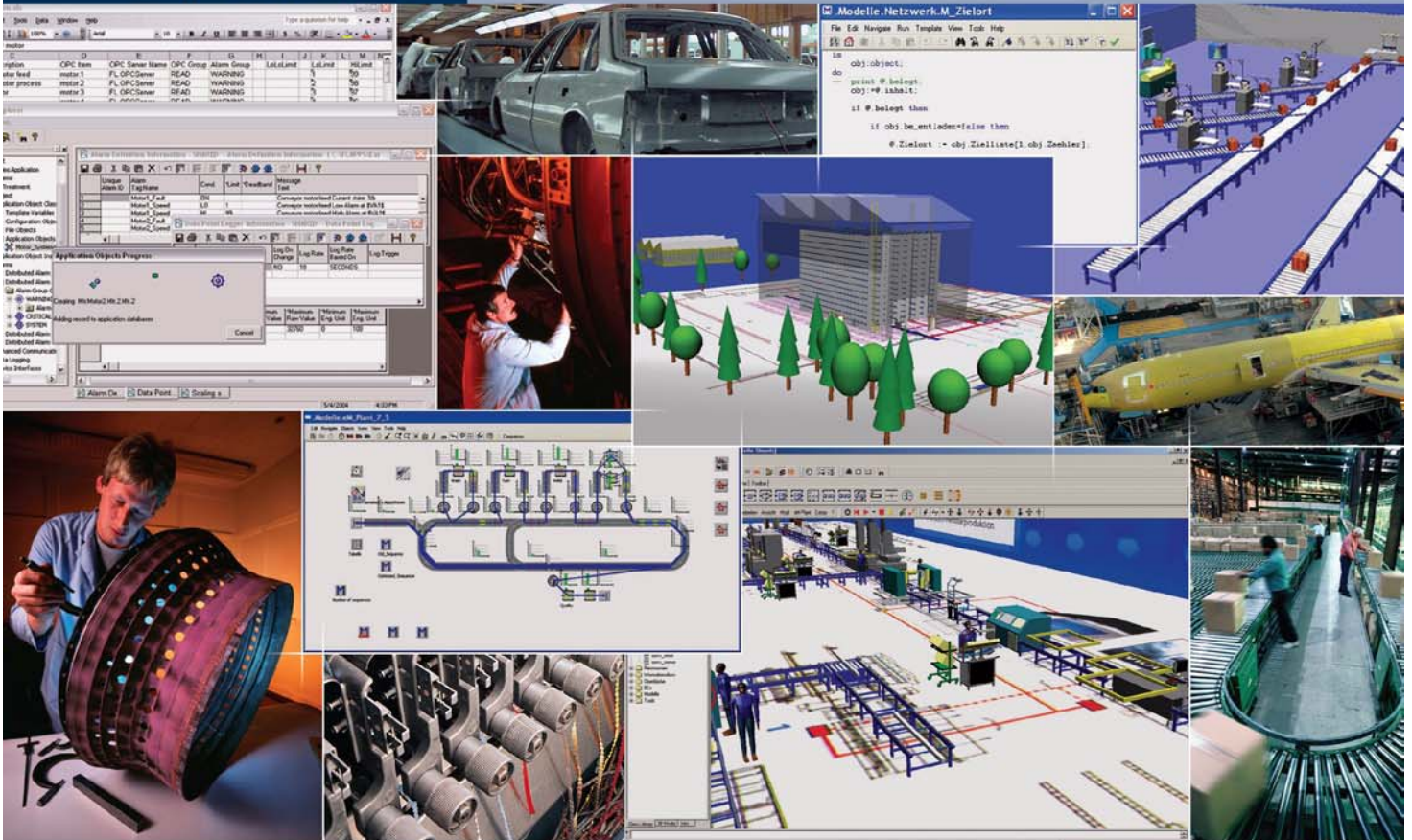


Plant Simulation Assembly library

Reference manual

Siemens PLM Software

www.siemens.com/plm



TECNOMATIX

SIEMENS

Hinweise zu Eigentumsrechten

© 2007 Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Diese Dokumentation ist urheberrechtlich von der Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH geschützt.

Dieses Dokument enthält gesetzlich geschützte Informationen und ist durch das Urheberrecht geschützt. Dieses Dokument darf weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert, in Suchmaschinen bereitgestellt, abgeschrieben, veröffentlicht oder übersetzt werden ohne die explizite schriftliche Zustimmung der Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH.

Siemens und das Siemens Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens AG.

Tecnomatix und das Tecnomatix Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.

Alle anderen Produktnamen oder Markennamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen im Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Änderungen der Informationen dieses Dokuments sind ohne Vorankündigung vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Fuzzy-Theorie	1
Fuzzy-Mengenlehre	1
Anwendungsbeispiele	1
Fuzzy Funktionen	1
Fuzzy-Systeme	3
Fuzzifizierung	3
Inferenz	4
Aggregation	4
Implikation	4
Akkumulation	4
Defuzzifizierung	4
Die Fuzzy Objekte	5
VarIn	5
Registerkarte Variable	5
Name	5
Objekt	5
Attribut	5
Range	6
Visible Range	6
Registerkarte Membershipfunction	6
Add MF	6
Change Parameter	6
Delete MF	6
Show MFs	7
Rulebase	7
Registerkarte Rules	8
Eingabe einer Regel	8
Delete Rule	10
Defuzzifizierung	11
VarOut	12
Name	12
Objekt	12
Attribut	12
Range	12
Visible Range	12
Registerkarte Membershipfunction	12
Add MF	13
Chage Parameter	13
Delete MF	13

Show MFs	13
Beschreibung der verwendeten Methoden	14
Mean-of-Maxima (MOM) - Methode	14
Schwerpunktmethode (COA)	14
Höhenmethode.	14
Reduzierte Höhenmethode.	14

Plant Simulation Assembly Library Fuzzy Logic

Version 9.0

Dezember 2008

Fuzzy-Theorie

In alltäglichen Situationen gibt es viele Beschreibungen, bei denen der Wahrheitswert einer Aussage stark subjektiv und individuell vom Betrachter abhängig ist. Oft können die booleschen Werte, wie wahr oder falsch, nicht eindeutig zugewiesen werden. Aus diesem Grund erweiterte ZADEH bereits 1965 die klassische Mengenlehre und begründete die Theorie der unscharfen Mengen (fuzzy sets). Auf den unscharfen Mengen aufbauend, entwickelte er die unscharfe Logik in Erweiterung der klassischen zweiwertigen (scharfen) Logik. Bei der unscharfen bzw. Fuzzy-Mengenlehre wird die Elementbeziehung, die sonst nur aus den Werten $\{0, 1\}$ bzw. $\{\text{wahr, falsch}\}$ besteht, erweitert und durch das Intervall $[0, 1]$ repräsentiert. Somit ist es möglich, dass ein Element nur “zu einem Teil” zu einer Menge gehört.

Die Aussage, ob eine Person mit 45 Jahren zur Menge der “noch jungen” Personen gehört, ist ein Beispiel für eine unscharfe Mengenzuordnung, da hier weder ja (wahr) noch nein (falsch) eine passende Antwort wäre.

Die Fuzzy-Technologie wurde vor allem in Japan in den 80er Jahren vorangetrieben, Mitte der 90er Jahre wurde diese Technologie auch in Europa industriell eingesetzt.

Fuzzy-Mengenlehre

In der klassischen Mengenlehre ist die Elementbeziehung der grundlegende Begriff der beschreibt, ob ein Element a in einer bestimmten Menge A enthalten ist oder nicht.

Die Menge A wird dabei durch die Aufzählung all ihrer Elemente oder durch eine definierende Eigenschaft, die genau den Elementen der Menge zukommt, beschrieben.

Im Gegensatz dazu kann ein Element in einer unscharfen Menge auch “ein wenig” enthalten sein. Der Grad der Zugehörigkeit wird durch eine Zugehörigkeitsfunktion (membership function) beschrieben, die den Elementen einer Grundmenge eine reelle Zahl zwischen 0 und 1 zuordnet.

Auf unscharfen Mengen sind Operationen wie z.B. Durchschnitt (UND), Vereinigung (ODER) und Komplement (NICHT) möglich.

Anwendungsbeispiele

Fuzzy Logic wird heute in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt. Meist wird dann auf diese Technologie zurückgegriffen, wenn keine mathematisches, sondern nur eine verbale Beschreibung vorliegt. Aus sprachlich formulierten Sätzen und Regeln kann mittels Fuzzy Logik eine solche mathematische Beschreibung gewonnen werden. Interessant dabei ist, dass mit Fuzzy Logik auch dann noch Systeme gesteuert werden können, wenn ein mathematischer Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgangsgrößen eines Systems nicht hergestellt werden kann, oder nur mit so hohem Aufwand hergestellt werden kann, dass eine Automatisierung nicht realisierbar ist.

Fuzzy Funktionen

Generell können die Werte einer Zugehörigkeitsfunktion beliebige Gestalt haben, solange deren Funktionswerte im Intervall $[0,1]$ bleiben. Häufigste Formen der Zugehörigkeitsfunktion sind die Dreiecks- und die Trapezfunktion.

Fuzzy Funktionen können aber auch nichtlineare Funktionen wie beispielsweise die Sigmoidfunktion sein:

$$S(x, \alpha, \delta) = \begin{cases} 0 & \text{für } x \leq \alpha - \delta \\ 1 - 2\left(\frac{x - \alpha + \delta}{2\delta}\right)^2 & \alpha - \delta < x < \alpha \\ 1 - 2\left(\frac{\alpha - x + \delta}{2\delta}\right)^2 & \alpha < x \leq \alpha + \delta \\ 1 & x \geq \alpha + \delta \end{cases}$$

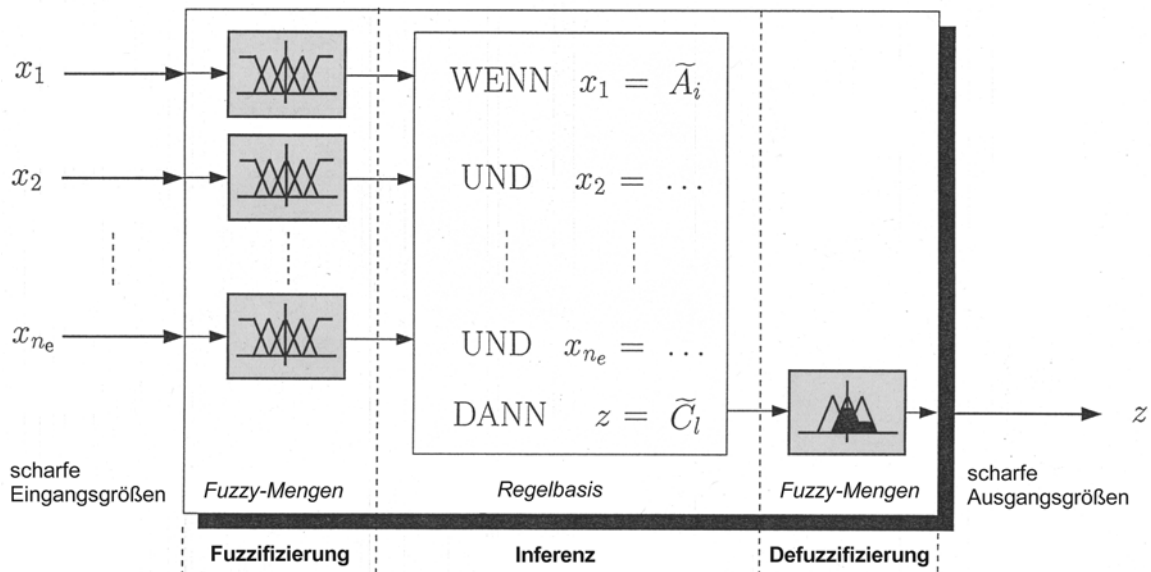
Die Kurve drückt durch die Form eines S eine ansteigende Zugehörigkeit aus. Die abnehmende Zugehörigkeit kann durch eine entsprechende Z-Kurve ausgedrückt werden:

$$Z(x, \alpha, \delta) = 1 - S(x, \alpha, \delta)$$

Der Parameter α gibt den Wendepunkt an, δ bestimmt die Neigung der Kurve, mit größerem δ wird die Kurve flacher.

Fuzzy-Systeme

Basierend auf den Grundlagen der Fuzzy-Logik, soll im folgenden Kapitel der Aufbau von Fuzzy-Systemen erläutert werden. Während konventionell die Abbildungsvorschrift für Systeme mathematisch ausgedrückt wird, beschreibt man Fuzzy-Systeme durch verbal formulierte Regeln und unscharfe Quantisierungen.



Die Auswertung eines Fuzzy-Systems teilt sich in drei Abschnitte:

- Fuzzifizierung
- Inferenz
 - Aggregation
 - Implikation
 - Akkumulation
- Defuzzifizierung

Fuzzifizierung

Fuzzy-Mengen dienen bei der Fuzzifizierung als Schnittstelle zwischen der Regelbasis und den scharfen Werten der Systemumwelt. Reale Werte aus der Systemwelt werden auf linguistische Variablen und deren Zugehörigkeitsgrad abgebildet.

Inferenz

Bei der Inferenz wird die Regelbasis unter Einbeziehung der Ergebnisse der Fuzzifizierung ausgewertet. Die Inferenz-Maschine führt eine Abbildung der Fuzzy Eingangsmengen auf die Fuzzy Ausgangsmengen unter Berücksichtigung der Regelbasis durch. Die Inferenz-Maschine teilt sich in drei Teilfunktionen auf: die Aggregation, die Implikation und die Akkumulation.

Aggregation

Bei der Aggregation wird der Wahrheitswert des WENN-Teils einer jeden Regel bestimmt. Dazu werden die Erfülltheitsgrade der Elementaraussagen einer Regel konjunktiv verknüpft.

Implikation

Bei der Implikation wird das unscharfe Schließen für die Gesamtheit aller Regeln durchgeführt. Eine Regel liefert als Ergebnis eine Konklusion, die durch eine Fuzzy-Menge ausgedrückt wird.

Akkumulation

Bei der Akkumulation wird das Gesamtergebnis aus den Teilmengen aller Regeln gebildet.

Defuzzifizierung

Das Inferenz-Verfahren liefert eine unscharfe Menge einer linguistischen Ausgangsvariablen, welche im letzten Schritt in den scharfen Wertebereich zurücktransformiert werden muss. Hierzu bedient man sich unterschiedlicher Methoden, die bei dem Objekt selbst beschrieben sind.

Die Fuzzy Objekte

Basierend auf der Grundlage der Fuzzy Theorie wurden drei Objekte zur Realisierung eines Fuzzy Controllers entworfen:

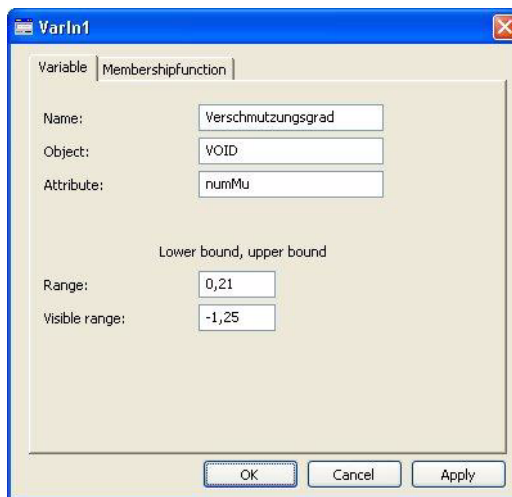
- VarIn,
- Rulebase,
- Varout

Die Objekte werden nachfolgend detailliert beschrieben.

VarIn

Das Objekt *VarIn* definiert die Schnittstelle zum Modell. Hier wird die Variable oder das Objekt sowie das interessierende Attribut festgelegt, welches als Eingangsgröße für die Regelbasis verwendet werden soll. Zudem werden die Wertebereiche und die Zugehörigkeitsfunktionen bestimmt.

Registerkarte Variable



VarIn1

Variable | Membershipfunction

Name: Verschmutzungsgrad

Object: VOID

Attribute: numMu

Lower bound, upper bound

Range: 0,21

Visible range: -1,25

OK Cancel Apply

Name

Definiert den Namen des Objektes.

Objekt

Geben Sie hier den Namen des Objektes ein, dessen Wert in die Regelbasis eingehen soll.

Attribut

Geben Sie hier den Namen des Attributes ein, dessen Wert verwendet werden soll.

Range

Geben Sie hier den Wertebereich ein, den das Attribut annehmen kann. Bedenken Sie bitte, dass die Zugehörigkeitsfunktion nur auf diesem Wertebereich berechnet wird.

Visible Range

Der Visible Range gibt den sichtbaren Bereich an, der für die Darstellung der Zugehörigkeitsfunktion verwendet wird. Er hat keinen Einfluss auf die Zugehörigkeitsfunktion.

Registerkarte Membershipfunction

Auf dieser Registerkarte werden die Zugehörigkeitsfunktionen und deren Parameter definiert.

Name	Parameter	Type of MF
leichtVerschmutzt	0,2,3	Triangular
mittelVerschmutzt	2,4,18,19	Trapezoidal
starkVerdreht	17,18,20,21	Trapezoidal

Add MF

Mit dieser Schaltfläche fügen Sie eine neue Zugehörigkeitsfunktion hinzu. Es öffnet sich ein weiterer Dialog, der bei der Eingabe der einzelnen Werte unterstützt

Vergeben Sie einen Namen für die Zugehörigkeitsfunktion. Wählen Sie anschließend die Funktion aus und geben Sie in dem Eingabefeld für die Parameter die entsprechenden Parameter ein. Unterhalb dieses Eingabefeldes sehen Sie einen kurzen Hinweis, welche Werte erwartet werden.

Change Parameter

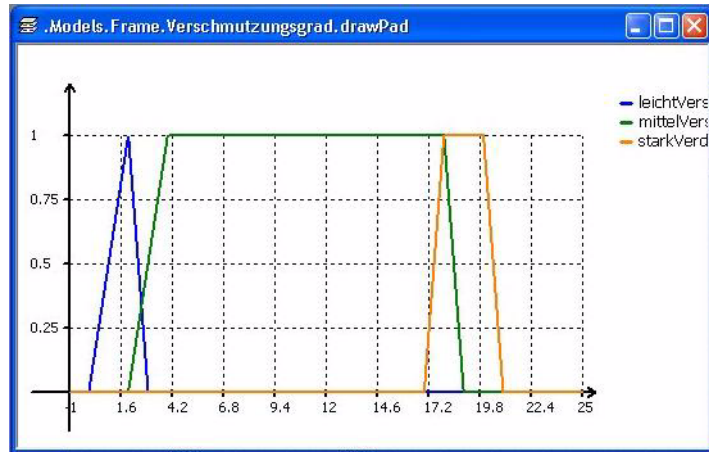
Mit dieser Funktion gelangen Sie ebenfalls in den Eingabedialog für die Parameter einer Zugehörigkeitsfunktion.

Delete MF

Durch betätigen dieser Schaltfläche wird die markierte Zugehörigkeitsfunktion gelöscht.

Show MFs

Damit können die Zugehörigkeitsfunktionen grafisch dargestellt werden. Abhängig von der Definition wird ein ähnliches Schaubild, wie unten dargestellt, angezeigt.



Der sichtbare Bereich des Schaubildes ist durch die Definition des *Visible Range* festgelegt.

Rulebase

In diesem Objekt wird die Regelbasis definiert. Auf der Registerkarte *Rules* werden die einzelnen Regeln, auf der Registerkarte *Settings* werden die Einstellungen definiert.

Registerkarte Rules

Rulebase1

View

Rules | Settings

1. If (Verschmutungsgrad is leichtVerschmutzt) then (Dosierung is gering) (1)
 2. If (Verschmutungsgrad is starkVerdreht) then (Dosierung is hoch) (1)

Assumptions

IF (1) Verschmutungsgrad IS ☐ NOT (2) mittelVerschmutzt (2) or ☐ Add

Variable	Value	Logic
(1) Verschmutungsgrad	(2) mittelVerschmutzt	(2) or

Delete

Conclusion

THEN (1) Dosierung IS ☐ NOT (2) mittel Add

Variable	Value

Delete

Add rule Delete Rule Weight 1

OK Cancel Apply

Das erste Feld stellt die bereits definierten Regeln dar. Mittels der Gruppen *Assumptions* und *Conclusions* werden die Regeln definiert. Voraussetzung ist, dass die Objekte *VarIn* und *VarOut* mit der Regelbasis verbunden sind. Dadurch werden die entsprechenden Pulldown Menues befüllt.

Eingabe einer Regel

Wählen Sie hinter *IF* eine linguistische Variable aus, sowie einen Wert, den die Variable annehmen soll. Durch Setzen eines Häkchens bei *NOT*, kann der Wert der Variablen auch negiert werden. Mit dem Drücken der Schaltfläche *Add* wird die Annahme übernommen. Mehrere Annahmen können mittels *UND* oder *ODER* logisch verknüpft werden.

Rulebase1

View

Rules | Settings

1. If (Verschmutungsgrad is leichtVerschmutzt) then (Dosierung is gering) (1)
2. If (Verschmutungsgrad is starkVerdreht) then (Dosierung is hoch) (1)

Assumptions

IF (1) Verschmutungsgrad IS ☐ NOT (2) mittelVerschmutzt (2) or ☐ Add

Variable	Value	Logic
(1) Verschmutungsgrad	(2) mittelVerschmutzt	(2) or

Delete

Conclusion

THEN (1) Dosierung IS ☐ NOT (2) mittel ☐ Add

Variable	Value
(1) Dosierung	(2) mittel

Delete

Add rule Delete Rule Weight 1

OK Cancel Apply

Im Eingabebereich *Conclusion* wird dann der *Then*-Teil der Regel definiert. Wählen Sie hierzu die linguistische Variable aus dem Auswahlfeld aus sowie den Wert den diese Variable annehmen kann. Auch hier kann mit dem Kästchen *NOT* eine Negation erreicht werden. Durch Drücken der Schaltfläche *Add* wird der *Then*-Teil der Regel hinzugefügt.

Mit der Schaltfläche *Add Rule* wird die gesamte Regel übernommen und in das Anzeigefenster eingetragen.

Rulebase1

View

Rules | Settings

1. If (Verschmutungsgrad is leichtVerschmutzt) then (Dosierung is gering) (1)
2. If (Verschmutungsgrad is starkVerdreht) then (Dosierung is hoch) (1)
3. If (Verschmutungsgrad is mittelVerschmutzt) then (Dosierung is mittel) (1)

Assumptions

IF (1) Verschmutungsgrad IS ☐ NOT (2) mittelVerschmutzt (2) or Add

Variable	Value	Logic

Delete

Conclusion

THEN (1) Dosierung IS ☐ NOT (2) mittel Add

Variable	Value

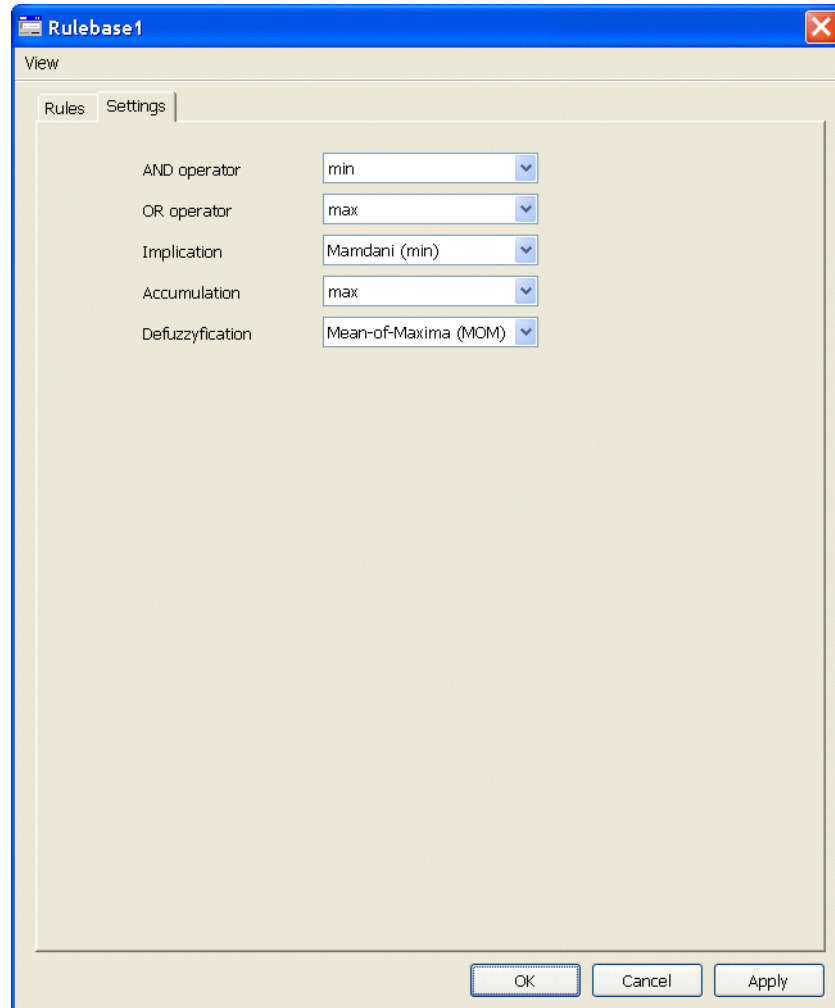
Delete

Add rule Delete Rule Weight 1

OK Cancel Apply

Delete Rule

Mit dieser Schaltfläche wird eine markierte Regel gelöscht.



Auf dieser Registerkarte werden die Funktionen ausgewählt, welche für die logischen Operationen verwendet werden. Die Ergebnisse der Auswertung jeder einzelnen Regel werden *AND* verknüpft. Für diese Operation wird meist der *min*-Operator verwendet.

Auch die *Implikation* wird proRegel durchgeführt und definiert, wie die aggregierten Werte mit den Ausgangs Zugehörigkeitsfunktionen verknüpft werden. Für die Implikation stehen zwei Funktionen zur Verfügung:

- **Mamdani:** Die aggregierten Werte und die Ausgangsfuzzymenge werden durch den *max*-Operator verknüpft.
- **Larson:** Es wird das Produkt aus den aggregierten Werten und der Ausgangsfuzzymenge gebildet.

Bei der Akkumulation werden schließlich die Schnittmengen miteinander verknüpft. Hierfür steht der *max*-Operator zu Verfügung, der zu einer akkumulierten Schnittmenge führt.

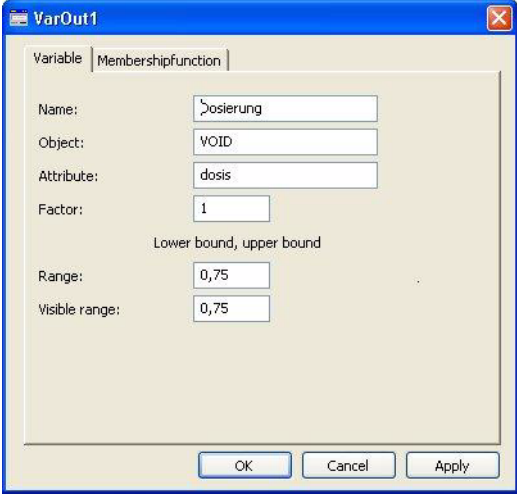
Defuzzifizierung

Die akkumulierten Fuzzymengen werden wieder in "scharfe" Werte umgerechnet. Hierzu steht derzeit nur die Methode COA zur Verfügung, welche den Schwerpunkt der Fläche berechnet und den zugehörigen Abzissenwert als Ausgangswert liefert.

VarOut

Das Objekt *VarOut* besitzt dieselben Dialogelemente wie das Objekt *VarIn*.

Registerkarte Variable



The screenshot shows a dialog box titled "VarOut1" with a "Variable" tab selected. The "Membershipfunction" sub-tab is also visible. The following fields are present:

- Name: Zosierung
- Object: VOID
- Attribute: dosis
- Factor: 1
- Range: 0,75 (with a note "Lower bound, upper bound" above it)
- Visible range: 0,75

At the bottom are three buttons: OK, Cancel, and Apply.

Name

Definiert den Namen des Objektes.

Objekt

Geben Sie in diesem Feld den Namen des Objektes ein.

Attribut

Geben Sie den Namen des Attributes ein, dessen Wert gesetzt werden soll.

Range

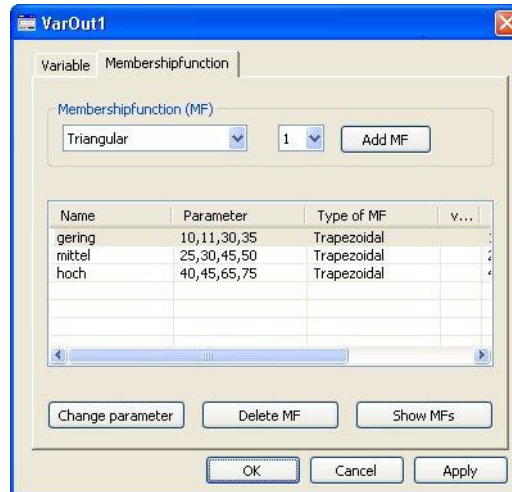
Geben Sie hier den Wertebereich ein, den das Attribut annehmen kann. Bedenken Sie bitte, dass die Zugehörigkeitsfunktion nur auf diesem Wertebereich berechnet wird.

Visible Range

Der Visible Range gibt den sichtbaren Bereich an, der für die Darstellung der Zugehörigkeitsfunktion verwendet wird. Er hat keinen Einfluss auf die Zugehörigkeitsfunktion.

Registerkarte Membershipfunction

Auf dieser Registerkarte werden die Zugehörigkeitsfunktionen und deren Parameter definiert.



Add MF

Mit dieser Schaltfläche fügen Sie eine neue Zugehörigkeitsfunktionen hinzu. Es öffnet sich ein weiterer Dialog, der bei der Eingabe der einzelnen Werte unterstützt

Vergeben Sie einen Namen für die Zugehörigkeitsfunktion. Wählen Sie anschliessend die Funktion aus und geben Sie in dem Eingabefeld für die Parameter die entsprechenden Parameter ein. Unterhalb dieses Eingabefeldes sehen Sie einen kurzen Hinweis, welche Werte erwartet werden.

Chage Parameter

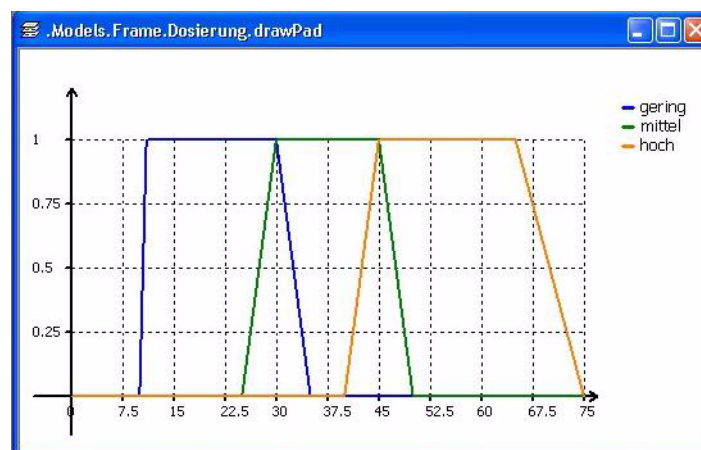
Mit dieser Funktion gelangen Sie ebenfalls in den Eingabedialog für die Parameter einer Zugehörigkeitsfunktion.

Delete MF

Damit kann die markierte Zugehörigkeitsfunktion gelöscht werden.

Show MFs

Damit können die Zugehörigkeitsfunktionen grafisch dargestellt werden. Abhängig von der Definition wird ein ähnliches Schaubild wie unten dargestellt angezeigt.



Beschreibung der verwendeten Methoden

Mean-of-Maxima (MOM) - Methode

Hier entspricht der Funktionswert dem arithmetrischen Mittelwert der Einzel-Werte mit maximaler Zugehörigkeit.

Schwerpunktmethode (COA)

Bei dieser Methode entspricht der Funktionswert dem Abzissenwert des Schwerpunktes der Fläche zwischen der z-Achse und dem Graphen der Funktion.

Höhenmethode

Bei dieser Methode werden zuerst die Schwerpunkte der einzelnen Ausgangsfuzzymengen berechnet.

Bei der eigentlichen Auswertung des Fuzzy-Systems, werden dann diese Schwerpunkte durch die "Höhen" der Flächen gewichtet.

Reduzierte Höhenmethode

Diese Methode vereinfacht die Höhenmethode. Die Schwerpunkte der einzelnen Ausgangsfuzzymengen werden wie bei der Höhenmethode im Voraus berechnet. Allerdings entfällt die Implikation und Akkumulation im eigentlichen Sinne und die Schwerpunkte werden mit den Ausgangswerten **jeder** Regel gewichtet.

About Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, a division of Siemens Automation and Drives (A&D), is a leading global provider of product lifecycle management (PLM) software and services with 4.6 million licensed seats and 51,000 customers worldwide. Headquartered in Plano, Texas, Siemens PLM Software's open enterprise solutions enable a world where organizations and their partners collaborate through Global Innovation Networks to deliver world-class products and services. For more information on Siemens PLM Software products and services, visit www.siemens.com/plm.

SIEMENS

Division headquarters

United States

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
972 987 3000
Fax 972 987 3398

Regions

Americas

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
800 498 5351
Fax 972 987 3398

Europe

Norwich House Knoll Road
Camberley, Surrey
GU15 3SY
United Kingdom
44 1276 702000
Fax 44 1276 705150

Asia-Pacific

Suites 6804-8, 68/F, Central Plaza
18 Harbour Road, WanChai
Hong Kong
852 2230 3333
Fax 852 2230 3210