

Fuzzy logika használata MATLAB segítségével

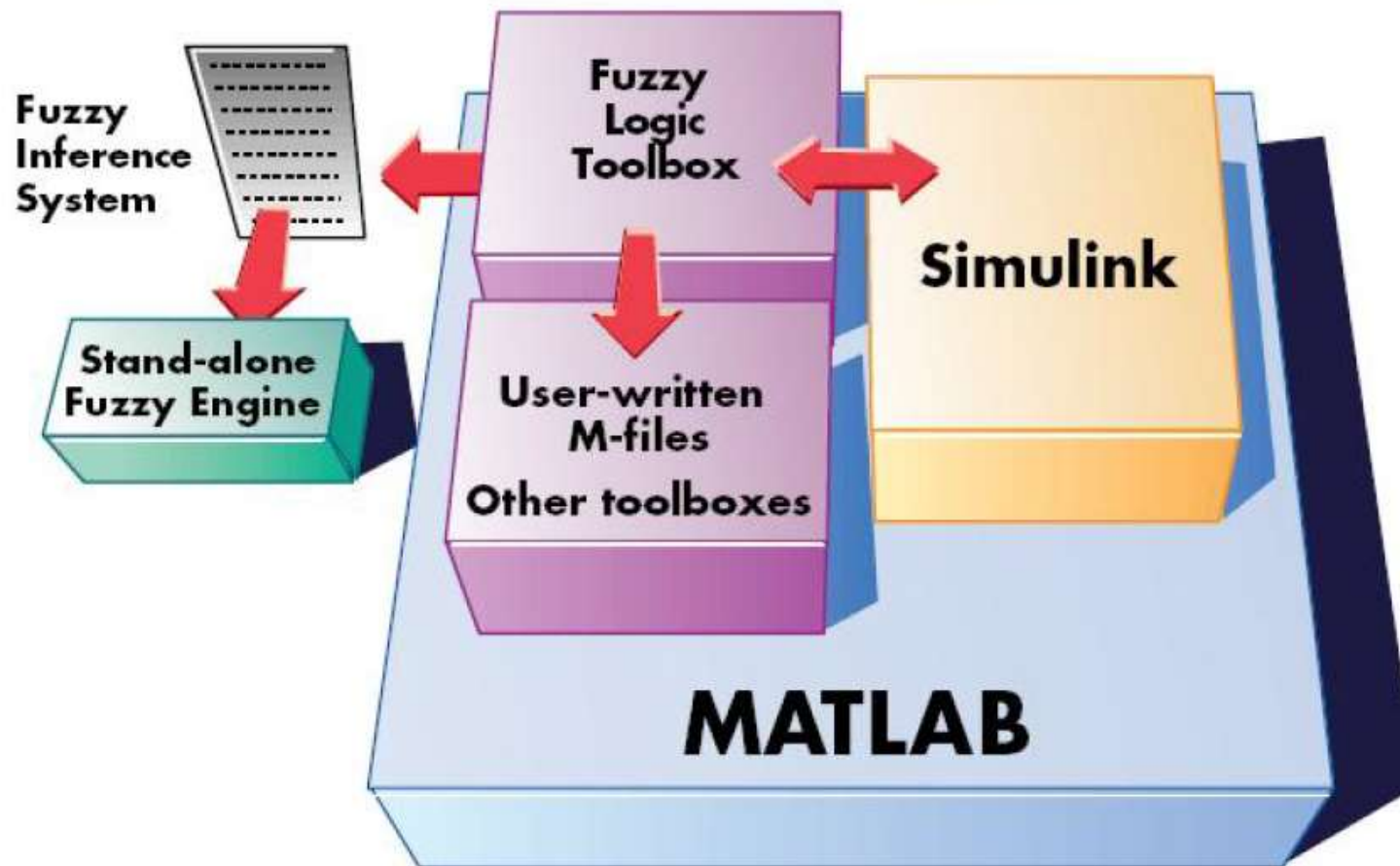


Fuzzy Logic Toolbox

- **Matlab:** *numerikus* módszereken alapuló matematikai programcsomag, amit általános *mérnöki és matematikai* számításokhoz fejlesztettek ki.
- **Toolbox:** olyan beépülő modulok, amelyek kiterjesztik a MATLAB funkcionálisát egy–egy speciális matematikai illetve mérnöki területre.
- **Fuzzy Logic Toolbox:** a fuzzy alapú következtető rendszerek fejlesztését támogató toolbox.

- A *Fuzzy Logic Toolbox* (FLT) a MATLAB környezetre épülő függvények és eszközök gyűjteménye, amelyek a fuzzy logikán alapuló következtetési rendszerek létrehozását és fejlesztését segítik. Az FLT eszközök az alábbi kategóriákba sorolhatóak:
 - parancssori eszközök
 - grafikai–interaktív eszközök
 - SIMULINK blokkok és példák

- Az FLT és egyéb komponensek összefüggése:



- A fuzzy alapú következtető rendszerek működése:

1. **Bemenő adatok fuzzyifikálása.**
2. **Fuzzy operátorok alkalmazása.**
3. **Következtetés végrehajtása.**
4. **Aggregáció.**
5. **Defuzzyfikálás.**

Az FLT is ezeket a lépéseket hajtja végre a működés során.

Feladat:

Egy étteremben a minőséget két paraméterrel mérjük:

1. Az étel minősége
2. A kiszolgálás minősége

Mindkettőt egy 0–tól 10–ig terjedő skálán egy számértékkel jellemezzük.

Készítsünk egy olyan fuzzy következtető rendszert, amely ezen két paraméter alapján tanácsot ad, hogy mennyi borralalót célszerű adni (5%, 15%, 25%).

Használjuk az alábbi nyelvi változókat:

1. Az **étel minősége**: ehetetlen, finom
2. A **kiszolgálás minősége**: szegényes, jó, kiváló
3. Az adott **borralaló**: kevés, átlagos, bőkezű

A szabályaink, amelyek alapján döntést hozunk legyenek a következők:

1. Ha az étel ehetetlen **vagy** a kiszolgálás szegényes, akkor a borralaló legyen kevés.
2. Ha a kiszolgálás jó **és** az étel finom, akkor a borralaló legyen átlagos.
3. Ha az étel finom **vagy** a kiszolgálás kiváló, akkor a borralaló legyen bőkezű.

Még további logikus szabályokat generáljunk!

Kód szinten a feladat leírása

```
[System]
Name='etterem'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=3
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'
```

```
[Input1]
Name='etel'
Range=[0 10]
NumMFs=2
MF1='ehetetlen': 'trimf', [-4.17 0 5.992]
MF2='finom': 'trimf', [4.01 9.987 11.5]
```

```
[Input2]
Name='kiszolgalas'
Range=[0 10]
NumMFs=3
MF1='szegenyes': 'trimf', [-4.167 0 4.167]
MF2='jo': 'trimf', [0.8333 5 9.167]
MF3='kivalo': 'trimf', [5.833 10 14.17]
```

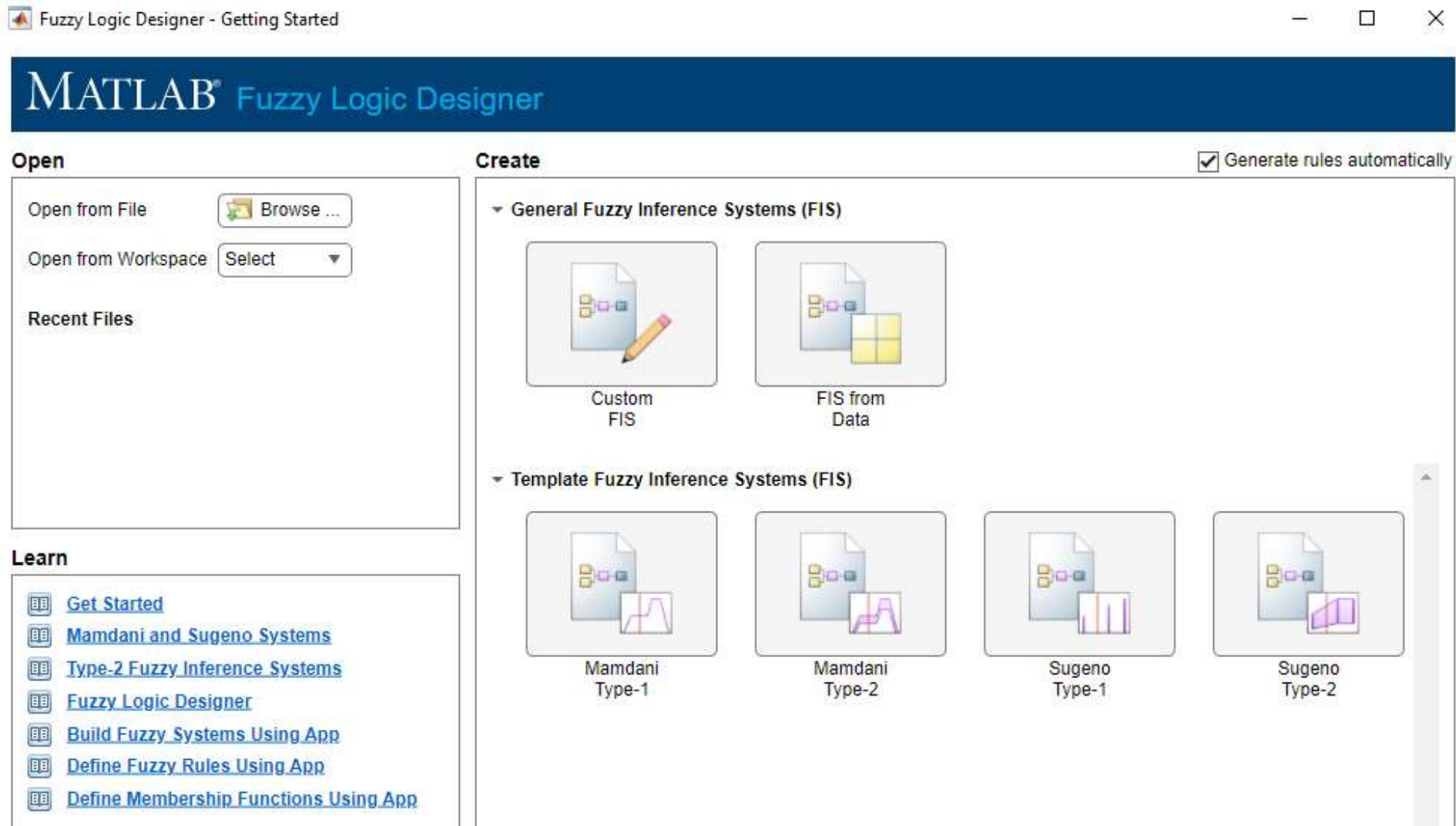
```
[Output1]
Name='borravallo'
Range=[0 25]
NumMFs=3
MF1='keves': 'trimf', [-10.42 0 10.42]
MF2='atlagos': 'trimf', [2.083 12.5 22.92]
MF3='bokezu': 'trimf', [14.58 25 35.43]
```

```
[Rules]
1 1, 1 (1) : 2
2 2, 2 (1) : 1
2 3, 3 (1) : 2
```

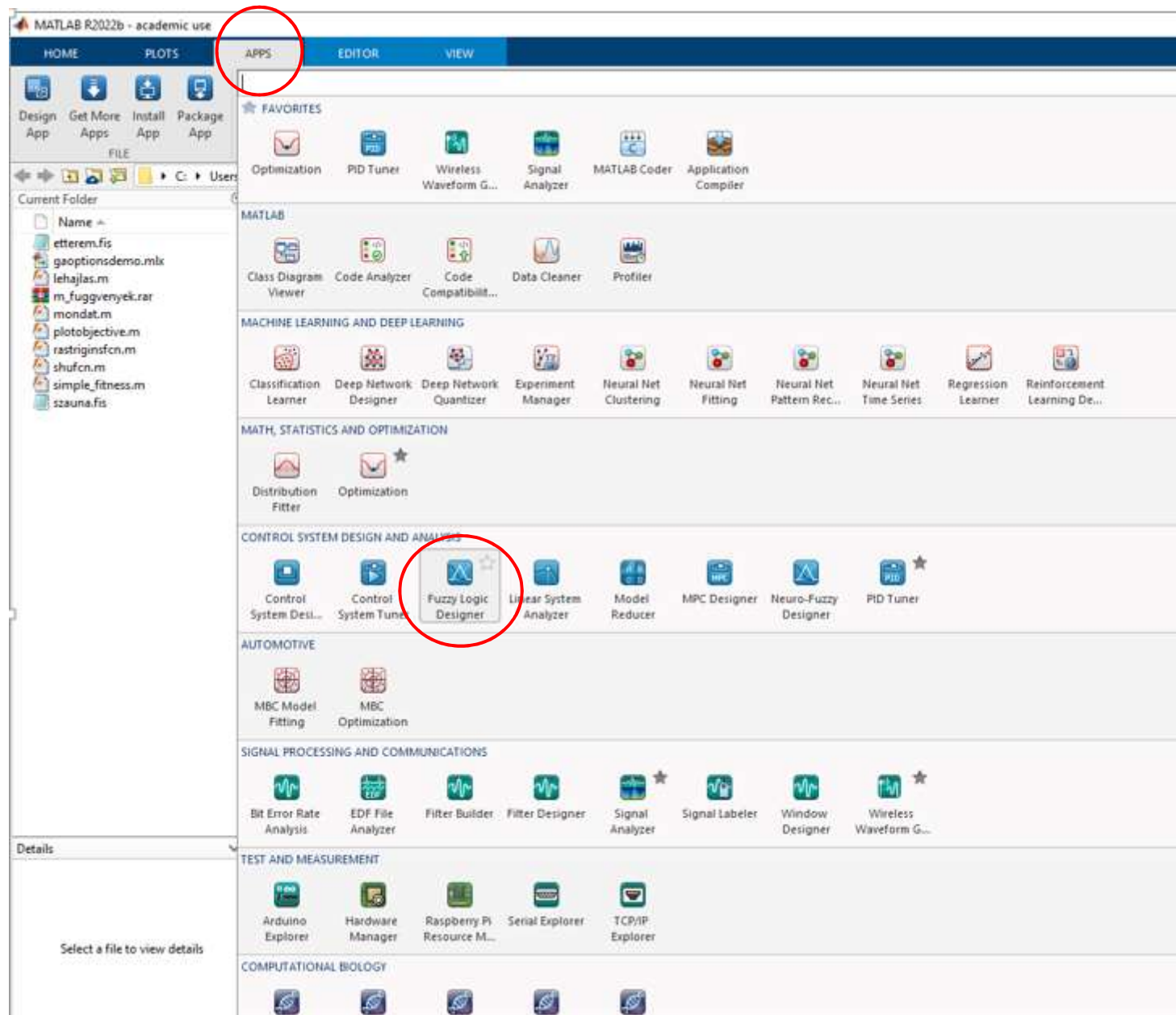

Fuzzy Logic Designer használata

Indítás parancssorból:

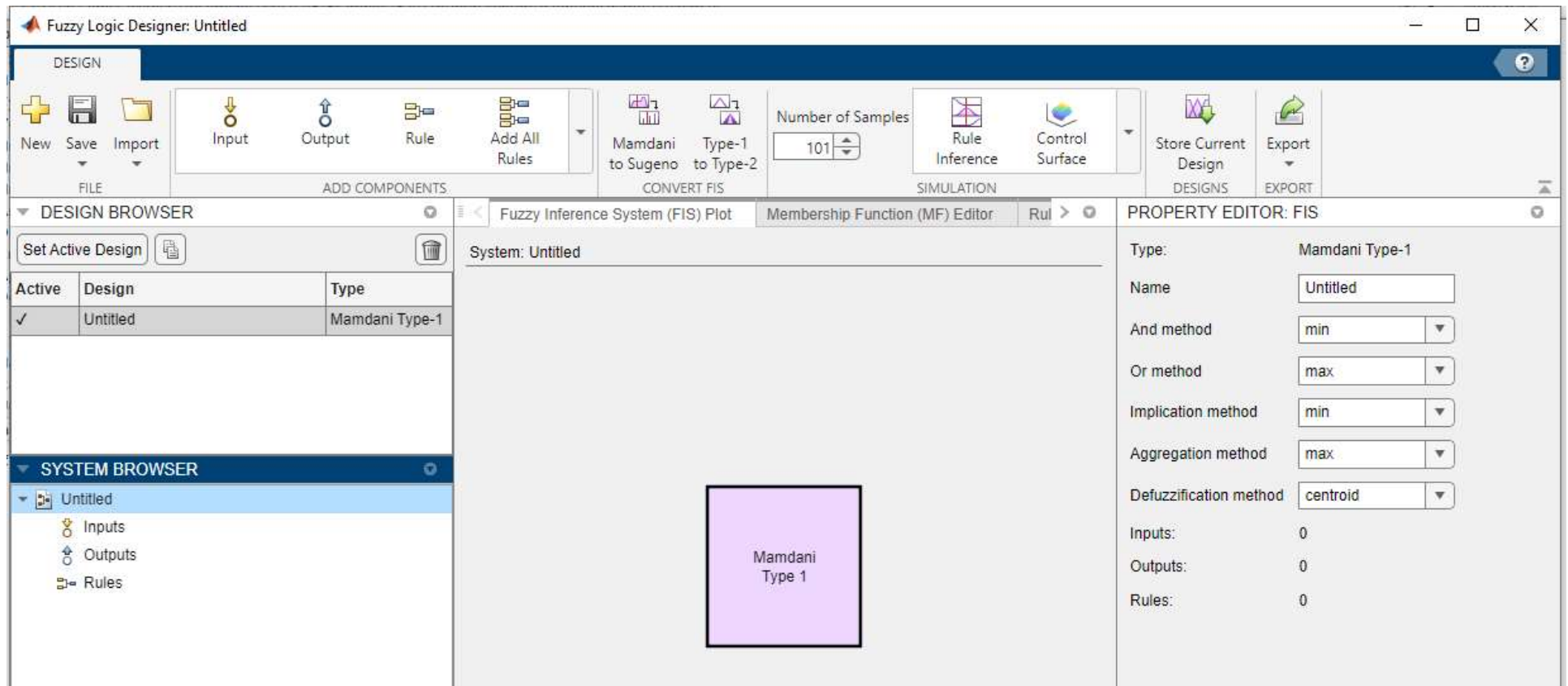
```
Command Window  
fx >> fuzzyLogicDesigner
```



Indítás menüből



Kapunk egy szerkesztő ablakot



Az alap beállításokat megadhatjuk az ikonok valamelyikének kiválasztásával

MATLAB Fuzzy Logic Designer

Open


Open from File


Open from Workspace

Recent Files

Create

General Fuzzy Inference Systems (FIS)

 Custom FIS

 FIS from Data

Custom System

System type: Mamdani Type-1

Name: etterem2

Number of inputs: 2

Number of outputs: 1

Fuzzy Logic Designer: etterem2

DESIGN

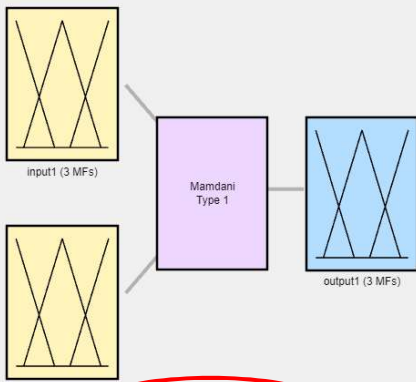
DESIGN BROWSER

Active	Design	Type
✓	etterem2	Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

- etterem2
 - Inputs
 - Outputs
 - Rules

System: etterem2



PROPERTY EDITOR: FIS

Type: Mamdani Type-1

Name: etterem2

And method: min

Or method: max

Implication method: min

Aggregation method: max

Defuzzification method: centroid

Inputs: 2

Outputs: 1

Rules: 9

System etterem2: 2 input, 1 output, 9 rules

FIS template-ek használata

▼ Template Fuzzy Inference Systems (FIS)



Adott szinten miket tudunk beilleszteni

Mi a rendszer felépítése:

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a Mamdani Type-1 FIS. The main workspace displays a block diagram with two input blocks (input1 and input2, each with 3 MFs), a central Mamdani Type 1 inference block, and one output block (output1 with 3 MFs). The PROPERTY EDITOR on the right lists the following settings:

Property	Value
Type	Mamdani Type-1
Name	mamdantype1
And method	min
Or method	max
Implication method	min
Aggregation method	max
Defuzzification method	centroid
Inputs	2
Outputs	1
Rules	9

System mamdantype1: 2 input, 1 output, 9 rules

Adott szinten mik a rendszer tulajdonságai

DESIGN

New Save Import MF

ADD COMPONENTS

Mamdani to Sugeno Type-1 to Type-2

Number of Samples: 101

Rule Inference Control Surface

Store Current Design Export

DESIGNS EXPORT

DESIGN BROWSER

Set Active Design

Active	Design	Type
✓	etterem	Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

- etterem
 - Inputs
 - etel
 - kiszolgalas
 - Outputs
 - borravalo
 - Rules
 - rule1
 - rule2
 - rule3

Fuzzy Inference System (FIS) Plot

Membership Function (MF) Editor

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name: etel

Range: [0 10]

Number of MFs: 2

Name	Type	Parameters
ehetetlen	Triangular	[-4.17 0 5.992]
finom	Triangular	[4.01 9.987 11.5]

System: etterem

etel (2 MFs)

kiszolgalas (3 MFs)

Mamdani Type 1

borravalo (3 MFs)

System etterem: 2 input, 1 output, 3 rules

1. lépés: Alkalmazás nevének és a nyelvi változók számának megadása

The image shows the 'Custom System' dialog box in the Fuzzy Logic Designer software. The dialog box is titled 'Custom System' and contains the following fields:

- System type: Mamdani Type-1
- Name: etterem2
- Number of inputs: 2
- Number of outputs: 1

Buttons for 'OK' and 'Cancel' are visible at the bottom of the dialog box. A green arrow points from the 'Custom FIS' icon in the 'Create' panel to the dialog box, and another green arrow points from the dialog box to the main software interface.

The main software interface shows the 'DESIGN' tab with a toolbar containing icons for 'New', 'Save', 'Import', 'Input', 'Output', 'Rule', 'Add All Rules', 'Mamdani to Sugeno', 'Type-1 to Type-2', 'Number of Samples' (set to 101), 'Rule Inference', 'Control Surface', 'Store Current Design', and 'Export'. The 'DESIGN BROWSER' on the left shows the active design 'etterem2' of type 'Mamdani Type-1'. The 'SYSTEM BROWSER' below it shows the structure of the system: 'etterem2' containing 'Inputs', 'Outputs', and 'Rules'. The main workspace displays a diagram of the Mamdani Type 1 inference process, showing two input membership functions (input1 and input2, each with 3 MFs) feeding into a central 'Mamdani Type 1' block, which then outputs to an output membership function (output1, with 3 MFs). The 'PROPERTY EDITOR: FIS' on the right shows the configuration for the Mamdani Type-1 system:

- Type: Mamdani Type-1
- Name: etterem2
- And method: min
- Or method: max
- Implication method: min
- Aggregation method: max
- Defuzzification method: centroid
- Inputs: 2
- Outputs: 1
- Rules: 9

At the bottom of the main workspace, the text reads: 'System etterem2: 2 input, 1 output, 9 rules'.

2. lépés: Nyelvi változók elnevezése, jellemzőik beállítása

Fuzzy Logic Designer: etterem2

DESIGN

New Save Import MF

Mamdani to Sugeno Type-1 to Type-2

Number of Samples: 101

Rule Inference Control Surface

Store Current Design Export

DESIGN BROWSER

Set Active Design

Active	Design	Type
✓	etterem2	Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

- etterem2
 - inputs
 - etel
 - input2
 - Outputs
 - Rules

Fuzzy Inference System (FIS) Plot

Membership Function (MF) Editor

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name: etel

Range: [0 10]

Number of MFs: 3

Name	Type	Parameters
mf1	Triangular	[-0.416667 0 0.416667]
mf2	Triangular	[0.0833333 0.5 0.916667]
mf3	Triangular	[0.583333 1 1.41667]

System etterem2: 2 input, 1 output, 9 rules

3. lépés: Nyelvi változó értékeihez tagsági függvények megadása

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a project named 'etterem2'. The main window is titled 'Membership Function (MF) Editor'. The 'DESIGN BROWSER' on the left shows the active design 'etterem2' with a 'Mamdani Type-1' inference engine. The 'SYSTEM BROWSER' on the left shows the hierarchy: 'etterem2' > 'Inputs' > 'etel'. The 'PROPERTY EDITOR: INPUT' on the right shows the configuration for the 'etel' input variable, with a range of [0 10] and 2 membership functions. The 'Membership Function Plot' in the center shows two functions: 'ehetetlen' (blue line) and 'finom' (orange line). The plot shows 'ehetetlen' starting at 1.0 for x=0 and decreasing to 0.0 at x=7.5, and 'finom' starting at 0.0 for x=0, increasing to 1.0 at x=7.5, and remaining at 1.0 until x=10. The 'PROPERTY EDITOR' table lists the following data:

Name	Type	Parameters
ehetetlen	Linear Z-sh...	[1 7.5]
finom	Linear S-sh...	[2.5 9]

3.b: Kiszolgálás nyelvi változó értékeihez fuzzy halmazok rendelése

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'etterem'. The central workspace displays a 'Membership Function Plot' for the input variable 'kiszolgalas'. The plot shows three triangular membership functions: 'szegenyes' (blue), 'jo' (red), and 'kivalo' (yellow). The x-axis represents the input variable 'kiszolgalas' from 0 to 10, and the y-axis represents the 'Degree of Membership' from 0 to 1. The 'szegenyes' function is defined by vertices (0, 0), (0, 1), and (5, 0). The 'jo' function is defined by vertices (0, 0), (5, 1), and (10, 0). The 'kivalo' function is defined by vertices (5, 0), (5, 1), and (10, 0).

The 'PROPERTY EDITOR: INPUT' panel on the right shows the configuration for the 'kiszolgalas' input:

- Name: kiszolgalas
- Range: [0 10]
- Number of MFs: 3

Name	Type	Parameters
szegenyes	Triangular	[0 0 5]
jo	Triangular	[0 5 10]
kivalo	Triangular	[5 10 10]

The 'DESIGN BROWSER' on the left shows the project structure:

- Active Design: etterem (Mamdani Type-1)
- SYSTEM BROWSER
 - etterem
 - Inputs
 - etel
 - ehetetlen
 - finom
 - kiszolgalas
 - szegenyes
 - jo
 - kivalo
 - Outputs
 - borravalo
 - Rules

3.b: Borravaló nyelvi változó értékeihez fuzzy halmazok rendelése

Fuzzy Logic Designer: etterem

DESIGN

New Save Import MF

Mamdani to Sugeno Type-1 to Type-2

Number of Samples: 101

Rule Inference Control Surface

Store Current Design Export

DESIGN BROWSER

Set Active Design

Active	Design	Type
✓	etterem	Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

- etterem
 - Inputs
 - etel
 - ehetetlen
 - finom
 - kiszolgalas
 - szegenyes
 - jo
 - kivalo
 - Outputs
 - borravalo**
 - keves
 - atlagos
 - bokezu
 - Rules

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

System: etterem

Membership Function Plot

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name: borravalo

Range: [0 25]

Number of MFs: 3

Name	Type	Parameters
keves	Triangular	[0 0 12.5]
atlagos	Triangular	[0 12.5 25]
bokezu	Triangular	[12.5 25 25]

4: Szabályok szerkesztése

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface with the 'Rule Editor' tab selected. The 'Rule Editor' tab is circled in red. Below it, the 'Add All Possible Rules' button is also circled in red. A green circle highlights the '+' button in the rule table. A callout box points to this '+' button with the text 'Új szabály hozzáadása'. Another callout box points to the 'Add All Possible Rules' button with the text 'Lehetőség van lehetséges szabályok legenerálására is, amelyeket később felül bírálhatunk, átszerkeszthetünk'.

Rule	Weight	Name
1 If etel is etetlen or kiszolgalas is szegenyes then borrav... 2 If etel is finom and kiszolgalas is jo then borravalo is atlagos 3 If etel is finom and kiszolgalas is kivalo then borravalo is bo...	1 1 1	rule1 rule2 rule3

Name	Range	Number of MFs
1 etel	[0 10]	2
2 kiszolgalas	[0 10]	3

4.b: Szabály halmaz bővítése, szerkesztése

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'etterem'. The 'Rule Editor' tab is active, displaying a table of rules. Rule 6 is selected, and its properties are shown in the 'PROPERTY EDITOR: RULE' window. The 'Weight' field is highlighted with a green circle and a callout bubble. The 'If' condition is 'etel is finom and kiszolgalas is szegenyes' and the 'Then' condition is 'borravalo is atlagos'.

Rule	Weight	Name
1 If etel is ehetetlen or kiszolgalas is szegenyes then borravalo is keves	1	rule1
2 If etel is finom and kiszolgalas is jo then borravalo is atlagos	1	rule2
3 If etel is finom or kiszolgalas is kivalo then borravalo is bokezu	1	rule3
4 If etel is ehetetlen and kiszolgalas is jo then borravalo is keves	1	rule4
5 If etel is ehetetlen and kiszolgalas is kivalo then borravalo is keves	1	rule5
6 If etel is finom and kiszolgalas is szegenyes then borravalo is atlagos	1	rule6

PROPERTY EDITOR: RULE

Name: rule6

Weight: 1

Connection: And Or

If

etel is finom and

kiszolgalas is szegenyes

Then

borravalo is atlagos

A szabályokat súlyozhatjuk, megadhatjuk, hogy milyen mértékben vegyük figyelembe a következtetésnél

5: A fuzzy rendszer működtetése, a szimulációs eredmények megtekintése (Rule Inference)

The screenshot displays the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'etterem'. The 'Rule Inference' tab is active, showing a grid of membership function plots for inputs 'etel = 5' and 'kiszolgalas = 2'. The resulting fuzzy output for 'borravalo' is shown as 11.3. The 'PROPERTY EDITOR: RULE' panel on the right shows details for 'rule6', including its weight (1) and connection type (And). A green callout bubble explains the inference process: 'Ha a szabályok konzekvens részében kapott rész fuzzy halmazokat aggregáljuk, majd az eredményt defuzzifikáljuk, megkapjuk a borravalo mértékét'.

Number of Samples: 101

DESIGN BROWSER

Active	Design	Type
✓	etterem	Mamdani Type-1

SYSTEM BROWSER

- etterem
 - Inputs
 - etel
 - ehetetlen
 - finom
 - kiszolgalas
 - szegenyes
 - jo
 - kivalo
 - Outputs
 - borravalo
 - keves
 - atlagos
 - bokezu
 - Rules
 - rule1

System: etterem

Input values [5 2]

etel = 5 kiszolgalas = 2 borravalo = 11.3

PROPERTY EDITOR: RULE

Name: rule6

Weight: 1

Connection: And Or

If

etel is finom and

kiszolgalas is szegenyes

Added rules to 'etterem' with all combinations of input membership functions

5: A fuzzy rendszer működtetése, a szimulációs eredmények megtekintése (Control Surface)

The screenshot shows the Fuzzy Logic Designer interface for a system named 'etterem'. The 'Control Surface' tab is active, displaying a 3D surface plot. The plot's axes are labeled 'etel' (X-axis, 0-10), 'kiszolgalas' (Y-axis, 0-10), and 'borravaló' (Z-axis, 0-25). The surface is colored with a gradient from blue (low) to orange (high). A green callout bubble points to the 'Control Surface' tab and contains the following text:

Az étel és a kiszolgálás értékek minden lehetséges kombinációjában megmutatja a borravaló mértékét