

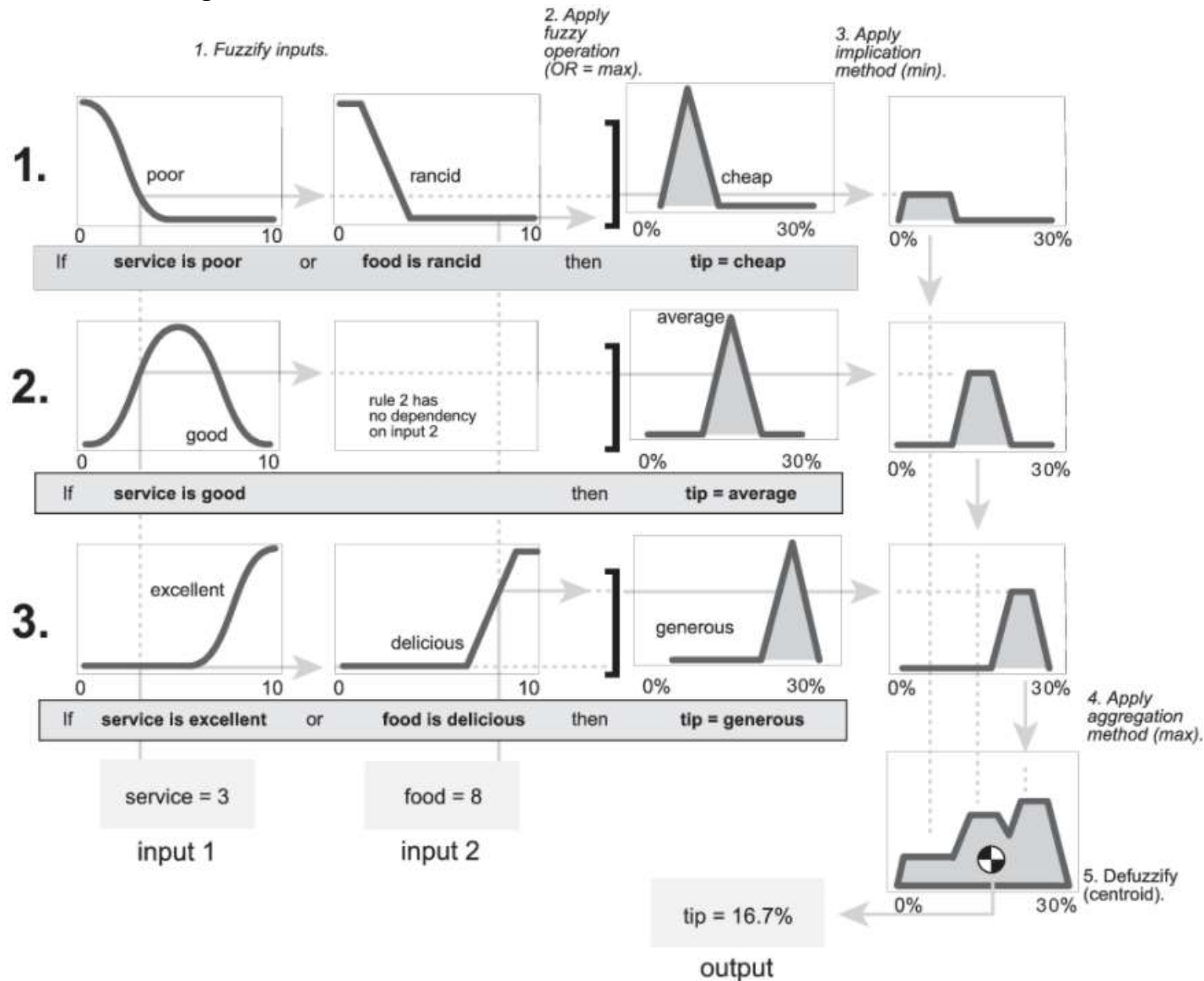
Fuzzy logika használata MATLAB segítségével



Fuzzy Logic Toolbox

Mamdani-féle következtető rendszer működése

A Mamdani rendszerek intuitívabb és könnyebben érthető szabálybázisokkal rendelkeznek, jól illeszkednek olyan szakértői rendszer alkalmazásokhoz, ahol a szabályokat humán szakértői tudásból hozzák létre, mint pl. például az orvosi diagnosztika



Másik feladat: Szauna működtetése

Probléma: Sokan nem ismerik a szaunák helyes használatát, szabályait. Ez a fuzzy rendszer abban segít a szauna használójának, hogy döntést hozzon, számára mi a megfelelő és egyben biztonságos időtartama amit a szauna használatával eltölthet, egészsége károsodása nélkül.

Egy szaunában töltött idő hosszát két paraméter segítségével határozzuk meg:

- Életkor
- Hőfok

Értékhatárok:

Az életkort 18-tól 66-ig terjedő skálán adjuk meg.

A szaunát csak az használhatja, aki 18 éves elmúlt már, de még nem töltötte be a 66-ot.

A hőfokot egy 60-100-ig terjedő skálán határozzuk meg.

Feladat:

Feladat elkészíteni egy olyan fuzzy következtető rendszert, amely a paraméterek alapján a használónak tanácsot ad, hogy mennyi időt tölthet bent a szaunában. Ezt egy 0-tól 20-ig terjedő skálán kapjuk meg.

Az alábbi nyelvi változókat használjuk:

1. Életkor: Fiatal, középkorú, idős.
2. Hőfok: Alacsony, közepes, magas.
3. Bent tartózkodás időtartama: Rövid, közepes, hosszú.

Döntéshozási szabályok a következők lesznek:

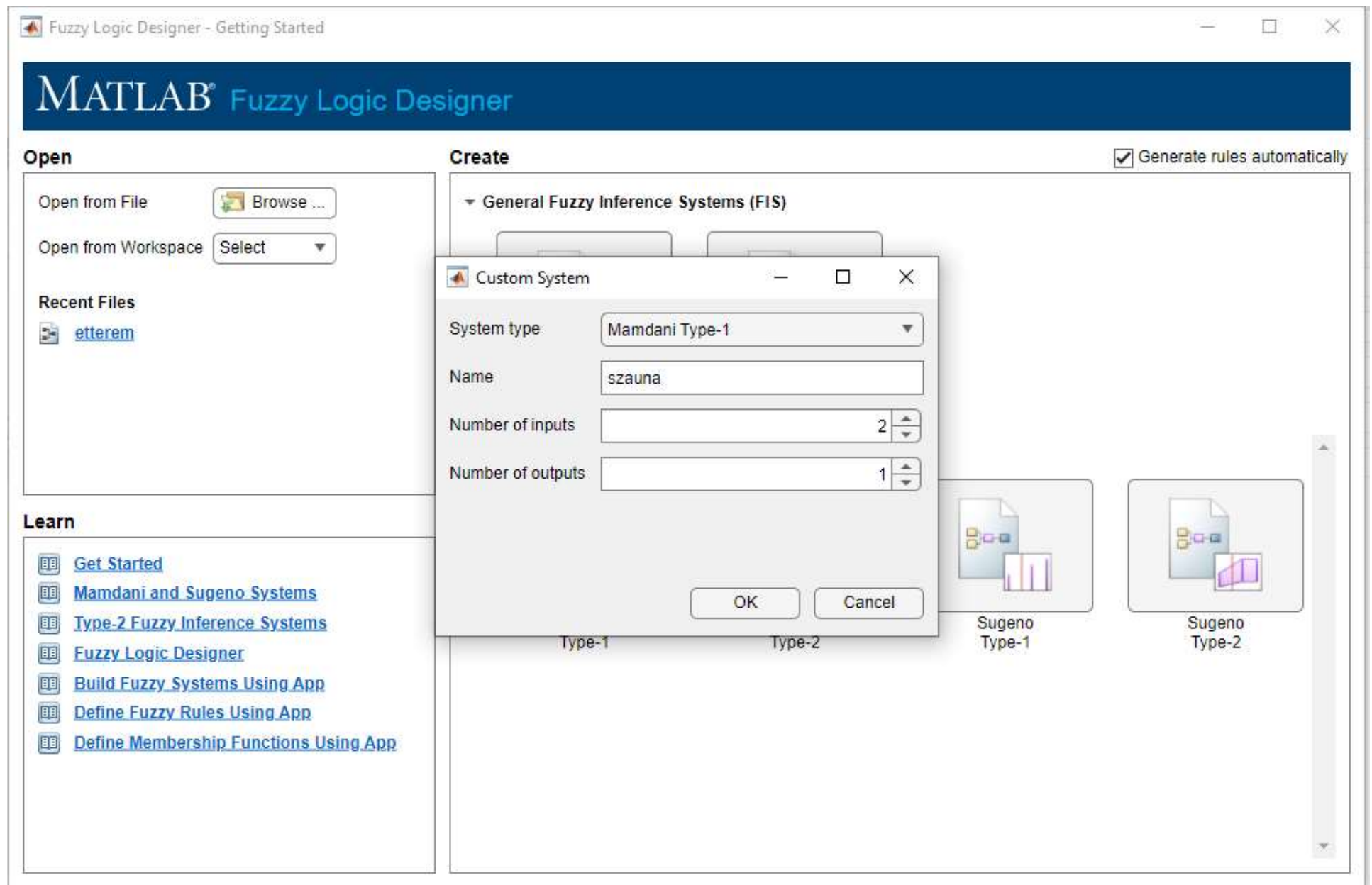
1. Ha (ÉLETKOR FIATAL ÉS HŐFOK ALACSONY) akkor (IDŐTARTAM HOSSZÚ)
2. Ha (ÉLETKOR FIATAL ÉS HŐFOK KÖZEPES) akkor (IDŐTARTAM KÖZEPES)
3. Ha (ÉLETKOR FIATAL ÉS HŐFOK MAGAS) akkor (IDŐTARTAM RÖVID)
4. Ha (ÉLETKOR KÖZÉPKORÚ ÉS HŐFOK ALACSONY) akkor (IDŐTARTAM HOSSZÚ)
5. Ha (ÉLETKOR KÖZÉPKORÚ ÉS HŐFOK KÖZEPES) akkor (IDŐTARTAM HOSSZÚ)
6. Ha (ÉLETKOR KÖZÉPKORÚ ÉS HŐFOK MAGAS) akkor (IDŐTARTAM KÖZEPES)
7. Ha (ÉLETKOR IDŐS ÉS HŐFOK ALACSONY) akkor (IDŐTARTAM KÖZEPES)
8. Ha (ÉLETKOR IDŐS ÉS HŐFOK KÖZEPES) akkor (IDŐTARTAM RÖVID)
9. Ha (ÉLETKOR IDŐS ÉS HŐFOK MAGAS) akkor (IDŐTARTAM RÖVID)

Szauna használata:

Hőfok Életkor	Alacsony	Közepes	Magas
Fiatal	Hosszú	Közepes	Rövid
Középkorú	Hosszú	Hosszú	Közepes
Idős	Közepes	Rövid	Rövid

Példa: Egy 33 éves személy szeretné használatba venni a szaunát, ami 84 fokos. Mennyi időt tölthet bent az adott személy az ismert paraméterek alapján?

1. lépés: „fuzzyLogicDesigner” elindítása parancssorból
2. lépés: A rendszer típusának, a fájl nevének, az input és output változók számának megadása



3. lépés: Nyelvi változók értékeinek a megadása és az alaphalmazok definiálása

The screenshot displays the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'szauna'. The 'PROPERTY EDITOR: INPUT' window is open, showing the configuration for the 'Eletkor' input variable. The 'Name' is 'Eletkor' and the 'Range' is '[18 66]'. The 'Number of MFs' is set to 3. Below this, a table lists the membership functions for 'Eletkor':

Name	Type	Parameters
fiatal	Trapezoidal	[0 16 30 42]
kozepkoru	Triangular	[30 42 54]
idos	Trapezoidal	[42 54 68 84]

The central workspace shows a Mamdani Type 1 inference engine. It has two input membership functions: 'Eletkor (3 MFs)' and 'Szauna_hofok (3 MFs)'. The output is 'Bent_tartozkodas_idotartama (3 MFs)'. The system summary at the bottom indicates: 'System szauna: 2 input, 1 output, 9 rules'.

3. lépés: Nyelvi változók értékeinek a megadása és az alaphalmazok definiálása

The screenshot displays the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'szauna'. The main workspace shows a Mamdani Type 1 inference system diagram with two input variables and one output variable. The input 'Szauna_hofok' is highlighted in red, and its membership functions are defined in the property editor.

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name	Type	Parameters
alacsony	Trapezoidal	[45 58.3 70 80]
kozepes	Triangular	[70 80 90]
magas	Trapezoidal	[80 90 102 115]

System szauna: 2 input, 1 output, 9 rules

3. lépés: Nyelvi változók értékeinek a megadása és az alaphalmazok definiálása

The screenshot displays the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'szauna'. The main workspace shows a Mamdani Type 1 inference diagram. The inputs are 'Eletkor' (3 MFs) and 'Szauna_hofok' (3 MFs). The output is 'Bent_tartozkodas_idotartama' (3 MFs). The output plot is highlighted with a red box and a green oval. The property editor on the right shows the output name and range, and a table of membership functions.

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name: Bent_tartozkodas_idotartama

Range: [0 20]

Number of MFs: 3

Name	Type	Parameters
rovid	Trapezoidal	[-7.5 -0.833 5 10]
kozepes	Triangular	[5 10 15]
hosszu	Trapezoidal	[10 15 20.8 27.5]

System szauna: 2 input, 1 output, 9 rules

4. lépés: Nyelvi változók értékeihez fuzzy halmazok rendelése

The screenshot displays the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'szauna'. The 'Membership Function (MF) Editor' is active, showing a plot for the input variable 'Eletkor'. The plot features three fuzzy membership functions: 'fiatal' (blue trapezoidal), 'kozepkoru' (orange triangular), and 'idos' (yellow trapezoidal). The x-axis ranges from 20 to 65, and the y-axis ranges from 0 to 1. A red arrow points from the text above to the 'kozepkoru' function. A red circle highlights the x-axis labels.

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name:

Range:

Number of MFs: 3

Name	Type	Parameters
fiatal	Trapezoidal	[0 16 30 42]
kozepkoru	Triangular	[30 42 54]
idos	Trapezoidal	[42 54 68 84]

4. lépés: Nyelvi változók értékeihez fuzzy halmazok rendelése

The screenshot displays the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'szauna'. The 'Membership Function (MF) Editor' window is active, showing a 'Membership Function Plot' for the input variable 'Szauna_hofok'. The plot features three fuzzy membership functions: 'alacsony' (blue trapezoidal), 'kozepes' (red triangular), and 'magas' (yellow trapezoidal). The x-axis represents the input variable 'Szauna_hofok' with values from 60 to 100, and the y-axis represents the 'Degree of Membership' from 0 to 1. The 'alacsony' function is 1.0 from 60 to 70 and then decreases to 0 at 80. The 'kozepes' function is 0 until 70, peaks at 1.0 at 80, and returns to 0 at 90. The 'magas' function is 0 until 80, increases to 1.0 at 90, and remains at 1.0 until 100. The 'PROPERTY EDITOR: INPUT' on the right shows the variable name 'Szauna_hofok' and its range [60 100]. A table below lists the parameters for each membership function.

Name	Type	Parameters
alacsony	Trapezoidal	[45 58.3 70 80]
kozepes	Triangular	[70 80 90]
magas	Trapezoidal	[80 90 102 115]

4. lépés: Nyelvi változók értékeihez fuzzy halmazok rendelése

Fuzzy Logic Designer: szauna

DESIGN

New Save Import MF

Mamdani to Sugeno Type-1 to Type-2 CONVERT FIS

Number of Samples 101

Rule Inference Control Surface

Store Current Design Export

DESIGNS EXPORT

DESIGN BROWSER

Fuzzy Inference System (FIS) Plot Membership Function (MF) Editor

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name Bent_tartozkodas_idotartama

Range [0 20]

Number of MFs: 3

Name	Type	Parameters
rovid	Trapezoidal	[-7.5 -0.833 5 10]
kozepes	Triangular	[5 10 15]
hosszu	Trapezoidal	[10 15 20.8 27.5]

System: szauna

Membership Function Plot

Degree of Membership

Output Variable "Bent tartozkodas idotartama"

rovid kozepes hosszu

5. lépés: Szabályok bevitele + számoláshoz használt függvények kiválasztása

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'szauna'. The 'Rule Editor' tab is active, displaying a table of rules. The 'PROPERTY EDITOR: FIS' panel on the right shows the configuration for the Mamdani Type-1 inference method. The 'And method', 'Or method', 'Implication method', 'Aggregation method', and 'Defuzzification method' dropdown menus are circled in red.

Rule	Weight	Name
1 If Eletkor is fiatal and Szauna_hofok is alacsony then Bent_tartozkodas_idotartama is hosszu	1	rule1
2 If Eletkor is fiatal and Szauna_hofok is kozepes then Bent_tartozkodas_idotartama is kozepes	1	rule2
3 If Eletkor is fiatal and Szauna_hofok is magas then Bent_tartozkodas_idotartama is rovid	1	rule3
4 If Eletkor is kozepkoru and Szauna_hofok is alacsony then Bent_tartozkodas_idotartama is hosszu	1	rule4
5 If Eletkor is kozepkoru and Szauna_hofok is kozepes then Bent_tartozkodas_idotartama is hosszu	1	rule5
6 If Eletkor is kozepkoru and Szauna_hofok is magas then Bent_tartozkodas_idotartama is kozepes	1	rule6
7 If Eletkor is idos and Szauna_hofok is alacsony then Bent_tartozkodas_idotartama is kozepes	1	rule7
8 If Eletkor is idos and Szauna_hofok is kozepes then Bent_tartozkodas_idotartama is rovid	1	rule8
9 If Eletkor is idos and Szauna_hofok is magas then Bent_tartozkodas_idotartama is rovid	1	rule9

PROPERTY EDITOR: FIS

Type: Mamdani Type-1

Name: szauna

And method: min

Or method: max

Implication method: min

Aggregation method: max

Defuzzification method: centroid

Inputs: 2

Outputs: 1

Rules: 9

5. lépés: Szimuláció - Szabály alapú következtetés használata

The screenshot displays the Fuzzy Logic Designer interface during a simulation. The main workspace shows the inference process for the 'szauna' system. Input values are [33 84]. The workspace contains membership function plots for 'Eletkor' and 'Szauna_hofok'. The output plot shows the resulting fuzzy set for 'Bent_tartozkodas_idotartama' with a value of 9.16. The 'Rule Inference' button in the toolbar is circled in red, and the output value is circled in green. The property editor on the right shows Mamdani Type-1 settings.

Green Annotations:

- A bemeneti értékek miatt 4 szabály aktivizálódik és együttesen fogják meghatározni a következtetés eredményét, ami egy fuzzy halmaz
- Az eredményül kapott fuzzy halmazt defuzzifikálni kell, amelynek eredménye egy számérték, amely a felhasználó számára már értelmezhető

5. lépés: Szimuláció – Control Surface használata

Fuzzy Logic Designer: szauna

DESIGN

FILE: New, Save, Import

ADD COMPONENTS: Input, Output, Rule, Add All Rules

CONVERT FIS: Mamdani to Sugeno, Type-1 to Type-2

Number of Samples: 101

SIMULATION: Rule Inference, **Control Surface**

DESIGNS: Store Current Design, Export

DESIGN BROWSER

Active	Design	Type
✓	szauna	Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

- szauna
 - Inputs
 - Outputs
 - Rules

PROPERTY EDITOR: FIS

Type: Mamdani Type-1

Name: szauna

And method: min

Or method: max

Implication method: min

Aggregation method: max

Defuzzification method: centroid

Inputs: 2

Outputs: 1

Rules: 9

System: szauna

Axes: X: Eletkor, Y: Szauna_hofok, Z: Bent_tartozkodas_idotartama

Mesh Points: X: 15, Y: 15

Reference Inputs:

18
16
14
12
10
8
6
4
2

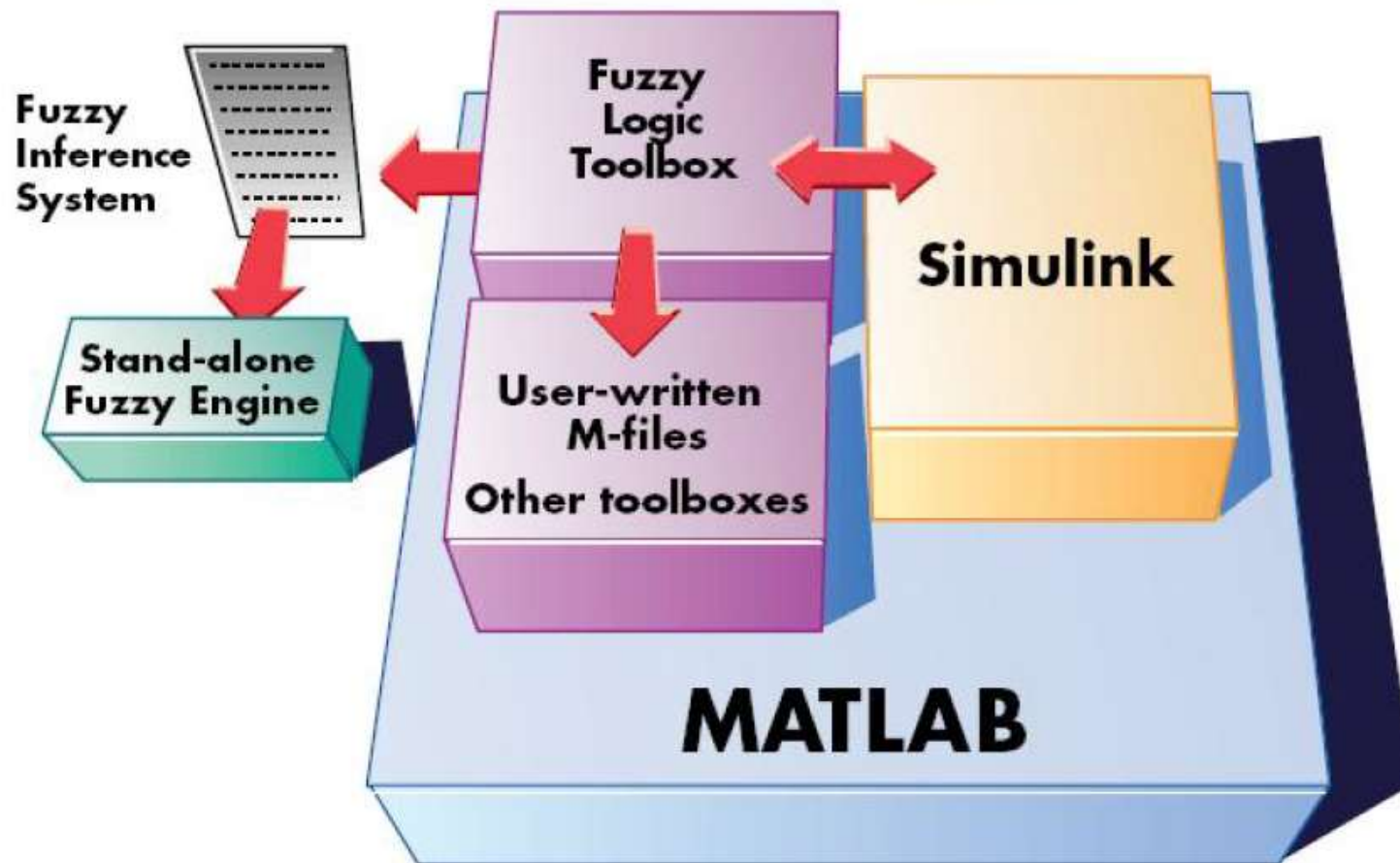
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

70
60
50
40
30
20
10

Szauna_hofok

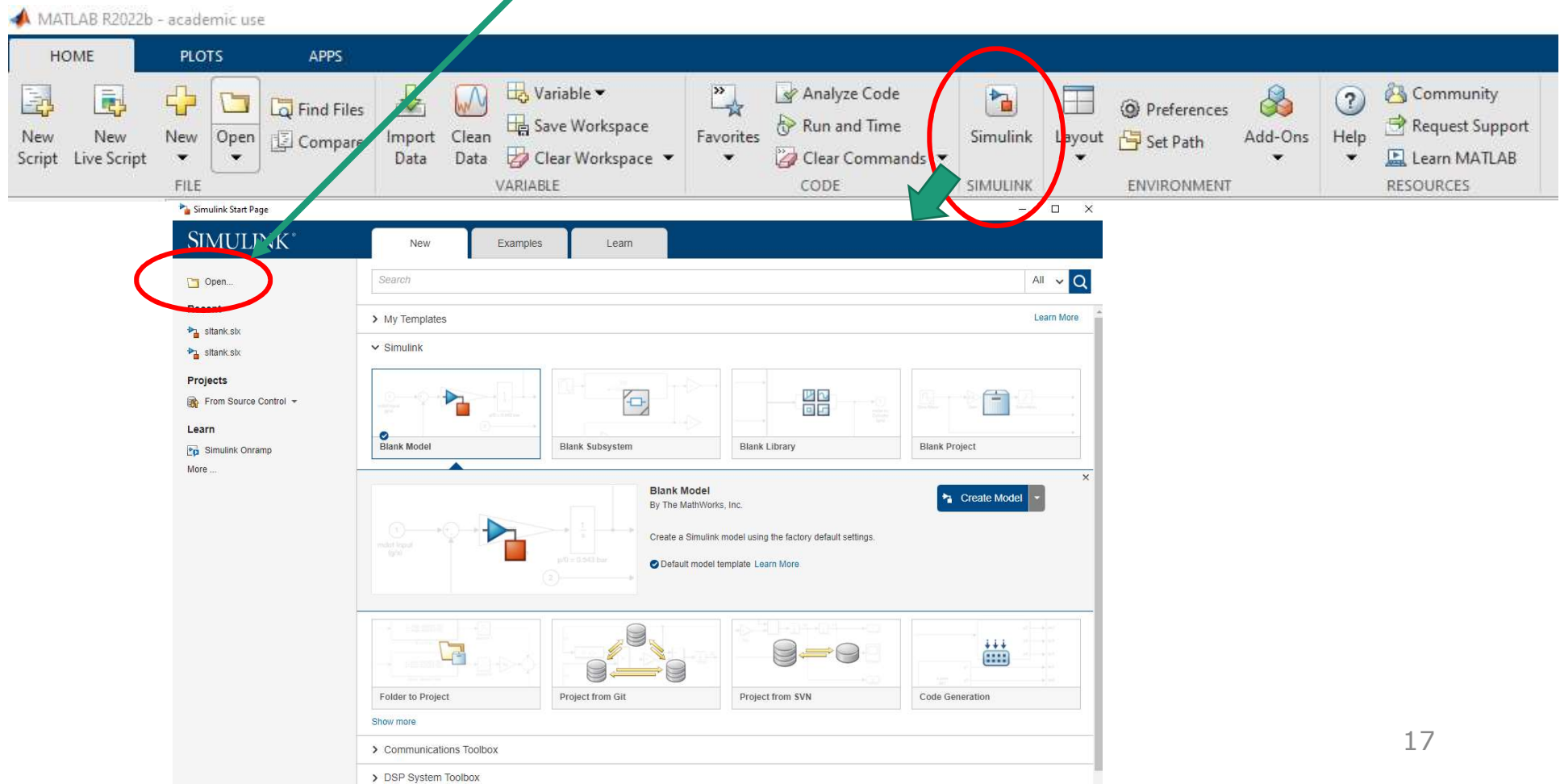
Eletkor

A fuzzy következtetési rendszer szimulációja a Simulink használatával

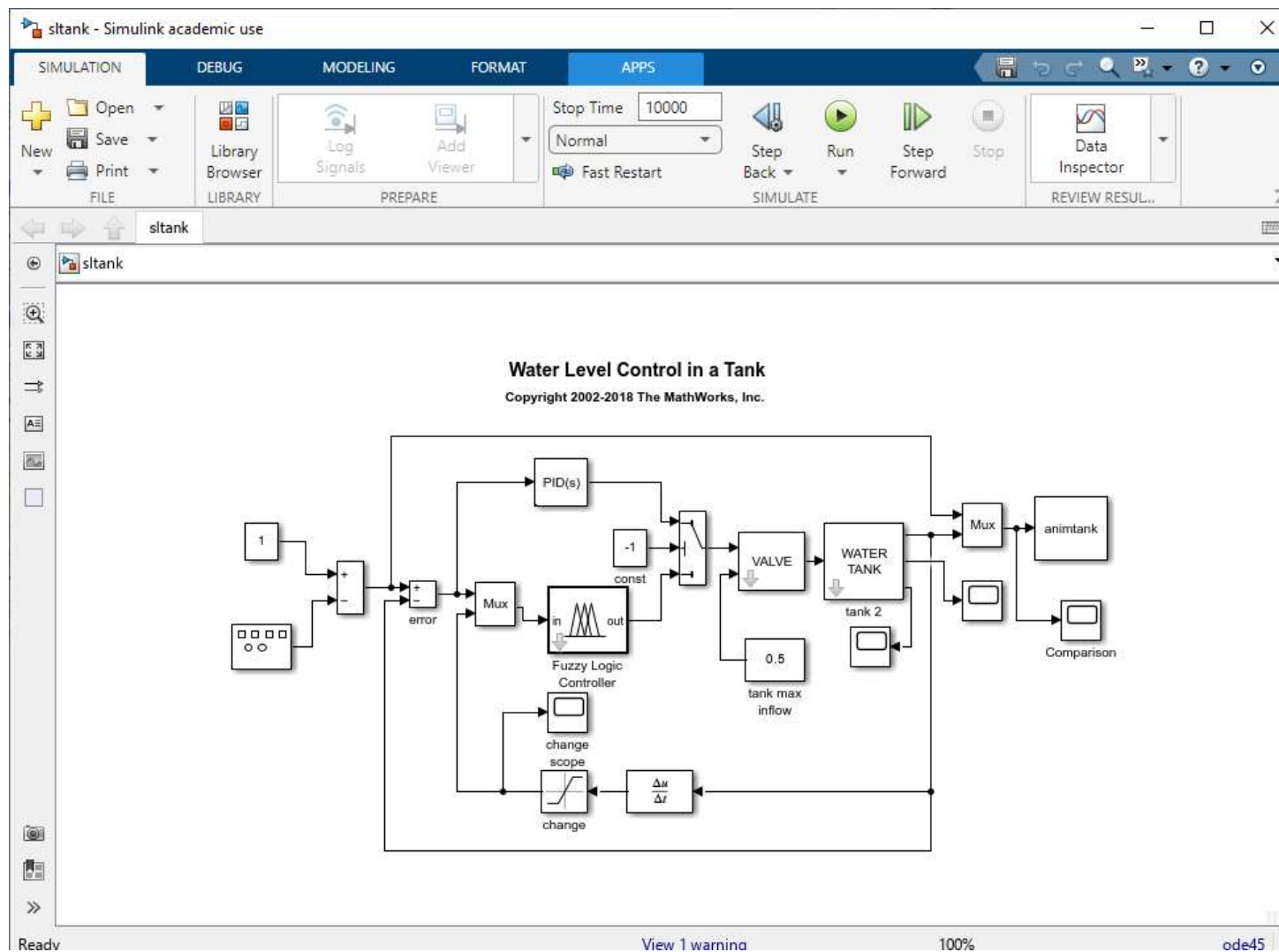


A fuzzy következtetési rendszer szimulációja a Simulink használatával

- Feladat: egy tartályban lévő víz szintjének ellenőrzése, vezérlése
- Ehhez meg kell nyitni egy már létrehozott modellt (vagy meg kell szerkeszteni): [sltank.slx](#)



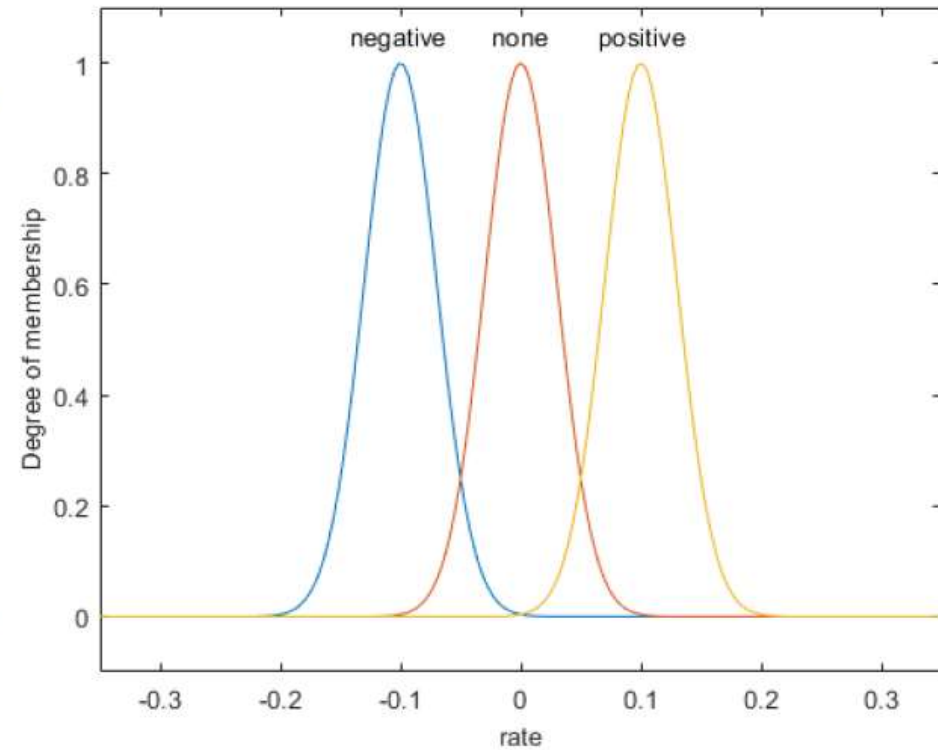
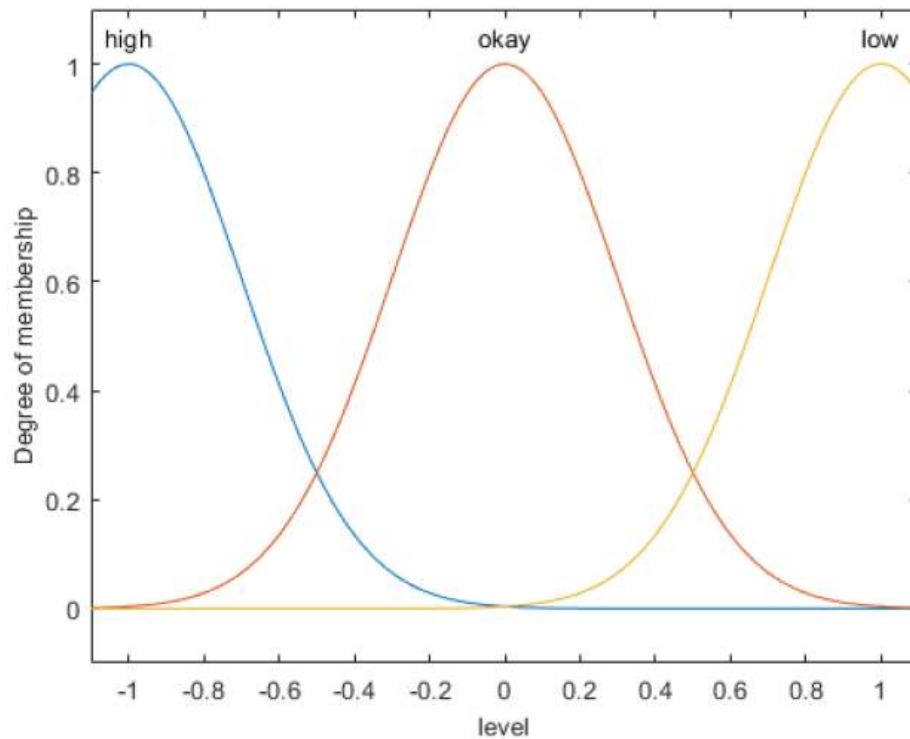
A felhasználásra kerülő modell



- A fuzzy rendszernek két bemenete van (`tank.fis`)
 - a vízszint hiba: `szint`
 - a vízszint változásának sebessége: `sebesség`
- Minden bemenet három tagsági függvénnyel van leírva (parancssorból ezek kirajzoltathatók az alábbi parancsokkal a képernyőre):

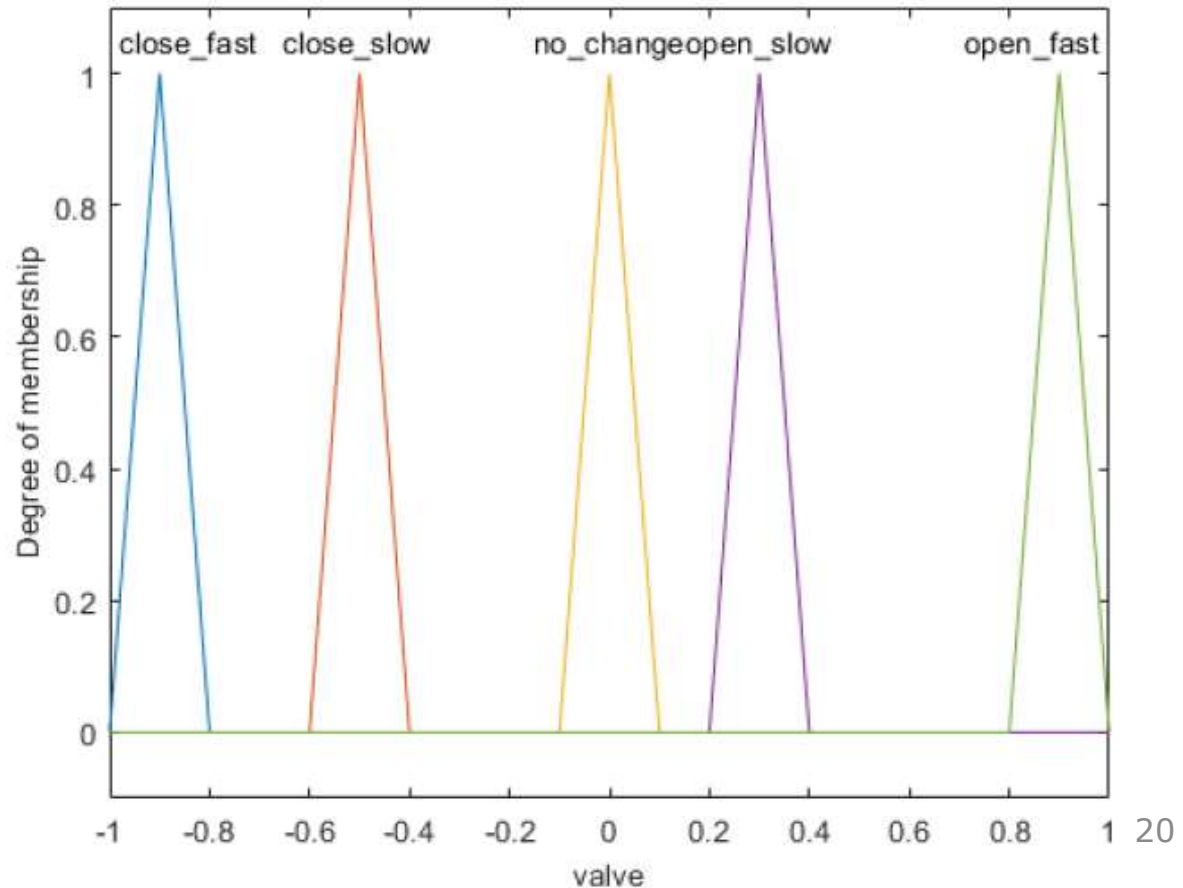
```
figure
plotmf(tank,'input',1)
figure
plotmf(tank,'input',2)
```

Új ablakot tudunk nyitni a függvények megjelenítéséhez



- A fuzzy rendszer kimenete az a sebesség, amellyel a vezérlőszelep nyit vagy zár: **szelep**
- 5 tagsági függvénnel rendelkezik
- A kiáramló cső átmérője miatt a víztartály ebben a rendszerben lassabban ürül, mint megtelik. Ennek az egyensúlyhiánynak a kiegyenlítésére a **close_slow** és az **open_slow** szelep tagsági függvények nem szimmetrikusak.

```
plotmf(tank, 'output', 1)
```



A fuzzy rendszernek öt szabálya van. Az első három szabály csak a vízszint hibája alapján állítja be a szelepet.

1. Ha a vízszint rendben van, akkor ne állítsa be a szelepet.
2. Ha alacsony a vízszint, akkor gyorsan nyissa ki a szelepet.
3. Ha magas a vízszint, akkor gyorsan zárja el a szelepet.

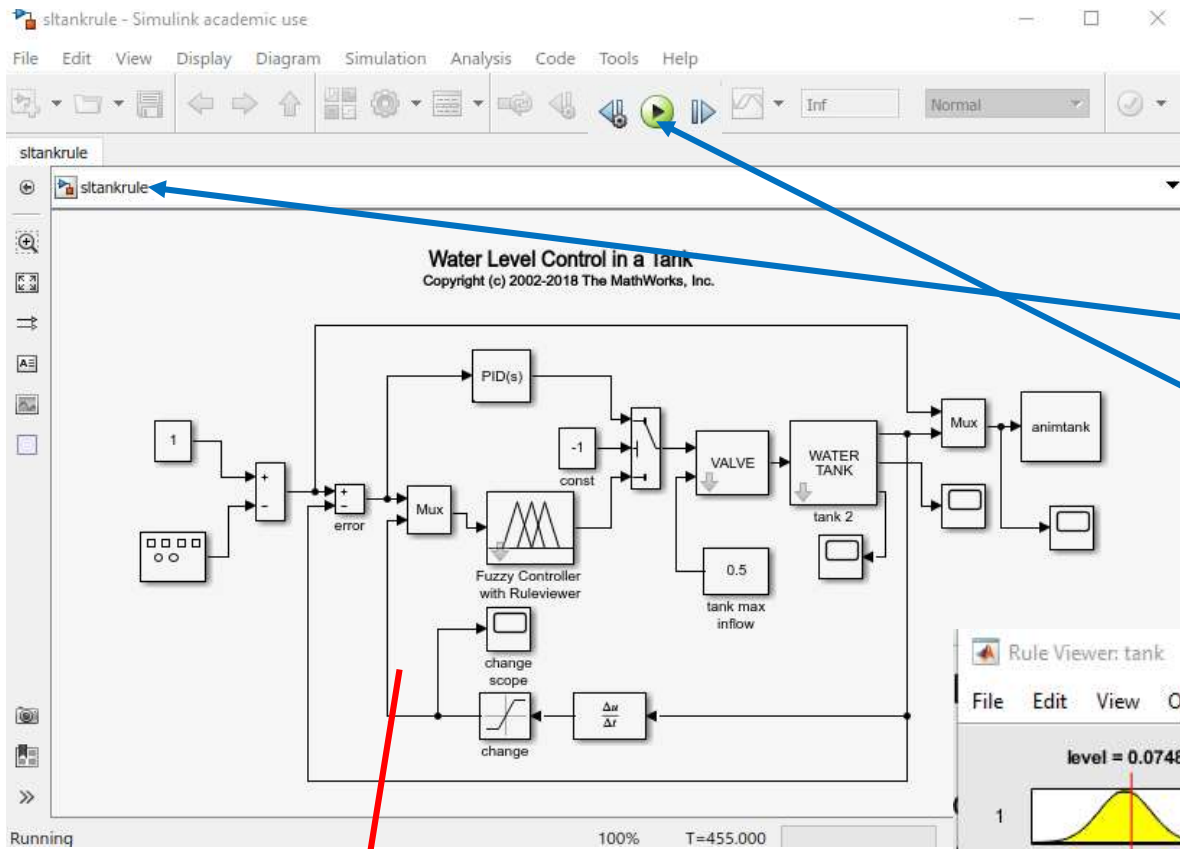
A másik két szabály a vízszint változásának sebessége alapján állítja be a szelepet, amikor a vízszint az alapérték közelében van.

4. Ha a vízszint rendben van és növekszik, zárja le lassan a szelepet.
5. Ha a vízszint rendben van és csökken, akkor lassan nyissa ki a szelepet.

tank.fis felépítése (Editorba betölthető, szerkeszthető)

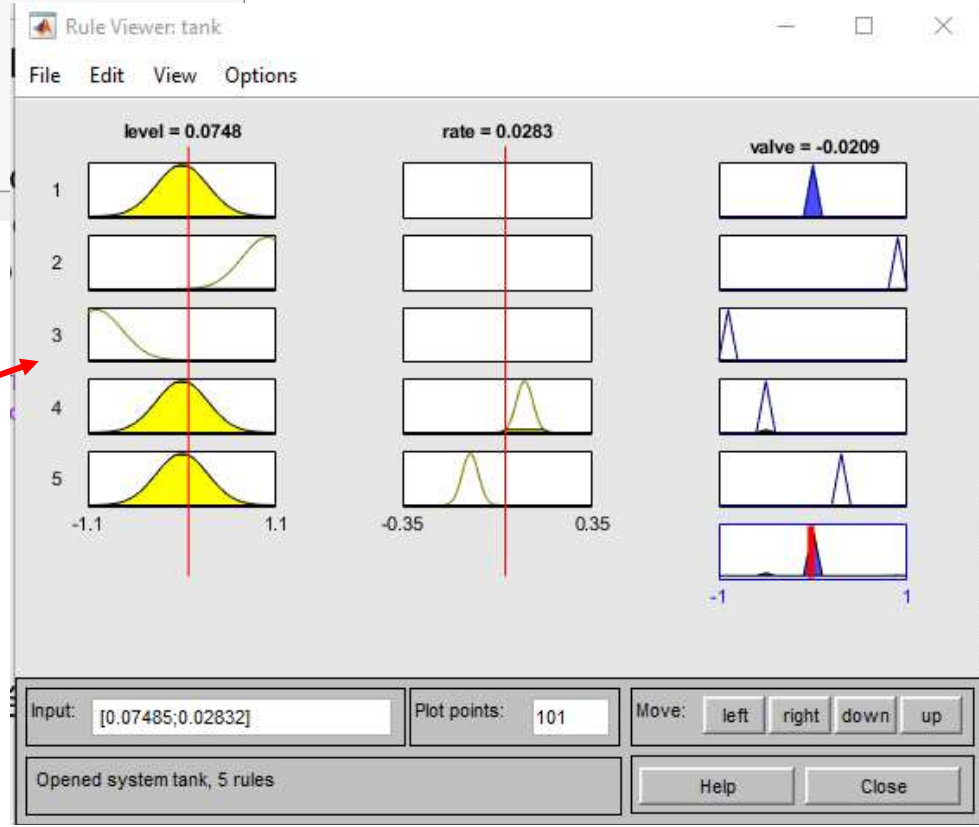
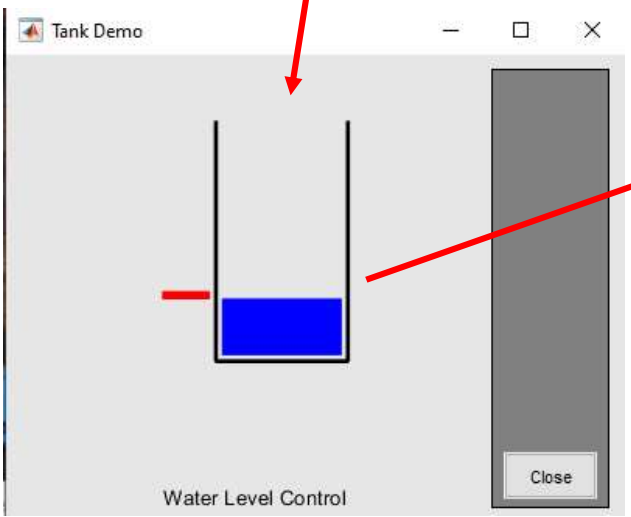
```
1 [System]
2 Name='tank'
3 Type='mamdani'
4 Version=2.0
5 NumInputs=2
6 NumOutputs=1
7 NumRules=5
8 AndMethod='prod'
9 OrMethod='probor'
10 ImpMethod='prod'
11 AggMethod='max'
12 DefuzzMethod='centroid'
13
14 [Input1]
15 Name='level'
16 Range=[-1.1 1.1]
17 NumMFs=3
18 MF1='high': 'gaussmf',[0.3 -1]
19 MF2='okay': 'gaussmf',[0.3 0]
20 MF3='low': 'gaussmf',[0.3 1]
```

```
22 [Input2]
23 Name='rate'
24 Range=[-0.35 0.35]
25 NumMFs=3
26 MF1='negative': 'gaussmf',[0.03 -0.1]
27 MF2='none': 'gaussmf',[0.03 0]
28 MF3='positive': 'gaussmf',[0.03 0.1]
29
30 [Output1]
31 Name='valve'
32 Range=[-1 1]
33 NumMFs=5
34 MF1='close_fast': 'trimf',[-1 -0.9 -0.8]
35 MF2='close_slow': 'trimf',[-0.6 -0.5 -0.4]
36 MF3='no_change': 'trimf',[-0.1 0 0.1]
37 MF4='open_slow': 'trimf',[0.2 0.3 0.4]
38 MF5='open_fast': 'trimf',[0.8 0.9 1]
39
40 [Rules]
41 2 0, 3 (1) : 1
42 3 0, 5 (1) : 1
43 1 0, 1 (1) : 1
44 2 3, 2 (1) : 1
45 2 1, 4 (1) : 1
```

A Fuzzy Logic Controller with Ruleviewer blokk segítségével is szimulálhatjuk a fuzzy rendszerünket: [sltankrule.slx](#) indítása

A Run gombbal indíthatjuk a szimulációt



További
gyakorló
feladat:

Feladat: a befektetési tanácsadó az ügyfele befektetési lehetőségére az alábbi paraméterekből következtet:

- 1) Kockázatvállalási hajlandóság
- 2) Befektetni kívánt tőke nagysága
- 3) Befektetési időtartam

Mindegyik paramétert egy 0-tól 10-ig terjedő skálán egy számértékkel jellemezzük. Olyan fuzzy következtető rendszert kell készíteni, amely a paraméterek alapján tanácsot ad a javasolt befektetési formára.

Használjuk a következő nyelvi változókat:

- 1) Kockázatvállalási hajlandóság: *kockázatkerülő, kockázattűrő, kockázatkedvelő*
- 2) Befektetni kívánt tőke nagysága: *kicsi, közepes, nagy*
- 3) Befektetési időtartam: *rövid, közepes, hosszú*
- 4) Befektetési forma: *bankbetét, befektetési alap, részvény*

A szabályaink, amelyek alapján döntést hozunk:

- 1) Ha a *befektetési időtartam rövid*, akkor a *befektetési forma* legyen *bankbetét*.
- 2) Ha a *kockázatvállalási hajlandóság kockázatkerülő* és a *befektetési időtartam közepes vagy hosszú*, akkor a *befektetési forma* legyen *befektetési alap*.
- 3) Ha a *befektetni kívánt tőke nagysága kicsi*, akkor a *befektetési forma* legyen *bankbetét*.
- 4) Ha a *befektetni kívánt tőke nagysága közepes vagy nagy* és a *kockázatvállalási hajlandóság kockázatkerülő vagy kockázattűrő*, akkor a *befektetési forma* legyen *befektetési alap*.
- 5) Ha a *befektetni kívánt tőke nagysága közepes vagy nagy* és a *kockázatvállalási hajlandóság kockázatkedvelő*, akkor a *befektetési forma* legyen *részvény*.
- 6) Ha a *befektetési időtartam közepes*, akkor a *befektetési forma* legyen *befektetési alap*.
- 7) Ha a *befektetési időtartam hosszú* és a *kockázatvállalási hajlandóság kockázatkedvelő*, akkor a *befektetési forma* legyen *részvény*.
- 8) Ha a *befektetési időtartam hosszú* és a *kockázatvállalási hajlandóság kockázatkerülő vagy kockázattűrő*, akkor a *befektetési forma* legyen *befektetési alap*.