

SUMEA LOGIikka- MITÄ SE ON JA ESIMERKKI SIITÄ MIHIN SITÄ VOI KÄYTTÄÄ

FUZZY-SÄÄDÖLLÄ TOTEUTETUN AUTOMATIIKAN EDUISTA

1. FUZZY-LOGIikkALLA TOTEUTETTU SÄÄTÖ / suppeampi PROFUZZY-ohjelmisto

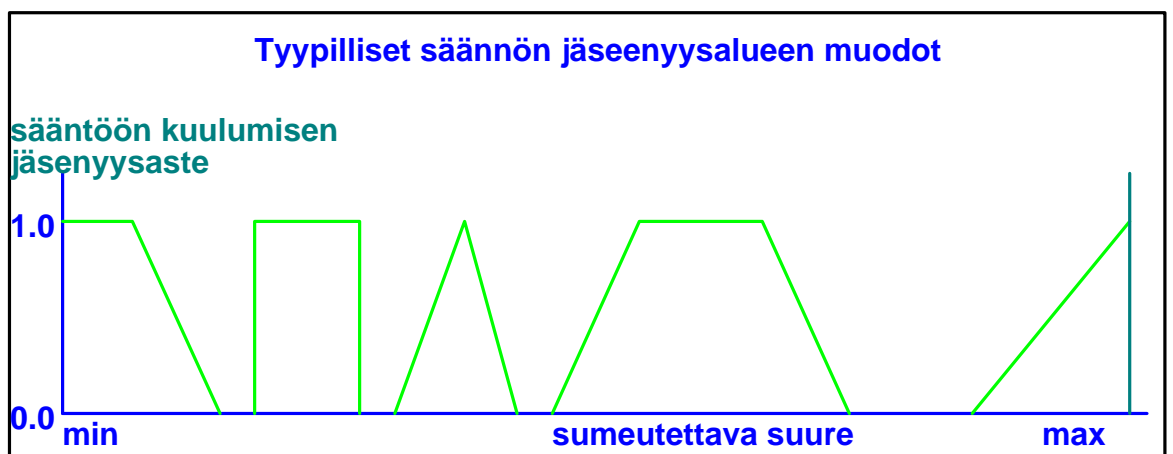
Fuzzy-päätely muodostuu PROFUZZY-ohjelmistossa ja yleisemminkin seuraavista osista

Sumeuttaminen

Yleisesti:

Input/Output data (DI/DO/AI) muokataan sumeiden sääntöjen luokkiin ja sääntöjen avulla saatu arvo täyttää ko luokkaan kuulumisen ehdon. Tätä lukua kutsutaan myös A I määrittelemään luokkaan kuulumista vastaava arvo. On huomattava, että sääntöjen määrä, Sumeissa säätösovellutuksissa mitattu tieto on useimmiten täsmällistä. Tämän vuoksi muuttaa tarkan arvon sumeiksi yksikköjoukoiksi. Jos mitattu tieto sisältää kohinaa, tulisi koska sumeita lukuja on helpompi käsitellä kuin todennäköisyyksiä.

suora-kaide.



Sumea päättely

Yleisesti:

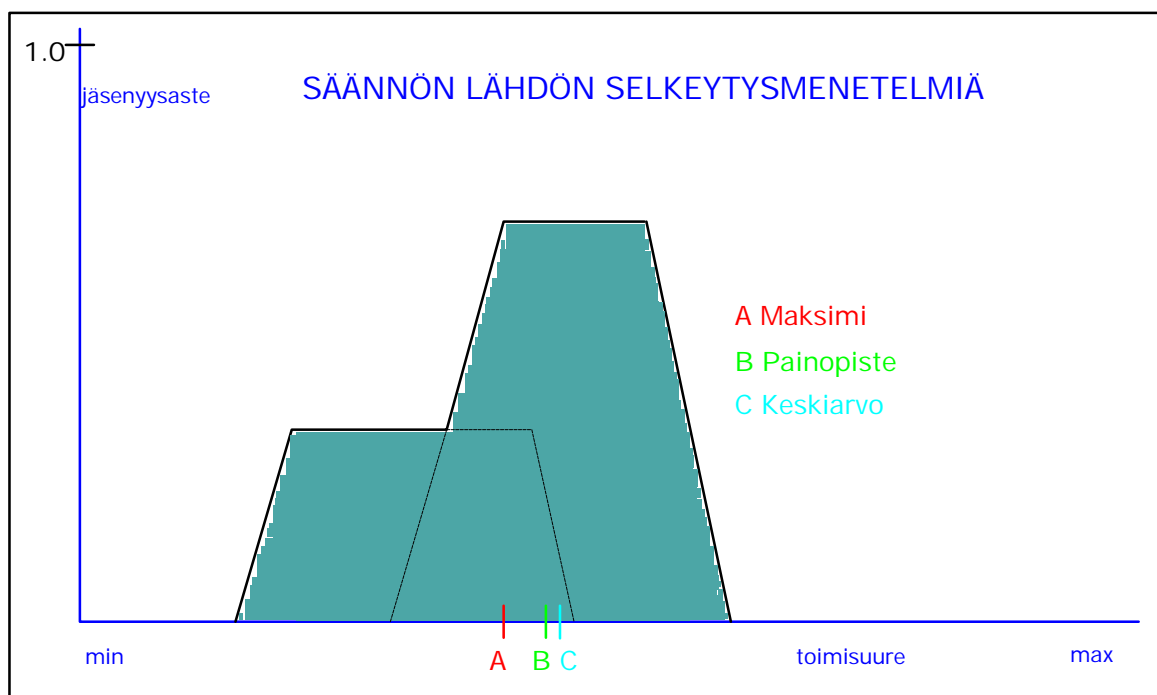
Muodostetaan sääntöjen antamin fuzzy-luvuin AND, OR, EXOR, NEGAATIO; SUL-KEET operaattorein fuzzy laskutoimituksia.

Sumean päättelyn eräs perusajatus on tuottaa rinnakkain eli samanaikaisesti monen rinnakkaisen päättelyn antamien fuzzy-lukujen avulla operaatio. Yksinkertaisimmillaan sumean päättelyn esitulos on joukko eri sääntöjen antamia jäsenyysarvoja, jotka on laskettu yhteen. Muita operaattoreita tarvitaan, että saataisiin vaativampia rinnakkaispäättelyvaiheen päättelyjä tuottamaan päättelyn tuloksen esiasteen. Lopullinen tarkka päättelytulos saadaan täsmällistämisen avulla.

Täsmällistäminen (kirkastus)

Yleisesti:

Selkeytysmenetelmän tavoitteena on tuottaa normaali lähtösignaali, joka kuvaa sumealla päättelyllä aikaansaatua jäsenyysjakautumaa. Valitettavasti vielä ei ole vielä olemassa keinoja, jolla voitaisiin valita selkeytysmenetelmä. Nykyään yleisesti käytössä olevia selkeytysmenetelmiä on maksimikriteeri, maksimien keskiarvo, alueiden painopiste.



Sovellutuksen koonta

Yleisesti:

Dokumentointi- ja ylläpito-ohjelmistot, joilla sovellutus luodaan, ylläpidetään ja dokumentoidaan ja mahdollisesti testataan ja simuloidaan.

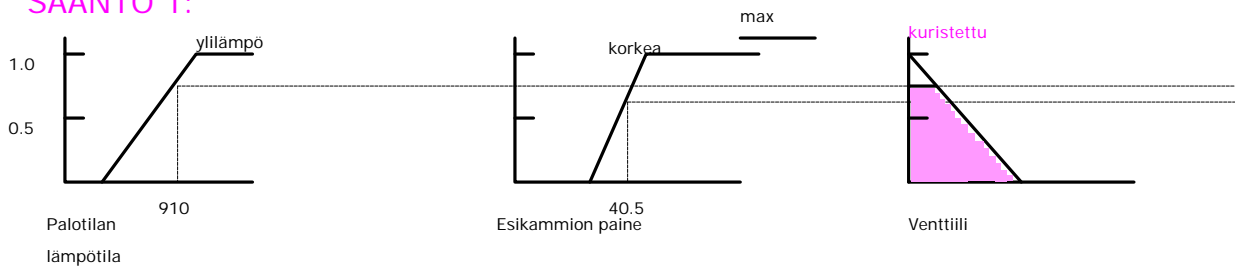
Siemens:

Siemensin Profuzzy-ohjelma muodostuu logiikassa pyörivästä osasta "kompakti fuzzy-logiikka step5 ohjelmisto" (vastaava kuten säätöohjelmopaketti, mutta tehtävä fuzzy-päättelyjen teko) ja mikrotietokoneessa toimivasta ylläpito ja dokumentointi-ohjelmistosta "Pro-fuzzy-logiikan määrittely-ohjelmisto".

Toiminnan testaus edellyttää ajossa olevia määrittelyohjelmistointia ja logiikassa ajossa olevaa fuzzy-logiikka ohjelmistoa.

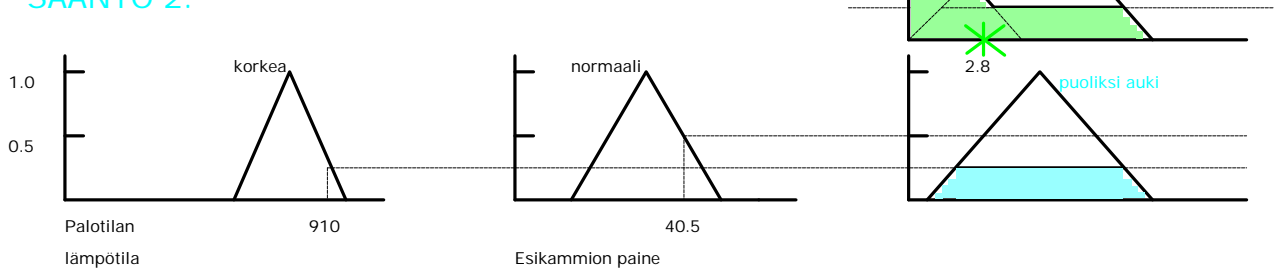
SUMEUTTAMINEN, SUMEA PÄÄTTELY JA TÄSMÄLLIS-TÄMINEN. ESIMERKKI:

SÄÄNTÖ 1:



JOS lämpötila=ylilämpötila TAI esikammion paine=korkea NIIN venttiili=kuristettu

SÄÄNTÖ 2:



JOS lämpötila=korkea JA esikammion paine=normaali NIIN venttiili=puoliksi auki

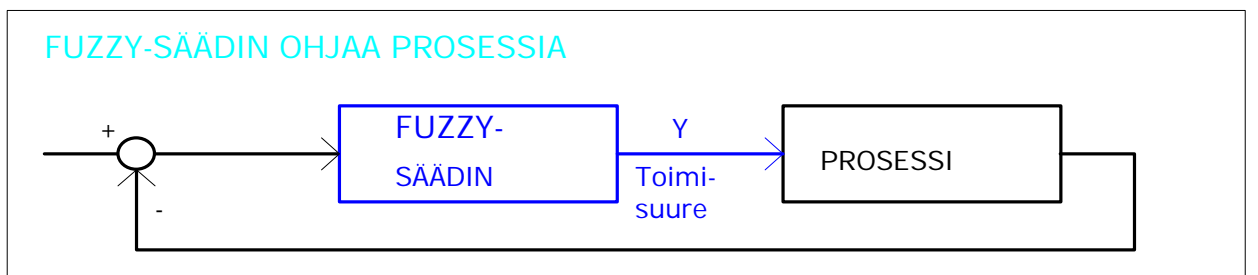
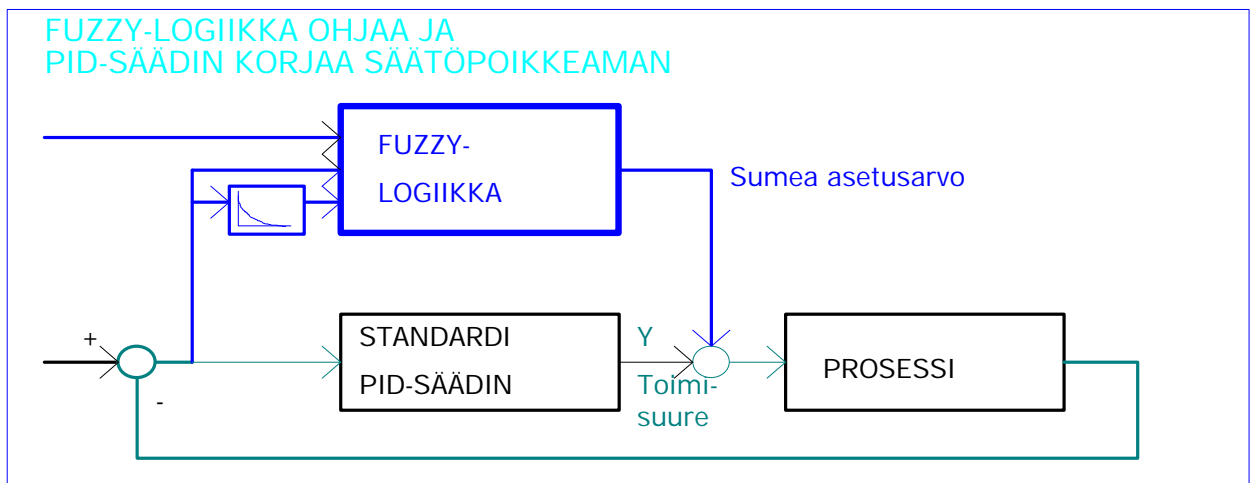
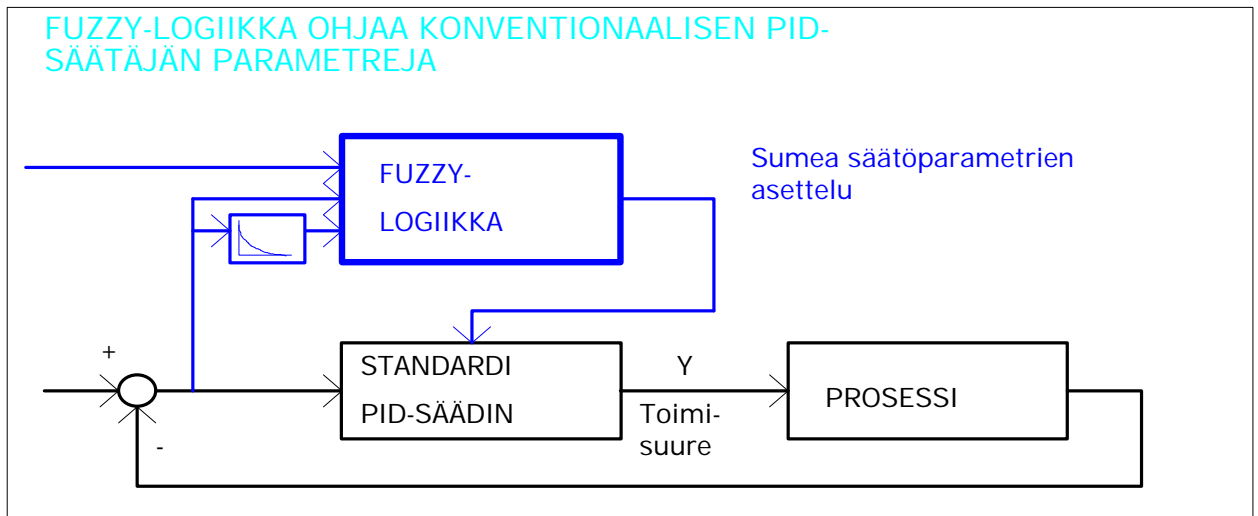
PAINOPISTEPERIAATE: lähdön täsmäntäminen laskemalla ohjaustulosten yhdistelmäkuvioiden painopistettä vastaava arvo lähdölle

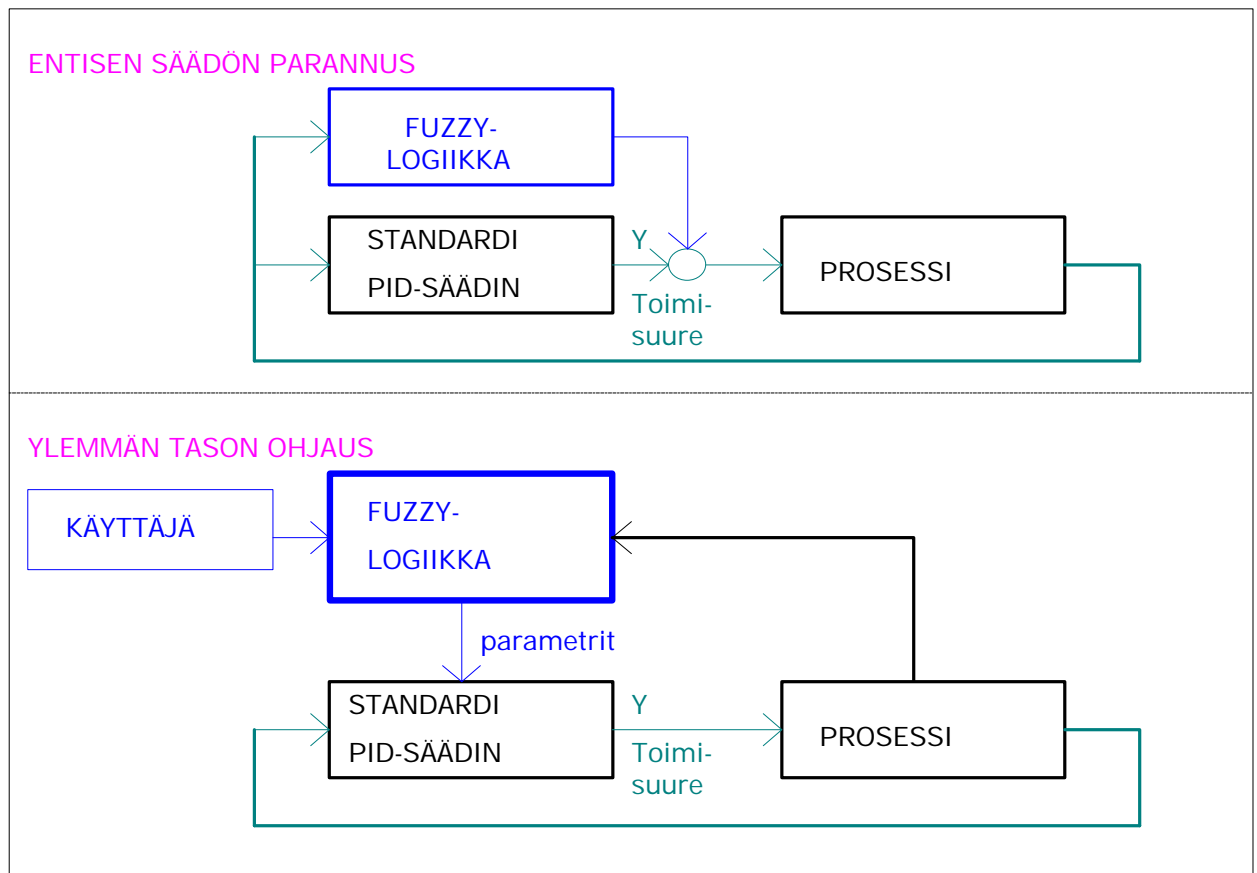
2. FUZZY-LOGIIKAN SOVELLUTUS VAIHTOEHDOSTA SÄÄTÖTEKNIKASSA

Säätörakenteen toimintatapamuutokset, kuten

- - PID-säätöparametrien ohjaus fuzzy-logiikalla
 - - perinteinen PID-säätäjä säätää
 - - KP, KI ja KD parametrien arvo määräytyy fuzzy-päätelyjen tuloksena
- - FUZZY-ohjaus
 - - fuzzy-logiikka ohjaa prosessia
 - - toimitusvian säätöpoikkeama korjataan PID-säätimellä
- - FUZZY-säätö
 - - fuzzy-logiikka-säädin ohjaa suoraan yksinään prosessia

SÄÄTÖRAKENTEEN TOIMINTATAPAMUUTOKSIA / SIEMENS



MUITA FUZZY-TEKNIKKAA HYÖDYNTÄVIÄ MALLEJA / OMRON**MIHIN FUZZY LOGIIKKA TARVITAAN**

A Fuzzy-logiikka yhdistettynä säätöpiireihin toteuttaa epälineaarisen funktion. tämä vastaa perinteisen säätöteorian adaptiivista säätöä.

B Fuzzy-logiikka mahdollistaa käytännön kokemuksiin perustuvan tiedon yhdistämisen muuttuva-parametriseksi säätöpiiriksi.

FUZZY LOGIIKAN ETUJA

SIEMENS:

- **Aikaisempien kokemusten suora hyväksikäyttö**
- **Tulosignaalin vaikutuksen tarkka kohdistaminen**
- **Parempi säätötulos**
- **Hyvä "robustisuus" prosessin muutoksissa**
- **Eriomainen erityisesti epälineaarisissa prosesseissa**

TEKES:

- **Parempi häiriösiETOisuus.** Sumea säätö toimii hyvin, vaikka ohjattavan järjestelmän para-metrit muuttuisivat ajan kuluessa (esim polttouuni karstoittuisi)
- **Vähentynyt energiankulutus.** Esimerkiksi lämmön säätelyssä sumean säätimen tarkempi toiminta vähemmällä ohjauksen muutoksilla säästää energiaa
- **Parempi ja tasaisempi laatu.** Tämä seuraa mm parantuneesta häiriösiETOisuudesta.
- **Yksinkertaistunut tuotanto/ohjausprosessi.** Sumealla säädöllä on onnistuttu rakentamaan järjestelmiä, joissa pienemmällä anturien määrällä on saatu aikaan entisen veroinen tai jopa pa-rempi säätö/ohjaus.
- **Nopeampi kehitysaika.** Sumeiden säätöjen helposti ymmärrettävä ja "ihmisläheinen" rakenne nopeuttavat säätöjärjestelmien suunnittelua.
- **Vähentyneet materiaali ja/tai komponenttikustannukset.** Esimerkiksi vähentyneen antu-roinnin ja tehostuneen raaka-aneiden käytön kautta.
- **Yksinkertaisempi ylläpito.** Mm. häiriösiETOisuuden takia.
- **Työntekijöiden järkevempi käyttö.** Vaikeasti hallittavassa projektissa saavutettu korkeampi käyttöaste helpottaa valvojen työtä ja vapauttaa muihin tehtäviin.

Sumeaa logiikkaa ei voida pitää niinkään voida pitää PID- ja muita säätöalgoritmeja korvaavana, vaan niitä täydentävänä teknologiana. Se ei ole paras kaikkiin säätöongelmiin vaan se soveltuu eri-tyisesti tilanteisiin, joita ei perinteisin menetelmin olla onnistuttu kunnolla hallitsemaan.

Sumea logiikka menetelmänä on erityisen sopiva tilanteisiin kuten:

Ongelma on epälineaarinen ja aikariippuva. Säädettävään prosessiin (= teollisen pro-ssin säätö, laitteen ohjaus jne) sisältyy esimerkiksi merkittäviä aikaviiveitä ja/tai satunnaisia häiriöitä.

Prosessin matemaattinen malli on vaikea johtaa. Matemaattisen mallin muodostaminen ohjattavasta prosessista voi olla vaikeaa etenkin jos prosessi on monimutkainen. Sumean säätimen voidaan aja-tella mallintavan prosessia ohjaavaa operaattoria (todellista tai kuvitteellista) tai muuta asiantun-tijaa, joten itse prosessia ei juuri tarvitse mallintaa.

Prosessille löytyy matemaattinen malli, mutta se on ihmisen ajattelulle vieras.

Tällaisessä tilanteessa voi valvojan olla vaikeaa hyväksyä malliin pohjautuvan säätimen toimintaa oikeaksi. Sumean säätöjoukon rakenne noudattaa hyvin ihmisen ajatustapaa ja siten säätöjen toiminta on helppo ymmärtää.

Ongelman ratkaisusta on olemassa heuristista tietämystä, jota on hankala mallintaa mate-maattisesti, mutta jonka operaattori tai muu asiantuntija pystyy sanallisesti ilmaisemaan.

FUZZY LOGIIKAN SOVELTAMISEN ONGELMISTA

Sumeaan säätöön liittyy myös tiettyjä ongelmia, joista keskeisimpinä voidaan pitää seuraavia:

- **Tietämyksen keruu (knowledge acquisition)** Tietämysteknisiä (kognitiivisia) menetelmiä yleisemminkin vaivaa tiedonkeruun ongelma: oikean sääntöjoukon kokoaminen asiantuntijan tietämyksen perusteellavoi olla raskastehtävä. Kokenut prosessin hoitaja ei täysin tarkasti osaa ilmaista tai kuvata miten ohjauksen tulisi toimia.
- **Säätimen viritys.** Systemaattisten viritysmenetelmien puuttuessa joudutaan säätimen sääntökantaa monesti virittämään yrityksen ja erehdyksen kautta ennenkuin haluttu suoritustaso saavutetaan. Jos säädin halutaan toimimaan esimerkiksi 70 % tasolla optimista, viritys ei ehkä ole ongelma ensinkään. Sen sijaan jo tasoksihalutaan 95-100 %, voi tavoitteen saavuttaminen (järjestelmän viritys) osoittautua erittäin hankalaksi. Viritettäviä parametreja ovat mm tulo- ja lähtömuuttujien skaalaustekijät, muuttujien jäsenyysfunktiot (niiden muoto skaalaus ja paikka), itse sumea sääntöjoukko ja käytetty päättelymekanismi.
Alan kirjallisuudessa on esitetty monia menetelmiä sekä ON-LINE- että OFF-LINE- viritykseen (mm Bare, Batur, Bezdek, Daugherty, Kosko, Porter, Procyk, Mamdani, Tagagi ja Sugeno). Monet menetelmät on kehitetty vasta teorioina ja niiden soveltaminen käytännön ongelmiin voi olla vaikeaa.
- **Säädön optimaalisuuden ja stabiiliuden todistaminen.** Koska sumea säädin ei varsinaisesti malinna säädettävää prosessia, on säädön optimaalisuuden ja stabiiliuden todistaminen usein hyvin vaikeaa. Tämä ongelma on usein sitä suurempi, mitä laajempi käytetty sääntökanta on, minkä vuoksi sääntökanta on hyvä pyrkiä pitämään mahdollisimman pienenä. Tietenkin tulee huomata, että perinteistenkin säätöjärjestelmien kohdalla optimaalisuuden ja stabiiliuden todistaminen rajoittuu tarkasti rajattuihin ideaaliolosuhteisiin.
- **Testaus** on hankalaa jos sumea sääntökanta on suuri. Kun sääntökannan koko kasvaa, hanka-loituu sen testaaminen mm sääntöjen välisten vuorovaikutusten takia.

EDELLÄ KÄYTETTY KIRJOITTAJAN OMIEN OSUUKSIEN LISÄKSI SEURAAVIA JULKAISUJA

- Moniste SIMATIC S5 FUZZY LOGIIKKA, Siemens Oy/AUT TD1 Tekniset palvelut/Antti Naski, 27.5.93.
- Julkaisu Harri Koskinen Pekka Yli-Paunu SUMEA LOGIIKKA KONEAUTOMAATION SO-VELLUTUKSISSA, Metalliteollisuuden Keskusliiton Tekninen tiedotus 6/93, mekatroniikka.
- Pekka Isomursu, Vesa Niskanen, Christer Carlsson, Patrik Eklund, SUMEAN LOGIIKAN MAHDOLLISUUDET, Julkaisu 34, TEKES, Helsinki 1993

Edellä on päädytty siis siihen, että sumealla logiikalla on oikein käytettynä etuja erityisesti monimuuttuja tilanteiden optimoinnissa ja tehtävien ratkaisussa.

Toiseksi fuzzy-tekniikan soveltamiseksi löytyy teknologiaa sekä SIEMENSsiltä, jonka ratkaisu on suorittaa sumea päättely softaratkaisuna ja OMRONilta, jonka ratkaisu perustuu erilliseen fuzzy-prosessorikorttiin.

Kalevi Koivuviita