



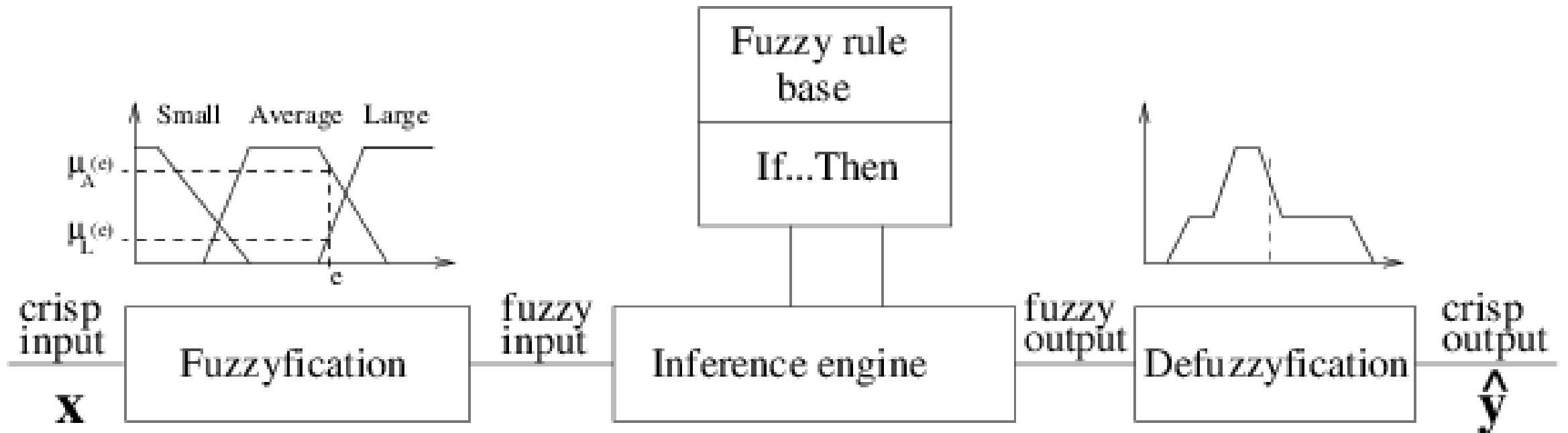
# Интернет вещей

Нечеткое  
управление(Fuzzy)

# Нечеткая система управления(Fuzzy)

Нечеткая система управления основана на нечеткой логике(Fuzzy) — тонкой, расплывчатой логике.

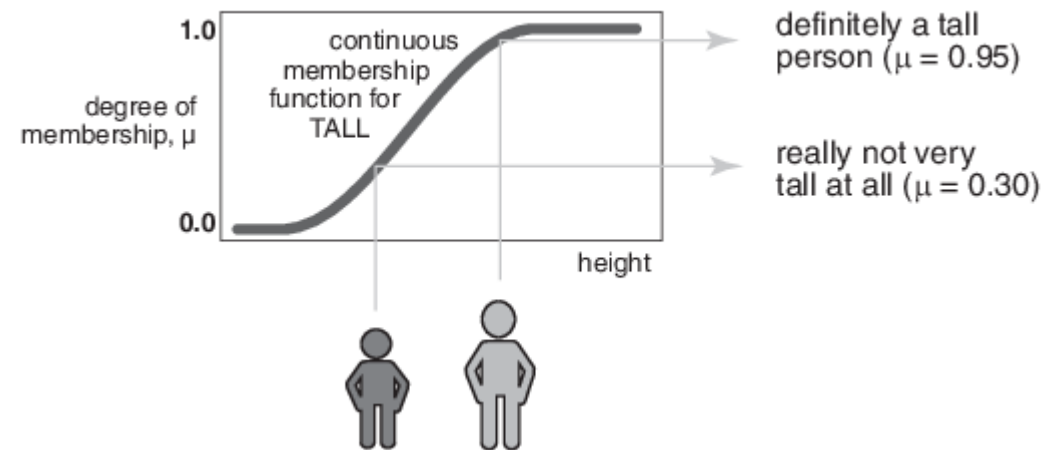
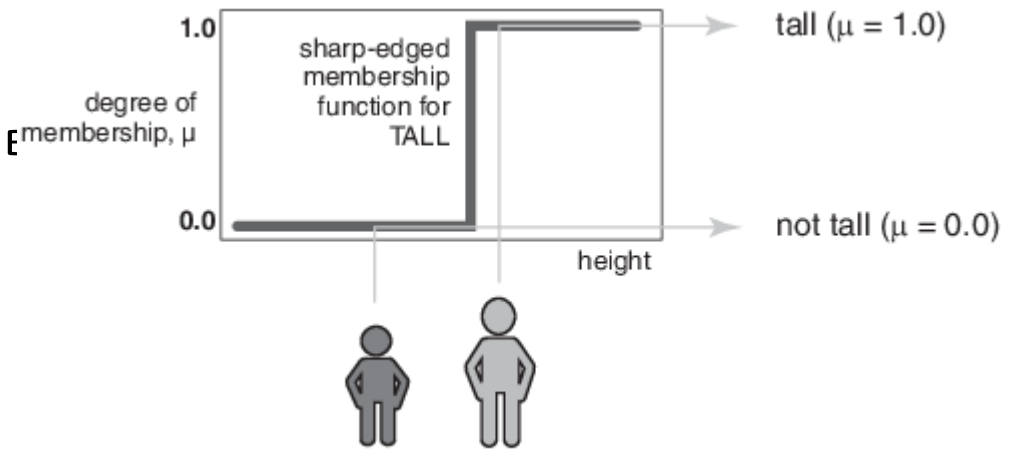
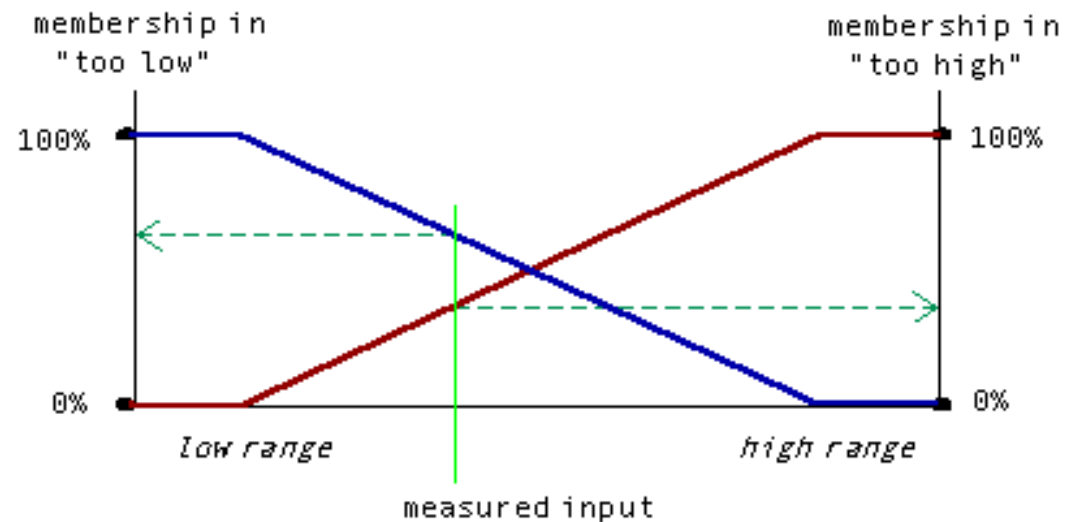
Нечеткая логика (Fuzzy) — математическая система, которая анализирует аналоговые входные значения с точки зрения логических переменных, принимающих **непрерывные значения от 0 до 1**, в отличие от классической или цифровой логики.



# Нечеткие размеры

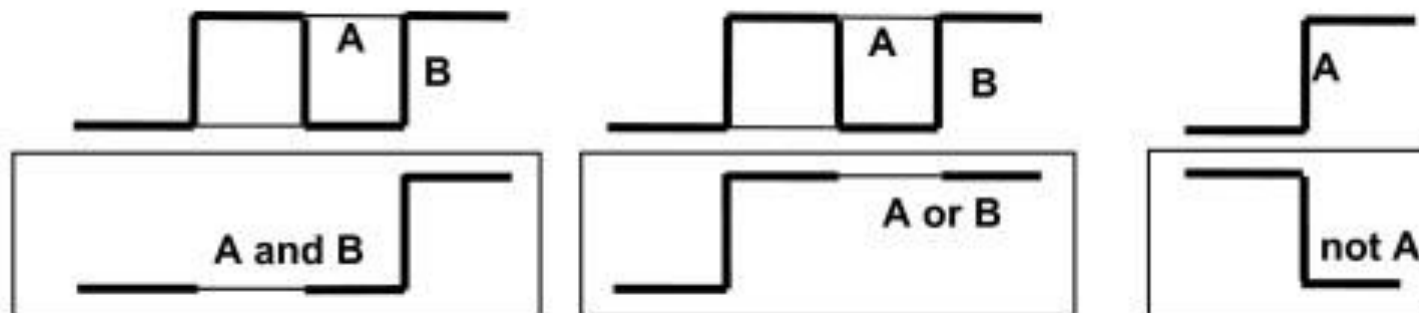
## Фаззификация

- Функция принадлежности определяет вес утверждения в области определения параметра.
- Вселенная дискурса – совокупность функций принадлежности/релевантных высказываний одного и того же параметра
- Фаззификация - процесс преобразования четкого значения в нечеткое множество.

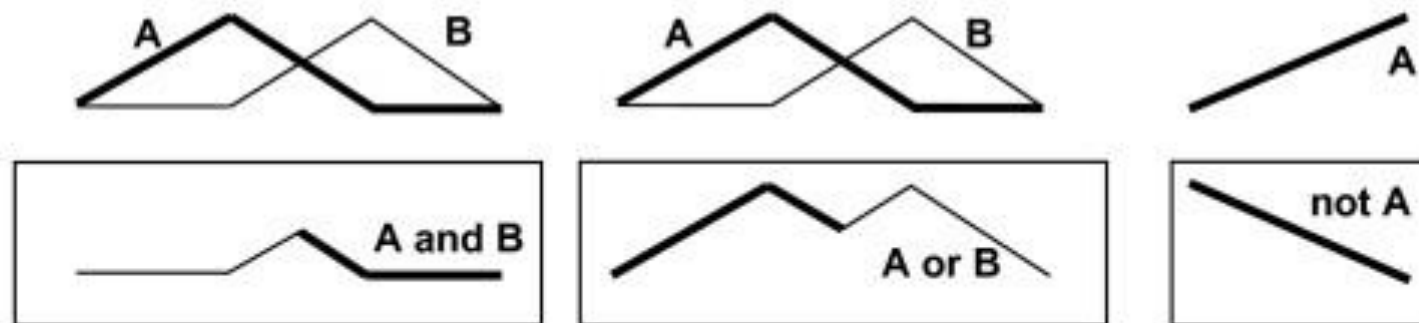


# Нечеткая логика (Fuzzy)

Two-valued logic



Fuzzy logic

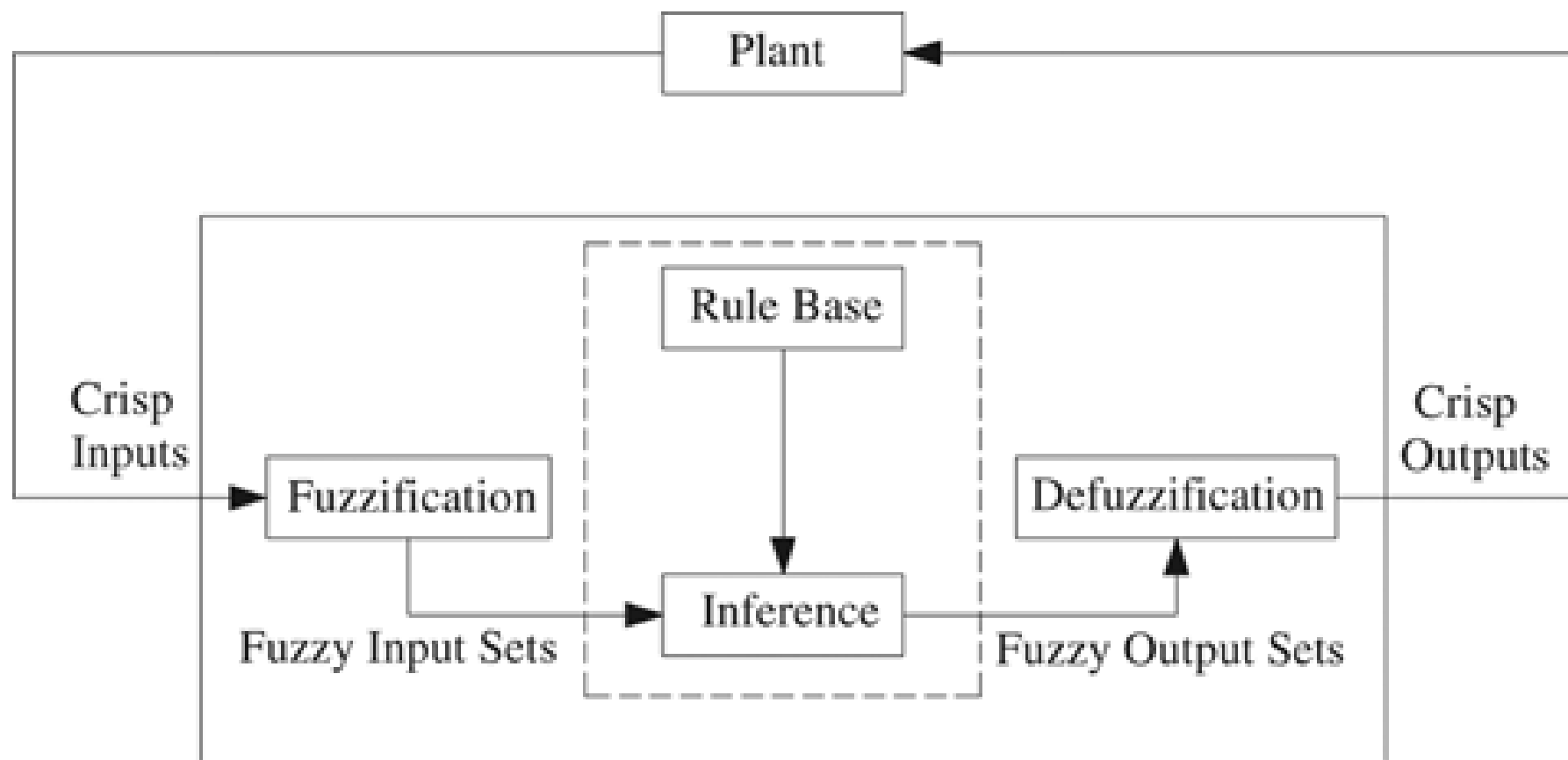


**AND**  
 $\min(A,B)$

**OR**  
 $\max(A,B)$

**NOT**  
 $(1-A)$

# Нечеткая система управления(Fuzzy)



# База знаний по нечетким правилам(Fuzzy)

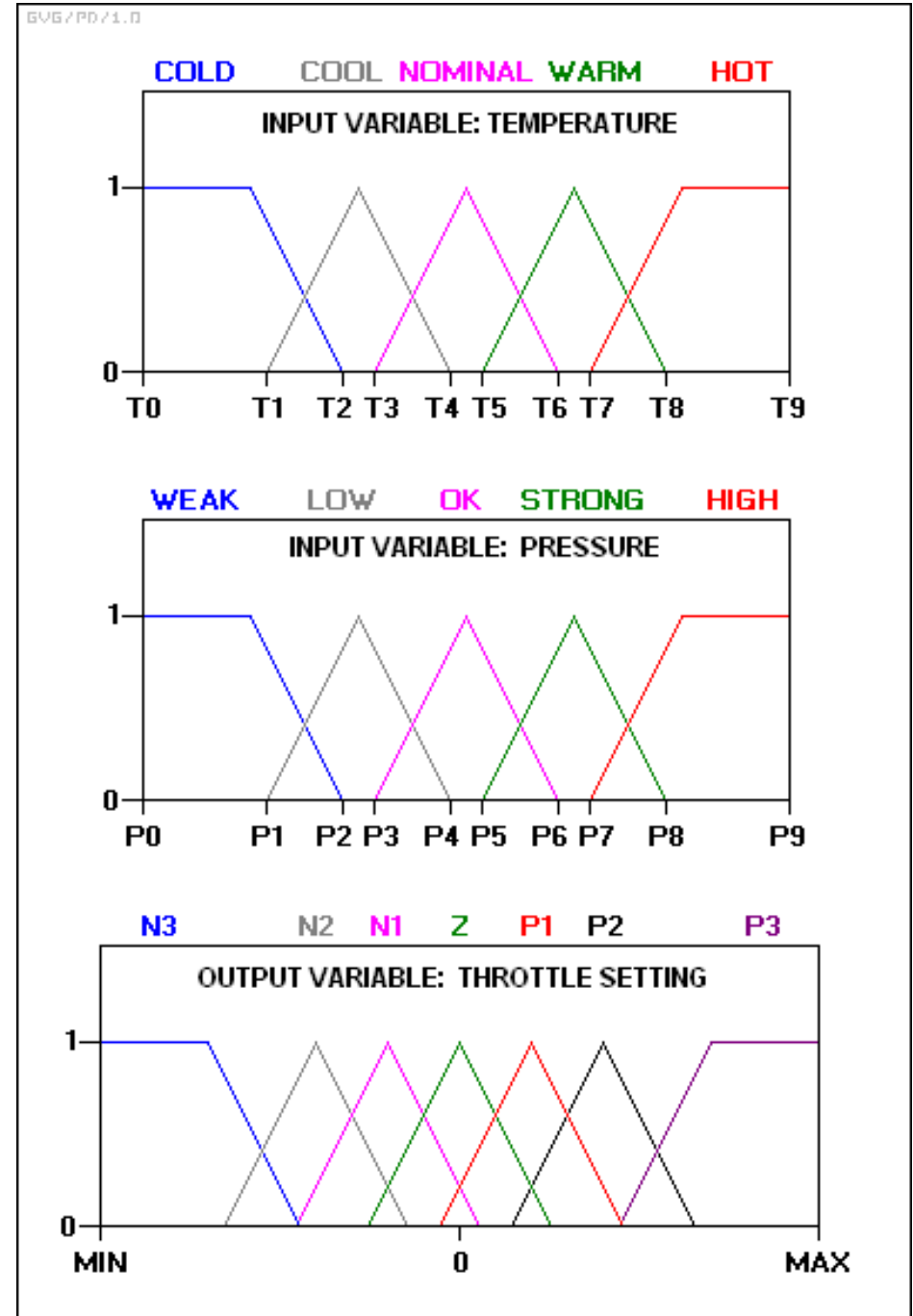
rule 1: IF temperature IS cool AND pressure IS weak,  
THEN throttle is P3.

rule 2: IF temperature IS cool AND pressure IS low,  
THEN throttle is P2.

rule 3: IF temperature IS cool AND pressure IS ok,  
THEN throttle is Z.

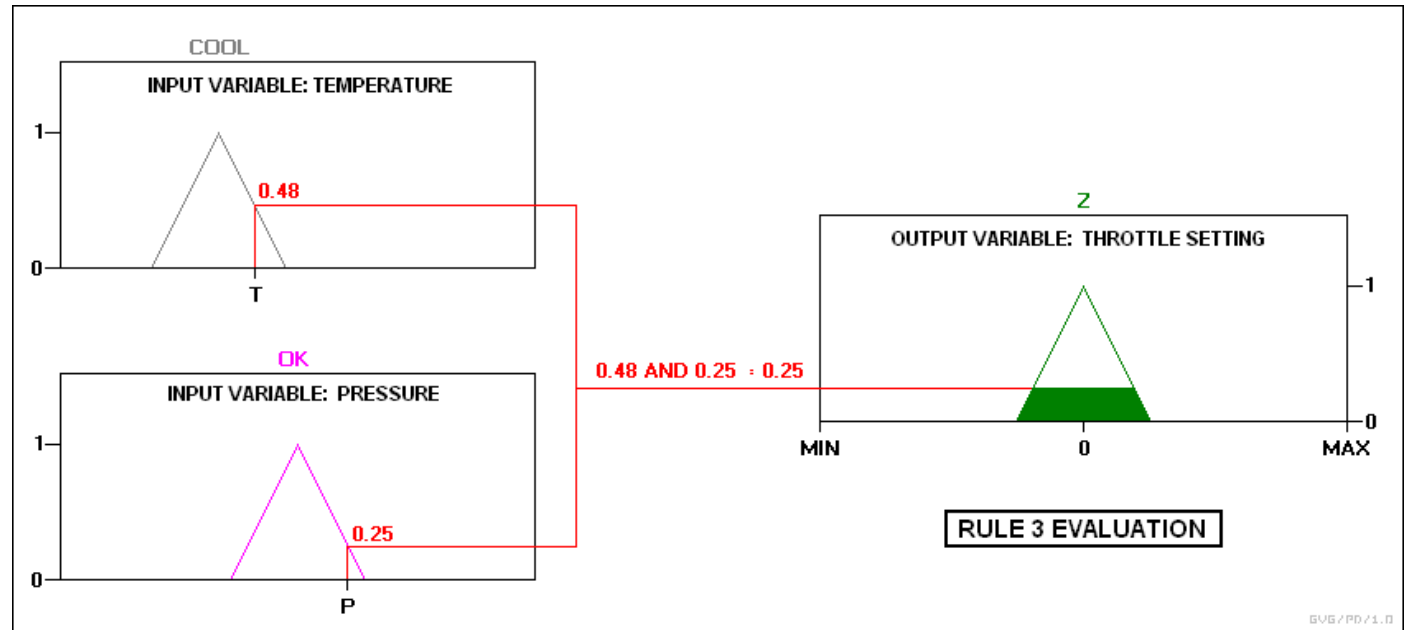
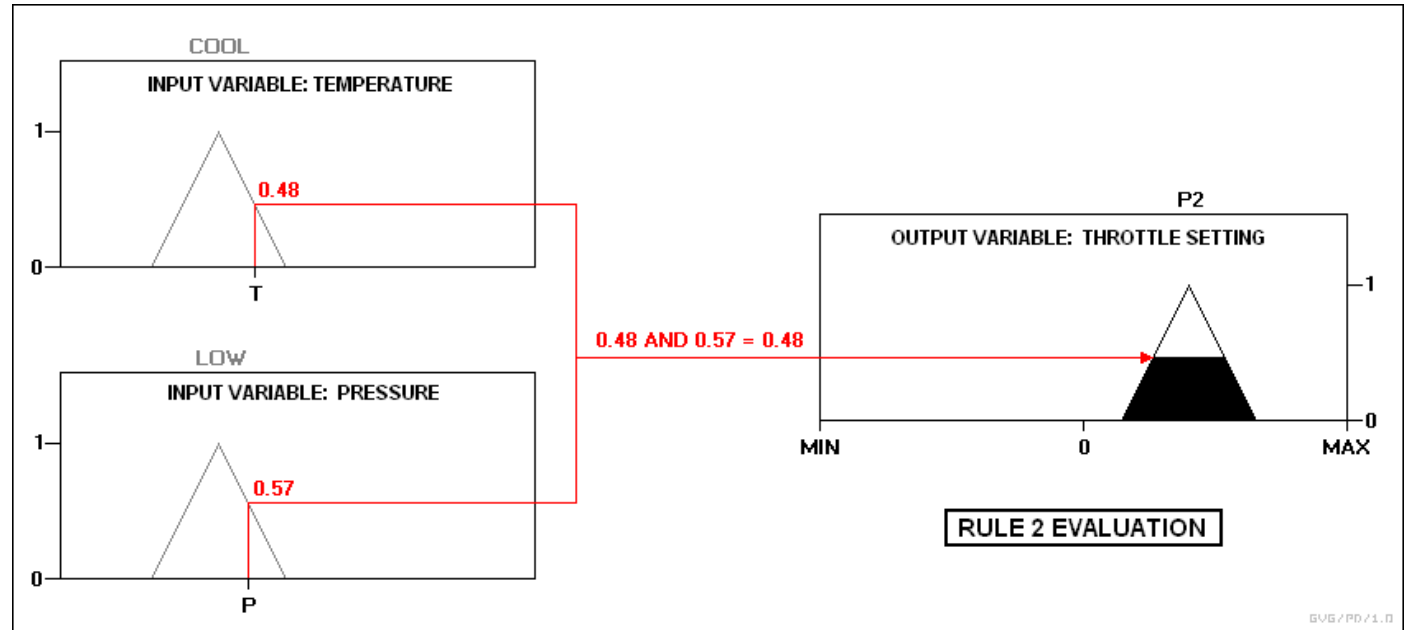
rule 4: IF temperature IS cool AND pressure IS strong,  
THEN throttle is N2.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy\\_control\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_control_system)

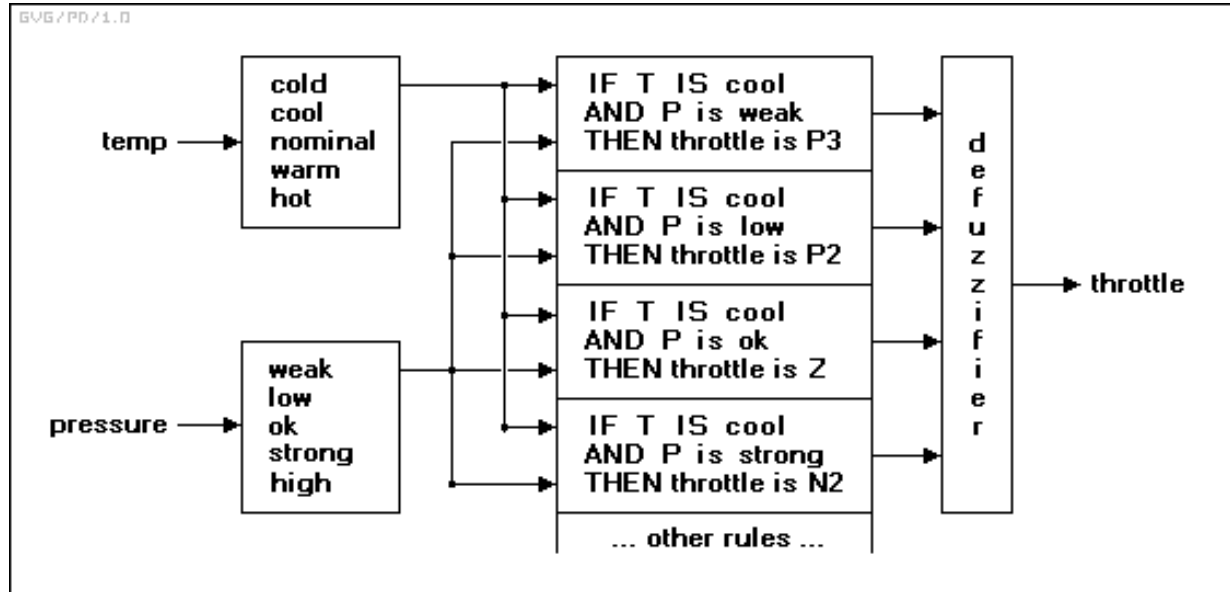


# Правила оценки

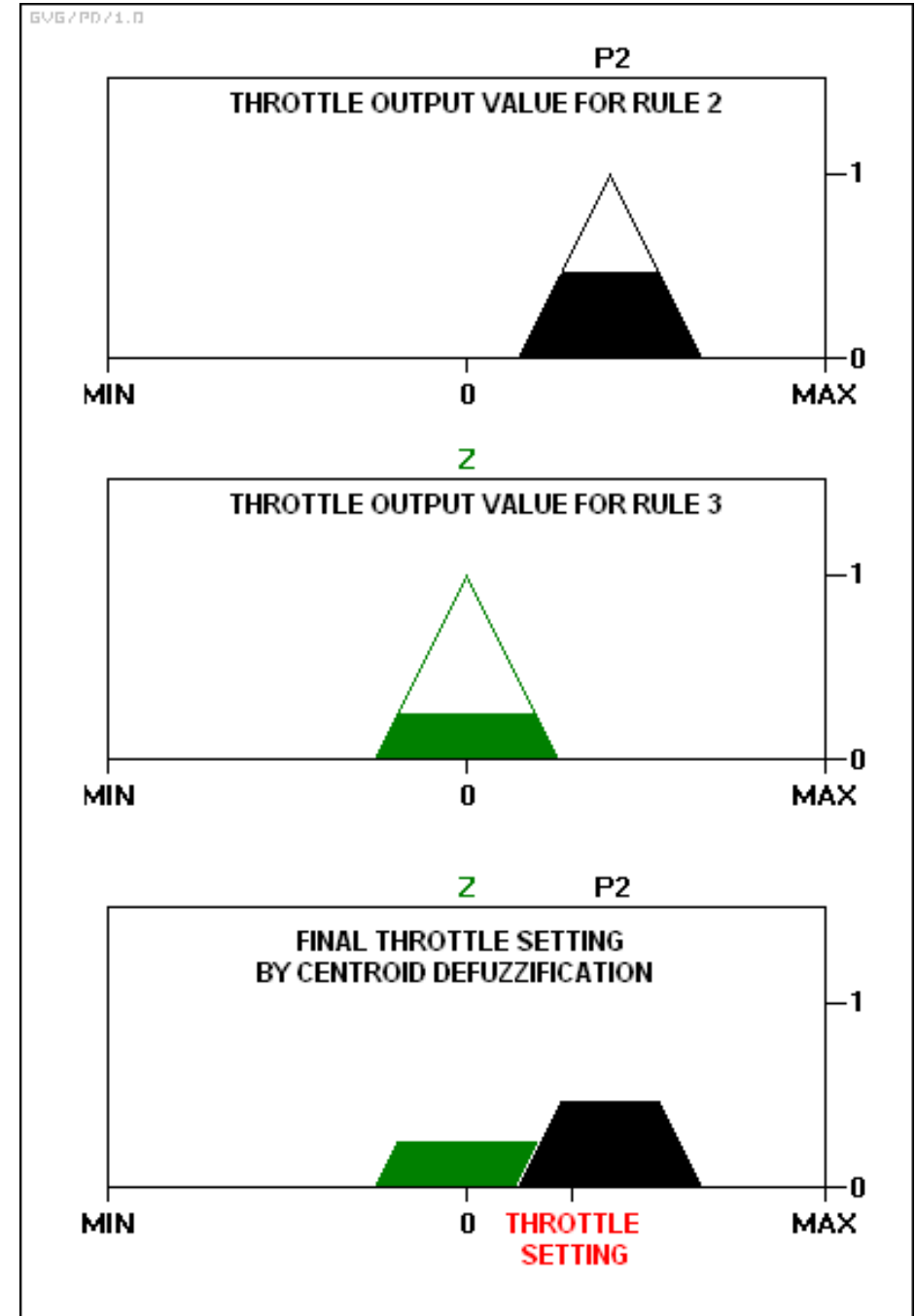
<http://www.fags.org/docs/fuzzy/>



# Дефаззификация

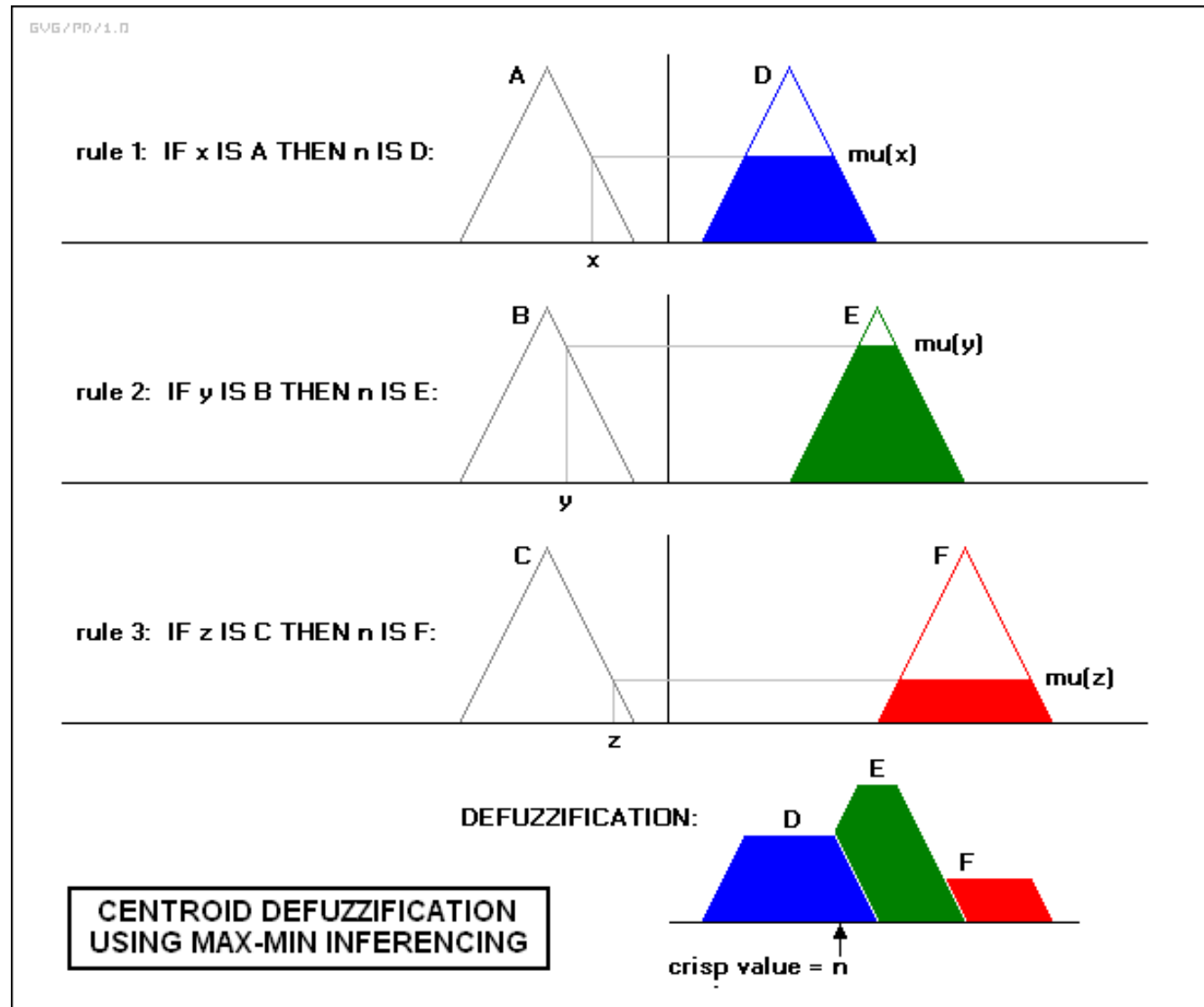


<http://www.faqs.org/docs/fuzzy/>





# Нечеткое управление — Пример (Fuzzy)



# Определение нечетких правил(Fuzzy)

(A) Voltage Error

	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
Speed Error							
PM	NL	NL	NM	ZR	PM	PL	PL
PS	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
ZR	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
NS	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
NM	NM	NS	NS	ZR	PS	PS	PM

Entry: Proportional Actuation

(B) Voltage Error

	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
Speed Error							
PM	NL	NL	NL	ZR	PS	PS	PM
PS	NL	NL	NL	ZR	PS	PS	PM
ZR	NL	NL	NL	ZR	PS	PS	PM
NS	NL	NL	NL	ZR	PS	PS	PM
NM	NL	NL	NL	ZR	PS	PS	PM

Entry: Integral Actuation

(A) Error

	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
Derived Error							
PL	ZR	PS	PM	PL	PL	PL	PL
PM	NS	ZR	PS	PM	PL	PL	PL
PS	NM	NS	ZR	PS	PM	PL	PL
ZR	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
NS	NL	NL	NM	NS	ZR	PS	PM
NM	NL	NL	NL	NM	NS	ZR	PS
NL	NL	NL	NL	NL	NM	NS	ZR

Entry: Actuation

(B) Error

	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
Derived Error							
PL	NS	NS	NS	PS	PL	PL	PL
PM	NS	NS	NS	PS	PL	PL	PL
PS	NM	NS	NS	PS	PM	PL	PL
ZR	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
NS	NL	NL	NM	NS	PS	PS	PM
NM	NL	NL	NL	NS	PS	PS	PS
NL	NL	NL	NL	NS	PS	PS	PS

Entry: Actuation

# Приложения нечеткой логики(Fuzzy)

## **a. Автомобильные системы**

- Автоматические коробки передач
- Четырехколесное рулевое управление
- Контроль окружающей среды автомобиля

## **b. Потребительские электронные товары**

- Hi-Fi системы
- Копировальные аппараты
- Фото- и видеокамеры
- Телевидение

## **c. Бытовая техника**

- Микроволновые печи
- Холодильники
- Тостеры
- Пылесосы
- Стиральные машины

## **d. Контроль окружающей среды**

- Кондиционеры/осушители/обогреватели
- Увлажнители

# Пример приложения нечеткого управления(Fuzzy)



[https://www.researchgate.net/publication/313288559 Intelligent Control Based Fuzzy Logic for Climate Control of Livestock Buildings](https://www.researchgate.net/publication/313288559_Intelligent_Control_Based_Fuzzy_Logic_for_Climate_Control_of_Livestock_Buildings)