

Układy rozmyte, część 3

Programy demonstracyjne i symulacyjne

Po dwóch pierwszych, dość trudnych bo teoretycznych, odcinkach przechodzimy do inżynierskich konkretów - opisu najpopularniejszych układu i narzędzi dla fuzzy logic.

W celu łatwiejszego zrozumienia zasad działania układów rozmytych wiele firm, promując swoje wyroby, opracowało oprogramowanie demonstracyjne. Najciekawsze przykłady to:

- *FUZZY TOOLBOX* - pakiet do symulacji układów rozmytych dla programu MATLAB,
- *Cubicalc* firmy Hyperlogic (dostępny w Internecie <http://www.electriciti.com/hl/cbc.html> oraz na płycie CD-EP5/2000).

Obydwa narzędzia wymagają od użytkownika znajomości zasad programowania.

Rozmyte układy scalone

Realizacje układowe operacji wnioskowania

Najprostsze realizacje wnioskowania można łatwo zrealizować na układach scalonych powszechnego użytku, np. podstawowe operacje 4-bitowe można zrealizować przy pomocy:

- *minimum* na komparatorze SN7485 i demultiplekserze SN74298,
- *maksimum* na komparatorze SN7485 i demultiplekserze SN74298,
- *negację* na 6-krotnym inwerterze SN7404 i 4-krotnym przerzutniku SN74175.

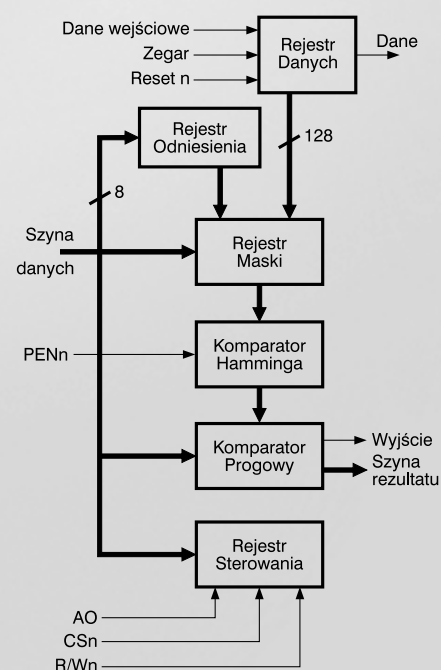
Obecnie jednak nie ma powodu realizować tych operacji w ten sposób. Są łatwo dostępne gotowe układy scalone wykonujące o wiele bardziej skomplikowane zadania. Omówimy kilka specjalizowanych układów realizujących zadania tego typu.

Rozmyty komparator i korelator danych

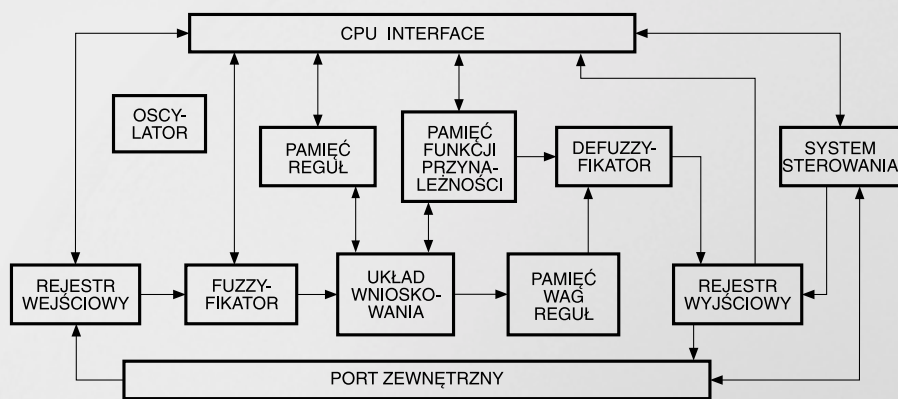
Rozmyty komparator służy do porównywania ciągów danych, które są niedokładne lub zaszumione, z oryginalnymi. Przykładem takiego elementu może być układ NLX110 (rys. 1). Działa w czasie rzeczywistym z zegarem 20MHz. Porównywanie odbywa się na zasadzie odległości Hamminga lub odległości liniowej. Dane mogą reprezentować opis obiektu, litery, głos, odciski palców, sygnały nadzoru, bezpieczeństwa, sterowania. Maksymalnie

osiem strumieni danych może być porównywanych z jednym strumieniem odniesienia (wzorcowym) lub na odwrót jeden nieznan strumień może być porównywany z ośmioma strumieniami odniesienia. Układ wykrywa ciąg o minimalnej, maksymalnej lub równej odległości (np. Hamminga). Układ posiada standardowy 8-bitowy interfejs do mikroprocesora, system autoadaptacji progów błędów, samouczącą się sieć neuronową, możliwość rozszerzenia do n bitów i połączenia do 32 układów w celu uzyskania możliwości porównywania 256 ciągów danych. Typowe zastosowania tego układu to: systemy rozpoznawania obiektów, liter, głosu, kodów kreskowych, odcisków palców, monet, systemy nadzoru i zabezpieczenia, sterowanie robotami, szybkie przeszukiwanie baz danych.

Podobne zastosowania ma rozmyty korelator danych NLX112. Dane pochodzące z sygnałów próbkowanych są korelowane z danymi odniesienia. Wartość funkcji korelacji jest oceniana w sposób rozmyty. Wartość progów decyzyjnych może być regulowana przez użytkownika.



Rys. 1. Budowa komparatora NLX110.



Rys. 2. Architektura mikroprocesora rozmytego.

Architektura mikroprocesora rozmytego

Pierwszy układ z procesorem realizującym algorytm sterowania za pomocą logiki rozmytej opisali japończycy Yamazaki i Sugeno (rys. 2). Nie była to jednak realizacja scalona. Pierwszy układ scalony FP1000 opracowano w Japonii w firmie OMRON około 1990 roku.

Wybrane procesory rozmyte

Zastosowania praktyczne logiki rozmytej napotykały początkowo trudności. Wprowadzenie techniki mikroprocesorowej zmieniło tę sytuację. Japończycy zaskoczyli wszystkich wprowadzając do produkcji pierwszy mikroprocesor rozmyty. Był to układ scalony FP1000 firmy NEC OMRON opracowany około 1990 roku.

Obecnie spośród ważniejszych, dostępnych konstrukcji można wymienić:

- układ FP3000 firmy NEC OMRON,
- 8-bitowy rozmyty RISC procesor FC110 firmy Togai Infralogic Inc.,
- rozmyty procesor Fuzzy-166 firmy Inform GmbH,
- układ FP5000 firmy NEC OMRON,
- koprocesor NSM91U112 firmy Oki Semiconductor,
- procesor NLX-220 i koprocesor NLX-230 firmy Adaptive Logic (wcześniej American Neuralogix Inc.),
- procesor AL220 firmy Adaptive Logic,
- układy FP9000, FP9001 firmy NEC OMRON - pierwszy analogowe procesory rozmyte,
- rodzina układów ST52 firmy ST Microelectronics (prezentowane już w EP).

Praktycznie żadna spośród czolowych firm półprzewodnikowych, takich jak Intel i Motorola nie opracowały własnych układów rozmytych. Obrwały one inną strategię wprowadzając oprogramowanie umożliwiające dostosowanie swoich mikroprocesorów do nowej techniki. Oprogramowanie takie istnieje dla:

- procesora Intel 8051, *Fuzzy Logic Package* firmy Rigel - www.rigelcorp.com/FUZZY.HTM,
- procesora Motorola 68HC11, firmy Rockwell Automation.

Konstruktorzy rozmytych systemów sterowania mając więc do pokonania dylemat, polegający na wybraniu drogi jego „zfuzyfikowania”. Procesory rozmyte są droższe niż standardowe, a ze względu na ich małą popularność wymagają specjalnej karty-programatora do PC wraz ze specjalizowanym oprogramowaniem. Łączna cena takiego zestawu wynosi około 250.600USD. Niemniej oprogramowanie firmy Rigel do Intelu 8051 plus karta do PC i podręcznik kosztuje 485USD. Takie rozwiązanie jest tylko wówczas tańsze, jeśli jest podejmowana masowa produkcja urządzeń, gdzie najważniejszy jest koszt procesora. W niektórych sytuacjach niepodważalnym atutem sprzętowej realizacji algorytmów rozmytych jest ich 10-krotnie większa szybkość wykonywania, w stosunku do emulacji programowej.

Programowanie mikroprocesorów

W celu umożliwienia programowania mikroprocesorów i mikrokontrolerów rozmytych firmy je

produkujące skonstruowały specjalne karty programująco-emulujące do komputerów klasy PC lub innych. Umożliwiają one wprowadzenie danych do mikroprocesora, zawierają przetworniki A/D i D/A, a często umożliwiają symulację całego i emulację systemu np. wraz z obiektem sterowania. Do łatwiej osiągalnych należą karty:

- FB-30AT firmy OMRON z procesorem FP3000,
- ADS230 firmy Adaptive Logic z procesorem NLX230,
- SBus Fuzzy-Logic Accelerated Board firmy Togai Infralogic z procesorem FC110,
- Software Development Kit ST52/KIT z oprogramowaniem FUZZYSTUDIO.

Bez dedykowanej karty zaprogramowanie mikroprocesora jest praktycznie niemożliwe, co jest dodatkowym utrudnieniem dla ich potencjalnych użytkowników.

Bohdan Butkiewicz

Na płycie CD-EP5/2000 w katalogu \Fuzzy znajduje się oprogramowanie Fuzzy Explorer firmy Allen-Bradley wraz z dokumentacją oraz Cubicalc.

Internetowa strona „guru” Fuzzy Logic znajduje się pod adresem: <http://http.cs.berkeley.edu/People/Faculty/Homepages/zadeh.html>.

Więcej informacji można znaleźć także pod adresami:

- <http://www.hyperlogic.com/rtc.html>
- <http://www.electriciti.com/hl/rm.html>
- <http://www.electriciti.com/hl/cbc.html>
- ftp://www.ortech-engr.com/pub/users/o/ortech/fuzzy/ftp_files/
- <http://www.rigelcorp.com/flash.htm>
- <http://www.ortech-engr.com/fuzzy/tutor.txt>
- <http://www.ortech-engr.com/fuzzy/reservoir.html>
- <http://www.mathtools.com/tool-boxes.html>
- http://www.mathtools.net/Matlab/Fuzzy_Logic/index.html
- <http://www.atip.or.jp/public/atip.reports.94/sugeno.94.html>
- <http://www.ragts.com/webstuff/GTSFuzzy.nsf/DownloadPage>