منطق فازی و هوش مصنوعی

دکتر سهراب خان محمدی

چکیده تحلیلی تدریس استاد و مستندات مرتبط

بابک آشفته یزدی

www.freebay.ir

مستند تدوین شده در جهت تجلیل از تدریس و منش استاد ارجمند جناب

آقای دکتر سهراب خان محمدی، تقدیم به ایشان میگردد.

بابک آشفته نژدی

فروردین 1396

www.freebay.ir

کسب هرگونه منفعت مالی از این مستند ، صرفا با اجازه استاد سهراب خان محمدی امکان پذیر خواهد بود.

فصل اول هوش مصنوعی

1

چارت مهندسی — Engineering Chart

نگرش سیستمی

اطلاعات نادقیق — Fuzzy

هوش مصنوعی — Artificial Intelligence (AI)

جنبه های هوش

2

محدودیت های هوش

سیستم های هوشمند — Intelligent Systems (IS)

سیستم های خبره — Expert Systems

شبکه های عصبی — Neural Networks

3

الگوریتم ژنتیک — Genetic Algorithm

سیستمهای هوشمند تجمعی — Swarm Artificial Systems

سیستمهای فازی — Fuzzy Systems

ماتریس ها و آرایه ها — Matrices and Arrays

4

ماتریس ها و آرایه ها — Matrices and Arrays

تعریف آرایه در یک بازه مشخص. — start:step:end

رشته ها — Character Strings

فراخوانی توابع — Calling Functions

5

ترسیم یک بعدی و دوبعدی — Line Plots 1D (Dimension) , Plot(X,Y)

6

نوشتن توابع — Writing Function

تمرین های مربوط به ترسیم

7

ترسیم سه بعدی — 3D Plots

8

زیرترسیم — Subplot

فصل دوم مشخصه های اصلی هوش مصنوعی

9

گزاره ها و علامتهای مختلف ترکیب آن

نوشتار — Syntax

معنی مفهومی — Semantic

10

قوانین سمانتیک جمله ها

پیاده سازی توابع اگر آنگاه و اگر و فقط اگر

فصل سوم مجموعه های کلاسیک

11

مجموعه های کلاسیک و خواص آن

مجموعه تهی و مجموعه جهانی

12

رتبه - تعداد عناصر — Cardinality

مجموعه توان — Power Set

مجموعه ، زیر مجموعه های یک مجموعه

عملیات بر روی مجموعه های معین کلاسیک

اشتراک — intersection

اجتماع — Union

13

اختلاف — Difference

مکمل،متمم — Complement

خاصیت بخش پذیری — Distributivity

خاصیت اشتراک پذیری — Associativity

خاصیت جابجایی پذیری — Commutativity

خاصیت خودگری — Involution

خاصیت انتقال پذیری — Transitivity

خاصیت یکتایی — Identity

خاصیت همانی — Idempotency

اصل متعارف میانه مستثنی — Axiom of the excluded middle

اصل متعارف تناقض — Axiom of the contradiction

قانون اول دومورگان — De Morgan's Principle 1

قانون دوم دومورگان — De Morgan's Principle 2

فصل چهارم و پنجم مجموعه های فازی کاربردی

14

مجموعه های فازی

مجموعه عملیات بر روی مجموعه های فازی

اشتراک — fuzzyand

اجتماع — fuzzyor

اختلاف — fuzzydif

مکمل — fuzzynot

زیرمجموعه — islesseq

15

مجموعه های فازی کاربردی

تعیین مقدار پایه ، اتمیک

16

پیدا کردن تابع عضویت با استفاده از روابط ریاضی

تابع عضویت زنگوله ای یا گوسی

```
muA(x)=1./(1+d.*(U-c).^2)
```

17

بردن تابع به بازه مورد نظر — normalized

تبدیل معادل یک عدد در بازه های مختلف — equival

18

تابع عضویت مثلثی

```
muA(x)=1-2*abs(c-U(i))/b
```

19

استفاده از توابع مستقل و غیر متعارف

پیاده سازی مجموعه های فازی کاربردی با توابع عضویت مختلف

زنگوله ای ، مثلث متساوی الساقین — fuzzifys

20

نمونه ترسیم با تابع

fuzzifys

زنگوله ای ، مثلث متساوی الساقین ، زنگوله

دوطرفه ، مختلف الاضلاع ، دوزنقه — fuzzifya

21

نمونه ترسیم با تابع

fuzzifya

22

نمونه ترسیم با تابع

fuzzifya

23

تابع عضویت بتا نرمال شده — fuzzifybeta

تابع عضویت تانژانت هایپربولیک — fuzzifytanh

24

تابع عضویت مجموعه جهانی — fuzzifyabs

مقادیر کلامی جنبی — Linguistic Hedges

صفت یا قیدهای پیشنهادی

برخی توابع ساخت مقادیر کلامی جنبی

-mfvery - mfververy - mfminus

-mfplus - mfslightly - mfintensify

25

برنامه تابع عضویت زنگوله ای و توابع جنبی کلامی و ترسیم آن

26

تغییر شکل منفی توابع عضویت با توجه به فاصله عناصر مجموعه جهانی از هم

27

مجموعه عملیات بر روی مجموعه های فازی

28

قاعده نرم تی — norm-T

قاعده نرم اس — norm-S

یا هم قاعده هم نرم تی — conorm-T

دوگان Dual بودن توابع norm-T و norm-S

29

ضرب شدید — Product Drastic

جمع شدید — sum Drastic

اختلاف محدود — Difference Bounded

جمع محدود — Sum Bounded

ضرب انشتین — Product Einstein

جمع انشتین — Sum Einstein

ضرب جبری — Product Algebraic

جمع جبری — Sum Algebraic

www.freebay.ir

Bay

30

ضرب هاماچر **Product Hamacher**

جمع هاماچر **Sum Hamacher**

مینیمم **Minimum**

ماکزیمم **Maximum**

31

مشخصه های توابع عضویت

Core , Support , Boundary

برش آلفا **A-Cut** **alphacut**

تابع عضویت برش یافته آلفا **trancate**

فصل ششم رابطه ها

32

ضرب کارتزین **Cartesian Product**

رابطه کامل از **A** به **B**

یک رابطه از **A** به **B**

نمایش ماتریس رابطه **R** و **RT**

ماتریس رابطه کامل و ماتریس تهی

33

رابطه ها با استفاده از عضویت ها

ترکیب رابطه ها ، سری و موازی

34

ضرب معمولی دو ماتریس

عملیات **Min-Max**

عملیات **Product-Max**

35

روابط بین ماتریس های کلاسیک در **MATLAB**

خواص رابطه های کلاسیک

رابطه های فازی در **MATLAB**

فصل هفتم منطق فازی

36

منطق فازی

منطق کلاسیک

رابطه زاده

37

رابطه **R=If A then B Else Y**

رابطه **R=If A then B Else C**

استنباط یا همانگویی **Tautology**

38

روش **Modus Ponens**

روش **Modus Tollens**

عملیات بر روی گزاره ها

منطق فازی با استفاده از رابطه فازی

رابطه دلالت لطفی زاده

39

مثالی از قانون دلالت زاده

قاعده زاده **rulemakez**

استدلال تقریبی **Approximate Reasoning**

40

فرمولهای مختلف ساختن قاعده

فرمولهای مختلف پاسخ قاعده

مجموع چند قاعده **totalrule**

ترکیب های مختلف در منطق فازی

مقدم های عطفی اشتراکی چندگانه

Multiple conjunctive antecedent

41

مثال مقدم های عطفی-اشتراکی در کنترل سیستم

مقدم های عطفی اجتماعی چند گانه

Multiple Disjunctive antecedent

42

If A1 Then B1 Else B2

If A1 Then B1 Unlse B2

If A1 Then B1 Elseif A2 Then B2

43

قاعده تو در تو **If A1 Then If A2 Then B**

انبوهش قاعده ها **Aggregation Of Rules**

غیر فازی سازی – تبدیل فازی به غیر فازی

44

روش حداکثر عضویت **Membership Maximum**

روش مرکز ثقل **Center Of Gravity**

فرمول روش مرکز ثقل **defuzzyg**

روش میانگین وزن دار **Weighted Average**

روش میانگین حداکثرها **Mean-Max Membership**

45

تمرین ساختن قاعده با روش زاده و ممدانی

اگر خط ترمز **A** آنگاه سرعت **B**

rulemakez & rulemakem

فازی سازی با روش مثلثی **fuzzyfys**

46

ساختن قاعده با استفاده از روش ممدانی و

استفاده از توابع زنگوله ای و مثلثی

اگر خط ترمز **A** آنگاه سرعت **B**

47

plot

subplot ترسیم دو ستون قانون های بدست آمده

48

surfl ترسیم مجزا قانون های بدست آمده

49

ساختن قاعده با استفاده از روش ممدانی و

استفاده از توابع زنگوله ای و مثلثی

اگر خط ترمز **B** و وزن **W** آنگاه سرعت **B**

50 51

plot

subplot ترسیم دو ستون قانون های بدست آمده

52

surfl ترسیم مجزا قانون های بدست آمده

فصل هشتم حسابان اعداد فازی

53

fuzzyand حسابان اعداد فازی

54

fuzzysub

fuzzymult

fuzzydiv حسابان اعداد فازی

55

$\tilde{R}=\frac{\tilde{R}_1*\tilde{R}_2}{\tilde{R}_1+\tilde{R}_2}$ تمرین حسابان اعداد فازی

56

$T(\tilde{A}\geq\tilde{B})$

$T(\tilde{A}>\tilde{B})$ مقایسه دو یا چند عدد فازی

57

fuzzycmp تابع مقایسه اعداد فازی

58

MCDM

MADM تصمیم گیری چند معیاره با اطلاعات نادقیق

MODM تصمیم گیری غیرفازی

59

classicmcdm

classicmcdmn

روش اول و دوم تصمیم گیری غیرفازی

60

classicmcdm

classicmcdmn

روش سوم تصمیم گیری غیر فازی

61

classicmodmn

تصمیم گیری چند معیاره چند هرفه غیر فازی

62

fuzzymcdm

تصمیم گیری چند معیاره چند هرفه فازی

63 64

$D(\tilde{A}_1)=\sum_{J=1}^{n}\tilde{B}_j\cdot\tilde{a}_{ij}$

تمرین تصمیم گیری فازی از طریق جمع وزن دار

65 66

fuzzymcdm

تمرین کاربردی تصمیم گیری غیر فازی

67

FIS

fismamdani سیستم استنتاج فازی روش برش

Bay

www.freebay.ir

68
FIS

fismamdani

سیستم استنتاج فازی روش تغییر مقیاس

69

تمرین استنتاج فازی برای سرعت خودرو با روش برش

70

تمرین استنتاج فازی با روش تغییر مقیاس

71 72

برنامه قاعده اگر خط ترمز A و وزن B آنگاه سرعت S به روش برش و تغییر مقیاس

73

fissugeno

استنتاج به روش ساجنو درجه صفر

74 75

fissugeno

برنامه قاعده اگر خط ترمز A و وزن B آنگاه سرعت S به روش ساجنو درجه صفر

76 77

بررسی دقت عملکرد جمع فازی و غیر فازی

نمونه سوالات

78 89

مجموعه سوالات منطق فازی و هوش مصنوعی

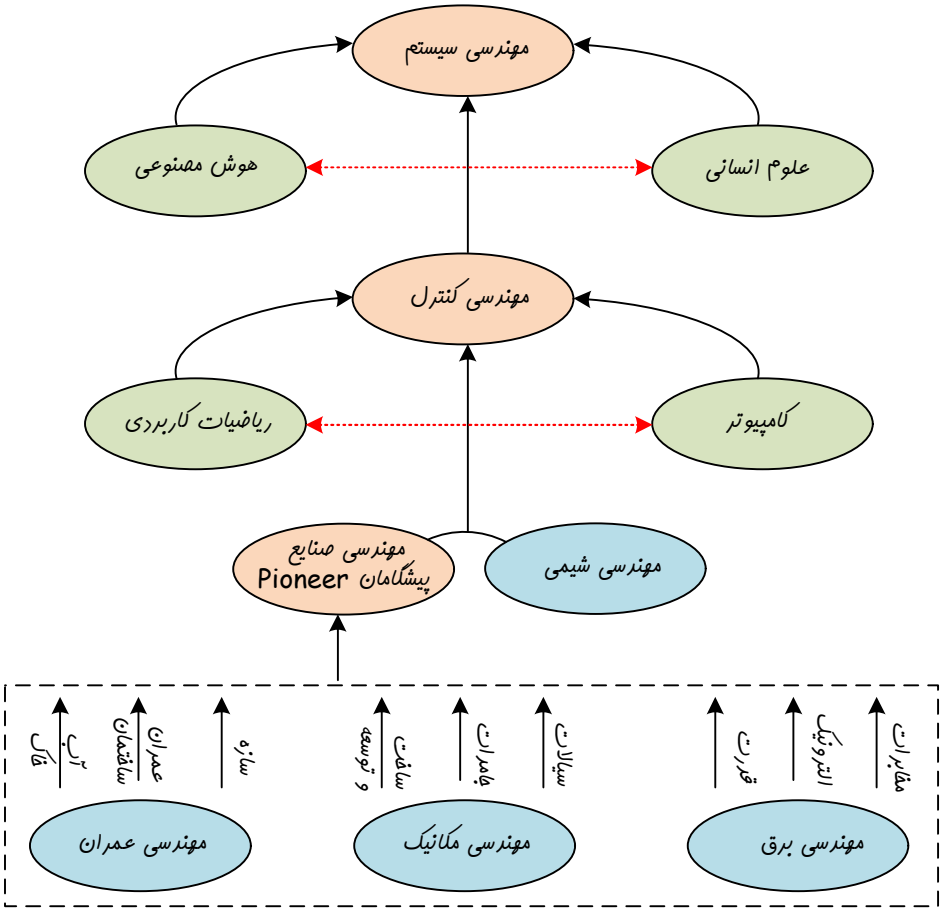
www.freebay.ir

Bay

مهندسی Engineering

– کاری که مبنای محاسباتی داشته باشد و بر اساس آن محاسبات ، تصمیم گیری یا ساخت چیزی انجام گردد کار به شیوه مهندسی انجام گرفته است.

چارت مهندسی
Engineering Chart



نگرش سیستمی

– جهت ساخت یک دستگاه هوشمند نیاز به نگرش سیستمی میباشد، استفاده از روشهای هوش مصنوعی قابلیت انعطاف و توسعه نگرش مهندسی را به تخصص های مختلف از روانشناسی و جامعه شناسی گرفته تا پزشکی و علوم هوا و فضا به طور قابل توجهی افزایش میدهد

– استفاده ابزار محاسباتی برای پیاده سازی روش ها در رشته های مختلف نگرش سیستمی نام گرفت است.

اطلاعات نادقیق Fuzzy

– به دلیل نادقیق و گنگ بودن اطلاعات و روابط حاکم در بعضی تخصص ها (رفتار روانی و اجتماعی) و سخت و گاهی ناممکن بودن روشهای محاسباتی در آن دانشمندان و متخصصین تلاش کردند با تقلید از هوش و غریزه انسان و سایر موجودات در طبیعت به راه حل هایی در این مورد دست پیدا کنند.

– بسیاری از اعمال انسان دقیق نیست ولی بر اساس هوش خود آن را به بهترین شکل (تا دقیق) انجام میدهد.

– یکی از شاخص ترین روش های هوشمند ، محاسبات مبتنی بر اطلاعات نادقیق Fuzzy است .

هوش مصنوعی Artificial Intelligence (AI)

– پیاده سازی مصنوعی هوش انسانی (مطالعه طبیعت و فضای کاملی از رفتارهای هوشمندانه) یا دیگر موجودات زنده بصورت سیستمی را هوش مصنوعی میگویند . و در بازه وسیعی از علوم مختلف روان شناسی تا علوم کامپیوتر را در بر میگیرد.

– یکی از اولین روشهای ارائه شده در خانواده روشهای هوشمند الگوریتم Algorithm است که توسط خوارزمی معرفی شده است.

هوش و استعداد

– هوش مجموعه ای از جنبه ها یا فضلت هاست که اگر در هر چیزی وجود داشته باشد منجر به هوشمندی آن میشود.

– از این دیدگاه هوش مصنوعی عبارت است از ارائه دانش ، جستجو ، ادراک و استنتاج

جنبه های هوش

ابتکار ، احساس مشترک ، قضاوت ، خلاقیت ، هرفمندی ، استدلال قابل پذیرش ، دانش و باور

ابتکار : –ابتکار عمل داشتن

احساس مشترک : – احساس مشترک داشتن با محیط اطراف هوشمندی را بالا میبرد مانند احساس مشترک با حیوانات و حتی اشیاء

www.freebay.ir

قضاوت : – قضاوت نمودن و پذیرفتن قضاوت صحیح دیگران در ارتباط با چیزی که ساخته شده است یا خرمتی که انجام شده است.

خلاقیت : – اگر خلاقیت را از پروردگار برانیم انسان با هوشمندی به کشفیات مهم دست میابد.

هرفمندی : – هرف از انجام هر کاری باید مشخص باشد.

استدلال قابل پذیرش : – همواره باید استدلال برای صحیح یا نا صحیح بودن محاسبات انجام گیرد.

دانش و باور : – فرد هوشمند همواره به دانش و کشف آن علاقه مند است.

محدودیت های هوش

انسان جایز الخطاست ، ضعیف بودن پایگاه اطلاعاتی انسان نسبت به کامپیوتر ، ضعف پردازش اطلاعات در انسان نسبت به کامپیوتر

– هوشمندی انسان ناشی از پردازش اطلاعات در مغز وی نیست بلکه ناشی از توانایی او در نمایاندن خرد وی با استفاده از ارتباط موثر او با محیط پیرامون و قدرت آموزش اوست.

– انسان با استفاده از تجارب خود و دیگران دانش کسب میکند و دانش خود را با استفاده از ارتباطات در یک مجموعه به نمایش میگذارد.

جستجو : Search – رسیدن به یک موضوع مورد علاقه یا هدف از طریق جستجو

استنتاج : Inference – با استفاده از استنتاج دانش مجازی و تلویحی به صورت صریح قابل ارائه است.

هوش مصنوعی هم علم است و هم هنر

جنبه علمی : – استفاده از اصول اثبات شده که بصورت قوانین صریح و با استفاده از تحقیقات تجربی و نتیجه گیری منطقی بدست می آید.

جنبه هنری – گردآوری روش ها و توسعه آنها با روش های واقع گرایانه و نه لزوما منطقی

سیستم های هوشمند Intelligent Systems (IS)

– یک سیستم با هوش مصنوعی یعنی آن جنبه هایی که نشان دهنده هوش مصنوعی است به یک شکلی در یک وسیله ای بطور کامل و یا محدودی جمع آوری گردد.

برخی از سیستمهای هوشمند

1 سیستم های خبره Expert Systems 2 شبکه های عصبی Neural Networks 3 الگوریتم ژنتیک Genetic Algorithm

4 سیستمهای هوشمند تجمعی (مانند الگوریتم مورچه و زنبور عسل) Swarm Artificial Systems 5 سیستمهای فازی Fuzzy Systems

1 سیستم های خبره Expert Systems

– یک سیستم خبره یک برنامه کامپیوتری هوشمند است که برای حل مسائل پیچیده ای که نیاز به تخصص و تجربه انسان دارد از دانش و استنتاج استفاده میکند.

– برای این منظور برای حل هر مسئله دانش و استدلال ویژه انسان شبیه سازی میشود.

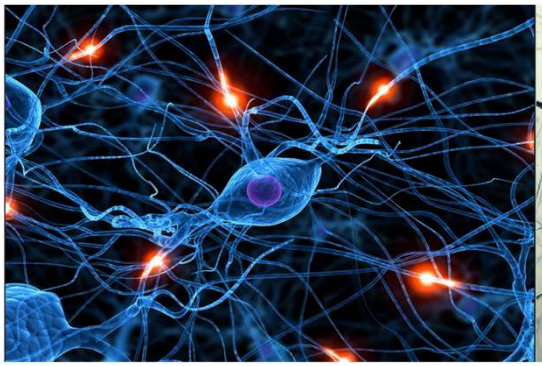
– ساختارهای مختلف سیستم های خبره با وجود داشتن تفاوت هایی ، دارای وجه اشتراک هایی مانند کاربر User رابط Interface پایگاه دانش Knowledge Base و موتور استنتاج Inference هستند.

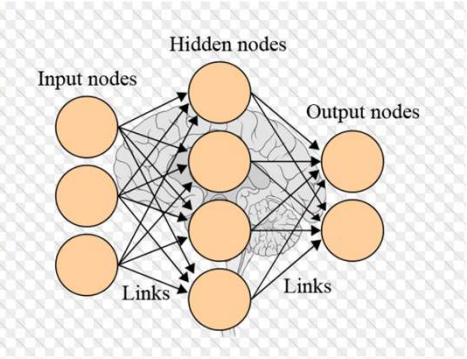
2 شبکه های عصبی Neural Networks

– مغز انسان که شاهکار خلقت محسوب میشود سیستم بسیار پیچیده ای است که توانایی تفکر ، آموزش و حل مسائل را دارد.

– مبنای مطالعات انجام یافته برای تقلید توابع مغز انسان شناخت و مدل سازی عملکرد نرون است.

– یک نرون یک عنصر بنیادی در سیستم عصبی مغز انسان است که یک عنصر ساده محاسباتی محسوب میشود.





www.freebay.ir

3 الگوریتم ژنتیک Genetic Algorithm

- الگوریتمهای ژنتیک بر اساس سیستم طبیعی وراثت و در جهت بهبود نژاد طراحی میشوند.
- سعی بر این است که از یک سری نتایج آن هایی که بهتر تشخیص داده میشوند با هم ترکیب شده (همانند ازدواج) و حاصل آن (همانند بچه) رابهتر نمایند و توسعه دهند.

4 سیستمهای هوشمند تجمعی Swarm Artificial Systems

- در این سیستمها از رفتار جمعی عشراتی مانند مورچه ها در لانه های جمعی Colonies استفاده میشود.
- مورچه هاقادرند بدون داشتن نقشه منطقه ، با استفاده از اطلاعات فرومون Pheromon کوتاهترین مسیر بین غذای بدست آمده و لانه خود را مشخص کنند.
- عشراتی مانند مورچه ، زنبور و موریانه کارهای خود را به طور انفرادی و مستقل از سایر اعضای کلنی خود انجام میدهند ، ولی هنگامی که به صورت یک جامعه عمل میکنند قادرند مسائل پیچیده را با استفاده از همکاری متقابل در شرایط پدید آمده حل کنند.

5 سیستمهای فازی Fuzzy Systems

- مجموعه فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پرفسور زاده به عنوان یک امکان یا وسیله ریاضی برای نمایش ابهام در مقادیر کلاسی مانند زیاد ، کم ، تاحدودی ، ...معرفی شد.
- ایده فازی در اصل تعمیم نظریه مجموعه های کلاسیک است.
- علیرغم کاربردهای فراوان نظریه فازی در مسائل پیچیده ای که با اطلاعات مبهم سروکار دارند باید توجه داشت که سیستم های فازی کارایی کمتری نسبت به الگوریتم های دقیق Precise دارند. ولی نیاز به دقت در سیستم های فیزیکی نیاز به سرمایه گذاری فراوان در دستیابی به اطلاعات دقیق و صرف وقت زیاد برای توسعه مدل های دقیق را در پی دارد.
- در سیستم های پیچیده قیمت متناسب با زمان است.
- در صورت مواجه با مسئله ای که اطلاعات در مورد آن گنگ یا مبهم است و امکان دسترسی به مدل دقیق وجود نداشته باشد استفاده از سیستم فازی امکانپذیر ترین راه حل است .
- سیستمهای فازی به خاطر اهمیت در حل مسائل پیچیده و شرایط نادقیق مورد توجه است.
- مجموعه پیاده سازی مسایل در این درس با نرم افزار MATLAB انجام خواهد گردید.

Command Window — Enter commands at the command line, indicated by the prompt (>>).

Basic

```
>>a = 1
a =
1 Quick Start

>>b = 2
b =
2

>>c = a + b
c =
3

>>d = cos(a)
d =
0.5403

>>sin(a)
ans =
0.8415

>>e = a*b;
    ;
```

No Display

Matrices and Arrays

```
>>a = [1 2 3]
 a =
 1 2 3
```

تعریف یک بردار یک سطر و سه ستون

```
>>b=[9,2.4,6]
 a =
 9.0000   2.4000   6.0000

>>a+b
10.0000 4.4000 9.0000

>>a = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 10]
a =
1 2 3
4 5 6
7 8 10

>>a + 10
ans =
11 12 13
14 15 16
17 18 20

>>sin(a)
ans =
0.8415   0.9093   0.1411
-0.7568  -0.9589  -0.2794
0.6570   0.9894   -0.5440
```

```
>>a=[1 2 3 4]
a =
   1 2 3 4
>> a+2
ans =
   3 4 5 6
>> a
a =
   1 2 3 4
>> a=a+2
a =
   3 4 5 6
```

Transpose Invertion

```
>> a
a =
   3 4 5 6
>>a'
a =
 3
 4
 5
 6
```

بردار یک سطر و چهار ستون به بردار یک ستون چهار سطر تبدیل شده است.

Invertion Transpose

```
>> a = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 10]
a =
   1   2   3
   4   5   6
   7   8   10

>> a'
ans =
   1   4   7
   2   5   8
   3   6   10
```


www.freebay.ir

The colon operator an equally spaced vector of values start:step:end.

```
B = 0:10:100
B =
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
```

Matrices and Arrays

```
>> a=[2 3 4]
a =
   2   3   4
```

```
>> b=[4 5 6]
b =
   4   5   6
```

```
>> a*b
Error using  *
Inner matrix dimensions must agree.
```

ضرب ماتریسی

```
>> a*b'
ans =
  47
```

```
>> a.*b
ans =
   8  15  24
```

ضرب نقطه ای

```
A = magic(4)
A =
16 2 3 13
5 11 10 8
9 7 6 12
4 14 15 1
```

element in an array →

```
A(4,2)
ans =
14
```

traverses down each column in order →

```
A(8)
ans =
14
```

array increases to accommodate

```
A(4,5) = 17
A =
16 2 3 13 0
5 11 10 8 0
9 7 6 12 0
4 14 15 1 17
```

multiple elements of an array

first three rows and the second column of A:

```
A(1:3,2)
ans =
2
11
7
```

Clone alone all the columns Or Raw of A:

```
A(3,:)
ans =
9 7 6 12 0
```

```
>> A(:,3)
ans =
   3
  10
   6
  15
```

Character Strings

```
>>myText = 'Hello, world';
```

```
>>otherText = 'You''re right'
otherText =
You're right
```

which is short for character →

```
whos myText
Name          Size          Bytes    Class Attributes
myText        1x12             24    char
```

concatenate strings →

```
longText = [myText,' - ',otherText]
longText =
Hello, world - You're right
```

convert numeric values to strings →

num2str or int2str

```
f = 71;
c = (f-32)/1.8;
tempText = ['Temperature is ',num2str(c),'C']
tempText =
Temperature is 21.6667C
```

Calling Functions

```
A = [1 3 5];
max(A)
ans =
5
```

```
B = [10 6 4];
max(A,B)
ans =
10 6 5
```

```
maxA = max(A)
maxA =
5
```

```
[maxA,location] = max(A)
maxA =
5
location =
3
```

```
disp('hello world')
hello world
```

```
>>clc
```
→ پاک کردن صفحه نمایش

```
>>Clear a
```
→ پاک کردن متغیر a از حافظه

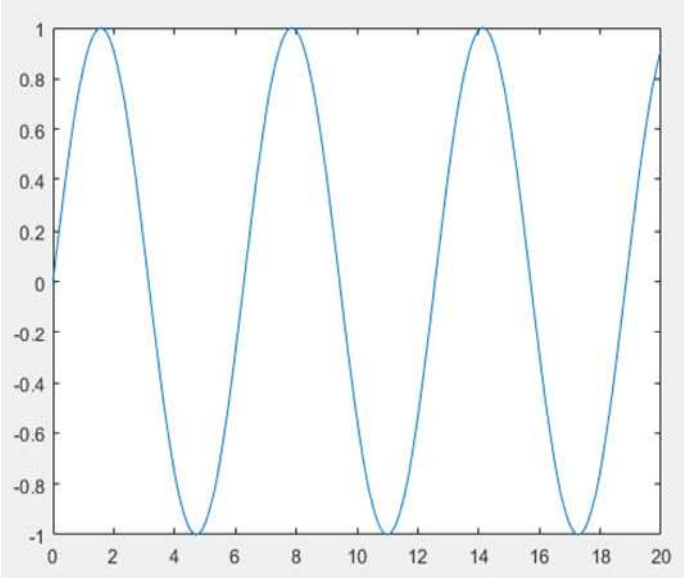
```
>>Clear all
```
→ پاک کردن همه متغیرها از حافظه

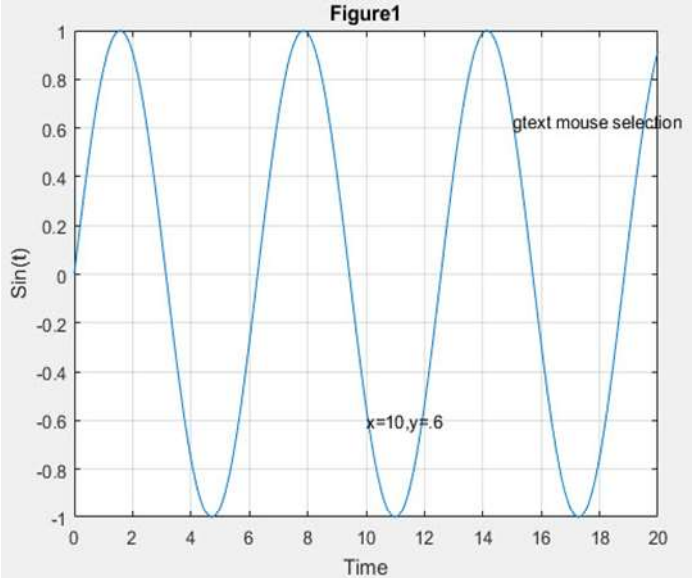
www.freebay.ir

Line Plots 1D (Dimension) , Plot(X,Y)

```
>> t=0:.1:20;
>> x=sin(t);
>> plot(t,x)
```

```
>> xlabel('Time')   >> grid on
>> ylabel('Sin(t)') >> text(10,-.6,'x=10,y=.6')
>> title('Figure1') >> gtext('gtext mouse selection')
```





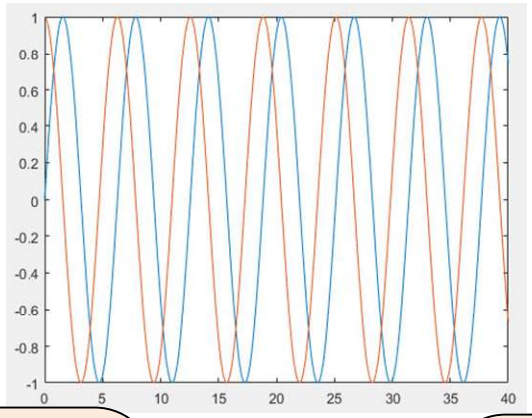

```
>> who
Your variables are:
a   ans  b   t   x
```

```
>> whos
Name      Size          Bytes  Class     Attributes
a         1x3              24  double
ans       1x3              24  double
b         1x3              24  double
t         1x201          1608  double
x         1x201          1608  double
```

```
>>clc
```
پاک کردن صفحه نمایش

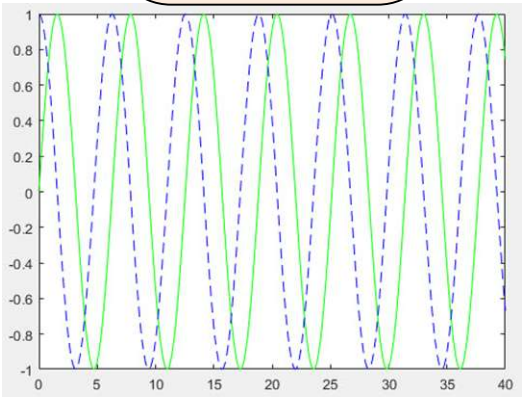
```
>>Clear a
```
پاک کردن متغیر **a** از حافظه

```
>>Clear all
```
پاک کردن همه متغیرها از حافظه

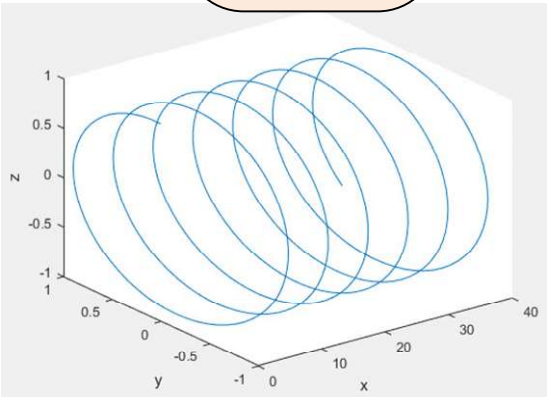


```
>> t=0:.1:40;
>> x=sin(t);
>> y=cos(t);
>> plot(t,x,t,y)
```

```
>> t=0:.1:40;
>> x=sin(t);
>> y=cos(t);
>> plot(t,x,'g',t,y,'b--')
```



```
>> t=0:.1:40;
>> x=sin(t);
>> y=cos(t);
>> plot3(t,x,y)
```



www.freebay.ir

`>> help` → اطلاعات گرفتن در ارتباط با یک دستور

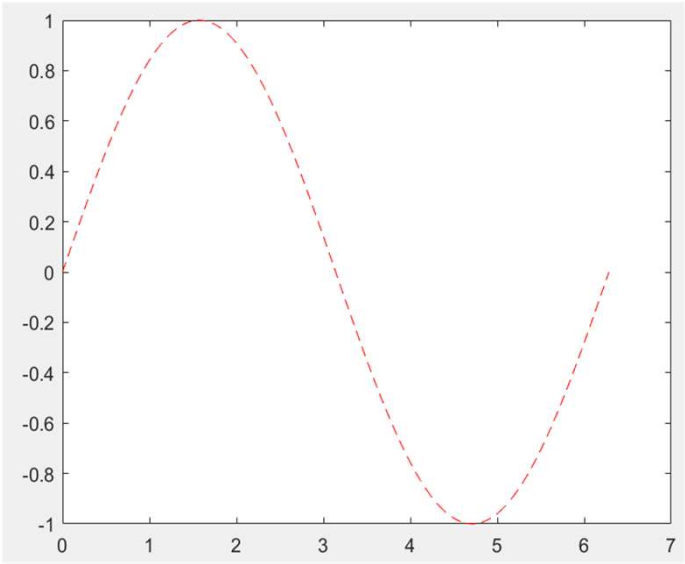
`>>%` → جهت توضیحات نویسی در برنامه

Writing Function

```
function [add,sub]=addsub(a,b)
% This function adds and subs two values
%every thing
add=a+b;
sub=a-b;
end
```

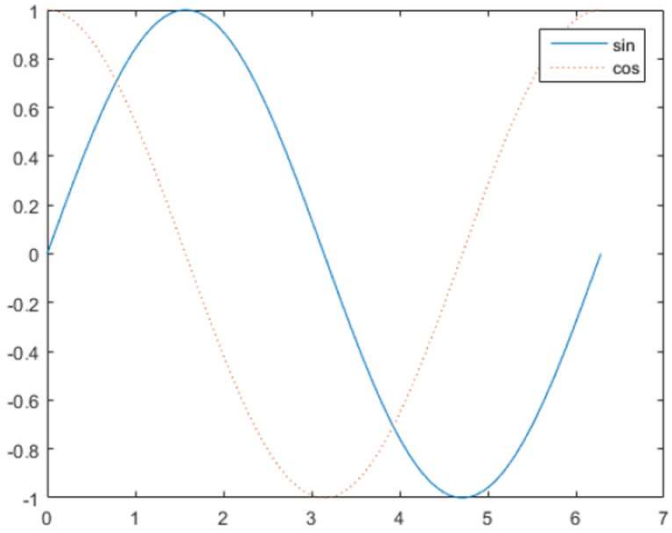
```
>> p=[3 8 5];>> q=[9 2 4];
>> [m,n]=addsub(p,q)
m =
   12    10     9
n =
   -6     6     1
```

MATLAB Primer تمرین از کتاب



By adding a third input argument to the plot function, you can plot the same variables using a red dashed line.

```
plot(x,y,'r--')
```



To add plots to an existing figure, use hold.

```
x = 0:pi/100:2*pi;
y = sin(x);
plot(x,y)
hold on
y2 = cos(x);
plot(x,y2,':')
legend('sin','cos')
```

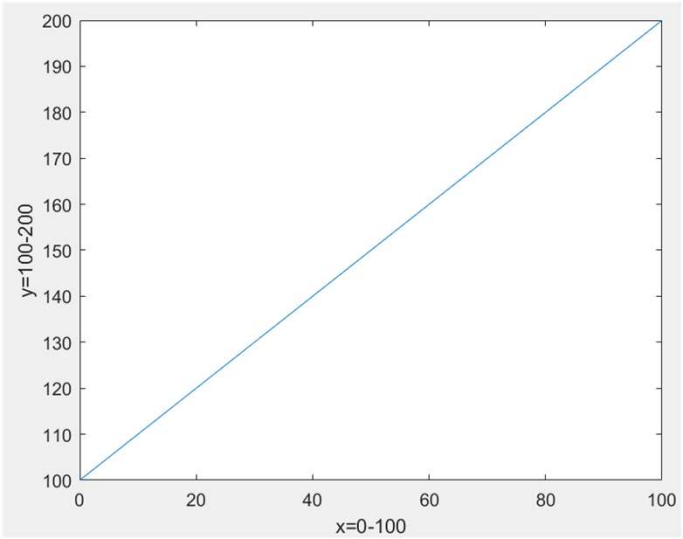
www.freebay.ir

3D Plots

```
>>x=0:10:100;
>>y=100:10:200;
>>z=200:10:300;
>>xlabel('x=0-100');
>>ylabel('y=100-200');
>>x,y
```

```
>> x,y
x =
    0   10   20   30   40   50   60   70   80   90  100

y =
  100  110  120  130  140  150  160  170  180  190  200
```

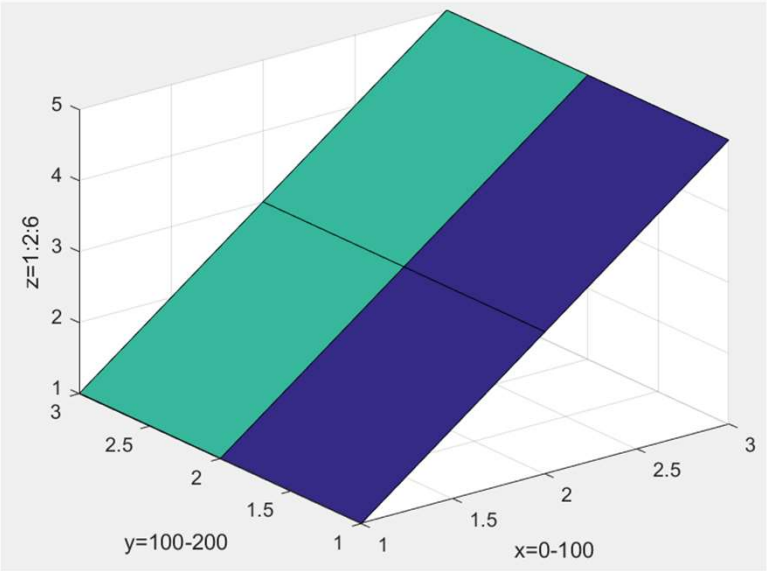
```
>>Plot(x,y)
```




```
>> [x,y]=meshgrid(1:2:6)
```

```
x =

     1     3     5
     1     3     5
     1     3     5

y =

     1     1     1
     3     3     3
     5     5     5
```

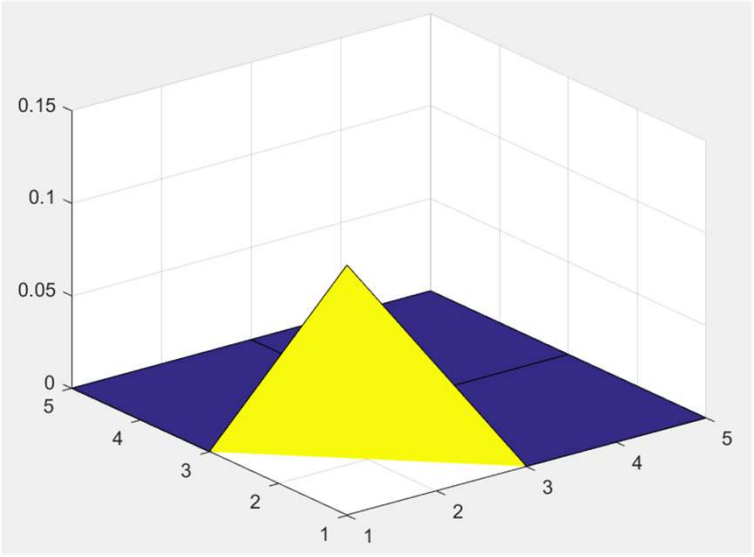
```
>> surf(x,y)
>> xlabel('x=0-100')
>> ylabel('y=100-200')
>> zlabel('1:2:6')
>> zlabel('z=1:2:6')
```




```
>> z = x .* exp(-x.^2 - y.^2)
```

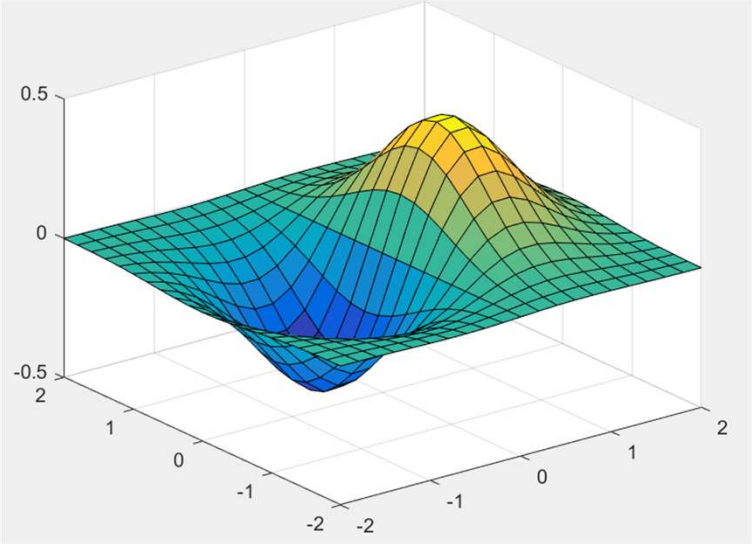
```
z =

    0.1353    0.0001    0.0000
    0.0000    0.0000    0.0000
    0.0000    0.0000    0.0000
```

```
>> surf(x,y,z)
```



www.freebay.ir

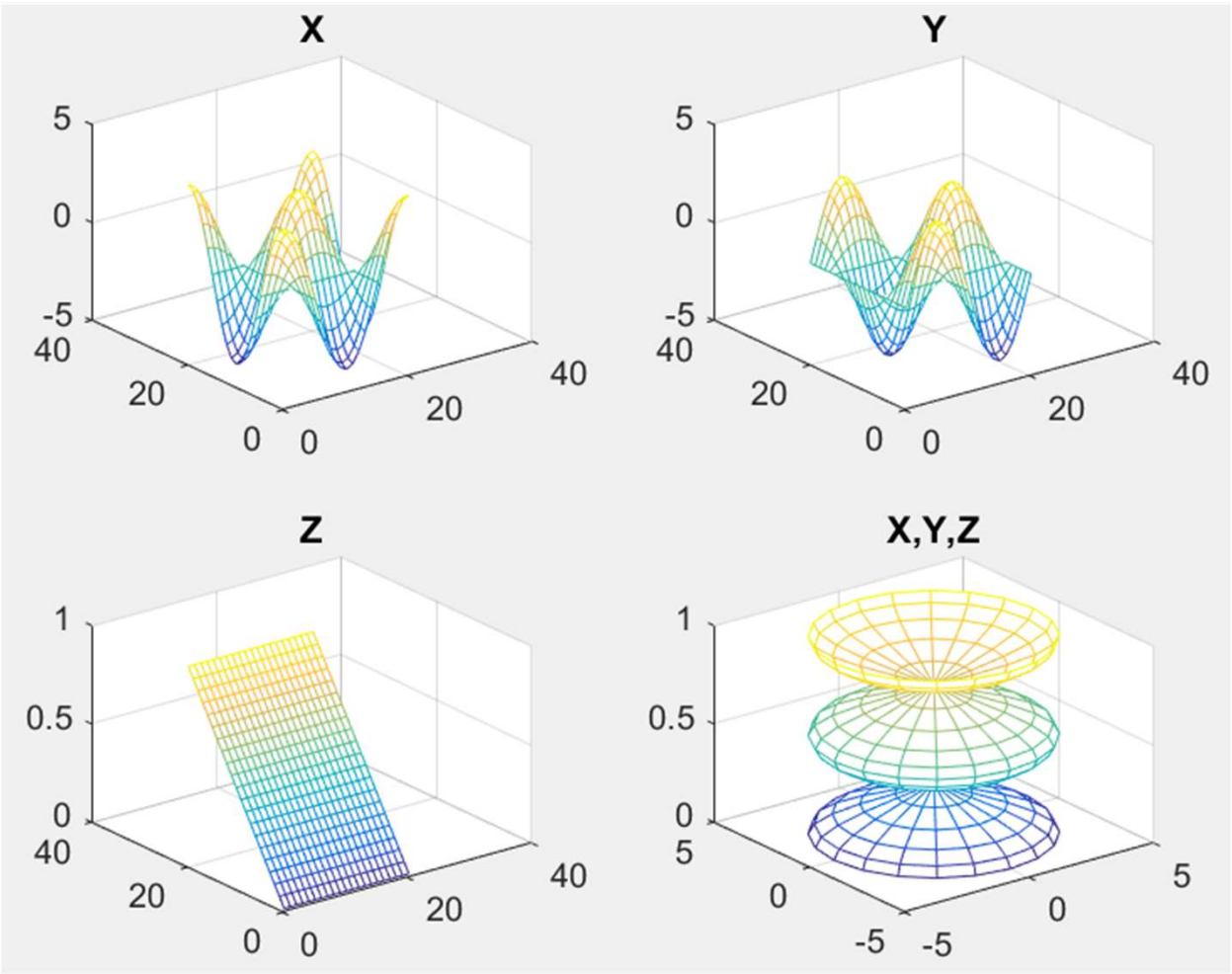
```
[X,Y] = meshgrid(-2:.2:2);
Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);
surf(X,Y,Z)
```



Subplot

The first two inputs to subplot indicate the number of plots in each row and column. The third input specifies which plot is active. For example, create four plots in a 2-by-2 grid within a figure window.

```
t = 0:pi/10:2*pi;
[X,Y,Z] = cylinder(4*cos(t));
subplot(2,2,1); mesh(X); title('X');
subplot(2,2,2); mesh(Y); title('Y');
subplot(2,2,3); mesh(Z); title('Z');
subplot(2,2,4); mesh(X,Y,Z); title('X,Y,Z');
```



www.freebay.ir

گزاره ها

- گزاره ها جملات پایه و ریز Atomic هستند که میتوانند صحیح True یا غلط False باشند که به اختصار T یا F نمایش داده میشوند.
- در ریاضیات T را با 1 و F را با 0 نمایش میدهند.
- یک گزاره را معمولا با حروف بزرگ مانند ..., R , P , Q نمایش میدهند. R : آسمان آبی است Q : هوا گرم است
- میتوان ترکیبی از دو یا چند گزاره را بعنوان یک گزاره در نظر گرفت.

S: تسمه شل است L: رادیات گرفته است

تسمه شل است یا رادیات گرفته است = S∨L

Q: باد می وزد P: هوا خیلی گرم است

هوا خیلی گرم است و باد می وزد = P∧Q

علامتهای مختلف ترکیب گزاره ها

Not or negation	علامت نه یا نقیض	¬ ! ~ ≠	¬A
And or conjunction	علامت و یا اشتراک	∧ ∩	A∧B
Or or disjunction	علامت یا یا اجتماع	∨ ∪	A∨B
If … Then or implication	علامت اگر..آنگاه یا دلالت	→	A→B
Iff :If and only if or double implication	علامت اگر و فقط اگر یا دلالت مضاعف	↔	A↔B (A→B)∧(B→A)
Equivalent to	علامت معادل (علی پسر مریم است معادل مریم مادر علی است)	≡	A≡B

- اگر هریک از عملیات ترکیبی بر روی گزاره انجام گردد به آن حسابان گزاره میگویند و نتیجه آن نیز از نظر گرامری یک جمله است که ممکن است نامفهوم نیز باشد.
- صحت یک گزاره شامل غلط بودن یا صحیح بودن یک گزاره میباشد. T(P)=F جمله P غلط است. T(P)=T جمله P صحیح است.
- جمله های معتبر (Valid) را فرمول های با قالب (Format) خوب مینامند.

Syntax نوشتار

- منظور از نوشتار نحوه نوشتن فرمول هاست به گونه ای که در آن قوانین گرامری مورد نظر هر نرم افزار رعایت شده باشد که همان طرز نوشتن میباشد.
- از نظر نوشتار Syntax اگر صحت و عدم صحت فرمول باشد ترکیبات آن نیز فرمول میباشد.
- در فرمول نویسی با استفاده از پرانتز ( ) تقدم و تاخر عملیات را به طوری که میخواهیم انجام میدهیم.
- ترتیب عملیات در ریاضی بدین شکل میباشد اول توان: ^ دوم ضرب یا تقسیم : / سوم جمع یا تفریق : + - ضمنا در شرایط برابر ترتیب عملیات از چپ به راست میباشد.

4 3 2 1

X*Y+Z^2

2 3 1

- ترتیب عملیات ترکیبی گزاره ها بدین شکل میباشد اول: نقیض ¬ دوم: و یا یا ∧ ∨ سوم:اگر آنگاه → چهارم : اگر و فقط اگر ↔ پنجم : معادل ≡ و در شرایط برابر از چپ به راست میباشد.

1 2 3 4 5 6

- در استفاده از پرانتز سه حالت متصور میباشد ۱- ( )( )( )... ۲- ((((...)))) ۳- (( ) ( ))

1 2 3 n 1 2 3 4 1 2

X*(Y+Z)^2

3 1 2

- در گزاره ها همیشه باید سعی بر این شود که از پرانتزهای کمتر استفاده گردد با این شرط که صحت گزاره تغیر نکند و نامعادل نگردد.

(¬(P∧(¬Q))) ≡ ¬(P∧¬Q) ¬P∧¬Q ≠ ¬(P∧¬Q)

3 2 1 3 2 1 2 3 1 3 2 1

Semantic معنی مفهومی

- سمانتیک یا معنی مفهومی یک جمله یا فرمول عبارت است از مقدار صحیح T یا غلط F که جمله به خود میگیرد . برای صراحت در استفاده از جمله ها وارد مباحث فلسفی مربوط به تغییر آنها نخواهیم شد بلکه هر جمله یا فرمول را با صحیح یا غلط بودن آن می سنجیم و آن را تفسیر مینمائیم.

	P	Q	¬Q	P∧¬Q
1	T	T	F	F
2	T	F	T	T
3	F	T	F	F
4	F	F	T	F

P∧¬Q → تفسیر فرمول

www.freebay.ir

قوانین سمانتیک جمله ها

T(a)=F or T

شماره قانون	جمله های صحیح	جمله های غلط
1	T	F
2	¬ F	¬ T
3	T∧T	F∧a
4	T∨a	a∧F
5	a∨T	F∨F
6	a→T	T→F
7	F→a	T↔F
8	T↔T	F↔T

تفسیر همه حالتهای ممکن P , Q , R با توجه به فرمول داده شده

	P	Q	¬Q	P∧¬Q	R	(P∧¬Q)→R	Q	((P∧¬Q)→R)∨Q
1	T	T	F	F	T	T	T	T
2	T	F	T	T	F	F	F	F
3	F	T	F	F	T	T	T	T
4	F	F	T	F	F	T	F	T

P→Q≡¬P∨Q

T=1 , F=0

	P	Q	P→Q	¬P	¬P∨Q
1	T	T	T	F	T
2	T	F	F	F	F
3	F	T	T	T	T
4	F	F	T	T	T

	P	Q	P→Q	¬P	¬P∨Q	P→Q≡¬P∨Q
1	1	1	1	0	1	1
2	1	0	0	0	0	1
3	0	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1

قوانین سمانتیک جمله ها در MATLAB

T=1 , F=0

شماره قانون	گزاره منطقی	مدل ریاضی	گزاره منطقی	مدل ریاضی
1	T	1	F	0
2	¬ F	1-F	¬ T	1-T
3	T∧T	Min(1,1)	F∧a	Min(0,a)
4	T∨a	Max(1,1)	a∧F	Min(a,0)
5	a∨T	Max(a,1)	F∨F	Max(0,0)
6	a→T	Max(1-a,1)	T→F	Max(1-1,0)
7	F→a	Max(1-0,a)	T↔F	Min(max(1-1,0),max(1-0,1))
8	T↔T	Min(max(1-1,1),max(1-1,1))	F↔T	Min(max(1-0,1),max(1-1,0))

پیاده سازی توابع اگر آنگاه و اگر و فقط اگر در MATLAB

¬a

```
function r=pfnot(a)
r=(1-a);
end
```

a∧b

```
function r=pfand(a,b)
r=min(a,b);
end
```

a∨b

```
function r=pfor(a,b)
r=max(a,b);
end
```

```
function r=ifthen(a,b)
r=max(1-a,b);
end
```

a→b خروجی

T→F

```
>> a=1;b=0;
>>ifthen(a,b)
ans =
   0
```

F→T

```
>> a=1;b=0;
>>ifthen(b,a)
ans =
   1
```

```
function r=iff(a,b)
r=min(max(1-a,b),max(1-b,a));
end
```

a↔b خروجی

T↔F

```
>> a=1;b=0;
>> iff(a,b)
ans =
   0
```

F↔T

```
>> a=1;b=0;
>> iff(b,a)
ans =
   0
```

F↔F

```
>> a=0;b=0;
>> iff(a,b)
ans =
   1
```

www.freebay.ir

$a \rightarrow b$ مجموع حالات a,b

```
>> a=[1 1 0 0];
>> b=[1 0 1 0];
>> pfifthen(a,b)
ans =
   1   0   1   1
```

$a \wedge \neg b$ مجموع حالات a,b

```
>> a=[1 1 0 0];
>> b=[1 0 1 0];
>> pfand(a,pfnot(b))
ans =
   0   1   0   0
```

$((\neg P \wedge \neg Q) \rightarrow R) \wedge Q$

```
>> R=1; P = 0; Q = 1:P;
>> R=1;Q=1;P=0;
>>pfand(pfifthen(pfand(pfnot(P),pfnot(Q)),R),Q)
ans =
   1
```

جمله صحیح است

مجموعه های کلاسیک

شاخص عضویت : در این مثال بدین صورت خوانده میشود
میو X در A : یعنی عضویت عنصر X از مجموعه جهانی در مجموعه A

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in A \\ 0 & \text{if } x \notin A \end{cases}$$

مجموعه جهانی U={1,2,3,4,5,6,7,8,9}
یک زیر مجموعه از U A={3,4,7,8}

سه حالت برای نمایش عضویت X از مجموعه جهانی در مجموعه A وجود دارد.

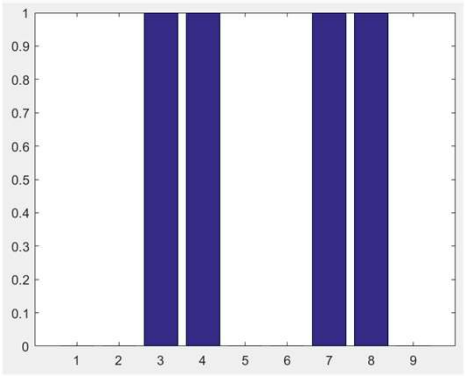
$$A=\{\tfrac{0}{1}\ \tfrac{0}{2}\ \tfrac{1}{3}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{0}{5}\ \tfrac{0}{6}\ \tfrac{1}{7}\ \tfrac{1}{8}\ \tfrac{0}{9}\}$$

$$A=\{\tfrac{0}{1},\tfrac{0}{2},\tfrac{1}{3},\tfrac{1}{4},\tfrac{0}{5},\tfrac{0}{6},\tfrac{1}{7},\tfrac{1}{8},\tfrac{0}{9}\}$$

A={(0,1),(0,2),(1,3),(1,4),(0,5),(0,6),(1,7),(1,8),(0,9)}

اعداد بالای خط کسری ها نشان دهنده تابع عضویت و اعداد زیر خط کسری ها عناصر مجموعه جهانی هستند.

```
>> U=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 ];
>> muA=[0 0 1 1 0 0 1 1 0];
>> bar(U,muA)
```



شاخص عضویت و مجموعه جهانی
بصورت نمایش برداری

U=[1 2 3 4 5 6 7 8 9]
muA=[0 0 1 1 0 0 1 1 0]

$U=\{\tfrac{1}{1}\ \tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{3}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{1}{5}\ \tfrac{1}{6}\ \tfrac{1}{7}\ \tfrac{1}{8}\ \tfrac{1}{9}\ \tfrac{1}{10}\}$

$\mu_U(x) = [1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1]$

$A=\{\tfrac{0}{1}\ \tfrac{0}{2}\ \tfrac{1}{3}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{0}{5}\ \tfrac{0}{6}\ \tfrac{0}{7}\ \tfrac{1}{8}\ \tfrac{0}{9}\ \tfrac{1}{10}\}$

$\mu_A(x) = [0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1]$

$B=\{\tfrac{1}{1}\ \tfrac{0}{2}\ \tfrac{0}{3}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{0}{5}\ \tfrac{0}{6}\ \tfrac{1}{7}\ \tfrac{0}{8}\ \tfrac{0}{9}\ \tfrac{1}{10}\}$

$\mu_B(x) = [1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1]$

$C=\{\tfrac{1}{1}\ \tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{3}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{0}{5}\ \tfrac{0}{6}\ \tfrac{0}{7}\ \tfrac{1}{8}\ \tfrac{0}{9}\ \tfrac{1}{10}\}$

$\mu_C(x) = [1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1]$

$D=\{\tfrac{0}{1}\ \tfrac{0}{2}\ \tfrac{1}{3}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{0}{5}\ \tfrac{0}{6}\ \tfrac{0}{7}\ \tfrac{1}{8}\ \tfrac{0}{9}\ \tfrac{1}{10}\}$

$\mu_D(x) = [0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1]$

$\mu_A(x) = \mu_D(x)$
$A = D$

$\mu_A(x) \leq \mu_C(x)$
$A \subset C$

$Z = \phi = \{\}$ → $D=\{\tfrac{0}{1}\ \tfrac{0}{2}\ \tfrac{0}{3}\ \tfrac{0}{4}\ \tfrac{0}{5}\ \tfrac{0}{6}\ \tfrac{0}{7}\ \tfrac{0}{8}\ \tfrac{0}{9}\ \tfrac{0}{10}\}$ مجموعه تهی

U → $U=\{\tfrac{1}{1}\ \tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{3}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{1}{5}\ \tfrac{1}{6}\ \tfrac{1}{7}\ \tfrac{1}{8}\ \tfrac{1}{9}\ \tfrac{1}{10}\}$ مجموعه جهانی

www.freebay.ir

$n_{(X)} \longrightarrow n_{U=11}\ n_{A=4}\ n_{B=4}\ n_{C=6}\ n_{D=4}\ n_{Z=0}$

رتبه – عدد اصلی – تعداد عناصر

Cardinality

$P_{(X)} \longrightarrow$ {تمام زیر مجموعه ها} = ۱۶ عضو

$n_{P(X)} = 2^{n_{(X)}}$

$n_{P(A)} = 2^{n_{(A)}=16}$

مجموعه توان

مجموعه تمام زیر مجموعه ها

Power Set

توان مجموعه برای پیش بینی مقدار حافظه مورد لزوم و ترکیب های مختلف مورد استفاده قرار میگیرد.

$A=\{a,b,c\}$

$n_{P(A)} = 2^{n_{(A)}} = 8$

$0 \xrightarrow{8} 7$

```
>> powerset(3)
ans =
     0     0     0
     0     0     1
     0     1     0
     0     1     1
     1     0     0
     1     0     1
     1     1     0
     1     1     1
```

مجموعه ، زیر مجموعه های (ترکیبهای) مجموعه A

$\overbrace{0\,0\,0}^{a\,b\,c} \rightarrow \{\frac{0}{a}\ \frac{0}{b}\ \frac{0}{c}\} \rightarrow \{\}$

$0\,0\,1 \rightarrow \{\frac{0}{a}\ \frac{0}{b}\ \frac{1}{c}\} \rightarrow \{c\}$

$0\,1\,0 \rightarrow \{\frac{0}{a}\ \frac{1}{b}\ \frac{0}{c}\} \rightarrow \{b\}$

$0\,1\,1 \rightarrow \{\frac{0}{a}\ \frac{1}{b}\ \frac{1}{c}\} \rightarrow \{b,c\}$

$1\,0\,0 \rightarrow \{\frac{1}{a}\ \frac{0}{b}\ \frac{0}{c}\} \rightarrow \{a\}$

$1\,0\,1 \rightarrow \{\frac{1}{a}\ \frac{0}{b}\ \frac{1}{c}\} \rightarrow \{a,c\}$

$1\,1\,0 \rightarrow \{\frac{1}{a}\ \frac{1}{b}\ \frac{0}{c}\} \rightarrow \{a,b\}$

$1\,1\,1 \rightarrow \{\frac{1}{a}\ \frac{1}{b}\ \frac{1}{c}\} \rightarrow \{a,b,c\}$

مجموعه ترکیبهای یک دو عضوی از مجموعه A

```
>> pws=powerset(3,[1 2])
pws =
     0     0     1
     0     1     0
     1     0     0
     0     1     1
     1     0     1
     1     1     0
```

تعداد سطر و ستون مجموعه pws

```
>> n=size(pws)
n =
     6     3
```

ستون سطر

عملیات بر روی مجموعه های معین (کلاسیک)

```
>> U=[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];
>> muA=[0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1];
>> muB=[0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1];
>> muC=[0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1];
>> muD=[0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1];
```

اجتماع

Union

$A \cup B = \{\frac{\max(\mu_A(x), \mu_B(x))}{x}\}$

$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ or } x \in B\}$

```
>> muAorB=or(muA,muB)
muAorB =
     0     1     0     1     1     0     0     1     1     0     1
```

$A \cup B = \{1,3,4,7,8,10\}$

اشتراک

intersection

$A \cap B = \{\frac{\min(\mu_A(x), \mu_B(x))}{x}\}$

$A \cap B = \{x \mid x \in A \text{ and } x \in B\}$

```
>> muAandB=and(muA,muB)
muAandB =
     0     0     0     0     1     0     0     0     0     0     1
```

$A \cap B = \{4,10\}$

www.freebay.ir

عملیات بر روی مجموعه های معین (کلاسیک)

```
>> U=[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];
>> muA=[0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1];
>> muB=[0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1];
>> muC=[0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1];
>> muD=[0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1];
```

مکمل،متمم
Complement

$$\bar{A}=\{\frac{1-\mu_A(x)}{x}\mid x\in U\}$$

$$\bar{A}=\{x \mid x\in U \text{ and } x\notin A\}$$

```
>> muAbar=not(muA)
muAbar =
   1   1   1   0   0   1   1   1   0   1   0
```

$$\bar{A}=\{0,1,2,5,6,7,9\}$$

اختلاف
Difference

$$A \mid B=\{\frac{\min(\mu_A(x),\ 1-\mu_B(x))}{x}\}$$

$$A \mid B=\{x \mid x\in A \text{ and } x\notin B\}$$

```
>> muAdifB=and(muA,not(muB))
muAdifB =
   0   0   0   1   0   0   0   0   1   0   0
```

$$A \mid B=\{3,8\}$$

خواص مجموعه های معین (کلاسیک)

خاصیت جابجایی پذیری
Commutativity

$$A\cup B=B\cup A$$
$$A\cap B=B\cap A$$

خاصیت اشتراک پذیری
Associativity

$$A\cup(B\cup C)=(A\cup B)\cup C$$
$$A\cap(B\cap C)=(A\cap B)\cap C$$

خاصیت بخش پذیری
Distributivity

$$A\cup(B\cap C)=(A\cup B)\cap(A\cup C)$$
$$A\cap(B\cup C)=(A\cap B)\cup(A\cap C)$$

خاصیت همانی
Idempotency

$$A\cup A=A$$
$$A\cap A=A$$

خاصیت یکتایی
Identity

$$A\cup\phi=A$$
$$A\cap U=A$$

خاصیت انتقال پذیری
Transitivity

$$\text{If } A\subseteq B \text{ and } B\subseteq C \text{ Then } A\subseteq C$$

خاصیت خودگری
Involution

$$\bar{\bar{A}}=A$$

تابع Islesseq دو بردار A و B را با هم مقایسه میکند اگر muA<muB باشد خروجی آن 1 و اگر مساوی باشد خروجی آن 2 و در غیر اینصورت خروجی آن صفر است.

islesseq

```
>> islesseq(muA,muB)
ans =
   0
>> islesseq(muA,muC)
ans =
   1
>> islesseq(muA,muD)
ans =
   2
```

$\neq$ → $A\not\subset B$

$<$ → $A\subset C$

$=$ → $A\subseteq C$

اصل متعارف میانه مستثنی
Axiom of the excluded middle

$$A\cup\bar{A}=U$$

```
>> or(muA,not(muA))
ans =
   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
```

اصل متعارف تناقض
Axiom of the contradiction

$$A\cap\bar{A}=\phi$$

```
>> and(muA,not(muA))
ans =
   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
```

قانون دوم دومورگان
De Morgan's Principle 2

```
>>
islesseq(not(and(muA,muB)),(or(not(muA),not(muB))))
ans =
   2
```

قانون اول دومورگان
De Morgan's Principle 1

```
>>
islesseq(not(or(muA,muB)),(and(not(muA),not(muB))))
ans =
   2
```

$$\overline{A\cap B}=\bar{A}\cup\bar{B}$$

قوانین دومورگان تعمیم پذیر هستند
قابل بسط به تعداد نامتناهی

$$\overline{A\cup B}=\bar{A}\cap\bar{B}$$

www.freebay.ir

مجموعه های فازی

به طور کلی بین مدل سازی سیستمها و مدل سازی عدم قطعیت Uncertainly که در سیستمهای علوم انسانی و مدیریت بیشتر با آن مواجه هستیم فرق اساسی وجود دارد و میتوان سیستم فازی را تجمعی از هر دو دانست . در سیستمهای فازی هم سعی میشود سیستمی که مدلی برای آن وجودندارد شناسایی شود و هم اطلاعاتی که در آن ها نوعی عدم قطعیت یا فازی بودن یا ابهام وجود داشته باشد.

سیستم های فازی از دو نظر دارای اهمیت هستند ۱- در بررسی سیستمهایی که کاملا پیچیده بوده و رفتار آنها به راحتی قابل درک نیست .۲- در شرایطی که دستیابی به یک روش تقریبی و سریع ترجیح داده میشود.

فازی نوعی احتمال نیست . فازی بر مبنای تئوری امکان استوار است ولی آمار و احتمال بر مبنای تئوری احتمال استوار است. و هر دو نظریه مکمل هم هستند و هر کدام به گونه هایی از عدم قطعیت میپردازند.

مسئله ای وجود ندارد که نظریه فازی نتواند حداقل به اندازه نظریه آمار و احتمال آن را حل کند.

در سیستم های فازی و از دیدگاه ریاضی دو اصل متعارف میانه مستثنی و متعارف تناقض صادق نیستند و کاربرد ندارند. و به خاطر این تفاوت اساسی محتوی تکنیکی دو روش فاوزی و احتمال کاملا متفاوت است.

در مجموعه فازی توابع عضویت بجای مقادیر 0 یا 1 مقداری بین صفر و یک به خود میگیرند.

$\tilde{A}=\{\frac{0.2}{1}\ \frac{0.6}{2}\ \frac{1}{3}\ \frac{0.3}{4}\}$ → $\tilde{A}=\{\frac{\mu_{\tilde{A}}(x1)}{x1}\ \frac{\mu_{\tilde{A}}(x2)}{x2}\ \dots\}$ $\tilde{A}=\{\frac{\mu_{\tilde{A}}(x1)}{x1}\cdot\frac{\mu_{\tilde{A}}(x2)}{x2}\ \dots\}$ $\tilde{A}=\{\frac{\mu_{\tilde{A}}(x1)}{x1}+\frac{\mu_{\tilde{A}}(x2)}{x2}\ \dots\}$

$\tilde{B}=\{\frac{0.5}{1}\ \frac{0.8}{2}\ \frac{0.3}{3}\ \frac{0.1}{4}\}$ اگر مجموعه جهانی گسسته باشد. ← $\tilde{A}=\sum_i \frac{\mu_{\tilde{A}}(xi)}{xi}$ $\tilde{A}=\int \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)}{x}$ → اگر مجموعه جهانی پیوسته باشد.

$\tilde{C}=\{\frac{0.3}{1}\ \frac{0.8}{2}\ \frac{1}{3}\ \frac{0.5}{4}\}$ نمادهای $\int\ \sum\ +\ .$ صرفا نشان دهنده مجموعه هستند و مفهوم ریاضی خود را ندارند.

مفهوم مجموعه فازی A اینست که حاوی چهار عدد میباشد که عدد ۳ دارای بیشترین نقش و عدد ۱ دارای کمترین نقش است $\tilde{A}=$

3 → 3 عدد ۳ بعلت ۱ بودن عضویت بیشترین کشش را دارد و عدد را ۳ نگه میدارد

2 → 2.4 عدد ۲ کشش بعدی را دارا میباشد و سعس میکند عدد را به سمت خود بکشد و بطور تقریب عدد را حدود ۲.۴ نگه میدارد چون نسبت به ۳ کشش ضعیفتری دارد.

4 → 2.5 عدد ۴ نیز با توجه به اینکه کشش کمتری نسبت به ۲ دارد بطور تقریب عدد را ۲.۵ نگه میدارد

1 → 2.45 عدد ۱ با پایینترین کشش عدد را حدود ۲.۴۵ نگه میدارد

عملیات بر روی مجموعه های فازی

```
>> U=[1 2 3 4];
>> muA=[.2 .6 1 .3];
>> muB=[.5 .8 .3 .1];
>> muC=[.3 .8 1 .5];
```

اجتماع
Union

$\tilde{A}\cup\tilde{B}=\{\frac{0.5}{1}\ \frac{0.8}{2}\ \frac{1}{3}\ \frac{0.3}{4}\}$

```
>> muAorB=fuzzyor(muA,muB)
muAorB =
   0.5000   0.8000   1.0000   0.3000
```

اشتراک
intersection

$\tilde{A}\cap\tilde{B}=\{\frac{0.2}{1}\ \frac{0.6}{2}\ \frac{0.3}{3}\ \frac{0.1}{4}\}$

```
>> muAandB=fuzzyand(muA,muB)
muAandB =
   0.2000   0.6000   0.3000   0.1000
```

مکمل،متمم
Complement

$\bar{\tilde{A}}=\{\frac{0.8}{1}\ \frac{0.4}{2}\ \frac{0.0}{3}\ \frac{0.7}{4}\}$

```
>> muAbar=fuzzynot(muA)
muAbar =
   0.8000   0.4000        0   0.7000
```

اختلاف
Difference

$\tilde{A}\mid\tilde{B}=\{\frac{0.2}{1}\ \frac{0.2}{2}\ \frac{0.7}{3}\ \frac{0.3}{4}\}$

```
>> muAdifB=fuzzydif(muA,muB)
muAdifB =
   0.2000   0.2000   0.7000   0.3000
```

$\tilde{A}\cup\tilde{B}=\tilde{B}\cup\tilde{A}$ $\tilde{A}\cap\tilde{B}=\tilde{B}\cap\tilde{A}$

$\tilde{A}\cup(\tilde{B}\cup\tilde{C})=(\tilde{A}\cup\tilde{B})\cup\tilde{C}$ $\tilde{A}\cap(\tilde{B}\cap\tilde{C})=(\tilde{A}\cap\tilde{B})\cap\tilde{C}$

$\tilde{A}\cup(\tilde{B}\cap\tilde{C})=(\tilde{A}\cup\tilde{B})\cap(\tilde{A}\cup\tilde{C})$ $\tilde{A}\cap(\tilde{B}\cup\tilde{C})=(\tilde{A}\cap\tilde{B})\cup(\tilde{A}\cap\tilde{C})$

$\bar{\bar{\tilde{A}}}=\tilde{A}$

$\tilde{A}\cup\tilde{A}=\tilde{A}$ $\tilde{A}\cap\tilde{A}=\tilde{A}$

$\tilde{A}\cup\phi=\tilde{A}$ $\tilde{A}\cap U=\tilde{A}$

If $\tilde{A}\subseteq\tilde{B}$ and $\tilde{B}\subseteq\tilde{C}$ Then $\tilde{A}\subseteq\tilde{C}$

$\overline{\tilde{A}\cap\tilde{B}}=\bar{\tilde{A}}\cup\bar{\tilde{B}}$

$\overline{\tilde{A}\cup\tilde{B}}=\bar{\tilde{A}}\cap\bar{\tilde{B}}$

مجموع خواص های مجموعه های معین کلاسیک و قوانین دومورگان در مجموعه های فازی نیز صادق میباشد.

www.freebay.ir

مجموعه های فازی کاربردی

در ابتدا سعی میکنیم یک موضوع گنگ را به کامپیوتر بصورت مجموعه فازی معرفی کنیم برای اینکار چهار مرحله را باید به انجام برسانیم.

1 حداقل و حداکثر مقادیر مجموعه جهانی را مشخص نمائیم.

1 **2** تعیین مقدار پایه (اتمیک)

-40 : 40 دما →	Very Cold خیلی سرد	Cold سرد	Cool خنک	Nice مطبوع	Warm گرم	Hot داغ	
0 : 120 سن →	Sucking شیرخواره	Baby بچه	Child کودک	Kid نوجوان	Young جوان	Aged پابه سن	Old مسن
30 : 220 قد →	Dwarf کوتوله	Short کوتاه	Middle متوسط	Tall بلند	Very Tall خیلی بلند		

3 مشخص نمودن فضای بین حداقل و حداکثر مجموعه جهانی با نسبت های مناسب

دما $U = \{ -40 , -10 , 5 , 20 , 30 , 50 \}$

سن $U = \{ 1 , 3 , 5 , 14 , 20 , 40 , 70 \}$

قد $U = \{ 100 , 120 , 140 , 160 , 180 , 200 , 220 \}$

تعداد این فواصل میتواند برابر تعداد مقادیر کلامی نباشد و لی گاها ترجیح داده میشود که تعداد این فاصله ها با تعداد مقادیر کلامی جهت تعیین عضویت راحت تر یکسان باشد.

4 تعیین شاخصه های عضویت مناسب (توابع) برای عناصر مجموعه جهانی به گونه ای که نماینده (مفسر) مقادیر کلامی باشد.

$$\tilde{Cold}=\{\frac{0.6}{-40}\ \frac{1}{-10}\ \frac{0.2}{5}\ \frac{0.0}{20}\ \frac{0.0}{30}\ \frac{0.0}{50}\}$$ مجموعه دما با ماموریت سرد →

$$\tilde{Kid}=\{\frac{0.0}{1}\ \frac{0.0}{3}\ \frac{0.1}{5}\ \frac{0.8}{14}\ \frac{0.2}{20}\ \frac{0.0}{40}\ \frac{0.0}{70}\}$$ مجموعه سن با ماموریت نوجوان →

$$\tilde{Tall}=\{\frac{0.0}{100}\ \frac{0.0}{120}\ \frac{0.0}{140}\ \frac{0.2}{160}\ \frac{0.9}{180}\ \frac{1.0}{200}\ \frac{1.0}{220}\}$$ مجموعه قد با ماموریت بلند →

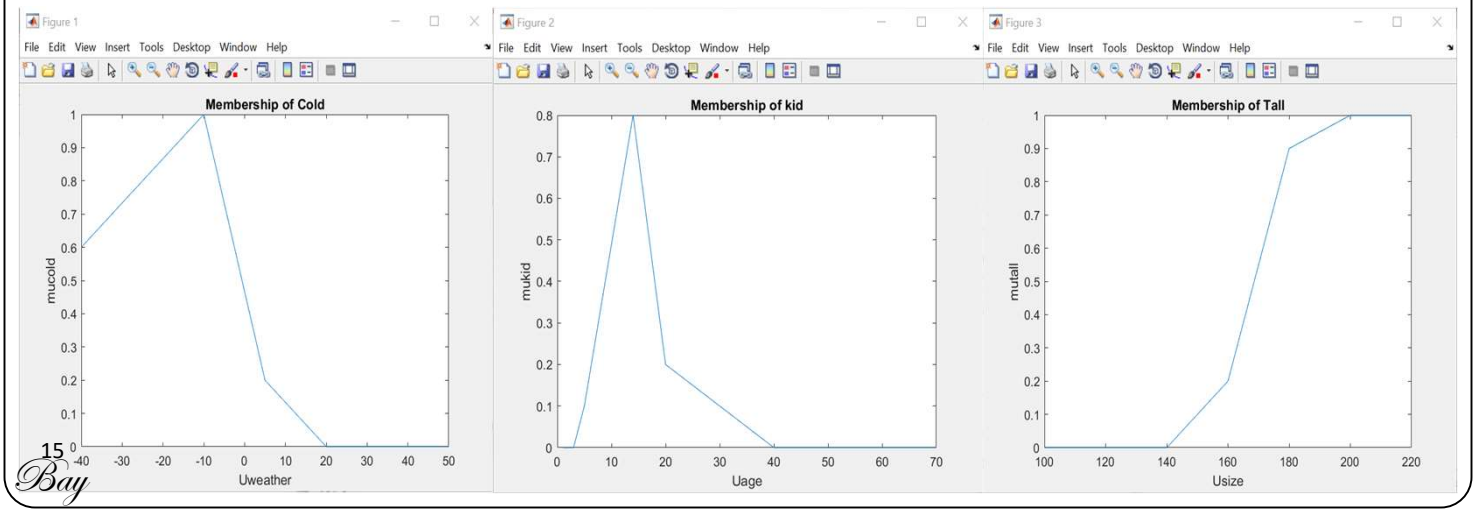
درمورد قد فواصل برابر مقدار کلامی نیست و از فرمول U=100:20:220 محاسبه گردیده شده است.

```
>> U_weather=[-40 -10 5 20 30 50];
>> U_age=[1 3 5 14 20 40 70];
>> U_size=[100 120 140 160 180 200 220];
>> mu_cold=[.6 1 .2 0 0 0 ];
>> mu_kid=[0 0 .1 .8 .2 0 0 ];
>> mu_tall=[0 0 0 .2 .9 1 1 ];
```

```
>> figure(1);
>> plot(U_weather,mu_cold);
>> xlabel('Uweather');
>> ylabel('mucold');
>> title('Membership of Cold');
```

```
>> figure(2);
>> plot(U_age,mu_kid);
>> xlabel('Uage');
>> ylabel('mukid');
>> title('Membership of kid');
```

```
>> figure(3);
>> plot(U_size,mu_tall);
>> xlabel('Usize');
>> ylabel('mutall');
>> title('Membership of Tall');
```



www.freebay.ir

پیدا کردن تابع عضویت با استفاده از روابط ریاضی

توابع ریاضی متعددی در این زمینه وجود دارد که از بین آنها دو تابع مثلثی Triangular و زنگوله ای Bell Shape یا گوسی Gaussian بیشتر استفاده میگردد.

1 تابع عضویت زنگوله ای یا گوسی

$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2}$$

d ← پارامتر پهنای زنگوله ، هرچه زنگوله پهن تر باشد ابهام یا عدم دقت بیشتر است و هرچه باریک تر باشد دقت بیشتر است.

C ← مشخص کننده محوریت یا مرکز ثقل عدد فازی

استفاده از ضرب نقطه ای سطر در سطر بردار ←

```
muA(x)=1./(1+d.*(U-c).^2)
```

مثال

U=[1 2 3 4 5]

$\mu_{\tilde{A}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2}$

d=1

C=3 محوریت متوسط

$\mu_{\tilde{A}}(1)=\frac{1}{1+1(1-3)^2}=.2$ $\mu_{\tilde{A}}(2)=\frac{1}{1+1(2-3)^2}=.5$ $1\ \mu_{\tilde{A}}(3)=\frac{1}{1+1(3-3)^2}=1$

$\mu_{\tilde{A}}(4)=\frac{1}{1+1(4-3)^2}=.5$ $\mu_{\tilde{A}}(5)=\frac{1}{1+1(5-3)^2}=.2$

$\tilde{A}=\{\frac{0.2}{1}\ \frac{0.5}{2}\ \frac{1}{3}\ \frac{0.5}{4}\ \frac{0.2}{5}\}$

مجموعه جهانی دما

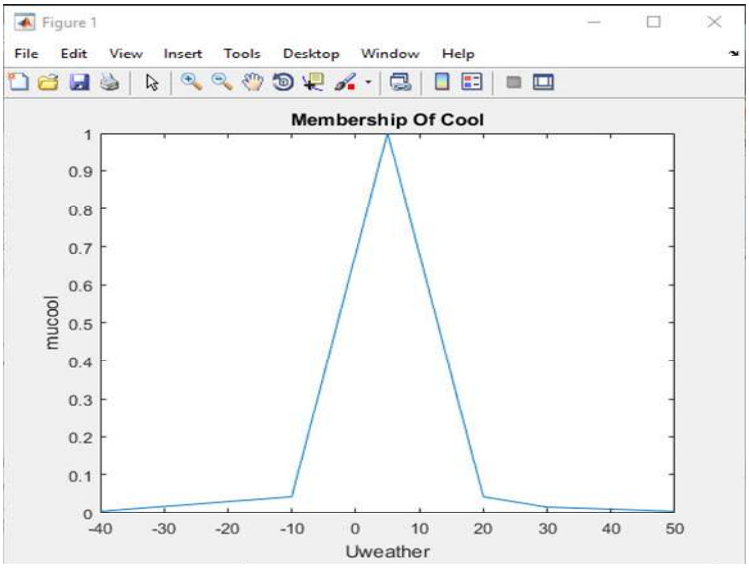
ضریب پهنا d=.1

تعیین محوریت برای خنک C=5

تابع عضویت خنک mu_cool=1./(1+d.*(U_weather-c).^2)

```
>> U_weather=[-40 -10 5 20 30 50];
>> d=0.1;
>> c=5;
>> mu_cool=1./(1+d.*(U_weather-c).^2);
>> plot(U_weather,mu_cool)
>> xlabel('Uweather');
>> ylabel('mucool');
>> title('Membership Of Cool');
```

mu_cool=[0.0049,0.0426,1.0000,0.0426,0.0157,0.0049]



هرچه تعداد اعداد در تابع عضویت زیاد شود به شکل زنگوله کامل نزدیکتر میشویم و علت این تفاوت بزرگ بودن مقدار عددی عناصر مجموعه جهانی است.

برای رفع این اشکال ، زاده پیشنهاد کرده است که مقادیر عناصر مجموعه جهانی در بازه مناسبی قرار داشته باشد.

بازه [0,1] U=0:0.1:1 U=[0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 1]

بازه [-1,1] U=-1:0.1:1 U=[-1 -.9 -.8 -.7 -.6 -.5 -.4 -.3 -.2 -.1 0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 1]

دما اولیه U = { -40 , -10 , 5 , 20 , 30 ,50 }

شش عضو [-.4 .5] U/100

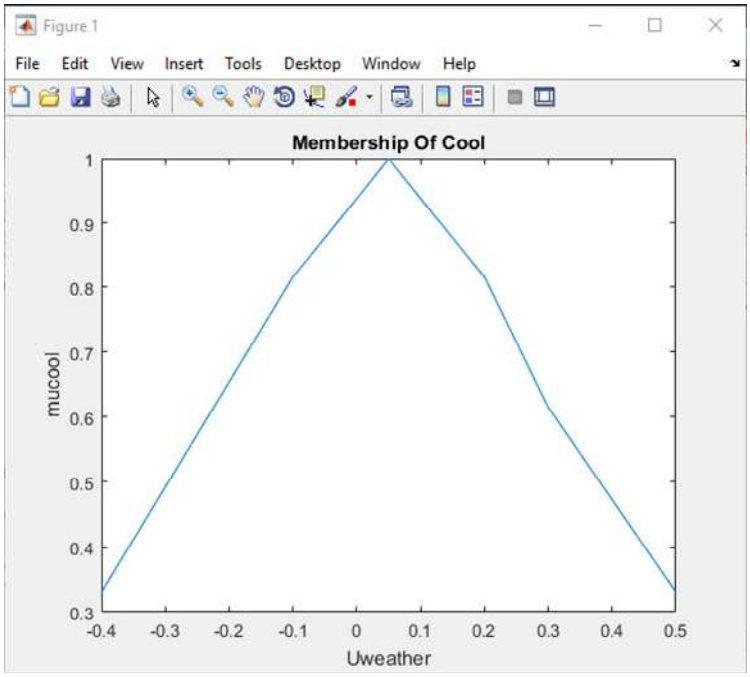
d=10

c=.05

U = [-.4 -.1 .05 .2 .3 .5]

```
>> U_weather=[-.4 -.1 .05 .2 .3 .5];
>> d=10;
>> c=.05;
>> mu_cool=1./(1+d.*(U_weather-c).^2);
>> plot(U_weather,mu_cool)
>> xlabel('Uweather');
>> ylabel('mucool');
>> title('Membership Of Cool');
```

mu_cool=[0.3306,0.8163,1.0000,0.8163,0.6154,0.3306]



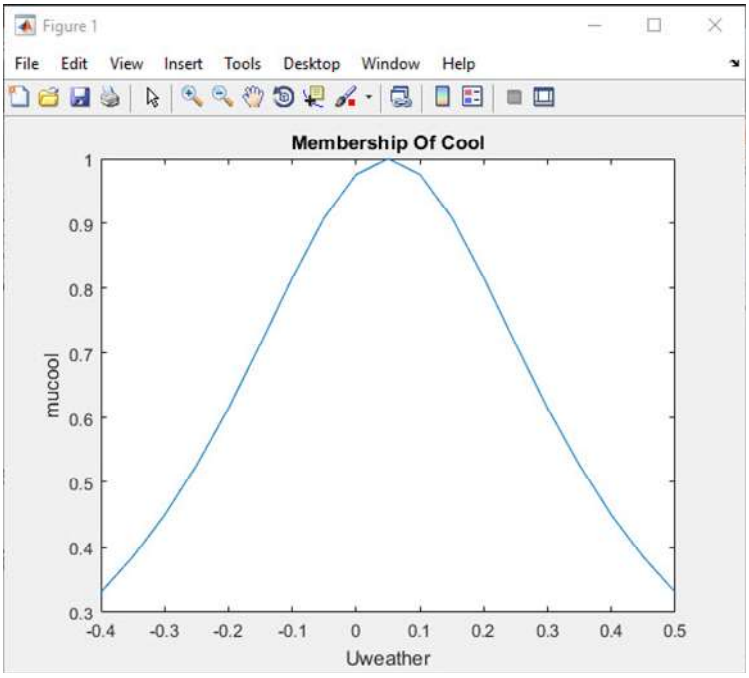
www.freebay.ir

نوزده عضو [-.4 .5]

```
U_weather=[-.4 -.35 -.3 -.25 -.2 -.15 -.1
-.05 0 .05 .1 .15 .2 .25 .3 .35 .4 .45 .5]
```

```
>> U_weather=-.4:.05:.5;
>> d=10;
>> c=.05;
>> mu_cool=1./(1+d.*(U_weather-c).^2);
>> plot(U_weather,mu_cool)
>> xlabel('Uweather');
>> ylabel('mucool');
>> title('Membership Of Cool');
```

```
mu_cool=[0.3305,0.3846,0.4494,0.5263,0.6153,0.7
142,0.8163,0.9090,0.9756,1.0000,0.9756,0.9090,0.
8163,0.7142,0.6153,0.5263,0.4494,0.3846,0.33057]
```



تابع دیگری بنام **Equival** معادل یک عدد در یک بازه را در بازه دیگری نمایش میدهد.

```
>> equival(5,[-40 50],[-1 1])
ans =
   0

>> equival(5,[-40 50],[0 1])
ans =
   0.5000
```

برای تبدیل بازه ، تابع **Normalized** نیز استفاده میگردد که این تابع ورودی را گرفته و سپس آن را به بازه مورد نظر تبدیل میکند.

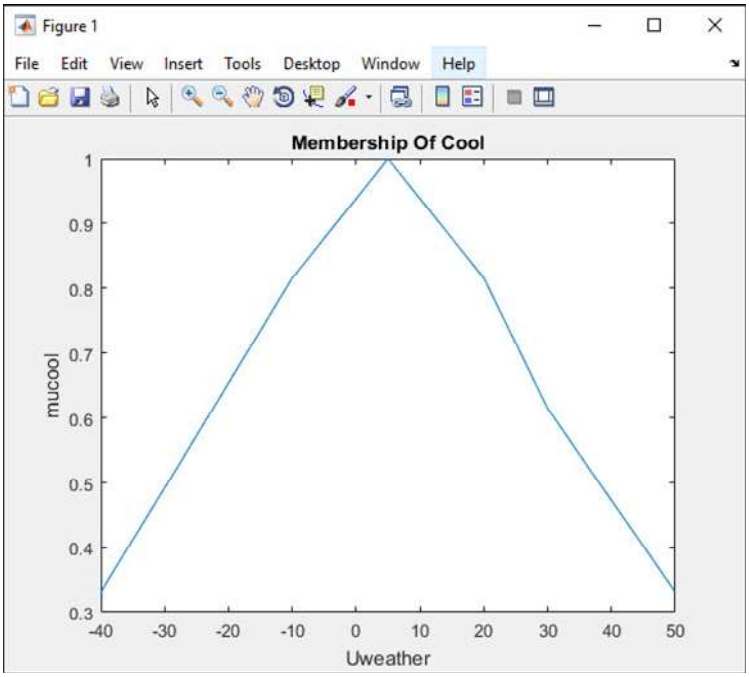
```
>> U_weather=[-40 -10 5 20 30 50];
>> U_weather_norm=normalized(U_weather,[-1 1])
U_weather_norm =
  -1.0000   -0.3333         0    0.3333    0.5556    1.0000

>> U_weather_norm=normalized(U_weather,[0 1])
U_weather_norm =
         0    0.3333    0.5000    0.6667    0.7778    1.0000
```

U_weather=[-40 50] ⟶ **Un=[-.4 .5]**

C=5 ⟶ **Cn=0.05**

U_weather-c ⟶ **Un-cn**

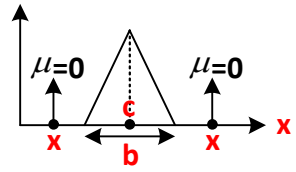
```
>> U_weather=[-40 -10 5 20 30 50];
>> d=10;
>> c=5;
>> Un=normalized(U_weather,[-.4 .5]);
>> cn=equival(c,[-40 50],[-.4,.5]);
>> mu_cool=1./(1+d.*(Un-cn).^2);
>> plot(U_weather,mu_cool)
>> xlabel('Uweather');
>> ylabel('mucool');
>> title('Membership Of Cool');
```



www.freebay.ir

2 تابع عضویت مثلثی

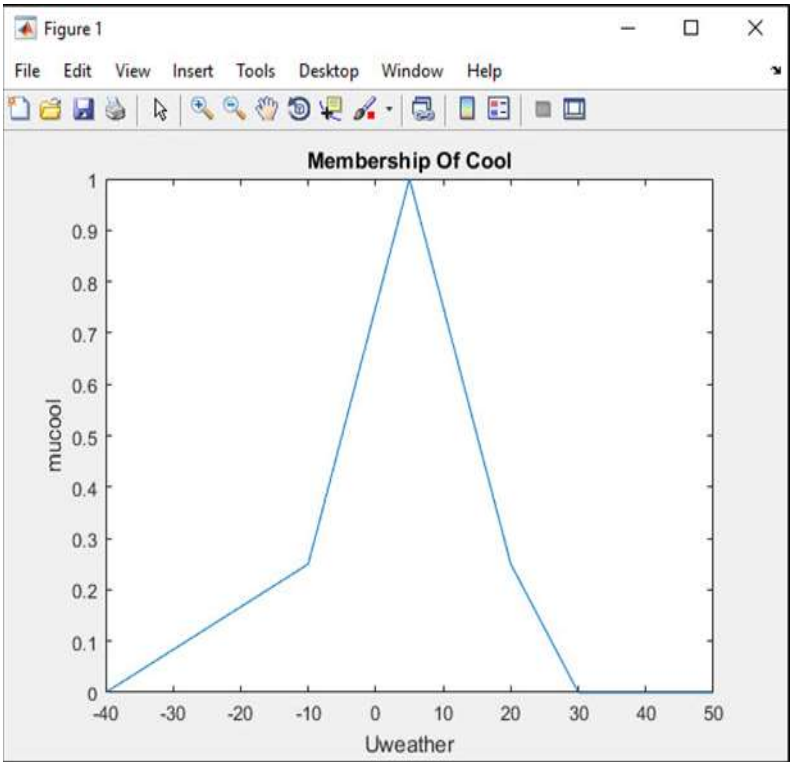
C ← مشخص کننده محوریت یا مرکز ثقل عدد فازی



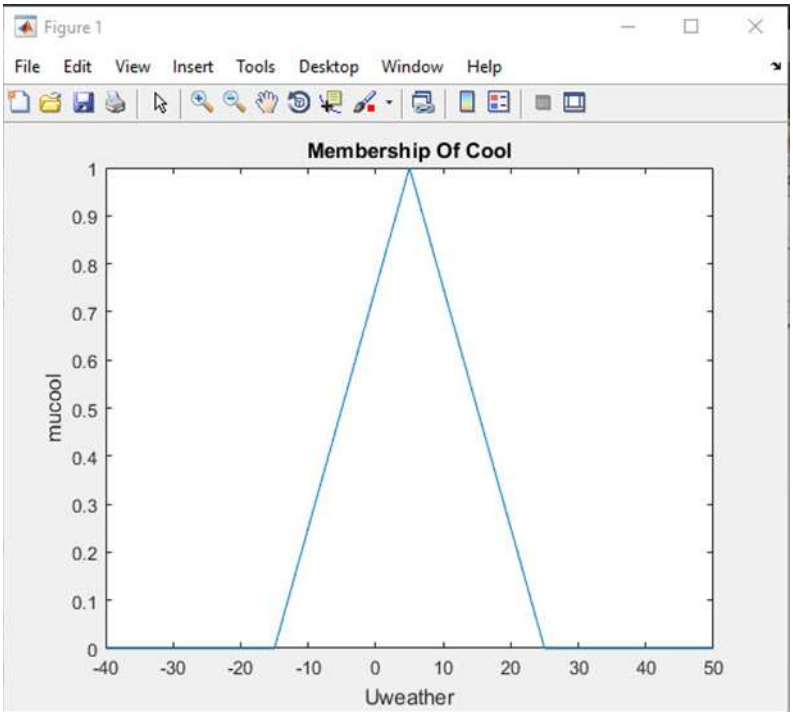
$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\begin{cases}0 & \text{If } |c-x| > \frac{b}{2}\\ 1-\frac{2|c-x|}{b} & \text{If } |c-x| \le \frac{b}{2}\end{cases}$$

b ← پارامتر پهنای مثلث متساوی الساقین که هرچه پهن تر باشد ابهام یا عدم دقت بیشتر است و هرچه باریکتر باشد دقت بیشتر است.

```
>> U_weather=[-40 -10 5 20 30 50];
>> b=40;
>> c=5;
>> [nr,nc]=size(U_weather);
>> for i=1:nc
if abs(c-U_weather(i))>b/2
mu_cool(i)=0;
else
mu_cool(i)=1-2*abs(c-U_weather(i))/b;
end
end
>> mu_cool
mu_cool =
      0    0.2500    1.0000    0.2500         0         0
>> plot(U_weather,mu_cool)
>> xlabel('Uweather');
>> ylabel('mucool');
>> title('Membership Of Cool');
```




```
>> U_weather=-40:.1:50;
>> b=40;
>> c=5;
>> [nr,nc]=size(U_weather);
>> for i=1:nc
if abs(c-U_weather(i))>b/2
mu_cool(i)=0;
else
mu_cool(i)=1-2*abs(c-U_weather(i))/b;
end
end
plot(U_weather,mu_cool)
>> xlabel('Uweather');
>> ylabel('mucool');
>> title('Membership Of Cool');
```



www.freebay.ir

توابع مختلف دیگر

اگر سن انسان را بین **0** *و* **120** *سال در نظر بگیریم یک نگرش اینست که افراد کمتر یا مساوی* **30** *سال را جوان در نظر بگیریم که میزان عضویت جوانی افراد بیشتر از* **30** *سال با توجه به سن آنها کاهش میابد. فرض بر این است که هر کس جوان نیست مسن است.!*

$$Young=\int_{0}^{30}\frac{1}{X}+\int_{30}^{120}\frac{\frac{1}{1+(\frac{X-30}{5})^2}}{X}$$

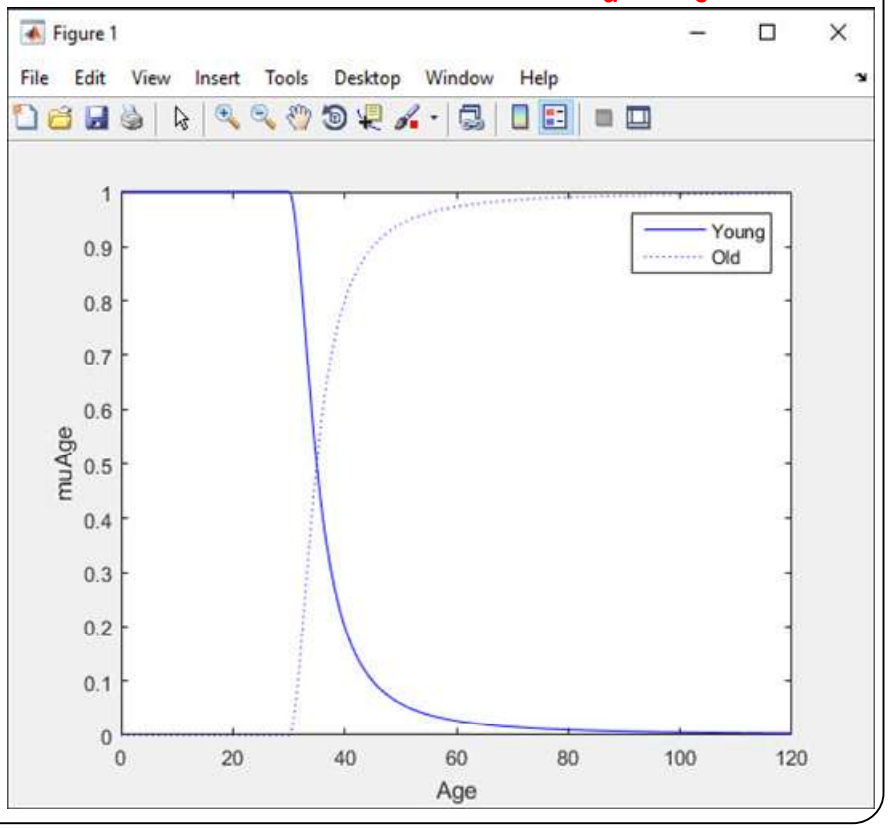
$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2}$$

$$\frac{1}{1+\frac{1}{25}(X-30)^2}$$

$$\frac{1}{1+\underbrace{0.04}_{d}(\underbrace{X-30}_{c})^2}$$

در این فرمول افراد زیر **30** *سال بطور حتم انتخاب میشوند و افراد بالای* **30** *سال با توجه به نزدیکی به* **30** *سال از طریق فرمول زنگوله انتخاب میگردند .*

```
>> U=0:.05:120;
>> [nr,nc]=size(U);
>> for i=1:nc
if U(i)<=30
mu_young(i)=1;
else
mu_young(i)=1/(1+((U(i)-30)/5)^2);
end
end
>> mu_old=fuzzynot(mu_young);
>> plot(U,mu_young,'b',U,mu_old,'b:');
>> legend('Young','Old')
>> xlabel('Age');
>> ylabel('muAge');
```



پیاده سازی مجموعه های فازی کاربردی با توابع عضویت مختلف

S *در تابع معنی* **Simple** *میدهد.*

fuzzifys *تابع*

fuzzifys(universe,crisp,type,shapefactor)

Universe *مجموعه جهانی که به صورت یک بردار سطری*

crisp *عدد معین محوریت یا مرکز ثقل مجموعه فازی مورد نظر*

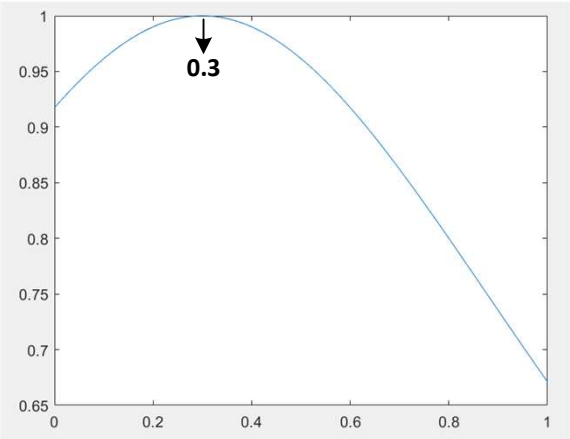
type *نوع تابع عضویت که شامل زنگوله ای یا گوسی* **B or b** *و مثلث متساوی الساقین* **I or i**

shapefactor *ضریب پهنا ، که پهنای زنگوله یا قاعده مثلث را تعیین می کند*

اگر **shapefqactor** *و* **type** *جزو شناسه ها داده نشود تابع عضویت به شکل زنگوله با ضریب پهنای یک* **d=1** *در نظر گرفته می شود .*

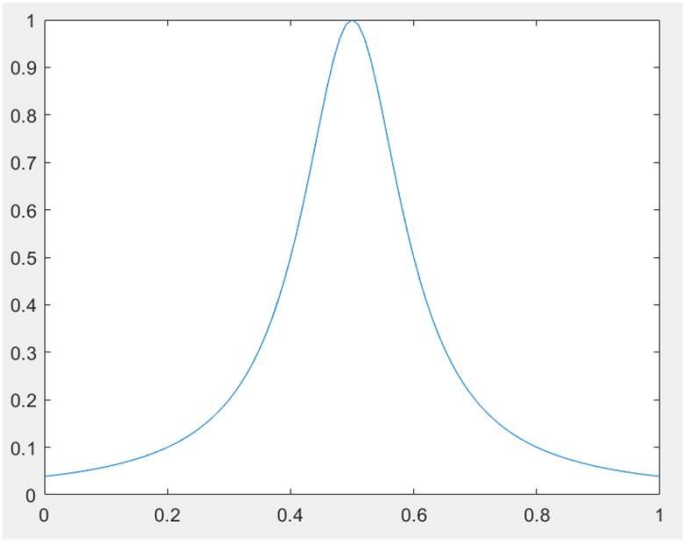
```
u1=0:.01:1;
u2=-1:.01:1;
```

```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifys(u1,0.3);
>> plot(u1,mus)
```

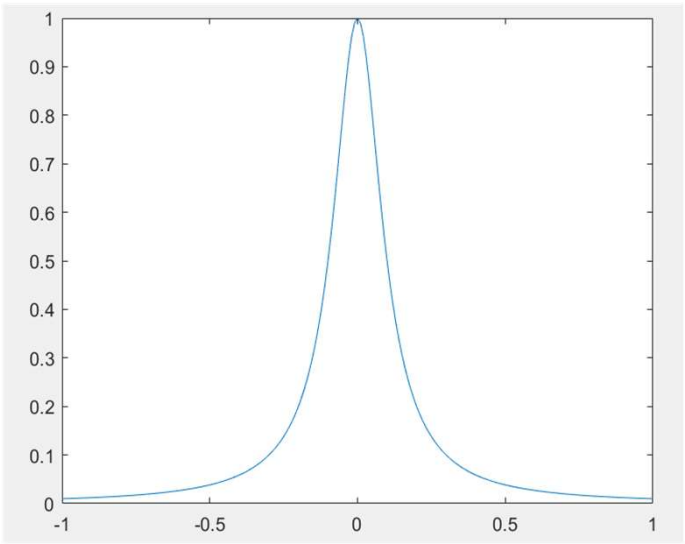


www.freebay.ir

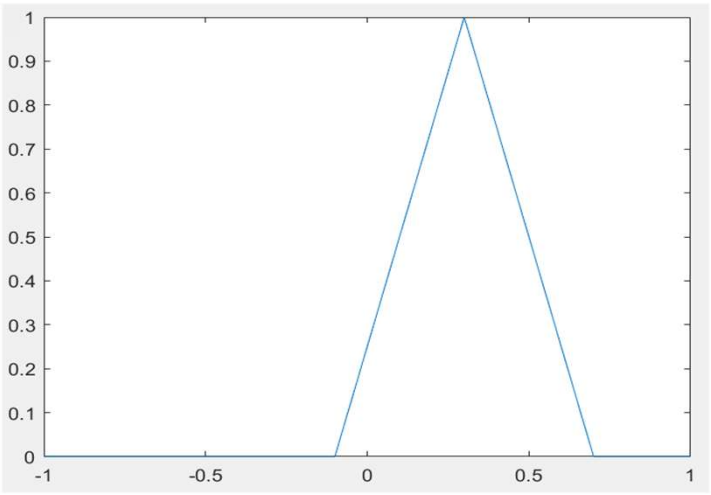
```
>>u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifys(u1,0.5,'b',100);
>> plot(u1,mus)
```



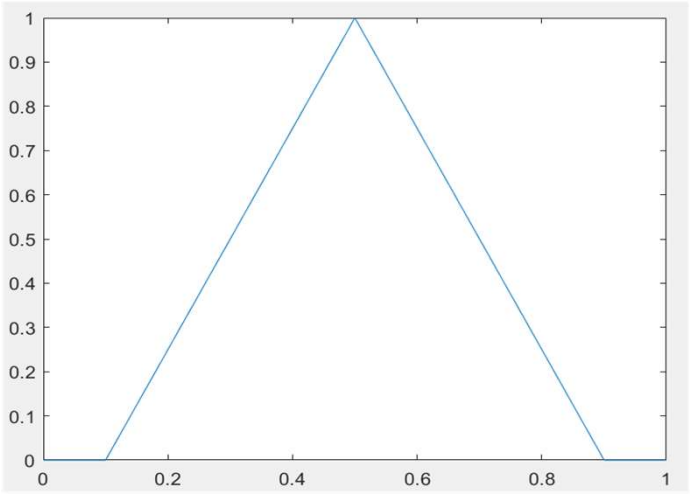
```
>> u2=-1:.01:1;
>> mus=fuzzifys(u2,0.0,'b',100);
>> plot(u2,mus)
```



```
>> u2=-1:.01:1;
>> mus=fuzzifys(u2,0.3,'i',.8);
>> plot(u2,mus)
```



```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifys(u1,0.6,'i',.8);
>> plot(u1,mus)
```



a در تابع معنی **advanced** میدهد.

fuzzifya تابع

fuzzifya(universe,crisp,type,shapefactor)

- **Universe** مجموعه جهانی که به صورت یک بردار سطری
- **crisp** عدد معین محوریت یا مرکز ثقل مجموعه فازی مورد نظر. **Crisp**میتواند با توجه به شکل تابع عضویت خروجی یک عدد یا یک بردار با دو عنصر باشد
- **type** یعنی نوع تابع عضویت که می تواند یکی از شکل های زیر باشد

مثلث متساوی الساقین

I or i

- **crisp** یک عدد در بازه مجموعه جهانی
- **shapefactor** ضریب پهنای زنگوله یا قاعده مثلث

زنگوله ای یا گوسی

B or b

- **crisp** یک عدد در بازه مجموعه جهانی
- **[Base shapefactor]** = [ضریب پهنای زنگوله قاعده زنگوله]

شکل منحنی تابع عضویت خروجی تابع دقیقا زنگوله با قاعده مشخص دارد.

زنگوله دو طرفه

D or d

- **Crisp = [c1 c2]** تابع عضویت بین **C1,C2** بصورت خط راست حداکثر مقدار را داشته و در دو طرف خارج این بازه بصورت نصف زنگوله تغییر میابد.
- **shapefactor=[leftbase rightbase left_shapefactor right_shapefactor]**
- **Leftbase=** طول قاعده سمت چپ که شامل فاصله از **C1** تا جایی که در سمت چپ آن منحنی به صفر میرسد.
- **Rightbase=** طول قاعده سمت راست که شامل فاصله از **C2** تا جایی که منحنی در سمت راست آن به صفر میرسد
- **Leftshapefactor=** ضریب پهنای نیم زنگوله سمت چپ **Rightshapefactor=** ضریب پهنای نیم زنگوله سمت راست

www.freebay.ir

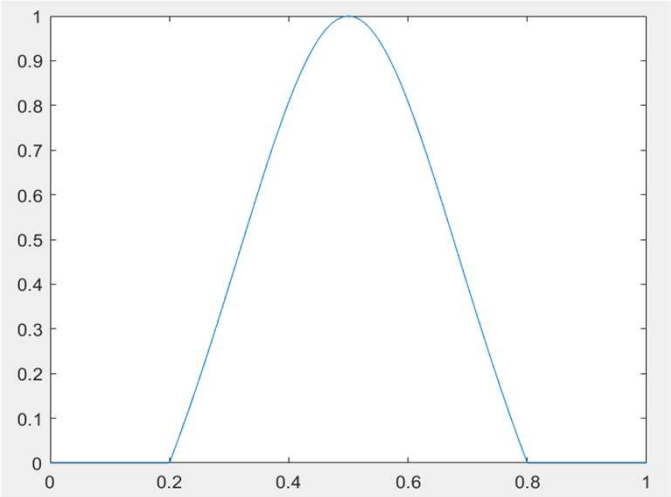
مثلث مختلف الاضلاع

T or t { **crisp** عدد محل راس مثلث
[leftbase Rightbase] = [طول نصف قاعده سمت چپ طول نصف قاعده سمت راست **]**

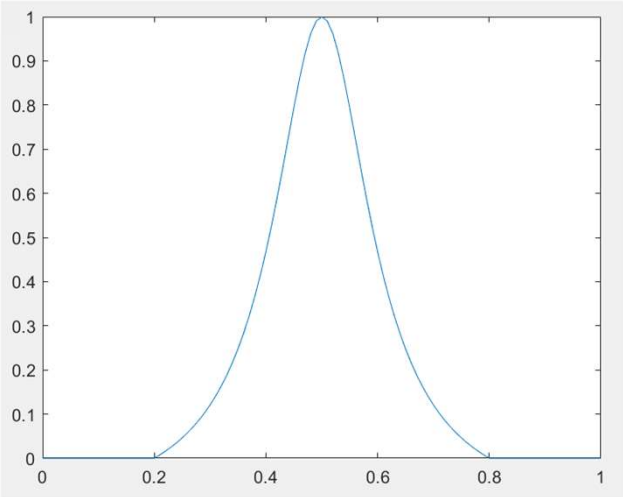
ذوزنقه

P or p { **Crisp = [c1 c2]** تابع عضویت بین **C1,C2** بصورت خط راست حداکثر مقدار را داشته و در دو طرف خارج این بازه بازوهای ذوزنقه هستند.
shapefactor=[leftbase rightbase] = [طول قاعده سمت چپ طول قاعده سمت راست **]**

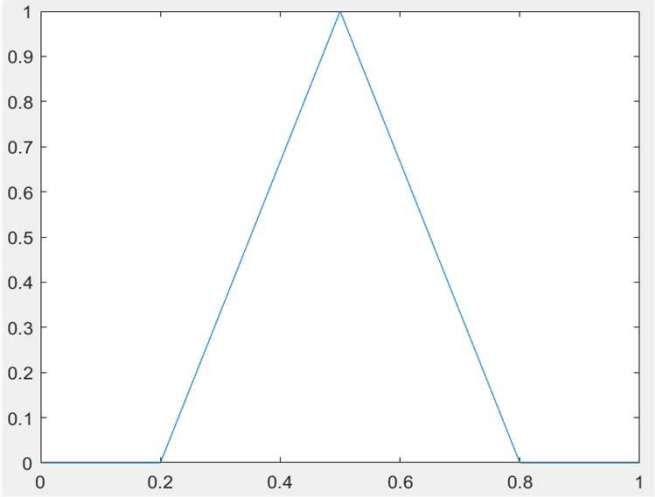
```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,0.5,'b',[.6 10]);
>> plot(u1,mus)
```



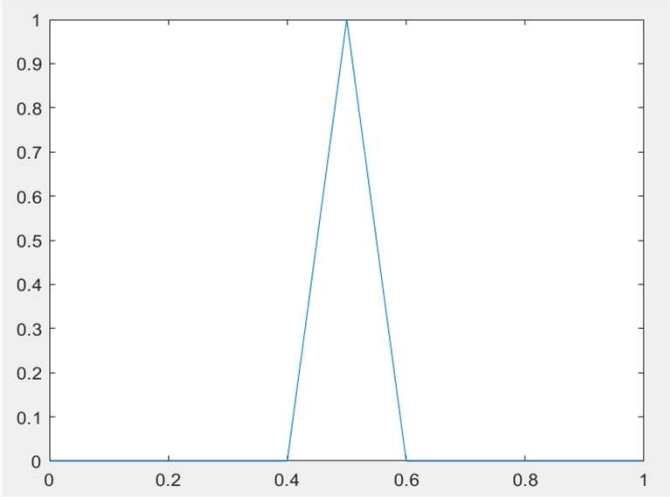
```
>>>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,0.5,'b',[.6 90]);
>> plot(u1,mus)
```



```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,0.5,'i',.6);
>> plot(u1,mus)
```

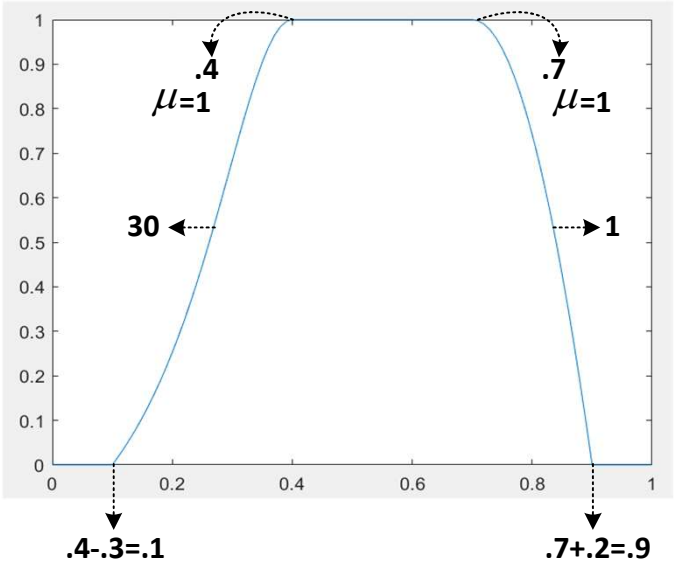


```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,0.5,'i',.2);
>> plot(u1,mus)
```

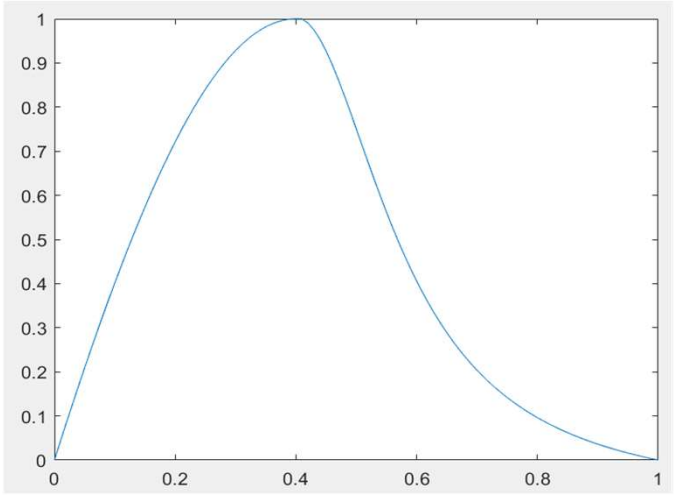


www.freebay.ir

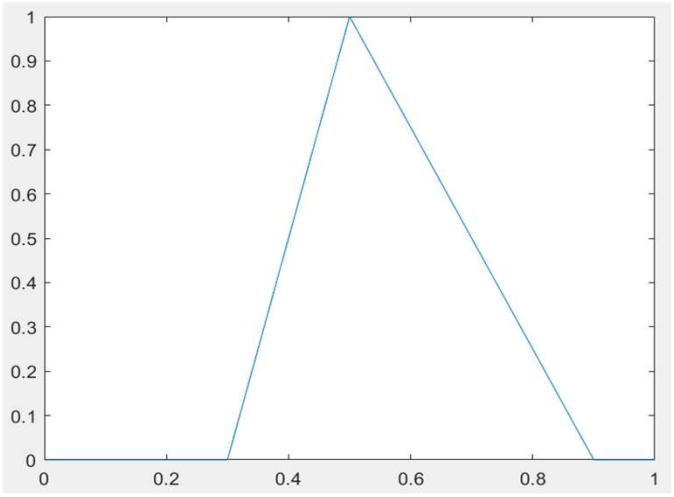
```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,[.4 .7],'d',[.3 .2 30 1]);
>> plot(u1,mus)
```



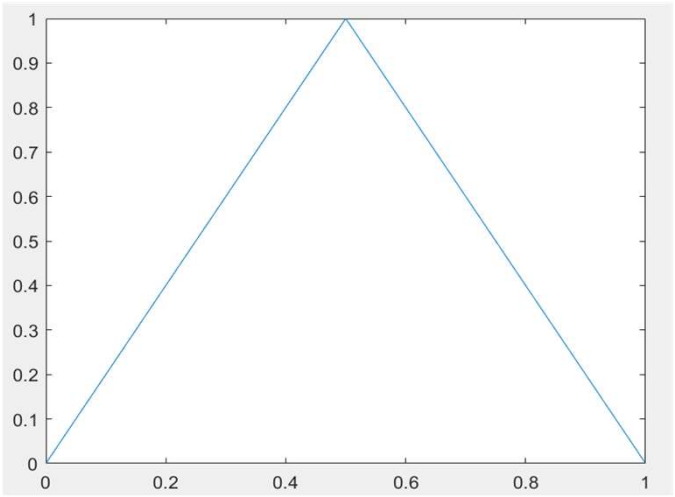

```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,[.4 .4],'d',[.4 .6 1 30]);
>> plot(u1,mus)
```



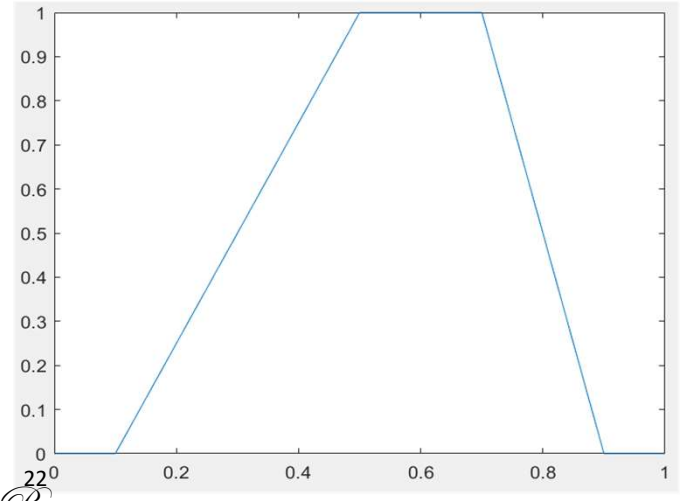
```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,[.5],'t',[.2 .4]);
>> plot(u1,mus)
```



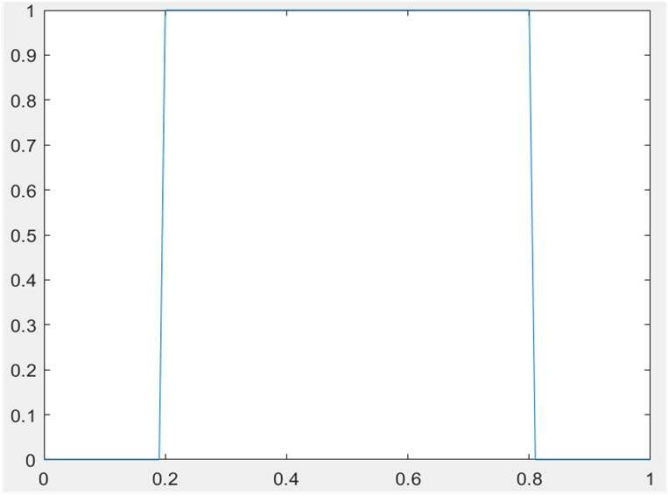
```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,[.5],'t',[.5 .5]);
>> plot(u1,mus)
```



```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,[.5 .7],'p',[.4 .2]);
>> plot(u1,mus)
```

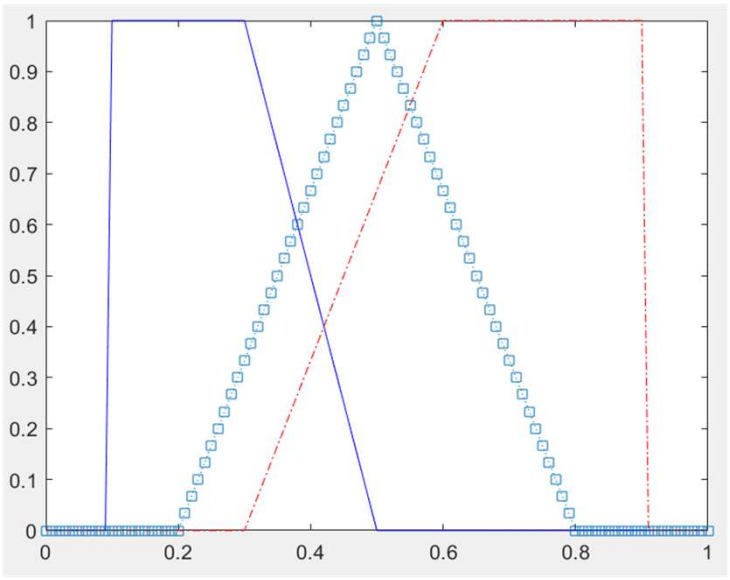


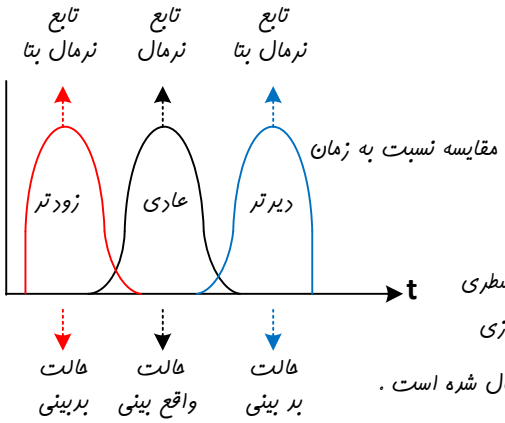
```
>> u1=0:.01:1;
>> mus=fuzzifya(u1,[.2 .8],'p',[.01 .01]);
>> plot(u1,mus)
```



www.freebay.ir

```
>> mus1=fuzzifya(u1,[.1 .3],'p',[0 .2]);
>> mus2=fuzzifya(u1,[.6 .9],'p',[.3 0]);
>> mus3=fuzzifya(u1,[.5],'t',[.3 .3]);
>> plot(u1,mus1,'b',u1,mus2,'b-.',u1,mus3,'b:');
>> legend('mu1','mu2','mu3');
```





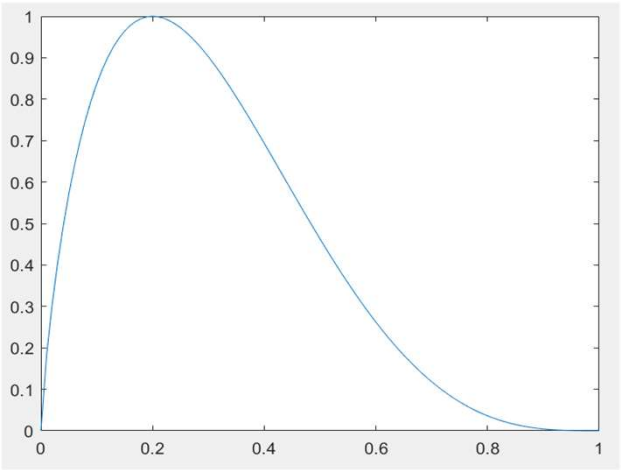
تابع fuzzifybeta

Universe مجموعه جهانی که به صورت یک بردار سطری
crisp عدد معین محوریت یا مرکز ثقل مجموعه فازی

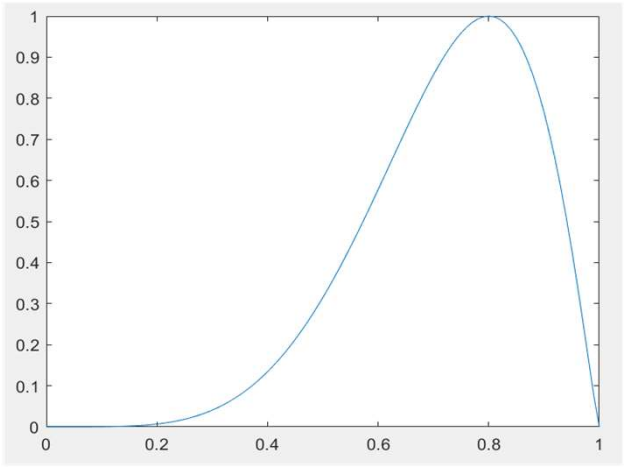
fuzzifybeta(universe,crisp)

خروجی این تابع ، بردار تابع عضویت به صورت تابع بتای نرمال شده است .

```
>> mub=fuzzifybeta(u1,.2,.6);
>> plot(u1,mub)
```



```
>> mub=fuzzifybeta(u1,.8,.4);
>> plot(u1,mub)
```



در آموزش و استخراج افراد کاربرد زیادی دارد.

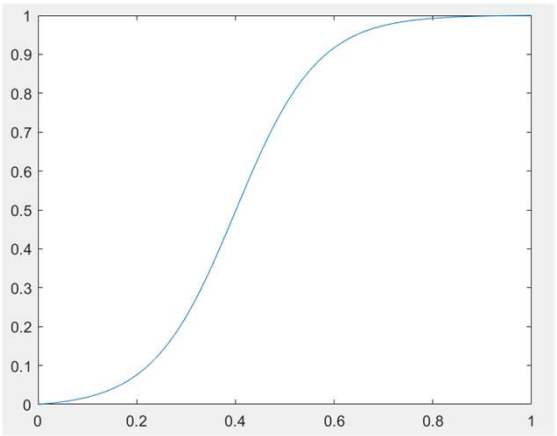
تابع fuzzifytanh

Universe مجموعه جهانی که به صورت یک بردار سطری
crisp عدد معین محوریت یا مرکز ثقل مجموعه فازی

fuzzifytanh(universe,crisp)

خروجی این تابع ، تابع عضویت به شکل تانژانت هایپربولیک نرمال شده است .

```
>> mut=fuzzifytanh(u1,.4);
>> plot(u1,mut)
```



www.freebay.ir

تابع fuzzifyabs

در این تابع ، تابع عضویت هر عنصر مجموعه جهانی در عدد فازی از رابطه زیر بدست می آید.

$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\frac{1}{1+|x-c|}$$

fuzzifyabs(universe,crisp)

- Universe: مجموعه جهانی که به صورت یک بردار سطری
- crisp: عدد معین محوریت یا مرکز ثقل مجموعه فازی

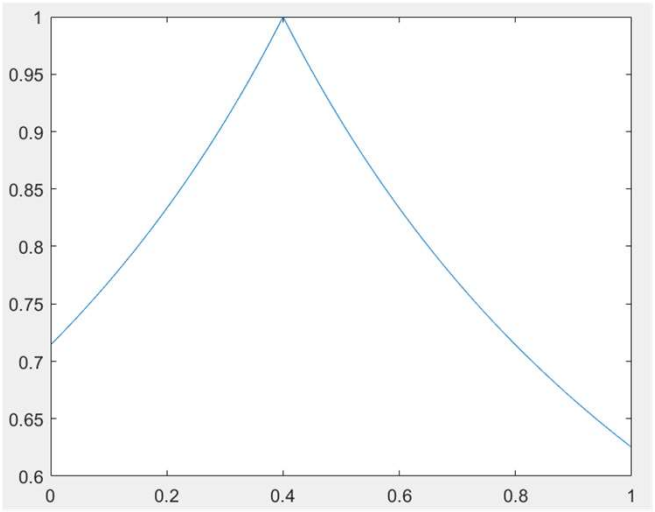
خروجی این تابع ، بردار تابع عضویت است.

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ عضویت X در مجموعه فازی $\tilde{A}$

C محوریت مجموعه فازی

X عضو مجموعه جهانی

```
>> mua=fuzzifyabs(u1,.4);
>> plot(u1,mua)
```



مقادیر کلامی جنبی (حاشیه های کلامی) Linguistic Hedges

می توانیم با استفاده از مقادیر کلامی که با استفاده از توابع مختلف تولید می کنیم مقادیر کلامی جنبی دیگری به دست آوریم .

مقادیر کلامی نرم تر یا شدیدتر = قید یاصفت + عدد فازی کلامی

$\tilde{A}$ ⟶ Very $\tilde{A}$ (خیلی) | Veryvery $\tilde{A}$ (خیلی خیلی) | SlightlyÃ (یک کمی) | Minus $\tilde{A}$ (منفی) | Plus $\tilde{A}$ (مثبت) | IntensifyÃ (به شدت)

صفت ها یا قید های پیشنهادی

$$\text{Very } \tilde{A} = \tilde{A}^2 = \int \frac{[\mu_{\tilde{A}}(x)]^2}{x}$$

$$\text{Very } \tilde{A} = \tilde{A}^4 = \int \frac{[\mu_{\tilde{A}}(x)]^4}{x}$$

$$\text{Plus } \tilde{A} = \tilde{A}^{1.25} = \int \frac{[\mu_{\tilde{A}}(x)]^{1.25}}{x}$$

$$\text{Minus } \tilde{A} = \tilde{A}^{0.75} = \int \frac{[\mu_{\tilde{A}}(x)]^{0.75}}{x}$$

$$\text{SlightlyÃ} = \sqrt{\tilde{A}} = \int \frac{\sqrt{\mu_{\tilde{A}}(x)}}{x}$$

$$\text{intensifyÃ} = \begin{cases} \int \frac{2[\mu_{\tilde{A}}(x)]^2}{x} & 0 \le \mu_{\tilde{A}}(x) \le 0.5 \\ \int \frac{1-(2[\mu_{\tilde{A}}(x)]^2)}{x} & 0.5 \le \mu_{\tilde{A}}(x) \le 1 \end{cases}$$

برخی از توابع برای ساخت مقادیر کلامی جنبی

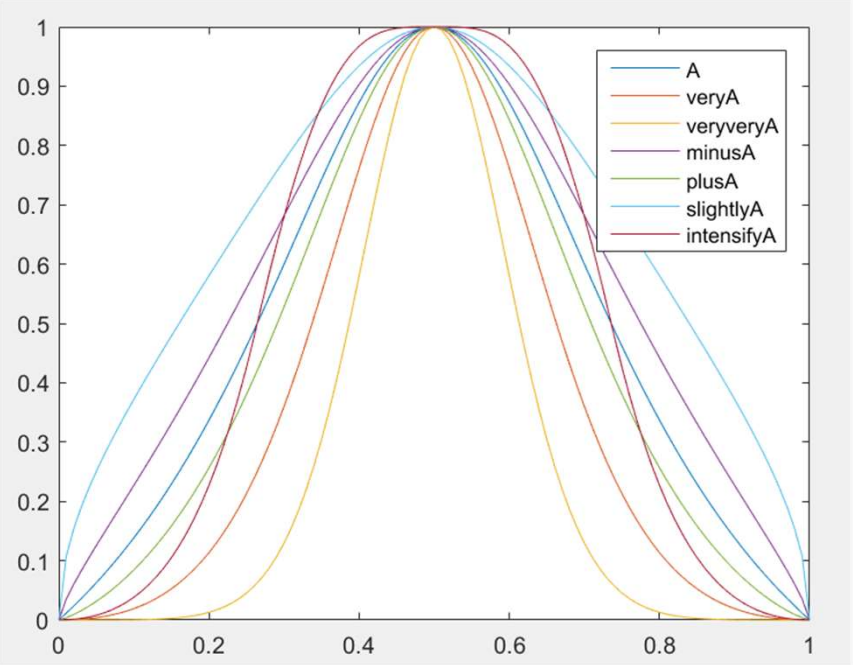
-mfvery	-mfververy	-mfminus
-mfplus	-mfslightly	-mfintensify

این توابع هرکدام یک ورودی و یک خروجی دارند.
ورودی این توابع بردار تابع عضویت و خروجی آنها بردار های تابع عضویت تعدیل شده است .

www.freebay.ir

برنامه زیر تابع عضویت زنگوله ای ساخته و توابع جنبی مختلف آن را محاسبه کرده و در یک محور رسم می کند.

```
>> U=0:.01:1;
>> A=fuzzifya(U,.5,'b',[1 10]);
>> veryA=mfvery(A);
>> veryveryA=mfveryvery(A);
>> minusA=mfminus(A);
>> plusA=mfplus(A);
>> slightlyA=mfslightly(A);
>> intensifyA=mfintensify(A);
>> plot(U,A,U,veryA,U,veryveryA,U,minusA,U,plusA,U,slightlyA,U,intensifyA);
>> legend('A','veryA','veryveryA','minusA','plusA','slightlyA','intensifyA');
```

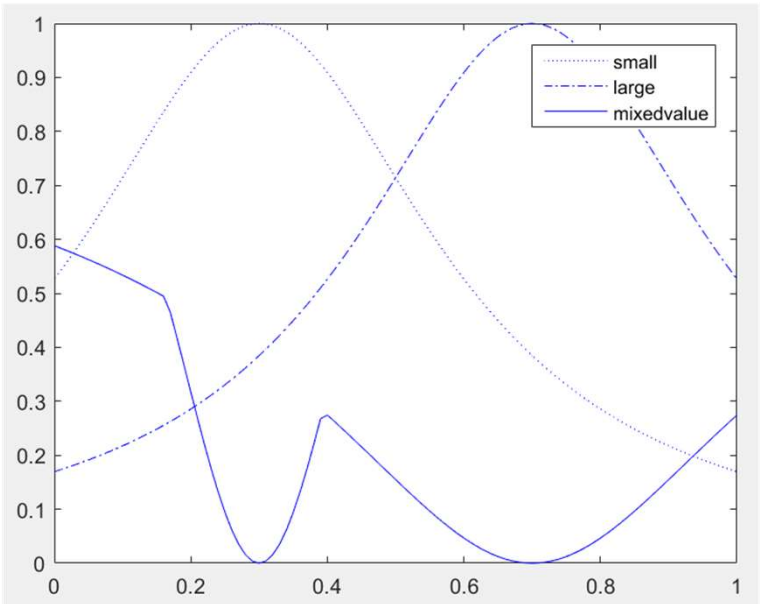


با ترکیب مقادیر کلامی پایه یا اتمیک و مقادیر کلامی جنبی می توان مقادیر کلامی متنوعی که درگویش بکار می بریم به دست آور د.

“not slightly large and not very very small”	“ نه به شدت زیاد و نه خیلی خیلی کم“

```
>> u=0:0.01:1;
>> small=fuzzifys(u,0.3,'b',10);
>> large=fuzzifys(u,0.7,'b',10);
>> mixedvalue=fuzzyand(fuzzynot(mfslightly(large)),fuzzynot(mfveryvery(small)));
>> plot(u,small,'b:',u,large,'b-.',u,mixedvalue,'b');
>> legend('small','large','mixedvalue');
```

عدد فازی اتمیک کم را عدد فازی با محوریت ۰٫۳ و عدد فازی با محوریت ۰٫۷ را زیاد در نظر می گیریم و برای فازی سازی از تابع زنگوله ای استفاده می کنیم .



به این نکته توجه کنید که صفت خیلی با عدد فازی اتمیک خیلی فرق دار د. مثلا در بازه **[0 1]** اگر عدد فازی زیاد را با محوریت ۰٫۷ بگیریم می توان عدد فازی با محوریت ۰٫۸ را خیلی زیاد و عدد فازی با محوریت ۰٫۹ را خیلی خیلی زیاد در نظر گرفت یا اگر عدد فازی کم را با محوریت ۰٫۳ بگیریم می توان عدد فازی با محوریت ۰٫۲ را خیلی کم و عدد فازی با محوریت ۰٫۱ را خیلی خیلی کم در نظر گرفت .

مثلا اگر " برخورد انسانی " کلام مد نظر باشد، برخورد " خیلی انسانی " تأکید بر برخورد انسانی است

www.freebay.ir

با توجه به روابط مربوط به محاسبه توابع عضویت مانند مثلثی یا گوسی (زنگوله) شکل منحنی ها به فاصله عناصر مجموعه جهانی از هم دارد.

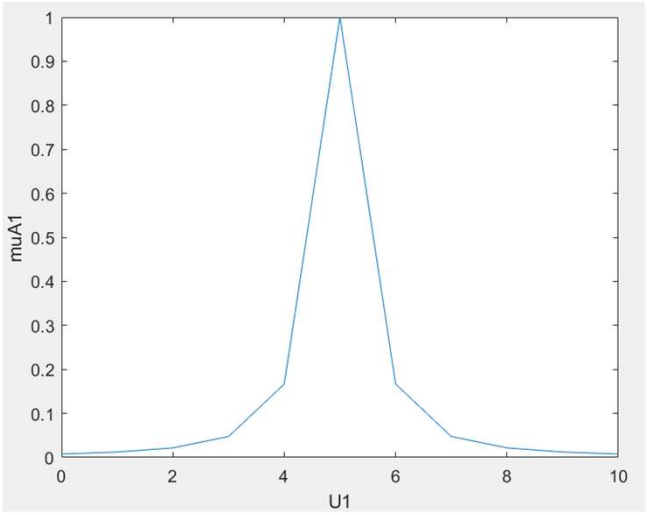
مثال $\mu_{\tilde{A}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2}$ If d=5 U1,U2 — c=5: U1=0:1:10; — c=.5: U2=0:.1:1;

$\tilde{A} \xrightarrow{U1}$ muA1= [0.0079 0.0123 0.0217 0.0476 0.1667 1.0000 0.1667 0.0476 0.0217 0.0123 0.0079]

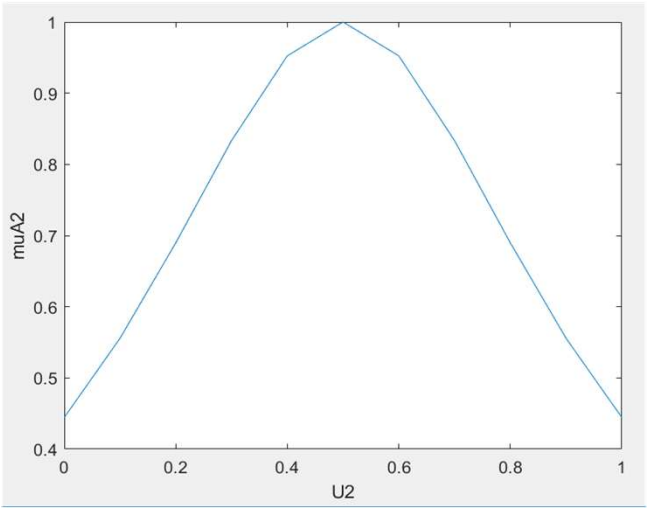
$\tilde{A} \xrightarrow{U2}$ muA2= [0.4444 0.5556 0.6897 0.8333 0.9524 1.0000 0.9524 0.8333 0.6897 0.5556 0.4444]

```
>> U1=0:1:10;
>> U2=0:.1:1;
>> muA1= [0.0079 0.0123 0.0217 0.0476 0.1667 1.0000 0.1667 0.0476 0.0217 0.0123 0.0079];
>> muA2= [0.4444 0.5556 0.6897 0.8333 0.9524 1.0000 0.9524 0.8333 0.6897 0.5556 0.4444];
```

```
>> plot(U1,muA1);
>> xlabel('U1');
>> ylabel('muA1');
```



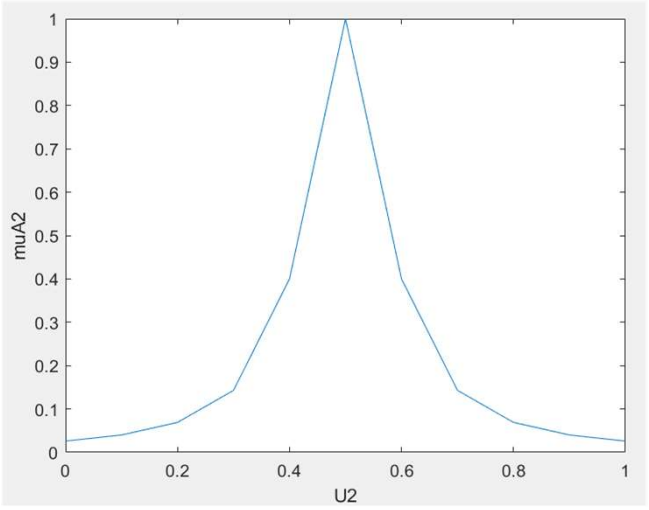

```
>> plot(U2,muA2);
>> xlabel('U2');
>> ylabel('muA2');
```



برای همسانی منحنیها باید ضریب پنها متناسب با عناصر مجموعه جهانی انتخاب شو د. برای مثال با انتخاب ضریب پهنای **150** به جای **5** در مجموعه جهانی **U2** خواهیم داشت.

muA2=[0.0260 0.0400 0.0690 0.1429 0.4000 1.0000 0.4000 0.1429 0.0690 0.0400 0.0260]

```
>> muA2=[0.0260 0.0400 0.0690 0.1429
0.4000 1.0000 0.4000 0.1429 0.0690
0.0400 0.0260];
>> plot(U2,muA2);
>> xlabel('U2');
>> ylabel('muA2');
```



توصیه میشود که در محاسبات توابع عضویت از یک مجموعه جهانی استاندارد

U={X|X∈[0,1]}

و در صورت وجود عناصر منفی **U={X|X∈[-1,1]}** استفاده گردد.

اگر با تابع **Normalize** تابع عضویت **U2** را به بازه **[0 1]** انتقال می دادیم نیاز به تغییر ضریب پهنا نبود.

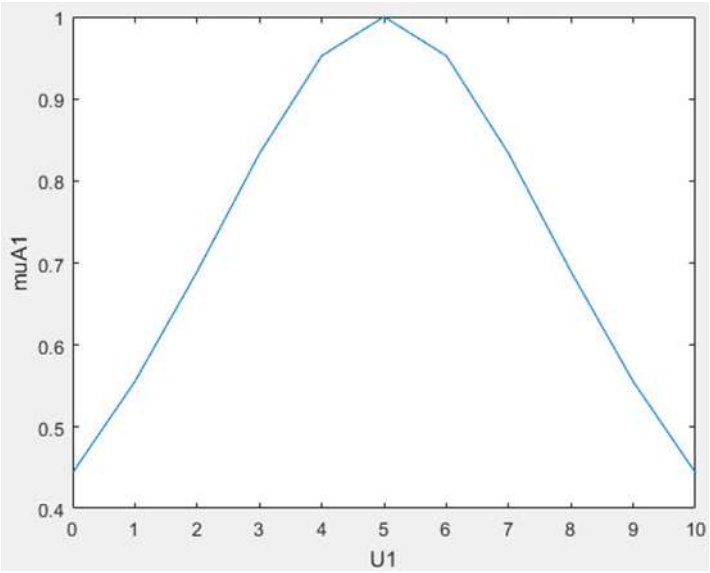
www.freebay.ir

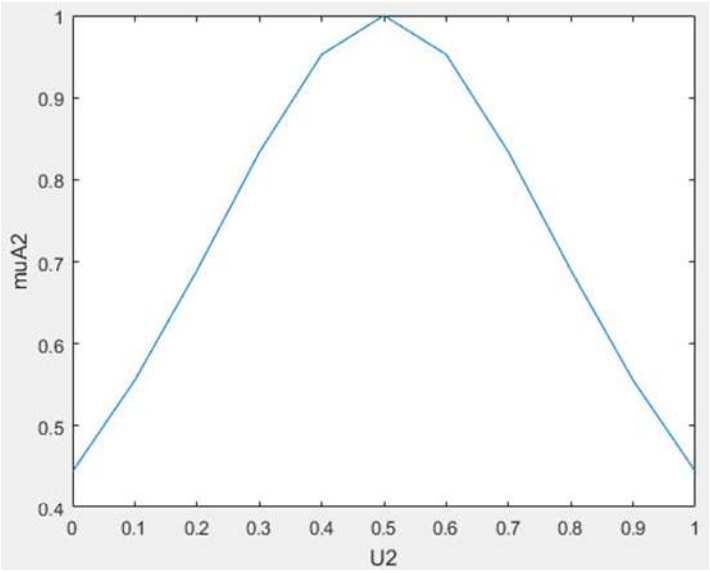
توابع **Fuzzifys , fuzzifya , fuzzifyabs , fuzzifytanh , fuzzifybeta** عملیات مربوط به نرمال سازی را با اضافه نمودن حرف **n** به انتهای تابع بطور خودکار انجام میدهند.

```
>> U1=0:1:10;
>> U2=0:.1:1;
>> muA2=fuzzifysn(U2,.5,'b',5);
>> muA1=fuzzifysn(U1,5,'b',5);
```

```
>> plot(U1,muA1);
>> xlabel('U1');
>> ylabel('muA1');
```

```
>> plot(U2,muA2);
>> xlabel('U2');
>> ylabel('muA2');
```





عملیات روی مجموعه های فازی

عملیات اجتماع، اشتراک، مکمل گیری و اختلاف در مجموعه های فازی

$$\tilde{A}=\{\frac{0}{1}\ \frac{1}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.3}{4}\ \frac{.2}{5}\}$$

$$\tilde{B}=\{\frac{0}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.9}{4}\ \frac{.2}{5}\}$$

```
>> U=[1 2 3 4 5];
>> muA=[0 1 .5 .3 .2];
>> muB=[0 .5 .7 .9 .2];
```

اجتماع Union

$$\tilde{A}\cup\tilde{B}=\{\frac{\max(\mu_A(x),\ \mu_B(x))}{x}\}$$

$$\tilde{A}\cup\tilde{B}=\{x \mid x\in A \text{ or } x\in B\}$$

$$\tilde{A}\cup\tilde{B}=\{\frac{0}{1}\ \frac{1}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.9}{4}\ \frac{.2}{5}\}$$

```
>> muAuB=fuzzyor(muA,muB)
muAuB =
    0    1.0000    0.7000    0.9000    0.2000
```

اشتراک intersection

$$\tilde{A}\cap\tilde{B}=\{\frac{\min(\mu_A(x),\ \mu_B(x))}{x}\}$$

$$\tilde{A}\cap\tilde{B}=\{x \mid x\in A \text{ and } x\in B\}$$

$$\tilde{A}\cap\tilde{B}=\{\frac{0}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.3}{4}\ \frac{.2}{5}\}$$

```
>> muAinB=fuzzyand(muA,muB)
muAinB =
    0    0.5000    0.5000    0.3000    0.2000
```

مکمل،متمم Complement

$$\bar{\tilde{A}}=\{\frac{1-\mu_A(x)}{x} \mid x\in U\}$$

$$\bar{\tilde{A}}=\{x \mid x\in U \text{ and } x\notin A\}$$

$$\bar{\tilde{A}}=\{\frac{1}{1}\ \frac{0}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.7}{4}\ \frac{.8}{5}\}$$

```
>> muAbar=fuzzynot(muA)
muAbar =
    1.0000         0    0.5000    0.7000    0.8000
```


Bay
www.freebay.ir

اختلاف

Difference

$\tilde{A} \mid \tilde{B}=\{\frac{0}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\ \frac{.1}{4}\ \frac{.2}{5}\} \equiv \tilde{A} \cap \tilde{\bar{B}}$

```
>> fuzzydif(muA,muB)
ans =
    0    0.5000    0.3000    0.1000    0.2000
```

قاعده نرم تی t-norm

$xA=\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0\ 1] \qquad xB=\mu_{\tilde{B}}(x) \in [0\ 1]$

در بخشهای قبلی برای اشتراک از عملگر min استفاده میکردیم . در حالت کلی از هر عملگری که شرایط تابع نرم تی T-norm را داشته باشد میتوان بعنوان عملگر اشتراک استفاده نمود.در حقیقت Min خود یک T-norm است.

تابع t-norm دارای دو شناسه xA,xB در بازه [0 1] است که باید شرایط زیر را داشته باشد.

1. $t(0,0)=0 \xrightarrow{\min} t(\mu_{\tilde{A}}(x),1) \xrightarrow{\min} t(1,\mu_{\tilde{A}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x) \longrightarrow x \in X$ — X عضو مجموعه جهانی است.
2. $\mu_{\tilde{A}}(x) \le \mu_{\tilde{C}}(x),\ \mu_{\tilde{B}}(x) \le \mu_{\tilde{D}}(x) \longrightarrow t(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) \le t(\mu_{\tilde{C}}(x),\mu_{\tilde{D}}(x))$ — خاصیت یکنوافتی
3. $t(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = t(\mu_{\tilde{B}}(x),\mu_{\tilde{A}}(x))$ — خاصیت جابجایی پذیری
4. $t(\mu_{\tilde{A}}(x),(\mu_{\tilde{B}}(x),\mu_{\tilde{C}}(x))) = t(\mu_{\tilde{A}}(x),(\mu_{\tilde{B}}(x)),\mu_{\tilde{C}}(x)))$ — خاصیت اشتراک پذیری

قاعده نرم اس S-norm یا هم قاعده هم نرم تی T-conorm

$xA=\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0\ 1] \qquad xB=\mu_{\tilde{B}}(x) \in [0\ 1]$

در بخشهای قبلی برای اجتماع از عملگر max استفاده میکردیم . در حالت کلی از هر عملگری که شرایط تابع نرم تی T-norm را داشته باشد میتوان بعنوان عملگر اجتماع استفاده نمود.

تابع s-norm دارای دو شناسه xA,xB در بازه [0 1] است که باید شرایط زیر را داشته باشد.

1. $s(1,1)=1 \xrightarrow{\max} s(\mu_{\tilde{A}}(x),0) \xrightarrow{\max} s(0,\mu_{\tilde{A}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x) \longrightarrow x \in X$ — X عضو مجموعه جهانی است.
2. $\mu_{\tilde{A}}(x) \le \mu_{\tilde{C}}(x),\ \mu_{\tilde{B}}(x) \le \mu_{\tilde{D}}(x) \longrightarrow s(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) \le s(\mu_{\tilde{C}}(x),\mu_{\tilde{D}}(x))$ — خاصیت یکنوافتی
3. $s(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = s(\mu_{\tilde{B}}(x),\mu_{\tilde{A}}(x))$ — خاصیت جابجایی پذیری
4. $s(\mu_{\tilde{A}}(x),(\mu_{\tilde{B}}(x),\mu_{\tilde{C}}(x))) = s(\mu_{\tilde{A}}(x),(\mu_{\tilde{B}}(x)),\mu_{\tilde{C}}(x)))$ — خاصیت اشتراک پذیری

توابع norm-T و norm-S باهم دوگان Dual هستند

یعنی با داشتن یکی از دوتابع ، تابع دیگر به دست می آید.

$$t(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = 1-s(1-\mu_{\tilde{B}}(x),1-\mu_{\tilde{A}}(x))$$

www.freebay.ir

جدول زیر چند تابع norm-T و norm-S را نشان میدهد

.4 .7 → Max≠1 .4 .7 → Min=0
.4 1 → Max=1 .4 And 1 → Min=.4

1 ضرب شدید
Drastic Product

$$t_d(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \text{if } \max(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = 1 \Rightarrow \{\min(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x))\}$$

.4 .7 → Min≠0 .4 .7 → Max=1
.4 0 → Min=0 .4 Or 0 → Max=.4

2 جمع شدید
Drastic sum

$$S_d(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \text{if } \min(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = 0 \Rightarrow \{\max(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x))\}$$

3 افتلاف محدود
Bounded Difference

.3 (0) .5+.8-1=.3 .5 .8

$$t_b(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \max(0,\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x)-1)$$

0 (0) .3+.4-1=-.3 .3 .4

$$\max(0,\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x)-1)$$

4 جمع محدود
Bounded Sum

1 (1) .5+.8=1.2 .5 .8

$$S_b(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \min(1,\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x))$$

.7 (1) .3+.4=.7 .3 .4

$$\min(1,\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x))$$

4 ضرب انشتین
Einstein Product

.5*.4=.2 .5 .4

$$t_e(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x)}{2-[\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x)-\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x)]}$$

.5+.4=.9 .5*.4=.2

$$= \frac{.2}{.9} = .22$$

4 جمع انشتین
Einstein Sum

.5+.4=.9 .5 .4

$$S_e(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x)}{1+[\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x)]}$$

.5*.4=.2

$$= \frac{.9}{1.2} = .75$$

5 ضرب جبری
Algebraic Product

$$t_a(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = (\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x))$$

6 جمع جبری
Algebraic Sum

$$S_a(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = (\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x)) - (\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x))$$

www.freebay.ir

7 ضرب هاماچر
Hamacher Product

$$t_h(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x)}{[\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x)-\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x)]}$$

8 جمع هاماچر
Hamacher Sum

$$S_h(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)+\mu_{\tilde{B}}(x)-2[\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x)]}{1-[\mu_{\tilde{A}}(x)\cdot\mu_{\tilde{B}}(x)]}$$

9 مینیمم
Minimum

$$t_m(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x))$$

10 ماکزیمم
Maximum

$$S_m(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x))$$

$$t_d \le t_b \le t_e \le t_a \le t_h \le t_m$$

هرچه احتیاط بیشتر و عدم اطمینان در And صورت بپذیرد از t_m به سمت t_d حرکت میکنیم.

$$S_m \le S_h \le S_a \le S_e \le S_b \le S_d$$

هرچه احتیاط بیشتر و عدم اطمینان در Or صورت بپذیرد از S_m به سمت S_d حرکت میکنیم.

$$t_d(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) \le t(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) \le \min(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x))$$

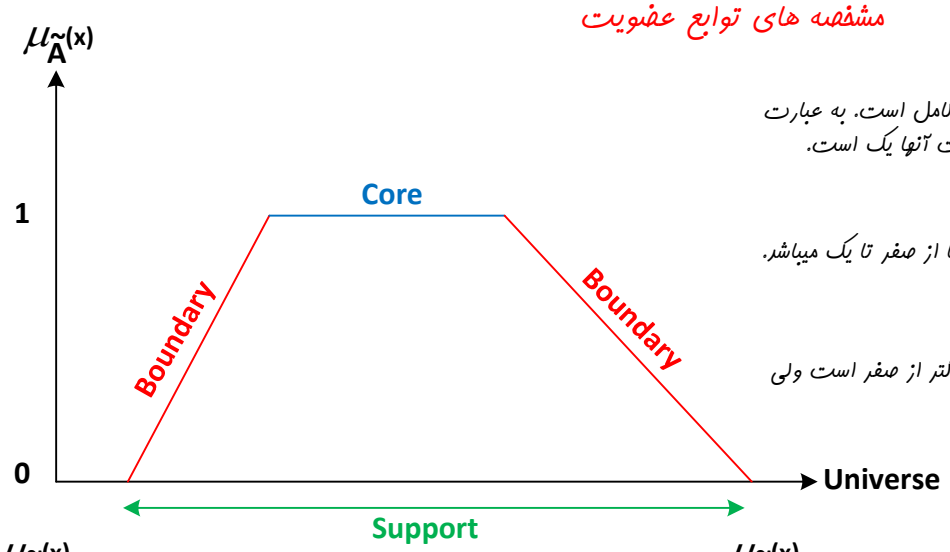
$$\max(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) \le S(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x)) \le S_d(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x))$$

از این رو توابع Min و Max بیشتر از سایر توابع استفاده میگردد.

```
>> mua=.7;
>> mub=.4;
>> td=tnorm(mua,mub,'d');
>> tb=tnorm(mua,mub,'b');
>> te=tnorm(mua,mub,'e');
>> ta=tnorm(mua,mub,'a');
>> th=tnorm(mua,mub,'h');
>> tm=tnorm(mua,mub,'m');
>> sd=snorm(mua,mub,'d');
>> sb=snorm(mua,mub,'b');
>> se=snorm(mua,mub,'e');
>> sa=snorm(mua,mub,'a');
>> sh=snorm(mua,mub,'h');
>> sm=snorm(mua,mub,'m');
>> t_table=[td tb te ta th tm]
t_table =
      0    0.1000    0.2373    0.2800    0.3415    0.4000
>> s_table=[sm sh sa se sb sd]
s_table =
    0.7000    0.7500    0.8200    0.8594    1.0000    1.0000
```

www.freebay.ir

مشخصه های توابع عضویت



Core

مجموعه ای از عناصر است که تابع عضویت آنها کامل است. به عبارت دیگر عضویت آنها حداکثر است . استاندارد عضویت آنها یک است.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$$

Support

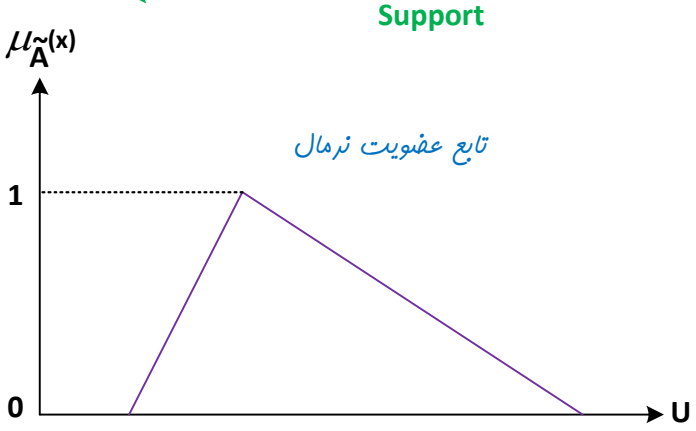
مجموعه ای از عناصر است که تابع عضویت آن ها از صفر تا یک میباشد.

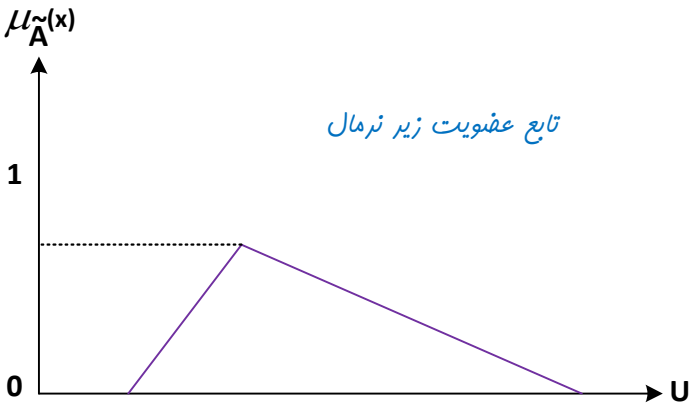
$$0 \leqslant \mu_{\tilde{A}}(x) \leqslant 1$$

Boundary

مجموعه ای از عناصر است که تابع عضویت آن ها بزرگتر از صفر است ولی حد اکثر نیست

$$0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1$$





a-cut برش آلفا

مجموعه ای از عناصر است که تابع عضویت آنها بزرگتر یا مساوی مقدار **a** باشد.

$$\tilde{A}_a = \{x \mid x \in U \text{ and } \mu_{\tilde{A}_a}(x) \geq \alpha\}$$

$$\tilde{A}_a = \{\frac{.3}{1} \quad \frac{.5}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{.6}{4} \quad \frac{.4}{5}\}$$

```
>> U=[1 2 3 4 5];
>> muA=[.3 .5 1 .6 .4];
>> alpha=.5;
>> Aalpha=alphacut(U,muA,alpha)
Aalpha =
   2   3   4
```

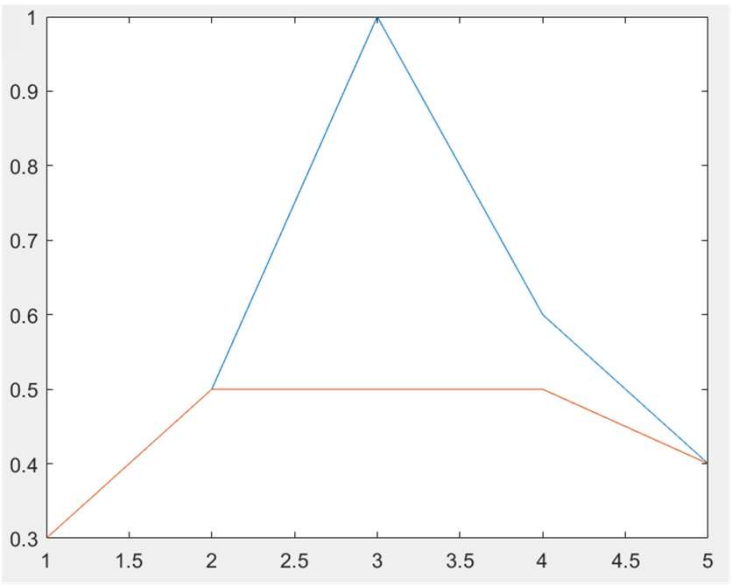
A-trancate membership function تابع عضویت برش یافته آلفا

تابع عضویتی است که در آن مقادیر بزرگتر از **a** مساوی **a** درنظر گرفته شده باشد.

$$\tilde{A} = \{\frac{.3}{1} \quad \frac{.5}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{.6}{4} \quad \frac{.4}{5}\}$$

$$\tilde{A}_{\text{trancate } 0.5} = \{\frac{.3}{1} \quad \frac{.5}{2} \quad \frac{.5}{3} \quad \frac{.5}{4} \quad \frac{.4}{5}\}$$

```
>> muB=truncate(muA,alpha)
muB =
   0.3000   0.5000   0.5000   0.5000   0.4000
>> plot(U,muA,U,muB)
```



www.freebay.ir

ضرب کارتزین
Cartesian Product

$A=(x,y)$, $B=(a,b,c)$

$A\times B=\{(x,a),(x,b),(x,c),(y,a),(y,b),(y,c)\}$

$B\times A=\{(a,x),(a,y),(b,x),(b,y),(c,x),(c,y)\}$

$\longrightarrow A\times B\neq B\times A$

$A^2=A\times A=\{(x,x),(x,y),(y,x),(y,y)\}$

$B^2=B\times B=\{(a,a),(a,b),(a,c),(b,a),(b,b),(b,c),(c,a),(c,b),(c,c)\}$

ضرب کارتزین $A\times B$ نشان دهنده یک رابطه کامل بین A و B از A به B است.

هر زیر مجموعه ای از ضرب کارتزین $A\times B$ که در جفتهای مرتب شده آن عناصر مربوط به مجموعه A در اول قرار گرفته باشند نشان دهنده یک رابطه از A به B است.

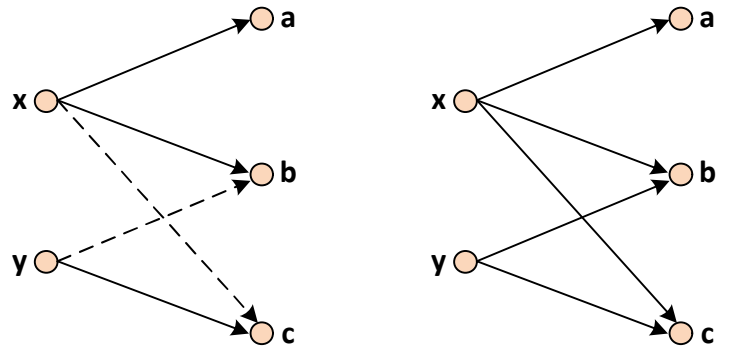
رابطه کامل از A به B: $RT=\{(x,a),(x,b),(x,c),(y,a),(y,b),(y,c)\}=A\times B$

یک رابطه از A به B: $R=\{(x,a),(x,b),(y,a),(y,c)\}\subset A\times B$

نمایش ماتریس رابطه R و RT

$$R(x,y)=\begin{cases}1 & (x,y)\in R\\ 0 & (x,y)\notin R\end{cases}$$

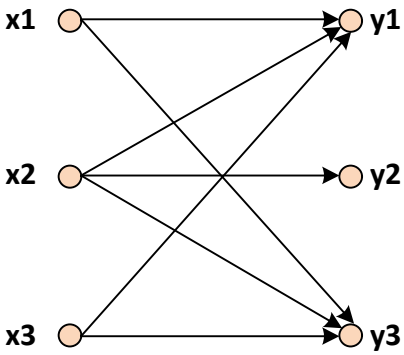
رابطه R — رابطه کامل RT



نمایش شماتیک رابطه R و RT

$$RT=\begin{array}{c}\\ x\\ y\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}a & b & c\end{array}\\ \begin{pmatrix}1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\end{pmatrix}\end{array}$$

$$R=\begin{array}{c}\\ x\\ y\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}a & b & c\end{array}\\ \begin{pmatrix}1 & 1 & 0\\ 1 & 0 & 1\end{pmatrix}\end{array}$$



$$R=\begin{array}{c}\\ x1\\ x2\\ x3\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}y1 & y2 & y3\end{array}\\ \begin{pmatrix}1 & 0 & 1\\ 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 0\end{pmatrix}\end{array}$$

ماتریس رابطه کامل و ماتریس تهی

رابطه کامل رابطه ای است که تمام عناصر ماتریس رابطه آن یک باشد. ماتریس رابطه کامل را معمولا با E نمایش میدهند.

$$E=\begin{array}{c}\\ x1\\ x1\\ x1\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}y1 & y2 & y3\end{array}\\ \begin{pmatrix}1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\end{pmatrix}\end{array}$$

رابطه تهی رابطه ای است که تمام عناصر ماتریس رابطه آن صفر باشد . ماتریس رابطه تهی را معمولا با O نمایش میدهند.

$$O=\begin{array}{c}\\ x1\\ x1\\ x1\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}y1 & y2 & y3\end{array}\\ \begin{pmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{pmatrix}\end{array}$$

www.freebay.ir

فرض بر دو مجموعه جهانی X و Y

$X=\{x1,x2,x3,x4\}$
$Y=\{y1,y2,y3,y4\}$

اگر

$A=\{\frac{0}{x1}\ \frac{1}{x2}\ \frac{1}{x3}\ \frac{0}{x4}\}$

$B=\{\frac{1}{y1}\ \frac{0}{y2}\ \frac{1}{y3}\ \frac{1}{y4}\ \frac{0}{y5}\}$

$$\mu_R(x,y)=\min\{\mu_A(x)\ ,\ \mu_B(x)\}$$

A × B

```
>> A=[0 1 1 0];
>> B=[1 0 1 1 0];
>> R=relation(A,B)
R =
     0     0     0     0     0
     1     0     1     1     0
     1     0     1     1     0
     0     0     0     0     0
```

A × B

μ	y1	y2	y3	y4	y5
	1	0	1	1	0
x1 0	0	0	0	0	0
x2 1	1	0	1	1	0
x3 1	1	0	1	1	0
x4 0	0	0	0	0	0

X × Y = E

```
>> A=[1 1 1 1];
>> B=[1 1 1 1 1];
>> R=relation(A,B)
R =
     1     1     1     1     1
     1     1     1     1     1
     1     1     1     1     1
     1     1     1     1     1
```

X × Y = E

μ	y1	y2	y3	y4	y5
	1	1	1	1	1
x1 1	1	1	1	1	1
x2 1	1	1	1	1	1
x3 1	1	1	1	1	1
x4 1	1	1	1	1	1

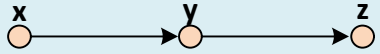
A × A

```
>> A=[0 1 1 0];
>> RA=relation(A)
RA =
     0     0     0     0
     0     1     1     0
     0     1     1     0
     0     0     0     0
```

A × A

μ	y1	y2	y3	y4
	0	1	1	0
x1 0	0	0	0	0
x2 1	0	1	1	0
x3 1	0	1	1	0
x4 0	0	0	0	0

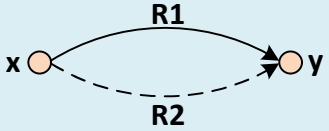
ترکیب رابطه ها (سری و موازی)



$R(x,z)=\min\{R(x,y),R(y,z)\}=\min\{1,1\}=1$

or

$R(x,z)=R(x,y)\times R(y,z)=1\times 1=1$

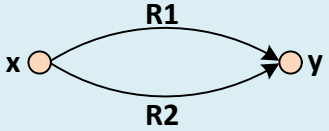


$R(x,z)=\max\{R1(x,y),R2(x,y)\}=\max\{1,0\}=1$

$R(x,z)=\min\{R(x,y),R(y,z)\}=\min\{1,0\}=0$

or

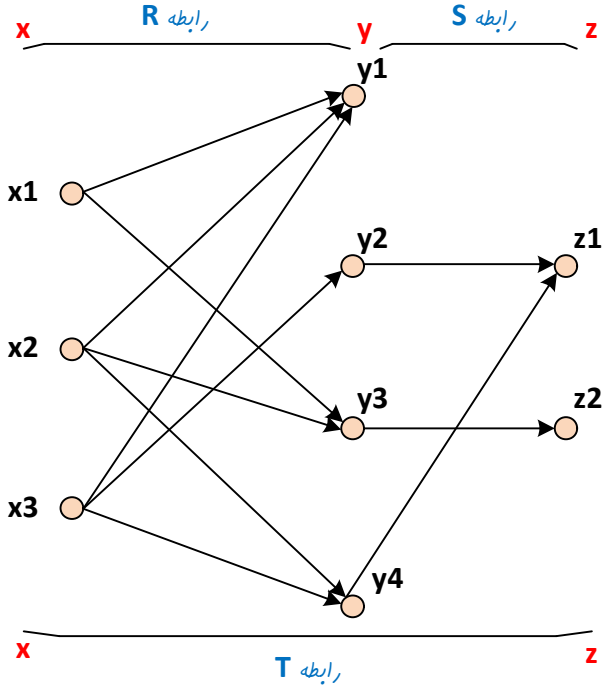
$R(x,z)=R(x,y)\times R(y,z)=1\times 0=0$



$R(x,z)=\max\{R1(x,y),R2(x,y)\}=\max\{1,1\}=1$

www.freebay.ir

عملیات Max-min و Max-product



$$R=\begin{array}{c} \\ x1 \\ x2 \\ x3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} y1 & y2 & y3 & y4 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \qquad S=\begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \\ y4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cc} z1 & z2 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$T=\begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 1 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

مقدار ماتریس رابطه T از ترکیب O رابطه R و رابطه S بدست می آید. T=ROS

ضرب معمولی دو ماتریس

$$T=R\times S=[t_{i,j}] \qquad t_{i,j}=\sum_{k=1}^{m} r_{i,k}\times s_{K,j}$$

عملیات Max-Min

$$T=R\ O\ S=[t_{i,j}] \qquad t_{i,j}=\underset{K=1}{\overset{m}{Max}}\{\min(r_{i,k}\ ,s_{K,j}\ )\}$$

عملیات Max-Product

$$T=R\ O\ S=[t_{i,j}] \qquad t_{i,j}=\underset{K=1}{\overset{m}{Max}}(r_{i,k}\times s_{K,j})$$

ضرب معمولی دو ماتریس

$$T=\begin{pmatrix} \text{سطر اول در ستون اول}: (1*0)+(0*1)+(1*0)+(0*1) & \text{سطر اول در ستون دوم}: (1*0)+(0*0)+(1*1)+(0*0) \\ \text{سطر دوم در ستون اول}: (1*0)+(0*1)+(1*0)+(1*1) & \text{سطر دوم در ستون دوم}: (1*0)+(0*0)+(1*1)+(1*0) \\ \text{سطر سوم در ستون اول}: (1*0)+(1*1)+(0*0)+(1*1) & \text{سطر سوم در ستون دوم}: (1*0)+(1*0)+(0*1)+(1*0) \end{pmatrix}$$

$$T=\begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 1 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

عملیات Max-Min

$$T=\begin{pmatrix} \max\{\min(1,0),\min(0,1),\min(1,0),\min(0,1)\} & \max\{\min(1,0),\min(0,0),\min(1,1),\min(0,0)\} \\ (1,0)or(0,1)or(1,0)or(1,1) & (1,0)or(0,0)or(1,1)or(1,0) \\ (1,0)or(1,1)or(0,0)or(1,1) & (1,0)or(1,0)or(0,1)or(1,0) \end{pmatrix}$$

$$T=\begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 1 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

عملیات Max-Product

$$T=\begin{pmatrix} \max\{(1*0)+(0*1)+(1*0)+(0*1)\} & \max\{(1*0)+(0*0)+(1*1)+(0*0)\} \\ \text{سطر دوم در ستون اول}: (1*0)+(0*1)+(1*0)+(1*1) & \text{سطر دوم در ستون دوم}: (1*0)+(0*0)+(1*1)+(1*0) \\ \text{سطر سوم در ستون اول}: (1*0)+(1*1)+(0*0)+(1*1) & \text{سطر سوم در ستون دوم}: (1*0)+(1*0)+(0*1)+(1*0) \end{pmatrix}$$

$$T=\begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 1 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

www.freebay.ir

نتیجه عملیات **Max-Min** و **Max-Product** در مجموعه های کلاسیک که در آن ها عضویت ها **1** یا **0** هستند یکسان است ولی در حالت فازی که مقادیر بین **0** تا **1** قرار دارند یکسان نخواهد بود . در سیستمهای فیزیکی مانند ارتباط با اتصالات یا قدرت تحمل این تفاوت مشهود است و استفاده از روش **Max-Min** کاربرد فراوانی دارد.

روابط بین ماتریس های کلاسیک در MATLAB

اجتماع
Union

```
>> R=[1 0 1 0;1 0 1 1; 1 1 0 1];
>> S=[0 0 1 0;1 0 0 1;1 1 0 0];
>> union(R,S)
ans =
   1   0   1   0
   1   0   1   1
   1   1   0   1
```

اشتراک
Intersection

```
>> intersection(R,S)
ans =
   0   0   1   0
   1   0   0   1
   1   1   0   0
```

مکمل
Complement

```
>> complement(R)
ans =
   0   1   0   1
   0   1   0   0
   0   0   1   0
```

زیر رابطه
Containment

```
>> containment(R,S)
ans =
   0
```

```
>> containment(S,R)
ans =
   1
```

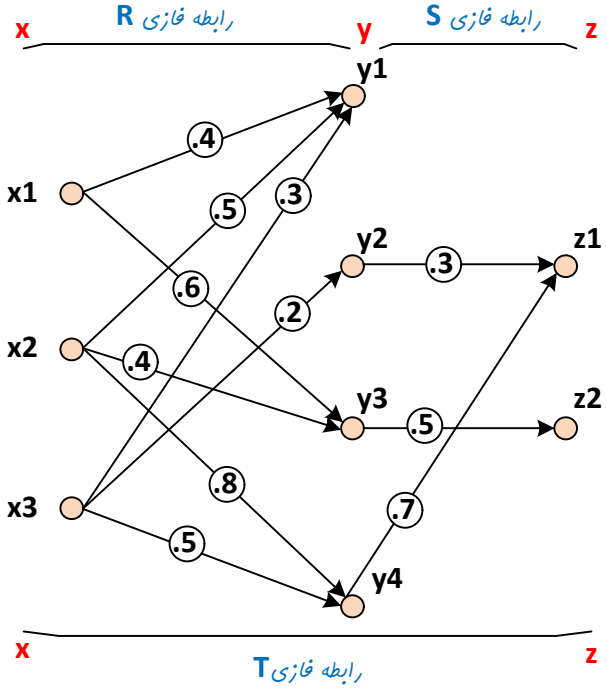
$\tilde{S} \subseteq \tilde{R} \longrightarrow \mu\tilde{S} \leq \mu\tilde{R}$

اگر اولین شناسه زیر رابطه ای از دومین شناسه باشد پاسخ **1** است . در غیر اینصورت پاسخ **0** میباشد.

خواص رابطه های کلاسیک

خواص جابجایی پذیری ، اشتراک پذیری ، پخش پذیری ، همانی ، یکتایی ، انتقال پذیری ، خودگردی ، قوانین دومورگان و اصول متعارف میانه مستثنی و تناقض در رابطه های کلاسیک نیز مانند مجموعه های کلاسیک صادق است.

رابطه های فازی در MATLAB



$$\tilde{R}= \begin{array}{c} \\ x1 \\ x2 \\ x3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} y1 & y2 & y3 & y4 \end{array} \\ \begin{pmatrix} .4 & 0 & .8 & 0 \\ .5 & 0 & .4 & .8 \\ .3 & .2 & 0 & .5 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$\tilde{S}= \begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \\ y4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} z1 & z2 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ .3 & 0 \\ 0 & .5 \\ .7 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$\tilde{T}_{Max-Min} = \begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} & \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & .5 \\ .7 & .4 \\ .5 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$\tilde{T}_{Max-Product} = \begin{array}{c} \\ y1 \\ y2 \\ y3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} & \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & .4 \\ .56 & .2 \\ .35 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$\tilde{R} \cup \tilde{S} = \mu[\tilde{R} \cup \tilde{S}\ (x,y)] = Max\ \{\mu\tilde{R}(x,y)\ ,\mu\tilde{S}(x,y)\}$$
$$\tilde{R} \cap \tilde{S} = \mu[\tilde{R} \cap \tilde{S}\ (x,y)] = Min\ \{\mu\tilde{R}(x,y)\ ,\mu\tilde{S}(x,y)\}$$

$$\mu\bar{\tilde{R}}(x,y) = 1-\mu\tilde{R}(x,y)$$

$$\tilde{S} \subseteq \tilde{R} \longrightarrow \mu\tilde{S}(x,y) \leq \mu\tilde{R}(x,y)$$

www.freebay.ir

```
>> R=[.4 0 .8 0;.5 0 .4 .8;.3 .2 0 .5];
>> S=[.3 0 .7 0;.5 0 .4 .6;.3 .2 0 .4];
>> union(R,S)
ans =
   0.4000         0    0.8000         0
   0.5000         0    0.4000    0.8000
   0.3000    0.2000         0    0.5000
```

```
>> intersection(R,S)
ans =
   0.3000         0    0.7000         0
   0.5000         0    0.4000    0.6000
   0.3000    0.2000         0    0.4000
```

```
>> complement(R)
ans =
   0.6000    1.0000    0.2000    1.0000
   0.5000    1.0000    0.6000    0.2000
   0.7000    0.8000    1.0000    0.5000
```

```
>> containment(S,R)
ans =
     1
```

```
>> containment(R,S)
ans =
     0
```

خواص جابجایی پذیری ، اشتراک پذیری ، پخش پذیری ، همانی ، یکتایی ، انتقال پذیری ، فودگردی ، قوانین دومورگان در رابطه های فازی صادق است. ولی اصول متعارف میانه مستثنی و تناقض در رابطه های فازی صادق نیست .

```
R =
   0.4000         0    0.8000         0
   0.5000         0    0.4000    0.8000
   0.3000    0.2000         0    0.5000
```

```
>> U=union(R,complement(R))
U =
   0.6000    1.0000    0.8000    1.0000
   0.5000    1.0000    0.6000    0.8000
   0.7000    0.8000    1.0000    0.5000
```

```
>> I=intersection(R,complement(R))
I =
   0.4000         0    0.2000         0
   0.5000         0    0.4000    0.2000
   0.3000    0.2000         0    0.5000
```

منطق فازی

منطق فازی روشی برای پیاده سازی استنباط و استدلال نادقیق یا تقریبی انسان است . استدلال فازی انسان را قادر می سازد در شرایط نا دقیق و گنگ استدلال و تصمیم گیری کند.در منطق فازی صحت هر چیز نسبی یا تقریبی است و انسان بر اساس آن قادر به تصمیم گیری به صورت حالت بینابین است

قبل از پرداختن به منطق فازی که یک مبحث کلیدی در کاربرد های فازی برای پیاده سازی استنباط و استدلال انسان است. مروری بر منطق کلاسیک خواهیم داشت و سپس تایج بدست آمده در منطق کلاسیک را به منطق فازی تعمیم میدهیم.

منطق کلاسیک

$T:u \in U \longrightarrow \{0,1\}$

$T(P)=1$ اگر گزاره ساده **P** کاملا صحیح است.

$T(P)=0$ اگر گزاره ساده **P** کاملا غلط است.

$U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$

$A=\{2,4,7\}$

$$P: x\in A \longrightarrow T(P)=\begin{cases} 1 \text{ if } \mu A(x)=1 \\ 0 \text{ if } \mu A(x)=0 \end{cases}$$

$x\in A$ or $y\notin B$ حالت غلط که اگر آن را نقیض کنیم گزاره درست میگردد.

$P:x\in A$ **X** عضو مجموعه جهانی **A**

$Q:y\in B$ **y** عضو مجموعه جهانی **B**

$P \longrightarrow Q$

$x\notin A$ or $y\in B$

$x\notin A$ or $y\notin B$

$x\in A$ or $y\in B$

$T(P\longrightarrow Q) \equiv \overline{T(P)\wedge T(\bar{Q})}$

$T(P\longrightarrow Q) \equiv T(\bar{P})\vee T(Q)$

قانون دومورگان

$x\notin A$ or $y\in B$ حالتی که همیشه گزاره درست است.

رابطه زاده

$P:x\in A$ **X** عضو مجموعه جهانی **A**

$Q:y\in B$ **y** عضو مجموعه جهانی **B**

$P\longrightarrow Q$ If A then B= $(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)=R$

If x is($\in$) A then y is($\in$)B

Y مجموعه جهانی **B** است که تمام عضویت های آن در ماتریس رابطه **1** میباشد.

$(A\times B)=A\longrightarrow B$ اگر **A** هست آنگاه **B** یا اگر **A** نیست آنگاه **Y** $(\bar{A}\times Y)=\bar{A}\longrightarrow Y$

R=If A then B Else C $R:(A\times B)\vee(\bar{A}\times Y)$

اگر **A** هست آنگاه **B** یا اگر **A** نیست آنگاه هر چه میخواهد باشد که همان **Y** یا مجموعه جهانی میباشد.

$x\in A \longrightarrow y\in B$ درست $\longrightarrow$ درست

or

$x\notin A \longrightarrow \begin{matrix} y\in B \\ y\notin B \end{matrix}$ درست یا نادرست $\longrightarrow$ نا درست

www.freebay.ir

$$R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)$$

R=If A then B Else Y

$$A=\{\frac{0}{1}\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{3}\ \frac{0}{4}\}$$

$$B=\{\frac{0}{1}\ \frac{1}{2}\ \frac{0}{3}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{5}\ \frac{0}{6}\}$$

$$\underset{\min}{(A\times B)}=\begin{array}{c|cccccc} & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

$$\underset{\min}{(\bar{A}\times Y)}=\begin{array}{c|cccccc} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

Or

$$R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

```
>> Y=[1 1 1 1 1 1];
>> A=[0 1 1 0];
>> B=[0 1 0 1 1 0];
>>
R=union(relation(A,B),relation(complement(A),Y))
R =
   1   1   1   1   1   1
   0   1   0   1   1   0
   0   1   0   1   1   0
   1   1   1   1   1   1
```

A \ B	1	2	3	4	5	6	
1	1	1	1	1	1	1	نه A صحیح است و نه B → 1
2	0	1	0	1	1	0	A صحیح است B صحیح نیست → 0
3	0	1	0	1	1	0	A و B هر دو صحیح هستند → 1
4	1	1	1	1	1	1	A صحیح نیست وB صحیح است → 1

$$R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)$$

R=If A then B Else C

$$\underset{\min}{(A\times B)}=\begin{array}{c|cccccc} & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

$$\underset{\min}{(\bar{A}\times C)}=\begin{array}{c|cccccc} & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{array}$$

Or

$$R)=A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

```
>> A=[0 1 1 0];
>> B=[0 1 0 1 1 0];
>> C=[0 1 1 0 1 1];
>>
R=union(relation(A,B),relation(complement(A),C))
R =
   0   1   1   0   1   1
   0   1   0   1   1   0
   0   1   0   1   1   0
   0   1   1   0   1   1
```

استنباط یا همانگویی
Tautology

- منظور از همانگویی در منطق ، رسیدن به گزاره ای است که به ازای تمام تفسیر های گز اره های اتمیک نتیجه آن همواره صحیح باشد.
- گزاره اگر **A** مجموعه تمام اعداد صحیح فرد باشد ، عناصر آن به **4** قابل تقسیم نستند یک همانگویی است چون همواره صحیح است.

www.freebay.ir

Modus Ponens روش

$$(A\wedge(A\rightarrow B))\equiv B$$
$$(A\wedge(A\rightarrow B))\rightarrow B$$

$$(A\wedge(A\rightarrow B))\rightarrow B$$
$$(A\wedge(\bar{A}\vee B))\rightarrow B$$
$$(A\wedge\bar{A})\vee(A\wedge B)\rightarrow B$$
$$(\phi\vee(A\wedge B))\rightarrow B$$
$$(A\wedge B)\rightarrow B$$
$$\overline{(A\wedge B)}\vee B$$
$$(\bar{A}\vee\bar{B})\vee B$$
$$(\bar{A}\vee(\bar{B}\vee B)$$
$$\bar{A}\vee U=U$$
$$U:T(U)=1$$

Modus Ponens روش

```
>> A=[0 0 1 1];
>> B=[0 1 0 1];
>> AtB=pfifthen(A,B);
>> AaAtB=pfand(A,AtB);
>> AaAtBtB=pfifthen(AaAtB,B);
>> Table=[A' B' AtB' AaAtB' AaAtBtB']
Table =
   0   0   1   0   1
   0   1   1   0   1
   1   0   0   0   1
   1   1   1   1   1
```

Modus Tollens روش

$$(\bar{B}\wedge(A\rightarrow B))\equiv\bar{A}$$
$$(\bar{B}\wedge(A\rightarrow B))\rightarrow\bar{A}$$

$$(\bar{B}\wedge(A\rightarrow B))\rightarrow\bar{A}$$
$$(\bar{B}\wedge(\bar{A}\vee B))\rightarrow\bar{A}$$
$$(\bar{B}\wedge\bar{A})\vee(\bar{B}\wedge B)\rightarrow\bar{A}$$
$$(\phi\vee(\bar{B}\wedge\bar{A}))\rightarrow\bar{A}$$
$$(\bar{A}\wedge\bar{B})\rightarrow\bar{A}$$
$$\overline{(\bar{A}\wedge\bar{B})}\vee\bar{A}$$
$$(A\vee B)\vee\bar{A}$$
$$(B\vee(A\vee\bar{A})$$
$$B\vee U=U$$
$$U:T(U)=1$$

عملیات بر روی گزاره ها

$T(\bar{P})=1-T(P)$	Negation نقیض
$T(P\vee Q)=\max\{T(P),T(Q)\}$	Disjunction اجتماع
$T(P\wedge Q)=\min\{T(P),T(Q)\}$	Comjunction اشتراک
$T(P\rightarrow Q)=T(\bar{P}\vee Q)=\max\{T(\bar{P}),T(Q)\}$	Implication دلالت

منطق فازی با استفاده از رابطه فازی

منطق کلاسیک

صحت یک گزاره $T(P)\in\{0,1)$ صفر یا یک

تعلق یا عدم تعلق عناصر به مجموعه ها $P:x\in A\ \left[T(P)=\mu_{A(x)}\ \ \mu_{A(x)}=0\text{ or }1\right.$

منطق فازی

بین صفر تا یک $T(P)\in[0\ 1]$

$P:x\in\tilde{A}\ \left[T(P)=\mu_{\tilde{A}(x)}\quad 0\leq\mu_{\tilde{A}(x)}\leq 1\right.$

$$\left[\begin{array}{l}\text{If A then B}=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)=R\\ \text{If x is}(\in)\ \text{A then y is}(\in)B\end{array}\right.$$

رابطه دلالت لطفی زاده

$$R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)\left[\mu_{\tilde{A}(x,y)}=\text{Max}\{\min(\mu_{\tilde{A}(x)},\mu_{\tilde{B}(y)}),(1-\mu_{\tilde{A}(X)})\}\right]$$

www.freebay.ir

مثالی از قانون دلالت Zadeh

$UA=\{1,4,8,10,14\}$ مجموعه جهانی طول خط ترمز

$UB=\{40,60,90,100,140\}$ KM/h مجموعه جهانی سرعت ماشین

$\tilde{A}=\{\frac{.4}{1}\ \frac{1}{4}\ \frac{.6}{8}\ \frac{.4}{10}\ \frac{.2}{14}\}$ طول خط ترمز کم در جاده

$\tilde{B}=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.3}{60}\ \frac{1}{90}\ \frac{.8}{100}\ \frac{.2}{140}\}$ سرعت متوسط در جاده

قاعده : اگر طول خط ترمز در جاده کم باشد سرعت خودرو متوسط بوده است.

R: if Break length $\tilde{A}$ then Car speed $\tilde{B}$

R: if $\tilde{A}$ then $\tilde{B}$

$R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)=\text{Max}\{\min(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(y)),(1-\mu_{\tilde{A}}(X))\}$

$$(A\times B)_{\min}=\begin{array}{c}\\.4\\1\\.6\\.4\\.2\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccccc}.2&.3&1&.8&.2\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.3&.4&.4&.2\\.2&.3&1&.8&.2\\.2&.3&.6&.6&.2\\.2&.3&.4&.4&.2\\.2&.2&.2&.2&.2\end{pmatrix}\end{array}\qquad(\bar{A}\times Y)_{\min}=\begin{array}{c}\\.6\\0\\.4\\.6\\.8\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccccc}1&1&1&1&1\end{array}\\\begin{pmatrix}.6&.6&.6&.6&.6\\0&0&0&0&0\\.4&.4&.4&.4&.4\\.6&.6&.6&.6&.6\\.8&.8&.8&.8&.8\end{pmatrix}\end{array}\xrightarrow{R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)}\begin{pmatrix}.6&.6&.6&.6&.6\\.2&.3&1&.8&.2\\.4&.4&.6&.6&.4\\.6&.6&.6&.6&.6\\.8&.8&.8&.8&.8\end{pmatrix}$$

```
>> A=[.4 1 .6 .4 .2];
>> B=[.2 .3 1 .8 .2];
>> Y=[1 1 1 1 1];
>> R=union(relation(A,B),relation(fuzzynot(A),Y))
R =
   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000
   0.2000   0.3000   1.0000   0.8000   0.2000
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000
   0.8000   0.8000   0.8000   0.8000   0.8000
```

>> R=rulemakez(A,B)

قاعده زاده

```
>> A=[.4 1 .6 .4 .2];
>> B=[.2 .3 1 .8 .2];
>> Y=[1 1 1 1 1];
>> R=rulemakez(A,B)
R =
   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000
   0.2000   0.3000   1.0000   0.8000   0.2000
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000
   0.8000   0.8000   0.8000   0.8000   0.8000
```

استدلال تقریبی
Approximate Reasoning

تابع استدلال

>> BP=ruleresp(R,AP)

R: if $\tilde{A}$ then $\tilde{B}$

R: if $\tilde{A}'$ then $\tilde{B}'$

$\xrightarrow[\text{اگر فقط R وجوداشته باشد}]{\text{if R and } \mu_{\tilde{A}'}(x) \text{ Exist}} \mu_{\tilde{B}'}(x)=\mu_{\tilde{A}'}(x)\ O\ R$

If AP=[.4 1 .6 .4 .2]

$$\mu_{\tilde{B}}(x)=\mu_{\tilde{A}}(x)\ O\ R=[.4\ 1\ .6\ .4\ .2]\ O\begin{pmatrix}.6&.6&.6&.6&.6\\.2&.3&1&.8&.2\\.4&.4&.6&.6&.4\\.6&.6&.6&.6&.6\\.8&.8&.8&.8&.8\end{pmatrix}=BP=[.4\ .4\ 1\ .8\ .4]\neq[.2\ .3\ 1\ .8\ .2]$$

R ≠ R

R

```
>> AP=[.4 1 .6 .4 .2];
>> BP=ruleresp(R,AP)
BP =
   0.4000   0.4000   1.0000   0.8000   0.4000
```

```
>> RP=rulemakez(AP,BP)
RP =
   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000
   0.4000   0.4000   1.0000   0.8000   0.4000
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000
   0.8000   0.8000   0.8000   0.8000   0.8000
```

If BP=[.2 .3 1 .8 .2]

$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\mu_{\tilde{B}}(x)\ O\ R=[.2\ .3\ 1\ .8\ .2]\ O\begin{pmatrix}.6&.6&.6&.6&.6\\.2&.3&1&.8&.2\\.4&.4&.6&.6&.4\\.6&.6&.6&.6&.6\\.8&.8&.8&.8&.8\end{pmatrix}=AP=[.2\ .3\ 1\ .8\ .2]\neq[.4\ 1\ .6\ .4\ .2]$$

R ≠ R

R

```
>> BP=[.2 .3 1 .8 .2];
>> AP=ruleresp(R,BP)
AP =
   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000   0.6000
```

```
>> RP=rulemakez(AP,BP)
RP =
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
   0.4000   0.4000   0.6000   0.6000   0.4000
```

علت این که این روش ، روش استدلال تقریبی است این است که مقدار A,B و R که از استدلال تقریبی بدست می آید برابر با مقدار اصلی مورد انتظار اولیه (اصلی) که در ابتدای صفحه آمده است نمیباشد.

www.freebay.ir

فرمول روشها ی مختلف برای پاسخ قاعده

$\tilde{B}=\tilde{A}OR$

Max-Min	$\mu_{\tilde{B}}(y)=\underset{x\in X}{Max}\{Min(\mu_{\tilde{A}}(X),\mu_{R(x,y)})\}$
Max-Product	$\mu_{\tilde{B}}(y)=\underset{x\in X}{Max}\{Min\ \mu_{\tilde{A}}(X).\mu_{R(x,y)}\}$
Min-Max	$\mu_{\tilde{B}}(y)=\underset{x\in X}{Min}\{Max(\mu_{\tilde{A}}(X),\mu_{R(x,y)})\}$
Max-Max	$\mu_{\tilde{B}}(y)=\underset{x\in X}{Max}\{Max(\mu_{\tilde{A}}(X),\mu_{R(x,y)})\}$
Min-Min	$\mu_{\tilde{B}}(y)=\underset{x\in X}{Min}\{Min(\mu_{\tilde{A}}(X),\mu_{R(x,y)})\}$
Max-Average	$\mu_{\tilde{B}}(y)=\frac{1}{2}\underset{x\in X}{Max}\{\mu_{\tilde{A}}(X),\mu_{R(x,y)}\}$
Sum-Product	$\mu_{\tilde{B}}(y)=f(x)\left[\sum_{x\in X}\mu_{\tilde{A}}(X).\mu_{R(x,y)}\right]$

در رابطه آخر تابع $f(.)$ هر تابعی در بازه $[0\ 1]$ است . معمولا از تابع سیگموید **Sigmoid** بدین صورت استفاده میشود. $f(x)=\frac{1}{1+e^{-x}}$

فرمول مختلف برای ساختن قاعده

R: If $\tilde{A}$ then $\tilde{B}$

علاوه بر روش زاده برای ساختن قاعده و روش ترکیب برای یافتن پاسخ، روشهای دیگری نیز توسط محققین مختلف برای انجام این عملیات ارائه شده است که در جداول زیر لیستی از مرسوم ترین این روشها آمده است .

Zadeh

$\mu_{R(x,y)}=Max\{min(\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(y)),(1-\mu_{\tilde{A}}(X))\}$

$\mu_{R(x,y)}=Max\{\mu_{\tilde{B}}(y),(1-\mu_{\tilde{A}}(X))\}$

$\mu_{R(x,y)}=Min\{\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(y)\}$ **Min. Mamdani**

$\mu_{R(x,y)}=Min\{1,(1-\mu_{\tilde{A}}(X)+\mu_{\tilde{B}}(y))\}$

$\mu_{R(x,y)}=Min\{1,\mu_{\tilde{A}}(X)+\mu_{\tilde{B}}(y)\}$

$\mu_{R(x,y)}=Min\{1,\left(\frac{\mu_{\tilde{B}}(y)}{\mu_{\tilde{A}}(y)}\right)\}\quad \mu_{\tilde{A}}(x)>0$

$\mu_{R(x,y)}=Max\{\mu_{\tilde{A}}(y)\cdot\mu_{\tilde{B}}(y),(1-\mu_{\tilde{A}}(X)\}$

$$\mu_{R(x,y)}=\begin{cases}1 & \mu_{\tilde{A}}(X)\le\mu_{\tilde{B}}(X)\\ \mu_{\tilde{B}}(y) & \text{Otherwise}\end{cases}$$

$$\mu_{R(x,y)}=\begin{cases}1 & \mu_{\tilde{A}}(X)\le\mu_{\tilde{B}}(X)\\ 0 & \text{Otherwise}\end{cases}$$

مجموع چند قاعده

اگر مجموعه چندین قاعده به صورت قاعده کلی در نظر گرفته شود می توان با استفاده از اجتماع گزاره ها قاعده کلی را به دست آورد.

If $\tilde{A}_1$ Then $\tilde{B}_1 \longrightarrow R_1$
If $\tilde{A}_2$ Then $\tilde{B}_2 \longrightarrow R_2$
.....
If $\tilde{A}_i$ Then $\tilde{B}_i \longrightarrow R_i$
.....
If $\tilde{A}_n$ Then $\tilde{B}_n \longrightarrow R_n$

$R=totalrule(R1,R2,R3)$

$R=\bigcup_{i=1}^{n}R_i \longrightarrow \mu_{R(x,y)}=\underset{i=1}{\overset{n}{Max}}\{\mu_{R(x,y)}\}$

```
>> R1=[.3 .2 .5;.5 .7 .4;.6 .2 .3];
>> R2=[.4 .3 .5;.4 .2 .6;.3 .2 .1];
>> R3=[.7 .3 .3;.4 .9 .6;.2 .4 .1];
>> R=totalrule(R1,R2,R3)
R =
   0.7000   0.3000   0.5000
   0.5000   0.9000   0.6000
   0.6000   0.4000   0.3000
```

$$R_1=\begin{pmatrix}.3 & .2 & .5\\ .5 & .7 & .4\\ .6 & .2 & .3\end{pmatrix}\quad R_2=\begin{pmatrix}.4 & .3 & .5\\ .4 & .2 & .6\\ .3 & .2 & .1\end{pmatrix}\quad R_3=\begin{pmatrix}.7 & .3 & .3\\ .4 & .9 & .6\\ .2 & .4 & .1\end{pmatrix}$$

$$R=R_1\cup R_2\cup R_3\qquad R=\begin{pmatrix}.7 & .3 & .5\\ .5 & .9 & .6\\ .6 & .4 & .3\end{pmatrix}$$

ترکیب های مختلف در منطق فازی

گزاره **If $\tilde{A}$ Then $\tilde{B}$** یک گزاره متعارف **Canonical** پایه است که میتوان آن را با استفاده از روش زاده یا ممدانی به صورت یک ماتریس نشان داد . در مسایل کاربردی اغلب گزاره ها به این صورت ساده نیست. در صورت وجود گزاره های ترکیبی آنها را به صورت یک گزاره پایه یا مجموعه ای از گزاره های پایه در آورده و قاعده مربوطه را درست می کنیم . چند نمونه به از گزاره های ترکیبی بدین صورت میباشد.

مقدم های عطفی - اشتراکی چندگانه

Multiple conjunctive antecedent

R: if $\tilde{A}_1$ and $\tilde{A}_2$ ..... and $\tilde{A}_n$ Then $\tilde{B}$

$\tilde{A}_c=\tilde{A}_1\cap\tilde{A}_2\cdots\cap\tilde{A}_n \rightarrow$ R: if $\tilde{A}_c$ Then $\tilde{B}$

```
>> muA1=[.3 .4 .5];
>> muA2=[.4 .8 .4];
>> muA3=[.7 .5 .3];
>> muB=[.6 .8 .2];
>> muAC=fuzzyand(muA1,muA2,muA3);
>> R=rulemakem(muAC,muB)
R =
   0.3000   0.3000   0.2000
   0.4000   0.4000   0.2000
   0.3000   0.3000   0.2000
```

استفاده از مقدم های عطفی اشتراکی در کنترل سیستمها کاربرد فراوان دارد در این نوع سیستمها معمولا ورودی های دستگاه کنترل مقدار خطا ، مشتق خطا و انتگرال خطا به عنوان سه ورودی بوده و خروجی آن سیگنال کنترل کننده است . در این حالت میتوان طبق روش گفته شده اشتراک مقادیر فازی این سه سیگنال را به عنوان مقدم در نظر گرفته و قانون مربوط را ساخت برای یافتن پاسخ نیز اشتراک خطاهای موجود را یافته و با اعمال آن به قانون ساخته شده مقدار سیگنال کنترل مورد لزوم را محاسبه کرد.

Bay
www.freebay.ir

مثال مقدم های عطفی-اشتراکی در کنترل سیستم

فرض میکنیم یک کنترل کننده با ورودی خطا و مشتق خطا داریم که تابع عضویت کمیت فازی خطا **muA1** و تابع عضویت کمیت فازی مشتق خطا **muA2** است.

If error is A1 and deviation in error (it's derivative) is A2 then control signal is B

اگر فرض کنیم زمان خاصی را برای میزان خطا و مشتق آن داشته باشیم. →

```
>> muAP1=[.7 .5 .3];
>> muAP2=[.1 .3 .8];
```

در اینصورت اشتراک میزان خطا و مشتق آن بدین صورت میباشد. ←

```
>> muAPC=fuzzyand(muAP1,muAP2)
muAPC =
  0.1000   0.3000   0.3000
```

حال با اعمال آن به قانون **R** اعدادفازی سیگنال کنترل را بدست خواهیم آورد.

```
R =
   0.3000   0.3000   0.2000
   0.4000   0.4000   0.2000
   0.3000   0.3000   0.2000
```

```
>> muBP=ruleresp(R,muAPC)
muBP =
   0.3000   0.3000   0.2000
```

مربوط به فصل بعد ↓

BP=4.75

اگر مجموعه جهانی سیگنال کنترل **U=[3,5,7]** باشد در واقع عدد فازی سیگنال کنترل بدین صورت میباشد. $BP=\{\frac{.3}{3}\ \frac{.3}{5}\ \frac{.2}{7}\}$

- این روش از نظر تئوری قابل قبول است ولی در هنگام برنامه نویسی به خاطر گرد کردن های متعددی که در حین عملیات مختلف **And** کردن در کامپیوتر صورت میپذیرد دقت آن کاهش میابد . لذا توابع **Rulemakem,rulemakez,ruleresp** به گونه ای نوشته شده اند که قوانین ساخته شده دارای ابعاد به تعداد توابع عضویت (حداکثر سه ورودی و یک خروجی) بوده و هنگام استفاده از قانون ، ورودی ها بدون نیاز به **And** کردن به زیر ماتریس های مربوطه اعمال میشوند.

قاعده **R** بصورت سه بعدی

```
>> R=rulemakem(muA1,muA2,muB)
R(:,:,1) =
   0.3000   0.3000   0.3000
   0.4000   0.4000   0.4000
   0.4000   0.5000   0.4000
R(:,:,2) =
   0.3000   0.3000   0.3000
   0.4000   0.4000   0.4000
   0.4000   0.5000   0.4000
R(:,:,3) =
   0.2000   0.2000   0.2000
   0.2000   0.2000   0.2000
   0.2000   0.2000   0.2000
```

→

```
>> muBP=ruleresp(R,muAP1,muAP2)
muBP =
   0.4000   0.4000   0.2000
```

$BP=\{\frac{.4}{3}\ \frac{.4}{5}\ \frac{.2}{7}\}$

BP=4.6

www.freebay.ir

مقدم های عطفی – اجتماعی چندگانه

Multiple Disjunctive Antecedent

R: if $\tilde{A}_1$ Or $\tilde{A}_2$ ..... Or $\tilde{A}_n$ Then $\tilde{B}$

$\tilde{A}_D = \tilde{A}_1 \cup \tilde{A}_2 \cdots \cup \tilde{A}_n \rightarrow$ R: if $\tilde{A}_D$ Then $\tilde{B}$

```
>> muA1=[.3 .4 .5];
>> muA2=[.4 .8 .4];
>> muA3=[.7 .5 .3];
>> muB=[.6 .8 .2];
>> muAD=fuzzyor(muA1,muA2,muA3);
>> R=rulemakem(muAD,muB)
R =
   0.6000   0.7000   0.2000
   0.6000   0.8000   0.2000
   0.5000   0.5000   0.2000
```

گزاره اگر $\tilde{A}_1$ آنگاه $\tilde{B}_1$ وگرنه $\tilde{B}_2$

If $\tilde{A}_1$ Then $\tilde{B}_1$ Else $\tilde{B}_2$

این گزاره به دو گزاره پایه شکسته می شود

$$R: \text{If } \tilde{A}_1 \text{ Then } \tilde{B}_1 \text{ Else } \tilde{B}_2 \begin{cases} R_1: \text{if } A_1 \text{ Then } B_1 \\ \text{Or} \\ R_2: \text{if not } \tilde{A}_1 \text{ Then } \tilde{B}_2 \end{cases} \Longrightarrow R : R_1 \cup R_2$$

```
>> R=ruleor(R1,R2)   Or   >> R=totalrule(R1,R2)
```

```
>> muA=[.3 .4 .5];
>> muB1=[.4 .8 .4];
>> muB2=[.7 .5 .3];
>> R1=rulemakem(muA,muB1);
>> R2=rulemakem(fuzzynot(muA),muB2);
>> R=ruleor(R1,R2)
R =
   0.7000   0.5000   0.3000
   0.6000   0.5000   0.4000
   0.5000   0.5000   0.4000
```

گزاره اگر $\tilde{A}_1$ آنگاه $\tilde{B}$ بجز $\tilde{A}_2$

If $\tilde{A}_1$ Then $\tilde{B}$ Unlse $\tilde{A}_2$

$$R: \text{If } \tilde{A}_1 \text{ Then } \tilde{B} \text{ Unlse } \tilde{A}_2 \begin{cases} R_1: \text{if } \tilde{A}_1 \text{ Then } \tilde{B} \\ \text{Or} \\ R_2: \text{if } \tilde{A}_2 \text{ Then not } \tilde{B} \end{cases} \Longrightarrow R : R_1 \cup R_2$$

```
>> R=ruleor(R1,R2)   Or   >> R=totalrule(R1,R2)
```

مثال عملی

خانمی قهر کرده رفته خانه پدرش و برای برگشتن شرط گذاشته است.

-اگرپدرشوهر دنبالش برود بر میگردد.

-اگرپدر شوهر دنبالش نرود و شخص دیگری به جای او برود (مثلا برادر شوهر ، دایی شوهر ....) ممکن است برگردد و ممکن است بر نگردد.

-ولی اگر پدرشوهر دنبالش نرود و به جای او مادر شوهر برود محال است برگردد.

```
>> muA1=[.3 .4 .5];
>> muA2=[.4 .8 .4];
>> muB=[.6 .8 .2];
>> R1=rulemakem(muA1,muB);
>> R2=rulemakem(muA2,fuzzynot(muB));
>> R=ruleor(R1,R2)
R =
   0.4000   0.3000   0.4000
   0.4000   0.4000   0.8000
   0.5000   0.5000   0.4000
```

گزاره اگر $\tilde{A}_1$ آنگاه $\tilde{B}_1$ وگرنه اگر $\tilde{A}_2$ آنگاه $\tilde{B}_2$

If $\tilde{A}_1$ Then $\tilde{B}_1$ Else if $\tilde{A}_2$ Then $\tilde{B}_2$

$$R: \text{If } \tilde{A}_1 \text{ Then } \tilde{B}_1 \text{ elseif } \tilde{A}_2 \text{ then } \tilde{B}_2 \begin{cases} R: \text{if } \tilde{A}_1 \text{ Then } \tilde{B}_1 \\ \text{Or} \\ R: \text{if } (\text{not } \tilde{A}_1 \text{ AND } \tilde{A}_2) \text{Then } \tilde{B}_2 \end{cases} \Longrightarrow R : R_1 \cup R_2$$

```
>> R=ruleor(R1,R2)   Or   >> R=totalrule(R1,R2)
```

```
>> muA1=[.3 .4 .5];
>> muA2=[.4 .8 .4];
>> muB1=[.4 .5 .3];
>> muB2=[.7 .5 .3];
>> R1=rulemakem(muA1,muB1);
>> R2=rulemakem(fuzzyand(fuzzynot(muA1),muA2),muB2);
>> R=ruleor(R1,R2)
R =
   0.4000   0.4000   0.3000
   0.6000   0.5000   0.3000
   0.4000   0.5000   0.3000
```


www.freebay.ir

گزاره اگر $\tilde{A}_1$ آنگاه اگر $\tilde{A}_2$ آنگاه $\tilde{B}$

if $\tilde{A}_1$ Then if $\tilde{A}_2$ Then B

قاعده تو در تو

Nested Rules

R: If $\tilde{A}_1$ Then if $\tilde{A}_2$ Then B	R: If ($\tilde{A}_1$ and $\tilde{A}_2$) Then B

```
>> muA1=[.3 .4 .5];
>> muA2=[.4 .8 .4];
>> muB=[.7 .5 .3];
>> R=rulemakem(fuzzyand(muA1,muA2),muB)
R =
   0.3000   0.3000   0.3000
   0.4000   0.4000   0.3000
   0.4000   0.4000   0.3000
```

انبوهش یا بهم پیوستن قاعده ها

Aggregation of rules

معمولا در عمل مجموعه قاعده های " اگر آنگاه " به صورت مجموعه هایی که با **And** یا **Or** ترکیب شده اند بکار میروند. دراینحالت اگر R_i قاعده **i** ام باشد.

$$R = \bigcup_{i=1}^{i} R_i$$

```
>> R1=[.4 .3 .2;.2 .6 .8];
>> R2=[.5 .8 .2;.5 .1 .9];
>> R3=[.4 .3 .8;.7 .4 .6];
>> R=ruleand(R1,R2,R3)
R =
   0.4000   0.3000   0.2000
   0.2000   0.1000   0.6000
>> R=ruleor(R1,R2,R3)
R =
   0.5000   0.8000   0.8000
   0.7000   0.6000   0.9000
```

$$R = \bigcap_{i=1}^{i} R_i$$

www.freebay.ir

تبدیل اعداد فازی به اعداد غیر فازی (غیر فازی سازی)

گاهی لازم می شود مقادیر فازی به دست آمده از قواعد فازی غیر فازی شده و تبدیل به اعداد طبیعی شوند . این مسئله در کاربرد فازی در سیستمهای فیزیکی مانند سیستمهای کنترل کاملا مشهود است . برای غیر فازی سازی روشهای مختلفی وجود دارد که در آنها سعی شده است با توجه به شرایط خاصی که ممکن است اعداد فازی داشته باشند، عدالمقدور باحفظ دقت قابل قبول از محاسبات نسبتا سریع تر استفاده شو د. در اینجا چهار روش مرسوم معرفی می شود .

عدد فازی گسسته ← $\sum \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i}$ ← $\int \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)}{x}$ ← عدد فازی پیوسته

a : معادل عددی اعداد فازی در بازه اعداد حقیقی است

مرسوم ترین روش غیر فازی سازی روش مرکز ثقل میباشد.

Bay

روش حداکثر عضویت
membership Maximum

- در این روش عدد (عنصر) با بیشترین تابع عضویت (در واقع عنصر با بیشترین عضویت) به عنوان عدد معادل عدد فازی در نظر گرفته می شود

$$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.8}{3}\ \frac{.3}{4}\}\quad a=3$$

$a=x_1 \leftarrow$ If $\mu_{\tilde{A}}(X_1)\geq\mu_{\tilde{A}}(X_n)\ ,\ \forall x_{\in}X \rightarrow$ حالت پیوسته

$a=x_i \leftarrow$ If $\mu_{\tilde{A}}(X_i)\geq\mu_{\tilde{A}}(X_j)\ ,\ \forall x_{j\in}X \rightarrow$ حالت گسسته

روش مرکز ثقل
Center Of Gravity

- این روش مرسوم ترین روش غیر فازی سازی پویژه در سیستمهای کنترل است .

حالت پیوسته $\leftarrow \dfrac{\int\mu_{\tilde{A}}(X).xdx}{\mu_{\tilde{A}}(X)dx}$ $\qquad$ $\dfrac{\sum\mu_{\tilde{A}}(X_i).X_i}{\sum\mu_{\tilde{A}}(X_i)}$ $\rightarrow$ حالت گسسته

$$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.8}{3}\ \frac{.3}{4}\}\rightarrow a=\frac{.2*1+.5*2+.8*3+.3*4}{.2+.5+.8+.3}=2.6667$$

defuzzyg

```
>> muA1=[.3 .4 .5];
>> muA2=[.4 .8 .4];
>> muA3=[.7 .5 .3];
>> U=[1 2 3 4];
>> muA=[.2 .5 .8 .3];
>> a=defuzzyg(U,muA)
a =
   2.6667
```

روش میانگین وزن دار
Weighted Average

- این روش در شرایطی بکار می رود که توابع عضویت حالت تقارن داشته باشند .

$\bar{X}$ میانگین عناصر هر مجموعه توابع عضویت متقارن

$$\frac{\sum\mu_{\tilde{A}}(\bar{X}).\bar{X}}{\sum\mu_{\tilde{A}}(\bar{X})}$$

$$\tilde{A}=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.4}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.7}{4}\ \frac{.8}{5}\ \frac{.8}{6}\ \frac{.8}{7}\ \frac{.5}{8}\ \frac{.2}{9}\ \frac{.2}{10}\ \frac{.2}{11}\}\quad a=\frac{.4*2+.7*4+.8*6+.5*8+.2*10}{.4+.7+.8+.5+.2}=5.5385$$

روش میانگین حداکثرها
Mean-Max Membership

-این روش شبیه روش حداکثر عضویت است با این تفاوت که حداکثر عضویت به بیش از یک عنصر تعلق دارد.

X_i کوچکترین عنصر با حداکثر ظرفیت

X_j بزرگترین عنصر با حداکثر ظرفیت

$$\tilde{A}=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.4}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.7}{4}\ \frac{.8}{5}\ \frac{.8}{6}\ \frac{.8}{7}\quad a=\frac{2+5}{2}=3.5$$

www.freebay.ir

تمرین اول : ساختن قاعده با استفاده از روش زاده و ممدانی

اگر خط ترمز $\tilde{A}$ آنگاه سرعت $\tilde{B}$

تخمین سرعت با استفاده از طول خط ترمز با استفاده از تابع مثلثی

```
>> % Zadeh rule.
```
ساختن قاعده با روش زاده

```
>> clear all
```
پاک نمودن تمام اطلاعات حافظه

```
>> UA=[1 4 8 10 14];
```
مجموعه جهانی A حاوی طول خط ترمز بر حسب متر

```
>> UB=[40 60 90 100 140];
```
مجموعه جهانی B حاوی سرعت خودرو برحسب کیلومتر بر ساعت

```
>> muA=[.4 1 .6 .4 .2];
```
تابع عضویت عدد فازی خط ترمز نسبتا کم

```
>> muB=[.2 .3 1 .8 .2];
```
تابع عضویت عدد فازی سرعت متوسط خودرو

```
>> RZ=rulemakez(muA,muB)
RZ =
    0.6000    0.6000    0.6000    0.6000    0.6000
    0.2000    0.3000    1.0000    0.8000    0.2000
    0.4000    0.4000    0.6000    0.6000    0.4000
    0.6000    0.6000    0.6000    0.6000    0.6000
    0.8000    0.8000    0.8000    0.8000    0.8000
```
قاعده فازی RZ شامل اگر خط ترمز نسبتا کم باشد آنگاه سرعت متوسط است.

```
>> A=5.2
A =
    5.2000
```
فرض بر اینکه خط ترمز 5.2 متر باشد.

```
>> mucA=fuzzifys(UA,A,'i',10)
mucA =
    0.1600    0.7600    0.4400    0.0400         0
```
فازی سازی خط ترمز فرض شده با تابع عضویت مثلثی ساده با قاعده 10

```
>> mucB=ruleresp(RZ,mucA)
mucB =
    0.4000    0.4000    0.7600    0.7600    0.4000
```
برست آوردن عدد فازی سرعت خودرو با استفاده از قاعده RZ و عدد فازی خط ترمز

```
>> B=defuzzyg(UB,muB)
B =
   89.6000
```
برست آوردن عدد غیر فازی سرعت جاری خود رو با استفاده از روش مرکز ثقل

```
>> % Mamdani rule.
```
ساختن قاعده با روش ممدانی

```
>> clear all
```
پاک نمودن تمام اطلاعات حافظه

```
>> UA=[1 4 8 10 14];
```
مجموعه جهانی A حاوی طول خط ترمز بر حسب متر

```
>> UB=[40 60 90 100 140];
```
مجموعه جهانی B حاوی سرعت خودرو برحسب کیلومتر بر ساعت

```
>> muA=[.4 1 .6 .4 .2];
```
تابع عضویت عدد فازی خط ترمز نسبتا کم

```
>> muB=[.2 .3 1 .8 .2];
```
تابع عضویت عدد فازی سرعت متوسط خودرو

```
>> RM=rulemakem(muA,muB)
RM =
    0.2000    0.3000    0.4000    0.4000    0.2000
    0.2000    0.3000    1.0000    0.8000    0.2000
    0.2000    0.3000    0.6000    0.6000    0.2000
    0.2000    0.3000    0.4000    0.4000    0.2000
    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000
```
قاعده فازی RZ شامل اگر خط ترمز نسبتا کم باشد آنگاه سرعت متوسط است.

```
>> A=5.2
A =
    5.2000
```
فرض بر اینکه خط ترمز 5.2 متر باشد.

```
>> mucA=fuzzifys(UA,A,'i',10)
mucA =
    0.1600    0.7600    0.4400    0.0400         0
```
فازی سازی خط ترمز فرض شده با تابع عضویت مثلثی ساده با قاعده 10

```
>> mucB=ruleresp(RM,mucA)
mucB =
    0.2000    0.3000    0.7600    0.7600    0.2000
```
برست آوردن عدد فازی سرعت خودرو با استفاده از قاعده RZ و عدد فازی خط ترمز

```
>> B=defuzzyg(UB,muB)
B =
   89.6000
```
برست آوردن عدد غیر فازی سرعت جاری خود رو با استفاده از روش مرکز ثقل

Bay
www.freebay.ir

– در مسایلی که بارها اقدام به ساخت قاعده می شود (مثلا در حلقه های تکرار) روش ممدانی به مراتب سریع تر است . در این مثال ها هردو روش زاده و ممدانی در شرایط یکسان پاسخهای یکسان دادند ولی بیشتر وقتها پاسخها اندکی باهم فرق دارند. از این پس برای ساختن قواعد معمو لا از روش ممدانی و تابع عضویت زنگوله ای استفاده خواهیم کرد

تمرین دوم : ساختن قاعده با استفاده از روش ممدانی و استفاده از توابع زنگوله ای و مثلثی

اگر خط ترمز Ã آنگاه سرعت B̃

تخمین سرعت با استفاده از طول خط ترمز با استفاده از توابع مثلثی و زنگوله

```
% Estimate Speed From Breaks - Mamdai
UB=0:0.5:15;
US=20:5:200;
sbr=4;
lsp=60;
mfsbr=fuzzifys(UB,sbr,'i',6);
mflsp=fuzzifys(US,lsp,'b',5);
mbr=7;
msp=80;
mfmbr=fuzzifys(UB,mbr,'i',6);
mfmsp=fuzzifys(US,msp,'b',5);
lbr=10;
hsp=120;
mflbr=fuzzifys(UB,lbr,'i',6);
mfhsp=fuzzifys(US,hsp,'b',5);
vlbr=12;
vhsp=160;
mfvlbr=fuzzifys(UB,vlbr,'i',6);
mfvhsp=fuzzifys(US,vhsp,'b',5);
r1=rulemakem(mfsbr,mflsp);
r2=rulemakem(mfmbr,mfmsp);
r3=rulemakem(mflbr,mfhsp);
r4=rulemakem(mfvlbr,mfvhsp);
R=totalrule(r1,r2,r3,r4);
cbr=8.2;
mfcbr=fuzzifys(UB,cbr,'i',6);
mfcsp=ruleresp(R,mfcbr);
csp=defuzzyg(US,mfcsp);
csp =
 103.7390
```

تخمین سرعت با استفاده از طول خط ترمز با استفاده از توابع مثلثی و زنگوله
مجموعه جهانی UB حاوی طول خط ترمز بر حسب متر
مجموعه جهانی US حاوی سرعت خودرو برحسب کیلومتر بر ساعت
محدوده خط ترمز کوتاه برابر 4 متر
محدوده سرعت کم برابر 60 کیلومتر در ساعت
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز کوتاه به روش مثلثی با قاعده 6
تولید تابع عضویت فازی سرعت کم به روش زنگوله با ضریب پهنای 5
محدوده خط ترمز متوسط برابر 7 متر
محدوده سرعت متوسط برابر 80 کیلومتر در ساعت
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز متوسط به روش مثلثی با قاعده 6
تولید تابع عضویت فازی سرعت متوسط به روش زنگوله با ضریب پهنای 5
محدوده خط ترمز طولانی برابر 10 متر
محدوده سرعت زیاد برابر 120 کیلومتر در ساعت
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز طولانی به روش مثلثی با قاعده 6
تولید تابع عضویت فازی سرعت زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای 5
محدوده خط ترمز خیلی طولانی برابر 12 متر
محدوده سرعت خیلی زیاد برابر 160 کیلومتر در ساعت
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز خیلی طولانی به روش مثلثی با قاعده 6
تولید تابع عضویت فازی سرعت خیلی زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای 5
تولید قانون یک : خط ترمز کوتاه آنگاه سرعت کم
تولید قانون دوم : خط ترمز متوسط آنگاه سرعت متوسط
تولید قانون سوم : خط ترمز طولانی آنگاه سرعت زیاد
تولید قانون چهارم : خط ترمز خیلی طولانی آنگاه سرعت خیلی زیاد
تولید قانون نهایی : مجموع قوانین
فرض بر اینکه خط ترمز 8.2 متر باشد.
بدست آوردن اعداد فازی خط ترمز با تابع مثلثی و قاعده 6
بدست آوردن اعداد فازی سرعت با استفاده از قانون R و خط ترمز فازی شده
غیر فازی سازی سرعت تخمینی و محاسبه سرعت به صورت یک مقدار حقیقی
نوشتن سرعت تخمینی در محیط MATLAB

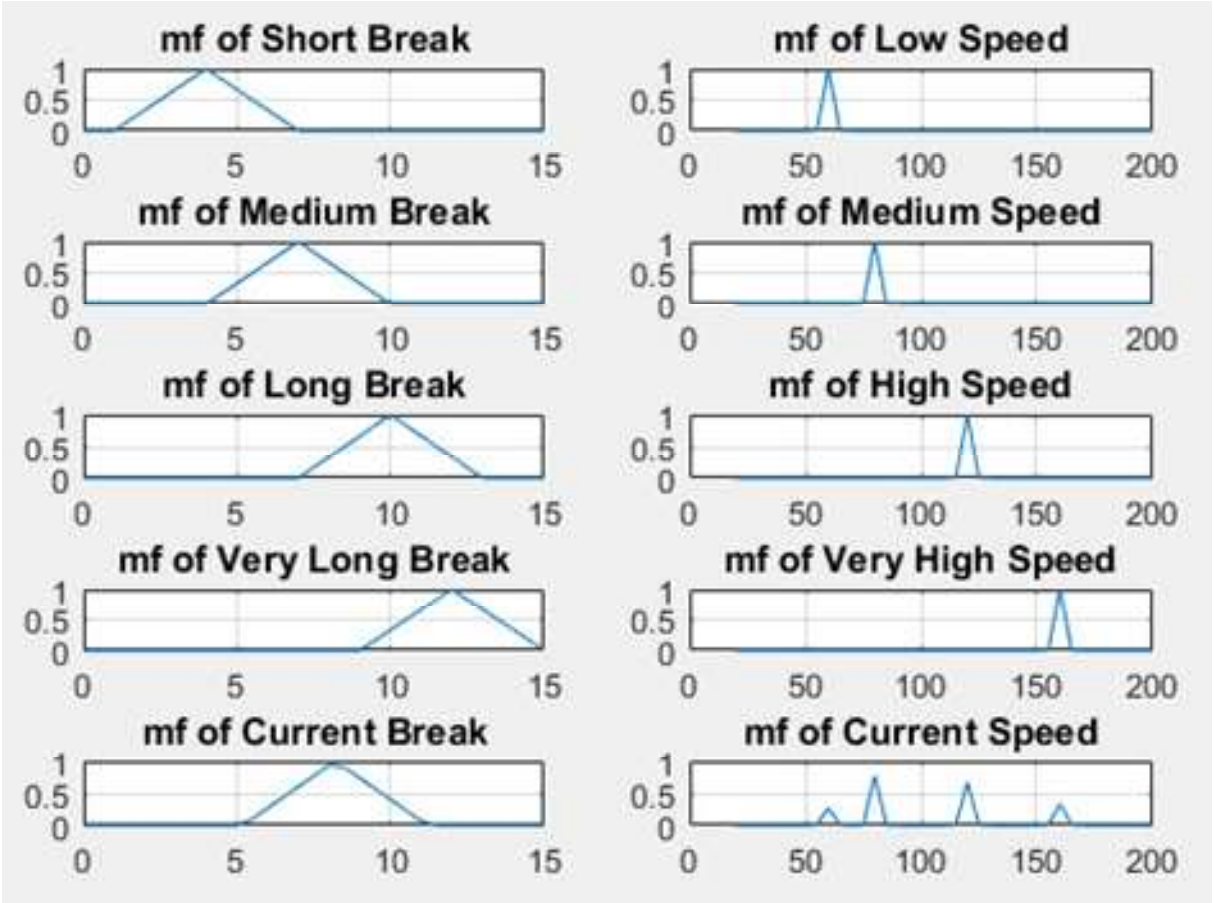
```
figure(1)
subplot(10,2,1)
plot(UB,mfsbr)
grid
title('mf of Short Break')
subplot(10,2,2)
plot(US,mflsp)
grid
title('mf of Low Speed')
subplot(10,2,5)
plot(UB,mfmbr)
grid
title('mf of Medium Break')
```

ایجاد Figure 1
ایجاد زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 1 ستون 1
ترسیم خط ترمز کوتاه به نسبت مجموعه جهانی خط ترمز خودرو
گریدبندی صفحه ترسیم
درج عنوان
افزایش به زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 1 ستون 2
ترسیم سرعت کم به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو
گریدبندی صفحه ترسیم
درج عنوان
ایجاد زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 3 ستون 1
ترسیم خط ترمز متوسط به نسبت مجموعه جهانی خط ترمز خودرو
گریدبندی صفحه ترسیم
درج عنوان

www.freebay.ir

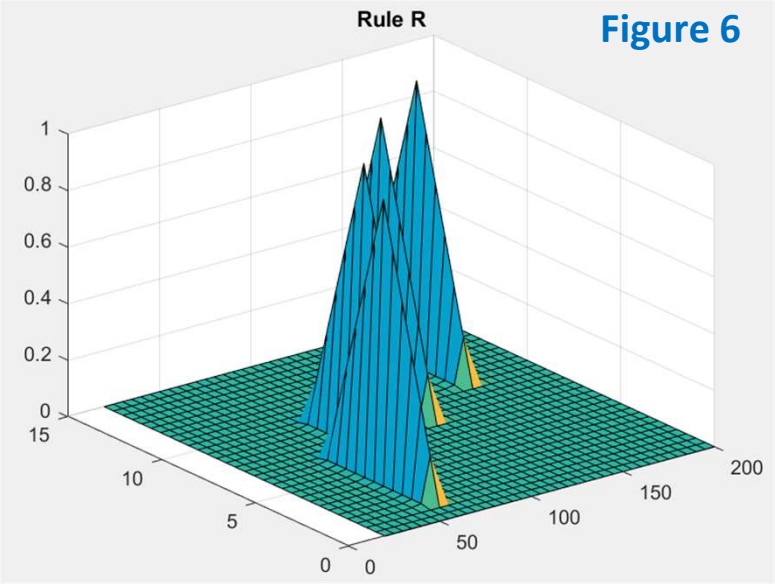
```
subplot(10,2,6)                                  افزایش به  زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 3 ستون 2
plot(US,mfmsp)                                   ترسیم سرعت متوسط به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو
grid                                             گریدبندی صفحه ترسیم
title('mf of Medium Speed')                      درج عنوان
subplot(10,2,9)                                  ایجاد زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 5 ستون 1
plot(UB,mflbr)                                   ترسیم خط ترمز طولانی به نسبت مجموعه جهانی خط ترمز خودرو
grid                                             گریدبندی صفحه ترسیم
title')mf of Long Break ('                       درج عنوان
subplot(10,2,10)                                 افزایش به  زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 5 ستون 2
plot(US,mfhsp)                                   ترسیم سرعت زیاد به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو
grid                                             گریدبندی صفحه ترسیم
title('mf of High Speed')                        درج عنوان
subplot(10,2,13)                                 ایجاد زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 7 ستون 1
plot(UB,mfvlbr)                                  ترسیم خط ترمز خیلی طولانی به نسبت مجموعه جهانی خط ترمز خودرو
grid                                             گریدبندی صفحه ترسیم
title('mf of Very Long Break')                   درج عنوان
subplot(10,2,14)                                 افزایش به  زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 7 ستون 2
plot(US,mfvhsp)                                  ترسیم سرعت خیلی زیاد به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو
grid                                             گریدبندی صفحه ترسیم
title('mf of Very High Speed')                   درج عنوان
subplot(10,2,17)                                 ایجاد زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 9 ستون 1
plot(UB,mfcbr)                                   ترسیم خط ترمز 8.9 متر فازی شده به نسبت مجموعه جهانی خط ترمز خودرو
grid                                             گریدبندی صفحه ترسیم
title('mf of Current Break')                     درج عنوان
subplot(10,2,18)                                 افزایش به  زیرپلات 10 سطره و 2 ستونه و ترسیم در سطر 9 ستون 2
plot(US,mfcsp)                                   ترسیم سرعت 103.7 کیلومتر فازی شده بر ساعت  به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو
grid                                             گریدبندی صفحه ترسیم
title('mf of Current Speed')                     درج عنوان
```

Figure 1



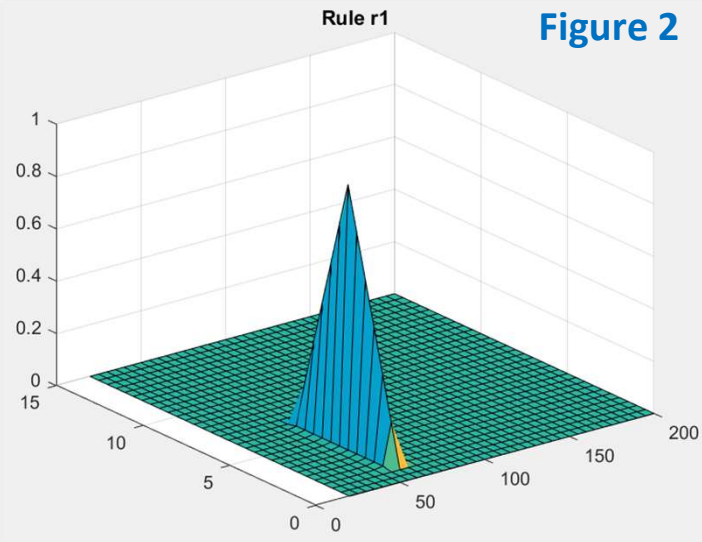
www.freebay.ir

ترسیم قانون نهایی : مجموع قوانین

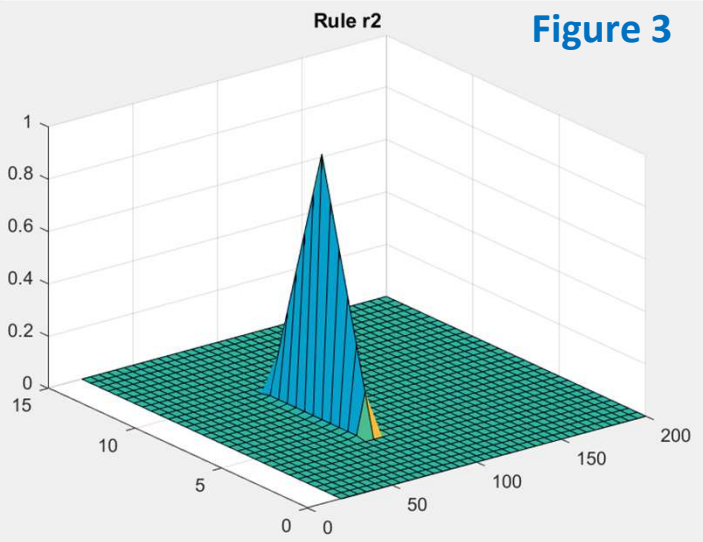



```
figure(2)
surf(US,UB,r1)
title('Rule r1')
figure(3)
surf(US,UB,r2)
title('Rule r2')
figure(4)
surf(US,UB,r3)
title('Rule r3')
figure(5)
surf(US,UB,r4)
title('Rule r4')
figure(6)
surf(US,UB,R)
title('Rule R')
```

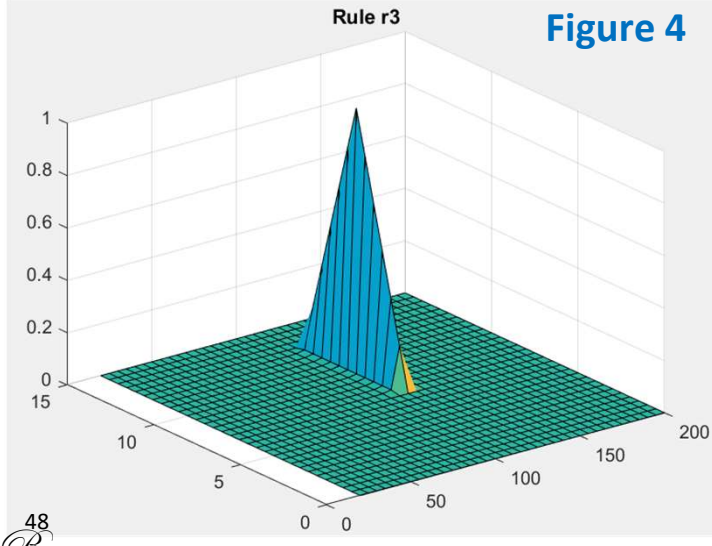
ترسیم قانون یک :خط ترمز
کوتاه آنگاه سرعت کم



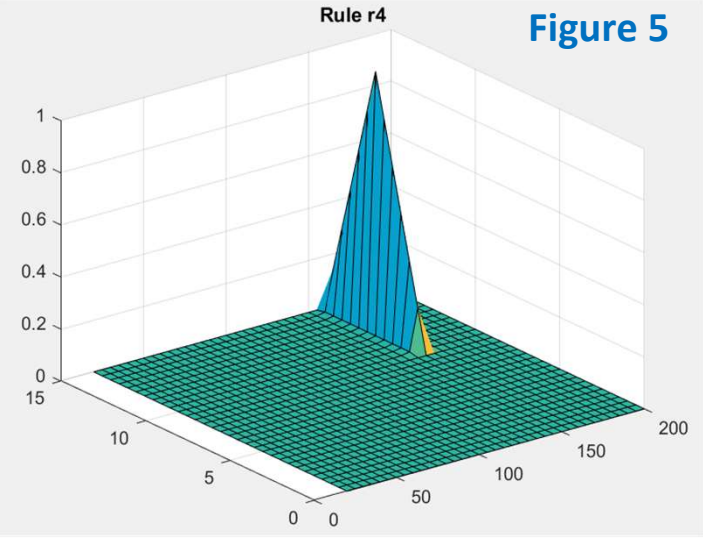
ترسیم قانون دوم : خط ترمز
متوسط آنگاه سرعت متوسط



ترسیم قانون سوم : خط ترمز
طولانی آنگاه سرعت زیاد



ترسیم قانون چهارم : خط ترمز خیلی
طولانی آنگاه سرعت خیلی زیاد



www.freebay.ir

تمرین سوم : ساختن قاعده با استفاده از روش ممدانی و استفاده از توابع زنگوله ای و مثلثی

اگر خط ترمز B̃ و وزن خودرو W̃ آنگاه سرعت S̃

تخمین سرعت با استفاده از طول خط ترمز و وزن خودرو با استفاده از توابع مثلثی و زنگوله

```
UB=0:.5:15;
```
مجموعه جهانی **UB** حاوی طول خط ترمز بر حسب متر

```
UW=1.7:0.05:3.2;
```
مجموعه جهانی **UW** حاوی وزن بر حسب تن

```
US=20:5:200;
```
مجموعه جهانی **US** حاوی سرعت خودرو برحسب کیلومتر بر ساعت

```
sbr=4;
```
محوریت مقدار حقیقی خط ترمز کوتاه برابر **4** متر

```
mwt=2.0;
```
محوریت مقدار حقیقی وزن متوسط برابر **2** تن

```
lsp=60;
```
محوریت مقدار حقیقی سرعت کم برابر **60** کیلومتر در ساعت

```
mfsbr=fuzzifys(UB,sbr,'i',6);
```
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز کوتاه به روش مثلثی با قاعده **6**

```
mfmwt=fuzzifys(UW,mwt,'b',5);
```
تولید تابع عضویت فازی وزن متوسط به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
mflsp=fuzzifys(US,lsp,'b',5);
```
تولید تابع عضویت فازی سرعت کم به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
mfplsp=mfplus(mflsp);
```
تولید تابع عضویت فازی سرعت کم با کمی تاکید بیشتر

```
mbr=7;
```
محوریت مقدار حقیقی خط ترمز متوسط برابر **7** متر

```
msp=80;
```
محوریت مقدار حقیقی سرعت متوسط برابر **80** کیلومتر در ساعت

```
mfmbr=fuzzifys(UB,mbr,'i',6);
```
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز متوسط به روش مثلثی با قاعده **6**

```
mfpmwt=mfplus(mfmwt);
```
تولید تابع عضویت فازی وزن متوسط با کمی تاکید بیشتر

```
mfmsp=fuzzifys(US,msp,'b',5);
```
تولید تابع عضویت فازی سرعت متوسط به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
mfvmsp=mfvery(mfmsp);
```
تولید تابع عضویت فازی سرعت متوسط کمی بیشتر – سرعت خیلی متوسط

```
lbr=10;
```
محوریت مقدار حقیقی خط ترمز طولانی برابر **10** متر

```
hwt=2.8;
```
محوریت مقدار حقیقی وزن زیاد برابر **2.8** تن

```
hsp=120;
```
محوریت مقدار حقیقی سرعت زیاد برابر **120** کیلومتر در ساعت

```
mflbr=fuzzifys(UB,lbr,'i',6);
```
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز طولانی به روش مثلثی با قاعده **6**

```
mfhwt=fuzzifys(UW,hwt,'b',5);
```
تولید تابع عضویت فازی وزن زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
mfhsp=fuzzifys(US,hsp,'b',5);
```
تولید تابع عضویت فازی سرعت زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
vlbr=14;
```
محوریت مقدار حقیقی خط ترمز خیلی طولانی برابر **14** متر

```
vhwt=3.2;
```
محوریت مقدار حقیقی وزن خیلی زیاد برابر **3.2** تن

```
vhsp=180;
```
محوریت مقدار حقیقی سرعت خیلی زیاد برابر **180** کیلومتر در ساعت

```
mfvlbr=fuzzifys(UB,vlbr,'i',6);
```
تولید تابع عضویت فازی خط ترمز خیلی طولانی به روش مثلثی با قاعده **6**

```
mfvhwt=fuzzifys(UW,vhwt,'b',5);
```
تولید تابع عضویت فازی وزن خیلی زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
mfvhsp=fuzzifys(US,vhsp,'b',5);
```
تولید تابع عضویت فازی سرعت خیلی زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
mfsvhsp=mfslightly(mfvhsp);
```
تولید تابع عضویت فازی سرعت کم و بیش خیلی زیاد

```
r1=rulemakem(fuzzyand(mfsbr,mfmwt),mfplsp);
```
تولید قانون : خط ترمز کوتاه و وزن متوسط آنگاه سرعت کم با کمی تاکید بیشتر

```
r2=rulemakem(fuzzyand(mfmbr,mfpmwt),mfvmsp);
```
تولید قانون : خط ترمز متوسط و وزن متوسط با کمی تاکید بیشتر آنگاه سرعت خیلی متوسط

```
r3=rulemakem(fuzzyand(mflbr,mfhwt),mfhsp);
```
تولید قانون : خط ترمز طولانی و وزن زیادآنگاه سرعت زیاد

```
r4=rulemakem(fuzzyand(mfvlbr,mfvhwt),mfsvhsp);
```
تولید قانون : خط ترمز خیلی طولانی و وزن خیلی زیاد آنگاه سرعت کم و بیش خیلی زیاد

```
R=totalrule(r1,r2,r3,r4);
```
تولید قانون نهایی : مجموع قوانین

```
cbr=8.2;
```
فرض بر اینکه خط ترمز **8.2** متر باشد.

```
cwt=2.5;
```
فرض بر اینکه وزن **2.5** تن باشد.

```
mfcbr=fuzzifys(UB,cbr,'i',6);
```
بدست آوردن اعداد فازی خط ترمز فرض شده با تابع مثلثی و قاعده **6**

```
mfcwt=fuzzifys(UW,cwt,'b',5);
```
بدست آوردن اعداد فازی وزن فرض شده به روش زنگوله با ضریب پهنای **5**

```
mfcsp=ruleresp(R,fuzzyand(mfcbr,mfcwt));
```
بدست آوردن اعداد فازی سرعت با استفاده از قانون **R** و خط ترمز و وزن فازی شده

```
csp=defuzzyg(US,mfcsp)
```
غیر فازی سازی سرعت تخمینی و محاسبه سرعت به صورت یک مقدار حقیقی

CSP=95.9938

```
figure(1)
```
شکل ۱

```
%--------
%Rule 1
%--------
```
قانون **r1**

```
subplot(10,3,1)
```
افزایش به زیرپلات **10** سطره و **3** ستونه و ترسیم در سطر **1** ستون **1**

```
plot(UB,mfsbr)
```
ترسیم ترمز کوتاه به نسبت مجموعه جهانی ترمز خودرو

```
grid
```
گریدبندی صفحه ترسیم

```
title('mf of Short Break')
```
درج عنوان

```
subplot(10,3,2)
```
افزایش به زیرپلات **10** سطره و **3** ستونه و ترسیم در سطر **1** ستون **2**

```
plot(UW,mfmwt)
```
ترسیم وزن متوسط به نسبت مجموعه جهانی وزن خودرو

www.freebay.ir

```
 grid
title('mf of Medium Weight')
subplot(10,3,3)
plot(US,mflsp)
grid
title('mf of Low Speed')
%-------
%Rule 2
%-------
subplot(10,3,7)
plot(UB,mfmbr)
grid
title('mf of Medium Break')
subplot(10,3,8)
plot(UW,mfpmwt)
grid
title('mf of Plus(Medium Weight)')
subplot(10,3,9)
plot(US,mfvmsp)
grid
title('mf of Very(Medium Speed)')
%-----
%Rule 3
%-----
subplot(10,3,13)
plot(UB,mflbr)
grid
title('mf of Long Break')
subplot(10,3,14)
plot(UW,mfhwt)
grid
title('mf of High Weight')
subplot(10,3,15)
plot(US,mfhsp)
grid
title('mf of High Speed')
%-------
%Rule 4
%-------
subplot(10,3,19)
plot(UB,mfvlbr)
grid
title('mf of Very Long Break')
subplot(10,3,20)
plot(UW,mfvhwt)
grid
title('mf of Very High Weight')
subplot(10,3,21)
plot(US,mfsvhsp)
grid
title('mf of Intensify(Very High Speed)')
```

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 1 ستون 3
ترسیم سرعت کم به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو

قانون r2

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 3 ستون 1
ترسیم ترمز متوسط به نسبت مجموعه جهانی ترمز خودرو

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 3 ستون 2
ترسیم وزن متوسط با کمی تاکید بیشتر به نسبت مجموعه جهانی وزن خودرو

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 3 ستون 3
ترسیم سرعت متوسط کمی بیشتر به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو

قانون r3

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 5 ستون 1
ترسیم خط ترمز طولانی به نسبت مجموعه جهانی ترمز خودرو

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 5 ستون 2
ترسیم وزن زیاد به نسبت مجموعه جهانی وزن خودرو

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 5 ستون 3
ترسیم سرعت زیاد به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو

قانون r4

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 7 ستون 1
ترسیم خط ترمز خیلی طولانی به نسبت مجموعه جهانی ترمز خودرو

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 7 ستون 2
ترسیم وزن خیلی زیاد به نسبت مجموعه جهانی وزن خودرو

افزایش به زیرپلات 10 سطره و 3 ستونه و ترسیم در سطر 7 ستون 3
ترسیم سرعت خیلی زیاد به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو

www.freebay.ir

```
%Current Fuzzy Values
subplot(10,3,25)
plot(UB,mfcbr)
  grid
title('mf of Current Breaks')
subplot(10,3,26)
plot(UW,mfcwt)
grid
title('mf of Current Weight)')
subplot(10,3,27)
plot(US,mfcsp)
grid
title('mf of Current Speed')
```

افزایش به زیرپلات **10** سطره و **3** ستونه و ترسیم در سطر **9** ستون **1**

ترسیم خط ترمز فرضی فازی شده به نسبت مجموعه جهانی ترمز خودرو

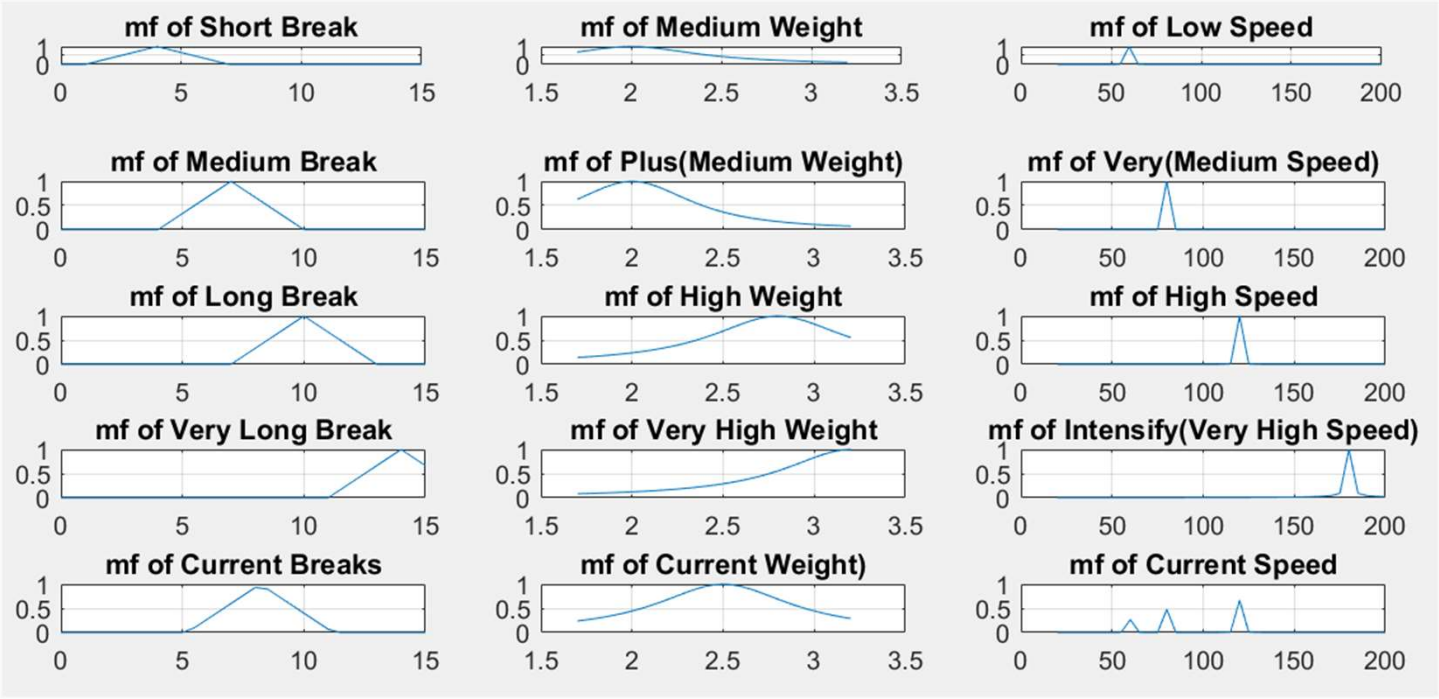
افزایش به زیرپلات **10** سطره و **3** ستونه و ترسیم در سطر **9** ستون **2**

ترسیم وزن فرضی فازی شده به نسبت مجموعه جهانی وزن خودرو

افزایش به زیرپلات **10** سطره و **3** ستونه و ترسیم در سطر **9** ستون **3**

ترسیم سرعت فرضی فازی شده به نسبت مجموعه جهانی سرعت خودرو

Figure 1




```
%-------------------------
%Plotting Different Rules in figure 2-6
%-------------------------
figure(2)
surfl(US,UB,r1)
title('Rule r1')
figure(3)
surfl(US,UB,r2)
title('Rule r2')
figure(4)
surfl(US,UB,r3)
title('Rule r3')
figure(5)
surfl(US,UB,r4)
title('Rule r4')
figure(6)
surfl(US,UB,R)
title('Rule R')
```

ترسیم مجزای همه قانون های تولید شده

ترسیم قانون خط ترمز کوتاه و وزن متوسط آنگاه سرعت کم با کمی تأکید بیشتر

ترسیم قانون خط ترمز متوسط و وزن متوسط با کمی تاکید بیشتر آنگاه سرعت خیلی متوسط

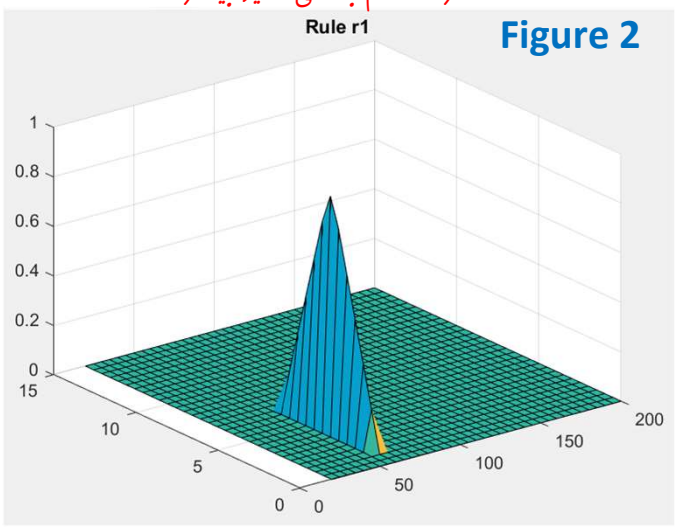
ترسیم قانون خط ترمز طولانی و وزن زیادآنگاه سرعت زیاد

ترسیم قانون خط ترمز خیلی طولانی و وزن خیلی زیاد آنگاه سرعت کم و بیش خیلی زیاد

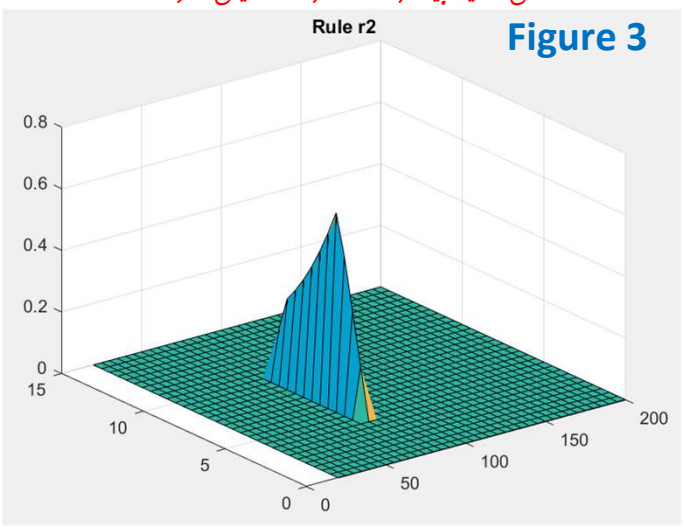
ترسیم قانون نهایی : مجموع قوانین

www.freebay.ir

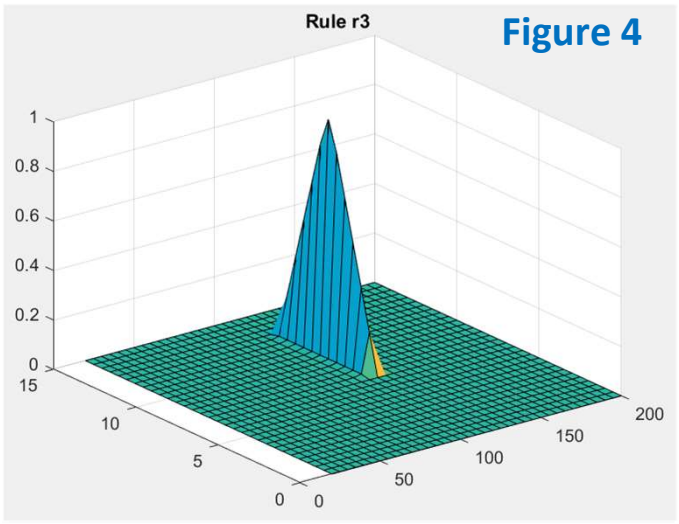
ترسیم قانون خط ترمز کوتاه و وزن متوسط آنگاه سرعت کم با کمی تأکید بیشتر



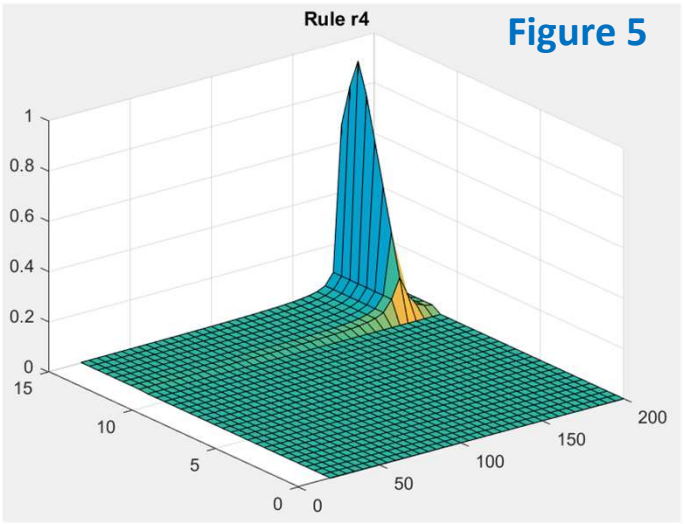
ترسیم قانون خط ترمز متوسط و وزن متوسط با کمی تاکید بیشتر آنگاه سرعت خیلی متوسط



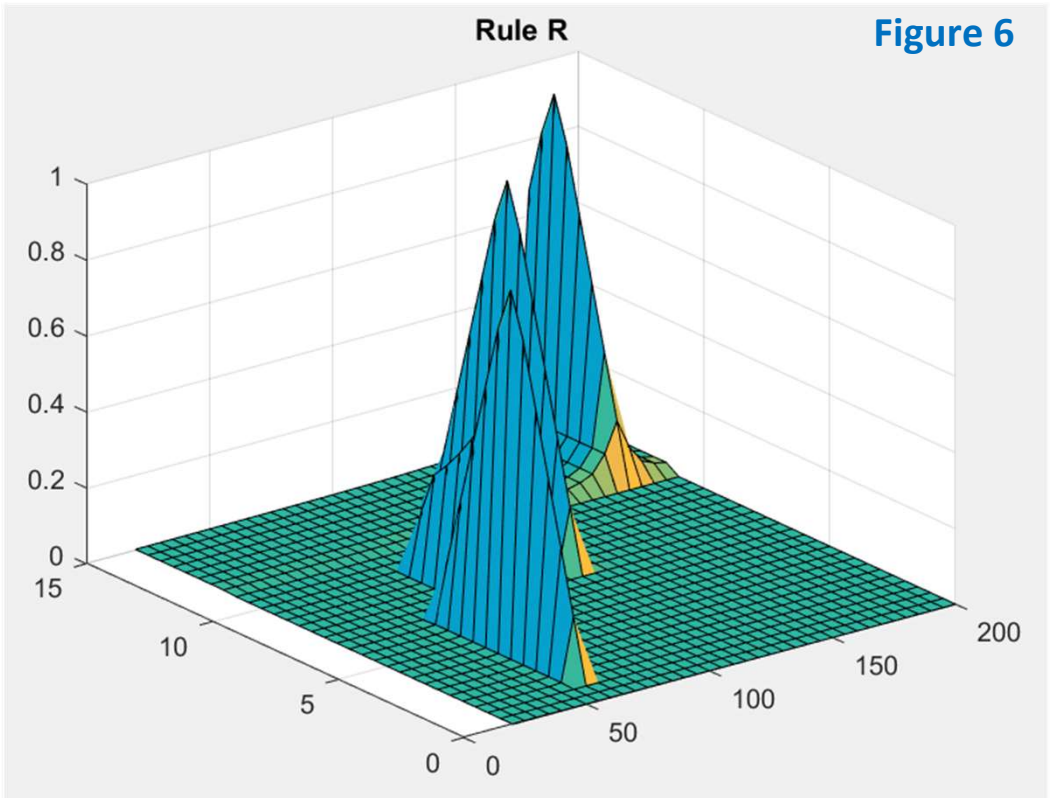
ترسیم قانون خط ترمز طولانی و وزن زیادآنگاه سرعت زیاد



ترسیم قانون خط ترمز خیلی طولانی و وزن خیلی زیاد آنگاه سرعت کم و بیش خیلی زیاد



ترسیم قانون نهایی : مجموع قوانین



www.freebay.ir

حسابان اعداد فازی

بر اساس اصل گسترش زاده Extension Principle

حسابان فازی شامل عملیاتی مانند جمع ، تفریق ، ضرب و تقسیم اعداد فازی میشود.

مجموعه جایگشت جمع اعداد مجموعه جهانی A,B با توجه به مجموعه 3 عضوی A و تناظرش با B جهت درج در مفرج که نشان دهنده مجموع A+B میباشد.

A+B=C	A+B=C	A+B=C	A+B=C
1+1=2	1+3=4	1+4=5	2+4=6
1+2=3	2+2=4	2+3=5	3+3=6
2+1=3	3+1=4	3+2=5	3+4=7

$$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}$$

$$\tilde{B}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.7}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$$

$$\tilde{C}=\tilde{A}+\tilde{B}$$

$$\frac{\min[\mu_{\tilde{A}}(1),\mu_{\tilde{B}}(1)]}{2}=\frac{\min[.2,.3]}{2}=\frac{.2}{2}$$

$$\frac{\max[\min[\mu_{\tilde{A}}(1),\mu_{\tilde{B}}(2)],\min[\mu_{\tilde{A}}(2),\mu_{\tilde{B}}(1)]]}{3}=\frac{\max[\min[.2,.7],\min[.5,.3]]}{3}=\frac{.3}{3}$$

$$\frac{\max[\min[\mu_{\tilde{A}}(1),\mu_{\tilde{B}}(3)],\min[\mu_{\tilde{A}}(2),\mu_{\tilde{B}}(2)],\min[\mu_{\tilde{A}}(3),\mu_{\tilde{B}}(1)]]}{4}$$

$$=\frac{\max[\min[.2,.4],\min[.5,.7],\min[.3,.3]]}{4}=\frac{.5}{4}$$

$$\tilde{C}=\tilde{A}+\tilde{B}=\{\frac{.2}{2}\ \frac{.3}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.4}{5}\ \frac{.3}{6}\ \frac{.1}{7}\}$$

$$\frac{\max[\min[\mu_{\tilde{A}}(1),\mu_{\tilde{B}}(4)],\min[\mu_{\tilde{A}}(2),\mu_{\tilde{B}}(3)],\min[\mu_{\tilde{A}}(3),\mu_{\tilde{B}}(2)]]}{5}$$

$$=\frac{\max[\min[.2,.1],\min[.5,.4],\min[.3,.7]]}{5}=\frac{.4}{5}$$

$$\frac{\max[\min[\mu_{\tilde{A}}(2),\mu_{\tilde{B}}(4)],\min[\mu_{\tilde{A}}(3),\mu_{\tilde{B}}(3)]]}{6}=\frac{\max[\min[.5,.1],\min[.3,.4]]}{6}=\frac{.3}{6}$$

$$\frac{\min[\mu_{\tilde{A}}(3),\mu_{\tilde{B}}(4)]}{7}=\frac{\min[.3,.1]}{7}=\frac{.1}{7}$$

بر اساس محاسبات ماتریسی

$$\tilde{C}=\tilde{A}+\tilde{B}=\{\frac{.2}{2}\ \frac{.3}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.4}{5}\ \frac{.3}{6}\ \frac{.1}{7}\}$$

این روش بر اساس تشکیل دو ماتریس M=math و R=Relation تشکیل میشود.

ماتریس رابطه را بر اساس روش ممدانی بدست می آوریم. $R(x,y)=\text{Min}\{\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(y)\}$

ماتریس ریاضی نیز بر اساس عملیات ریاضی شکل میگیرد.

$$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}$$

$$\tilde{B}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.7}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$$

$$\tilde{C}=\tilde{A}+\tilde{B}$$

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{array}$$

3+4

$$R=\begin{array}{c|cccc} & .3 & .7 & .4 & .1 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .1 \\ .5 & .3 & .5 & .4 & .1 \\ .3 & .3 & .3 & .3 & .1 \end{array}$$

Min[.3,.1]

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{array}$$

U

$$R=\begin{array}{c|cccc} & .3 & .7 & .4 & .1 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .1 \\ .5 & .3 & .5 & .4 & .1 \\ .3 & .3 & .3 & .3 & .1 \end{array}$$

Max

$$\frac{.5}{4}$$

حال با استفاده از روش Max-Min مقادیر فازی ماتریس M که نشان دهنده اعداد مجموعه جهانی است را از طریق ماتریس R بصورت متناظر بدست می آوریم.

fuzzyadd

```
>> UA=[1 2 3];
>> UB=[1 2 3 4];
>> muA=[.2 .5 .3];
>> muB=[.3 .7 .4 .1];
 >> [UC,muC]=fuzzyadd(UA,muA,UB,muB)
```

```
UC =
   2   3   4   5   6   7
muC =
  0.2000   0.3000   0.5000   0.4000   0.3000   0.1000
```

www.freebay.ir

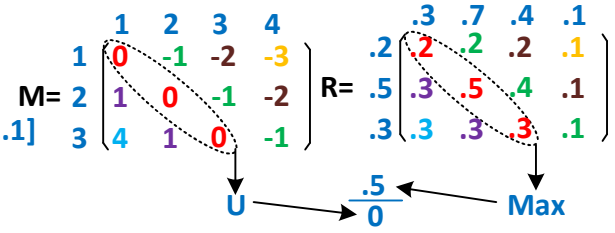
$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}$

$\tilde{B}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.7}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$

$\tilde{C}=\tilde{A}-\tilde{B}$

$\tilde{C}=\tilde{A}-\tilde{B}=\{\frac{.1}{-3}\ \frac{.2}{-2}\ \frac{.4}{-1}\ \frac{.5}{0}\ \frac{.3}{1}\ \frac{.3}{2}\}$

$$M=\begin{array}{c} \\ 1\\2\\3\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}1&2&3&4\end{array}\\\begin{pmatrix}0&-1&-2&-3\\1&0&-1&-2\\2&1&0&-1\end{pmatrix}\end{array}\rightarrow 3\text{-}4 \qquad R=\begin{array}{c} \\ .2\\.5\\.3\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}.3&.7&.4&.1\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.2&.2&.1\\.3&.5&.4&.1\\.3&.3&.3&.1\end{pmatrix}\end{array}\rightarrow \text{Min}[.3,.1]$$



حال با استفاده از روش **Max-Min** مقادیر فازی ماتریس **M** که نشان دهنده اعداد مجموعه جهانی است را از طریق ماتریس **R** بصورت متناظر بدست می آوریم.

fuzzysub

```
>> UA=[1 2 3];
>> UB=[1 2 3 4];
>> muA=[.2 .5 .3];
>> muB=[.3 .7 .4 .1];
>> [UC,muC]=fuzzysub(UA,muA,UB,muB)
```

```
UC =
   -3   -2   -1    0    1    2
muC =
   0.1000   0.2000   0.4000   0.5000   0.3000   0.3000
```

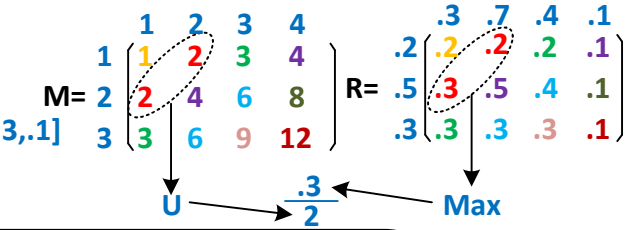
$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}$

$\tilde{B}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.7}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$

$\tilde{C}=\tilde{A}\ .\ \tilde{B}$

$\tilde{C}=\tilde{A}\ .\ \tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.3}{2}\ \frac{.3}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.4}{6}\ \frac{.1}{8}\ \frac{.3}{9}\ \frac{.1}{12}\}$

$$M=\begin{array}{c} \\ 1\\2\\3\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}1&2&3&4\end{array}\\\begin{pmatrix}1&2&3&4\\2&4&6&8\\3&6&9&12\end{pmatrix}\end{array}\rightarrow 3*4 \qquad R=\begin{array}{c} \\ .2\\.5\\.3\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}.3&.7&.4&.1\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.2&.2&.1\\.3&.5&.4&.1\\.3&.3&.3&.1\end{pmatrix}\end{array}\rightarrow \text{Min}[.3,.1]$$



fuzzymult

```
>> UA=[1 2 3];
>> UB=[1 2 3 4];
>> muA=[.2 .5 .3];
>> muB=[.3 .7 .4 .1];
>> [UC,muC]=fuzzymult(UA,muA,UB,muB)
```

```
UC =
   1   2   3   4   6   8   9   12
muC =
   0.2000   0.3000   0.3000   0.5000
   0.4000   0.1000   0.3000   0.1000
```

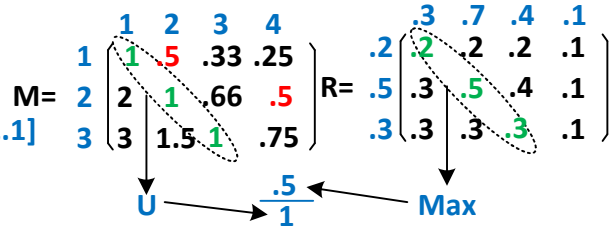
$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}$

$\tilde{B}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.7}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$

$\tilde{C}=\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}}$

$\tilde{C}=\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}}=\{\frac{.1}{.25}\ \frac{.2}{.33}\ \frac{.2}{.50}\ \frac{.4}{.66}\ \frac{.1}{.75}\ \frac{.5}{1}\ \frac{.3}{1.5}\ \frac{.3}{2}\ \frac{.3}{3}\}$

$$M=\begin{array}{c} \\ 1\\2\\3\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}1&2&3&4\end{array}\\\begin{pmatrix}1&.5&.33&.25\\2&1&.66&.5\\3&1.5&1&.75\end{pmatrix}\end{array}\rightarrow 3/4 \qquad R=\begin{array}{c} \\ .2\\.5\\.3\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}.3&.7&.4&.1\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.2&.2&.1\\.3&.5&.4&.1\\.3&.3&.3&.1\end{pmatrix}\end{array}\rightarrow \text{Min}[.3,.1]$$



fuzzydiv

```
>> UA=[1 2 3];
>> UB=[1 2 3 4];
>> muA=[.2 .5 .3];
>> muB=[.3 .7 .4 .1];
>> [UC,muC]=fuzzydiv(UA,muA,UB,muB)
```

```
UC =
   0.2500   0.3333   0.5000   0.6667   0.7500
   1.0000   1.5000   2.0000   3.0000
muC =
   0.1000   0.2000   0.2000   0.4000   0.1000
   0.5000   0.3000   0.3000   0.3000
```

www.freebay.ir

اگر **R1,R2** نشان دهنده دوعدد مقاومت فازی باشند ، مقدار **R** را برای اتصال موازی دو مقاومت بدست آورید.

$$\tilde{R}_1=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}$$

$$\tilde{R}_2=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.7}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$$

$$\frac{1}{\tilde{R}}=\frac{1}{\tilde{R}_1}+\frac{1}{\tilde{R}_2}\rightarrow\tilde{R}=\frac{\tilde{R}_1*\tilde{R}_2}{\tilde{R}_1+\tilde{R}_2}$$

$$\tilde{R}_1+\tilde{R}_2=\{\frac{.2}{2}\ \frac{.3}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.4}{5}\ \frac{.3}{6}\ \frac{.1}{7}\}$$

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{array} \qquad R=\begin{array}{c|cccc} & .3 & .7 & .4 & .1 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .1 \\ .5 & .3 & .5 & .4 & .1 \\ .3 & .3 & .3 & .3 & .1 \end{array}$$

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{array} \qquad R=\begin{array}{c|cccc} & .3 & .7 & .4 & .1 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .1 \\ .5 & .3 & .5 & .4 & .1 \\ .3 & .3 & .3 & .3 & .1 \end{array}$$

$$\tilde{R}_1*\tilde{R}_2=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.3}{2}\ \frac{.3}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.4}{6}\ \frac{.1}{8}\ \frac{.3}{9}\ \frac{.1}{12}\}$$

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 4 & 6 & 8 \\ 3 & 3 & 6 & 9 & 12 \end{array} \qquad R=\begin{array}{c|cccc} & .3 & .7 & .4 & .1 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .1 \\ .5 & .3 & .5 & .4 & .1 \\ .3 & .3 & .3 & .3 & .1 \end{array}$$

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 4 & 6 & 8 \\ 3 & 3 & 6 & 9 & 12 \end{array} \qquad R=\begin{array}{c|cccc} & .3 & .7 & .4 & .1 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .1 \\ .5 & .3 & .5 & .4 & .1 \\ .3 & .3 & .3 & .3 & .1 \end{array}$$

$$\tilde{R}=\frac{\tilde{R}_1*\tilde{R}_2}{\tilde{R}_1+\tilde{R}_2}$$

$$M=\begin{array}{c|cccccc} & 2.00 & 3.00 & 4.00 & 5.00 & 6.00 & 7.00 \\ 1.00 & 0.50 & 0.33 & 0.25 & 0.20 & 0.17 & 0.14 \\ 2.00 & 1.00 & 0.67 & 0.50 & 0.40 & 0.33 & 0.29 \\ 3.00 & 1.50 & 1.00 & 0.75 & 0.60 & 0.50 & 0.43 \\ 4.00 & 2.00 & 1.33 & 1.00 & 0.80 & 0.67 & 0.57 \\ 6.00 & 3.00 & 2.00 & 1.50 & 1.20 & 1.00 & 0.86 \\ 8.00 & 4.00 & 2.67 & 2.00 & 1.60 & 1.33 & 1.14 \\ 9.00 & 4.50 & 3.00 & 2.25 & 1.80 & 1.50 & 1.29 \\ 12.00 & 6.00 & 4.00 & 3.00 & 2.40 & 2.00 & 1.71 \end{array} \qquad R=\begin{array}{c|cccccc} & 0.20 & 0.30 & 0.50 & 0.40 & 0.30 & 0.10 \\ 0.20 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 0.10 \\ 0.30 & 0.20 & 0.30 & 0.30 & 0.30 & 0.30 & 0.10 \\ 0.30 & 0.20 & 0.30 & 0.30 & 0.30 & 0.30 & 0.10 \\ 0.50 & 0.20 & 0.30 & 0.50 & 0.40 & 0.30 & 0.10 \\ 0.40 & 0.20 & 0.30 & 0.40 & 0.40 & 0.30 & 0.10 \\ 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 \\ 0.30 & 0.20 & 0.30 & 0.30 & 0.30 & 0.30 & 0.10 \\ 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 \end{array}$$

بصورت نمونه محل های مورد محاسبه برای **UR=1** و متناظر آن برای ماکزیمم گیری **muR** مشخص شده اند.

```
>> UR1=[1 2 3];
>> muR1=[.2 .5 .3];
>> UR2=[1 2 3 4];
>> muR2=[.3 .7 .4 .1];
>> [UR1MR2,muR1MR2]=fuzzymult(UR1,muR1,UR2,muR2);
>> [UR1AR2,muR1AR2]=fuzzyadd(UR1,muR1,UR2,muR2);
>> [UR,muR]=fuzzydiv(UR1MR2,muR1MR2,UR1AR2,muR1AR2)
UR =
  0.1429  0.1667  0.2000  0.2500  0.2857  0.3333  0.4000  0.4286  0.5000  0.5714  0.6000  0.6667
0.7500  0.8000  0.8571  1.0000  1.1429  1.2000  1.2857  1.3333  1.5000  1.6000  1.7143  1.8000
2.0000  2.2500  2.4000  2.6667  3.0000  4.0000  4.5000  6.0000
muR =
  0.1000  0.2000  0.2000  0.2000  0.1000  0.3000  0.3000  0.1000  0.3000  0.1000  0.3000  0.3000
0.3000  0.4000  0.1000  0.5000  0.1000  0.4000  0.1000  0.3000  0.4000  0.1000  0.1000  0.3000
0.3000  0.3000  0.1000  0.1000  0.3000  0.1000  0.2000  0.1000
>> R=defuzzyg(UR,muR)
R =
  1.3131
```

www.freebay.ir

در حسابان فازی اگر مقادیر عددی **Crisp** باشد در واقع این عدد یک عدد فازی است که عضویت آن در عدد مربوطه **1** و در بقیه موارد **0** میباشد.

$\tilde{A}+2=\{\frac{.2}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.3}{5}\}$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}+2$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}+\{\frac{1}{2}\}$

$M=\begin{matrix}1\\2\\3\end{matrix}\begin{pmatrix}3\\4\\5\end{pmatrix}$ $R=\begin{matrix}1\\.2\\.5\\.3\end{matrix}\begin{pmatrix}.2\\.5\\.3\end{pmatrix}$

$\tilde{A}-2=\{\frac{.2}{-1}\ \frac{.5}{0}\ \frac{.3}{1}\}$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}-2$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}-\{\frac{1}{2}\}$

$M=\begin{matrix}1\\2\\3\end{matrix}\begin{pmatrix}-1\\0\\1\end{pmatrix}$ $R=\begin{matrix}1\\.2\\.5\\.3\end{matrix}\begin{pmatrix}.2\\.5\\.3\end{pmatrix}$

$\tilde{A}.2=\{\frac{.2}{2}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.3}{6}\}$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}.2$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}\cdot\{\frac{1}{2}\}$

$M=\begin{matrix}1\\2\\3\end{matrix}\begin{pmatrix}2\\4\\6\end{pmatrix}$ $R=\begin{matrix}1\\.2\\.5\\.3\end{matrix}\begin{pmatrix}.2\\.5\\.3\end{pmatrix}$

$\tilde{A}/2=\{\frac{.2}{.5}\ \frac{.5}{1}\ \frac{.3}{1.5}\}$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}/2$ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.3}{3}\}/\{\frac{1}{2}\}$

$M=\begin{matrix}1\\2\\3\end{matrix}\begin{pmatrix}.5\\1\\1.5\end{pmatrix}$ $R=\begin{matrix}1\\.2\\.5\\.3\end{matrix}\begin{pmatrix}.2\\.5\\.3\end{pmatrix}$

مقایسه دو یا چند عدد فازی

در حالت فازی مقایسه حالت نسبی دارد و به صراحت نمیتوان گفت کدام عدد فازی از دیگری بزرگتر است زیرا هر کدام میتوانند عناصری داشته باشند که از برخی عناصر عدد فازی دیگر بزرگتر باشند.

در حالت کلاسیک x , y

$T(x>y)=0$ Or $T(x<y)=1$

$T(x<y)=1$ Or $T(x>y)=0$

$$T(\tilde{A}\geq\tilde{B})=\max(\min\mu_{\tilde{A}}(x),\mu_{\tilde{B}}(x))$$

$\tilde{A}\geq\tilde{B}$

باید مشخص کنیم کدام عناصر مجموعه جهانی **A** بزرگتر یا مساوی عناصر مجموعه جهانی **B** است.

$\tilde{A}=\{\frac{.4}{2}\ \frac{.5}{6}\ \frac{.8}{7}\}$

$\tilde{B}=\{\frac{.3}{3}\ \frac{.6}{4}\ \frac{.7}{6}\ \frac{.4}{8}\}$

$T(\tilde{A}\geq\tilde{B})=\max(\min\mu_{\tilde{A}}(6),\mu_{\tilde{B}}(3),\min\mu_{\tilde{A}}(6),\mu_{\tilde{B}}(4),\min\mu_{\tilde{A}}(6),\mu_{\tilde{B}}(6),$
$\min\mu_{\tilde{A}}(7),\mu_{\tilde{B}}(3),\min\mu_{\tilde{A}}(7),\mu_{\tilde{B}}(4),$
$\min\mu_{\tilde{A}}(7),\mu_{\tilde{B}}(6))=\max(.3,.5,.5,.3,.6,.7)=.7$

$T(\tilde{B}\geq\tilde{A})=\max(\min\mu_{\tilde{B}}(3),\mu_{\tilde{A}}(2),\min\mu_{\tilde{B}}(4),\mu_{\tilde{A}}(2),\min\mu_{\tilde{B}}(6),\mu_{\tilde{A}}(2),$
$\min\mu_{\tilde{B}}(6),\mu_{\tilde{A}}(6),\min\mu_{\tilde{B}}(8),\mu_{\tilde{A}}(2),$
$\min\mu_{\tilde{B}}(8),\mu_{\tilde{A}}(6),\min\mu_{\tilde{B}}(8),\mu_{\tilde{A}}(7)=\max(.3,.4,.4,.5,.4,.4,.4)=.5$

```
>> UA=[2 6 7];
>> muA=[.4 .5 .8];
>> UB=[3 4 6 7 ];
>> muB=[.3 .6 .7 .4];
>> a=defuzzyg(UA,muA)
a =
   5.5294
>> b=defuzzyg(UB,muB)
b =
   5.1500
```

$\begin{cases}T(\tilde{A}\geq\tilde{B})=.7\\T(\tilde{B}\geq\tilde{A})=.5\end{cases}$

نتیجه میگیریم که **A** بزرگتر از **B** است.

$\tilde{A}=\{\frac{.4}{2}\ \frac{.5}{6}\ \frac{.8}{7}\}$

$\tilde{C}=\{\frac{.3}{2}\ \frac{.8}{4}\ \frac{.7}{5}\ \frac{.4}{7}\}$

$T(\tilde{A}\geq\tilde{C})=\max(\min\mu_{\tilde{A}}(2),\mu_{\tilde{C}}(2),\min\mu_{\tilde{A}}(6),\mu_{\tilde{C}}(2),\min\mu_{\tilde{A}}(6),\mu_{\tilde{C}}(4),$
$\min\mu_{\tilde{A}}(6),\mu_{\tilde{C}}(5),\min\mu_{\tilde{A}}(7),\mu_{\tilde{C}}(2),\min\mu_{\tilde{A}}(7),\mu_{\tilde{C}}(4),$
$\min\mu_{\tilde{A}}(7),\mu_{\tilde{C}}(5),\min\mu_{\tilde{A}}(7),\mu_{\tilde{C}}(7))=\max(.3,.3,.5,.5,.3,.8,.7,.4)=.8$

$T(\tilde{C}\geq\tilde{A})=\max(\min\mu_{\tilde{B}}(2),\mu_{\tilde{A}}(2),\min\mu_{\tilde{B}}(4),\mu_{\tilde{A}}(2),\min\mu_{\tilde{B}}(5),\mu_{\tilde{A}}(2),$
$\min\mu_{\tilde{B}}(7),\mu_{\tilde{A}}(2),\min\mu_{\tilde{B}}(7),\mu_{\tilde{A}}(6),$
$\min\mu_{\tilde{B}}(7),\mu_{\tilde{A}}(7)=\max(.3,.4,.4,.4,.4,.4)=.4$

$T(\tilde{A}\geq\tilde{B},\tilde{C})=\min(T(\tilde{A}\geq\tilde{B}),T(\tilde{A}\geq\tilde{C}))=\min(.7,.8)=.7$

```
>> UA=[2 6 7];
>> muA=[.4 .5 .8];
>> UC=[2 4 5 7];
>> muC=[.3 .8 .7 .4];
>> c=defuzzyg(UC,muC
c =
   4.5909
>> a=defuzzyg(UA,muA)
a =
   5.5294
```

$\begin{cases}T(\tilde{A}\geq\tilde{C})=.8\\T(\tilde{C}\geq\tilde{A})=.4\end{cases}$

نتیجه میگیریم که **A** بزرگتر از **C** است.

$$T(\tilde{A}\geq\tilde{A}_1,\tilde{A}_2,\cdots,\tilde{A}_n)=\min(T(\tilde{A}\geq\tilde{A}_1),T(\tilde{A}\geq\tilde{A}_2),\cdots,T(\tilde{A}\geq\tilde{A}_n))$$

$T(\tilde{A}\geq\tilde{A})=T(\tilde{A}\leq\tilde{A})=T(\tilde{A}=\tilde{A})=1$ $T(\tilde{A}>\tilde{A})=T(\tilde{A}<\tilde{A})=0$

www.freebay.ir

fuzzycmp تابع

fuzzycmp(U1,muU1,u2,muU2,……,Un,muUn,tag)

این تابع مقایسه های = , >= , <= , < , > را برای اعداد فازی انجام میدهد . در فرمول Tag نحوه مقایسه را مشخص میکند.

```
>> UA=[2 6 7];
>> muA=[.4 .5 .8];
>> UB=[3 4 6 8];
>> muB=[.3 .6 .7 .4];
>> UC=[2 4 5 7];
>> muC=[.3 .8 .7 .4];
>>t=fuzzycmp(UA,muA,UB,muB,UC,muC,'>=')
t =
   1.0000   0.7000   0.8000   0.7000
   0.5000   1.0000   0.7000   0.5000
   0.4000   0.6000   1.0000   0.4000
```

$$\tilde{A}=\{\frac{.4}{2}\ \frac{.5}{6}\ \frac{.8}{7}\}$$

$$\tilde{B}=\{\frac{.3}{3}\ \frac{.6}{4}\ \frac{.7}{6}\ \frac{.4}{8}\}$$

$$\tilde{C}=\{\frac{.3}{2}\ \frac{.8}{4}\ \frac{.7}{5}\ \frac{.4}{7}\}$$

	$\tilde{A}$	$\tilde{B}$	$\tilde{C}$	
$\tilde{A}$	1.0000	0.7000	0.8000	0.7000 → $\tilde{B}$, $\tilde{C}$
$\tilde{B}$	0.5000	1.0000	0.7000	0.5000 → $\tilde{A}$, $\tilde{C}$
$\tilde{C}$	0.4000	0.6000	1.0000	0.4000 → $\tilde{A}$, $\tilde{B}$

تعداد اعضاء ماتریس $n*(n-1)=3*4=12$

$r(1,1)=T(\tilde{A}\geq\tilde{A})=1$ $r(1,2)=T(\tilde{A}\geq\tilde{B})=.7$ $r(1,3)=T(\tilde{A}\geq\tilde{C})=.8$ $r(1,4)=T(\tilde{A}\geq\tilde{B},\tilde{C})=.7$

$r(2,1)=T(\tilde{B}\geq\tilde{A})=.5$ $r(2,2)=T(\tilde{B}\geq\tilde{B})=1$ $r(2,3)=T(\tilde{B}\geq\tilde{C})=.7$ $r(2,4)=T(\tilde{B}\geq\tilde{A},\tilde{C})=.5$

$r(3,1)=T(\tilde{C}\geq\tilde{A})=.4$ $r(3,2)=T(\tilde{C}\geq\tilde{B})=.6$ $r(3,3)=T(\tilde{C}\geq\tilde{C})=1$ $r(3,4)=T(\tilde{C}\geq\tilde{A},\tilde{B})=.4$

www.freebay.ir

```
>> UA=[2 6 7];
>> muA=[.4 .5 .8];
>> UB=[3 4 6 8];
>> muB=[.3 .6 .7 .4];
>> UC=[2 4 5 7];
>> muC=[.3 .8 .7 .4];
>> t=fuzzycmp(UA,muA,UB,muB,UC,muC,'>')
t =
        0   0.7000   0.8000   0.7000
   0.4000        0   0.7000   0.4000
   0.4000   0.6000        0   0.4000
```

$$\tilde{A}=\{\frac{.4}{2}\ \frac{.5}{6}\ \frac{.8}{7}\}$$

$$\tilde{B}=\{\frac{.3}{3}\ \frac{.6}{4}\ \frac{.7}{6}\ \frac{.4}{8}\}$$

$$\tilde{C}=\{\frac{.3}{2}\ \frac{.8}{4}\ \frac{.7}{5}\ \frac{.4}{7}\}$$

	$\tilde{A}$	$\tilde{B}$	$\tilde{C}$	
$\tilde{A}$	0	0.7000	0.8000	0.7000 → $\tilde{B}$, $\tilde{C}$
$\tilde{B}$	0.4000	0	0.7000	0.4000 → $\tilde{A}$, $\tilde{C}$
$\tilde{C}$	0.4000	0.6000	0	0.4000 → $\tilde{A}$, $\tilde{B}$

تعداد اعضاء ماتریس $n*(n-1)=3*4=12$

$r(1,1)=T(\tilde{A}>\tilde{A})=0$ $r(1,2)=T(\tilde{A}>\tilde{B})=.7$ $r(1,3)=T(\tilde{A}>\tilde{C})=.8$ $r(1,4)=T(\tilde{A}>\tilde{B},\tilde{C})=.7$

$r(2,1)=T(\tilde{B}>\tilde{A})=.4$ $r(2,2)=T(\tilde{B}>\tilde{B})=0$ $r(2,3)=T(\tilde{B}>\tilde{C})=.7$ $r(2,4)=T(\tilde{B}>\tilde{A},\tilde{C})=.4$

$r(3,1)=T(\tilde{C}>\tilde{A})=.4$ $r(3,2)=T(\tilde{C}>\tilde{B})=.6$ $r(3,3)=T(\tilde{C}>\tilde{C})=0$ $r(3,4)=T(\tilde{C}>\tilde{A},\tilde{B})=.4$

Bay

تصمیم گیری چند معیاره (شاخصه) با اطلاعات نادقیق

Multi Criteria Decision Making (MCDM)

– این روش مرسوم ترین روش مدل سازی در مسائل تصمیم گیری است که تلاش دارد که مسئله تصمیم گیری را در شرایطی مدل نماید که تعداد اهداف و یا شناسه های تصمیم گیری بیش از یکی باشد

– تصمیم گیری چند معیاره را میتوان یک ساختار قاعده مند روابط ترجیحی برای ارزیابی یک مجموعه از گزینه ها در حضور چندین شاخص دانست و هدف از این تکنیک طراحی و کمک به تصمیم گیری برای شناخت مناسبترین راه کارمطابق خواست تصمیم گیر ، نسبت به مسئله میباشد.

MCDM

MADM (Multi Attribute Decision Making) اولویت بندی و انتخاب از میان چند گزینه محدود و معلوم با عملیات درفضای گسسته

تصمیم گیری چند شناسه ای

MODM (Multi Objective Decision Making) به منظور طراحی به کار میرود دارای اختار برنامه ریزی ریاضی بوده و مقصود بهینه سازی همزمان هدف هاست.

تصمیم گیری چند هدفه

– نکات مفهومی باید در تصمیم گیری چند شاخصه رعایت شود. مانند مفهوم وزن ، ابعاد یکسان در شاخص ها و تعارض بین شاخص ها همچون هزینه و رضایت

دسته بندی کلی الگوهای موجود در تصمیم گیری چند شاخصه فازی

1 استفاده از متغیرهای زبانی

– عموما به دریافت اطلاعات بصورت فازی اکتفا شده و مدل ساز در کوتاهترین زمان ممکن متغیر ها را از حالت فازی به قطعی تبدیل مینماید. و ادامه کار را بر اساس روش های موجود ادامه میدهد.

2 بهره گیری از حسابان فازی

– در تکنیکهای پیشرفته تر علاوه بر وجود اطلاعات و متغیرها بصورت فازی ، مراحل عملیات با استفاده از حسابان فازی اتمام میپذیرد

– استفاده از تابع عضویت بعنوان یک عدد و بهره گیری از روش های تجمیع و ترکیب داده ها با استفاده از عملیات بر روی اعداد.

3 استفاده از روابط منطقی

– استفاده از روابط منطقی مجموعه ها و ترکیب و تجمیع از طریق اشتراک و اجتماع در مدل های خاص و انحصاری فضای فازی .

– این گونه عملیات در شرایط اعداد دقیق بی معنی میباشند و ضمن نوع آورانه بودن صرفا شامل خاصه سازی روش های دقیق برای شرایط نادقیق نیستند

4 استفاده از قواعد فازی

– بهره گیری از قواعد اگر آنگاه و سیستم های استنتاج فازی و بر مبنای اولویت ساختار ورودی و خروجی دارای بیشترین کاربرد به خصوص در مهندسی کنترل میباشد.

تصمیم گیری غیرفازی

شاخص قیمت و بنزین دارای وزن منفی هستند پس بصورت منفی محاسبه میشوند

		Km/h	5000rpm	100Km			میلیون تومان	
		+	+	-	+	+	-	
		سرعت	قدرت	مصرف بنزین	ظرفیت باک	امنیت از 5 ستاره	قیمت	D
	Criteria	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	
وزن ، معیار ، شاخص اهمیت		2	3	6	5	9	7	
Utilities مقدار پیامد ، مطلوبیت	A_1	170	75	9.4	50	4	10	$D(A_1)$
	A_2	185	100	6.6	70	3	11	$D(A_2)$
	A_3	190	100	7.5	70	4	14	$D(A_3)$
	A_4	150	66	7.8	60	3	7	$D(A_4)$

Decision شاخص تصمیم

ساده ترین روش برای بدست آوردن شاخص تصمیم شامل جمع حاصلضرب سطر تصمیم در ستون اهمیت یک سطر تصمیم میباشد.

www.freebay.ir

روش اول : وزن هر معیار به ازای هر واحد مطلوبیت

استفاده از معیارهای بازدارنده با عدد منفی : معیار سوم **-6** و معیار ششم **-7**

Decision $D(A_1)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{1i}*C_j)$ =(170*2)+(75*3)+(9.4*-6)+(50*5)+(4*9)+(10*-7)=724.6

Decision $D(A_2)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{2i}*C_j)$ =(185*2)+(100*3)+(6.6*-6)+(70*5)+(3*9)+(11*-7)=930.4

Decision $D(A_3)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{2i}*C_j)$ =(190*2)+(100*3)+(7.5*-6)+(70*5)+(4*9)+(14*-7)=923

Decision $D(A_4)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{2i}*C_j)$ =(150*2)+(66*3)+(7.8*-6)+(60*5)+(3*9)+(7*-7)=729.2

```
>> criteria=[2 3 -6 5 9 -7];
>> utility=[170 75 9.4 50 4 10;185 100 6.6 70 3 11;190 100 7.5 70 4 14;150 66 7.8 60 3 7];
>> [priority_list,decision_values]=classicmcdm(criteria,utility)
priority_list =
    2    3    4    1
decision_values =
  724.6000  930.4000  923.0000  729.2000
```

$D(A_2) \rightarrow D(A_3) \rightarrow D(A_4) \rightarrow D(A_1)$

تابع

Classicmcdm

روش دوم : وزن هر معیار بدون بعد =نرمال شده معیار ها و مطلوبیت ها

استفاده از معیارهای بازدارنده با عدد منفی : معیار سوم **-.6667** و معیار ششم **-.7778**

بدین علت که

۱- اعداد سازگاری باهم ندارند (لیتر ، تومان ، اسب بخار ، کیلومتر بر ساعت)

۲- اعداد دارای اختلاف مقدار زیاد میباشند که در اینحالت تصمیم به سمت عدد بیشتر سوق مینماید.

Normalize نرمال سازی اعداد انجام میگردد.

نرمال کردن مقادیر **Aij** در هرستون در بازه **[0 1]**

نرمال سازی مطلوبیت ها ، تقسیم هریک از اعداد ستون بر بزرگترین عدد ستون میباشد.

نرمال سازی معیار ها ، تقسیم هریک از اعداد سطر بر بزرگترین عدد سطر میباشد.

	+	+	-	+	+	-	
	سرعت	قدرت	مصرف بنزین	ظرفیت باک	امنیت از 5 ستاره	قیمت	D
Criteria وزن ، معیار ، شاخص اهمیت	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	
	.2222	.3333	.6667	.5556	1	.7778	
Utilities مقدار پیامد ، مطلوبیت							
A_1	.8947	.7500	1	.7143	1	.7143	$D(A_1)$
A_2	.9737	1	.7021	1	.7500	.7857	$D(A_2)$
A_3	1	1	.7979	1	1	1	$D(A_3)$
A_4	.7895	.6600	.8298	.8571	.7500	.5000	$D(A_4)$

Decision $D(A_1)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{1i}*C_j)$ = (.8947*.2222)+(.75*.3333)+(1*-.6667)+(.7143*.5556)+(1*1)+(.7143*-.7778)=0.6234

Decision $D(A_2)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{2i}*C_j)$ = (.9737*.2222)+(1*.3333)+(.7021*-.6667)+(1*.5556)+(.7500*1)+(.7857*-.7778)=0.7760

Decision $D(A_3)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{2i}*C_j)$ = (1*.2222)+(1*.3333)+(.7979*-.6667)+(1*.5556)+(1*1)+(1*-.7778)=0.8013

Decision $D(A_4)=\sum_{i,j=1}^{5}(A_{2i}*C_j)$ = (.7895*.2222)+(.6600*.3333)+(.8295*-.6667)+(.8571*.5556)+(.7500*1)+(.5000*-.7778)=0.6795

www.freebay.ir

```
>> criteria=[0.2222 0.3333 -0.6667 0.5556 1 -0.7778];
utility=[0.8947   0.7500   1.0000   0.7143   1.0000   0.7143;
  0.9737   1.0000   0.7021   1.0000   0.7500   0.7857;
  1.0000   1.0000   0.7979   1.0000   1.0000   1.0000;
  0.7895   0.6600   0.8298   0.8571   0.7500   0.5000];
>> [priority_list,decision_values]=classicmcdm(criteria,utility)
priority_list =
   3   2   4   1
decision_values =
   0.6234   0.7760   0.8013   0.6795
```

$D(A_3) \rightarrow D(A_2) \rightarrow D(A_4) \rightarrow D(A_1)$

تابع
Classicmcdm

```
>> criteria=[0.2222 0.3333 -0.6667 0.5556 1 -0.7778];
>> utility=[170 75 9.4 50 4 10;185 100 6.6 70 3 11;190 100 7.5 70 4 14;150 66 7.8 60 3 7];
>> [priority_list,decision_values]=classicmcdmn(criteria,utility)
priority_list =
   3   2   4   1
decision_values =
   0.6234   0.7760   0.8013   0.6795
```

این تابع مطلوبیت ها **Utilities** را فازی میسازد و معیارها باید فازی شوند

تابع
Classicmcdmn

روش سوم : وزن هر معیار بدون بعد =نرمال شده معیار ها و مطلوبیت ها

استفاده از معیارهای بازدارنده بصورت مکمل : معیار سوم **.3333** و معیار ششم **.2222**

+	+	+	+	+	+
سرعت	قدرت	مصرف بنزین	ظرفیت باک	امنیت از 5 ستاره	قیمت
C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
.2222	.3333	.3333	.5556	1	.2222

```
>> criteria=[0.2222 0.3333 0.3333 0.5556 1 0.2222];
utility=[0.8947   0.7500   1.0000   0.7143   1.0000   0.7143;
  0.9737   1.0000   0.7021   1.0000   0.7500   0.7857;
  1.0000   1.0000   0.7979   1.0000   1.0000   1.0000;
  0.7895   0.6600   0.8298   0.8571   0.7500   0.5000];
>> [priority_list,decision_values]=classicmcdm(criteria,utility)
priority_list =
   3   1   2   4
decision_values =
   2.3377   2.2639   2.5992   2.0093
```

$D(A_3) \rightarrow D(A_1) \rightarrow D(A_2) \rightarrow D(A_4)$

تابع
Classicmcdm

```
>> criteria=[0.2222 0.3333 0.3333 0.5556 1 0.2222];
>> utility=[170 75 9.4 50 4 10;185 100 6.6 70 3 11;190 100 7.5 70 4 14;150 66 7.8 60 3 7];
>> [priority_list,decision_values]=classicmcdmn(criteria,utility)
priority_list =
   3   1   2   4
decision_values =
   2.3377   2.2639   2.5992   2.0093
```

این تابع مطلوبیت ها **Utilities** را فازی میسازد و معیارها باید فازی شوند

تابع
Classicmcdmn

$D(A_3) \rightarrow D(A_2) \rightarrow D(A_4) \rightarrow D(A_1)$ روش دوم

$D(A_2) \rightarrow D(A_3) \rightarrow D(A_4) \rightarrow D(A_1)$ روش اول

$D(A_3) \rightarrow D(A_1) \rightarrow D(A_2) \rightarrow D(A_4)$ روش سوم

محققین در محاسبات **Offline** روش دوم را ترجیح میدهند

www.freebay.ir

تصمیم گیری چند معیاره با نگرش تصمیم گیری چند هرفی
Multi Objective Decision Making

در تصمیم گیری چند هرفی میخواهیم با انتخاب بهترین آلترناتیو به مجموعه ای از اهداف یا اهمیت های مختلف برسیم.

اهداف $O=\{O1, O2, \ldots, On\}$
آلترناتیوها $A=\{A1, A2, \ldots, An\}$
$\rightarrow$ برآورده شدن اهداف $a1, a2, \ldots, an$ $\rightarrow$ تصمیم گیری $a1 \wedge a2 \wedge \ldots \wedge an$

$D_{ij}: \text{If } B_j \text{ Then } A_{ij}$ اگر رسیدن به هرف j ام دارای اهمیت یا وزن Bj و مطلوبیت Aij باشد ، میزان رسیدن به هرف برابر است با

تصمیم برای آلترناتیو i ام برای رسیدن به هرف Bj برابر است با اگر اهمیت هرف Bj باشد آنگاه با انتقاب آلترناتیو i خواسته به اندازه Aij براورده میشود.

$$D_{ij}: \text{If } B_j \text{ Then } A_{ij} \rightarrow D_{ij} \equiv B_j \rightarrow A_{ij} \rightarrow D_{ij} \equiv \tilde{B}_j \cup A_{ij}$$

با توجه به روش ماکزیمم گیری برای اجتماع برای رسیدن به یک هرف $D_{ij} = \max(\tilde{B}_j , A_{ij})$

با توجه به ترکیب And در رسیدن به مجموعه اهداف ، مقدار تصمیم برای آلترناتیو i ام بدین صورت میباشد. $D(A_1) = \min_{j=1}^{n} \{\max(\tilde{B}_j , A_{ij})\}$

Criteria وزن ، معیار ، شاخص اهمیت	+ سرعت C_1	+ قدرت C_2	+ مصرف بنزین C_3	+ ظرفیت باک C_4	+ امنیت از 5 ستاره C_5	+ قیمت C_6	D
	.2222	.3333	.3333	.5556	1	.2222	
Utilities مقدار پیامد ، مطلوبیت							
A_1	.8947	.7500	1	.7143	1	.7143	$D(A_1)$
A_2	.9737	1	.7021	1	.7500	.7857	$D(A_2)$
A_3	1	1	.7979	1	1	1	$D(A_3)$
A_4	.7895	.6600	.8298	.8571	.7500	.5000	$D(A_4)$

$$D(A_1) = \min\Big[\overbrace{\max(.8888, .8947)}^{.8947}, \min\Big[\overbrace{\max(.7777, .7500)}^{.7777}, \min\Big[\overbrace{\max(.7777, 1)}^{1}, \Big[\overbrace{\max(.4444, .7143)}^{.7143}, \min\Big[\overbrace{\max(0, 1)}^{1}, \min\Big[\overbrace{\max(.8888, .7143)}^{.8888} = .7143$$

$D(A_1) = .7143$ $D(A_2) = .7021$ $D(A_1) = .7979$ $D(A_1) = .6667$

```
>> criteria=[0.2222 0.3333 0.3333 0.5556 1 0.2222];
>> utility=[170 75 9.4 50 4 10;185 100 6.6 70 3 11;190 100 7.5 70 4 14;150 66 7.8 60 3 7];
>> [priority,dvalues,utilities]=classicmodmn(criteria,utility)
priority =
   3   1   2   4
dvalues =
   0.7143   0.7021   0.7979   0.6667
utilities =
   0.2222   0.3333   0.3333   0.5556   1.0000   0.2222
```

$D(A_3) \rightarrow D(A_1) \rightarrow D(A_2) \rightarrow D(A_4)$

تابع
Classicmodmn

www.freebay.ir

تصمیم گیری فازی
Fuzzy Decision Making

- شامل انجام محاسبات به جای مقادیر عددی بر روی توابع عضویت مجموعه های فازی .
- در این حالت مجموعه های فازی معیارها نشان دهنده میزان اهمیت هرف ها (یا وزن معیارها) و مجموعه های فازی مطلوبیت ها نشان دهنده میزان (تارقیق) مطلوبت ها هستند.

نمونه تصمیم گیری فازی

- فرض میکنیم در یک مسئله تصمیم گیری فازی مجموعه جهانی تمام مقادیر (وزن معیارها برای سه معیار و مقادیر مطلوبیت ها چهار مطلوبیت) $U=\{1,2,3\}$ میباشد.
- در جدول برای راحتی فقط مقادیر عضویت اعداد فازی در مجموعه جهانی U نوشته شده است . و فرض بعدی اینکه معیار آخر اثر منفی خواهد داشت ، پس از مکمل آن در تصمیم گیری استفاده میکنیم.

	$\tilde{C}_1$	$\tilde{C}_2$	$\tilde{C}_3$	$\tilde{C}_4$ بازدارنده	$\tilde{D}$
	[.2 .6 .1]	[.4 .7 .5]	[.6 .3 .2]	[.3 .4 .8] ⟶	[.7 .6 .2]
	[.8 .4 .9]	[.6 .3 .5]	[.4 .7 .8]		[.3 .4 .8] مکمل
$\tilde{A}_1$	[.6 .3 .2]	[.3 .6 .1]	[.2 .7 .5]	[.6 .5 .2]	
$\tilde{A}_2$	[.3 .7 .6]	[.6 .3 .1]	[.6 .3 .3]	[.4 .6 .1]	
$\tilde{A}_3$	[.4 .7 .4]	[.3 .5 .7]	[.3 .6 .6]	[.2 .7 .5]	

$$\mu_{\tilde{D}}(\tilde{A}_1)=\min\Big[\max([.8\ .4\ .9],[.6\ .3\ .2]),\ \max([.6\ .3\ .5],[.3\ .6\ .1]),\ \max([.4\ .7\ .8],[.2\ .7\ .5]),\ \max([.3\ .4\ .8],[.6\ .5\ .2])\Big]=[.4\ .4\ .5]$$

مقادیر تصمیم گیری فازی ، وزن معیار (1)

$$\mu_{\tilde{D}}(\tilde{A}_2)=\min\Big[\max([.8\ .4\ .9],[.3\ .7\ .6]),\ \max([.6\ .3\ .5],[.6\ .3\ .1]),\ \max([.4\ .7\ .8],[.6\ .3\ .3]),\ \max([.3\ .4\ .8],[.4\ .6\ .1])\Big]=[.4\ .3\ .5]$$

مقادیر تصمیم گیری فازی ، وزن معیار

$$\mu_{\tilde{D}}(\tilde{A}_3)=\min\Big[\max([.8\ .4\ .9],[.4\ .7\ .4]),\ \max([.6\ .3\ .5],[.3\ .5\ .7]),\ \max([.4\ .7\ .8],[.3\ .6\ .6]),\ \max([.3\ .4\ .8],[.2\ .7\ .5])\Big]=[.3\ .5\ .7]$$

مقادیر تصمیم گیری فازی ، وزن معیار

$\mu_{\tilde{D}}\ \tilde{A}_1=[.4\ .4\ .5]$ $\tilde{D}(A_1)=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.4}{2}\ \frac{.5}{3}\}$

$\mu_{\tilde{D}}\ \tilde{A}_2=[.4\ .3\ .5]$ $\tilde{D}(A_2)=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.3}{2}\ \frac{.5}{3}\}$

$\mu_{\tilde{D}}\ \tilde{A}_3=[.3\ .5\ .7]$ $\tilde{D}(A_3)=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{3}\}$

(2) غیر فازی سازی به روش مرکز ثقل

$D(\tilde{A}_1)=2.0769$

$D(\tilde{A}_2)=2.0833$

$D(\tilde{A}_3)=2.2667$

بدست آوردن بهترین آلترناتیو (3)

انتخاب از بیشترین عدد به کمترین بعنوان بهترین آلترناتیو و حق تقدم

$$D(A_3)\longrightarrow D(A_2)\longrightarrow D(A_1)$$

تابع
fuzzymcdm

بردار مجموعه جهانی مشترک معیارها و مطلوبیت ها

بردار های توابع عضویت مطلوبیت

```
[priority, dvalues,mualt]=fuzzymcdm(universe,criteria,utilities,flag)
```

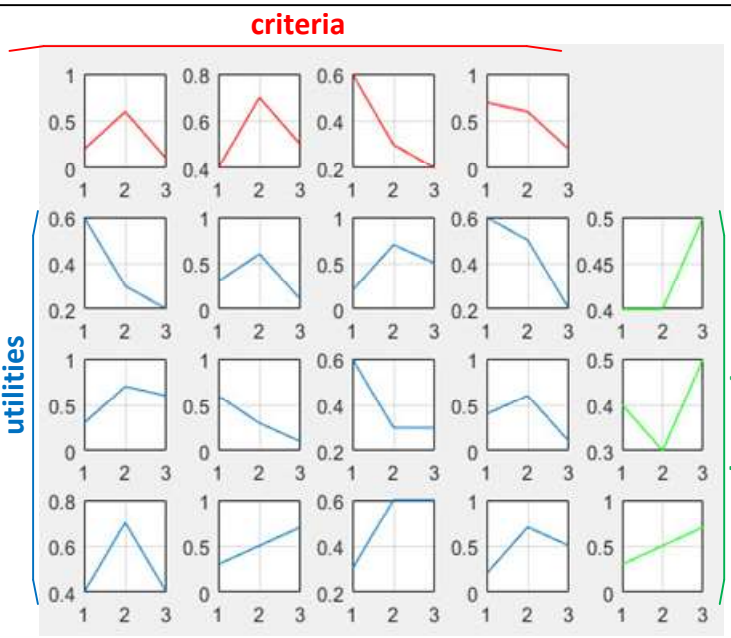
بردار های توابع عضویت وزن معیار

شناسه ترسیم P

www.freebay.ir

```
>> universe=[1 2 3];
>> criteria={[.2 .6 .1] [.4 .7 .5] [.6 .3 .2] [.7 .6 .2]};
>> utilities={[.6 .3 .2][.3 .6 .1][.2 .7 .5][.6 .5 .2];
[.3 .7 .6][.6 .3 .1][.6 .3 .3][.4 .6 .1];
[.4 .7 .4][.3 .5 .7][.3 .6 .6][.2 .7 .5]};
>> [priority,dvalues,mualt]=fuzzymcdm
(universe,criteria,utilities,'p')
priority =
   3    2    1
dvalues =
   2.0769   2.0833   2.2667
mualt =
   0.4000   0.4000   0.5000
   0.4000   0.3000   0.5000
   0.3000   0.5000   0.7000
```

مجموعه بردارها برای تعریف یک ماهیت واحد همیشه داخل {} قرار میگیرند.



در تصمیم گیری چند معیاره مقادیر تصمیم را میتوان از طریق جمع وزن دار ولی با مقادیر فازی بدست آورد.

$$D(\tilde{A}_1) = \sum_{J=1}^{n} \tilde{B}_j \cdot \tilde{a}_{ij}$$

مجموعه جهانی معیار ها و مطلوبیت ها	>> universe=[1 2 3];
بردار عضویت معیار 1	>> muc1=[.2 .6 .1];
بردار عضویت معیار 2	>> muc2=[.4 .7 .5];
بردار عضویت معیار 3	>> muc3=[.6 .3 .2];
بردار عضویت معیار 4	>> muc4=[.7 .6 .2];
بردار آلترناتیو معیار سطر 1 ستون 1	>> mua11=[.6 .3 .2];
بردار آلترناتیو معیار سطر 1 ستون 2	>> mua12=[.3 .6 .1];
بردار آلترناتیو معیار سطر 1 ستون 3	>> mua13=[.2 .7 .5];
بردار آلترناتیو معیار سطر 1 ستون 4	>> mua14=[.6 .5 .2];
بردار آلترناتیو معیار سطر 2 ستون 1	>> mua21=[.3 .7 .6];
بردار آلترناتیو معیار سطر 2 ستون 2	>> mua22=[.6 .3 .1];
بردار آلترناتیو معیار سطر 2 ستون 3	>> mua23=[.6 .3 .3];
بردار آلترناتیو معیار سطر 2 ستون 4	>> mua24=[.4 .6 .1];
بردار آلترناتیو معیار سطر 3 ستون 1	>> mua31=[.4 .7 .4];
بردار آلترناتیو معیار سطر 3 ستون 2	>> mua32=[.3 .5 .7];
بردار آلترناتیو معیار سطر 3 ستون 3	>> mua33=[.3 .6 .6];
بردار آلترناتیو معیار سطر 3 ستون 4	>> mua34=[.2 .7 .5];
ضرب فازی بردار معیار 1 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 1	>> [u1,mu1]=fuzzymult(universe,muc1,universe,mua11)
ضرب فازی بردار معیار 2 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 2	>> [u2,mu2]=fuzzymult(universe,muc2,universe,mua12)
ضرب فازی بردار معیار 3 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 3	>> [u3,mu3]=fuzzymult(universe,muc3,universe,mua13)
ضرب فازی بردار معیار 4 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 4	>> [u4,mu4]=fuzzymult(universe,muc4,universe,mua14)
جمع فازی ضرب ها : بردار آلترناتیو کل سطر 1	>> [UA1,muA1]=fuzzyadd(u1,mu1,u2,mu2,u3,mu3,u4,mu4);
ضرب فازی بردار معیار 1 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 1	>> [u1,mu1]=fuzzymult(universe,muc1,universe,mua21);
ضرب فازی بردار معیار 2 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 2	>> [u2,mu2]=fuzzymult(universe,muc2,universe,mua22);
ضرب فازی بردار معیار 3 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 3	>> [u3,mu3]=fuzzymult(universe,muc3,universe,mua23);
ضرب فازی بردار معیار 4 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 4	>> [u4,mu4]=fuzzymult(universe,muc4,universe,mua24);
جمع فازی ضرب ها : بردار آلترناتیو کل سطر 2	>> [UA2,muA2]=fuzzyadd(u1,mu1,u2,mu2,u3,mu3,u4,mu4);
ضرب فازی بردار معیار 1 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 1	>> [u1,mu1]=fuzzymult(universe,muc1,universe,mua31);
ضرب فازی بردار معیار 2 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 2	>> [u2,mu2]=fuzzymult(universe,muc2,universe,mua32);
ضرب فازی بردار معیار 3 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 3	>> [u3,mu3]=fuzzymult(universe,muc3,universe,mua33);
ضرب فازی بردار معیار 4 در بردار آلترناتیو سطر 1 ستون 4	>> [u4,mu4]=fuzzymult(universe,muc4,universe,mua34);
جمع فازی ضرب ها : بردار آلترناتیو کل سطر 3	>> [UA3,muA3]=fuzzyadd(u1,mu1,u2,mu2,u3,mu3,u4,mu4);

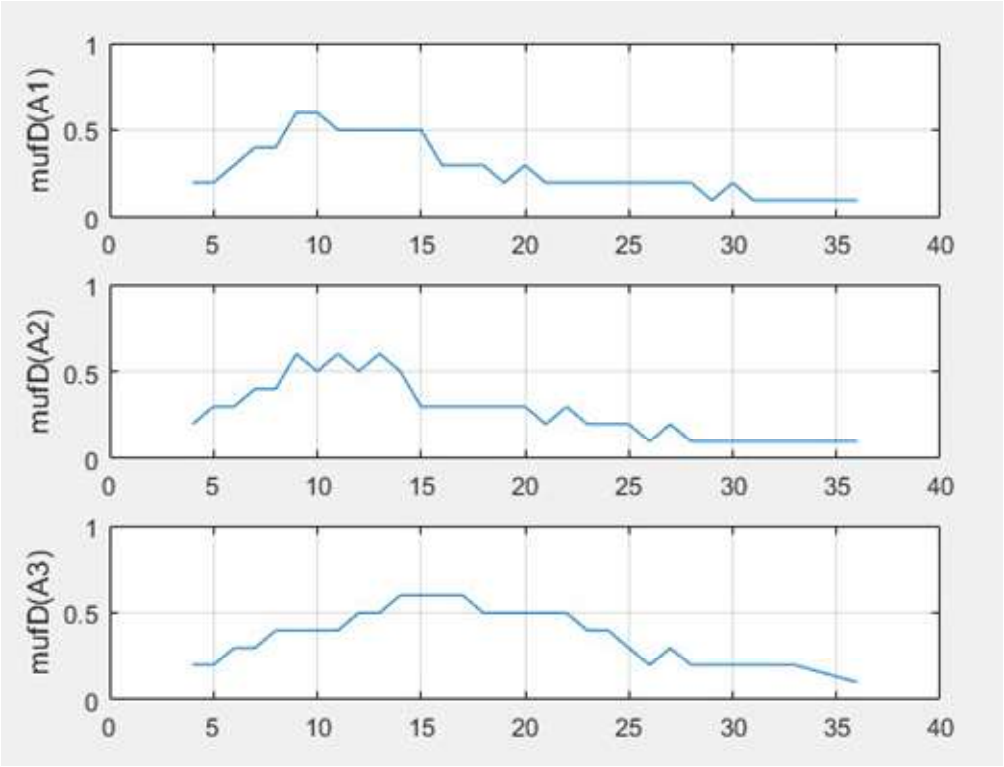
Bay
www.freebay.ir

```
>> DA1=defuzzyg(UA1,muA1)
>> DA2=defuzzyg(UA2,muA2)
>> DA3=defuzzyg(UA3,muA3)
>> dvalues=[DA1 DA2 DA3]
dvalues =
   15.5341   15.0920   17.3214
>> [pDA,priority]=sort(max(dvalues)-dvalues);
>> priority
priority =
    3    1    2
>> figure(1);
>> subplot(3,1,1)
>> plot(UA1,muA1);
>> grid
>> ylabel('mufD(A1)');
>> subplot(3,1,2)
>> plot(UA2,muA2);
>> grid
>> ylabel('mufD(A2)');
>> subplot(3,1,3)
>> plot(UA3,muA3);
>> grid
>> ylabel('mufD(A3)');
```

غیر فازی سازی بردار مطلوبیت 1
غیر فازی سازی بردار مطلوبیت 2
غیر فازی سازی بردار مطلوبیت 3
بردار حاوی سه عدد غیر فازی شده مطلوبیت ها
نمایش بردار مطلوبیت ها

مرتب سازی برای انتقاب تقدم
نمایش تقدم ها

توابع عضویت مقادیر تصمیم فازی آلترناتیوها ، با استفاده از فرمول جمع وزن دار



استفاده از جمع وزن دار

```
dvalues =
   15.5341   15.0920   17.3214
priority =
    3    1    2
```

– در استفاده از این دوروش جای اولویت دوم و سوم عوض شده استو اختلاف این دو آلترناتیو در هر دوروش ناچیز است که علت آن استفاده از روش های مختلف محاسباتی در مقادیر فازی میباشد.

استفاده از تابع fuzzymcdm

```
dvalues =
   2.0769   2.0833   2.2667
priority =
    3    2    1
```

www.freebay.ir

مقایسه تصمیم گیری های انجام شده

	$\tilde{C}_1$	$\tilde{C}_2$	$\tilde{C}_3$	$\tilde{C}_4$	$\tilde{D}$
	[.2 .6 .1]	[.4 .7 .5]	[.6 .3 .2]	[.3 .4 .8]	
$\tilde{A}_1$	[.6 .3 .2]	[.3 .6 .1]	[.2 .7 .5]	[.6 .5 .2]	
$\tilde{A}_2$	[.3 .7 .6]	[.6 .3 .1]	[.6 .3 .3]	[.4 .6 .1]	
$\tilde{A}_3$	[.4 .7 .4]	[.3 .5 .7]	[.3 .6 .6]	[.2 .7 .5]	

- اگر فقط مقادیر مرکز ثقل این کمیت های فازی را غیر فازی کنیم جدول روبرو بدست می آید

	$\tilde{C}_1$	$\tilde{C}_2$	$\tilde{C}_3$	$\tilde{C}_4$	$\tilde{D}$
	1.89	2.06	1.64	2.33	
$\tilde{A}_1$	1.64	1.8	2.21	1.69	
$\tilde{A}_2$	2.19	1.5	1.75	1.73	
$\tilde{A}_3$	2.0	2.27	2.2	2.21	

استفاده از تابع fuzzymodmn

```
dvalues =
    0.7489    0.6608    0.9132
priority =
     3     2     1
```

استفاده از تابع fuzzymcdmn

```
dvalues =
    2.8961    2.8433    3.4411
priority =
     3     1     2
```

استفاده از تابع fuzzymcdm

```
dvalues =
   13.2543   12.9882   15.7549
priority =
     3     2     1
```

مثال کاربردی

- فرض بر این است که دختر خانمی از بین چهار خواستگار خود میخواهد با اولویت بندی آنها انتخاب خود را انجام دهدو او برای وزن معیارها و مطلوبیت ها از مقادیر کلامی استفاده میکند.

معیار	سن مادر	تعداد عائله	تحصیلات	درآمد ماهیانه	قد	خوش تیپی
	+	-	+	+	+	+
اهمیت معیار	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	نسبتا زیاد	متوسط	متوسط به بالا
$\tilde{A}_1$ نفر اول	پیر	کم	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم
$\tilde{A}_2$ نفر دوم	میانسال	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد
$\tilde{A}_3$ نفر سوم	خیلی پیر	کم	زیاد	متوسط به بالا	بلند	متوسط
$\tilde{A}_4$ نفر چهارم	جوان	زیاد	کم	خیلی کم	متوسط به بالا	خیلی زیاد

- برای خوش تیپی زیاد و خیلی زیاد نمیتوان عدد دقیقی تعیین کرد و بین درآمد ماهیانه زیاد و خیلی زیاد نیز نمیتوان فرق اساسی قائل شد در ضمن هرچه تعداد عائله مندی کمتر ، بهتر است پس از مکمل آن استفاده میکنیم.

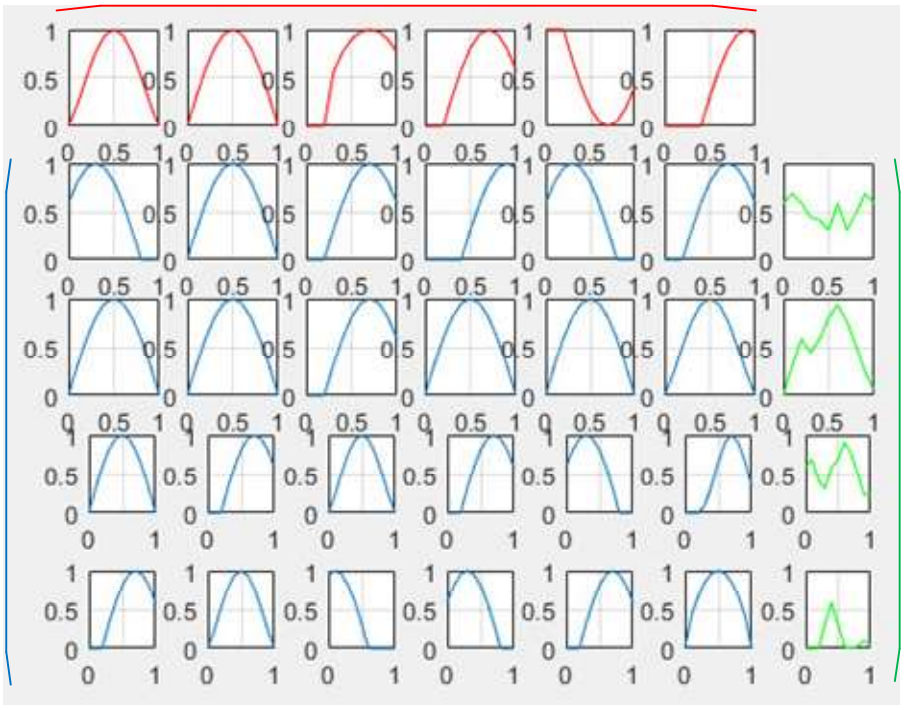
معیار	سن مادر	تعداد عائله	تحصیلات	درآمد ماهیانه	قد	خوش تیپی
اهمیت معیار	veryhigh	high fuzzynot(high)	high	shigh	medium	pmedium
$\tilde{A}_1$ نفر اول	old	small	veryhigh	high	medium	low
$\tilde{A}_2$ نفر دوم	aged	medium	medium	high	medium	medium
$\tilde{A}_3$ نفر سوم	veryold	small	high	pmedium	tall	medium
$\tilde{A}_4$ نفر چهارم	young	big	low	verylow	pmedium	high

www.freebay.ir

[0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 1]	مجموعه جوانی	>> universe=0:.1:1;
[.9 1 .9 .8 .5 .3 0 0 0 0 0]	خیلی کم	>> verysmall=fuzzifya(universe,.1);
[.5 .8 .9 1 .9 .8 .5 .3 0 0 0]	کم	>> small=fuzzifya(universe,.3);
[0 .3 .5 .8 .9 1 .9 .8 .5 .3 0]	متوسط	>> medium=fuzzifya(universe,.5);
[0 0 0 .3 .5 .8 .9 1 .9 .8 .5]	زیاد	>> big=fuzzifya(universe,.7);
[0 0 0 0 0 .3 .5 .8 .9 1 .9]	خیلی زیاد	>> verybig=fuzzifya(universe,.9);
	خیلی کم ، صفت	>> verylow=verysmall;
	کم ، صفت	>> low=small;
	بالا	>> high=big;
	خیلی بالا	>> veryhigh=verybig;
[0 .2 .5 .7 .9 1 .9 .7 .5 .2 0]	متوسط به بالا	>> pmedium=mfplus(medium);
[0 0 0 .5 .7 .8 .9 1 .9 .8 .7]	نسبتا بالا	>> shigh=mfslightly(high);
	بلند قد	>> tall=big;
	پیر	>> old=big;
[0 0 0 0 .3 .6 .9 1 .9 .6 .3]	خیلی پیر	>> veryold=mfvery(old);
	میانسال	>> aged=mfplus(medium);
[0 .4 .6 .8 .9 1 .9 .8 .6 .4 0]	جوان	>> young=mfminus(medium);

```
>> criteria={pmedium medium shigh high fuzzynot(high) veryhigh};
>> utilities={low medium high veryhigh small old;
medium medium high medium medium aged;
medium tall pmedium high small veryold;
high pmedium verylow low big young};
>> [priority,dvalues,mualt]=fuzzymcdm(universe,criteria,utilities,'p')
priority =
   2    1    4    3
dvalues =
  0.4931   0.5136   0.4651   0.4677
mualt =
  0.5872   0.6897   0.5872   0.4429   0.4128   0.3103   0.5872   0.3103   0.4860   0.6897   0.5872
       0   0.3103   0.5872   0.4429   0.5872   0.8077   0.9385   0.7657   0.5140   0.2316   0.0495
  0.5872   0.6897   0.4128   0.3103   0.5872   0.6897   0.9034   0.7657   0.5140   0.2316   0.2337
       0        0        0   0.3103   0.5872   0.3103   0.0251        0   0.0251   0.1013   0.0495
```

$$D(A_2) \rightarrow D(A_1) \rightarrow D(A_4) \rightarrow D(A_3)$$



میتوان از دستور **Verbals** برای ساختن شش سطر اول مقادیر کلامی نیز استفاده نمود.

- منظی توابع عضویت معیارها ، مطلوبیت ها و مقادیر تصمیم

نفر دوم بعلت تقدم بالاتر انتخاب خواهد شد.

www.freebay.ir

سیستم استنتاج فازی

Fuzzy Inference System (FIS)

استنتاج فازی عبارت است از یافتن پاسخ عددی ورودی های عددی بر مبنای یک قاعده فازی

استنتاج فازی عبارت است از یافتن پاسخ عددی ورودی های عددی بر مبنای یک قاعده فازی در چهار مرحله

1 – مرحله اول یافتن میزان عضویت مقادیر مقدم **Antecedents** در مجموعه های فازی مربوطه . مقادیر بدست آمده را فاکتورهای برش می نامند **Cutting Factors**

2 – یافتن تابع عضویت مجموعه فازی تالی **Successor** متناظر با مقدم ها به استناد قاعده مربوطه . تالی واقعی متناظر با ورودی واقعی

3 – انبوهش **Aggregation** تالی های برش یافته

4 – غیر فازی سازی مجموعه نهایی برای یافتن پاسخ عددی **Crisp**

– سیستم استنتاج فازی همانند روش پیشتر روش ممدانی(مقادیر ورودی و خروجی بصورت فازی) نگاشت یک فضای ورودی به خروجی است. با تفاوت در متغیرهای ورودی به خروجی نسبت به قبل (مقادیر دقیق غیر فازی دریافت شده و پس از پردازش مقدار دقیق در خروجی نمایش داده میشود)

– از نکات مثبت سیستم استنتاج فازی اینست که یکی از مشکلات اصلی استفاده از قواعد که در آن وقتی تعداد مقدم های قواعد زیاد است با اشتراک (اجتماع) مقدم های قواعد تابع عضویت مقدم نهایی به سمت صفر (یک) میل میکند را از میان بر میدارد.

روش برش

min

If break-length is $\tilde{A}1$ and Car-weight is $\tilde{B}1$ Then Speed is $\tilde{C}1$

اگر طول خط ترمز $\tilde{A}1$ و وزن خودرو $\tilde{B}1$ باشد آنگاه سرعت خودرو $\tilde{C}1$ است.

$$\tilde{A}1=\{\frac{.4}{1}\ \frac{1}{4}\ \frac{.6}{8}\ \frac{.4}{10}\ \frac{.2}{14}\}$$
$$\tilde{B}1=\{\frac{.4}{1.5}\ \frac{.8}{2}\ \frac{1}{2.5}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.2}{5}\}$$
$$\tilde{C}1=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.3}{60}\ \frac{1}{90}\ \frac{.8}{100}\ \frac{.2}{140}\}$$

If break-length is $\tilde{A}2$ and Car-weight is $\tilde{B}2$ Then Speed is $\tilde{C}2$

اگر طول خط ترمز $\tilde{A}2$ و وزن خودرو $\tilde{B}2$ باشد آنگاه سرعت خودرو $\tilde{C}2$ است.

$$\tilde{A}2=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{4}\ \frac{1}{8}\ \frac{.7}{10}\ \frac{.3}{14}\}$$
$$\tilde{B}2=\{\frac{.8}{1.5}\ \frac{1}{2}\ \frac{.7}{2.5}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.1}{5}\}$$
$$\tilde{C}2=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.7}{60}\ \frac{1}{90}\ \frac{.4}{100}\ \frac{.1}{140}\}$$

فرض اگر طول خط ترمز در یک تصادف **10** و وزن خودرو **3** تن باشد تخمین سرعت خودرو چیست؟

1

میزان عضویت **10** در مجموعه فازی $\tilde{A}1$ = **.4**

میزان عضویت **3** در مجموعه فازی $\tilde{B}1$ = **.5**

میزان عضویت **10** در مجموعه فازی $\tilde{A}2$ = **.7**

میزان عضویت **3** در مجموعه فازی $\tilde{B}2$ = **.5**

2

فاکتور برش در قاعده اول α_1

$$Min\{\mu\tilde{A}_1(10),\mu\tilde{B}_1(3)\}=.4$$

فاکتور برش در قاعده دوم α_2

$$Min(\mu\tilde{A}_2(10),\mu\tilde{B}_2(3))=.5$$

اگر به جای اشتراک **And** اجتماع **Or** داشتیم در محاسبه فاکتور برش به جای **Min** از **Max** استفاده میکردیم.

$$\mu\tilde{C}_T(x)=Min\{\alpha,\mu\tilde{C}(x)\}$$

تابع برش یافته سرعت خودرو

$$\tilde{C}_{S_1}=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.3}{60}\ \frac{.4}{90}\ \frac{.4}{100}\ \frac{.2}{140}\}$$

تابع برش یافته سرعت خودرو

$$\tilde{C}_{S_2}=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.5}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.4}{100}\ \frac{.1}{140}\}$$

3

مجموع ترکیبی نهایی توابع عضویت برش یافته تالی ها (انبوهش تالی ها)

$$\mu_{Agg}(x)=\max_{i=1}^{2}\{\mu\tilde{C}_{T_{(i)}}(x)\}$$

$$\tilde{C}_{Agg}=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.5}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.4}{100}\ \frac{.2}{140}\}$$

4

غیرفازی سازی مجموعه بجانی نهایی و یافتن سرعت تخمینی سرعت جاری

$$\text{Current Speed}=\frac{.2*40+.5*60+.5*90+.4*100+.2*140}{.2+.5+.5+.4+.2}=83.89\ \text{Km/h}$$

www.freebay.ir

روش تغییر مقیاس

روش دیگر برای محاسبه تابع عضویت تالی در هر قاعده ضرب تابع عضویت اصلی تالی قاعده در پارامتر برش مرحله دوم است در این حالت تابع عضویت تالی در پاسخ به مقادیر جاری به جای مقدار برش یافته در مرحله سوم مقدار تغییر مقیاس یافته جدید **New Scaled** تابع عضویت اصلی خواهد بود .

1

میزان عضویت **10** در مجموعه فازی **A1 = .4**

میزان عضویت **3** در مجموعه فازی **B1 = .5**

میزان عضویت **10** در مجموعه فازی **A2 = .7**

میزان عضویت **3** در مجموعه فازی **B2 = .5**

2

فاکتور برش در قاعده اول α_1

$$Min\{\mu\tilde{A}_1(10),\mu\tilde{B}_1(3)\}=.4$$

فاکتور برش در قاعده دوم α_2

$$Min(\mu\tilde{A}_2(10),\mu\tilde{B}_2(3))=.5$$

اگر به جای اشتراک **And** اجتماع **Or** داشتیم در محاسبه فاکتور برش به جای **Min** از **Max** استفاده میکردیم.

$$\mu\tilde{C}_T(x)=\{\alpha.\mu\tilde{C}(x)\}$$

تابع برش یافته سرعت فودرو

$$\tilde{C}_{T_1}=\{\frac{.08}{40}\ \frac{.12}{60}\ \frac{.4}{90}\ \frac{.32}{100}\ \frac{.08}{140}\}$$

تابع برش یافته سرعت فودرو

$$\tilde{C}_{T_2}=\{\frac{.1}{40}\ \frac{.35}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.2}{100}\ \frac{.05}{140}\}$$

3

مجموع ترکیبی نهایی توابع عضویت برش یافته تالی ها (انبوهش تالی ها)

$$\mu_{Agg}(x)=\max_{i=1}^{2}\{\mu\tilde{C}_{S_{(i)}}(x)\}$$

$$\tilde{C}_{Agg}=\{\frac{.1}{40}\ \frac{.35}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.32}{100}\ \frac{.08}{140}\}$$

4

غیرفازی سازی مجموعه چهانی نهایی و یافتن سرعت تخمینی سرعت جاری

$$\text{Current Speed}=\frac{.1*40+.35*60+.5*90+.32*100+.08*140}{.1+.35+.5+.32+.08}=83.85\ \text{Km/h}$$

محاسبه مقادیری که مقدم جزء مجموعه عناصر چهانی نباشد

در اینحالت باید از روش های مختلف درون یابی **Interpolation** استفاده نمود که مرسوم ترین آن رابطه خطی زیر است.

$$f(x/b\ \le x\le\ b)=f(a)+\frac{x-a}{b-a}(f(b)-f(a))$$

$$\tilde{A}1=\{\frac{.4}{1}\ \frac{1}{4}\ \frac{.6}{8}\ \frac{.4}{10}\ \frac{.2}{14}\}$$

$$\tilde{B}1=\{\frac{.4}{1.5}\ \frac{.8}{2}\ \frac{1}{2.5}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.2}{5}\}$$

$$\tilde{A}2=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{4}\ \frac{1}{8}\ \frac{.7}{10}\ \frac{.3}{14}\}$$

$$\tilde{B}2=\{\frac{.8}{1.5}\ \frac{1}{2}\ \frac{.7}{2.5}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.1}{5}\}$$

محاسبه فط ترمز جاری **8.5** متر و وزن **2.8** تن در مثال قبل بدین صورت خواهد بود.

$$\mu\tilde{A}_1(8.5)=\mu\tilde{A}_1(8)+\frac{8.5-8}{10-8.5}(\mu\tilde{A}_1(10)-\mu\tilde{A}_1(8))=.6+.25(.4-.6)=.55$$

$$\mu\tilde{B}_1(2.8)=\mu\tilde{B}_1(2.5)+\frac{2.8-2.5}{3-2.5}(\mu\tilde{B}_1(3)-\mu\tilde{B}_1(2.5))=1+.6(.5-1)=.7$$

$$Min\{\mu\tilde{A}_1(8.5)\,\mu\tilde{B}_1(2.5)\}=.55\ \Big]\ \alpha_1$$

$$\mu\tilde{A}_2(8.5)=\mu\tilde{A}_2(8)+\frac{8.5-8}{10-8}(\mu\tilde{A}_2(10)-\mu\tilde{A}_2(8))=.1+.25(.7-1)=.92$$

$$\mu\tilde{B}_2(2.8)=\mu\tilde{B}_2(2.5)+\frac{2.8-2.5}{3-2.5}(\mu\tilde{B}_2(3)-\mu\tilde{B}_2(2.5))=.7+.6(.5-.7)=.58$$

$$Min\{\mu\tilde{A}_2(8.5)\,\mu\tilde{B}_2(2.5)\}=.58\ \Big]\ \alpha_2$$

تابع استنتاج فازی به روش ممدانی

fismamdani

نوع FIS
روش برش trc
تغییرمقیاس nsc

مجموع بردارهای مجموعه چهانی فازی

تالی های قواعد تابع برش یافته یا تغییر مقیاس داده شد

خروجی Crisp

```
[fisout,agg,fmout,alpha]=fismamdani(inpvalues,universes,rules,type)
```

- fisout: تابع انبوهش
- agg: فاکتور برش
- inpvalues: مقادیر جاری مقدم ها
- rules: مجموعه قواعد

برای استفاده از این تابع باید چهار متغیر تعریف گردد.

null=[]; and=1 or=2 then=3

www.freebay.ir

استنتاج فازی برای سرعت خودرو با روش برش

1

```
UA=[1 4 8 10 14];
UB=[1.5 2 2.5 3 5];
UC=[40 60 90 100 140];
muA1=[.4 1 .6 .4 .2];
muB1=[.4 .8 1 .5 .2];
muC1=[.2 .3 1 .8 .2];
muA2=[.2 .5 1 .7 .3];
muB2=[.8 1 .7 .5 .1];
muC2=[.2 .7 1 .4 .1];
null=[];
and=1;
or=2;
then=3;
inpvalues=[8.5 2.8];
universes={UA UB UC};
rules={muA1 and muB1 then muC1;
muA2 and muB2 then muC2};
>> [fisout,agg,fmout,alpha]=
fismamdani(inpvalues,universes,rules,'trc')
fisout =
  84.3602
agg =
   0.2000   0.5800   0.5800   0.5500   0.2000
fmout =
   0.2000   0.3000   0.5500   0.5500   0.2000
   0.2000   0.5800   0.5800   0.4000   0.1000
alpha =
   0.5500   0.5800
```

مجموعه جهانی **A** حاوی طول خط ترمز بر حسب متر

مجموعه جهانی **B** حاوی وزن خودرو برحسب تن

مجموعه جهانی **C** حاوی سرعت خودرو برحسب گیلومتر بر ساعت

تابع عضویت عدد فازی خط ترمز

تابع عضویت عدد فازی وزن خودرو

تابع عضویت عدد فازی سرعت خودرو

تابع عضویت عدد فازی خط ترمز

تابع عضویت عدد فازی وزن خودرو

تابع عضویت عدد فازی سرعت خودرو

چهار متغیر الزامی برای ساختن قاعده در **FIS**

مقادیر جاری خط ترمز و وزن

مجموع بردارهای مجموعه جهانی فازی

قانون اگر خط ترمز **A1** و وزن **B1** آنگاه سرعت خودرو **C1**

قانون اگر خط ترمز **A2** و وزن **B2** آنگاه سرعت خودرو **C2**

استنتاج ممدانی با روش برش

خروجی سرعت استنتاج شده

$$\tilde{C}_{Agg}=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.5}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.4}{100}\ \frac{.2}{140}\}$$

$$\tilde{C}_{S_1}=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.3}{60}\ \frac{.4}{90}\ \frac{.4}{100}\ \frac{.2}{140}\}$$

$$\tilde{C}_{S_2}=\{\frac{.2}{40}\ \frac{.5}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.4}{100}\ \frac{.1}{140}\}$$

α_2 α_1

2

```
>> figure(1);
>> %Rule1
>> subplot(3,3,1)
>> plot(UA,muA1)
>> axis([1 14 0 1]);
>> grid
>> subplot(3,3,2)
>> plot(UB,muB1)
>> axis([1 5 0 1]);
>> grid
>> subplot(3,3,3)
>> plot(UC,muC1,UC,fmout(1,:),'r')
>> axis([40 140 0 1]);
>> grid
>> %Rule2
>> subplot(3,3,4)
>> plot(UA,muA2)
>> axis([1 14 0 1]);
>> grid
```

ترسیم تابع عضویت خط ترمز **A1**

محدود کردن بازه نمایش **A1=[1 14] and UA=[0 1]**

ترسیم تابع عضویت وزن **B1**

محدود کردن بازه نمایش **B1=[1 5] and UB=[0 1]**

ترسیم تابع عضویت سرعت **C1** با تابع برش یافته اول سرعت

محدود کردن بازه نمایش **X=[40 140] and Y=[0 1]**

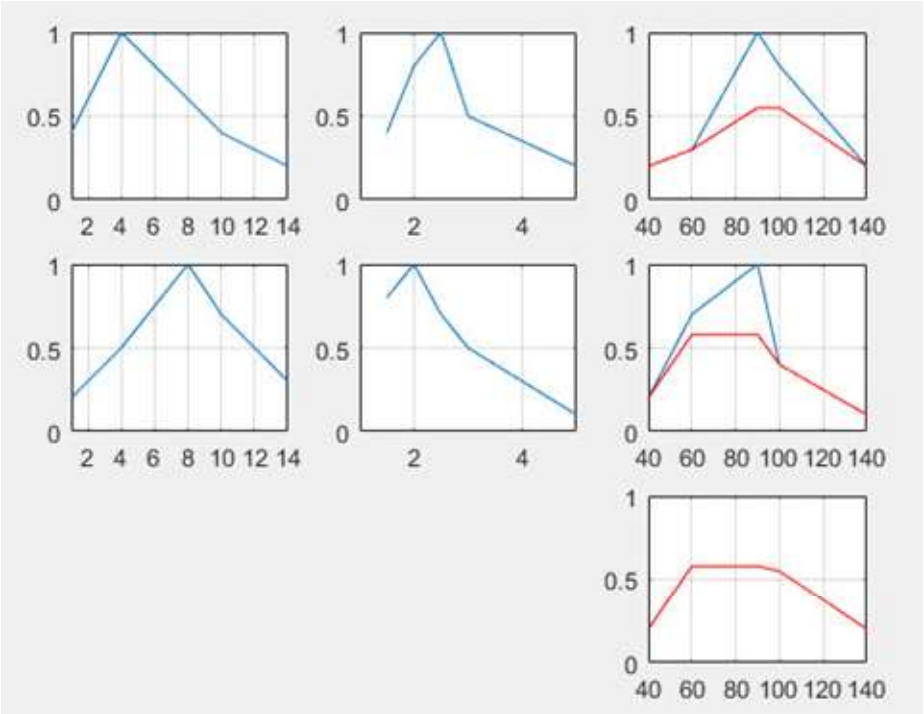
ترسیم تابع عضویت خط ترمز **A2**

محدود کردن بازه نمایش **A1=[1 14] and UA=[0 1]**

Bay

www.freebay.ir

نمایش ترسیمی استنتاج فازی برای سرعت خودرو با روش برش



3

```
>> subplot(3,3,5)
>> plot(UB,muB2)
>> axis([1 5 0 1]);
>> grid
>> subplot(3,3,6)
>> plot(UC,muC2,UC,fmout(2,:),'r')
>> axis([40 140 0 1]);
>> axis([40 140 0 1]);
>> grid
>> %Aggregated Rule
>> subplot(3,3,9)
>> plot(UC,agg,'r')
>> axis([40 140 0 1]);
>> grid
```

4

```
[fisout,agg,fmout,alpha]=fismamdani(inpvalues,universes,rules,'nsc')
fisout =
  85.1090
agg =
   0.1160   0.4060   0.5800   0.4400   0.1100
fmout =
   0.1100   0.1650   0.5500   0.4400   0.1100
   0.1160   0.4060   0.5800   0.2320   0.0580
alpha =
   0.5500   0.5800
```

استنتاج ممدانی با روش تغییر مقیاس

خروجی سرعت استنتاج شده

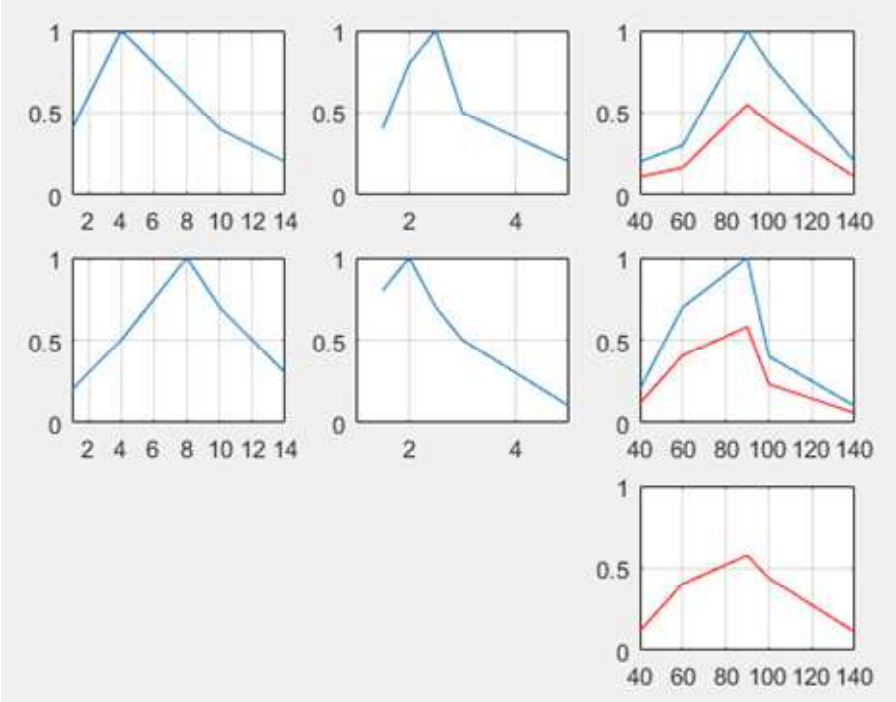
$$\tilde{C}_{Agg}=\{\frac{.1}{40}\ \frac{.35}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.32}{100}\ \frac{.08}{140}\}$$

$$\tilde{C}_{T_1}=\{\frac{.08}{40}\ \frac{.12}{60}\ \frac{.4}{90}\ \frac{.32}{100}\ \frac{.08}{140}\}$$

$$\tilde{C}_{T_2}=\{\frac{.1}{40}\ \frac{.35}{60}\ \frac{.5}{90}\ \frac{.2}{100}\ \frac{.05}{140}\}$$

α_2 α_1

نمایش ترسیمی استنتاج فازی برای سرعت خودرو با روش تغییر مقیاس



www.freebay.ir

برنامه قاعده اگر خط ترمز A و وزن B آنگاه سرعت S به روش برش و تغییر مقیاس

1

```
UB=0:.5:15;
UW=1.7:.05:3.2;
US=20:5:200;
sbr=4;
mwt=2;
lsp=60;
mfsbr=fuzzifys(UB,sbr,'i',6);
mfmwt=fuzzifys(UW,mwt,'b',5);
mflsp=fuzzifys(US,lsp,'b',5);
mfplsp=mfplus(mflsp);
mbr=7;
msp=80;
mfmbr=fuzzifys(UB,mbr,'i',6);
mfpmwt=mfplus(mfmwt);
mfmsp=fuzzifys(US,msp,'b',5);
mfvmsp=mfvery(mfmsp);
lbr=10;
hwt=2.8;
hsp=120;
mflbr=fuzzifys(UB,lbr,'i',6);
mfhwt=fuzzifys(UW,hwt,'b',5);
mfhsp=fuzzifys(US,hsp,'b',5);
vlbr=14;
vhwt=3.2;
vhsp=180;
mfvlbr=fuzzifys(UB,vlbr,'i',6);
mfvhwt=fuzzifys(UW,vhwt,'b',5);
mfvhsp=fuzzifys(US,vhsp,'b',5);
mfsvhsp=mfslightly(mfvhsp);
null=[];
and=1;
or=2;
then=3;
universes={UB UW US};
inpvalues=[8.2 2.5];
rules={mfsbr and mfmwt then mfplsp;
mfmbr and mfpmwt then mfvmsp;
mflbr and mfhwt then mfhsp;
mfvlbr and mfvhwt then mfsvhsp};
[csp,agg,fmout,alpha]=fismamdani
(inpvalues,universes,rules,'trc')
alpha
alpha =
    0    0.3629    0.4000         0
csp
csp =
  101.5763
```

مجموعه جهانی UB حاوی طول خط ترمز بر حسب متر

مجموعه جهانی UW حاوی وزن بر حسب تن

مجموعه جهانی US حاوی سرعت خودرو برحسب کیلومتر بر ساعت

محوریت مقدار حقیقی خط ترمز کوتاه برابر 4 متر

محوریت مقدار حقیقی وزن متوسط برابر 2 تن

محوریت مقدار حقیقی سرعت کم برابر 60 کیلومتر در ساعت

تولید تابع عضویت فازی خط ترمز کوتاه به روش مثلثی با قاعده 6

تولید تابع عضویت فازی وزن متوسط به روش زنگوله با ضریب پهنای 5

تولید تابع عضویت فازی سرعت کم به روش زنگوله با ضریب پهنای 5

تولید تابع عضویت فازی سرعت کم با کمی تاکید بیشتر

محوریت مقدار حقیقی خط ترمز متوسط برابر 7 متر

محوریت مقدار حقیقی سرعت متوسط برابر 80 کیلومتر در ساعت

تولید تابع عضویت فازی خط ترمز متوسط به روش مثلثی با قاعده 6

تولید تابع عضویت فازی وزن متوسط با کمی تاکید بیشتر

تولید تابع عضویت فازی سرعت متوسط به روش زنگوله با ضریب پهنای 5

تولید تابع عضویت فازی سرعت متوسط کمی بیشتر – سرعت خیلی متوسط

محوریت مقدار حقیقی خط ترمز طولانی برابر 10 متر

محوریت مقدار حقیقی وزن زیاد برابر 2.8 تن

محوریت مقدار حقیقی سرعت زیاد برابر 120 کیلومتر در ساعت

تولید تابع عضویت فازی خط ترمز طولانی به روش مثلثی با قاعده 6

تولید تابع عضویت فازی وزن زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای 5

تولید تابع عضویت فازی سرعت زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای 5

محوریت مقدار حقیقی خط ترمز خیلی طولانی برابر 14 متر

محوریت مقدار حقیقی وزن خیلی زیاد برابر 3.2 تن

محوریت مقدار حقیقی سرعت خیلی زیاد برابر 180 کیلومتر در ساعت

تولید تابع عضویت فازی خط ترمز خیلی طولانی به روش مثلثی با قاعده 6

تولید تابع عضویت فازی وزن خیلی زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای 5

تولید تابع عضویت فازی سرعت خیلی زیاد به روش زنگوله با ضریب پهنای 5

تولید تابع عضویت فازی سرعت نسبتا خیلی زیاد

چهار متغیر الزامی برای ساختن قاعده در FIS

تشکیل مجموعه مجموعه های جهانی مقدم ها و تالی ها

بردار مقادیر جاری فرض بر اینکه خط ترمز 8.2 متر باشد. فرض بر اینکه وزن 2.5 تن باشد.

تولید قانون : خط ترمز کوتاه و وزن متوسط آنگاه سرعت کم با کمی تاکید بیشتر

تولید قانون : خط ترمز متوسط و وزن متوسط با کمی تاکید بیشتر آنگاه سرعت خیلی متوسط

تولید قانون : خط ترمز طولانی و وزن زیادآنگاه سرعت زیاد

تولید قانون : خط ترمز خیلی طولانی و وزن خیلی زیاد آنگاه سرعت کم و بیش خیلی زیاد

استنتاج ممدانی با روش برش

α

خروجی سرعت استنتاج شده

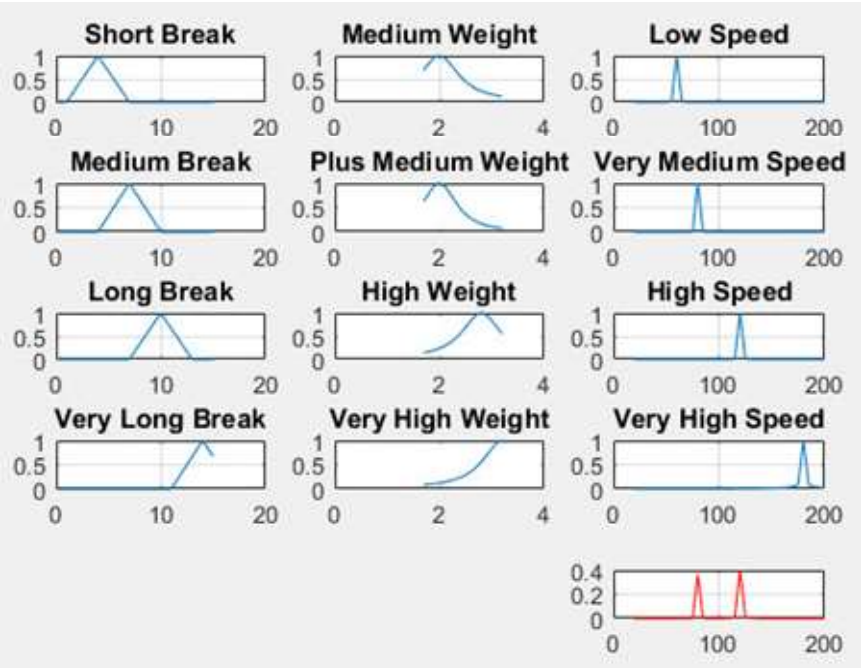
www.freebay.ir

2

```
figure(1)
%Rule1
subplot(5,3,1)
plot(UB,mfsbr)
grid
title('Short Break')
subplot(5,3,2)
plot(UW,mfmwt)
grid
title('Medium Weight')
subplot(5,3,3)
plot(US,mflsp)
grid
title('Low Speed')
%Rule2
subplot(5,3,4)
plot(UB,mfmbr)
grid
title('Medium Break')
subplot(5,3,5)
plot(UW,mfpmwt)
grid
title('Plus Medium Weight')
grid
subplot(5,3,6)
plot(US,mfvmsp)
grid
title('Very Medium Speed')
%Rule3
```

3

```
 subplot(5,3,7)
plot(UB,mflbr)
grid
title('Long Break')
subplot(5,3,8)
plot(UW,mfhwt)
grid
title('High Weight')
grid
subplot(5,3,9)
plot(US,mfhsp)
grid
title('High Speed')
%Rule4
subplot(5,3,10)
plot(UB,mfvlbr)
grid
title('Very Long Break')
subplot(5,3,11)
plot(UW,mfvhwt)
grid
title')Very High Weight ('
grid
subplot(5,3,12)
plot(US,mfsvhsp)
grid
title('Very High Speed')
%aggregated Rule
subplot(5,3,15)
plot(US,agg,'r')
  grid
```



4

```
[csp,agg,fmout,alpha]=fismamdani(inpvalues,universes,rules,'nsc');
Alpha;
alpha =      0   0.3629   0.4000        0
csp; csp =102.5535
```

مقادیر بدست آمده درصورتیکه از روش تغییر مقیاس استفاده شود.

www.freebay.ir

استنتاج به روش ساجنو

در روش ساجنو خروجی هر قاعده تابعی غیر فازی از ورودی ها بدین شکل میباشد.

If x is A and y is B then z is f(x,y)

در اینحالت **f(x,y)** یک تابع غیر فازی است و معمولا یک چند جمله ای از ورودی های **X,y** است ولی از نظر تئوری هر نوع تابعی میتواند باشد.

ساجنو درجه صفر

از این روش بیشتر در محاسبات برخط که نیاز به بدست آوردن سریع جواب میباشد توسط متخصصین استفاده میگردد.

در صورتی که **f(x,y)** یک مقدار ثابت باشد سیستم استنتاج فازی **FIS** را مدل سانجوی درجه **0** می نامند.که یک حالت خاص از استنتاج ممدانی است که در آن خروجی هر هر قاعده یک مقدار فازی یگانه **Singleton** است.

عدد فازی یگانه عددی است که عضویت یکی از عناصر مجموعه جهانی در آن **1** و عضویت بقیه عناصر **0** است.

در صورتیکه تابع **f(x,y)** یک تابع خطی از **X,y** باشد **Z=px+qy+r** را سیستم استنتاج مدل سانجو درجه یک مینامند.

نمونه

If $\tilde{x}$ is A and $\tilde{y}$ is B then $\tilde{z}$=-x+y+1 — If $\tilde{x}$ is A and $\tilde{y}$ is B then $\tilde{z}$=-x+2

If $\tilde{x}$ is A and $\tilde{y}$ is B then $\tilde{z}$=-y+3 — If $\tilde{x}$ is A and $\tilde{y}$ is B then $\tilde{z}$=x+y+2

$$\tilde{A}1=\{\frac{.4}{1}\ \frac{1}{4}\ \frac{.6}{8}\ \frac{.4}{10}\ \frac{.2}{14}\}\qquad \tilde{A}2=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{4}\ \frac{1}{8}\ \frac{.7}{10}\ \frac{.3}{14}\}$$

$$\tilde{B}1=\{\frac{.4}{1.5}\ \frac{.8}{2}\ \frac{1}{2.5}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.2}{5}\}\qquad \tilde{B}2=\{\frac{.8}{1.5}\ \frac{1}{2}\ \frac{.7}{2.5}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.1}{5}\}$$

مقدار توسط تخصص و تجربه بدست آمده است ⟶ C1=Z1=60 — C2=Z2=100

اگر فرض کنیم طول خط ترمز جاری خودرو **10** و وزن خودرو **3** تن باشد.

1

میزان عضویت **10** در مجموعه فازی **A1** = .4

میزان عضویت **3** در مجموعه فازی **B1** = .5

میزان عضویت **10** در مجموعه فازی **A2** = .7

میزان عضویت **3** در مجموعه فازی **B2** = .5

2

W_1 فاکتور وزن در قاعده اول α_1

$$Min\{\mu\tilde{A}_1(10),\mu\tilde{B}_1(3)\}=.4$$

W_2 فاکتور وزن در قاعده دوم α_2

$$Min(\mu\tilde{A}_2(10),\mu\tilde{B}_2(3))=.5$$

در روش ساجنو ضرایب برش نقش اهمیت یا وزن را پیدا میکنند.

3

غیرفازی سازی مجموعه جهانی نهایی و یافتن سرعت تخمینی سرعت جاری

$$Z=\text{Current Speed}=\frac{W1*C1+W2*C2}{W1+W2}=\frac{.4*60+.5*100}{.4+.5}=82.22\ Km/h$$

تابع استنتاج مدل ساجنو درجه صفر

fissugeno

[sugeno_out,alpha]=fissugeno(inpvalues,universes,rules)

- sugeno_out: استنتاج ساجنو درجه صفر
- alpha: بردار شامل وزن ها W
- inpvalues: مقادیر جاری مقدم ها
- universes: مجموع بردارهای مجموعه جهانی فازی
- rules: مجموعه قواعد

ساجنو درجه یک

$Z1=5A+3B+2$, $Z2=8A+6B+4$

A=10 (خط ترمز) ⟶ Z1=61

B=3 (وزن خودرو) ⟶ Z2=102

$$Z=\text{Current Speed}=\frac{W1*C1+W2*C2}{W1+W2}=\frac{.4*61+.5*102}{.4+.5}=83.78\ Km/h$$

[باتوجه به ترکیبهای مختلف همدل های خطی در حال حاضر برنامه ای برای ساجنوی درجه بالاتر از صفر وجود ندارد.]

Bay
www.freebay.ir

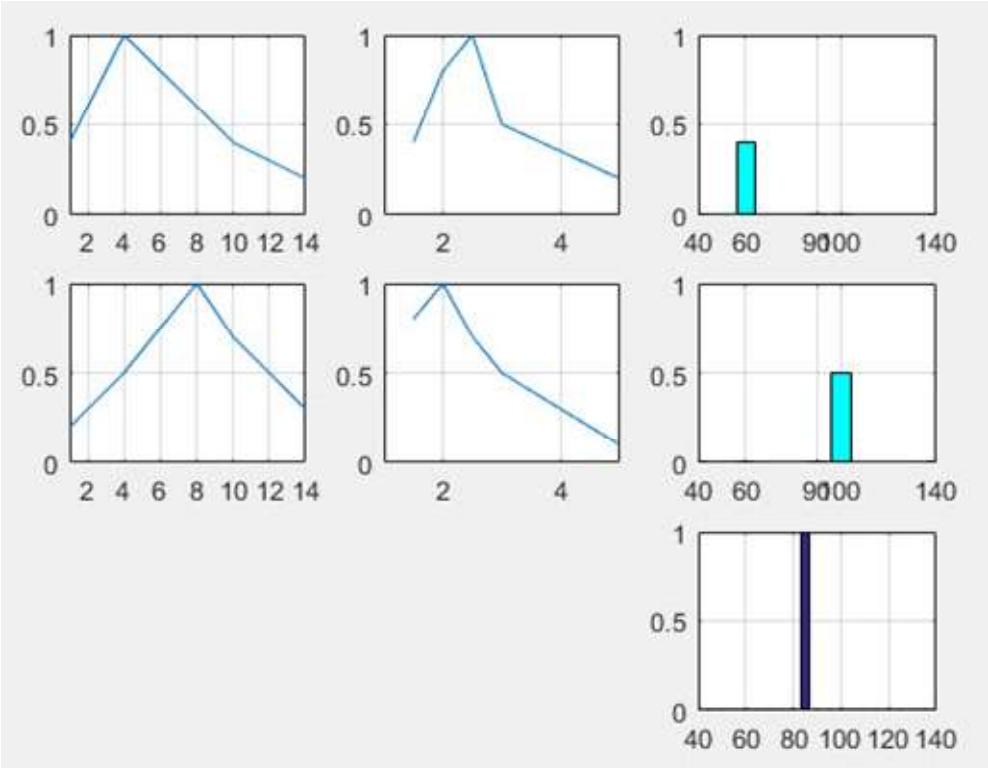
برنامه قاعده اگر خط ترمز **A** و وزن **B** آنگاه سرعت **S** به روش ساجنو درجه صفر

1

```
UA=[1 4 8 10 14];
UB=[1.5 2 2.5 3 5];
UC=[40 60 90 100 140];
muA1=[.4 1 .6 .4 .2];
muB1=[.4 .8 1 .5 .2];
C1=60;
muA2=[.2 .5 1 .7 .3];
muB2=[.8 1 .7 .5 .1];
C2=100;
null=[];
and=1;
or=2;
then=3;
>> inpvalues=[10 3];
>> universe={UA UB};
rules={muA1 and muB1 then C1;muA2 and muB2 then C2};
[sugeno_out,alpha]=fissugeno(inpvalues,universe,rules)
sugeno_out =
  82.2222
alpha =
   0.4000    0.5000
figure(1);
%Rule1
subplot(3,3,1)
plot(UA,muA1)
axis([1 14 0 1]);
grid
subplot(3,3,2)
plot(UB,muB1)
axis([1 5 0 1]);
grid
```

2

```
subplot(3,3,3)
muC1=zeros(1,length(UC));
muC1(find(UC==C1))=alpha(1);
bar(UC,muC1,'C')
axis([40 140 0 1]);
grid
%Rule2
subplot(3,3,4)
plot(UA,muA2)
axis([1 14 0 1]);
grid
subplot(3,3,5)
plot(UB,muB2)
axis([1 5 0 1]);
grid
subplot(3,3,6)
muC2=zeros(1,length(UC));
muC2(find(UC==C2))=alpha(2);
bar(UC,muC2,'C')
axis([40 140 0 1]);
grid
%Aggregated Rule
subplot(3,3,9)
UC=40:5:140;
muAgg=zeros(1,length(UC));
n=find(UC>=sugeno_out);
muAgg(n(1))=1;
bar(UC,muAgg)
axis([40 140 0 1]);
grid
```



www.freebay.ir

برنامه کاربردی قاعده اگر خط ترمز **A** و وزن **B** آنگاه سرعت **S** به روش ساجنو درجه صفر

1

```
>> UB=0:.5:15;
 UW=1.7:.05:3.2;
 US=20:5:200;
 sbr=4;
 mwt=2;
 lsp=60;
 mfsbr=fuzzifys(UB,sbr,'i',6);
 mfmwt=fuzzifys(UW,mwt,'b',5);
 mflsp=fuzzifys(US,lsp,'b',5);
 mfplsp=mfplus(mflsp);
 mbr=7;
 msp=80;
 mfmbr=fuzzifys(UB,mbr,'i',6);
 mfpmwt=mfplus(mfmwt);
 mfmsp=fuzzifys(US,msp,'b',5);
 mfvmsp=mfvery(mfmsp);
 lbr=10;
 hwt=2.8;
 hsp=120;
 mflbr=fuzzifys(UB,lbr,'i',6);
 mfhwt=fuzzifys(UW,hwt,'b',5);
 mfhsp=fuzzifys(US,hsp,'b',5);
 vlbr=14;
 vhwt=3.2;
 vhsp=180;
 mfvlbr=fuzzifys(UB,vlbr,'i',6);
 mfvhwt=fuzzifys(UW,vhwt,'b',5);
 mfvhsp=fuzzifys(US,vhsp,'b',5);
 mfsvhsp=mfslightly(mfvhsp);
 null=[];
 and=1;
 or=2;
 then=3;
 universes={UB UW US};
 inpvalues=[8.2 2.5];
>> plsp=defuzzyg(US,mfplsp);
>> vmsp=defuzzyg(US,mfvmsp);
>> hsp=defuzzyg(US,mfhsp);
>> svhsp=defuzzyg(US,mfsvhsp);
>>  rules={mfsbr and mfmwt then plsp;
mfmbr and mfpmwt then vmsp;
mflbr and mfhwt then hsp;
mfvlbr and mfvhwt then svhsp};
[sugeno_out,alpha]=fissugeno(inpvalues,universes,rules)
sugeno_out =
  100.9685
alpha =
      0    0.3629    0.4000         0
```

2

```
>> figure(1)
>> %Rule1
subplot(5,3,1)
plot(UB,mfsbr)
axis([1 15 0 1]);
grid
subplot(5,3,2)
plot(UW,mfmwt)
axis([1 5 0 1]);
grid
subplot(5,3,3)
US=40:5:200;
muS=zeros(1,length(US));
n=find(US>=plsp);
muS(n(1))=alpha(1);
bar(US,muS,'c')
axis([40 200 0 1.2]);
grid
>> %Rule2
subplot(5,3,4)
plot(UB,mfmbr)
axis([1 15 0 1]);
grid
subplot(5,3,5)
plot(UW,mfpmwt)
axis([1 5 0 1]);
grid
subplot(5,3,6)
US=40:5:200;
muS=zeros(1,length(US));
n=find(US>=vmsp);
muS(n(1))=alpha(2);
bar(US,muS,'c')
axis([40 200 0 1.2]);
grid
>> %Rule3
subplot(5,3,7)
plot(UB,mflbr)
axis([1 15 0 1]);
grid
subplot(5,3,8)
plot(UW,mfhwt)
axis([1 5 0 1]);
grid
subplot(5,3,9)
US=40:5:200;
muS=zeros(1,length(US));
n=find(US>=hsp);
```


Bay
www.freebay.ir

3

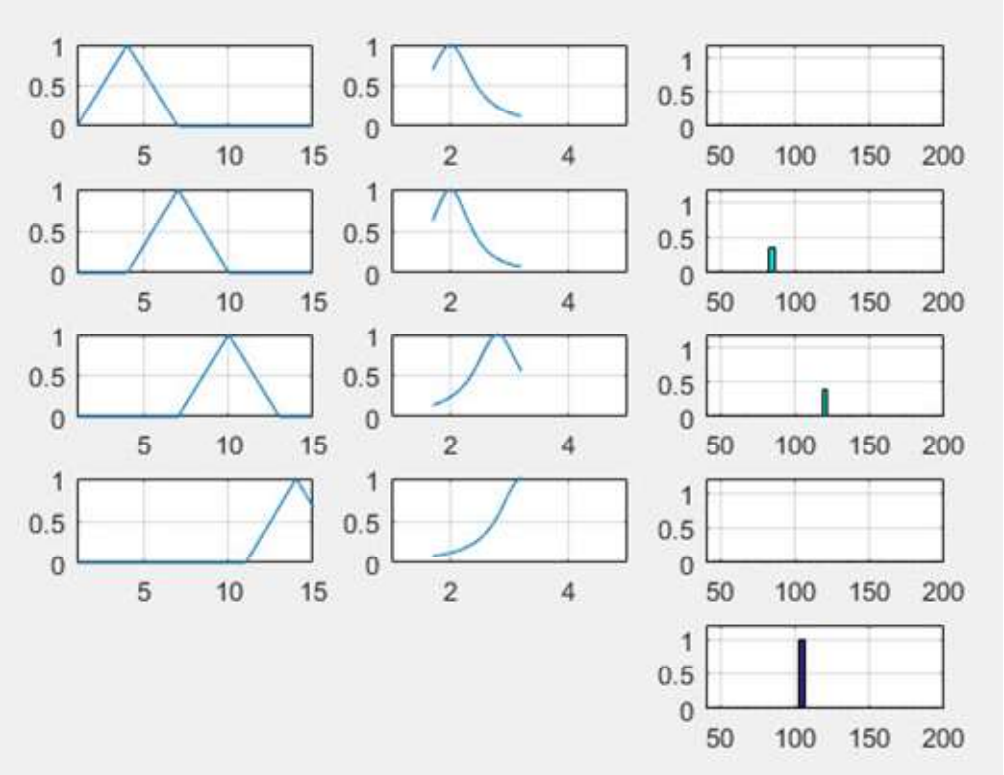
```
muS(n(1))=alpha(3);
bar(US,muS,'c')
axis([40 200 0 1.2]);
grid
>> %Rule4
subplot(5,3,10)
plot(UB,mfvlbr)
axis([1 15 0 1]);
grid
subplot(5,3,11)
plot(UW,mfvhwt)
```

4

```
axis([1 5 0 1]);
grid
subplot(5,3,12)
US=40:5:200;
muS=zeros(1,length(US));
n=find(US>=svhsp);
muS(n(1))=alpha(4);
bar(US,muS,'c')
axis([40 200 0 1.2]);
grid
```

5

```
>> %Aggregated Rule
subplot(5,3,15)
US=40:5:200;
muS=zeros(1,length(US));
n=find(US>=sugeno_out);
muS(n(1))=1;
bar(US,muS)
axis([40 200 0 1.2]);
grid
```



بررسی دقت عملکرد جمع فازی و غیر فازی

دوعدد 2.4 و2.6 را در نظر میگیریم ، مشخص است که در حالت دقیق غیر فازی مجموع عدد 5 میشود و در حالت فازی به شکل زیر است.

فازی سازی زنگوله ای با ضریب پهنای یک

```
>> U=0:.1:5;
>> muA=fuzzifys(U,2.4);
>> muB=fuzzifys(U,2.6);
>>
[UC,muC]=fuzzyadd(U,muA,U,muB);
>> C=defuzzyg(UC,muC)

C =

   4.9462
```

فازی سازی مثلثی با قاعده دو

```
>> U=0:.1:5;
>> muA=fuzzifys(U,2.4,'i',2);
>> muB=fuzzifys(U,2.6,'i',2);
>>
[UC,muC]=fuzzyadd(U,muA,U,muB);
>> C=defuzzyg(UC,muC)

C =

   5.0131
```

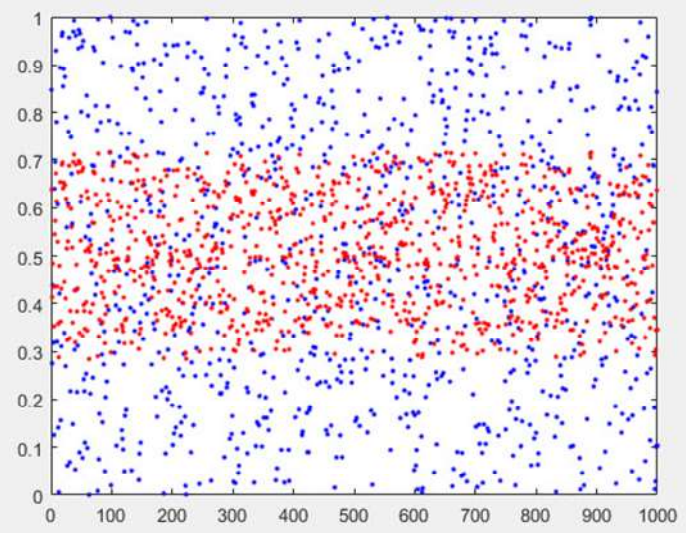
www.freebay.ir

تولید هزار عدد تصادفی با قاعده اگر A و Aآنگاه A بصورت فازی شده و محاسبه مجموع مربعات خطا . اعداد غیر فازی به صورت نقاط آبی و بعد از فازی سازی با نقاط قرمز مشخص شده اند

fismamdani

```
>> iter=1000;
verbals;
r1=rulemakem(fuzzyand(verysmall,verysmall),verysmall);
r2=rulemakem(fuzzyand(small,small),small);
r3=rulemakem(fuzzyand(medium,medium),medium);
r4=rulemakem(fuzzyand(big,big),big);
r5=rulemakem(fuzzyand(verybig,verybig),verybig);
R=totalrule(r1,r2,r3,r4,r5);
and=1;
or=2;
then=3;
universes={u,u,u};
rules={verysmall and verysmall then verysmall;small and small then small;medium and medium then medium;big and big then big;verybig and verybig then verybig};
for i=1:iter
r=rand;
vr(i)=r;
mur=fuzzifya(u,r);
[a(i)]=fismamdani([r,r],universes,rules,'trc');
e(i)=r-a(i);
end
sum_s_error=sum(e.^2)
hor=1:1:iter;
plot(hor,vr,'b.',hor,a,'r.')
sum_s_error =
 28.8564
```

روش استنتاج ممدانی و فازی سازی زنگوله با ضریب پهنای یک



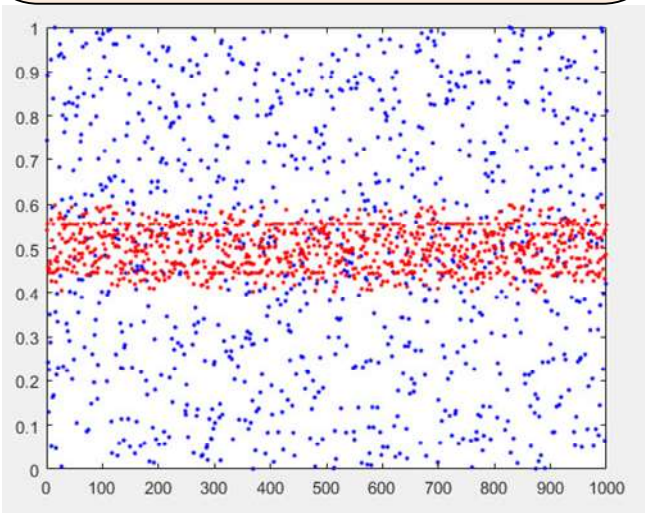
```
mur=fuzzifya(u,r,'i',.5);
sum_s_error =
 2.5656
```

روش استدلال تقریبی و فازی سازی مثلثی با قاعده .5 جهت بهبود.

rulemakem

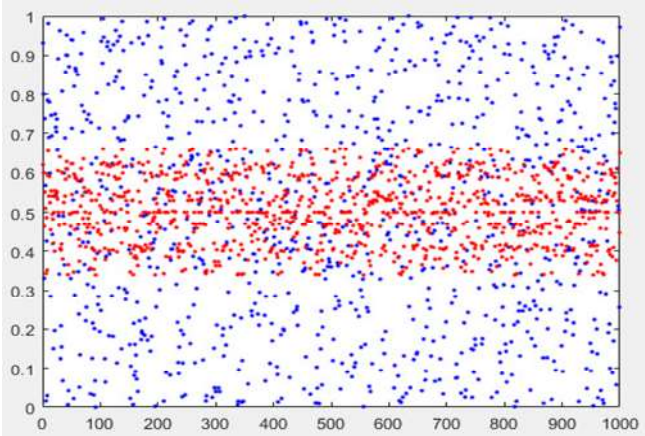
```
>> iter=1000;
verbals;
r1=rulemakem(fuzzyand(verysmall,verysmall),verysmall);
r2=rulemakem(fuzzyand(small,small),small);
r3=rulemakem(fuzzyand(medium,medium),medium);
r4=rulemakem(fuzzyand(big,big),big);
r5=rulemakem(fuzzyand(verybig,verybig),verybig);
R=totalrule(r1,r2,r3,r4,r5);
for i=1:iter
r=rand;
vr(i)=r;
mur=fuzzifya(u,r);
a(i)=defuzzyg(u,ruleresp(R,fuzzyand(mur,mur)));
e(i)=r-a(i);
end
sum_s_error=sum(e.^2)
hor=1:1:iter;
plot(hor,vr,'b.',hor,a,'r.')
sum_s_error =
 58.4781
```

روش استدلال تقریبی و فازی سازی زنگوله با ضریب پهنای یک



```
mur=fuzzifya(u,r,'i',.5);
sum_s_error =
 43.5057
```

روش استدلال تقریبی و فازی سازی مثلثی با قاعده .5 جهت بهبود.



www.freebay.ir

– با استفاده از جدول قواعد درست بودن یا غلط بودن این گزاره را برای (P درست) و (Q,R نادرست) مشخص کنید. برای این گزاره یک مدل ریاضی بنویسید.؟

$(\neg P\vee Q)\to(R\vee(Q\to P))$

1

$(\neg P\vee Q)\to(R\vee(Q\to P))$ →

P	¬P	Q	(¬P∨Q)	R	(Q→P)	(R∨(Q→P))	(¬P∨Q)→(R∨(Q→P))
T	F	F	F	F	T	F	T

$Max[min(P,1-Q),max(R,max(1-Q,P))]$ **Or** $Max[1-max(1-P,Q),max(R,max(1-Q,P))]$

$(P\wedge\neg Q)\vee(R\vee(\neg Q\vee P))$ $\neg(\neg P\vee Q)\vee(R\vee(Q\to P))$

– با استفاده از جدول قواعد درست بودن یا غلط بودن این گزاره را با استفاده از قواعد هشتگانه برای (Q,S غلط) و (P,R درست) مشخص کنید. برای این گزاره یک مدل ریاضی بنویسید.؟

$(\neg P\vee Q\to R\wedge P)\to(S\vee Q)$

ارزش این گزاره غلط است

P	R	S	Q	¬P∨Q	R∧P	¬P∨Q→R∧P	S∨Q	(¬P∨Q→R∧P)→(S∨Q)
T	T	F	F	F	T	T	F	F

2

$(\neg P\vee Q\to R\wedge P)\equiv Max[\overline{(\neg P\vee Q)},(R\wedge P)]\equiv Max[(P\wedge\neg Q),(R\wedge P)]$

$\equiv Max[Min(P,1-Q),Min(R,P)]$

$(\neg P\vee Q\to R\wedge P)\to(S\vee Q)\equiv Max[\overline{(\neg P\vee Q\to R\wedge P)},(S\vee Q)]$

$\equiv Max[Min(Max(1-P,Q),Max(1-P,1-R)),Max(S,Q)]$

– با استفاده از جدول قواعد درست بودن یا غلط بودن این گزاره را برای (P,S نادرست) و (Q,R درست) مشخص کنید. برای این گزاره یک مدل ریاضی بنویسید.

$(R\vee Q)\to\neg P\wedge S\to(\neg S\wedge Q\vee P)$

– به ازاء مقادیر نسبی P=0.6 Q=0.3 R=0.5 S=0.4 پاسخ گزاره را بدست آورید؟

– مقدار بدست آمده از نظر شما چه مفهومی دارد؟

$(R\vee Q)\to\neg P\wedge S\to(\neg S\wedge Q\vee P)$

P	R	Q	S	(R∨Q)	(¬P∧S)	(¬S∧Q)∨P	(R∨Q) → (¬P∧S)	[(R∨Q) → (¬P∧S)] → (¬S∧Q)∨P
F	T	T	F	T	F	T	F	T

3

$[\overline{(R\vee Q)}\vee(\neg P\wedge S)]\to(\neg S\wedge Q)\vee P\equiv\overline{[\overline{(R\vee Q)}\vee(\neg P\wedge S)]}\vee[(\neg S\wedge Q)\vee P]$

$\equiv [Max(\overline{Max(R,Q)},Min(1-P,S)]\to[Max(Min(1-S,Q)),P]$

$\equiv Max\{\overline{[Min(Max(R,Q)),Max(P,1-S)]},[Max(Min(1-S,Q)),P]\}$

$\equiv Max\{[Max(Min(\overset{.5}{1-R},\overset{.7}{1-Q}),Min(\overset{.4}{1-P},\overset{.4}{S})],[Max(Min(\overset{.6}{1-S},\overset{.3}{Q})),\overset{.6}{P}]\}$

$Max(max(\overset{.5}{.5},.4),Max(\overset{.6}{.3},.6))=\overset{.6}{.6}$

P=.6 Q=.3
R=.5 S=.4

– صحت گزاره مورد نظر درست است . با شاخص 0.6 یا 60%

www.freebay.ir

– مقدار D=A+B-2C را با استفاده از اعداد فازی زیر محاسبه کرده و مقدار عددی (غیرفازی) آن را بدست آورید.؟

$$\tilde{A}=\{\frac{1}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}\quad \tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}\quad \tilde{C}=\{\frac{0}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{1}{4}\}$$

$$[S1=A+B \quad S2=2C \quad D=S1-S2]$$

M

	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8

$\tilde{S}1=\tilde{A}+\tilde{B}$

R

	.2	.8	.4	.1
1	.2	.8	.4	.1
.8	.2	.8	.4	.1
.4	.2	.4	.4	.1
.2	.2	.2	.2	.1

3+4 → Min[.3,.1]

U — $\frac{.4}{5}$ — Max

$$\tilde{A}+\tilde{B}=\{\overbrace{\frac{.2}{2}\ \frac{.8}{3}\ \frac{.8}{4}\ \frac{.4}{5}\ \frac{.4}{6}\ \frac{.2}{7}\ \frac{.1}{8}}^{\tilde{S}1}\}$$

4

$$\tilde{S}2=2\tilde{C}=\{\frac{1}{2}\}\cdot\{\frac{0}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{1}{4}\}=\{\overbrace{\frac{0}{2}\ \frac{.6}{4}\ \frac{.7}{6}\ \frac{1}{8}}^{\tilde{S}2}\}$$

M

	2	4	6	8
2	0	-2	-4	-6
3	1	-1	-3	-5
4	2	0	-2	-4
5	3	1	-1	-3
6	4	2	0	-2
7	5	3	1	-1
8	6	4	2	0

$\tilde{D}=\tilde{S}1-\tilde{S}2$

R

	0	.6	.7	1
.2	0	.2	.2	.2
.8	0	.6	.7	.8
.8	0	.6	.7	.8
.4	0	.4	.4	.4
.4	0	.4	.4	.4
.2	0	.2	.2	.2
.1	0	.1	.1	.1

$$\tilde{D}=\tilde{S}1-\tilde{S}2=\overbrace{\frac{.2}{-6}\ \frac{.8}{-5}\ \frac{.8}{-4}\ \frac{.7}{-3}\ \frac{.7}{-2}\ \frac{.6}{-1}\ \frac{.6}{0}\ \frac{.4}{1}\ \frac{.4}{2}\ \frac{.2}{3}\ \frac{.1}{4}\ \frac{0}{5}\ \frac{0}{6}}$$

$$D=\frac{(.2*-6)+(.8*-5)+(.8*-4)+(.7*-3)+(.7*-2)+(.6*-1)+(.6*0)+(.4*1)+(.4*2)+(.2*3)+(.1*4)+0+0}{.2+.8+.8+.7+.7+.6+.6+.4+.4+.2+.1+0+0}=-1.87$$

– اگر A,B اضلاع یک مستطیل بصورت فازی باشد محیط و مساحت این مستطیل چقدر است؟

$$\tilde{A}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}\quad \tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.9}{4}\}$$

M

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

مساحت = A*B

R

	.2	.5	.7	.9
.6	.2	.5	.6	.6
.8	.2	.5	.7	.8
.4	.2	.4	.4	.4
.2	.2	.2	.2	.2

$$A*B=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.6}{4}\ \frac{.7}{6}\ \frac{.8}{8}\ \frac{.4}{9}\ \frac{.4}{12}\ \frac{.2}{16}\}$$

5

$$\frac{(.2*1)+(.5*2)+(.6*3)+(.6*4)+(.7*6)+(.8*8)+(.4*9)+(.4*12)+(.2*16)}{.2+.5+.6+.6+.7+.8+.4+.4+.2}=6.27$$

محیط = (A+B)*2

M

	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8

R

	.2	.5	.7	.9
.6	.2	.5	.6	.6
.8	.2	.5	.7	.8
.4	.2	.4	.4	.4
.2	.2	.2	.2	.2

$$A+B=\{\frac{.2}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.6}{4}\ \frac{.7}{5}\ \frac{.8}{6}\ \frac{.4}{7}\ \frac{.2}{8}\}$$

$$(A+B)*2=\{\frac{1}{2}\}*\{\frac{.2}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.6}{4}\ \frac{.7}{5}\ \frac{.8}{6}\ \frac{.4}{7}\ \frac{.2}{8}\}$$

$$(A+B)*2=\{\frac{.2}{4}\ \frac{.5}{6}\ \frac{.6}{8}\ \frac{.7}{10}\ \frac{.8}{12}\ \frac{.4}{14}\ \frac{.2}{16}\}$$

$$\frac{(.2*4)+(.5*6)+(.6*8)+(.7*10)+(.8*12)+(.4*14)+(.2*16)}{.2+.5+.6+.7+.8+.4+.2}=10$$

www.freebay.ir

– با استفاده از مقادیر فازی زیر مقدار $D=A+B+2BC$ را بدست آورید؟

$$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.2}{4}\}\quad \tilde{B}=\{\frac{.1}{1}\ \frac{.3}{2}\ \frac{.9}{3}\ \frac{.5}{4}\}\quad \tilde{C}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{5}\ \frac{.9}{7}\}$$

$\tilde{A}+\tilde{B}$

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{array}\qquad R=\begin{array}{c|cccc} & .1 & .3 & .9 & .5 \\ .2 & .1 & .2 & .2 & .2 \\ .8 & .1 & .3 & .8 & .5 \\ .6 & .1 & .3 & .6 & .5 \\ .2 & .1 & .2 & .2 & .2 \end{array}$$

$$\tilde{A}+\tilde{B}=\{\frac{.1}{2}\ \frac{.2}{3}\ \frac{.3}{4}\ \frac{.8}{5}\ \frac{.6}{6}\ \frac{.5}{7}\ \frac{.2}{8}\}$$

$\tilde{B}\tilde{C}$

$$M=\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 5 & 7 \\ 1 & 1 & 2 & 5 & 7 \\ 2 & 2 & 4 & 10 & 14 \\ 3 & 3 & 6 & 15 & 21 \\ 4 & 4 & 8 & 20 & 28 \end{array}\qquad R=\begin{array}{c|cccc} & .2 & .5 & .7 & .9 \\ .1 & .1 & .1 & .1 & .1 \\ .3 & .2 & .3 & .3 & .3 \\ .9 & .2 & .5 & .7 & .9 \\ .5 & .2 & .5 & .5 & .5 \end{array}$$

$$\tilde{B}\tilde{C}=\{\frac{.1}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.2}{3}\ \frac{.3}{4}\ \frac{.1}{5}\ \frac{.5}{6}\ \frac{.1}{7}\ \frac{.2}{8}\ \frac{.3}{10}\ \frac{.3}{14}\ \frac{.7}{15}\ \frac{.5}{20}\ \frac{.9}{21}\ \frac{.5}{28}\}$$

$2\tilde{B}\tilde{C}$

$$2BC=\{\frac{.1}{2}\ \frac{.2}{4}\ \frac{.2}{6}\ \frac{.3}{8}\ \frac{.1}{10}\ \frac{.5}{12}\ \frac{.1}{14}\ \frac{.2}{16}\ \frac{.3}{20}\ \frac{.3}{28}\ \frac{.7}{30}\ \frac{.5}{40}\ \frac{.9}{42}\ \frac{.5}{56}\}$$

$D=\tilde{A}+\tilde{B}+2\tilde{B}\tilde{C}$

6

$$M=\begin{array}{c|cccccccccccccc} & 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 20 & 28 & 30 & 40 & 42 & 56 \\ 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 22 & 30 & 32 & 42 & 44 & 58 \\ 3 & 5 & 7 & 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 23 & 31 & 33 & 43 & 45 & 59 \\ 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 20 & 24 & 32 & 34 & 44 & 46 & 60 \\ 5 & 7 & 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 21 & 25 & 33 & 35 & 45 & 47 & 61 \\ 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 20 & 22 & 26 & 34 & 36 & 46 & 48 & 62 \\ 7 & 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 21 & 23 & 27 & 35 & 37 & 47 & 49 & 63 \\ 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 20 & 22 & 24 & 28 & 36 & 38 & 48 & 50 & 64 \end{array}$$

$$R=\begin{array}{c|cccccccccccccc} & .1 & .2 & .2 & .3 & .1 & .5 & .1 & .2 & .3 & .3 & .7 & .5 & .9 & .5 \\ .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 & .1 \\ .2 & .1 & .2 & .2 & .2 & .1 & .2 & .1 & .2 & .2 & .2 & .2 & .2 & .2 & .2 \\ .3 & .1 & .2 & .2 & .3 & .1 & .3 & .1 & .2 & .3 & .3 & .3 & .3 & .3 & .3 \\ .8 & .1 & .2 & .2 & .3 & .1 & .5 & .1 & .2 & .3 & .3 & .7 & .5 & .8 & .5 \\ .6 & .1 & .2 & .2 & .3 & .1 & .5 & .1 & .2 & .3 & .3 & .6 & .5 & .6 & .5 \\ .5 & .1 & .2 & .2 & .3 & .1 & .5 & .1 & .2 & .3 & .3 & .5 & .5 & .5 & .5 \\ .2 & .1 & .2 & .2 & .2 & .1 & .2 & .1 & .2 & .2 & .2 & .2 & .2 & .2 & .2 \end{array}$$

$D=\tilde{A}+\tilde{B}+2\tilde{B}\tilde{C}$

$$\{\frac{.1}{4}\ \frac{.1}{6}\ \frac{.2}{7}\ \frac{.2}{8}\ \frac{.2}{9}\ \frac{.2}{10}\ \frac{.2}{11}\ \frac{.3}{12}\ \frac{.3}{13}\ \frac{.3}{14}\ \frac{.3}{15}\ \frac{.3}{16}\ \frac{.5}{17}\ \frac{.5}{18}$$
$$\frac{.5}{19}\ \frac{.2}{20}\ \frac{.2}{21}\ \frac{.2}{22}\ \frac{.2}{23}\ \frac{.3}{24}\ \frac{.3}{25}\ \frac{.3}{26}\ \frac{.3}{27}\ \frac{.2}{28}\ \frac{.1}{30}\ \frac{.2}{31}\ \frac{.3}{32}$$
$$\frac{.3}{33}\ \frac{.3}{34}\ \frac{.7}{35}\ \frac{.6}{36}\ \frac{.5}{37}\ \frac{.2}{38}\ \frac{.1}{42}\ \frac{.2}{43}\ \frac{.2}{44}\ \frac{.5}{45}\ \frac{.5}{46}\ \frac{.8}{47}\ \frac{.6}{48}$$
$$\frac{.5}{49}\ \frac{.2}{50}\ \frac{.1}{58}\ \frac{.2}{59}\ \frac{.3}{60}\ \frac{.5}{61}\ \frac{.5}{62}\ \frac{.5}{63}\ \frac{.2}{64}\}$$

www.freebay.ir

– قانون یک سیستم بصورت زیر است . با استفاده از روش ممدانی قانون مربوطه را بسازید؟ **IF A Then B Else C**

$$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.7}{3}\} \qquad \tilde{B}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.4}{3}\} \qquad \tilde{C}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.5}{3}\}$$

7

$$A\rightarrow B \quad R1:\min(A,B) \qquad \bar{A}\rightarrow C \quad R2:\min(\text{not } A,C)$$

$$(A\times B)=R1=\begin{array}{c} \\ .2 \\ .8 \\ .7 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} .6 & .5 & .4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} .2 & .2 & .2 \\ .6 & .5 & .4 \\ .6 & .5 & .4 \end{bmatrix} \end{array} \qquad (\bar{A}\times C)=R2=\begin{array}{c} \\ .8 \\ .2 \\ .3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} .3 & .6 & .5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} .3 & .6 & .5 \\ .2 & .2 & .2 \\ .3 & .3 & .3 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$R=R1\cup R2=\overset{R}{\begin{bmatrix} .3 & .6 & .5 \\ .6 & .5 & .4 \\ .6 & .5 & .4 \end{bmatrix}}$$

– وقتی در رابطه **Else** نیز ذکر میشود فرمول روش ممدانی و زاده یکسان خواهد بود.

– مجموعه جهانی یک سیستم در موردرابطه بین درآمد و عدم تعادل رفتاری **U={1,2,3,4,5}** میباشد. مقادیر کلامی عبارتند از– { خیلی کم ، کم ، متوسط ، زیاد ، خیلی زیاد } نظر یک کارشناس اینست که اگر درآمد زیاد نباشد تعادل اجتماعی کم خواهد بود، نظر این کارشناس را با روش زاده به قانون درآورید .

$$\left.\begin{matrix}\{\text{خیلی کم ، کم ، متوسط ، زیاد ، خیلی زیاد}\}\\ 1\quad 2\quad 3\quad 4\quad 5\end{matrix}\right\} \qquad d=1 \text{ ضریب پهنا} \qquad \text{در صورتیکه مشخص نشود یک در نظر میگیریم}$$

$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2} \xrightarrow[\text{موریت } \mathbf{2} \text{ میباشد.}]{\text{شاخص درآمد زیاد}} \frac{1}{1+(1-2)^2}=.5 \quad \frac{1}{1+(2-2)^2}=1 \quad \frac{1}{1+(3-2)^2}=.5 \quad \frac{1}{1+(4-2)^2}=.2 \quad \frac{1}{1+(5-2)^2}=.1$$

$$\mu_{\tilde{B}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2} \xrightarrow[\text{اجتماعی کم } \mathbf{4} \text{ میباشد.}]{\text{شاخص تعادل}} \frac{1}{1+(1-4)^2}=.1 \quad \frac{1}{1+(2-4)^2}=.2 \quad \frac{1}{1+(3-4)^2}=.5 \quad \frac{1}{1+(4-4)^2}=1 \quad \frac{1}{1+(5-4)^2}=.5$$

$$\tilde{A}=\{\frac{.5}{1}\ \frac{1}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.2}{4}\ \frac{.1}{5}\} \qquad \tilde{B}=\{\frac{.1}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{1}{4}\ \frac{.5}{5}\}$$

8

اگر درآمد زیاد نباشد آنگاه تعادل اجتماعی کم خواهد بود

$$\textbf{If A then B}=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y) \longrightarrow \textbf{If not A then B}=(\bar{A}\times B)\cup(A\times Y)$$

$$\underset{\min}{(\bar{A}\times B)}=\begin{array}{c} \\ .5 \\ 0 \\ .5 \\ .8 \\ .9 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} .1 & .2 & .5 & 1 & .5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} .1 & .2 & .5 & .5 & .5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ .1 & .2 & .5 & .5 & .5 \\ .1 & .2 & .5 & .8 & .5 \\ .1 & .2 & .5 & .9 & .5 \end{bmatrix} \end{array} \qquad \underset{\min}{(A\times Y)}=\begin{array}{c} \\ .5 \\ 1 \\ .5 \\ .2 \\ .1 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \\ \begin{bmatrix} .5 & .5 & .5 & .5 & .5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ .5 & .5 & .5 & .5 & .5 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .2 \\ .1 & .1 & .1 & .1 & .1 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$\xrightarrow{R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)} \begin{bmatrix} .5 & .5 & .5 & .5 & .5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ .5 & .5 & .5 & .5 & .5 \\ .2 & .2 & .5 & .8 & .5 \\ .1 & .2 & .5 & .9 & .5 \end{bmatrix}$$

– مجموعه جهانی یک پرسشنامه در مورد مدل اقتصادی عرضه و تقاضا **U={1 2 3 4 5}** میباشد. مقادیر کلامی این عبارت { خیلی کوچک ، کوچک ، متوسط ، بزرگ ، خیلی بزرگ } است. رابطه بین عرضه و تقاضا این است که هرچه عرضه کم باشد تقاضا زیاد خواهد بود و هرچه عرضه زیاد باشد تقاضا کم خواهد بود . این نظریه را با استفاده از روش ممدانی بصورت قانون در آورید. ؟

9

$$\left.\begin{matrix}\{\text{خیلی کم ، کم ، متوسط ، زیاد ، خیلی زیاد}\}\\ 1\quad 2\quad 3\quad 4\quad 5\end{matrix}\right\} \equiv \left\{\begin{matrix}\{\text{خیلی کوچک ، کوچک ، متوسط ، بزرگ ، خیلی بزرگ}\}\\ 1\quad 2\quad 3\quad 4\quad 5\end{matrix}\right\} \qquad \text{در صورتیکه مشخص نشود یک در نظر میگیریم} \quad d=1 \text{ ضریب پهنا}$$

www.freebay.ir

$\mu_{\tilde{A}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2}$ شاخص عرضه و تقاضای زیاد، موریت 2 میباشد. $\rightarrow$ $\frac{1}{1+(1-2)^2}=.5$ $\frac{1}{1+(2-2)^2}=1$ $\frac{1}{1+(3-2)^2}=.5$ $\frac{1}{1+(4-2)^2}=.2$ $\frac{1}{1+(5-2)^2}=.1$

$\mu_{\tilde{B}}(x)=\frac{1}{1+d(x-c)^2}$ شاخص عرضه و تقاضای کم، موریت 4 میباشد. $\rightarrow$ $\frac{1}{1+(1-4)^2}=.1$ $\frac{1}{1+(2-4)^2}=.2$ $\frac{1}{1+(3-4)^2}=.5$ $\frac{1}{1+(4-4)^2}=1$ $\frac{1}{1+(5-4)^2}=.5$

$$\tilde{A}=\{\frac{.5}{1}\ \frac{1}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.2}{4}\ \frac{.1}{5}\} \qquad \tilde{B}=\{\frac{.1}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{1}{4}\ \frac{.5}{5}\}$$

9

هرچه عرضه زیاد باشد تقاضا کم خواهد بود

$A\rightarrow B$
$R1:\min(A,B)$

$$(A\times B)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .5 \\ 1 \\ .5 \\ .2 \\ .1 \end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccccc} .1 & .2 & .5 & 1 & .5 \end{array}\\ \begin{pmatrix} .1 & .2 & .5 & .5 & .5 \\ .1 & .2 & .5 & 1 & .5 \\ .1 & .2 & .5 & .5 & .5 \\ .1 & .2 & .2 & .2 & .2 \\ .1 & .2 & .1 & .1 & .1 \end{pmatrix}\end{array}$$

هرچه عرضه کم باشد تقاضا زیاد خواهد بود

$A\rightarrow B$
$R2:\min(B,A)$

$$(B\times A)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .1 \\ .2 \\ .5 \\ 1 \\ .5 \end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccccc} .5 & 1 & .5 & .2 & .1 \end{array}\\ \begin{pmatrix} .1 & .1 & .1 & .1 & .1 \\ .2 & .2 & .2 & .2 & .1 \\ .5 & .5 & .5 & .2 & .1 \\ .5 & 1 & .5 & .2 & .1 \\ .5 & .5 & .5 & .2 & .1 \end{pmatrix}\end{array}$$

$R=R1\cup R2$
$(A\times B)\cup(B\times A)$

$$\begin{pmatrix} .1 & .2 & .5 & .5 & .5 \\ .2 & .2 & .5 & 1 & .5 \\ .5 & .5 & .5 & .5 & .5 \\ .5 & 1 & .5 & .2 & .2 \\ .5 & .5 & .5 & .2 & .1 \end{pmatrix}$$

– اطلاعات زیر در مورد شرایط تصادف در دست است . اگر مجموعه جهانی طول خط ترمز $U1=\{1,2,3,4,5\}$ و مجموعه جهانی سرعت $U2=\{0,.5,1,1.5,2\}$ باشد تعیین نمایید اگر در یک تصادف طول خط ترمز یک ماشین 4 متر باشد سرعت ماشین چقدر است ؟

جدول موریت

طول خط ترمز	سرعت ماشین
5	1.6
4	1.4
3	1.2

طول خط ترمز به متر سرعت ماشین 100kM/h

برای فازی کردن از رابطه $\mu=\frac{1}{1+|x-c|}$ و برای غیر فازی کردن از روش مرکز ثقل استفاده نمایید.

ابتدا با توجه به مجموعه جهانی خط ترمز و سرعت ماشین و موریت های داده شده در جدول مربوطه ، فازی سازی مجموعه های داده شده را انجام میدهیم.

10

$\mu=\frac{1}{1+|x-c|}$

$U1=\{1,2,3,4,5\}$
مجموعه فازی خط ترمز

$$\begin{array}{ll} C=5 & \tilde{B}1=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.25}{2}\ \frac{.33}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{1}{5}\} \\ C=4 & \tilde{B}2=\{\frac{.25}{1}\ \frac{.33}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{1}{4}\ \frac{.5}{5}\} \\ C=3 & \tilde{B}3=\{\frac{.33}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{1}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.33}{5}\} \end{array}$$

$U2=\{0,.5,1,1.5,2\}$
مجموعه فازی سرعت

$$\begin{array}{ll} C=1.6 & \tilde{A}1=\{\frac{.38}{0}\ \frac{.48}{.5}\ \frac{.63}{1}\ \frac{.91}{1.5}\ \frac{.71}{2}\} \\ C=1.4 & \tilde{A}2=\{\frac{.42}{0}\ \frac{.53}{.5}\ \frac{.71}{1}\ \frac{.91}{1.5}\ \frac{.63}{2}\} \\ C=1.2 & \tilde{A}3=\{\frac{.45}{0}\ \frac{.59}{.5}\ \frac{.83}{1}\ \frac{.77}{1.5}\ \frac{.55}{2}\} \end{array}$$

با توجه به خط ترمز تعیین شده 4 مجموعه های فازی سرعت را برش میدهیم.

$$\begin{array}{ll} B1 \text{ با توجه به مجموعه فازی } \alpha_1=.5 & \tilde{A}1=\{\frac{.38}{0}\ \frac{.48}{.5}\ \frac{.5}{1}\ \frac{.5}{1.5}\ \frac{.5}{2}\} \\ B2 \text{ با توجه به مجموعه فازی } \alpha_2=1 & \tilde{A}2=\{\frac{.42}{0}\ \frac{.53}{.5}\ \frac{.71}{1}\ \frac{.91}{1.5}\ \frac{.63}{2}\} \\ B3 \text{ با توجه به مجموعه فازی } \alpha_3=.5 & \tilde{A}3=\{\frac{.45}{0}\ \frac{.5}{.5}\ \frac{.5}{1}\ \frac{.5}{1.5}\ \frac{.5}{2}\} \end{array}$$

اجتماع کل سرعت های برش یافته

A1 U A2 U A3

$$\{\frac{.45}{0}\ \frac{.53}{.5}\ \frac{.71}{1}\ \frac{.91}{1.5}\ \frac{.63}{2}\}$$

$$\{\frac{.45}{0}\ \frac{.53}{.5}\ \frac{.71}{1}\ \frac{.91}{1.5}\ \frac{.63}{2}\}=\frac{(.45*0)+(.53*.5)+(.71*1)+(.91*1.5)+(.63*2)}{(.45+.53+.71+.91+.63)}=1.11$$

www.freebay.ir

$\tilde{A}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}$ $\tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.9}{4}\}$ $\tilde{C}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.9}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$

If A then B else C If not C then B else A

If (A and C) then D

- سه عدد فازی زیر با قوانین در دست هستند

۱- ماتریس قوانین R رابسازید

۲- مقدار D را باشرط ذکر شده پیدا نموده و آنرا غیر فازی نمائید.

If A then B else C=$(A\times B)\cup(\bar{A}\times C)$

$$(A\times B)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .6\\.8\\.4\\.2\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}.2&.5&.7&.9\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.5&.6&.6\\.2&.5&.7&.8\\.2&.4&.4&.4\\.2&.2&.2&.2\end{pmatrix}\end{array}\quad (\bar{A}\times C)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .4\\.2\\.6\\.8\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}.2&.9&.4&.1\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.4&.4&.1\\.2&.2&.2&.1\\.2&.6&.4&.1\\.2&.8&.4&.1\end{pmatrix}\end{array}$$

$$R=(A\times B)\cup(\bar{A}\times C)\rightarrow\begin{pmatrix}.2&.5&.6&.6\\.2&.5&.7&.8\\.2&.6&.4&.4\\.2&.8&.4&.2\end{pmatrix}\quad R1$$

If not C then B else A=$(\bar{C}\times B)\cup(C\times A)$

$$(\bar{C}\times B)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .8\\.1\\.6\\.9\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}.2&.5&.7&.9\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.5&.7&.8\\.1&.1&.1&.1\\.2&.5&.6&.6\\.2&.5&.7&.9\end{pmatrix}\end{array}\quad (C\times A)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .2\\.9\\.4\\.1\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccc}.6&.8&.4&.2\end{array}\\\begin{pmatrix}.2&.2&.2&.2\\.6&.8&.4&.2\\.4&.4&.4&.2\\.1&.1&.1&.1\end{pmatrix}\end{array}$$

$$R=)\bar{C}\times B)\cup(C\times A)\quad\begin{pmatrix}.2&.5&.7&.8\\.6&.8&.4&.2\\.4&.5&.6&.6\\.2&.5&.7&.9\end{pmatrix}\quad R2$$

11

$$R=R1\cup R2\quad \overset{R1}{\begin{pmatrix}.2&.5&.6&.6\\.2&.5&.7&.8\\.2&.6&.4&.4\\.2&.8&.4&.2\end{pmatrix}}\ \cup\ \overset{R2}{\begin{pmatrix}.2&.5&.7&.8\\.6&.8&.4&.2\\.4&.5&.6&.6\\.2&.5&.7&.9\end{pmatrix}}=\overset{R}{\begin{pmatrix}.2&.5&.7&.8\\.6&.8&.7&.8\\.4&.6&.6&.6\\.2&.8&.7&.9\end{pmatrix}}$$

$$\text{If (A and C) then D}\xrightarrow{F=(A\text{ and }C)}\tilde{A}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}\cap\tilde{C}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.9}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}=\tilde{F}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$$

$$\text{If F then D}\rightarrow D=FOR\ \overset{F}{[.2\ .8\ .4\ .1]}\begin{pmatrix}.2&.5&.7&.8\\.6&.8&.7&.8\\.4&.6&.6&.6\\.2&.8&.7&.9\end{pmatrix}$$

D برابر است با ترکیب F و رابطه R

R

$$=[\overbrace{\underbrace{(.2,.2)}_{\min},\underbrace{(.8,.6)}_{\min},\underbrace{(.4,.4)}_{\min},\underbrace{(.1,.2)}_{\min}}^{\max}]\ \underbrace{(.2,.5),(.8,.8),(.4,.6),(.1,.8)}_{.8}\ \underbrace{(.2,.7),(.8,.7),(.4,.6),(.1,.7)}_{.7}\ \underbrace{(.2,.8),(.8,.8),(.4,.6),(.1,.9)}_{.8}$$

$$\underbrace{(.2,.2)}_{.6}$$

$$\tilde{D}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.8}{4}\}$$

$$\tilde{D}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.8}{3}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.8}{4}\}\rightarrow D=\frac{(.6*1)+(.8*3)+(.7*3)+(.8*4)}{(.6+.8+.7+.8)}=2.86$$

www.freebay.ir

– اعداد فازی و قوانین زیر در دست هستند اگر به سیستم ورودی C را بدهیم پاسخ آن بصورت عددی چقدر میباشد.

$\tilde{A}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.5}{4}\}$ $\tilde{B}=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.8}{5}\}$ $\tilde{C}=\{\frac{.7}{1}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.2}{4}\}$ If A then Not B If slightly A then very B

$\text{Slightly } \tilde{A}=\{\frac{.54}{1}\ \frac{.89}{2}\ \frac{.70}{4}\}=A' \qquad \text{Very } B=\{\frac{.16}{1}\ \frac{.36}{3}\ \frac{.64}{5}\}=B'$

If A then B= $(A\times B)\cup(\bar{A}\times Y)\longrightarrow$ If A then Not B= $(A\times\bar{B})\cup(\bar{A}\times Y)$

$$(A\times\bar{B})_{\min}=\begin{array}{c} \\ .3 \\ .8 \\ .5\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}.6 & .4 & .2\end{array}\\ \begin{pmatrix}.3 & .3 & .2\\ .6 & .4 & .2\\ .5 & .4 & .2\end{pmatrix}\end{array} \qquad (\bar{A}\times Y)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .7 \\ .2 \\ .5\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}1 & 1 & 1\end{array}\\ \begin{pmatrix}.7 & .7 & .7\\ .2 & .2 & .2\\ .5 & .5 & .5\end{pmatrix}\end{array} \xrightarrow{R=(A\times\bar{B})\cup(\bar{A}\times Y)} \begin{pmatrix}.7 & .7 & .7\\ .6 & .4 & .2\\ .5 & .5 & .5\end{pmatrix} \quad R1$$

If slightly A′ then very B′ = $(A'\times B)\cup(\bar{A}'\times Y)$

12

$$(A'\times\bar{B}')_{\min}=\begin{array}{c} \\ .54 \\ .89 \\ .70\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}.16 & .36 & .64\end{array}\\ \begin{pmatrix}.16 & .36 & .54\\ .16 & .36 & .64\\ .16 & .36 & .64\end{pmatrix}\end{array} \qquad (\bar{A}'\times Y)_{\min}=\begin{array}{c} \\ .46 \\ .11 \\ .30\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}1 & 1 & 1\end{array}\\ \begin{pmatrix}.46 & .46 & .46\\ .11 & .11 & .11\\ .30 & .30 & .30\end{pmatrix}\end{array} \xrightarrow{R=(A'\times\bar{B}')\cup(\bar{A}'\times Y)} \begin{pmatrix}.46 & .46 & .54\\ .16 & .36 & .64\\ .30 & .36 & .64\end{pmatrix} \quad R2$$

$$R=R1\cup R2 \qquad \underset{R1}{\begin{pmatrix}.7 & .7 & .7\\ .6 & .4 & .2\\ .5 & .5 & .5\end{pmatrix}} \ U \ \underset{R2}{\begin{pmatrix}.46 & .46 & .54\\ .16 & .36 & .64\\ .30 & .36 & .64\end{pmatrix}} = \begin{pmatrix}.7 & .7 & .7\\ .6 & .4 & .64\\ .5 & .5 & .64\end{pmatrix} \quad R$$

با داشتن مقدار C وقانون R میتوان D را بروش زیر حساب کرد.

If C then D=COR

$$COR=\underset{C}{[.7\ .5\ .2]}\underset{R}{\begin{pmatrix}.7 & .7 & .7\\ .6 & .4 & .6\\ .5 & .5 & .6\end{pmatrix}}=\overbrace{[\underbrace{(.7*.7)}_{\min},\underbrace{(.5*.6)}_{\min},\underbrace{(.2*.5)}_{\min}}^{\max}\ ,(.7*.7),(.5*.4),(.2*.5)\ ,(.7*.7)+(.5*.6)+(.2*.6)\ ]=[.7\ .7\ .7]$$

$$\tilde{D}=\{\frac{.7}{1}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.7}{4}\}\longrightarrow D=\frac{(.7*1+.7*3+.7*4)}{(.7+.7+.7)}=2.66$$

– دوعدد زیر را در نظر بگیرید. صحت اینکه $A\le B$ باشد چقدر است؟ $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.8}{3}\ \frac{.2}{4}\}$ $\tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}$

$$T(A\le B)=T(B\ge A)$$

13

$$T(\tilde{B}\ge\tilde{A})=\max(\min\mu_{\tilde{B}}^{.2}(1),\mu_{\tilde{A}}(1),\min\mu_{\tilde{B}}^{.2}(2),\mu_{\tilde{A}}(1),\ \min\mu_{\tilde{B}}^{.6}(2),\mu_{\tilde{A}}(2),\min\mu_{\tilde{B}}^{.2}(3),\mu_{\tilde{A}}(1),\min\mu_{\tilde{B}}^{.4}(3),\mu_{\tilde{A}}(2),$$
$$\min\mu_{\tilde{B}}^{.4}(3),\mu_{\tilde{A}}(3),\min\mu_{\tilde{B}}^{.2}(4),\mu_{\tilde{A}}(1),\ \min\mu_{\tilde{B}}^{.2}(4),\mu_{\tilde{A}}(2),\min\mu_{\tilde{B}}^{.2}(4),\mu_{\tilde{A}}(3),\min\mu_{\tilde{B}}^{.2}(4),\mu_{\tilde{A}}(4))$$

$$=\max(.2,.2,.6,.2,.4,.4,.2,.2,.2,.2)=.6$$

– صحت گزاره مورد نظر برابر .6 یا 60% میباشد.

www.freebay.ir

- اعداد فازی زیر در دست هستند صحت $T((A \cup B) \le (A \cap C))$ چقدر است؟

$$\tilde{A}=\{\frac{.1}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\} \quad \tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\} \quad \tilde{C}=\{\frac{0}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{1}{4}\}$$

$$\underbrace{\tilde{A} \cup \tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}}_{B} \quad \underbrace{\tilde{A} \cap \tilde{C}=\{\frac{0}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}}_{A} \quad T((A \cup B) \le (A \cap C)) \equiv T((A \cap C) \ge (A \cup B))$$

14

$$T(\tilde{A} \ge \tilde{B}) = \max(\min \mu_{\tilde{A}}(1)^{0}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(2)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(2)^{.6}, \mu_{\tilde{B}}(2), \min \mu_{\tilde{A}}(3)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(3)^{.4}, \mu_{\tilde{B}}(2),$$
$$\min \mu_{\tilde{A}}(3)^{.4}, \mu_{\tilde{B}}(3), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(2), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(3), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(4))$$
$$= \max(0,.2,.6,.2,.4,.4,.2,.2,.2,.2) = .6$$

با ضریب اطمینان **.6** میتوان صحت گزاره مورد نظر درست است.

- سه عدد فازی زیر در دست است . این سه عدد را بدون فازی کردن الویت بندی کنید؟

$$\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.2}{4}\} \quad \tilde{B}=\{\frac{.1}{1}\ \frac{.3}{2}\ \frac{.9}{3}\ \frac{.5}{4}\} \quad \tilde{C}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{5}\ \frac{.9}{7}\}$$

$$T(\tilde{A} \ge \tilde{B}) = \max(\min \mu_{\tilde{A}}(1)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(2)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(2)^{.3}, \mu_{\tilde{B}}(2), \min \mu_{\tilde{A}}(3)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(3)^{.3}, \mu_{\tilde{B}}(2),$$
$$\min \mu_{\tilde{A}}(3)^{.6}, \mu_{\tilde{B}}(3), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(2), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(3), \min \mu_{\tilde{A}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(4))$$
$$= \max(.1,.1,.3,.1,.3,.6,.1,.2,.2,.2) = .6$$

$$T(\tilde{B} \ge \tilde{A}) = \max(\min \mu_{\tilde{B}}(1)^{.1}, \mu_{\tilde{A}}(1), \min \mu_{\tilde{B}}(2)^{.2}, \mu_{\tilde{A}}(1), \min \mu_{\tilde{B}}(2)^{.3}, \mu_{\tilde{A}}(2), \min \mu_{\tilde{B}}(3)^{.2}, \mu_{\tilde{A}}(1), \min \mu_{\tilde{B}}(3)^{.8}, \mu_{\tilde{A}}(2),$$
$$\min \mu_{\tilde{B}}(3)^{.6}, \mu_{\tilde{A}}(3), \min \mu_{\tilde{B}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{A}}(1), \min \mu_{\tilde{B}}(4)^{.5}, \mu_{\tilde{A}}(2), \min \mu_{\tilde{B}}(4)^{.5}, \mu_{\tilde{A}}(3), \min \mu_{\tilde{B}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{A}}(4))$$
$$= \max(.1,.2,.3,.2,.8,.6,.2,.5,.5,.2) = .8$$

15

$$T(\tilde{C} \ge \tilde{B}) = \max(\min \mu_{C}(1)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(2)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(2)^{.3}, \mu_{\tilde{B}}(2), \min \mu_{\tilde{C}}(5)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(5)^{.3}, \mu_{\tilde{B}}(2),$$
$$\min \mu_{\tilde{C}}(5)^{.7}, \mu_{\tilde{B}}(3), \min \mu_{\tilde{C}}(7)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(7)^{.3}, \mu_{\tilde{B}}(2), \min \mu_{\tilde{C}}(7)^{.9}, \mu_{\tilde{B}}(3), \min \mu_{\tilde{C}}(7)^{.5}, \mu_{\tilde{B}}(4))$$
$$= \max(.1,.1,.3,.1,.3,.7,.1,.3,.9,.5) = .9$$

$$T(\tilde{B} \ge \tilde{C}) = \max(\min \mu_{C}(1)^{.1}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(2)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(2)^{.3}, \mu_{\tilde{B}}(2), \min \mu_{\tilde{C}}(3)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(3)^{.5}, \mu_{\tilde{B}}(2),$$
$$\min \mu_{\tilde{C}}(4)^{.2}, \mu_{\tilde{B}}(1), \min \mu_{\tilde{C}}(4)^{.5}, \mu_{\tilde{B}}(2)$$
$$= \max(.1,.2,.3,.2,.5,.2,.5) = .5$$

از مقایسه صحتهای فوق مشخص میگردد.

$$B>A \text{ and } C>B \rightarrow C>B>A$$

$$\text{Defuzzy A}=\frac{.2+.8*2+.6*3+.2*4}{.2+.8+.6+.2} \quad A=2.44$$

$$\text{Defuzzy B}=\frac{.1+.3*2+.9*3+.5*4}{.1+.3+.9+.5} \quad B=3$$

$$\text{Defuzzy C}=\frac{.2+.8*2+.6*3+.2*4}{.2+.8+.6+.2} \quad 4.78$$

صرفا جهت اطلاع و مقایسه

www.freebay.ir

– در یک مسئله تصمیم گیری مجموعه جهانی بصورت $U=\{1,2,3\}$ است .توابع عضویت مربوط به وزن معیارها و مقادیر آلترناتیو در جدول آمده است $C2,C4$ در تصمیم گیری تاثیر منفی دارند با استفاده از مقادیر فازی بدست آمده برای آلترناتیوها آنها را اولویت بندی نمایید.

	$\tilde{C}_1^+$	$\tilde{C}_2^-$	$\tilde{C}_3^+$	$\tilde{C}_4^-$	D
	[.4 .9 .1]	[.3 .8 .6]	[.2 1 .2]	[.8 .5 .2]	
$\tilde{A}_1$	[.3 .7 .2]	[.8 .3 .1]	[.4 .7 .2]	[.2 .6 1]	$D(\tilde{A}_1)$
$\tilde{A}_2$	[.2 .8 .1]	[.6 .3 .1]	[.1 .8 1]	[.5 .3 .1]	$D(\tilde{A}_2)$
$\tilde{A}_3$	[.4 .6 1]	[.4 .6 .1]	[.3 .7 .2]	[.8 .4 .2]	$D(\tilde{A}_3)$
$\tilde{A}_4$	[.6 .9 .8]	[.3 .8 .4]	[.3 .7 .1]	[.6 .9 .2]	$D(\tilde{A}_4)$

در ابتدا در قسمت معیارها عواملی که تاثیر منفی دارند را برای یکسان سازی به مکمل تبدیل میکنیم و در جدول درج مینمائیم.

	$\tilde{C}_1^+$	$\tilde{C}_2^+$	$\tilde{C}_3^+$	$\tilde{C}_4^+$	
	[.4 .9 .1]	[.7 .2 .4]	[.2 1 .2]	[.2 .5 .8]	
	[.6 .1 .9]	[.3 .8 .6]	[.8 0 .8]	[.8 .5 .2]	مکمل
$\tilde{A}_1$	[.3 .7 .2]	[.8 .3 .1]	[.4 .7 .2]	[.2 .6 1]	$D(\tilde{A}_1)$
$\tilde{A}_2$	[.2 .8 .1]	[.6 .3 .1]	[.1 .8 1]	[.5 .3 .1]	$D(\tilde{A}_2)$
$\tilde{A}_3$	[.4 .6 1]	[.4 .6 .1]	[.3 .7 .2]	[.8 .4 .2]	$D(\tilde{A}_3)$
$\tilde{A}_4$	[.6 .9 .8]	[.3 .8 .4]	[.3 .7 .1]	[.6 .9 .2]	$D(\tilde{A}_4)$

$$\mu_{\tilde{D}}(\tilde{A}_1)=\min\Big[\overbrace{\max([.6\ .1\ .9],[.3\ .7\ .2])}^{[.6\ .7\ .9]},\ \overbrace{\max([.3\ .8\ .6],[.8\ .3\ .1])}^{[.8\ .8\ .6]},\ \overbrace{\max([.8\ 0\ .8],[.4\ .7\ .2])}^{[.8\ .7\ .8]},\ \overbrace{\max([.8\ .5\ .2],[.2\ .6\ .1])}^{[.8\ .6\ 1]}\Big]=[.6\ .6\ .6]$$

16

$$\mu_{\tilde{D}}(\tilde{A}_2)=\min\Big[\overbrace{\max([.6\ .1\ .9],[.2\ .8\ .1])}^{[.9\ .8\ .9]},\ \overbrace{\max([.3\ .8\ .6],[.6\ .3\ .1])}^{[.6\ .8\ .6]},\ \overbrace{\max([.8\ 0\ .8],[.1\ .8\ 1])}^{[.8\ .8\ .8]},\ \overbrace{\max([.8\ .5\ .2],[.5\ .3\ .1])}^{[.8\ .5\ .2]}\Big]=[.6\ .5\ .2]$$

$$\mu_{\tilde{D}}(\tilde{A}_3)=\min\Big[\overbrace{\max([.6\ .1\ .9],[.4\ .6\ 1])}^{[.6\ .6\ .9]},\ \overbrace{\max([.3\ .8\ .6],[.4\ .6\ .1])}^{[.4\ .8\ .6]},\ \overbrace{\max([.8\ 0\ .8],[.3\ .7\ .2])}^{[.8\ .7\ .8]},\ \overbrace{\max([.8\ .5\ .2],[.8\ .4\ .2])}^{[.8\ .5\ .2]}\Big]=[.4\ .5\ .2]$$

$$\mu_{\tilde{D}}(\tilde{A}_4)=\min\Big[\overbrace{\max([.6\ .1\ .9],[.6\ .9\ .8])}^{[.6\ .9\ .9]},\ \overbrace{\max([.3\ .8\ .6],[.3\ .8\ .4])}^{[.3\ .8\ .6]},\ \overbrace{\max([.8\ 0\ .8],[.3\ .7\ .1])}^{[.8\ .7\ .8]},\ \overbrace{\max([.8\ .5\ .2],[.6\ .9\ .2])}^{[.8\ .9\ .2]}\Big]=[.3\ .7\ .2]$$

$\mu_{\tilde{D}}\ \tilde{A}_1=[.6\ .6\ .2]$ $\tilde{D}(A_1)=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.6}{3}\}$

$\mu_{\tilde{D}}\ \tilde{A}_2=[.6\ .5\ .2]$ $\tilde{D}(A_2)=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.2}{3}\}$

$\mu_{\tilde{D}}\ \tilde{A}_3=[.4\ .5\ .2]$ $\tilde{D}(A_3)=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.2}{3}\}$

$\mu_{\tilde{D}}\ \tilde{A}_3=[.3\ .7\ .2]$ $\tilde{D}(A_3)=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.7}{2}\ \frac{.2}{3}\}$

غیر فازی سازی به روش مرکز ثقل

$D(\tilde{A}_1)=2$

$D(\tilde{A}_2)=1.69$

$D(\tilde{A}_3)=1.82$

$D(\tilde{A}_4)=1.92$

بدست آوردن بهترین آلترناتیو

انتقاب از بیشترین عدد به کمترین بعنوان بهترین آلترناتیو و حق تقدم

$$D(A_1)\rightarrow D(A_4)\rightarrow D(A_3)\rightarrow D(A_2)$$

www.freebay.ir

- اطلاعات زیر در مورد شرایط تصادف در دست است.اگر مجموعه جهانی وزن و وطول خط ترمز $U=\{1,2,3,4,5\}$ باشد با استفاده از روش FIS ساجنو تعیین کنید اگر در یک تصادف طول خط ترمز یک ماشین به وزن 2.8 تن برابر 4.2 متر باشد سرعت ماشین چقدر است ؟ برای فازی کردن از $\mu=\frac{1}{1+|x-c|}$ استفاده کنید . در ستون سرعت وزن برابر A و خط ترمز برابر b است.

وزن ماشین به تن	طول خط ترمز به متر	سرعت ماشین 100kM/h
2.5	4	S=.2a+.1b
3.8	2	S=.1a+.4b
4.5	3	S=.2a+.2b

مجموعه فازی وزن

$$\mu=\frac{1}{1+|x-c|}\quad \begin{cases} C=2.5 & \tilde{A}1=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.67}{2}\ \frac{.67}{3}\ \frac{.4}{4}\ \frac{.29}{5}\} \\ C=3.8 & \tilde{A}2=\{\frac{.26}{1}\ \frac{.36}{2}\ \frac{.56}{3}\ \frac{.83}{4}\ \frac{.45}{5}\} \\ C=4.5 & \tilde{A}3=\{\frac{.22}{1}\ \frac{.29}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.67}{4}\ \frac{.67}{5}\} \end{cases}$$

مجموعه فازی خط ترمز

$$\begin{cases} C=4 & \tilde{B}1=\{\frac{.25}{1}\ \frac{.33}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{1}{4}\ \frac{.5}{5}\} \\ C=2 & \tilde{B}2=\{\frac{.5}{1}\ \frac{1}{2}\ \frac{.5}{3}\ \frac{.33}{4}\ \frac{.25}{5}\} \\ C=3 & \tilde{B}3=\{\frac{.33}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{1}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.33}{5}\} \end{cases}$$

با توجه به اینکه وزن 2.8 وخط ترمز 4.2 در مجموعه های جهانی مربوطه قرار ندارند باید از روش درون یابی خطی برای استخراج عدد فازی صحیح استفاده نمود.

$$f(x/b \le x \le b)=f(a)+\frac{x-a}{b-a}(f(b)-f(a))$$

17

$$\left.\begin{aligned} \mu\tilde{A}_1(2.8)&=\mu\tilde{A}_1(2)+\frac{2.8-2}{3-2}(\mu\tilde{A}_1(3)-\mu\tilde{A}_1(2))=.67+.8*(.67-.67)=.67 \\ \mu\tilde{B}_1(4.2)&=\mu\tilde{B}_1(4)+\frac{4.2-4}{5-4}(\mu\tilde{B}_1(5)-\mu\tilde{B}_1(4))=1+.2*(.5-1)=.9 \end{aligned}\right\} \text{Min}\{\mu\tilde{A}_1(2.8)\,\mu\tilde{B}_1(4.2)\}=.67 \quad W_1$$

$$\left.\begin{aligned} \mu\tilde{A}_1(2.8)&=\mu\tilde{A}_1(2)+\frac{2.8-2}{3-2}(\mu\tilde{A}_1(3)-\mu\tilde{A}_1(2))=.36+.8*(.56-.36)=.52 \\ \mu\tilde{B}_1(4.2)&=\mu\tilde{B}_1(4)+\frac{4.2-4}{5-4}(\mu\tilde{B}_1(5)-\mu\tilde{B}_1(4))=.33+.2*(.25-.33)=.31 \end{aligned}\right\} \text{Min}\{\mu\tilde{A}_1(2.8)\,\mu\tilde{B}_1(4.2)\}=.31 \quad W_2$$

$$\left.\begin{aligned} \mu\tilde{A}_1(2.8)&=\mu\tilde{A}_1(2)+\frac{2.8-2}{3-2}(\mu\tilde{A}_1(3)-\mu\tilde{A}_1(2))=.29+.8*(.4-.29)=.38 \\ \mu\tilde{B}_1(4.2)&=\mu\tilde{B}_1(4)+\frac{4.2-4}{5-4}(\mu\tilde{B}_1(5)-\mu\tilde{B}_1(4))=.5+.2*(.33-.5)=.47 \end{aligned}\right\} \text{Min}\{\mu\tilde{A}_1(2.8)\,\mu\tilde{B}_1(4.2)\}=.38 \quad W_3$$

$$\begin{cases} a=2.8 \\ b=4.2 \end{cases} \quad \begin{aligned} S&=.2a+.1b & S1&=(.2*2.8)+(.1*4.2)=.98 \\ S&=.1a+.4b & S2&=(.1*2.8)+(.4*4.2)=1.96 \\ S&=.2a+.2b & S3&=(.2*2.8)+(.2*4.2)=1.4 \end{aligned} \longrightarrow S=\frac{W1*S1+W2*S2+W3*s3}{W1+W2+W3}$$

$$S=\frac{(.67*.98)+(.31*1.96)+(.38*1.4)}{.67+.31+.38}=1.32$$

www.freebay.ir

- قوانین زیر در دست است.

IF $\tilde{A}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.9}{4}\}$ And $\tilde{B}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}$ Then C=Defuzzy $\tilde{C}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.9}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.1}{4}\}$

IF $\tilde{A}=\{\frac{.6}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{4}\}$ And $\tilde{B}=\{\frac{.2}{1}\ \frac{.5}{2}\ \frac{.7}{3}\ \frac{.9}{4}\}$ Then C=Defuzzy $\tilde{C}=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.6}{2}\ \frac{.8}{3}\ \frac{.7}{4}\}$

- اگر دو عدد **a=2.4 ,b=3.6** باشد تعیین کنید مقدار پاسخ **C** چقدر خواهد بود.؟

Defuzzy C1= $\frac{.2+.9*2+.4*3+.1*4}{.2+.9+.4+.1}$ C1=2.25

Defuzzy C2= $\frac{.4+.6*2+.8*3+.7*4}{.4+.6+.8+.7}$ C2=2.72

18

$\mu\tilde{A}_1(2.4)=\mu\tilde{A}_1(2)+\frac{2.4-2}{3-2}(\mu\tilde{A}_1(3)-\mu\tilde{A}_1(2))=.5+.4(.7-.5)=.58$

$\mu\tilde{B}_1(3.6)=\mu\tilde{B}_1(3)+\frac{3.6-3}{4-3}(\mu\tilde{B}_1(4)-\mu\tilde{B}_1(3))=.4+.6(.2-.4)=.28$

Min $\{\mu\tilde{A}_1(2.4)\,\mu\tilde{B}_1(3.6)\}=.28$ $W_1=.28$

$\mu\tilde{A}_1(2.4)=\mu\tilde{A}_1(2)+\frac{2.4-2}{3-2}(\mu\tilde{A}_1(3)-\mu\tilde{A}_1(2))=.8+.4(.4-.8)=.64$

$\mu\tilde{B}_1(3.6)=\mu\tilde{B}_1(3)+\frac{3.6-3}{4-3}(\mu\tilde{B}_1(4)-\mu\tilde{B}_1(3))=.7+.6(.9-.7)=.82$

Min $\{\mu\tilde{A}_1(2.4)\,\mu\tilde{B}_1(3.6)\}=.64$ $W_1=.64$

$$C=\frac{W1*C1+W2*C2}{W1+W2}=\frac{.28*2.25+.64*2.72}{.28+.64}=2.57$$

www.freebay.ir

- با استفاده از مقادیر **A,B** در مورد صحت روش **Modus Tollens** با مقادیر فازی بحث کنید. $(\bar{B}\wedge(A\longrightarrow B))\longrightarrow\bar{A}$

$\tilde{A}=\{\frac{.3}{1}\ \frac{.8}{2}\ \frac{.5}{4}\}$ $\tilde{B}=\{\frac{.4}{1}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.8}{5}\}$

طبق این قانون اگر صحت **A** آنگاه **B** درست باشد . در صورت ترکیب این قاعده با نقیض **B** بطور حتم **A** نیز نقیض بوده است .

به عبارت دیگر صحت عددی **A** انگاه با **B** برابر صحت عددی کل فرمول **Modus Tollens** خواهد بود.

$$A\longrightarrow B=\bar{A}\cup B=\left\{\frac{.7}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.5}{4}\right\}\cup\left\{\frac{.4}{1}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.8}{5}\right\}=\left\{\frac{.7}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.8}{5}\right\}$$

19

$$(\bar{B}\wedge(A\longrightarrow B))\longrightarrow\bar{A}=\left[\left\{\frac{.6}{1}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{5}\right\}\cap\left\{\frac{.7}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.8}{5}\right\}\right]\longrightarrow\bar{A}$$

$$\left[\left\{\frac{.6}{1}\ \frac{.4}{3}\ \frac{.2}{5}\right\}\right]\longrightarrow\bar{A}=\left\{\frac{.4}{1}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.8}{5}\right\}\cup\left\{\frac{.7}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.5}{4}\right\}$$

$$=\left\{\frac{.7}{1}\ \frac{.2}{2}\ \frac{.6}{3}\ \frac{.5}{4}\ \frac{.8}{5}\right\}$$

20

– صحت روش Modus Tollens و Modus Ponens را اثبات نمایید.؟

روش Tollens Modus

$(\bar{B} \wedge (A \rightarrow B)) \rightarrow \bar{A}$

$(\bar{B} \wedge (\bar{A} \vee B)) \rightarrow \bar{A}$

$(\bar{B} \wedge \bar{A}) \vee (\bar{B} \wedge B) \rightarrow \bar{A}$

$(\phi \vee (\bar{B} \wedge \bar{A})) \rightarrow \bar{A}$

$\overline{(\bar{A} \wedge \bar{B})} \vee \bar{A}$

$(A \vee B) \vee \bar{A}$

$(A \vee \bar{A}) \vee B$

$B \vee U = U$

$U : T(U) = 1$

روش Ponens Modus

$(A \wedge (A \rightarrow B)) \rightarrow B$

$(A \wedge (\bar{A} \vee B)) \rightarrow B$

$(A \wedge \bar{A}) \vee (A \wedge B) \rightarrow B$

$(\phi (A \wedge B)) \rightarrow B$

$\overline{(A \wedge B)} \vee B$

$(\bar{A} \vee \bar{B}) \vee B$

$\bar{A} \vee (\bar{B} \vee B)$

$\bar{A} \vee U = U$

$U : T(U) = 1$

www.freebay.ir