

# Hoofdstuk 7

## Fuzzy logic

### Doelstellingen

1. De redenering achter Wazige Logica (Fuzzy Logic) begrijpen

Fuzzy logic is een theorie die in de jaren 60 van de vorige eeuw op punt werd gezet door professor Zadeh. Vandaag de dag wordt deze techniek al in heel wat toepassingen gebruikt, van het regelen van wasmachines tot compressoren. Letterlijk vertaald betekent fuzzy logic, wazige logica. Alles wat niet éénduidig bepaald wordt valt onder deze term. Het is van dit standpunt uit dat prof. Zadeh is vertrokken. Wij kennen de gewone wiskunde maar al te goed. Verzamelingen met elementen. Ofwel behoort een element tot de verzameling ofwel niet. Ze kan tot geen enkele verzameling behoren of tot meerdere maar het is steeds hetzelfde concept; het element behoort er toe of ze behoort er niet toe: waar of niet waar. De klassieke binaire logica. Wat gebeurt er nu als alles niet zo duidelijk was; een beetje wazig. Een element behoort een beetje tot een verzameling en een beetje tot een nadere en nog een beetje behoort niet tot een verzameling. Wat nu? We verlaten het binaire denken en stappen in de wereld van het wazige denken; de wazige logica. Hoe kan dit nu toegepast worden in de regeltechniek? Stel we willen een kamer waar verschillende personen in aanwezig zijn verwarmen. We moeten voor de ene op 20 en de andere op 22 en nog iemand anders op 19 graden verwarmen. Wat nu? Hoe moeten we nu een setpunt bepalen want de situatie is niet duidelijk maar nogal wazig. Fuzzy Logic komt ter hulp.

### 7.1 Vage voorstelling

De binaire logica steunt op waar of onwaar. Soms is deze methode niet toepasbaar om menselijk handelen te formaliseren.

Een voorbeeld hiervan is het begrip 'oud zijn'. Wanneer is iemand oud? De binaire logica zou éénvoudig stellen: zet een grens met een numerieke waarde, bijvoorbeeld iemand is oud op 60 jaar. Maar dit betekent dat iemand de dag

voor zijn zestigste verjaardag nog jong is en de dag erop is hij oud. Deze overgang is te bruusk. De linguïstische term oud kan men wiskundig uitdrukken door een overgang in te bouwen die een waarheidswaarde toegekend wordt naargelang de leeftijd. Dit kan men ook aanvoelen als een soort statistische waarde. Vraag honderd mensen wanneer ze iemand oud vinden en de ene vind dit op 52, de andere op 55, nog iemand anders op 66 en ga zo verder. De groep gaat een waarheidswaarde inbouwen op het begrip oud. Het aantal mensen, dus het percentage, dat iemand oud vindt op die bepaalde leeftijd is de waarheidswaarde. Bijvoorbeeld van de groep van honderd mensen vonden 5 mensen iemand oud op 55 en 7 mensen vonden iemand oud op 67 en 25 mensen vonden iemand oud op 60. Dus 60 jaar oud heeft waarheidswaarde 25 en 67 jaar oud heeft dan waarheidswaarde 7. Zo stelt men een curve op die het begrip oud zijn voorstelt en deze curve noemt men *de lidmaatschapsfunctie*.

**Eigenlijk gaat men aan een linguïstische variabele een wiskundige uitdrukking toekennen in de vorm van een getal of functie.**

**Het opstellen van de lidmaatschapsfunctie is eigenlijk de eerste stap in het fuzzy regelproces en noemt men fuzzificatie.**

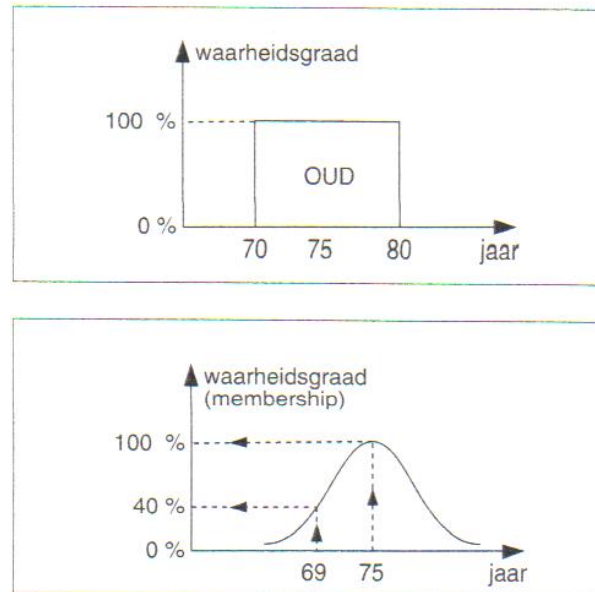


Figuur 7.1: bron: regeltechniek2, Die Keure

## 7.2 Basisbegrippen

- Lidmaatschapsfunctie: Het normeren van de vage verzameling komt erop neer dat men een waarde tussen 0 en 1 geeft aan de elementen van die verzameling.
- Toebehorengraad: Dit is het resultaat van de vervaging. Een element krijgt een waarde die uitdrukt in hoeverre zij tot de verzameling behoort.

In onderstaande figuur ziet men een toepassing van beide begrippen.



Figuur 7.2: bron: regeltechniek2, Die Keure

### 7.3 Basisbewerkingen

Ook in de wazige logica gaat men met operatoren werken, in het bijzonder met Booleaanse operatoren. De logische operatoren EN, OF, NIET kunnen deze linguïstische variabelen koppelen. Elke bewerking zal dan ook overeen komen met een waarde volgens toebehorigingsgraad.

- EN= minimum toebehorigingsgraad
- OF= maximum toebehorigingsgraad
- NIET=1-toebehorigingsgraad

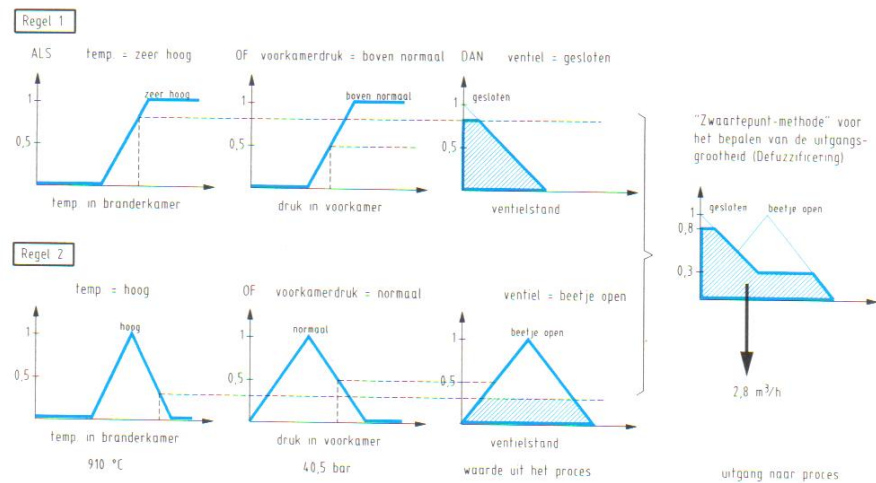
Deze bewerkingen zullen toelaten van regels op te stellen om het systeem te regelen. Algemeen kan men stellen dat de relatie tussen inputs en outputs wordt uitgedrukt in regels. **Het opstellen van deze regels is de tweede stap van het fuzzy regelproces en noemt men fuzzy inferentie.**

Bijvoorbeeld: Als de temperatuur laag is EN de druk is hoog DAN zet klep half open.

## 7.4 Fuzzy regelen

Het fuzzy regelproces bestaat uit drie stappen.

- *Fuzzyficatie*: De ingangen van de fuzzy regelaar zijn de uitgangen van het proces en zijn dus geen vage verzamelingen, maar exacte waarden. Dus moeten we de exacte waarden omzetten in fuzzy waarden. Aan de ingangsgrootheden worden lidmaatschapsfuncties toegekend.
- *Fuzzy inferentie*: Dit is het moeilijkste onderdeel. Hier gaat men de regels opstellen met behulp van de Boolese operatoren.
- *Defuzzificatie*: Dit is het decodeer voorschrift met betrekking tot het resultaat van de vage conclusie voor het bepalen van een scherpe uitgangsgrootheid. Hiertoe zijn er verschillende mogelijkheden maar de meest gebruikte tot hiertoe is de zwaartepuntsmethode. Dit doet men als volgt. Men neemt de logische som van de regels van het proces en van de oppervlakte van die regels neemt men het zwaartepunt. Onderstaande figuur geeft hiervan een voorbeeld.



Figuur 7.3: bron: regeltechniek2, Die Keure

## 7.5 Fuzzy regelaars

Wanneer is een fuzzy regelaar zinvol:

- Is het systeem niet-linear of moeilijk te lineariseren.

- Is het systeem onvoldoende éénduidig.
- Het systeem is mathematisch voor te stellen maar er zijn grensgevallen waar het model faalt

Wanneer moet men geen fuzzy logic gebruiken:

- Is het proces discontinu
- Leveren klassieke methoden goede oplossingen

Wat betreft de stabiliteit van fuzzy regelkringen zijn er tot vandaag de dag nog geen bevredigende stabiliteitsbewijzen. Daarom moet de stabiliteit proefondervindelijk bewezen worden.

## 7.6 Casestudy

In de les zullen we een voorbeeld uitwerken van een fuzzy geregeld proces.