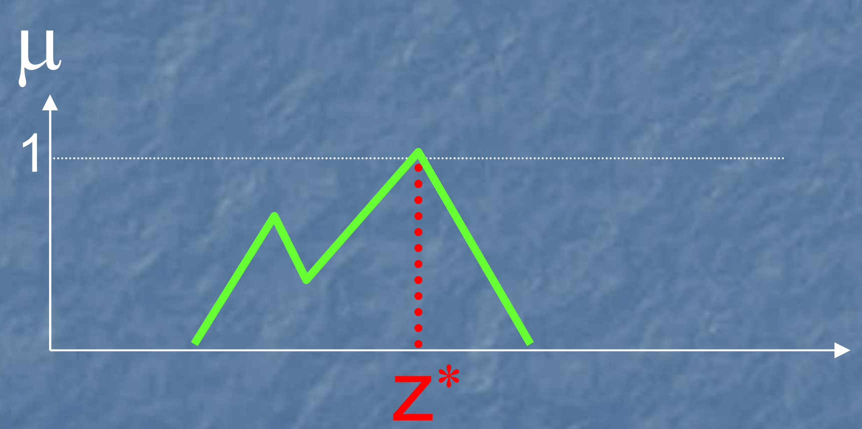
تئوری مجموعه ها   روشهای غیر فازی سازی

ماکزیمم

جایی که تابع تعلق بیشترین مقدار را دارد

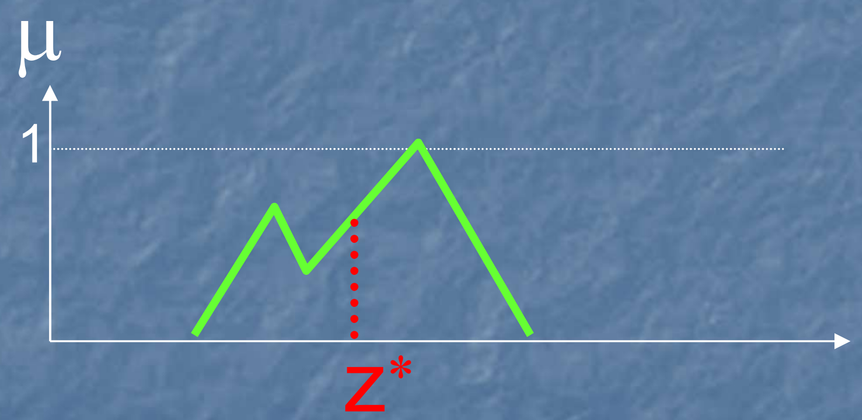
$$\mu_C(z^*) \geq \mu_C(z) \quad z \in Z$$



تئوری مجموعه ها   روشهای غیر فازی سازی

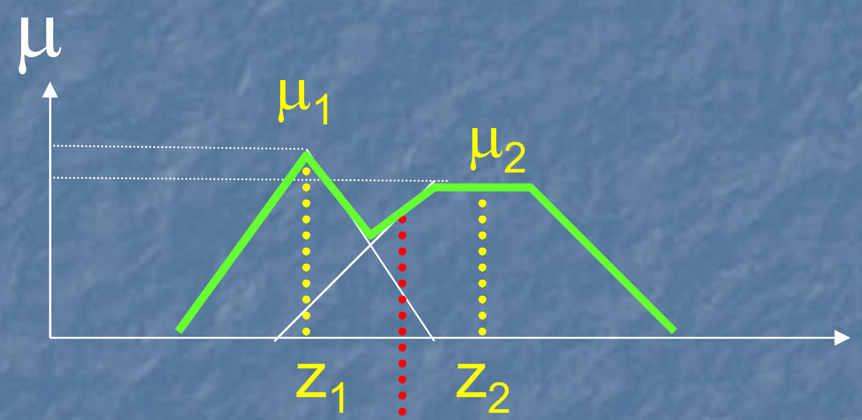
مرکز ثقل

$$z^* = \left(\int z.\mu_C(z).dz\right)/\left(\int \mu_C(z).dz\right)$$



متوسط وزنی مراکز

$$z^* = (\sum \bar{z}.\mu_C(\bar{z}))/(\sum \mu_C(\bar{z}))$$

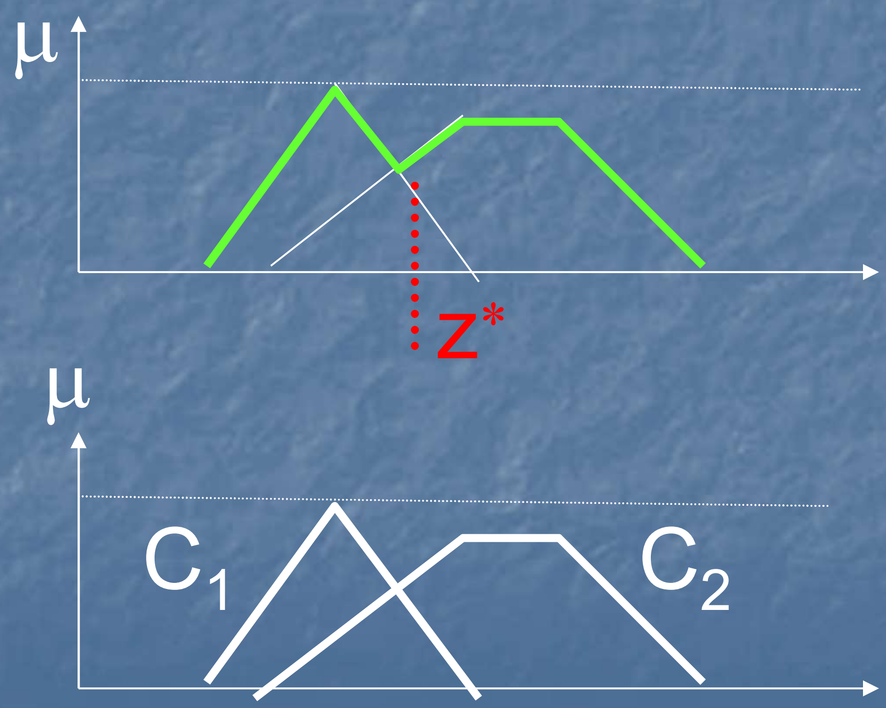


$$z^* = (\mu_1.z_1 + \mu_2.z_2)/(\mu_1 + \mu_2)$$

تئوری مجموعه ها روشهای غیر فازی سازی

متوسط مرکز ثقل توابع تعلق

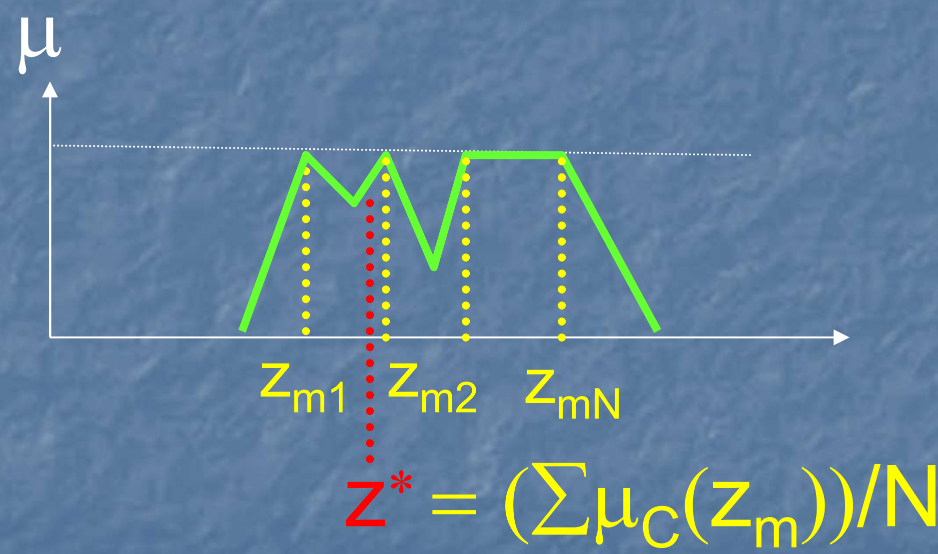
$$z^* = \left(\int z \sum \mu_{Ck}(z)dz\right)/\left(\int \sum \mu_{Ck}(z)dz\right)$$



روشهای غیر فازی سازی تئوری مجموعه ها

متوسط ماکزیمم ها

$$z^* = (\sum \mu_C(z_m))/N$$

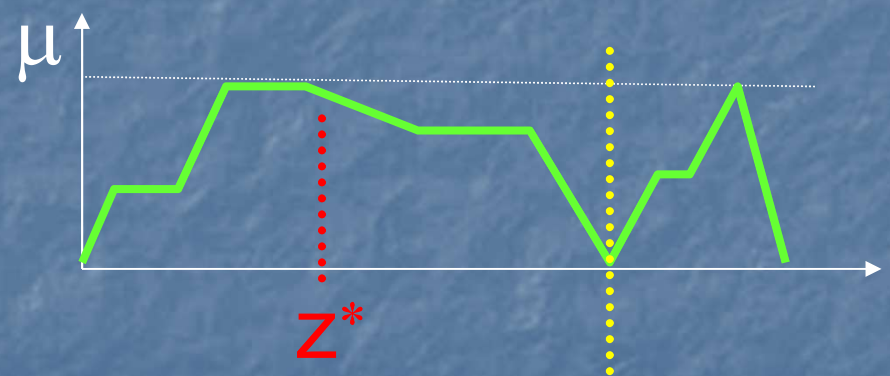


تئوری مجموعه ها روشهای غیر فازی سازی

مرکز ثقل بزرگترین قسمت

اگر مجموعه فازی حداقل به دو قسمت محدب تقسیم شود

$$z^* = (\int z\mu_{Cm}(z)dz)/(\int \mu_{Cm}(z)dz)$$



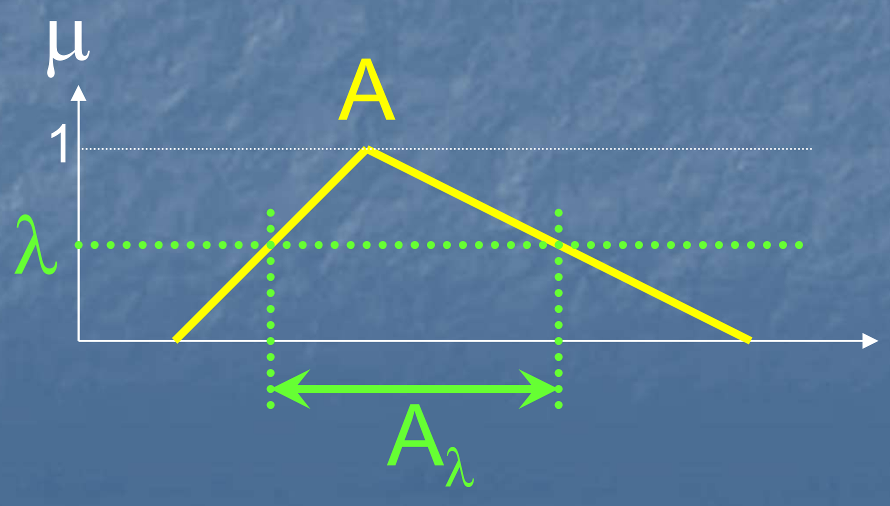
برشهای لامدای مجموعه فازی

برشهای لامدای یک مجموعه فازی مجموعه های کلاسیکی هستند که اعضای آنها تابع تعلق بزرگتر یا مساوی لامدا دارند

$$A_\lambda=\{x \mid \mu_A(x)\geq\lambda\}$$

$$A=\{0/f,.2/a,.3/b,.5/c,.8/d,1/e\}$$

$A_1=\{e\}$ $\quad A_{.5}=\{c,d,e\}$ $\quad A_{0+}=\{a,b,c,d,e\}$



برشهای لامدای رابطه فازی

برشهای لامدای یک رابطه فازی رابطه های کلاسیکی هستند که اعضای آنها تابع تعلق بزرگتر یا مساوی لامدا دارند

$$R_\lambda=\{(x,y)\mid \mu_R(x,y)\geq\lambda\}$$

R

.8	.2	.5
1	0	1
.3	.6	.7

$R_{.8}$

1	0	0
1	0	1
0	0	0

$R_{.3}$

1	0	1
1	0	1
1	1	1

عملیات وخواص برشهای لامدا

$(A \cup B)_\lambda = A_\lambda \cup B_\lambda$ $\quad$ $(R \cup S)_\lambda = R_\lambda \cup S_\lambda$

$(A \cap B)_\lambda = A_\lambda \cap B_\lambda$ $\quad$ $(R \cap S)_\lambda = R_\lambda \cap S_\lambda$

$(A')_\lambda \neq (A_\lambda)'$, $(R')_\lambda \neq (R_\lambda)'$ except $\lambda = 0.5$

$\alpha \geq \lambda \rightarrow A_\alpha \subseteq A_\lambda$, $R_\alpha \subseteq R_\lambda$ $\quad$ $A_0 = X$ $\quad$ $R_0 = E$

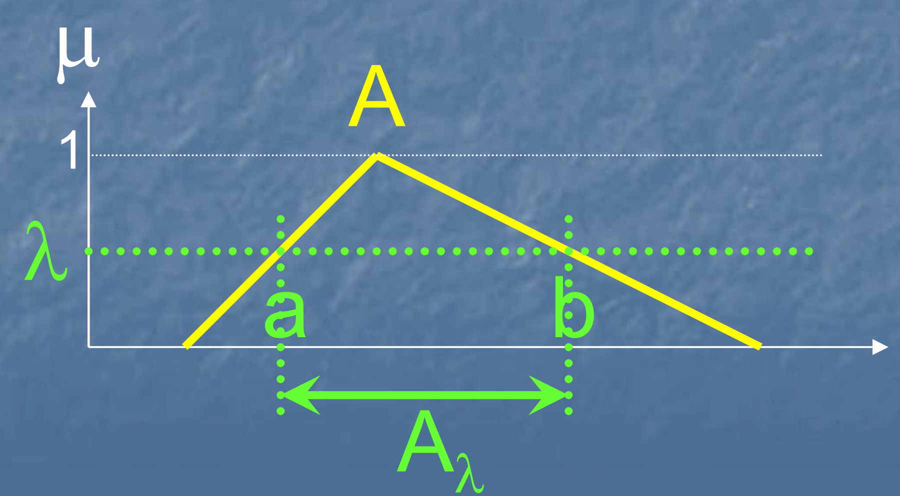
$$A^\lambda = \{\lambda/x \mid x \in A_\lambda\} \rightarrow \bigcup_{\lambda \in [0,1]} A^\lambda = A$$

برشهای لامدای اعداد فازی

اعداد فازی مجموعه های فازی محدب با یک نقطه نرمال هستند

برش لامدای یک عدد فازی در حقیقت بازه ای را تعریف میکند که در آن بازه مقدار تابع تعلق بزرگتر از لامدا است

$$A_\lambda = [a,b]$$



اعداد فازی   جبر فازی

عملیات روی بازه ها

$$(I*J)_\lambda = I_\lambda * J_\lambda \qquad B_\lambda = f(I_\lambda)$$

$$\mathrm{supp}(I) = I_{0+} \qquad \mathrm{supp}(I*J) = \mathrm{supp}(I)*\mathrm{supp}(J)$$

$$[a,b]+[c,d]=[a+c,b+d]$$

$$[a,b]-[c,d]=[a-d,b-c]$$

$$[a,b].[c,d]=[\mathrm{Min}(ad,ac,bc,bd),\mathrm{Max}(ad,ac,bc,bd)]$$

$$[a,b]/[c,d]=[\mathrm{Min}(a/d,a/c,b/c,b/d),\mathrm{Max}(a/d,a/c,b/c,b/d)]$$

$$0 \notin [c,d]$$

$$\alpha[a,b]=[\alpha a,\alpha b] \ \alpha \geq 0 \qquad \alpha[a,b]=[\alpha b,\alpha a] \ \alpha < 0$$

$$I_\lambda.(J_\lambda+K_\lambda) \subset I_\lambda.J_\lambda+I_\lambda.K_\lambda$$

عملیات روی بازه ها

اجتماع	اشتراک	[a,b] , [c,d]
$[c,d]\cup[a,b]$	$\varnothing$	a>d
$[a,b]\cup[c,d]$	$\varnothing$	c>b
[c,d]	[a,b]	a>c , d>b
[a,b]	[c,d]	c>a , b>d
[a,d]	[c,b]	d>b>c>a
[c,b]	[a,d]	b>d>a>c

توابع و روابط

یک تابع را می توان بصورت یک رابطه بیان کرد

$$\mu_R(x,y)=1 \text{ if } y=f(x)$$

$$\mu_R(x,y)=0 \text{ if } y\neq f(x)$$

$$\mu_R(x_1,\ldots,x_n,y)=1 \text{ if } y=f(x_1,\ldots,x_n)$$

$$\mu_R(x_1,\ldots,x_n,y)=0 \text{ if } y\neq f(x_1,\ldots,x_n)$$

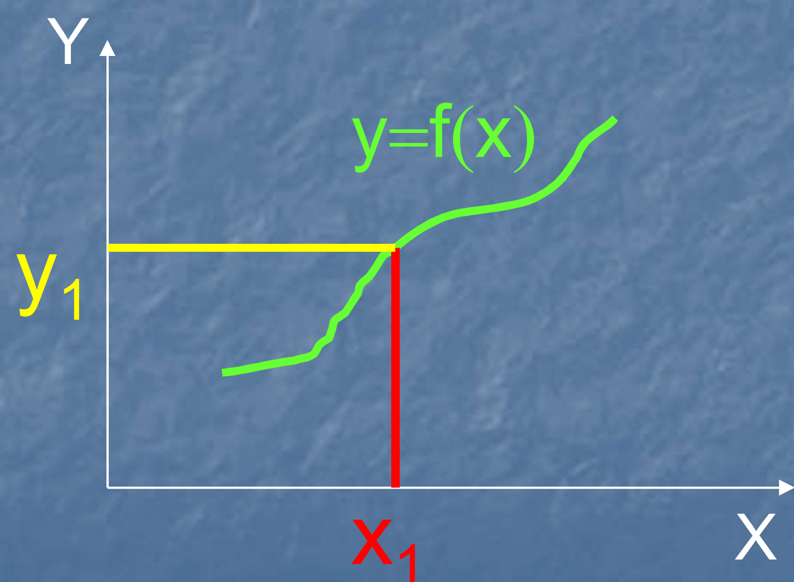
$R : y = x^2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1

اصل گسترش

جبر فازی

توابع و روابط

اگر رابطه یا تابع بین ورودی ها و خروجی مشخص باشد چگونه میتوان با داشتن مجموعه های ورودی مجموعه خروجی را بدست آورد

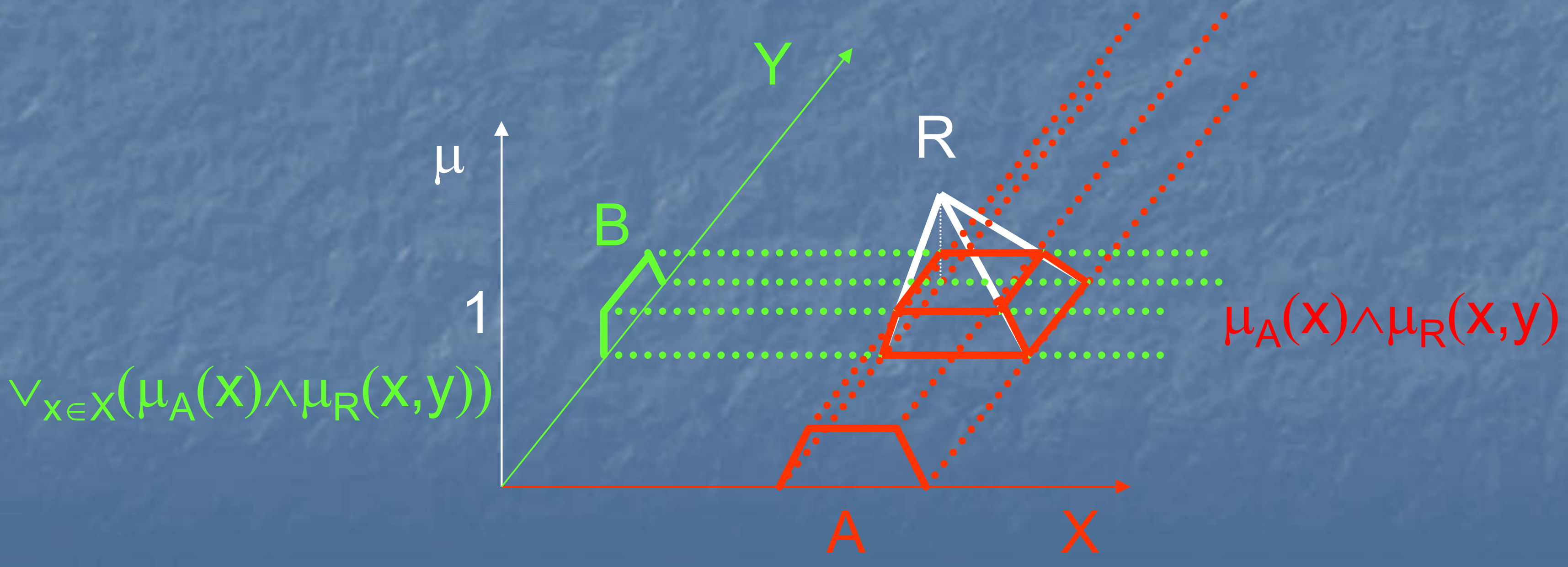


توابع و روابط

$$\mu_B(y) = \vee_{x\in X}(\mu_A(x)\wedge\mu_R(x,y)) \leftrightarrow B = A\circ R$$

$$\equiv$$

$$\mu_B(y) = \vee_{y=f(x)}\mu_A(x) \leftrightarrow B = f(A)$$



اصل گسترش

جبر فازی

تعمیم برای توابع چند متغیره

$$\mu_B(y) = \vee(\mu_{A1\times\ldots\times An}(x)\wedge\mu_R(x_1,\ldots x_n,y)) \leftrightarrow B = (A_1\times\ldots\times A_n)\circ R$$

$$\mu_B(y) = \vee_{y=f(x1,\ldots,xn)}\, \mu_{A1\times\ldots\times An}(x) \leftrightarrow B = f(A_1\times\ldots\times A_n)$$

$A_1=\{.2/1,1/2,.1/3\}$ $A_2=\{.1/4,1/5,.2/6\}$

$y=x^2$ $B = ?$ سه روش

$A_1\times A_2 =\{.1/(1,4),.2/(1,5),.2/(1,6),.1/(2,4),1/(2,5),.2/(2,6),$
$.1/(3,4),.1/(3,5),.1/(3,6)\}$

$y=x_1+x_2$ $B = ?$ سه روش

عملیات حسابی با اعداد فازی

دو روش برای انجام عملیات حسابی اعداد فازی وجود دارد

1- استفاده از اصل گسترش

ابتدا حاصلضرب کارتزین دو عدد فازی را بدست آورده سپس تابع مورد نظر یعنی جمع یا ضرب یا تفریق یا تقسیم را روی آن اعمال میکنیم

$A_1=\{.2/1,1/2,.1/3\}$ $A_2=\{.1/4,1/5,.2/6\}$

$$A_1\times A_2=\{.1/(1,4),.2/(1,5),.2/(1,6),.1/(2,4),1/(2,5),.2/(2,6),.1/(3,4),.1/(3,5),.1/(3,6)\}$$

$$y=x_1+x_2 \quad B=\{.1/5,.2/6,1/7,.2/8,.1/9\}$$

$$y=x_1-x_2 \quad B=\{.1/-1,.1/-2,1/-3,.2/-4,.2/-5,.2/8,.1/9\}$$

عملیات حسابی با اعداد فازی

2- استفاده از برشهای لامدا یا به عبارتی بازه ها

ابتدا برشهای مختلفی از دو عدد فازی بدست آورده

سپس عملیات حسابی را روی برشها یا به عبارتی روی بازه های ایجاد شده از برشها انجام میدهیم و با توجه به اینکه نتیجه عملیات حسابی روی برشها برابر با برش نتیجه عملیات میباشد رابطه زیر

$$(I*J)_\lambda = I_\lambda * J_\lambda$$

بدین ترتیب برشهای مختلفی از نتیجه عملیات حسابی بدست میاید و با توجه به فرمول زیر میتوان از روی برشها نتیجه را بصورت تقریبی یا کامل بسته به تعداد برشها بازسازی کرد

$$I^\lambda = \{\lambda/x \mid x \in I_\lambda\} \rightarrow \cup_{\lambda \in [0,1]} I^\lambda = I$$

جبر فازی روشهای تقریبی اصل گسترش

روش رأس ها

$I_\lambda=[a,b]$

اگر تابع صعودی یا نزولی باشد

$B_\lambda=f(I_\lambda)=[\min(f(a),f(b)),\max(f(a),f(b))]$

$B_\lambda=f(I_{1\lambda}\times\ldots\times I_{n\lambda})=[\min_i f(c_i),\max_i f(c_i)]$

حاصلضرب کارتزین رأسها c_i

اگر تابع دارای ماکزیمم یا مینیمم باشد

$B_\lambda=f(I_{1\lambda}\times\ldots\times I_{n\lambda})=[\min_i (f(c_i),f(E_i)),\max_i (f(c_i),f(E_i))]$

حاصلضرب کارتزین اکسترمم ها و رأسها E_i

جبر فازی

روشهای تقریبی اصل گسترش

روش رأس ها

$y=x(2-x)$ $y'=2-2x \rightarrow x=1$

$I_{0+}=[.5,2]$

$c_1=.5$ $c_2=2$ $E_1=1$

$B_{0+}=[0,1]$

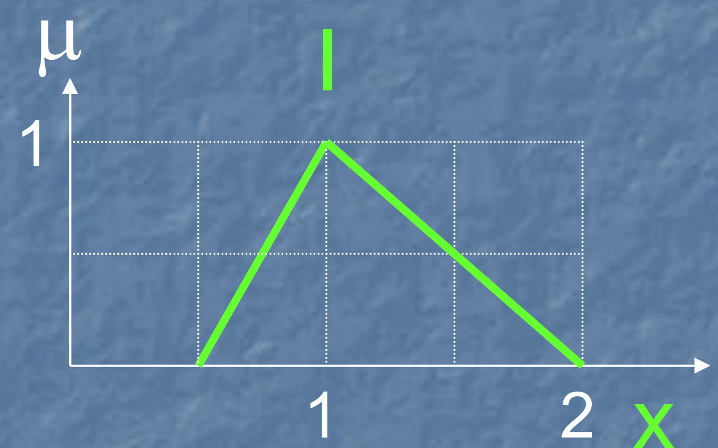
$I_{.5}=[.75,1.5]$

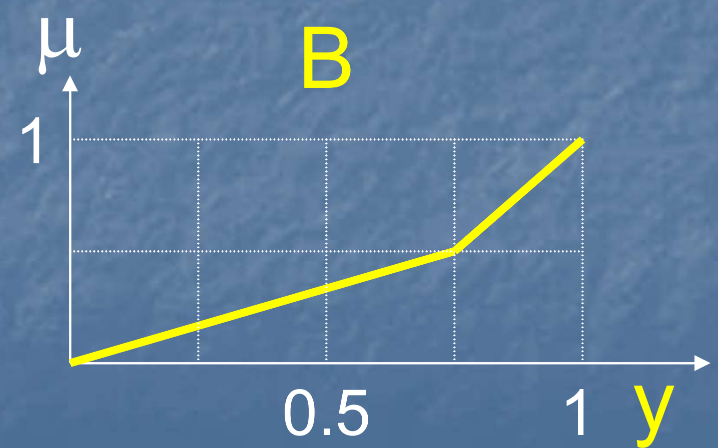
$c_1=.75$ $c_2=1.5$ $E_1=1$

$B_{.5}=[.75,1]$

$I_1=[1,1]$

$c_1=c_2=E_1=1$ $B_1=[1,1]$





جبر فازی روشهای تقریبی اصل گسترش

روش بازه ها DSW

$$y=x(2-x)$$

$$I_{0+}=[.5,2]$$

$$B_{0+}=[.5,2](2-[.5,2])=[0,3]$$

$$I_{.5}=[.75,1.5]$$

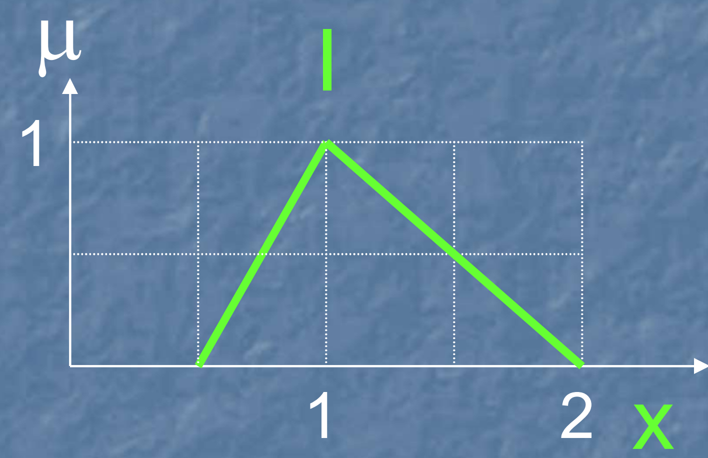
$$B_{.5}=[.75,1.5](2-[.75,1.5])$$

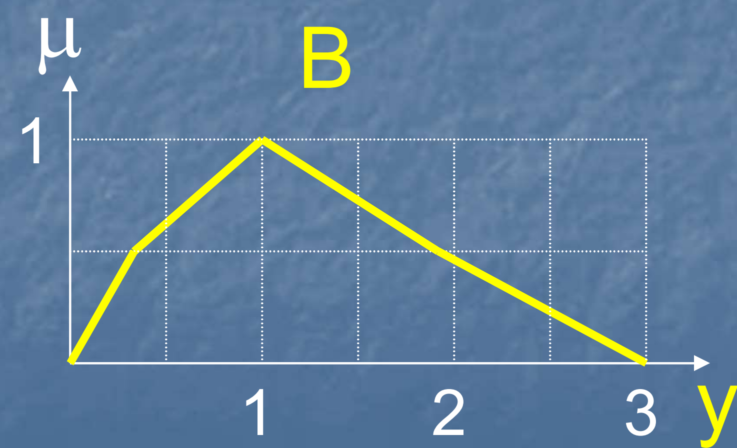
$$B_{.5}=[.375,1.875]$$

$$I_1=[1,1]$$

$$B_1=[1,1]$$

تذکر $[-.5,1]^2=?$





ضرب داخلی وخارجی

$a=(a_1,a_2,\ldots,a_n) \qquad 0\leq a_i\leq 1$

حاصلضرب داخلی

$$a\bullet b^T = \vee_i (a_i \wedge b_i)$$

حاصلضرب خارجی

$$a\oplus b^T = \wedge_i (a_i \vee b_i)$$

متمم

$$a' = (1-a_1,1-a_2,\ldots,1-a_n) = (a'_1,a'_2,\ldots,a'_n)$$

$a=(.1,.3,.7,.4) \qquad b=(.5,.9,.3,.2)$

$a\bullet b^T = ? \qquad a\oplus b^T = ?$

خواص ضرب داخلی وخارجی

$(a \bullet b^T)' = a' \oplus b'^T$ $\quad\quad$ $(a \oplus b^T)' = a' \bullet b'^T$

$a^{\wedge} = \max_i(a_i)$ $\quad\quad$ $a_{\wedge} = \min_i(a_i)$

$a \bullet b^T \le a^{\wedge} \wedge b^{\wedge}$ $\quad\quad$ $a \oplus b^T \ge a_{\wedge} \vee b_{\wedge}$

$a \bullet a^T = a^{\wedge}$ $\quad\quad$ $a \oplus a^T = a_{\wedge}$

$a \subseteq b \rightarrow a \bullet b^T = a^{\wedge}$ $\quad\quad$ $b \subseteq a \rightarrow a \oplus b^T = a_{\wedge}$

$a \bullet a' \le ½$ $\quad\quad$ $a \oplus a' \ge ½$

گزاره های منطقی کلاسیک

P: x is in A $\quad\quad\quad$ Q: y is in B

If $x \in A$ then $T(P)=1$ else $T(P)=0$

If $y \in B$ then $T(Q)=1$ else $T(Q)=0$

$P \vee Q$: $x \in A$ or $y \in B \equiv T(P \vee Q) = \mathrm{Max}(T(P), T(Q))$

$P \wedge Q$: $x \in A$ and $y \in B \equiv T(P \wedge Q) = \mathrm{Min}(T(P), T(Q))$

P' : $x \notin A \equiv T(P') = 0$

$P \to Q$: $x \notin A$ or $y \in B \equiv T(P \to Q) = T(P' \vee Q)$

$P \leftrightarrow Q$: $\equiv T(P \leftrightarrow Q)=1$ if $T(P)=T(Q)$ else $T(P \leftrightarrow Q)=0$

کلاسیک

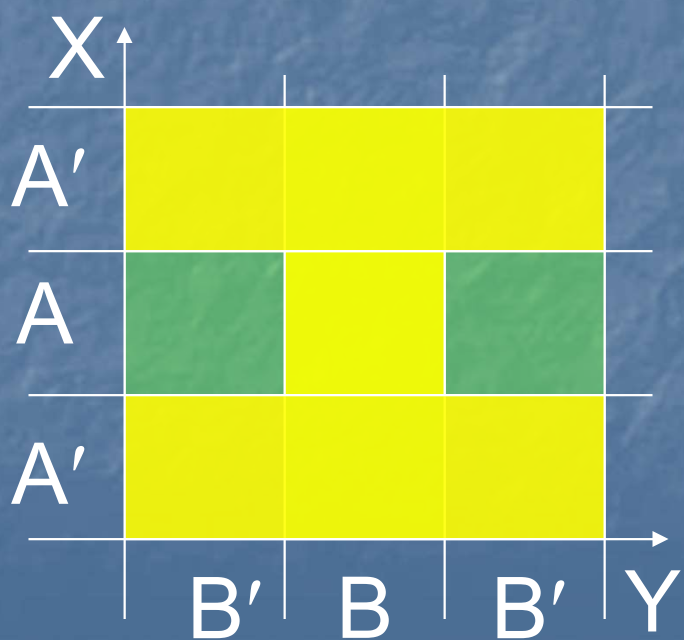
گزاره های منطقی

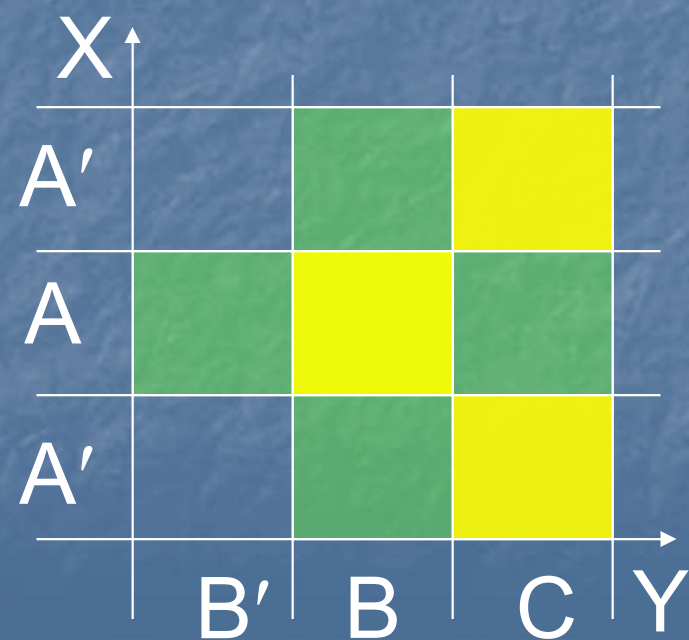
$$P \rightarrow Q \equiv \text{If } P: x \in A \text{ Then } Q: y \in B \equiv A' \cup B$$

$$R = (A \times B) \cup (A' \times Y) \equiv \text{If } A \text{ Then } B$$

$$R = (A \times B) \cup (A' \times C) \equiv \text{If } A \text{ Then } B \text{ Else } C \equiv$$

$$\text{If } A \text{ Then } B \text{ And If } A' \text{ Then } C$$





گزاره های منطقی کلاسیک

عبارات همیشه درست و عبارات همیشه نادرست

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

$$(B'\wedge(A\rightarrow B))\rightarrow A' \equiv (B'\wedge(A'\vee B))\rightarrow A' \equiv$$
$$((B'\wedge A')\vee(B'\wedge B))\rightarrow A' \equiv ((B'\wedge A')\vee\varnothing)\rightarrow A' \equiv$$
$$B'\wedge A'\rightarrow A' \equiv (B'\wedge A')'\vee A' \equiv (B\vee A)\vee A' \equiv$$
$$B\vee(A\vee A') \equiv B\vee X \equiv X \quad \Rightarrow T(X)=1$$

$$B'\wedge B \equiv \varnothing \Rightarrow T(\varnothing)=0$$

گزاره های منطقی کلاسیک

اثبات منطقی

عبارات زبانی به عبارات مرکب منطقی تبدیل میشود

فرضیه : مهندس ها ریاضی می دانند. کسیکه منطقی فکر میکند به جادو اعتقاد ندارد. کسیکه ریاضی می داند منطقی فکر میکند.

نتیجه : مهندس ها به جادو اعتقاد ندارند.

عبارات مرکب منطقی به گزاره های ساده شکسته میشود

P: یک شخص مهندس است

Q: یک شخص ریاضی میداند

R: یک شخص منطقی فکر میکند

S: یک شخص به جادو اعتقاد دارد

کلاسیک

گزاره های منطقی

اثبات منطقی

گزاره های ساده با استفاده از عملیات منطقی وبصورت ریاضی بازنویسی میشوند

$$((P\to Q)\wedge(R\to S')\wedge(Q\to R))\to(P\to S')$$

با استفاده از جدول درستی یا عملیات منطقی همیشه درست بودن عبارت و یا در صورت مشکل بودن همیشه نادرست بودن نقیض عبارت اثبات میگردد

$$((P'\vee Q)\wedge(R'\vee S')\wedge(Q'\vee R))'\vee(P'\vee S')\equiv$$

$$(P\wedge Q')\vee(R\wedge S)\vee(Q\wedge R')\vee P'\vee S'\equiv$$

$$P'\vee Q'\vee R\vee S'\vee(Q\wedge R')\equiv P'\vee Q'\vee R\vee S'\vee Q\equiv X\Rightarrow T(X)=1$$

کلاسیک

گزاره های منطقی

استنتاج منطقی

If A Then B

$$\equiv$$

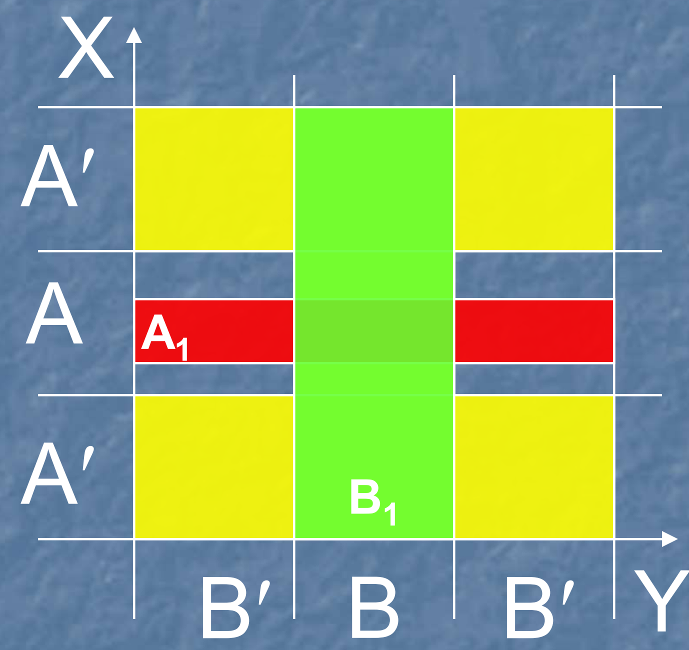
$$A' \cup B \equiv R = (A \times B) \cup (A' \times Y)$$

If A_1 Then ?

$$B_1 = A_1 \circ R = \cup_{x \in X} (A_1 \cap R)$$

$$A_1 \subseteq A$$

$$\Rightarrow B_1 = B$$



گزاره های منطقی کلاسیک

استنتاج منطقی

$$\text{If } A \text{ Then } B \text{ Else } C \equiv$$

$$R=(A\times B)\cup(A'\times C)\equiv$$

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

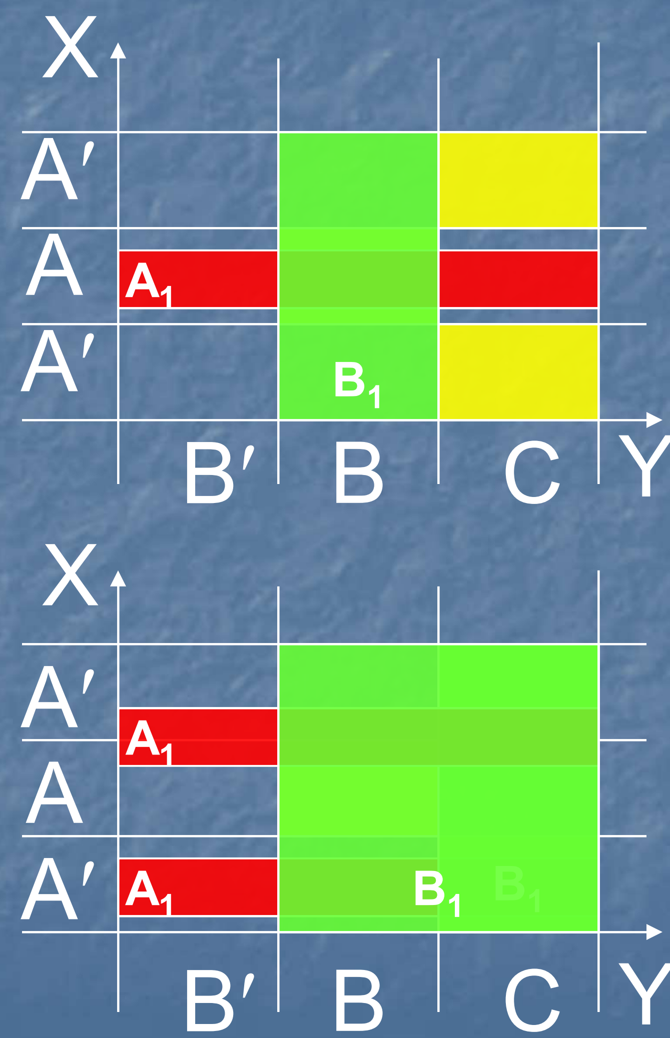
$$\text{If } A_1 \text{ Then } ?$$

$$B_1=A_1\circ R=\cup_{x\in X}(A_1\cap R)$$

$$A_1\subseteq A \Rightarrow B_1=B$$

$$A_1\subseteq A' \Rightarrow B_1=C$$

$$A_1\cap A'\neq\varnothing \Rightarrow B_1=B\cup C$$



گزاره های منطقی فازی

$$P: x \text{ is } A \qquad Q: y \text{ is } B$$

$$T(P)=\mu_A(x) \qquad T(Q)=\mu_B(y)$$

$$P\vee Q : x \text{ is } A \text{ or } y \text{ is } B \equiv T(P\vee Q)=Max(T(P),T(Q))$$

$$P\wedge Q : x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \equiv T(P\wedge Q)=Min(T(P),T(Q))$$

$$P' : T(P')=1-T(P)$$

$$P\to Q : x \text{ is } A \text{ then } y \text{ is } B \equiv T(P\to Q) = T(P'\vee Q)$$

گزاره های منطقی فازی

$$P \rightarrow Q \equiv \text{If } P\text{: } x \text{ is } A \text{ Then } Q\text{: } y \text{ is } B \equiv A' \cup B$$

$$R = (A \times B) \cup (A' \times Y) \equiv \text{If } A \text{ Then } B$$

$$\mu_R(x,y) = (\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)) \vee \mu_{A'}(x)$$

$$\mu_R(x,y) = \text{Max}(\text{Min}(\mu_A(x), \mu_B(y)), 1 - \mu_A(x))$$

$$R = (A \times B) \cup (A' \times C) \equiv \text{If } A \text{ Then } B \text{ Else } C \equiv$$

$$\text{If } A \text{ Then } B \text{ And If } A' \text{ Then } C \equiv (A' \cup B) \cap (A \cup C)$$

$$\mu_R(x,y) = (\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)) \vee (\mu_{A'}(x) \wedge \mu_C(y))$$

$$\mu_R(x,y) = \text{Max}(\text{Min}(\mu_A(x), \mu_B(y)), \text{Min}(1 - \mu_A(x), \mu_C(x)))$$

گزاره های منطقی فازی

استنتاج تقریبی

If A Then B $\equiv A' \cup B \equiv R=(A\times B)\cup(A'\times Y)$

If A_1 Then ?

$$B_1=A_1 \circ R=\cup_{x\in X} (A_1\cap R)$$

$$A_1=A \Rightarrow B_1=?$$

If A Then B Else C $\equiv (A'\cup B)\cap(A\cup C) \equiv$

$$R=(A\times B)\cup(A'\times C)$$

If A_1 Then ?

$$B_1=A_1 \circ R=\cup_{x\in X} (A_1\cap R)$$

$$A_1=A \Rightarrow B_1=?$$

گزاره های منطقی فازی

استنتاج تقریبی

مجموعه فازی حجم کم

$A=\{.1/10, 1/15, .1/20, 0/25, 0/30, 0/35, 0/40\}$

مجموعه فازی فشار زیاد

$B=\{0/100, 0/150, 0/200, 0/250, .1/300, 1/350, .1/400\}$

اگر حجم کم باشد فشار زیاد است

If A then B

$A_1=\{.2/10, .8/15, .3/20, 0/25, 0/30, 0/35, 0/40\}$

$R=?$ $B_1=?$ $A^\circ R=?$

فازی گزاره های منطقی

فرمهای دیگر اگرآنگاه

$$R=A\rightarrow B$$

$$\mu_R(x,y)=Max(Min(\mu_A(x),\mu_B(y)),1-\mu_A(x))$$

$$\mu_R(x,y)=Max(\mu_B(y),1-\mu_A(x))$$

$$\mu_R(x,y)=\mu_A(x).\mu_B(y)$$

$$\mu_R(x,y)=Min(\mu_A(x),\mu_B(y))$$

$$\mu_R(x,y)=Min(1,1-\mu_A(x)+\mu_B(y))$$

$$\mu_R(x,y)=Min(1,\mu_A(x)+\mu_B(y))$$

$$\mu_R(x,y)=Min(1,\mu_B(x)/\mu_A(y))$$

$$\mu_R(x,y)=Max(\mu_A(x).\mu_B(y),1-\mu_A(x))$$

گزاره های منطقی فازی

فرمهای دیگرترکیب

$$B = A \circ R$$

Max-Min $\mu_B(y) = \mathrm{Max}_{x\in X}(\mathrm{Min}(\mu_A(x), \mu_R(x,y)))$

Max-Dot $\mu_B(y) = \mathrm{Max}_{x\in X}(\mu_A(x).\mu_R(x,y))$

Min-Max $\mu_B(y) = \mathrm{Min}_{x\in X}(\mathrm{Max}(\mu_A(x), \mu_R(x,y)))$

Max-Max $\mu_B(y) = \mathrm{Max}_{x\in X}(\mathrm{Max}(\mu_A(x), \mu_R(x,y)))$

Min-Min $\mu_B(y) = \mathrm{Min}_{x\in X}(\mathrm{Min}(\mu_A(x), \mu_R(x,y)))$

Max-Ave $\mu_B(y) = \mathrm{Max}_{x\in X}(\mu_A(x)+\mu_R(x,y))/2$

Sum-Dot $\mu_B(y) = f(\sum_{x\in X}(\mu_A(x).\mu_R(x,y)))$

سیستم خبره فازی پایگاه قوانین

پیاده سازی قوانین زبانی

ترمهای اتمیک

جوان, پیر, آهسته, زیبا, متوسط

ترمهای اتمیک را میتوان با مجموعه های فازی مدل کرد

صفتها وقیدهای تصحیح کننده

خیلی	α^{2}
کمی	$\alpha^{0.5}$
کمی بیشتر	$\alpha^{1.25}$
کمی کمتر	$\alpha^{0.75}$

سیستم خبره فازی پایگاه قوانین

پایگاه قوانین استاندارد

R^1: If A^1 then B^1

R^2: If A^2 then B^2

R^m: If A^n then B^m

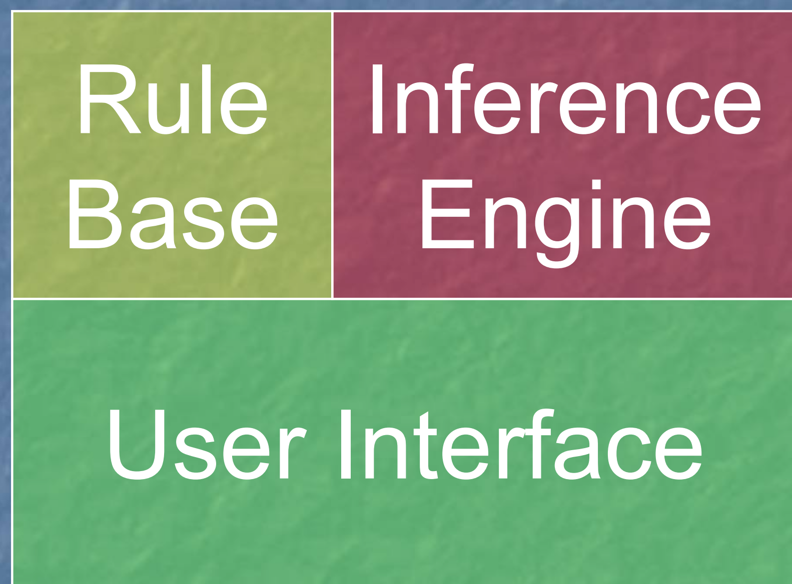
A میتواند اجتماع یا اشتراک چند متغیر ورودی باشد

تمام قوانین زبانی را میتوان بصورت قوانین استاندارد بازنویسی کرد

فرمهای دیگر اگر آنگاه را میتوان بصورت استاندارد بازنویسی کرد

?

سیستم خبره فازی



سیستم خبره فازی

واسطه کاربر

واسطه کاربر سه قسمت دارد

وارد کردن قوانین

گرفتن ورودیها وفازی کردن آنها در صورت غیر فازی بودن

غیر فازی کردن نتیجه ونمایش خروجی

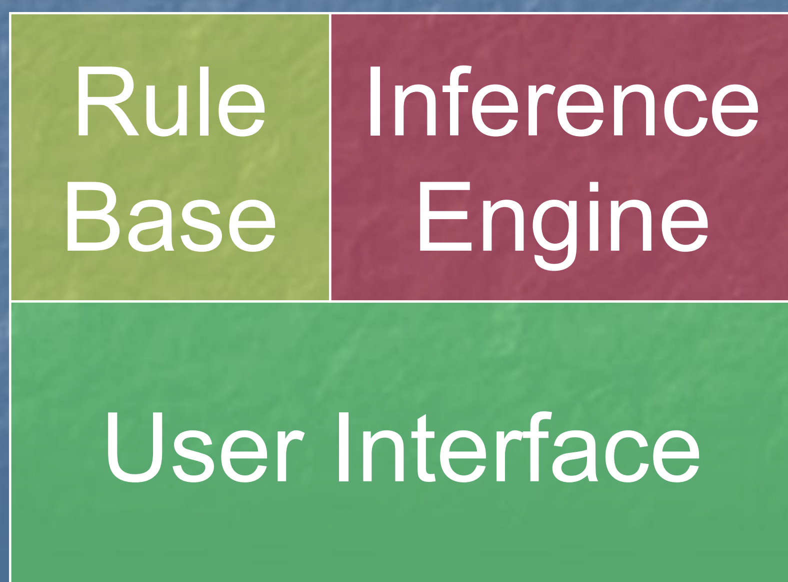
سیستم خبره فازی

پایگاه قوانین

پایگاه داده جهت ذخیره

اگر آنگاه های استاندارد

تعاریف ریاضی مجموعه های فازی استفاده شده در اگر آنگاه



سیستم خبره فازی

موتوراستنتاج

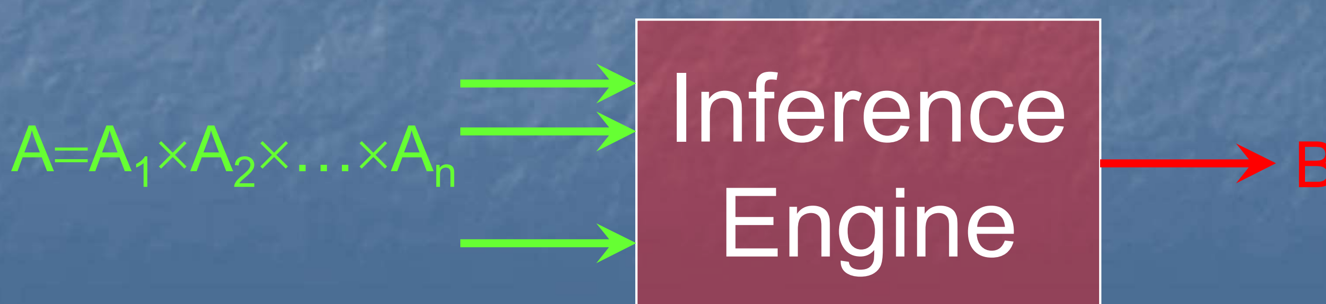
انتخاب یک فرمول برای رابطه اگر آنگاه

$$R^i = A^i \rightarrow B^i \equiv \mu_{Ri}(x,y) = Max(Min(\mu_{Ai}(x),\mu_{Bi}(y)),1-\mu_{Ai}(x))$$

انتخاب یک فرمول برای ترکیب

$$B_j = A_j \circ R^i \equiv \mu_{Bj}(y) = Max_{x \in X}(Min(\mu_{Aj}(x),\mu_{Ri}(x,y)))$$

بدست آوردن خروجی برای تمام قوانین سپس بدست آوردن اجتماع یا اشتراک خروجیها بسته به نوع قوانین

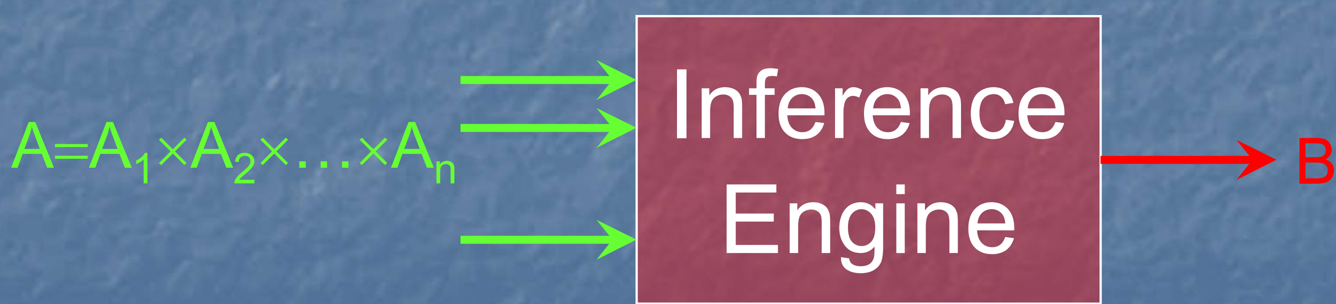


سیستم خبره فازی   موتوراستنتاج

اگر تمام قوانین باید صادق باشند از اشتراک استفاده میگردد

اگر برای داشتن خروجی حداقل یک قانون باید معتبر باشد از اجتماع استفاده میگردد

درصورت داشتن چند خروجی از چند موتور استنتاج استفاده میشود



شبیه سازی توابع غیرخطی توسط قوانین فازی

If A_1 Then B_1

If A_2 Then B_2

If A_3 Then B_3

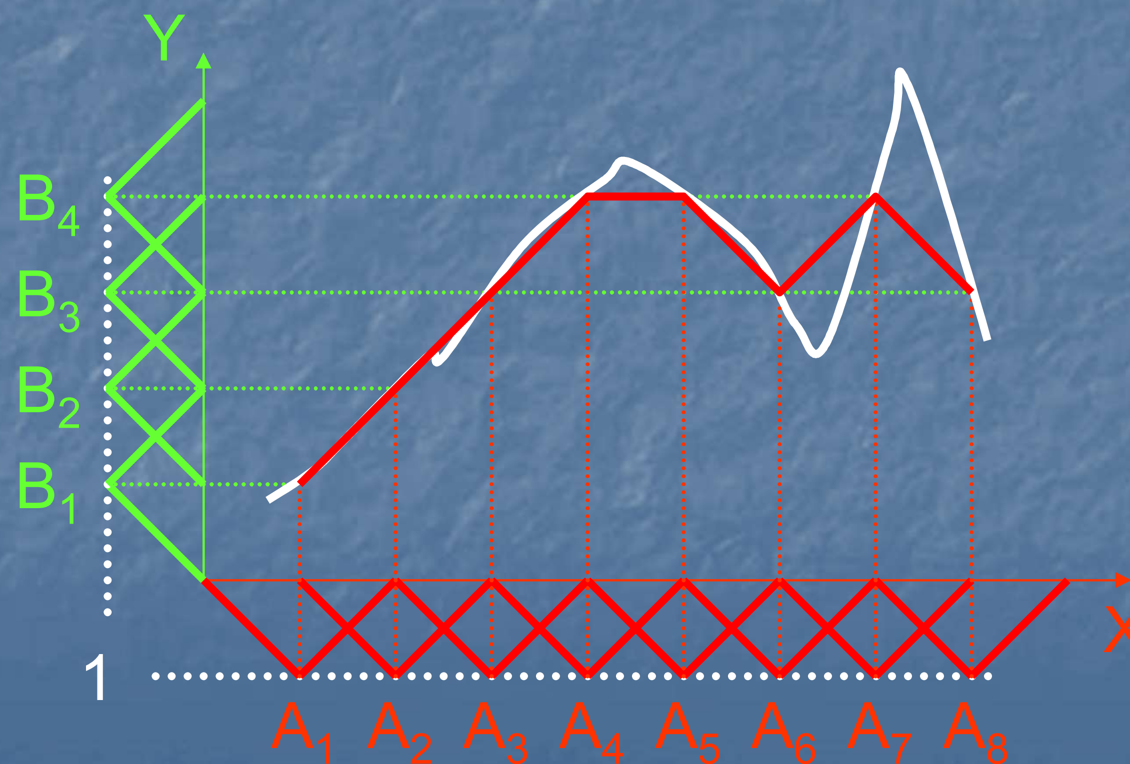
If A_6 Then B_3

If A_8 Then B_3

If A_4 Then B_4

If A_5 Then B_4

If A_7 Then B_4



شبیه سازی توابع غیرخطی توسط قوانین فازی

بدست آوردن یک فرمول که برای یک مقدار دقیق ورودی یک مقدار دقیق خروجی داشته باشیم

$$R^i : \text{If } A^i \text{ Then } B^i \equiv \mu_{Ri}(x,y)=\mu_{Ai}(x).\mu_{Bi}(y)$$

فازی کردن ورودی

$$A^* : \mu_{A^*}(x)=1 \text{ If } x=x^* \text{ Else } \mu_{A^*}(x)=0$$

$$B^{i*}= A^* \circ R^i \equiv \mu_{Bi^*}(y)=\text{Max}_{x\in X}(\mu_{A^*}(x).\mu_{Ri}(x,y))$$

$$\mu_{Bi^*}(y)=\mu_{Ri}(x^*,y)$$

$$\mu_{Bi^*}(y)=\mu_{Ai}(x^*).\mu_{Bi}(y)$$

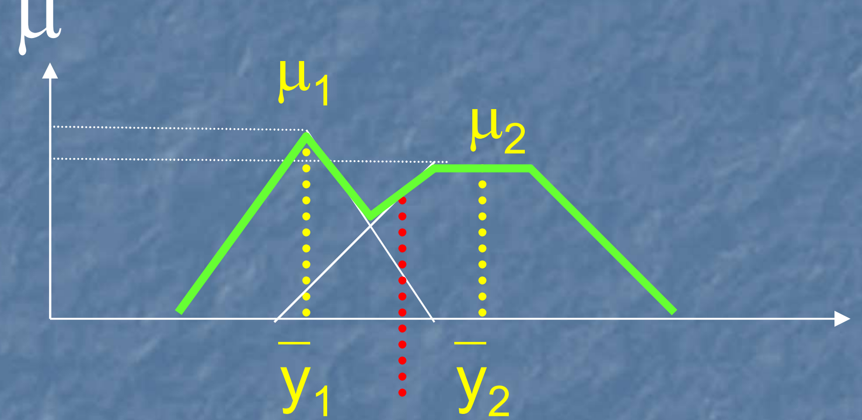
خروجی با در نظر گرفتن تمام قوانین

$$\mu_{B^*}(y)=\vee_i(\mu_{Ai}(x^*).\mu_{Bi}(y))=\text{Max}_i(\mu_{Ai}(x^*).\mu_{Bi}(y))$$

شبیه سازی توابع غیرخطی توسط قوانین فازی

غیر فازی سازی — متوسط وزنی مراکز

$$y^* = \left(\sum \bar{y}_i \cdot \mu_{Ci}(\bar{y}_i)\right) / \left(\sum \mu_{Ci}(\bar{y}_i)\right)$$



$$y^* = (\mu_1 \cdot \bar{y}_1 + \mu_2 \cdot \bar{y}_2) / (\mu_1 + \mu_2)$$

شبیه سازی توابع غیرخطی توسط قوانین فازی

$$\mu_{B^*}(y)=\vee_i(\mu_{Ai}(x^*).\mu_{Bi}(y))=Max_i(\mu_{Ai}(x^*).\mu_{Bi}(y))$$

$$y^* = (\sum_i \bar{y}_i.\mu_{Ai}(x^*).\mu_{Bi}(\bar{y}_i))/(\sum \mu_{Ai}(x^*).\mu_{Bi}(\bar{y}_i))$$

$$\mu_{Bi}(\bar{y}_i) = 1$$

$$y^* = (\sum_i \bar{y}_i.\mu_{Ai}(x^*))/(\sum_i \mu_{Ai}(x^*))$$

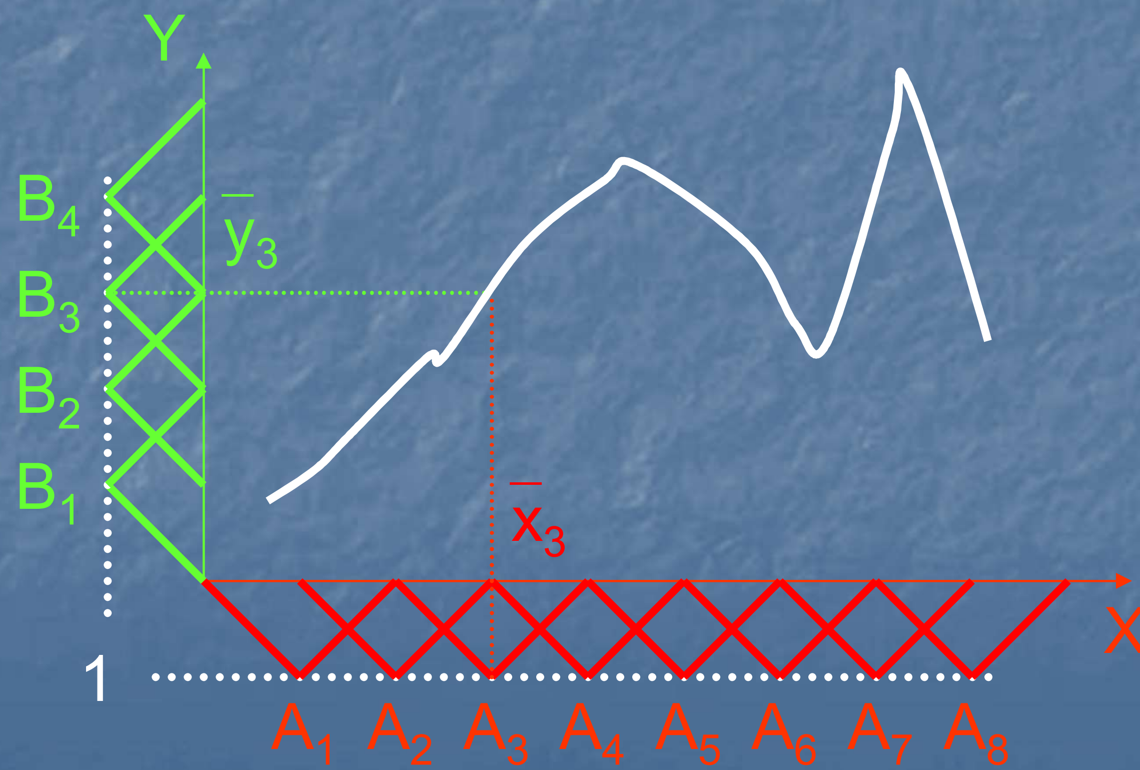
$$y^*=(\sum_i \bar{y}_i.\mu_{Ai1}(x_1^*)\ldots\mu_{Ain}(x_n^*))/(\sum_i \mu_{Ai1}(x_1^*)\ldots\mu_{Ain}(x_n^*))$$

شبیه سازی توابع غیرخطی توسط قوانین فازی

$$y^*=(\sum_i \bar{y}_i.\mu_{Ai1}(x_1^*)\ldots\mu_{Ain}(x_n^*))/(\sum_i \mu_{Ai1}(x_1^*)\ldots\mu_{Ain}(x_n^*))$$

$$y^* = (\sum_i \bar{y}_i.\mu_{Ai}(x^*))/(\sum_i \mu_{Ai}(x^*))$$

توجیه فرمول ؟

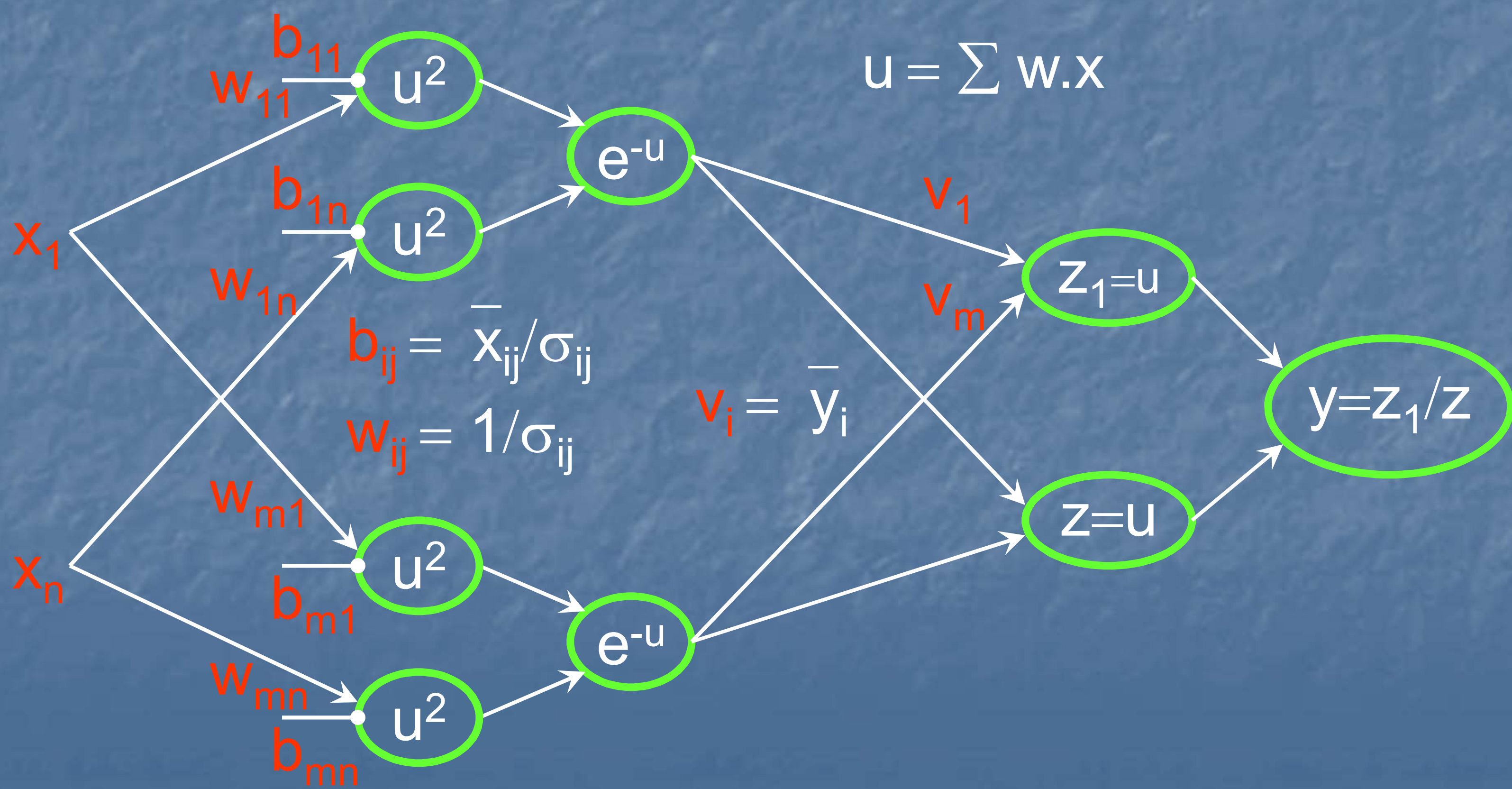


شبکه عصبی فازی

$$y^* = \left(\sum_i \bar{y}_i . \mu_{Ai1}(x_1^*) \ldots \mu_{Ain}(x_n^*)\right) / \left(\sum_i \mu_{Ai1}(x_1^*) \ldots \mu_{Ain}(x_n^*)\right)$$

اگر ورودی ها را مجموعه های فازی گوسی فرض کنیم

$$\mu_{Aij}(x) = \exp\left(-((x - \bar{x}_{ij})/\sigma_{ij})^2 \right)$$

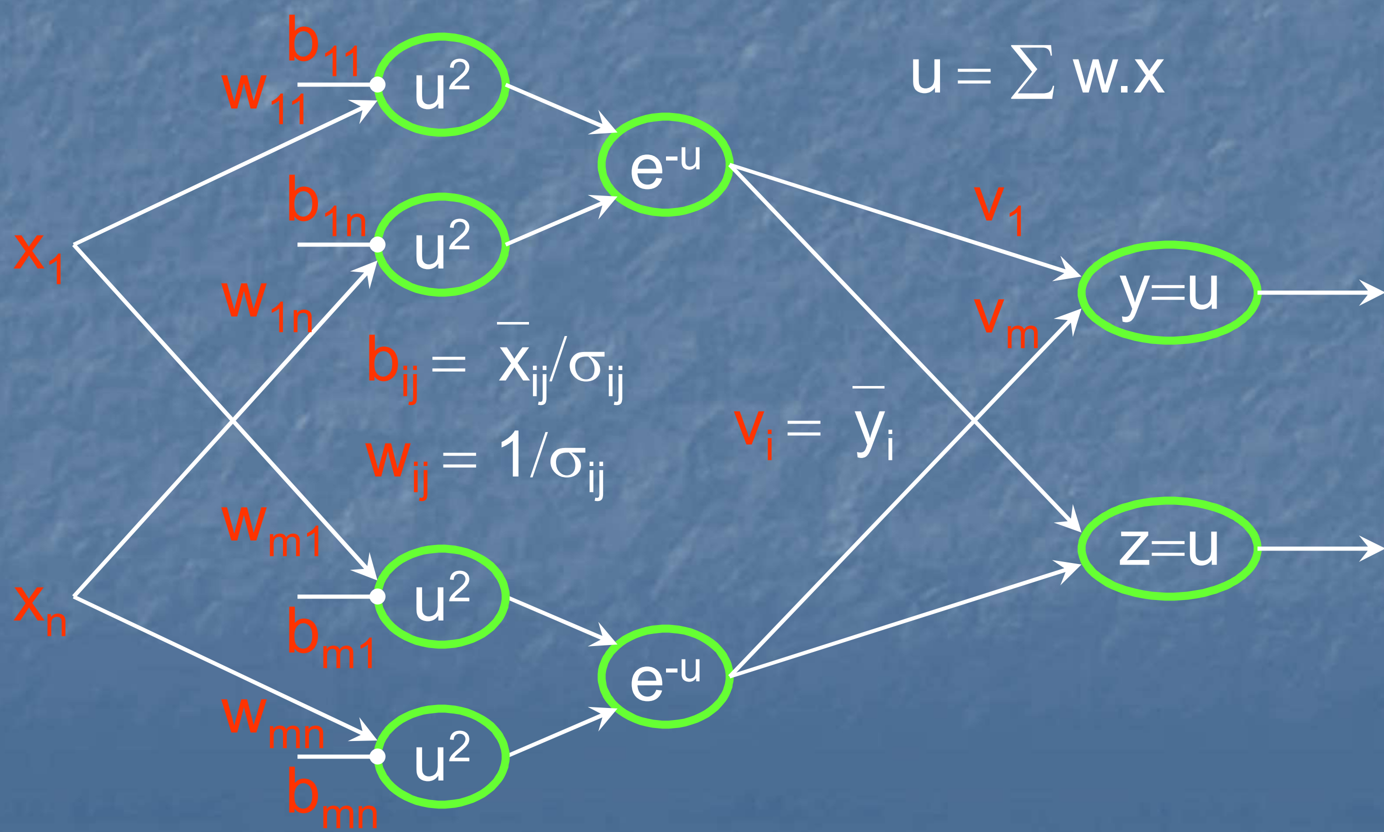


شبکه عصبی فازی

$$y^*=\left(\sum_i \bar{y}_i.\mu_{Ai1}(x_1^*)\ldots\mu_{Ain}(x_n^*)\right)/\left(\sum_i \mu_{Ai1}(x_1^*)\ldots\mu_{Ain}(x_n^*)\right)$$

$$\mu_{Aij}(x) = \exp\left(-((x - \bar{x}_{ij})/\sigma_{ij})^2 \right)$$

$$\sum_i \mu_{Ai1}(x_1^*)\ldots\mu_{Ain}(x_n^*)=1$$

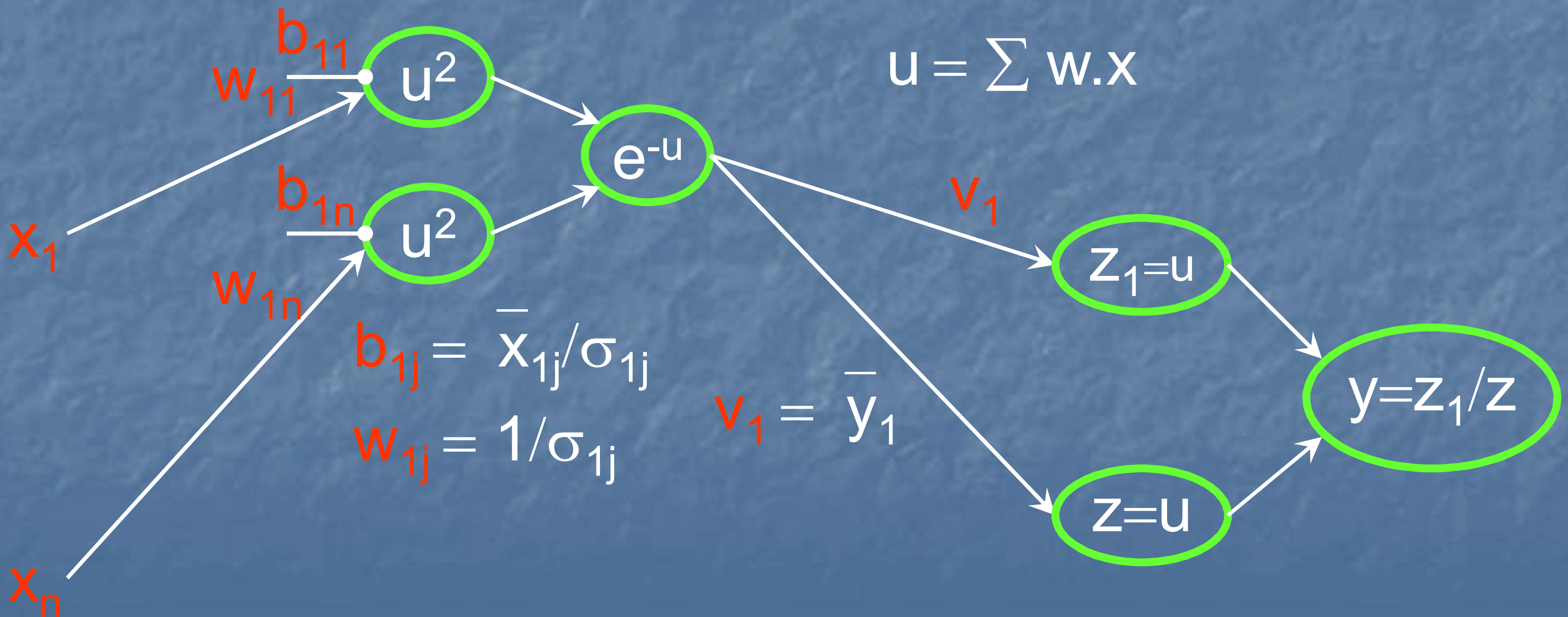


شبکه عصبی فازی

داده های ورودی وخروجی آموزشی به عنوان قوانین فازی در نظر گرفته میشوند

$$\mu_{Aij}(x) = \exp(-((x - \bar{x}_{ij})/\sigma_{ij})^2)$$

ابتدا شبکه با یک داده ورودی وخروجی آموزشی ایجاد میشود



شبکه عصبی فازی

سپس با داده ورودی وخروجی آموزشی دیگری شبکه تست میشود در صورتیکه مقدار خروجی Z کوچکتر از نیم باشد این داده به عنوان یک قانون به شبکه اضافه میشود و این مرحله برای تمامی داده های ورودی وخروجی آموزشی تکرار میشود

در انتها شبکه با داده های ورودی وخروجی آموزشی آموزش داده میشود

شبکه عصبی فازی

مزیت های شبکه عصبی فازی

وزن های اولیه از روی داده ها تعیین میشوند و بصورت تصادفی انتخاب نمیشوند بنابراین سرعت یادگیری بیشتر و همگرایی تضمین بالاتری دارد

تعداد نرون ها به تعداد داده های آموزشی مستقل و دقت (انحراف معیار) بستگی دارد

شبکه عصبی فازی