

ELV-Fuzzy-Controller

Der vierte und abschließende Teil dieser Artikelserie befaßt sich mit der weiteren Funktionsweise der Windows-Software und den Möglichkeiten zur Konfiguration des Fuzzy-Controller-Boards.

Software

Das Hauptmenü und die Systemansicht der Fuzzy-Controller-Software wurde im zweiten Abschnitt des vorangegangenen Artikels (ELV 5/96) vorgestellt. Eine Einführung in die Leistungsmerkmale der Software und die daraus resultierenden Möglichkeiten bietet die folgende Beschreibung.

Ein- und Ausgänge

Zu Beginn der Erstellung eines Regelsystems ist vom Anwender die Zahl der Ein- und Ausgänge sowie die Interface-Art (analog oder digital) festzulegen. Entscheidet er sich für das Analog/PWM-Interface, stehen ihm zwei Regler mit maximal je acht Eingängen zur Verfügung.

Per Software können diese Eingänge in beliebiger Weise mit den acht analogen Eingängen (AIN0 bis AIN7, siehe Schaltplan ELV 3/96) verbunden werden, wobei auch mehrere Regler-Eingänge von Regler A und B einem analogen Eingang zuzuordnen sind.

Die Ausgabe der berechneten Reglerwerte erfolgt zum einen über die analogen Ausgänge (OUT A/B) und zum anderen über das PWM-Interface (PWM 1/2). Dieses gibt zusätzlich ein Vorzeichenbit (ST 2/3) aus, wenn der Grundbereich der

linguistischen Ausgangsvariable bipolar ist.

Wählt der Anwender statt dessen das Mikrocontroller-Interface, so stehen ihm ebenfalls zwei Regler mit je acht Eingängen und einem Ausgang zur Verfügung. Die Übermittlung von Daten erfolgt hier jedoch über eine 8 Bit breite Schnittstelle. Mit dem dazugehörigen Interface-Protokoll (siehe ELV 5/96) wird festgelegt, in welcher Form der Datenaustausch abläuft.

Zugehörigkeitsfunktionen

Stehen die Ein- und Ausgänge sowie das Interface fest, können die Zugehörigkeitsfunktionen erstellt werden. Hierfür bietet das Programm einen Zugehörigkeitsfunktions-Editor (siehe Abbildung 1). Mit ihm

Darüber hinaus ist es möglich, Zugehörigkeitsfunktionen unter der Angabe von Form (Dreieck, Trapez, Singleton) und Grad der Überlappung automatisch zu generieren.

Um ein Höchstmaß an Flexibilität zu erreichen, kann jede linguistische Variable bis zu elf Zugehörigkeitsfunktionen besitzen. Insgesamt sind 86 Zugehörigkeitsfunktionen reglerübergreifend verfügbar. Jede von ihnen ist als Dreieck, Trapez oder Singleton (nur für linguistische Ausgangsvariablen) zu definieren.

Die Änderung einer Zugehörigkeitsfunktion erfolgt entweder über die direkte Eingabe von Werten oder durch graphisches Editieren mit Hilfe des Mauszeigers. Zum

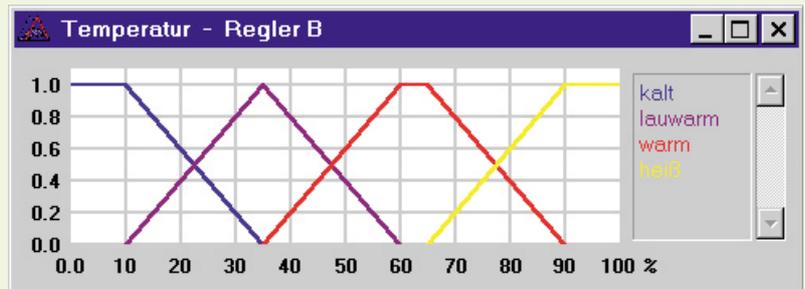


Bild 2: Beispiel für die graphische Darstellung einer linguistischen Eingangsvariable mit unipolarem Grundbereich

kann der Grundbereich (unipolar oder bipolar), die Zahl und die Namen der Zugehörigkeitsfunktionen sowie deren Form festgelegt werden.

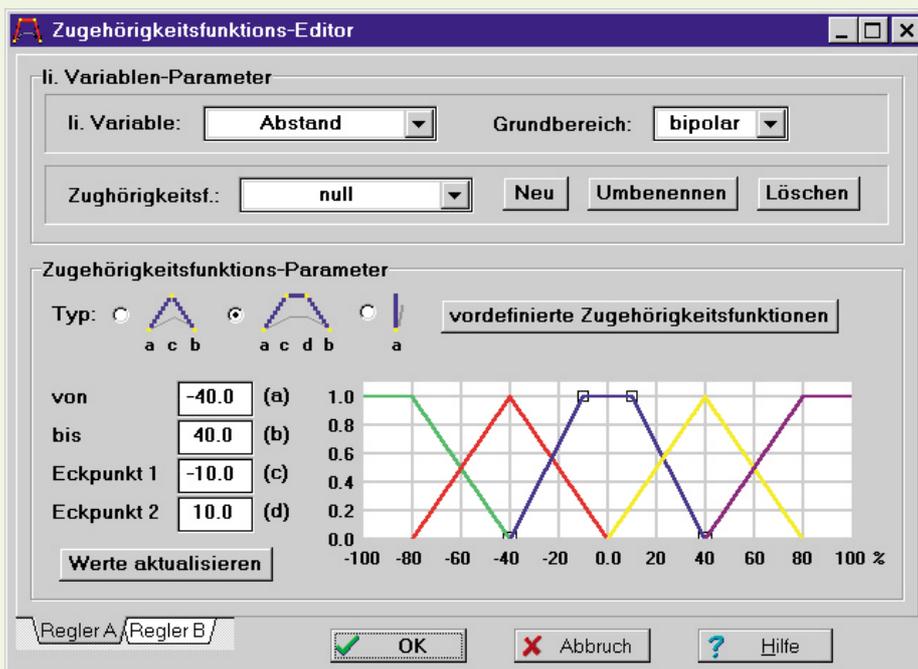


Bild 1: Zugehörigkeitsfunktions-Editor

Wechsel zwischen den beiden Reglern (A und B) dienen die in der linken unteren Ecke des Editorfensters befindlichen Reiter (siehe Abbildung 1).

Regeln

Nach der Definition der Zugehörigkeitsfunktionen sind im nächsten Schritt die Regeln aufzustellen. Zu diesem Zweck wird der Regelbasis-Editor aufgerufen (siehe Abbildung 3). Mit ihm können auf einfache Weise die Regeln in tabellarischer Form eingegeben werden.

In der ersten Zeile des Tabellenkopfs sind die linguistischen Variablen nach dem 'Wenn'- und 'Dann'-Teil bzw. nach Ein- und Ausgangsvariablen geordnet. Die zweite Zeile beinhaltet die jeweiligen Namen der Variablen.

In den Zeilen unterhalb des Tabellenkopfs sind die Regeln aufgeführt. Jede einzelne Regel setzt sich aus einer laufenden Nummer, dem Verknüpfungoperator (UND/ODER), den linguistischen Ein- und Ausgangsvariablen, sowie einem Gewicht-

tungsfaktor zusammen. Ist dieser Faktor 1, wird die Regel mit hundert Prozent ihres Erfülltheitsgrades in der weiteren Auswertung berücksichtigt. Bei einem Faktor von beispielsweise 0,5 geht sie jedoch nur mit der Hälfte ihres Erfülltheitsgrades ein, wodurch sich ihr Einfluß auf das Regelverhalten vermindert. Der Einsatz dieser Funktion erfolgt in erster Linie zur Systemoptimierung.

Über die visuelle Funktionsleiste, die sich oberhalb der Tabelle befindet, kann der Anwender die Regelbasis bearbeiten. So ist es möglich, die Tabelle zu sortieren, leere Zeilen zu löschen, Regeln hinzuzufügen oder zu entfernen, die Verknüpfungsart festzulegen und zwischen Regler A und B zu wechseln. Mit der Statuszeile, die unterhalb der Tabelle liegt, werden der aktive Regler (A oder B), die Zahl der linguistischen Eingangsvariablen und die momentane Anzahl der Regeln angezeigt.

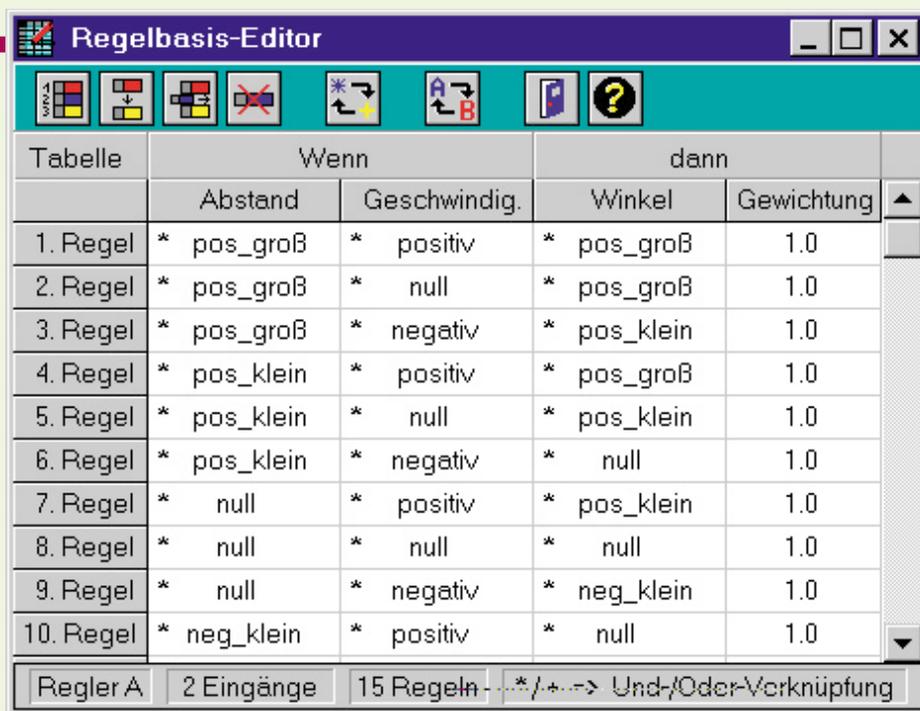


Bild 3: Regelbasis-Editor

Defuzzifizierung

Die Defuzzifizierung kann auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen. Bei der ersten wird die Schwerpunktmethode verwendet. Sie repräsentiert die unscharfe Menge sehr gut, ist aber in der mathematischen Berechnung aufwendig. Mit der zweiten sogenannten Singletonmethode sind ähnliche Ergebnisse zu erzielen, jedoch ist der rechnerische Aufwand erheblich geringer. Daher empfiehlt es sich, diese Methode besonders bei zeitkritischen Systemen oder bei sehr umfangreichen Fuzzy-Regelungen einzusetzen.

Regelungskontrolle

Bei der Erstellung oder Optimierung einer Regelung ist es nicht immer möglich, alle Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Aus diesem Grund sollte der Anwender vor dem praktischen Einsatz die Regelungskontrolle aufrufen. Mit ihr kann er durch die Vorgabe von Werten für jede

einzelne linguistische Eingangsvariable das Verhalten der Fuzzy-Regelung in beliebigen Situationen studieren. Zur Verdeutlichung werden die aktiven Regeln, die unscharfe Menge und der berechnete Ausgangswert graphisch angezeigt.

Datenaufzeichnung

Die Änderung von systemrelevanten Werten erfolgt oftmals so schnell, daß sie mit dem bloßen Auge nicht zu verfolgen sind. Aus diesem Grund und zur Dokumentation verfügt das Programm über eine Datenaufzeichnung. Mit ihr können die Systemwerte entweder während oder nach der Aufnahme graphisch dargestellt werden. Bei zeitkritischen Systemen ist zu beachten, daß sich die Zykluszeit vergrößert, da eine zusätzliche Datenübertragung vom Fuzzy-Controller zum PC - über die serielle Schnittstelle - stattfindet. Um die Beeinflussung des Systemverhaltens während der Aufzeichnung zu minimieren,

sollte die höchste serielle Übertragungsrate eingestellt sein und die graphische Datenausgabe erst nach der Aufnahme erfolgen.

Hilfe

Das Programm zeichnet sich durch einen hohen Bedienungskomfort aus, der von den graphischen Schaltflächen und den Informationen aus der Statuszeile unterstützt wird. Zusätzlich kann der Anwender mit der integrierten Online-Hilfe zu allen relevanten Programmfunktionen einen entsprechenden Hilfetext aufrufen.

Minimal-Systemvoraussetzung

IBM-kompatibler PC mit 486er Prozessor, 4 MB Hauptspeicher, VGA-Graphikkarte, 2 MB freier Festplattenspeicher, eine freie serielle Schnittstelle und Windows 3.1x oder Windows '95.

Anwendungsgebiete

In den bisherigen Artikeln sind die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Fuzzy-Logik auf den Gebieten der Steuerungs- und Regelungstechnik beschrieben worden. Es sollte jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß diese Logik ebenso in der Qualitätssicherung und in der Betriebswirtschaft ihre Verwendung findet. Bei einem führenden Chemieunternehmen wird zum Beispiel ein fuzzybasiertes System zur Früherkennung von Lagerschäden an Zentrifugen eingesetzt. Mit ihm ist es möglich, den Lagerzustand zu ermitteln, so daß bei einer Verschlechterung ein rechtzeitiger Austausch erfolgen kann. In anderen Bereichen wie dem Bankwesen existieren Fuzzy-Systeme, die zur Unterstützung von Kreditwürdigkeits-Untersuchungen dienen. Auch der Einsatz des ELV-Fuzzy-Controllers ist auf Gebieten außerhalb der Steuerungs- und Regelungstechnik möglich. **ELV**

Tabelle 1: Leistungsmerkmale des ELV-Fuzzy-Controllers in Überblick

Konzept:

Der ELV-Fuzzy-Controller arbeitet völlig eigenständig und wird nur zum Erstellen oder zur Optimierung einer Regelung mit dem PC verbunden. Die Reglerdaten sind auf dem Board in einem EEPROM abgelegt und bleiben somit auch nach dem Abschalten der Versorgungsspannung erhalten.

- Zahl der Fuzzy-Regler:** 2
- Zahl der Eingänge:** 8 je Regler
- Maximale Anzahl der Zugehörigkeitsfunktionen:** 86
- Maximale Anzahl der Zugehörigkeitsfunktionen pro linguistischer Variable:** . 11
- Maximale Anzahl der Regeln:** 60
- Inferenz-Methode:** MAX/MIN
- Defuzzifizierung:** Schwerpunktmethode und Singletons
- Zahl der Ausgänge:** je Regler einen analogen, ein PWM u. einen digitalen Ausgang
- Externe Kommunikation:** Analog/PWM- oder Mikrocontroller-Interface
- Auflösung der Ein- und Ausgänge:** 8 Bit
- Taktfrequenz des Controllers:** 20 MHz