



GDF Fuzzy Robot Műhely



Kovács János¹, Vári Kakas István²,
Gábor Dénes Főiskola^{1,2}

Alap- és Műszaki Tudományi Intézet,
Budapest, Hungary

2010. nov. 08.





GDF-FRM

Kezdeti lépések:

A Gábor Dénes Főiskolán (GDF) 2009-ben létrejött a Fuzzy Robot Műhely (FRM). A műhely tagjai olyan megoldásokat keresnek, amire nem létezik statisztikus számítási eljárás, vagy valószínűség számítási modell, viszont van szabály alapú konzisztencia. Ezek implementációjára hatékony eszköznek bizonyulnak a Fuzzy Logikai Rendszerek. A Gábor Dénes Főiskolán viszonylag korán, 1999-ben elkezdődött a Fuzzy logika oktatása a Digitális és analógtechnikai ismeretek tárgy keretében [14].

A műhely célja

Az FRM kutatói arra vállalkoztak, hogy bebizonyítsák, korlátozott erőforrásokkal is képesek olyan labort létrehozni, amelyben lehet fuzzy logika szerinti tanuló/tanító szoftvert [15],[16],[17] fejleszteni és távolról vezérelhető mozgó járművet irányítani. A GDF-en az FRM rendelkezésére áll a MATLAB fejlesztői környezet [21] és 4 db. Minstorm NXT típusú robot [20].





Kapcsolatok

Magyarországon is fejlesztenek modulokat
Kecskeméten, Johanyák, Zs. Csaba és
Miskolcon Kovács Sz. vezetésével [19] .

fri.gamf.hu



Fuzzy logika

Mérföldkövek:

Lotfi Zadeh, 1965: fuzzy logika [1] fogalmának megalkotása.

Mamdani, 1975: egyszerűsített modell [2], a modellek kezelése az egyes dimenziókban függetlenül történhetett, ilyen módon drasztikusan csökkentve a számításigényt.

Larsen-féle algoritmus [3], 1980: a Mamdani -féle algoritmus továbbfejlesztése, amely megváltoztatta a következtetés végső lépését.

Sugeno és Takagi, 1985: látszólag lényegesen különböző modell típust javasolt [4], amely határesetben a Mamdani-moddal ekvivalens.

Kóczy és Hirota, 1991: javasolták [5][6] a ritka szabálybázisokra történő áttérést bizonyos esetekben [9].

Sz.Kovács és Kóczy, 1993 [7], 1998 [10]: Az elméletet továbbfejlesztették.



A Fuzzy logika alapjai

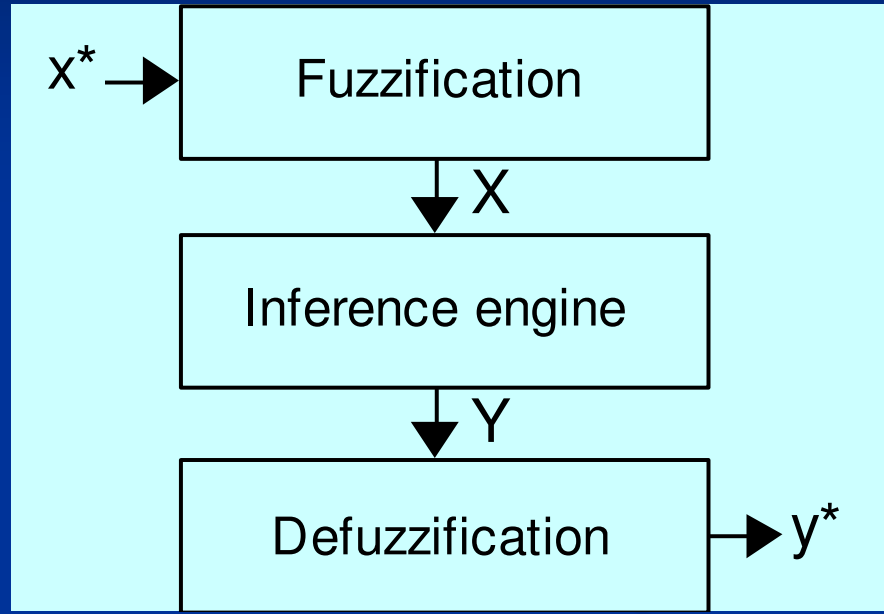
A halmazok jelölésére az ábécé nagybetűit használjuk. A klasszikus halmazelméletre épülő **crisp**, vagy **éles logika** szerint egy elemről mindig eldönthető egyértelműen, hogy eleme-e a halmaznak, vagy nem.

$$\chi_A = \begin{cases} 1, & \text{ha } x \in A \\ 0, & \text{ha } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

A karakterisztikus függvény fogalmát úgy általánosíthatjuk, hogy az alaphalmaz minden eleméhez valamely rögzített tartományból – ez általában a $[0, 1]$ intervallum – rendelhető érték. Ezen érték nagysága a halmazbeli tagság mértékével arányos, azaz minél kisebb mértékben tagja a halmaznak valamely elem, annál kisebb az elemre vonatkozó függvényérték. Ezt a függvényt **tagsági függvénynek**, azt általa definiált halmazt pedig **fuzzy halmaznak** nevezzük.



Fuzzy Modell és Szabálybázis



Az ábrán a Fuzzy szabálybázis modelljét látjuk, ahol $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ a bemeneti-, $y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_m^*)$ a kimeneti paraméterek vektora. n a bemeneti-, m pedig a kimeneti paramétervektor dimenziója.



Fuzzy Modell és Szabálybázis

Fuzzy rendszerekben az input vektor és az output vektor között “IF–THEN” szabályok teremtenek kapcsolatot

If X is A^i then Y is B^i ; $i = 1, \dots, R$

ahol MISO rendszer esetén $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ a bemeneti változók halmaza, Y a kimenetieké, R a szabályok száma [18]. Az A_i - és B_i a modell fuzzy halmazai.

A Takagi–Sugeno típusú fuzzy modell amit “functional fuzzy system”-nek is neveznek, g^i változókat használ a a következtetések eredményeként a Fuzzy halmaz helyett.

If X is A^i then y^i is g^i ; $i = 1, \dots, R$

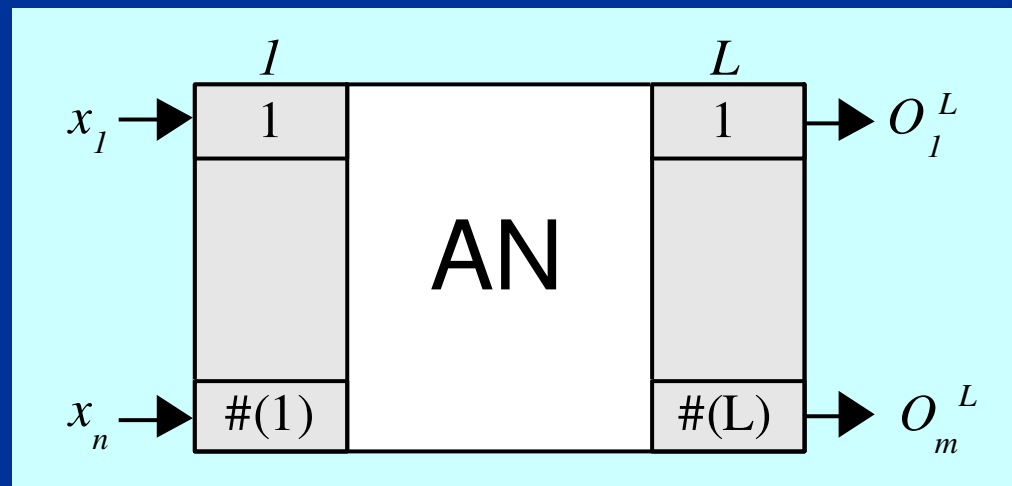
ahol $g^i = f(X)$ a bemeneti változók függvénye. Ha minden g^i konstans, akkor zero order Takagi-Sugeno rendszerről beszélünk.



ANFIS, Adaptive-Neural-Fuzzy Inference System



Matlab ANFIS modullal lehet Takagi-Sugeno típusú Fuzzy modellt generálni a bementi mintaadatokból adaptív neurális hálózati algoritmussal [6]. Az „adaptive network” sokszor tekinthető a neurális hálózatok és a Fuzzy rendszereknek az általánosításaként [6][7]. Az adaptív hálózat modellje látható a 2. ábrán.



2. ábra Az adaptív hálózat struktúrája



MATLAB és Fuzzy logika



A GDF-FRM elméleti kutatása elsősorban MATLAB alapú fejlesztésekre épül, ami a mások által fejlesztett csomagok tanulmányozását és saját környezet kialakítását jelenti.

The screenshot shows the MATLAB FIS Editor window titled "FIS Editor: tipper_demo". The interface includes a menu bar (File, Edit, View) and a workspace area. On the left, two input membership functions are shown: "service" and "food", both with bell-shaped curves. These are connected by dashed lines to a central inference engine box labeled "tipper_demo (mandani)". On the right, the output membership function "tip" is shown with three triangular curves. Below the workspace, a configuration panel displays the following settings:

FIS Name:	tipper_demo	FIS Type:	mandani
And method:	min	Current Variable:	tip
Or method:	max	Name:	tip
Implication:	min	Type:	output
Aggregation:	max	Range:	[0 1]
Defuzzification:	centroid		

Buttons for "Help" and "Close" are visible at the bottom of the configuration panel. A status bar at the very bottom indicates "Saved FIS 'tipper_demo' to file".

A MATLAB külön fejlesztői környezettel rendelkezik fuzzy irányításhoz, aminek a neve és verziója: Fuzzy Logic Toolbox 2.2.10. [12],[13].



MATLAB FIS modul

Következtetésnek nevezzük azt a folyamatot, amelynek során a bemenet és a rendelkezésre álló ismeretanyag alapján létrejön a kimenet.

Egy fuzzy rendszer esetén a rendelkezésre álló ismeretanyag, azaz az ágens tudásbázisa egy szabályrendszer formájában áll rendelkezésre. A be- és kimenő adatok crisp vagy fuzzy jellegétől függően a következtetési folyamat végrehajtása előtt és után fuzziifikálásra és defuzziifikálásra is szükség lehet.

FIS Editor: Untitled

File Edit View

input1

output1

Untitled (mamdani)

FIS Name: Untitled FIS Type: mamdani

And method: min

Or method: max

Implication: min

Aggregation: max

Defuzzification: centroid

Current Variable Name: input1 Type: input Range: [0 1]

Help Close

Opening FIS Editor for new Sugeno system

FIS Editor: Untitled2

File Edit View

input1

output1

Untitled2 (sugeno)

f(u)

FIS Name: Untitled2 FIS Type: sugeno

And method: prod

Or method: probor

Implication: min

Aggregation: max

Defuzzification: wtaver

Current Variable Name: input1 Type: input Range: [0 1]

Help Close

System "Untitled2": 1 input, 1 output, and 0 rules

Mamdani -féle FIS modell.

Sugeno-féle FIS modell

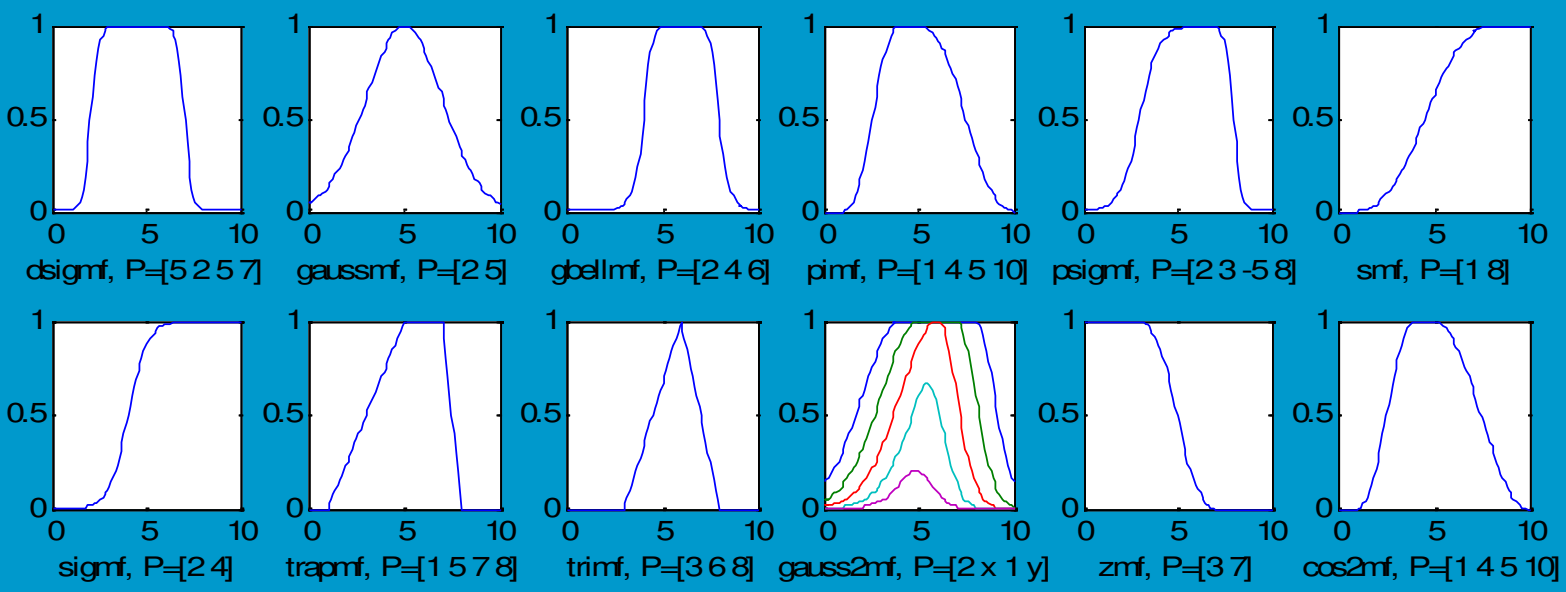
Akövetkeztetés eredményeképpen a Sugeno féle módszer kivételével egy fuzzy halmaz keletkezik.



MATLAB Fuzzy modul tagsági függvényei



A MATLAB beépített tagsági függvényei közül 11-t láthatjuk a 3. ábrán.



3. ábra, Fuzzy tagsági függvények

A 12 membership function a „cos2mf” saját fejlesztés. Célok között szerepel a cos2mf alkalmazhatóságának kutatása.

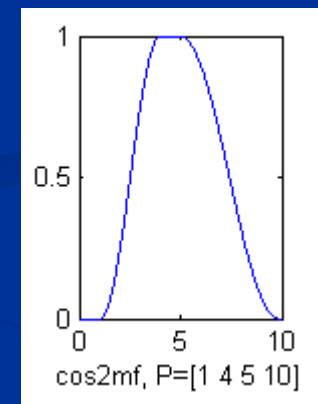


COS2MF függvény

```
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
- 1.0 + 1.1 x
1 function [Y]=COS2MF(X1,P1)
2 %COS2MF(X1,P1)
3 % X1: vector of x data1
4 % P1: vector of parameters
5
6 if nargin~=2,error('Invalid number of arguments!');end
7 if length(P1)~=4,error('Incorrect number of parameters!');end
8 Xim=length(X1); % Length of X1
9 if Xim<6,error('Incorrect parameter dimension!');end
10 if X1(1)>P1(1),error('Incorrect parameter start!');end
11 if P1(1)>P1(2) || P1(2)>P1(3) || P1(3)>P1(4),...
12 error('Incorrect parameter list!');end
13 if X1(Xim)<P1(4),error('Incorrect parameter end!');end
14 Y=zeros(1,Xim);
15 P0=find(X1>P1(1),1);
16 P2=find(X1>P1(2),1);
17 P3=find(X1>P1(3),1);
18 P4=find(X1>P1(4),1);
19 for kj=P0:P2,Y(kj-1)=(1-cos(pi*(kj-P0)/(P2-P0)))/2;end
20 for kj=P2:P3,Y(kj-1)=1;end
21 for kj=P3:P4,Y(kj-1)=(1-cos(pi+pi*(kj-P3)/(P4-P3)))/2;end
22
```

```
subplot12 = subplot(2,6,12,'Parent',Figure1,'XTick',zeros(1,0));
y=COS2MF(x,[1 4 5 10]);
plot(x,y)
xlabel('cos2mf, P=[1 4 5 10]');
```

COS2MF függvény hívása.
(program-kódrészlet)



COS2MF saját fejlesztésű
tagsági függvény.

A program-kódrészlet futási
eredménye.



További elképzelések

A GDF FRM kiemelten foglalkozik a robot és az ember (számítógép) közötti kapcsolat tanulmányozásával és optimalizálásával. Gábor Dénes Főiskola támogatja a Robo Cup Junior bajnokság szabályai alapján robotfoci verseny rendezését. A robotokat és a foci pályát megépítettük, fejlesztésük, tesztelésük folyamatban van. Célunk olyan eredmények elérése, amelyek összevethetők a Magyarországon máshol (pl. Kecskeméten és Miskolcon) kifejlesztés alatt álló robotok és fuzzy programok képességeivel.



Irodalomjegyzék I.

- [1] Zadeh, L. A.: Fuzzy sets, Inform. and Control 8 (1965), pp. 338-353.
- [2] E. H. Mamdani and S. Assilian. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. Int. J. of Man Machine Studies, 7(1):1–13, 1975.
- [3] P. M. Larsen. Industrial application of fuzzy logic control. Int. J. of Man Machine Studies, 12(4):3–10, 1980.
- [4] T. Takagi and M. Sugeno. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. IEEE Trans. on SMC, 15(1):116–132, 1985.
- [5] L. T. Kóczy. Fuzzy if then rules models and their transformation into one another. IEEE Trans. on SMC, 26(5):621–637, 1996.
- [6] L. T. Kóczy and K. Hirota. Rule interpolation by α -level sets in fuzzy approximate reasoning. BUSEFAL, 46(Printemps):115–123, 1991.
- [7] Kovács Szilveszter: Fuzzy logikai irányítás, Budapest, 1993.
- [8] P. Baranyi and L. T. Kóczy. A general and specialized solid cutting method for fuzzy rule interpolation. BUSEFAL, 67:13–22, 1996.
- [9] L. T. Kóczy, K. Hirota, and T. D. Gedeon. Fuzzy rule interpolation by the conservation of relative fuzziness. Technical Report 97/2, Hirota Lab, Dept. of Comp. Intelligent and Sys. Sci., Tokyo Institute of Technology, Yokohama, 1997.
- [10] Sz. Kovács and L. T. Kóczy. The use of the concept of vague environment in approximate fuzzy reasoning. Tatra Mountains Math. Publ., 12:169–181, 1997.



Irodalomjegyzék II.

- [11] Kóczy T. László és Tikk Domonkos: Fuzzy rendszerek, Typotex Kiadó, 2000, ISBN 963-9132-55-1
- [12] Fuzzy Logic Toolbox For Use with MATLAB. User's Guide. Version 2, The MathWorks, Inc., Natick, 2002.
- [13] <http://www.mathworks.com/products/fuzzylogic/>
- [14] Szittya Ottó: Digitális és Analóg Technika Informatikusoknak, 9.5 fejezet, ISBN 963 577 261 0 ö
- [15] Ajtonyi István, Kovács János és mások: Automatizálási és kommunikációs rendszerek (5.fejezet) ME 2003, ISBN 963 661 546 2
- [16] Johanyák Zsolt Csaba, Berecz Antónia: Survey on Practical Applications of Fuzzy Rule Interpolation, 1st International Scientific and Expert Conference TEAM 2009, Slavonski Brod, December 10 & 11, 2009. december 10.
- [17] Berecz Antónia, Johanyák Zsolt Csaba: A Fuzzy szabály-interpoláció gyakorlati alkalmazásai, AGTEDU 2009, 2009.11.05., CD és folyóirat, ISSN: 1586-846x, ISBN: 978-963-7294-78-5, pp. 269-274., 2009.
- [18] Johanyák Zsolt Csaba, Kovács János: Fuzzy Model based Prediction of Ground-Level Ozone Concentration, Third Győr Symposium on Computational Intelligence , 28-29 September 2010
- [19] http://www.gamf.hu/portal/files/szakkepzes_laborfejlesztes.pdf
- [20] <http://mindstorms.lego.com/en-us/default.aspx>
- [21] <http://www.mathworks.com/programs/lego-mindstorms-nxt-software/>



Zárszó

Köszönöm a figyelmet!

Email: kovacsj@gdf.hu¹

Email: vari@gdf.hu²