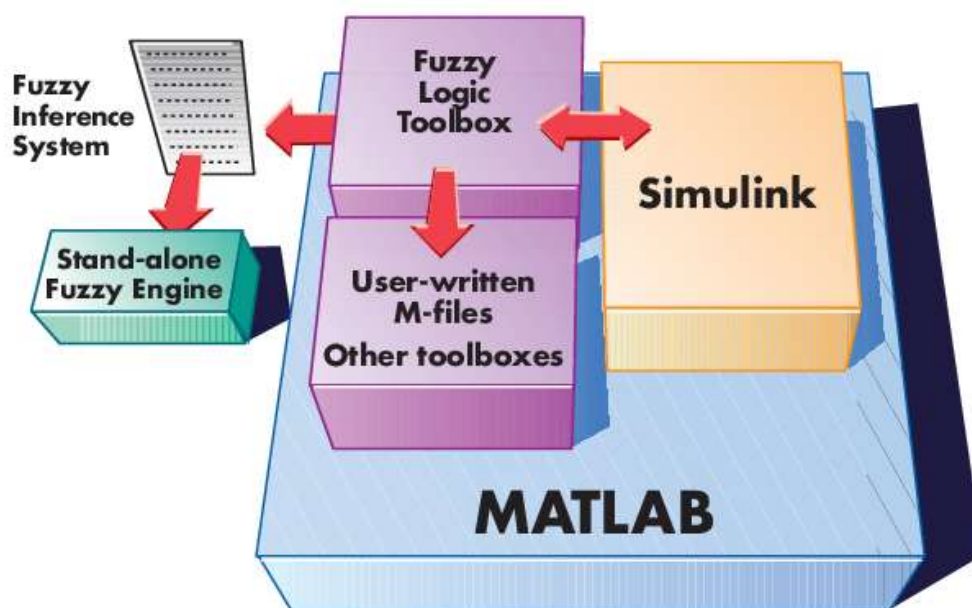


MATLAB- Fuzzy Logic Toolbox

MATLAB je integrované programové prostredie vyvíjané spoločnosťou MathWorks. Ponúka celý rad funkcií ako napr. vykresľovanie 2D a 3D grafov funkcií, implementáciu algoritmov, rôzne výpočty, počítačovú simuláciu, modelovanie, , analýzu a prezentáciu dát, paralelné výpočty, meranie, apod. Má otvorenú architektúru, ktorá umožňuje jeho využitie pre nové oblasti pomocou pridávania nových knižníc, funkcií a blokov.

Matlab obsahuje asi 300 problémovo-orientovaných aplikačných knižníc pre rôzne oblasti využitia, ktoré sa nazývajú Toolboxy napr. Signal Processing, Audio System Toolbox, Control Systems, System Identification Toolbox, Wavelet Toolbox, Neural networks, **Fuzzy Logic Toolbox**, Wavelets, Simulation Robotics System Toolbox, Bioinformatics Toolbox, WLAN System Toolbox, Financial Toolbox, MATLAB Coder, a pod. Toolboxy sú súborom všeobecných **MATLAB** funkcií (M-files).

Fuzzy Logic Toolbox je grafická nadstavba zameraná na riešenie úloh fuzzy logiky. Knižnica umožňuje vytvárať a upravovať fuzzy inferenčné systémy pomocou grafických nástrojov alebo z príkazového riadka volať funkcie. Začlenenie a previazanosť Fuzzy Logic Toolbox-u do integrovaného prostredia Matlabu znázorňuje obrázok č.1 Úlohu riešenú pomocou Fuzzy Logic Toolbox-u je možné integrovať do modelov procesov vytváraných v Simulinku. Knižnica má implementované fuzzy systémy Mamdani a Sugeno.



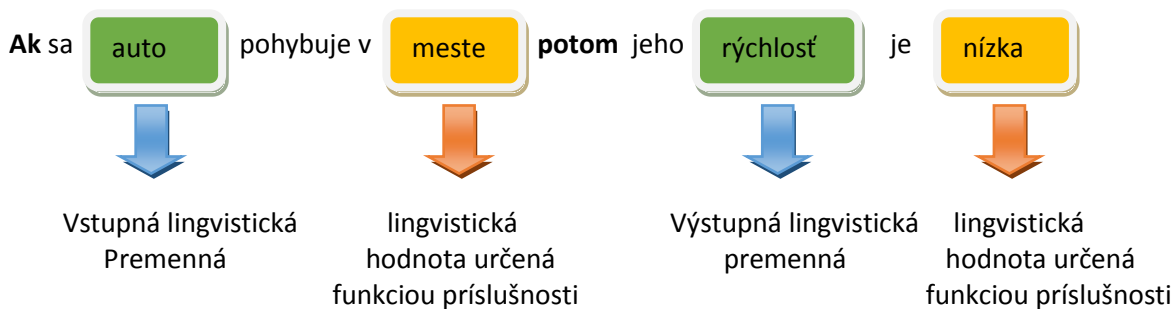
obr. 1

Základným objektom fuzzy logiky je fuzzy množina. Fuzzy množina modeluje nepresnosť hodnôt premenných, ktoré používa človek v každodennom rozhodovaní. Vývoj fuzzy množín bol podmienený presvedčením, že tradičné metódy systémovej analýzy, nie sú vhodné na opísanie vzťahov medzi premennými niektorých systémov. Fuzzy logika je založená na prirodzenom jazyku, preto používame namiesto štandardných premenných lingvistické premenné napr. Vek, Priemer, Teplota. Pre rozčlenenie rozsahov lingvistických premenných do jednotlivých fuzzy množín sa používajú pojmy málo, veľa, akurát a podobne. Z uvedeného vyplýva, že hranice medzi jednotlivými fuzzy množinami sú neostre. Príslušnosť hodnoty V/V premennej ku určitej fuzzy množine vyjadruje miera príslušnosti μ , čo sa vo fuzzy logike interpretuje pomocou príslušnej charakteristickej funkcie – funkcie príslušnosti, ktorá môže mať rôzny tvar (trojuholníkový, sigmoida,...) a nadobúda hodnoty $\mu \in (0,1)$. Znalosti

o systémoch reálneho sveta môžeme popísať výrokmi, ktoré v rámci fuzzy množín môžu nadobúdať rôzne pravdivostné hodnoty. Pri binárnej logike výrok môže nadobúdať len dve hodnoty (true a false). Vzájomné vzťahy medzi výrokmi vyjadrujú pravidlá, ktoré majú implicitný zápis v tvare:

IF fuzzy výrok THEN akcia

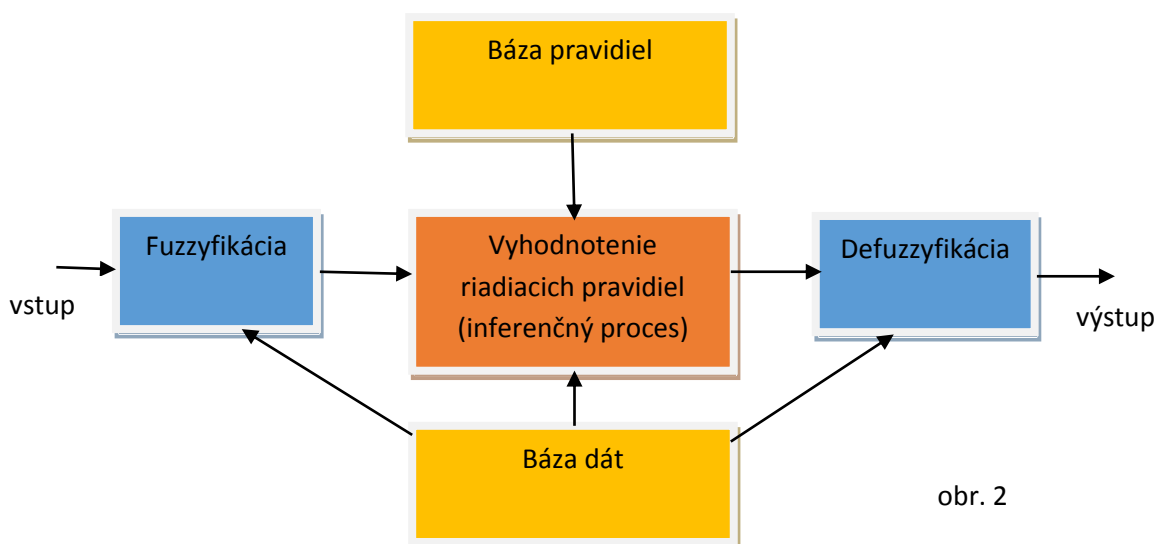
Napr.



Pri popise reálnych systémov väčšinou vieme vytvoriť viacero pravidiel, ktoré môžeme spájať pomocou zjednotenia do takzvanej bázy znalostí, čím vzniká zložený fuzzy výrok predstavujúci jednotlivé pravidlá. Najčastejšie sa vypočítava pomocou zjednotenia fuzzy množín, ktoré vznikli ako výstup z jednotlivých pravidiel. Na určenie konkrétnej tzv. ostrej hodnoty výstupnej premennej sa používajú rôzne metódy napr. metóda ťažiska.

Pri riešení problémových úloh z oblasti riadenia dosiahneme pomocou fuzzy logiky kvalitnejšie riadenie ako pri klasickom riadení pomocou PID regulátorov. Fuzzy regulátor (obr. 2) môžeme z hľadiska funkčnosti rozdeliť na:

- blok fuzzyfikácie
- blok bázy dát
- blok inferenčného mechanizmu
- blok defuzzyfikácie



obr. 2

Pri návrhu fuzzy regulátora je potrebné postupovať podľa nasledovných krokov:

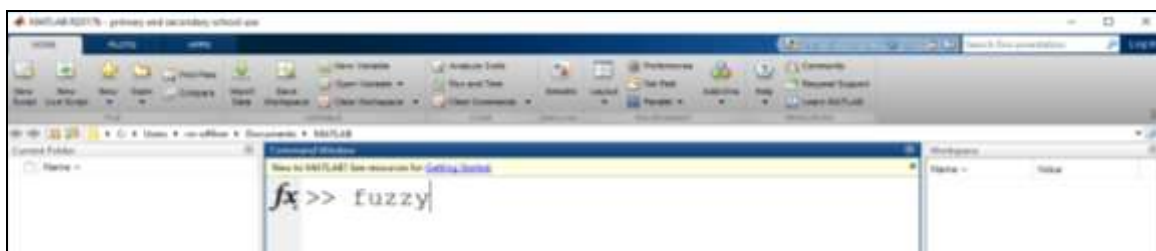
- určiť tzv. ostré vstupné a výstupné premenné napr. teplota, tlak, vek, ...,
- stanoviť ich rozsahy (napr. $-50^{\circ}\text{C} \leq \text{teplota} \leq 50^{\circ}\text{C}$, $0 < \text{vek} \leq 110$),

- pomocou lingvistických kvantifikátorov stanoviť fuzzy množiny jednotlivým V/V lingvistickým premenným (napr. pre premennú vek fuzzy množinami môžu byť mladý, stredného veku, starý) ,
- zvoliť a nastaviť parametre funkciám príslušnosti pre jednotlivé V/V lingvistické premenné napr. trojuholníková, sigmoida, apod.,
- určiť bázu dát, ktorá obsahuje operátory (AND,OR,NOT), funkcie príslušnosti, výroky napr. rýchlosť auta mimo mesta je nízka , vysoká, OK,
- stanoviť pravidlá na základe bázy dát (napr. Ak je rýchlosť auta v meste vysoká, potom zníž rýchlosť),
- vyhodnotiť pravidlá zvolenou metódou napr. Mamdaniho (Minimum) $\mu(x,y) = \min(\mu_A(x),\mu_B(y))$, čím sa získa fuzzy množina popisujúca akčný zásah.
- defuzzyfikovať neostré výstupné premenné na ostrú hodnotu.

Fuzzy Logic Toolbox:

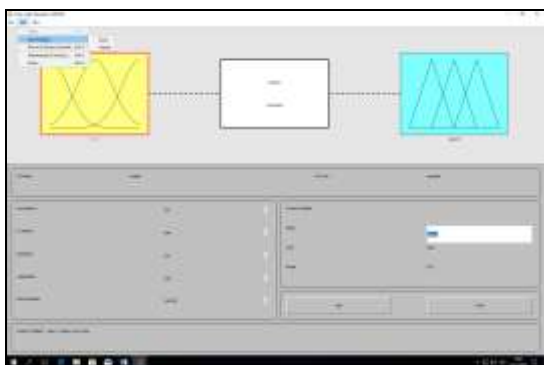


1. Najprv spustíme vývojové prostredie Matlabu
2. Knižnicu **Fuzzy Logic Toolbox** aktivujeme z príkazového riadku príkazom fuzzy.

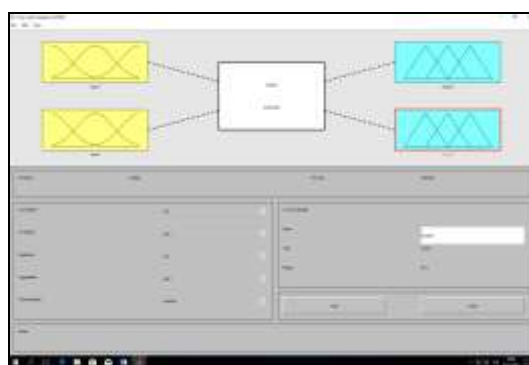


obr.1

3. Otvorí sa nasledujúce pracovné okno (obr.3). V tomto grafickom prostredí vytvára sa fuzzy model, ktorý má príponu meno_súboru.fis. je možné zadávať a pomenovať jednotlivé vstupné a výstupné premenné, logické funkcie AND alebo OR, metódu defuzzyfikácie. Pridať vstupnú resp. výstupnú premennú môžeme cez Edit/Add variable. (obr.4).

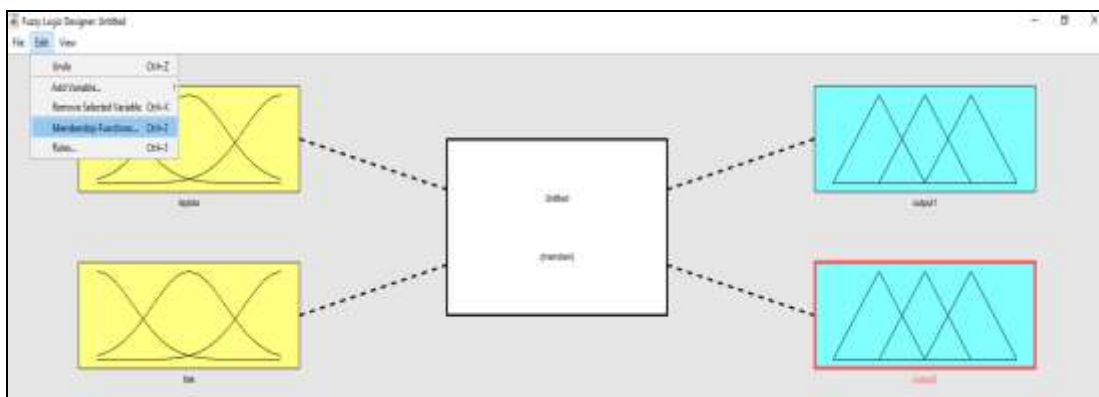


obr.3



obr.4

4. Fuzzifikáciu jednotlivých vstupných a výstupných premenných realizujeme pomocou príkazu Edit/Membership Functions (obr.5). Ku jednotlivým lingvistickým vstupným a výstupným premenným stanovíme funkcie príslušnosti . Tvary funkcií príslušnosti, čiže fuzzy množín, bývajú v jednotlivých aplikáciách rôzne a stanovujú sa spravidla intuitívne na základe skúseností.



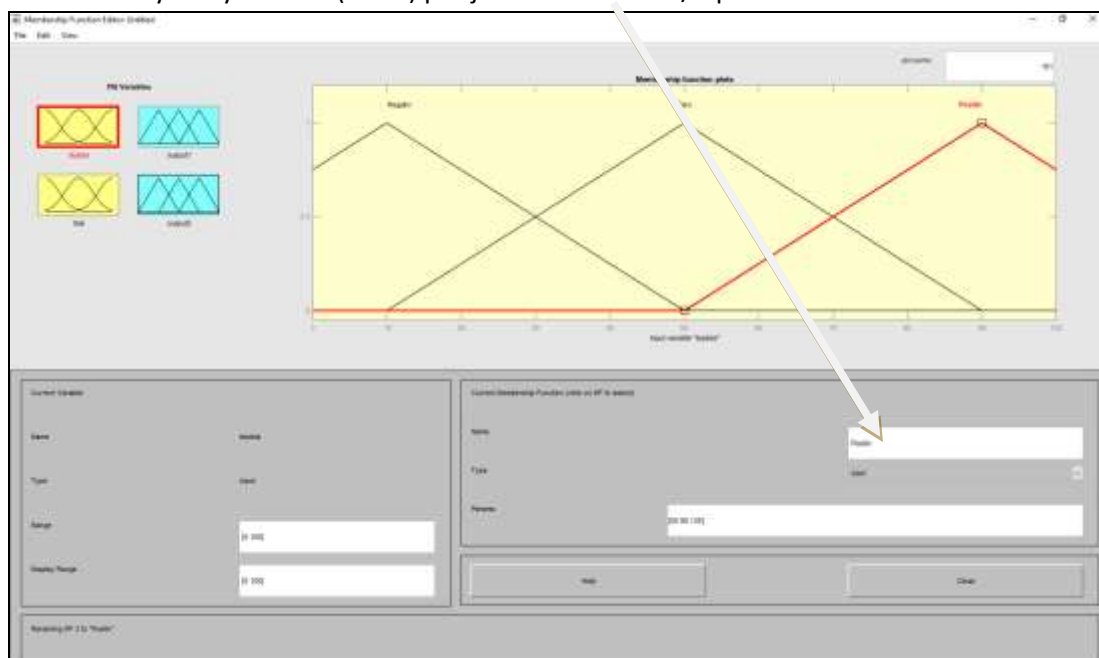
obr.5

5. Z ponuky si zvolíme typ funkcie príslušnosti (trojuholníková, lichobežníková, Gaussova, ...). Určíme rozsahy V/V premenných.



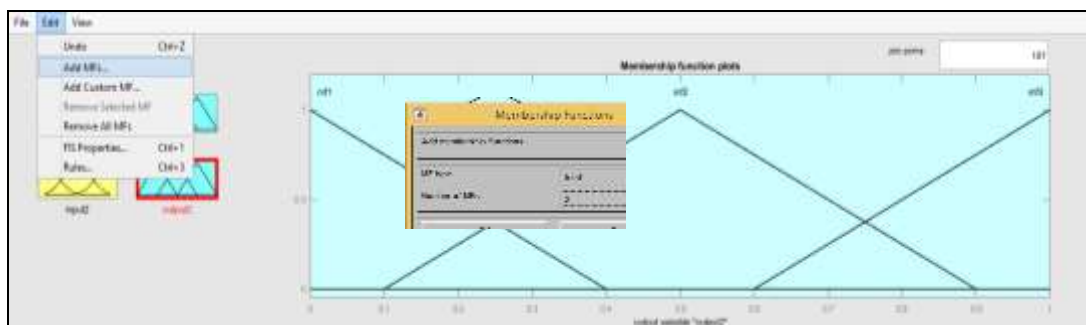
obr.6

6. Určíme názvy fuzzy množín (obr.7) pre jednotlivé ostré V/V premenné.



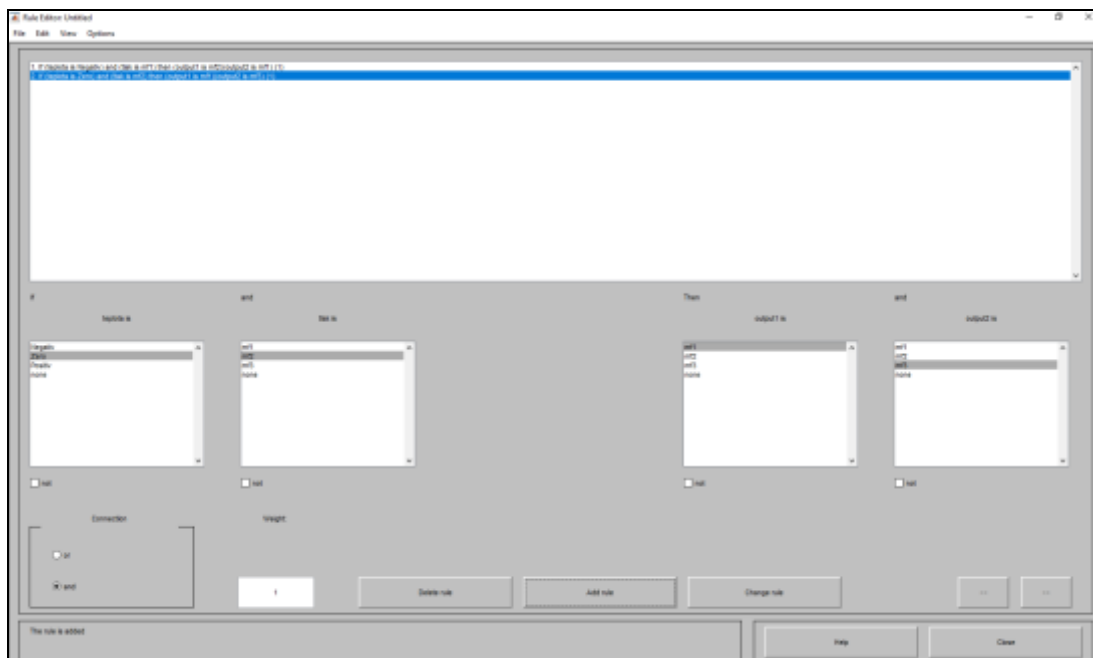
obr.7

7. Ďalšiu fuzzy množinu ku V/V premennej môžeme pridať cez Add/MFs (obr.8). Otvorí sa dialógové okno, v ktorom zadáme koľko fuzzy množín chceme pridať.



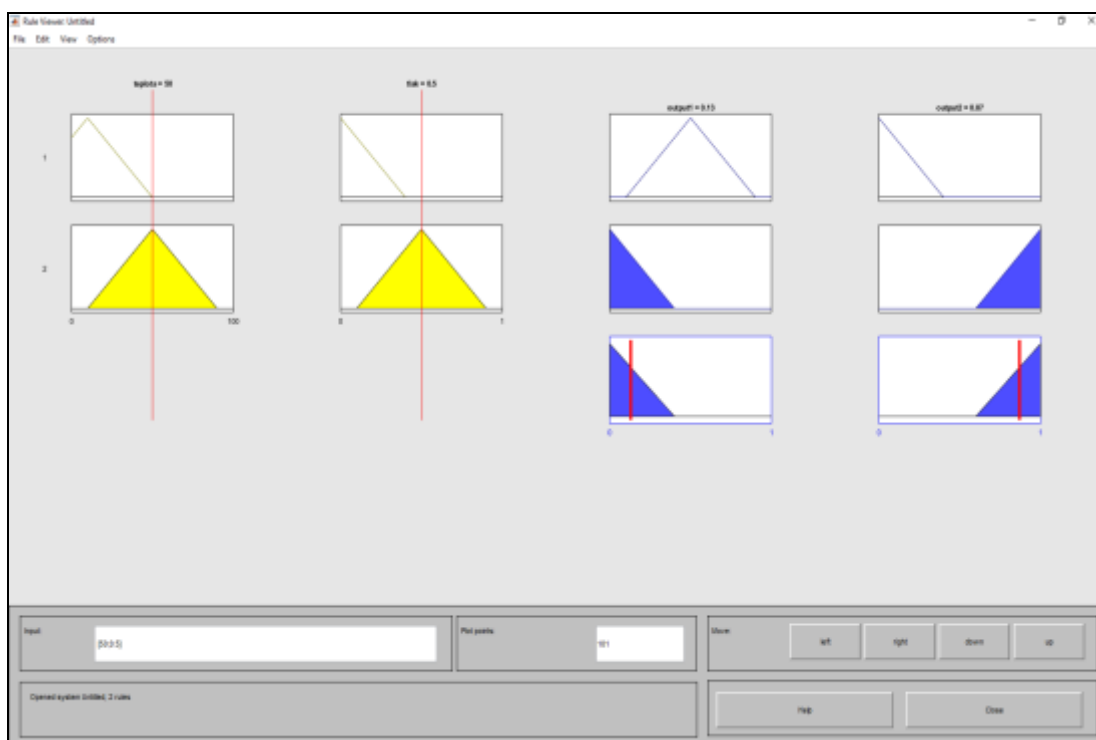
(obr.8)

8. Pravidlá sa zadávajú pomocou Edit/Rules (obr.8). Dialógové okno obsahuje príslušné fuzzy množiny vstupných a výstupných premenných, ktoré sú definované v krokoch 6-7. Pravidlá sa zadávajú v tvare fuzzy implikácie, pričom medzi jednotlivými fuzzy množinami môžu byť operátory AND, OR, NOT obr. 9.



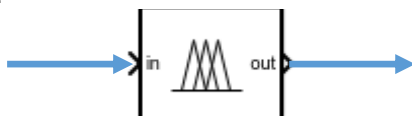
(obr.9)

9. Vyhodnocovanie jednotlivých pravidiel pri meniacich sa vstupoch je možné cez View/Rules (obr.10), kde z fuzzy výstupov získame pre hodnoty vstupných premenných ostré hodnoty výstupov.



(obr.10)

10. Fuzzy inferenčný systém (FIS) implementujeme v Simulinku pomocou bloku Fuzzy Logic Controller.

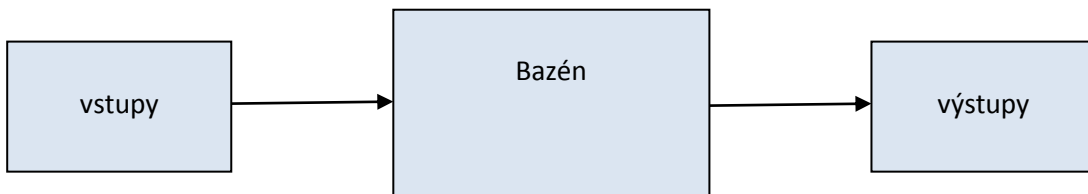


Odpovedzte na otázky:

1. Aké úlohy je možné riešiť pomocou Matlabu?
2. Ako sa nazývajú knižnice Matlabu?
3. Ktorá knižnica umožňuje riešiť úlohy, ktoré majú charakter ľudského rozhodovania a nesú znaky nejednoznačnosti?
4. Aký jazyk sa používa vo fuzzy logike?
5. Čím vyjadrujeme príslušnosť V/V premennej k fuzzy množine?
6. Definujte funkcie príslušnosti a vymenujte typy.
7. Uvedte formálny zápis pravidla, ktoré popisuje vzťah medzi fuzzy množinami.
8. Ako nazývame súhrn pravidiel popisujúci inferenčný systém?
9. Ako získame z fuzzy výstupnej premennej ostrú hodnotu?
10. Z akých blokov pozostáva fuzzy regulátor?
11. Popíšte postup návrhu fuzzy regulátora vo Fuzzy Logic Toolboxe.

Úloha: V Matlabe pomocou knižnice Fuzzy Logic Toolbox zrealizujte fuzzy riadenie výšky hladiny a teploty vody v bazéne. Určite hodnoty výstupov metódou ťažiska, ak teplota vody je 26°C a výška hladiny v bazéne je 1,7 m.

Popis zadania



Vstupy: teplota vody T, Výška hladiny H

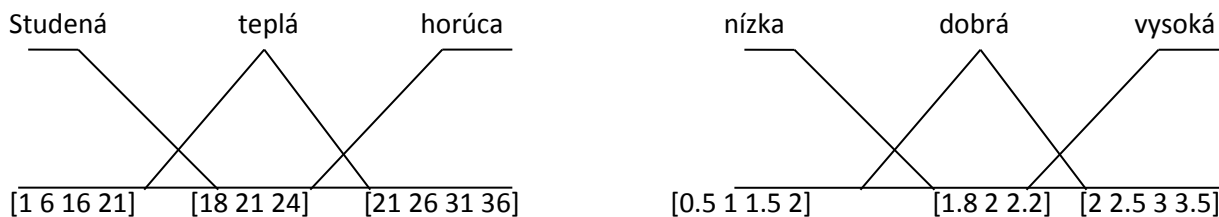
Teplota	$T < 18^\circ\text{C}$	$18^\circ\text{C} < T < 24^\circ\text{C}$	$T > 24^\circ\text{C}$
Fuzzy premenná	Studená	teplá	horúca

Výška hladiny	$H < 1.8\text{m}$	$1.8\text{m} < H < 2.2\text{m}$	$2.2\text{m} < H$
Fuzzy premenná	nízka	dobrá	vysoká

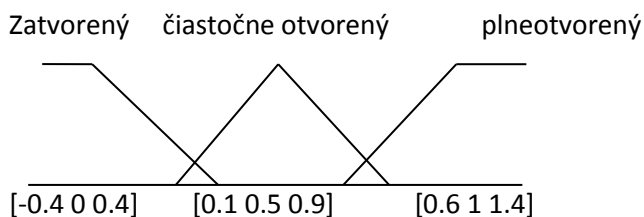
Výstupy: prietok teplej vody Qw, prietok studenej vody Qc, odtok Q

Qw, Qc, Q	0	50%	100%
Fuzzy premenná	zavretý	Čiastočne otvorený	Plne otvorený

Funkcie príslušnosti:



Výstupy: prietok teplej vody Qw, prietok studenej vody Qc, odtok Q



Báza pravidiel:

1. If (voda is studená) and (výška is vysoká) then (prietok_Qw is zatvorený)(prietok_Qc is zatvorený)(odtok Q is plneotvorený)
2. If (voda is teplá) and (výška is vysoká) then (prietok_Qw is zatvorený)(prietok_Qc is zatvorený)(odtok Q is otvorený)
3. If (voda is horúca) and (výška is vysoká) then (prietok_Qw is zatvorený)(prietok_Qc is zatvorený)(odtok Q is plneotvorený)
4. If (voda is studená) and (výška is dobrá) then (prietok_Qw is otvorený)(prietok_Qc is zatvorený)(odtok Q is otvorený)
5. If (voda is teplá) and (výška is dobrá) then (prietok_Qw is zatvorený)(prietok_Qc is zatvorený)(odtok Q is zatvorený)
6. If (voda is horúca) and (výška is dobrá) then (prietok_Qw is zatvorený)(prietok_Qc is otvorený)(odtok Q is otvorený)
7. If (voda is studená) and (výška is nízka) then (prietok_Qw is plneotvorený)(prietok_Qc is zatvorený)(odtok Q is zatvorený)
8. If (voda is teplá) and (výška is nízka) then (prietok_Qw is otvorený)(prietok_Qc is otvorený)(odtok Q is zatvorený)
9. If (voda is horúca) and (výška is nízka) then (prietok_Qw is zatvorený)(prietok_Qc is otvorený)(odtok Q is zatvorený)