

BULANIK MANTIK (FUZZY LOGIC)

1

BULANIK MANTIK

- Günlük hayatta insanlar, problem çözerken sağduyularına güvenirler ve belirsizlik içeren, net olmayan sezgisel terimler kullanırlar. “Rüzgar yeterince **Güçlü** ise Yelkencilik **Zevklidir**.” Belirsiz terimler içeren uzman bilgisi bilgisayar ortamında nasıl gösterilecek?
BULANIK MANTIK
- Bulanık mantık, belirsizliğin gösterilebildiği fuzzy kümelerden oluşur.

Doç.Dr. Serkan BALLI

2

2

TARİHÇE

- 1930’larda Jan Lukasiewicz olasılık değerlerini kullanarak çok değerli bir mantık tanımladı.
- 1937’de, Max Black olasılıkta belirsizlik problemi olduğunu ortaya koydu.
- 1965’de Lotfi Zadeh, olasılık teorisi üzerine eklemeler yaparak meşhur makalesi ile fuzzy kümeleri ortaya koydu.

Doç.Dr. Serkan BALLI

3

3

Lotfi Aliasker Zadeh



1921-2017

Lotfi Aliasker Zadeh was an Azerbaijani American mathematician, computer scientist, electrical engineer, artificial intelligence researcher and professor emeritus of computer science at the University of California, Berkeley.

<https://www2.eecs.berkeley.edu/Faculty/Homepages/zadeh.html>
<https://people.eecs.berkeley.edu/~zadeh/>

4

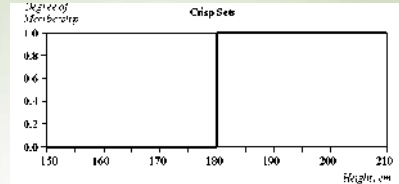
BULANIK MANTIK NEDİR?

- Klasik mantıkta, bir eleman bir kümeye aittir ya da değildir. Yani kümeye olan üyelik değeri 1 ya da 0'dır.
Mehmet **zayıftır**. $\rightarrow 1$
Mehmet **zayıf değildir**. $\rightarrow 0$
- Fuzzy mantıkta da ise 0 ve 1 arasında değerler alır.
Mehmet **biraz** zayıftır $\rightarrow 0,20$
Mehmet **çok** zayıftır. $\rightarrow 0,88$

Doç.Dr. Serkan BALLI

5

5

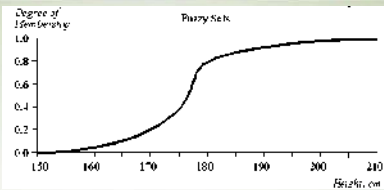


- Klasik mantık keskin çizgilerle ayrılır.
- Uzun kümesi için 180 cm sınır kabul edilirse Mehmet uzundur çünkü boyu 181 cm'dir.
- 179 cm olan birisinin uzun kümesine girmemesi ve normal kümesinde olması ne kadar doğrudur?

Doç.Dr. Serkan BALLI

6

6



- Fuzzy mantık insan zekası gibi düşünür ve bir önceki örnekte 179 cm olan biri de uzun kümesine zayıf bir üyelik derecesi ile dahil edilir.
- Fuzzy mantık, bilgi gösterimi için üyelik değerlerine dayanan bir matematiksel prensipler kümesidir.

<https://www.youtube.com/watch?v=P8wY6mi1vV8>

Doç.Dr. Serkan BALLI

7

7

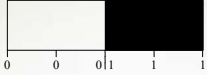
Name	Height, cm	Degree of Membership	
		Crisp	Fuzzy
Chris	208	1	1.00
Mark	205	1	1.00
John	198	1	0.98
Tom	181	1	0.82
David	179	0	0.78
Mike	172	0	0.24
Bob	167	0	0.15
Steven	158	0	0.06
Bill	155	0	0.01
Peter	152	0	0.00

Doç.Dr. Serkan BALLI

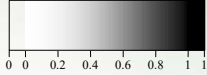
8

8

•Klasik mantığın tam tersine çok değerlidir. 0 ve 1 arasında sürekli.



(a) Boolean Logic.



(b) Multi-valued Logic.

- 0(tamamen yanlış) ya da 1(tamamen doğru) değilse bu iki değer arasındaki sürekli değerleri de alır. **Yani bir olay aynı zamanda biraz doğru ve biraz yanlış olabilir.**

Doç.Dr. Serkan BALLI 9

9

Olasılık - Bulanık Mantık

Olasılık	Bulanık Mantık
Mehmet'in yaşlı olma olasılığı % 90'dır.	Mehmet'in yaşlılar kümesindeki üyelik derecesi 0.90'dır.
Olasılık, bilgi eksikliğinin matematiksel bir modelidir.	Bulanık mantık, belirsizliğin modellenmesinde matematiksel bir temel olarak doğruluk derecelerini alır.

Doç.Dr. Serkan BALLI 10

10

Nerelerde kullanılır?

- Kontrol Sistemleri
- Uzman Sistemler
- Karar Destek Sistemleri
- Yapay Sinir ağları
- Genetik Algoritmalar
- Görüntü İşleme
- Veri Madenciliği
- ...

Doç.Dr. Serkan BALLI 11

11



Dishwashers

Auto program
No need to decide what programme is most suitable for the dishes, let the dishwasher decide for you. Dishwasher will modify the time, temperature, water and energy in line with the contents and the soiling level to ensure that the dishes are washed as effectively and efficiently as possible. Temperature variation from 45°C to 70°C suitable for glasses to pots.

Fuzzy logic
Using Fuzzy Logic the dishwasher can determine the dishwasher load. The duration and the water usage are then adapted accordingly, to ensure that no excess water is used. Rest assured that whether you wash a full load or a half load the dishwasher will adapt accordingly.



12

12

Nerelerde kullanılır?

Ürün	Şirket	Bulanık Mantık
Kilitlenmeyi önleyen fren sistemi	Nissan	Tehlikeli durumlarda frenleri kontrol etmek için bulanık mantık kullanıyor. Araba hızına, ivmelenmeye, tekerlek durumuna bağlı
Otomatik şanzıman	NOK / Nissan	Bulanık mantık, gaz ayarı, soğutma suyu sıcaklığı, devir sayısı, vb. esas alınarak yakıt enjeksiyonunu ve ateşlemeyi kontrol etmek için kullanılıyor.
Otomatik vites	Honda, Nissan	Motor yüküne, sürüş stiline ve yol koşullarına göre vites seçmek için kullanılıyor.
Fotokopi makinesi	Canon	Resim yoğunluğunu, nemini ve sıcaklığını temel olarak voltaj ayarlamak için kullanılıyor.
.....		

Doç.Dr. Serkan BALLI 13

13

Niye kullanılır?

- Belirsizliği ifade edebilmemizi sağlar.
- Doğal dil üzerine kuruludur.
- Esneklik sağlar.
- Lineer olmayan fonksiyonları da modelleyebilir.
- ...

Doç.Dr. Serkan BALLI 14

14

Örnek (1/6)

WHY IS IT USEFUL?

Automatic Braking System
Traditional Logic

Is car close? : 0 or 1 (No or Yes)
Brakes : 0 or 1 (Off or On)

• https://www.youtube.com/watch?v=rIn_kZbYaWc

Doç.Dr. Serkan BALLI 15

15

Örnek (2/6)

WHY IS IT USEFUL?

Automatic Braking System
Traditional Logic

Is car close? : 0 (No)
Brakes : 0 (Off)


Doç.Dr. Serkan BALLI 16

16

Örnek (3/6)

WHY IS IT USEFUL?

Automatic Braking System
Traditional Logic



Is car close? : 1 (Yes)
Brakes : 1 (On)


Doç.Dr. Serkan BALLI 17

17

Örnek (4/6)

WHY IS IT USEFUL?

Automatic Braking System
Fuzzy Logic



Is car close? : 0-1 (Range of No to Yes)
Brakes : 0-1 (Range of Off to On)


Doç.Dr. Serkan BALLI 18

18

Örnek (5/6)

WHY IS IT USEFUL?

Automatic Braking System
Fuzzy Logic



Is car close? : 0.2 (Not very close)
Brakes : 0.2 (Slight pressure)


Doç.Dr. Serkan BALLI 19

19

Örnek (6/6)

WHY IS IT USEFUL?

Automatic Braking System
Fuzzy Logic



Is car close? : 0.8 (Pretty close)
Brakes : 0.8 (Fairly heavy pressure)

Doç.Dr. Serkan BALLI 20

20

- <https://www.youtube.com/watch?v=CXuilu9fXD>
- https://www.youtube.com/watch?v=J_Q5X0nTmrA
- <https://www.youtube.com/watch?v=P8wY6mi1yV8>

Doç.Dr. Serkan BALLI

21

21

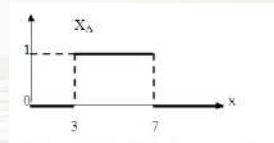
BULANIK KÜMELER

Bir crisp kümesi, içindeki parçaların belirlenmesi ile tanımlanabilir. Evrensel küme içindeki her bir eleman ya kümenin içindedir yada dışındadır. Eğer evrensel kümenin bir elemanı kümenin içinde ise 1, kümenin içinde değilse 0 ile ifade edilir. Örneğin A crisp kümesi olsun. A kümesinin karakteristik fonksiyonu X_A 0 ve 1 değerlerinden birisine karşılık gelir.

$$X_A = \begin{cases} 1 & \text{eğer } x \in A \\ 0 & \text{eğer } x \notin A \end{cases}$$

Örnek:

A = {3 ve 7 kapalı aralığındaki tüm gerçek sayılar}



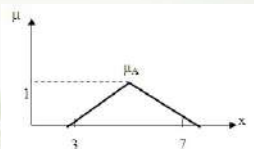
A kümesi için üyelik fonksiyonu grafiği

Doç.Dr. Serkan BALLI

22

22

Fuzzy kümeleri ise genişleyen fikirler üzerine kurulmuştur. Fuzzy kümesinin karakteristik fonksiyonu $[0,1]$ aralığındaki gerçek sayılardan oluşur. Evrensel kümenin her bir elemanı için üyelik değeri 0 ve 1 aralığındaki herhangi bir değer olur.



Fuzzy kümesi için üyelik fonksiyonu

Doç.Dr. Serkan BALLI

23

23

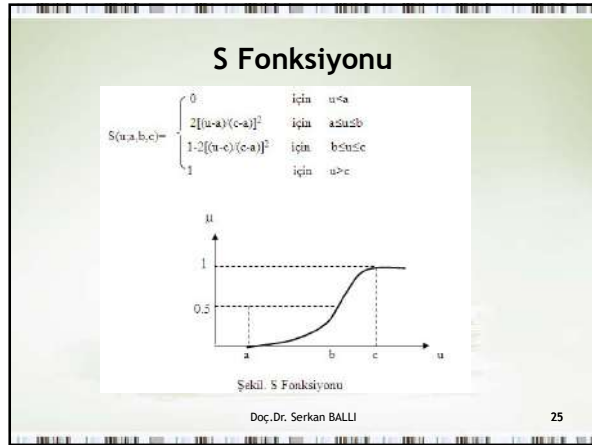
Üyelik Fonksiyonu Biçimleri

- Üyelik fonksiyonları birçok farklı şekillerde olabilir. Özel bir şeklin uygun olup olmayacağını tespit etmek çalışılan uygulama alanı tarafından elde edilen verilerle belirlenir.
- Fuzzy kümelerde sık kullanılan üyelik fonksiyonları şunlardır:
 - S-Fonksiyonu
 - π -Fonksiyonu
 - T-fonksiyonu (Üçgen form)
 - Yamuk Form

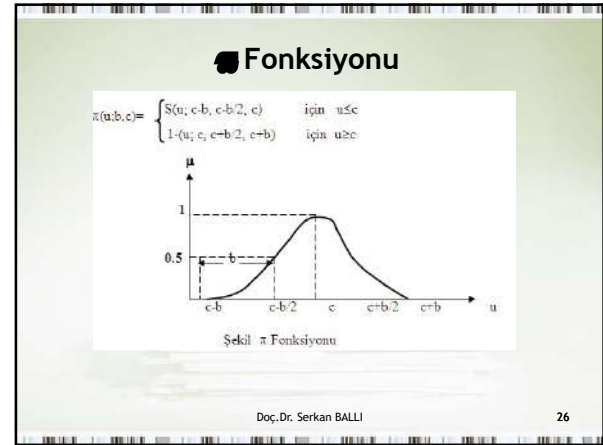
Doç.Dr. Serkan BALLI

24

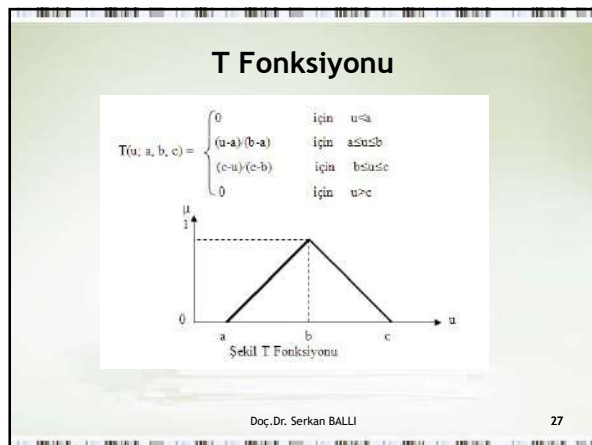
24



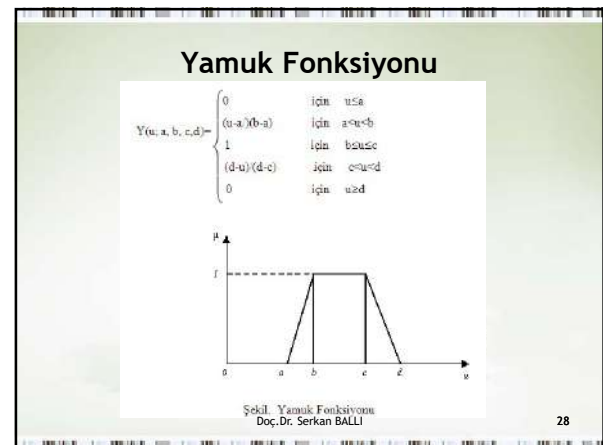
25



26



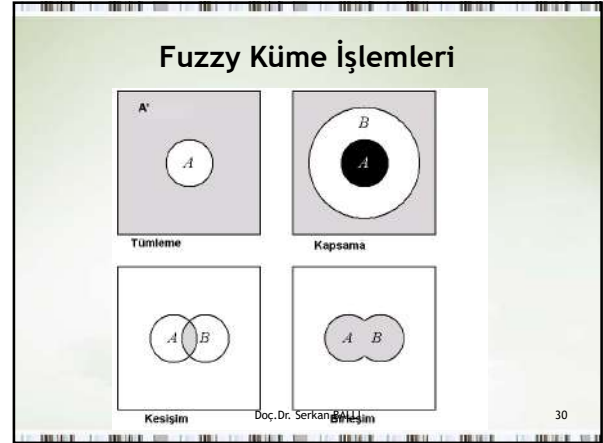
27



28



29



30

Tümleme

- Bir kümenin tümlenyeni, o kümenin tersidir. Örnek olarak:
- Uzun adamlar kümesinin tümlenyeni, uzun adamların olmadığı kümedir. Evrensel kümeden, uzun adamları kaldırırsak tümlenyeni bulmuş oluruz.
- $\mu_{A'}(u) = 1 - \mu_A(u)$, tüm $u \in U$
- $A = (0.1/1) + (0.3/2) + (0.7/3) + (1/4) + (0.6/5)$
- $A' = (0.9/1) + (0.7/2) + (0.3/3) + (0/4) + (0.4/5)$

31

31

Kapsama

- Bir küme başka kümeleri kapsayabilir. Kapsanan küme alt küme olarak adlandırılır.
- Örnek olarak, uzun adamlar kümesi tüm uzun adamları içerir. Çok uzun adamlar bu kümenin bir alt kümesidir. Alt kümenin elemanları da farklı üyelik dereceleri ile hem alt kümeye hem de üst kümeye ait olabilirler.

32

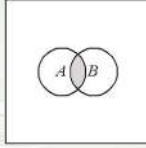
32

Kesişme

- Klasik teoride kesişme, bir elemanın aynı anda iki kümeye ait olmasıdır.
- Fuzzy kümelerde ise bir eleman aynı anda farklı üyelik dereceleri ile farklı kümelere ait olabilir. Kesişme için minimum üyelik değerine sahip eleman alınır.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x), \quad x \in X$$

- $A = (0.1/1) + (0.3/2) + (0.7/3) + (1/4) + (0.6/5)$
- $B = (0.2/1) + (0.8/2) + (1/3) + (0.6/4) + (0.4/5)$
- $A \cap B = (0.1/1) + (0.3/2) + (0.7/3) + (0.6/4) + (0.4/5)$



Doç.Dr. Serkan BALLI

33

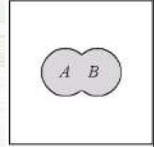
33

Birleşme

- Klasik teoride birleşim, bir elemanın birinci yada ikinci kümeye ait olmasıdır. Örnek olarak, uzun ve şişman adamlar kümesi, uzun veya şişman olan tüm insanları kapsar.
- Fuzzy kümelerde birleşim, kesişmenin tersidir. Birleşme için maksimum üyelik değerine sahip eleman alınır.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \mu_A(x) \vee \mu_B(x), \quad x \in X$$

- $A = (0.1/1) + (0.3/2) + (0.7/3) + (1/4) + (0.6/5)$
- $B = (0.2/1) + (0.8/2) + (1/3) + (0.6/4) + (0.4/5)$
- $A \cup B = (0.2/1) + (0.8/2) + (1/3) + (1/4) + (0.6/5)$



Doç.Dr. Serkan BALLI

34

Linguistik(dilsel) değişkenler

- Fuzzy kümelerin temelinde linguistik değişkenler fikri yatar.
- Linguistik değişken bulanık bir değişkendir. Örnek olarak "Mehmet uzundur." cümlesinde linguistik değişken Mehmet, linguistik değer olan "uzun"u alır.

Doç.Dr. Serkan BALLI

35

35

Linguistic(dilsel) değişkenler

Fuzzy uzman sistemlerde, linguistik değişkenler fuzzy kurallarda kullanılır. Örnek olarak:

EĞER Rüzgar Güçlü ise
Yelkencilik Zevklidir.

EĞER Hava Sıcak ise
Klima hızlı çalışır.

EĞER Hız Yüksek ise
Durma Mesafesi Uzundur.

Doç.Dr. Serkan BALLI

36

36

Linguistic(dilsel) değişkenler

- Bir linguistic değişkenin başında zarflar(niteleyiciler) kullanılabilir.
- Bunlar fuzzy kümelerin şeklini değiştirirler. **Çok, biraz, oldukça, daha çok, daha az** gibi zarflar alabilirler.
- Linguistic değişkenin aralığı, o değişkenin alanını gösterir. Örnek olarak, bir önceki örnekte hız değişkenin aralığı 0 ve 220 km arasındadır.
- Fuzzy alt kümeler şöyle oluşturulabilir:
çok yavaş, yavaş, normal, hızlı ve çok hızlı gibi.

Doç.Dr. Serkan BALLI

37

37

FUZZY KURALLAR

Bir fuzzy kural şu şekilde tanımlanır:

IF x is A
THEN y is B

Burada x ve y linguistic değişkenler
 A ve B de fuzzy kümelerle belirlenen linguistic değerlerdir.

Doç.Dr. Serkan BALLI

38

38

KLASİK VE FUZZY KURALLAR ARASINDAKİ FARK NEDİR?

IF-THEN kuralı ikili mantık kullanır.

Kural: 1 Kural:2
IF Hız > 100 IF Hız < 40
THEN Durma_Mesafesi uzundur THEN Durma_Mesafesi kısadır

Hız değişkeni 0 ve 220 km/s arasında değer alır.
Durma mesafesi ise kısa ya da uzundur.

Doç.Dr. Serkan BALLI

39

39

Durma_mesafesini fuzzy form şeklinde yazabiliriz:

Kural: 1 Kural: 2
IF Hız Az ise IF Hız Az ise
IF Hız Yüksek ise THEN Durma_Mesafesi Kısadır
THEN Durma_Mesafesi Uzundur

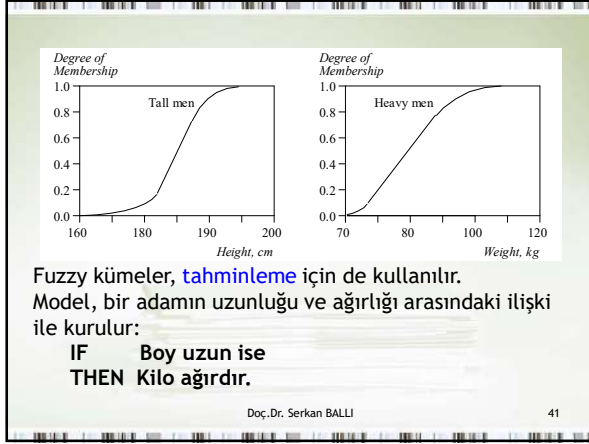
Burada Hız değişkeni yine 0 ile 220 arasında değerler alır
fakat aralığı fuzzy kümelerle gösterilir: **Yüksek, Normal, Az**
gibi...

Aynı şekilde Durma_Mesafesi de 0 ile 300 metre arasında
değişir ve **kısa, orta, uzun** fuzzy kümelerinden oluşur.

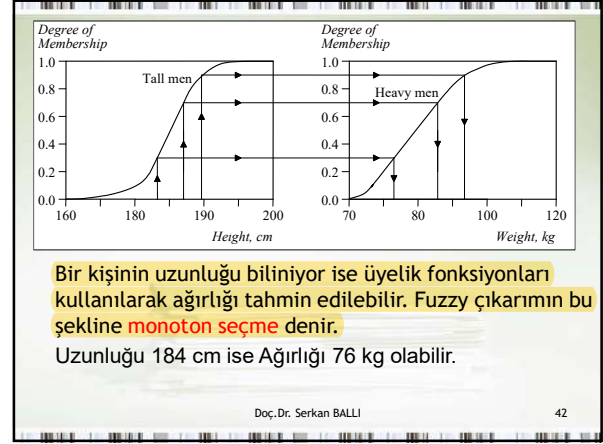
Doç.Dr. Serkan BALLI

40

40



41



42

Bir fuzzy kuralın birden fazla koşulu olabilir:

IF proje_süresi uzun ise
AND personel fazla ise
AND bütçe yetersiz ise
THEN risk büyüktür

IF servis mükemmel ise
OR yemek lezzetli ise
THEN bahşış iyidir.

Doç.Dr. Serkan BALLI 43

43

Fuzzy kuralın sonuç kısmı da birden fazla kuraldan oluşabilir:

IF sıcaklık yüksek ise
THEN sıcak_su azaltılır;
soğuk_su arttırılır.

Doç.Dr. Serkan BALLI 44

44

FUZZY ÇIKARIM

- Mamdani
- Sugeno
- En bilinen fuzzy çıkarım yöntemlerinden birisi Mamdani metodu olarak bilinir. İlk olarak 1975'te Professor Ebrahim Mamdani tarafından su buharı ve buhar kazanı kontrolü için kullanıldı. İnsanlar tarafından denenilen bir fuzzy kurallar kümesini sisteme uyguladı.

Doç.Dr. Serkan BALLI

45

45

Mamdani fuzzy çıkarım

- Mamdani fuzzy çıkarım işlemi 4 adımda gerçekleşir:
 - Giriş değişkenlerinin bulanıklaştırılması,
 - Kuralların değerlendirilmesi,
 - Kural çıktılarının birleştirilmesi,
 - Durulaştırma (defuzzification).

Doç.Dr. Serkan BALLI

46

46

3 kuraldan oluşan 2 giriş bir çıkışlı bir probleme bakalım:

- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| Kural: 1 | Kural: 1 |
| IF x is A_3 | IF $bütçe$ <i>yeterli</i> ise |
| OR y is B_1 | OR $personel$ <i>az</i> ise |
| THEN z is C_1 | THEN $risk$ <i>düşüktür</i> . |
| Kural: 2 | Kural: 2 |
| IF x is A_2 | IF $bütçe$ <i>az</i> ise |
| AND y is B_2 | AND $personel$ <i>fazla</i> ise |
| THEN z is C_2 | THEN $risk$ <i>normaldir</i> . |
| Kural: 3 | Kural: 3 |
| IF x is A_1 | IF $bütçe$ <i>yetersiz</i> ise |
| THEN z is C_3 | THEN $risk$ <i>yüksektir</i> . |

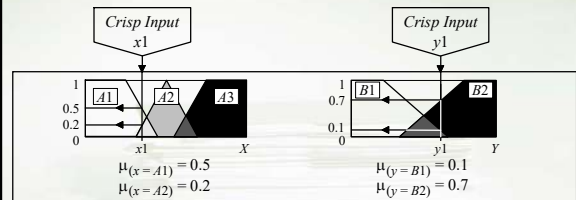
Doç.Dr. Serkan BALLI

47

47

Adım 1: Bulanıklaştırma(Fuzzification)

ilk adımda crisp girdiler x_1 ve y_1 (*bütçe* ve *personel*) alınır , ve bu girdilerin uygun fuzzy kümelere göre üyelik değerleri belirlenir.



Doç.Dr. Serkan BALLI

48

48

Adım 2: Kural Değerlendirme

İkinci adımda bulanıklaştırılmış değerler alınır,

$$\mu_{(x=A1)} = 0.5, \mu_{(x=A2)} = 0.2, \\ \mu_{(y=B1)} = 0.1 \text{ ve } \mu_{(y=B2)} = 0.7,$$

ve fuzzy kurallar uygulanır.

Çok fazla koşul varsa AND veya OR operatörleri kullanılarak tek bir değer elde edilir. Bu değer daha sonra sonuç üyelik fonksiyonuna aktarılır.

Doç.Dr. Serkan BALLI

49

49

Kuralların birinin sağlandığının bulmak için, **OR fuzzy işlemi kullanılır**. Tipik olarak, fuzzy uzman sistemler klasik fuzzy birleşme işlemi kullanır:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Benzer olarak kuralların hepsinin sağlanması için, **AND fuzzy kesişme işlemi kullanılır**:

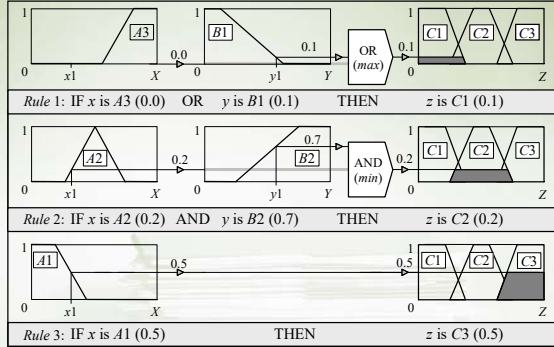
$$\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Doç.Dr. Serkan BALLI

50

50

Mamdani-stili kural değerlendirme

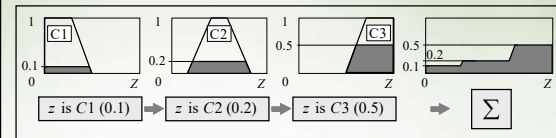


Doç.Dr. Serkan BALLI

51

51

Adım 3: Kural çıktılarının birleştirilmesi



Doç.Dr. Serkan BALLI

52

52

Adım 4: Durulaştırma

- Fuzzy çıkarımın son aşaması durulaştırmadır.
- Bulanıklık, kuralların değerlendirilmesinde yardımcı olur fakat fuzzy sistemin son çıktısı bir gerçek(klasik) değer olmalıdır.
- Durulaştırmanın girdisi birleştirilmiş fuzzy çıktı kümesidir ve
- Çıktı ise tek bir sayıdır.

Doç.Dr. Serkan BALLI

53

53

- Bir takım durulaştırma metotları vardır ama en popüler olanı **centroid tekniğidir**.
- Birleşim kümesini iki eşit parçaya ayıran dikey bir çizginin nerede olması gerektiğini bulur.
- Matematiksel olarak **ağırlık merkezi (COG)** şöyle bulunur:

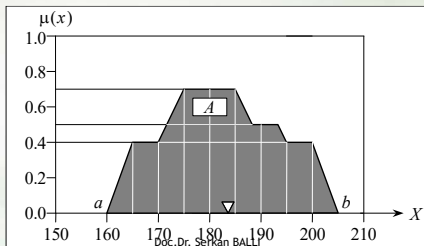
$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x) x dx}{\int_a^b \mu_A(x) dx}$$

Doç.Dr. Serkan BALLI

54

54

- Centroid durulaştırma metodu, fuzzy kümenin [a,b] aralığında ağırlık merkez noktasını bulur.
- Makul bir tahmin, noktaların bir örneği üzerinden hesaplama ile elde edilir.

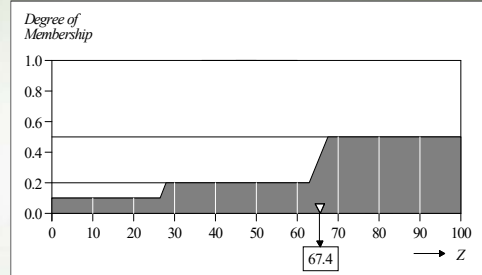


55

55

Ağırlık merkezi (COG):

$$COG = \frac{(0+10+20) \times 0.1 + (30+40+50+60) \times 0.2 + (70+80+90+100) \times 0.5}{0.1+0.1+0.1+0.2+0.2+0.2+0.2+0.5+0.5+0.5+0.5} = 67.4$$



Doç.Dr. Serkan BALLI

56

56

Sugeno fuzzy çıkarım

Sugeno-stili fuzzy çıkarım, Mamdani method'a benzer.

Sugeno sadece kural sonuç kısmında bir fuzzy küme yerine, girdi değişkeninin matematiksel fonksiyonunu kullanır.

Sugeno-stili fuzzy kural:

IF x is A
AND y is B
THEN z is $f(x, y)$

x, y, z linguistik değişkenler

A, B fuzzy kümeler

$f(x, y)$, matematiksel bir fonksiyon.

57

57

En çok kullanılan **zero-order Sugeno fuzzy model**, fuzzy kuralları aşağıdaki formdaki gibi uygular:

IF x is A
AND y is B
THEN z is k

k , sabittir.

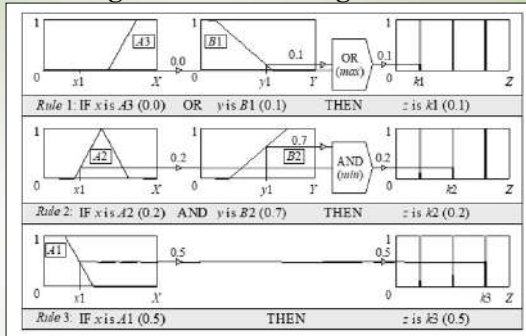
Bu durumda, her bir fuzzy kuralın çıktısı sabittir. Tüm sonuç üyelik fonksiyonları tek uçlar olarak gösterilir.

Doç.Dr. Serkan BALLI

58

58

Sugeno-stili kural değerlendirme

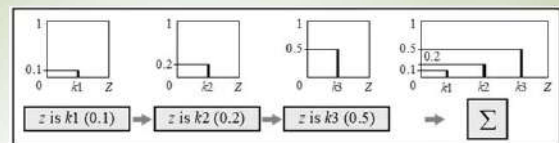


Doç.Dr. Serkan BALLI

59

59

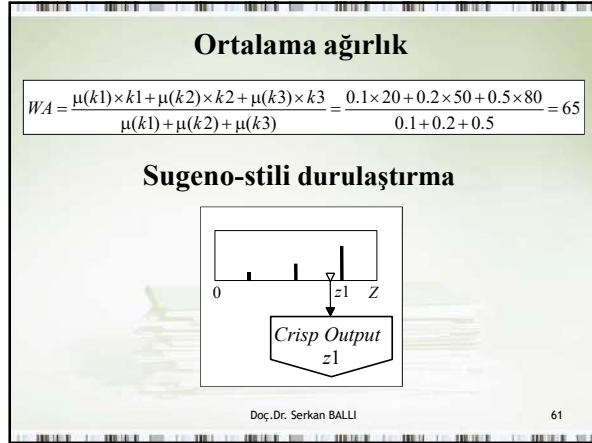
Sugeno-stili kural çıktılarının birleştirilmesi



Doç.Dr. Serkan BALLI

60

60



61

Mamdani mi Sugeno mu?

- Mamdani metodu elimizde uzman bilgisi olduğu durumda kullanılır. Daha sezgisel ve insan davranışına yakındır. Ancak Mamdani metodu hesaplama yönünden daha ağırdır.
- Sugeno metodu hesaplama açısından efektif ve optimizasyon teknikleri ile iyi çalışır. Bu yüzden kontrol sistemlerinde ve dinamik ve lineer olmayan sistemlerde tercih edilir.

Doç.Dr. Serkan BALLI 62

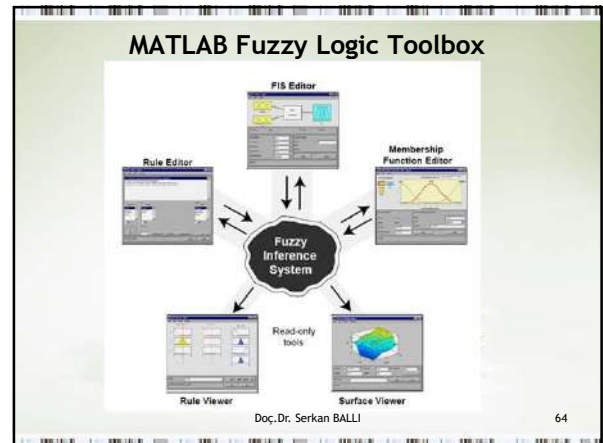
62

Fuzzy mantık araçları

- MATLAB Fuzzy Logic Toolbox
- Mathematica Fuzzy Logic Package
- FUZZLE
- FuzzyJ ToolKit & FuzzyJess
- FuzzyTECH

Doç.Dr. Serkan BALLI 63

63



64

Basit bir Bahşış problemi için Matlab ortamında fuzzy uzman sistem örneği

- Bir restorandaki servis ve yemek kalitesini 0 ile 10 arasındaki değerler göstersin.
0 → kötü 10 → mkemmел

kötü bahşış → %5
normal bahşış → %15
iyi bahşış → %25

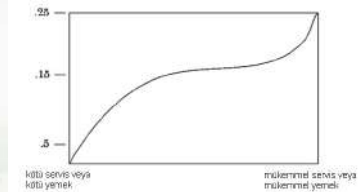
Doç.Dr. Serkan BALLI

65

65

Uzman kişiden alınan kurallar şöyledir:

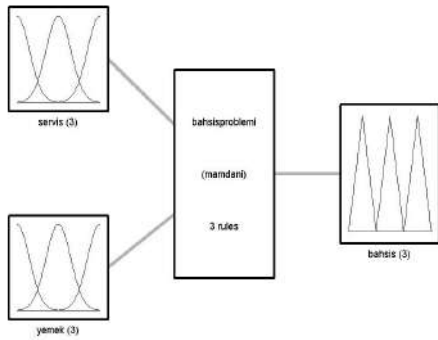
- Servis kötü veya yemek kötü ise bahşış kötüdür.
- Servis iyi ise bahşış normaldir.
- Servis mkemmел veya yemek mkemmел ise bahşış iyidir.



Doç.Dr. Serkan BALLI

66

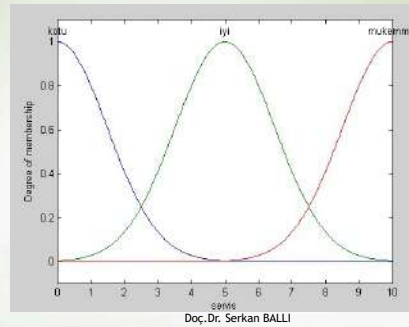
66



Doç.Dr. Serkan BALLI

67

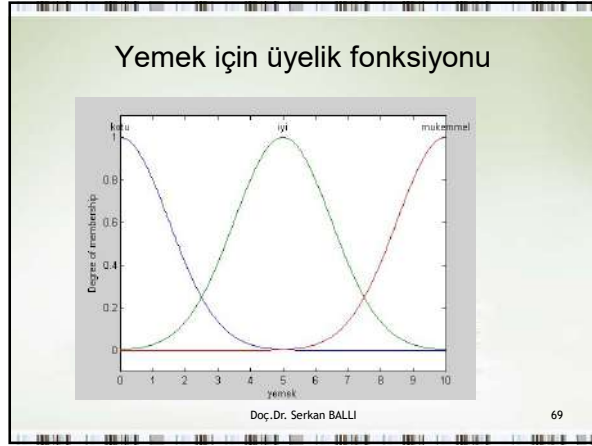
Servis için üyelik fonksiyonu



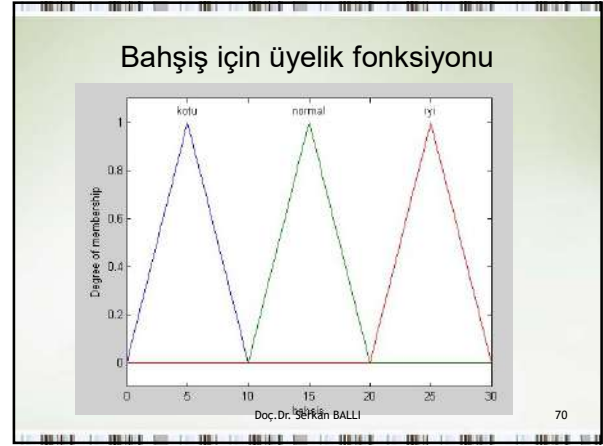
Do.Dr. Serkan BALLI

68

68



69



70

Bahşiş Problemi

<http://yapay.us/fuzzy/>

71

Örnekler

<https://github.com/ofmendi/matlab-fuzzy-logic-examples>

72

Fuzzy Logic System Example :
Washing Machine Using Matlab

<https://www.youtube.com/watch?v=K3K8OH61pRg>

73

Type of cloth: Silk, Woolen, Cotton
Type of Dirt: Not greasy, Medium, Greasy
Dirtiness of cloth: Small, Medium Large
Wash Time: Very short, short, medium,
long, very long

Kumaş Türü: İpek, Yün, Pamuk
Kir Türü: Yağlı değil, Orta, Yağlı
Kumaşın kirliliği: Küçük, Orta Büyük
Yıkama Süresi: Çok kısa, kısa, orta, uzun,
çok uzun

74