

JEFIS

Java Expert Fuzzy Inference System
Masterprojekt

Stefan Becker
Frank Volkmer
Alex Besstschastnich

20.06.2008

Einleitung

- Projektaufbau
 - Infrastruktur
- Fuzzy Logik
- Regelauswertung
- GUI und Vorführung
- Ausblick

Infrastruktur

- Java 5 später Java 6
- zentrale ant-Build
 - Junit-Tests
 - Software-Metriken
 - JavaDoc / Manual
- Cruisecontrol
 - Build Server
 - Build Statistiken
 - eMail-Benachrichtigungen

Jefis

- Fuzzy Sets und Operationen
- Fuzzy Controller
- Frontend und GUI
- klassische Rule Engine
- neuronales Netz
- XML-Input

Cruisecontrol

cruisecontrol
continuous integration toolkit

Project
Jefis

waiting for next time to build since
06/18/2008 16:42:39

Latest Build
18/06/2008 14:40:54 (build.192)
12/06/2008 16:35:29 (build.191)
12/05/2008 21:14:43 (build.190)
12/05/2008 17:12:50 (build.189)
08/04/2008 08:31:57 (build.188)
19/03/2008 13:17:35 (build.187)
18/03/2008 09:14:48 (build.186)
17/03/2008 17:12:42 (build.185)
05/03/2008 14:03:49 (build.184)
05/03/2008 13:01:59 (build.183)
More builds

RSS

Build Results	Test Results	XML Log File	Metrics	Control Panel
CheckStyle	PMD			

BUILD COMPLETE - build.192

Date of build: 06/18/2008 14:40:54
Time to build: 1 minute 32 seconds
Last changed: 06/18/2008 15:46:14
Last log entry: error in car example removed.
[Build Artifacts](#)

Checkstyle errors/warnings (1 / 9)

/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/frontend/View/WorkspaceTab.java	294	Cyclomatic Complexity is 12 (max allowed is 10).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/FuzzyPartitionBuilder.java	43	Überflüssige throws-Deklaration: 'SecurityException' ist eine unchecked Exception (abgeleitet von RuntimeException).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/controller/AdvancedController.java	270	Kommentar entspricht to-do-Format 'TODO:'.
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/controller/MaximumController.java	45	Cyclomatic Complexity is 13 (max allowed is 10).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/controller/MaximumController.java	139	4 return-Anweisungen (Obergrenze ist 3).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/view/swing/FuzzyPartitionView.java	208	Cyclomatic Complexity is 11 (max allowed is 10).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/view/swing/FuzzySetView.java	281	Cyclomatic Complexity is 12 (max allowed is 10).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/view/swing/FuzzySetView.java	555	Cyclomatic Complexity is 13 (max allowed is 10).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/view/swing/FuzzySetView.java	711	Cyclomatic Complexity is 13 (max allowed is 10).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/view/swing/FuzzySetView.java	741	Kommentar entspricht to-do-Format 'TODO:'.
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/view/swing/FuzzySetView.java	750	Kommentar entspricht to-do-Format 'TODO:'.
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/fuzzy/view/swing/FuzzyView.java	302	NCSS for this method is 51 (max allowed is 50).
/cc/cruisecontrol-bin-2.6.1/projects/Jefis/src/de/lab4inf/rule/engine/RESetProvider.java	0	Folgende Ausnahme ist aufgetreten - java.lang.RuntimeException: Klassen-Information für RuleExecutionSetCreateException nicht verfügbar.

Errors/Warnings: (31)

Fertig

Junit Test Report

cruisecontrol
continuous integration toolkit

Project
Jefis

waiting for next time to build since
06/18/2008 16:42:39

Latest Build
18/06/2008 14:40:54 (build.192)
12/06/2008 16:35:29 (build.191)
12/05/2008 21:14:43 (build.190)
12/05/2008 17:12:50 (build.189)
08/04/2008 08:31:57 (build.188)
19/03/2008 13:17:35 (build.187)
18/03/2008 09:14:48 (build.186)
17/03/2008 17:12:42 (build.185)
05/03/2008 14:03:49 (build.184)
05/03/2008 13:01:59 (build.183)

More builds

RSS

Fertig

Build Results	Test Results	XML Log File	Metrics	Control Panel
CheckStyle	PMD			
Name				
Status				
Time(s)				
.de.lab4inf.fuzzy.bair.FuzzyPolygonIntegrationTest				
testDeviation			Success	0.002
testCenter			Success	0.001
testCenterWithCut			Success	0.002
testDeviationWithCut			Success	0.001
.de.lab4inf.fuzzy.bair.FuzzyPolygonTest				
testCOGTrapez_A			Success	0.000
testCOGTrapez_B			Success	0.000
testCenterTrapez			Success	0.000
testCenterPoly			Success	0.000
testUnionTriangle			Success	0.000
testUnionPoly			Success	0.001
testDistinctUnion			Success	0.000
testEmptyIntersection			Success	0.001
testMovingCenter			Success	0.000
testComplementCenter			Success	0.004
testMidContainment			Success	0.000
testDeviation			Success	0.001
testInvalidConstructorCall			Success	0.000
testEquals			Success	0.001
testHashCode			Success	0.000
testDiscriminateHashCode			Success	0.000
testMinContainment			Success	0.001
testLeftContainment			Success	0.000
testRightContainment			Success	0.000
testMaxContainment			Success	0.000
testIntersection			Success	0.001

Checkstyle Report

http://www.lab4inf.fh-muenster.de - CruiseControl Build Results

cruisecontrol
continuous integration toolkit

Project
Jefis

waiting for next time to build since
06/18/2008 16:42:39

Latest Build

- 18/06/2008 14:40:54 (build.192)
- 12/06/2008 16:35:29 (build.191)
- 12/05/2008 21:14:43 (build.190)
- 12/05/2008 17:12:50 (build.189)
- 08/04/2008 08:31:57 (build.188)
- 19/03/2008 13:17:35 (build.187)
- 18/03/2008 09:14:48 (build.186)
- 17/03/2008 17:12:42 (build.185)
- 05/03/2008 14:03:49 (build.184)
- 05/03/2008 13:01:59 (build.183)

More builds

RSS

Fertig

Build Results	Test Results	XML Log File	Metrics	Control Panel
CheckStyle	PMD			

Checkstyle Summary

Files: 8
Errors: 1
Warnings: 13

CheckStyle violation	Files	Error/Warnings
com.puppycrawl.tools.checkstyle.checks.metrics.CyclomaticComplexityCheck	4	6
com.puppycrawl.tools.checkstyle.checks.TODOCommentCheck	2	3
com.puppycrawl.tools.checkstyle.checks.coding.RedundantThrowsCheck	1	1
com.puppycrawl.tools.checkstyle.checks.coding.ReturnCountCheck	1	1
com.puppycrawl.tools.checkstyle.checks.metrics.JavaNCSSCheck	1	1
com.puppycrawl.tools.checkstyle.TreeWalker	1	1

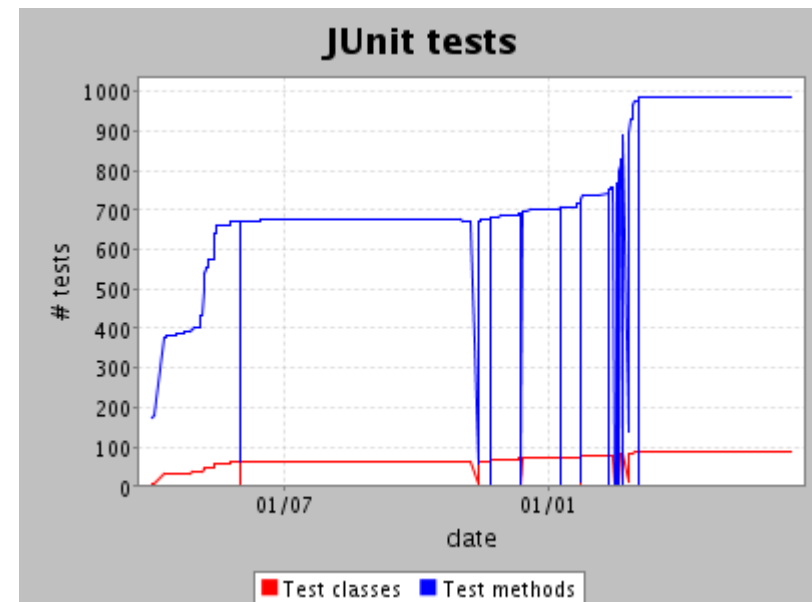
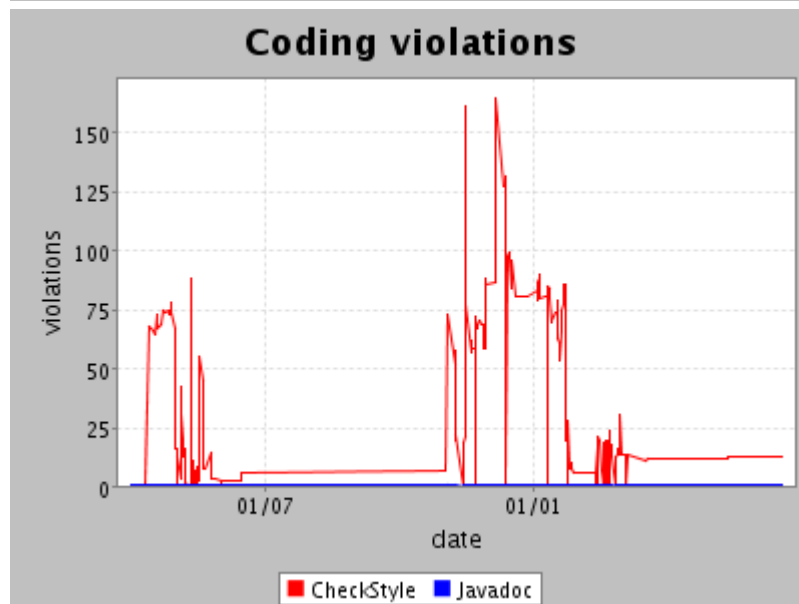
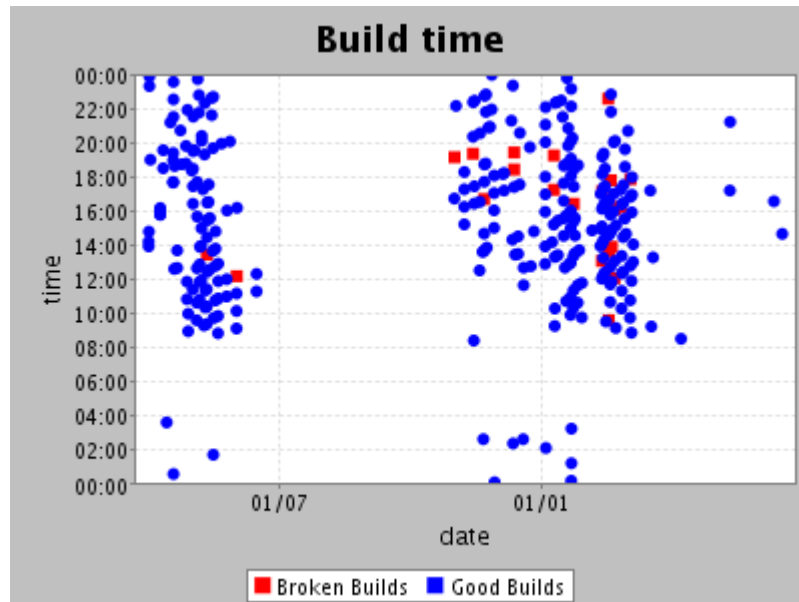
(0 / 5)

- 281 Cyclomatic Complexity is 12 (max allowed is 10).
- 555 Cyclomatic Complexity is 13 (max allowed is 10).
- 711 Cyclomatic Complexity is 13 (max allowed is 10).
- 741 Kommentar entspricht to-do-Format 'TODO:'.
- 750 Kommentar entspricht to-do-Format 'TODO:'.

(0 / 2)

- 45 Cyclomatic Complexity is 13 (max allowed is 10).
- 139 4 return-Anweisungen (Obergrenze ist 3).

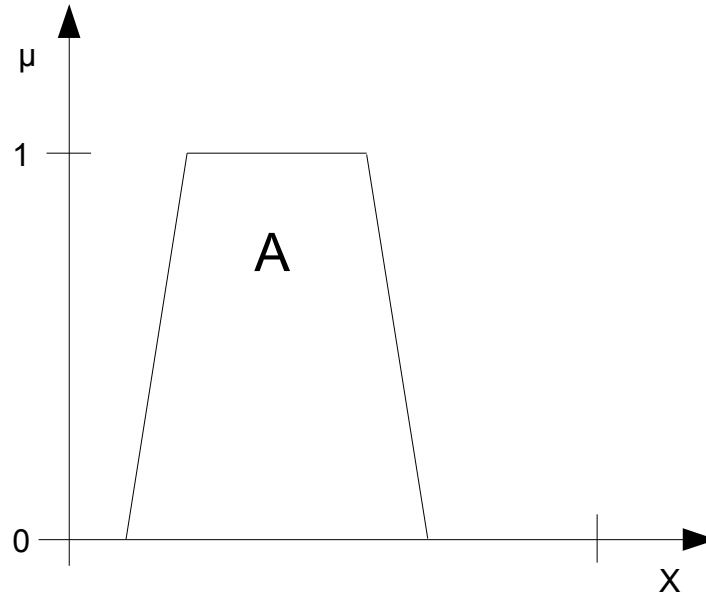
Metriken und Statistiken



Fuzzy Logik

- Lofti Zadeh, 1965
- linguistische Variablen
- Zugehörigkeitsfunktionen statt binären Zuordnungen
- Zahlreiche Anwendungen
 - Fuzzy Regler (U-Bahn, Waschmaschine, usw)
 - unscharfe Expertensysteme

Fuzzy Set



- Zugehörigkeitsfunktion: $\mu: X \rightarrow [0, 1]$
- Für einen bestimmten Wert x' ist $\mu(x')$ der Zugehörigkeitsgrad von x' im Fuzzy Set A

Fuzzyfizierung

- Überführung einer festen Größe x in einen unscharfen Fuzzy Wert
- Zugehörigkeitsgrad $\mu(x)$ für jedes Fuzzy Set innerhalb einer Fuzzy Partition ermitteln
- Weiterleitung als Vektor an die Inferenzeinheit

Defuzzifizierung

- Ergebnis eines Inferenzvorganges ist eine resultierende Fuzzymenge
- Generierung eines „sinnvollen“ scharfen Ausgangswertes

Defuzzifizierungsverfahren

- Maximumverfahren
 - x_L : linksseitige Maximumsdefuzzifizierung
 - x_R : rechtsseitige Maximumsdefuzzifizierung
 - x_{MoM} : gemittelte Maximumsdefuzzifizierung
- Center of Gravity-Verfahren: $x_{CoG} = \frac{\int x \cdot \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx}$
- Gewichtetes Centroid-Verfahren:

$$x_{wC} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot w_i \cdot V_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot w_i \cdot V_i}$$

Inferenzeinheit

- Verknüpfen der fuzzyfizierten Eingangsgrößen gemäß Inferenzschema (Regelbasis)
- WENN-DANN-Regeln
- t-Norm für AND
- s-Norm für OR
- Operatoren (kompensatorische, gewichtete)
- Erzeugen einer unscharfen Ausgangsgröße

Beispiel Inferenz

WENN G=schnell **UND** A=normal **DANN** B=leicht br. a)

$$B_{\text{leicht bremsen}} = \text{tNorm}(G_{\text{schnell}}, A_{\text{normal}})$$

WENN G=schnell **UND** A=normal **ODER** b)

WENN G=normal **UND** A=klein **DANN** B=leicht

$$B_{\text{leicht br. 1}} = \text{tNorm}(G_{\text{schnell}}, A_{\text{normal}})$$

$$B_{\text{leicht br. 2}} = \text{tNorm}(G_{\text{normal}}, A_{\text{klein}})$$

$$B_{\text{leicht br.}} = \text{sNorm}(B_{\text{leicht br. 1}}, B_{\text{leicht br. 2}})$$

G Geschwindigkeit

A Abstand

B Beschleunigung

Regeln und Partitionen

- In separaten XML-Dokumenten abgelegt
- Validierung durch XSD's
- Parsen mit JAXB
(**J**ava **A**rchitecture for **X**ML **B**inding)
- FuzzySetFactorys
 - Dreiecke, Trapeze, Polygone
 - S- Z- und P-Kurven

Beispiel

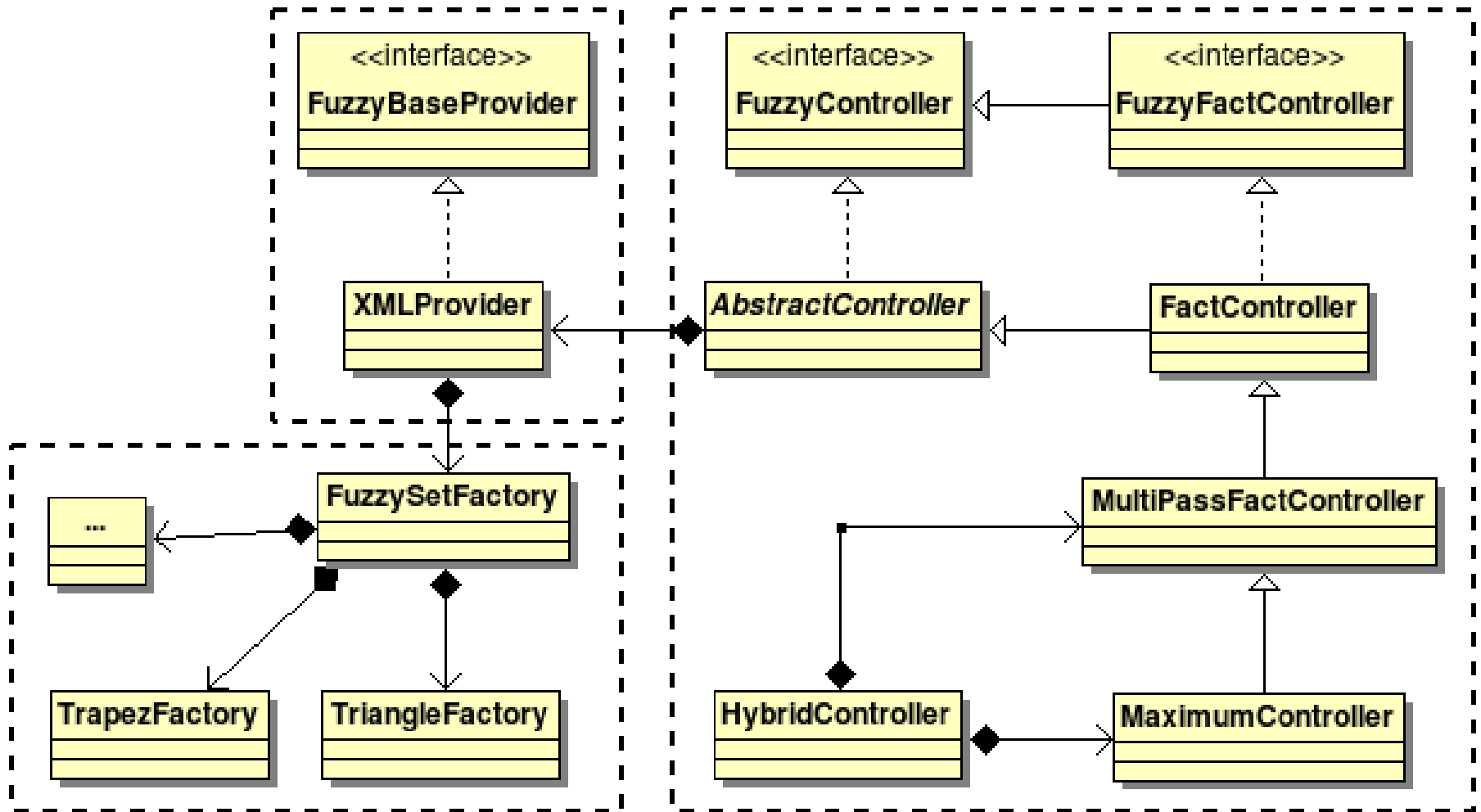
```
<FuzzyBase>
  <FuzzyPartition name="velocity" xmin="0" xmax="240">
    <Description> The velocity of the car in km/h. </Description>
    <FuzzySet name="slow" type="de.lab4inf.fuzzy.polygons.FuzzyTrapez">
      <Parameter name="left" value="-50"/>
      <Parameter name="inner left" value="-20"/>
      <Parameter name="inner right" value="20"/>
      <Parameter name="right" value="50"/>
    </FuzzySet>
    ...
  </FuzzyPartition>
  ...
</FuzzyBase>
```

```
<FuzzyRuleBase name="Acceleration">
  <Description> Rulebase to control the acceleration of the car. </Description>
  <Norm> de.lab4inf.fuzzy.norms.FuzzyMinMax </Norm>
  <FuzzyRule name="Rule 1">
    <Input partition="velocity" variable="slow" />
    <Input partition="distance" variable="small" />
    <Input partition="asphalt humidity" variable="dry" />
    <Output partition="acceleration" variable="neutral" />
  </FuzzyRule>
  <FuzzyRule name="Rule 2">
    <Input partition="velocity" variable="normal" />
    <Input partition="distance" variable="small" />
    <Input partition="asphalt humidity" variable="dry" />
    <Output partition="acceleration" variable="light brake" />
  </FuzzyRule>
  ...
</FuzzyRuleBase>
```

- Definition der Partitions und Sets (base.xml)

- Definition der Regeln (rules.xml)

UML-Diagramm



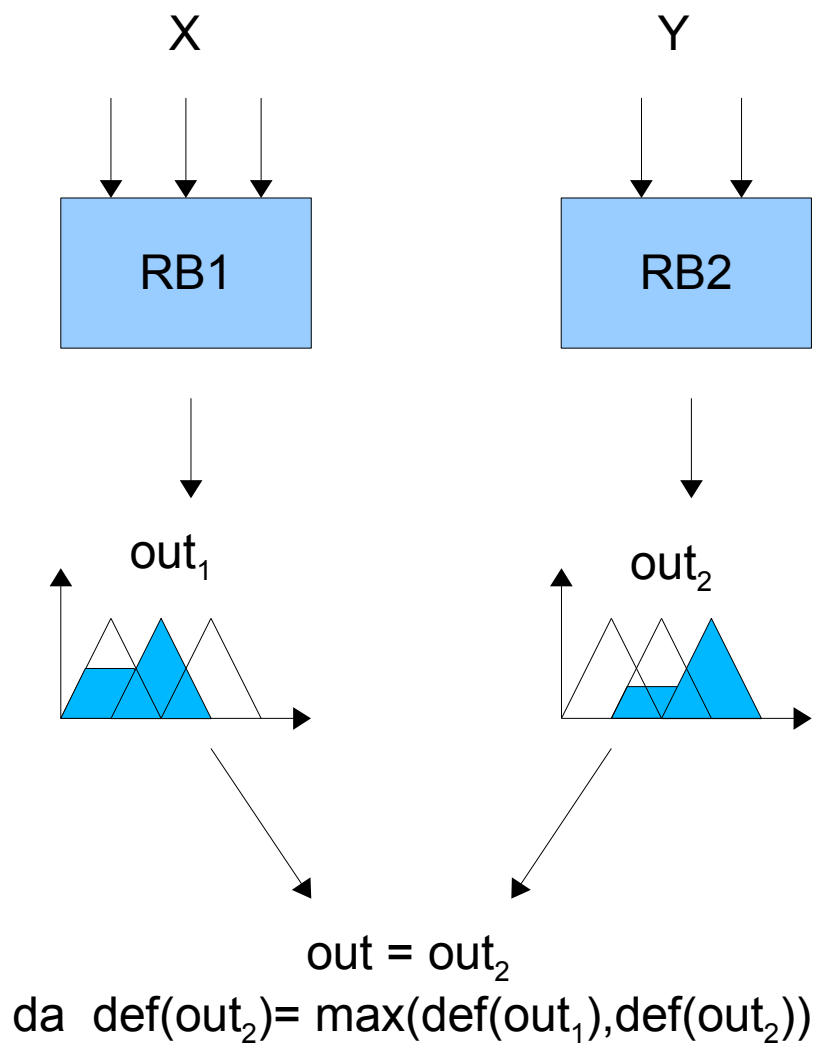
FactController

- Parst die Regeln
- Parst die Partitions
- Gewichtung der Eingänge/Ausgänge möglich
- Wahl der Norm durch XML
- MultiPassFactController
 - Ausgangsvariable wird wieder in den Eingang gegeben

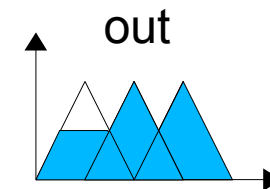
MaximumController

- Spezielle Ausprägung der s-Norm
- Gedacht für Mustererkennung
- Anstelle von
 - $Out_{Set} = sNorm(Var_{Set_1}, Var_{Set_2}, \dots, Var_{Set_n})$
- Rechnet der MaximumController mit
 - $Out = Out_i$ mit
 $def(Out_i) = \max(def(Out_1), \dots, def(Out_n))$
 - mit $def()$ als Defuzzifizierungsmethode

MaximumController (2)



- X, Y Mengen der Fuzzy-Eingänge
- Unterscheidungskriterium:
 $X \neq Y$
- Ergebnis ist **nicht**



HybridController

- Vereinigt klassische Logik mit Fuzzy-Logik
- Alle Fakten in einer Form
 - z.B.: Temperatur = 20°C
- Eine gemeinsame Faktenbasis
- Zuteilung der Fakten beim Evaluieren
- Vereinigung der Ergebnisse

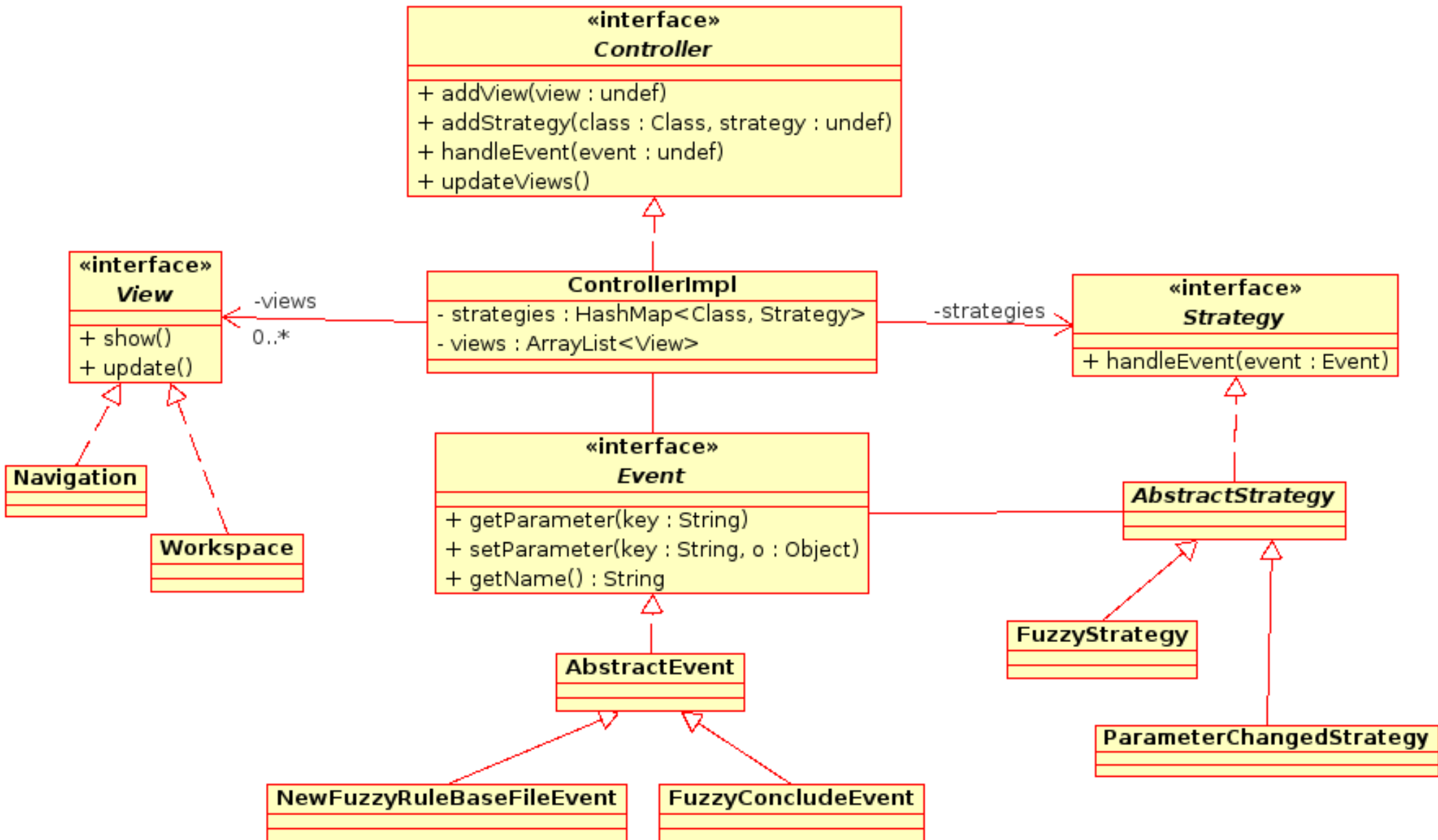
Frontend

- Aufgaben:
 - Laden einer Regel- und Fuzzy-Partition Basis
 - Erstellen eines individuellen Workspace
 - Visualisieren von Fuzzy Ein- und Ausgangsdaten
 - „On-the-fly“ Berechnung der Ausgangsdaten bei Änderung von Eingangsdaten

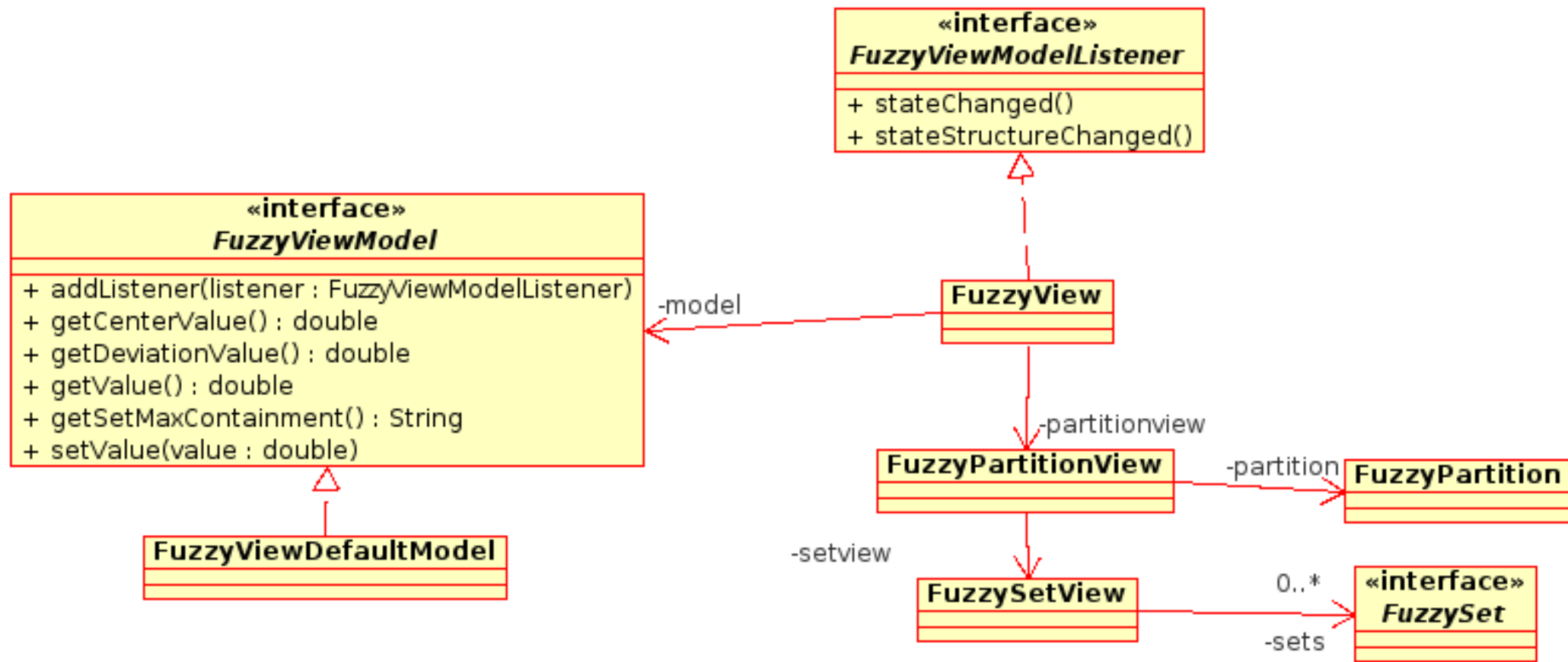
Design Patterns

- Model View Controller
- Command / Event Pattern
- Strategy Pattern
- Observer / Listener Pattern

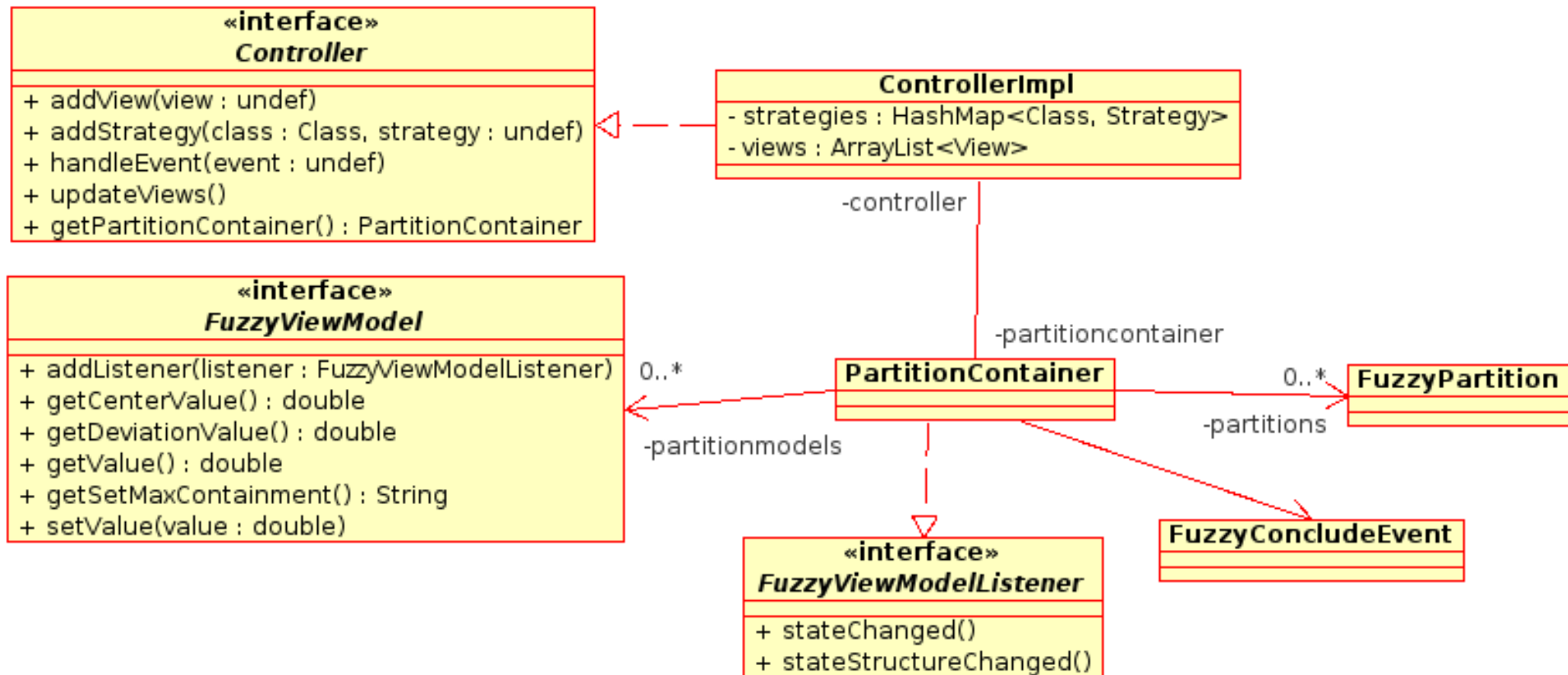
de.lab4inf.frontend



de.lab4inf.fuzzy.view.swing



Frontend, FuzzyView, Model



- Demonstration

Ausblick

- Verheiratung des neuronalen Netzes mit der Fuzzy Engine
 - Lernen von Fuzzy Regeln (LVQ)
 - Optimierung von Fuzzy Regeln (NN)
- grafische Editoren für:
 - Fuzzy Regeln
 - Fuzzy Partitions
- transparente Anbindung an bestehende Rule Engines(z.B.: JBoos DROOLS)

Das wars...

Wir bedanken uns für Ihre Aufmerksamkeit!