هسته آنالیز تصاویر چشم

مرکز پردازش تصویر و سیگنال پزشکی

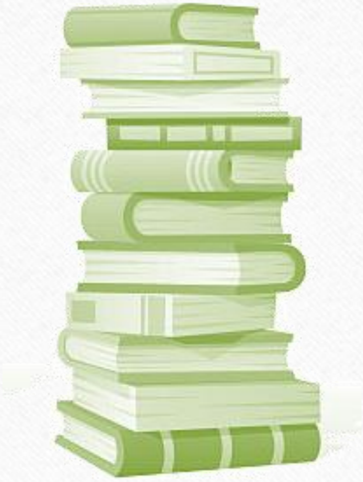
رجیستر کردن تصاویر به کمک سیستم فازی TSK بهبود یافته

منیره شیخ حسینی

پاییز ۱۴۰۱


CONTENT

- ردیابی حرکت بطن چپ در تصاویر اکوکاردیوگرافی سه بعدی
  - تطبیق بلوکی: BM- RFBM
  - شار نوری: S_Demons- AAOF
  - انطباق تصویر: AFFD
  - روش های مبتنی بر یادگیری: Deep learning

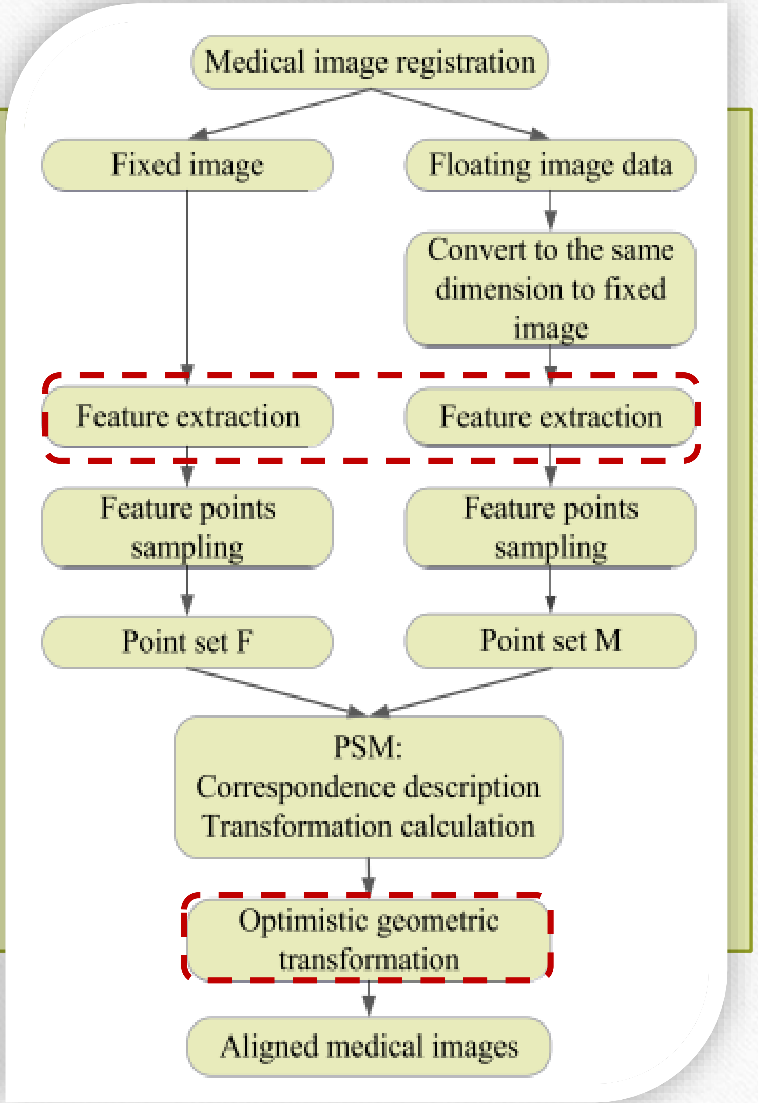


STRAUS

پایگاه داده مصنوعی

CETUS

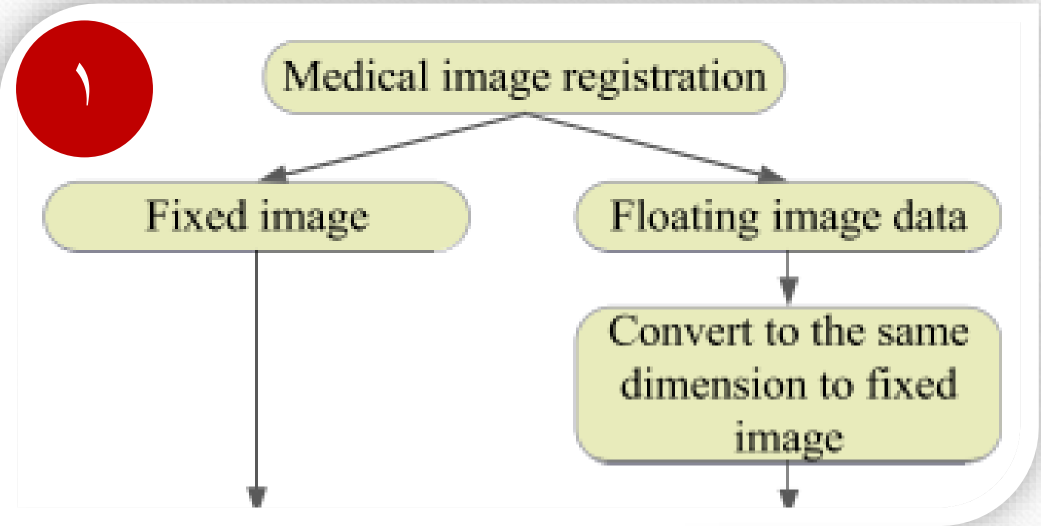
پایگاه داده واقعی

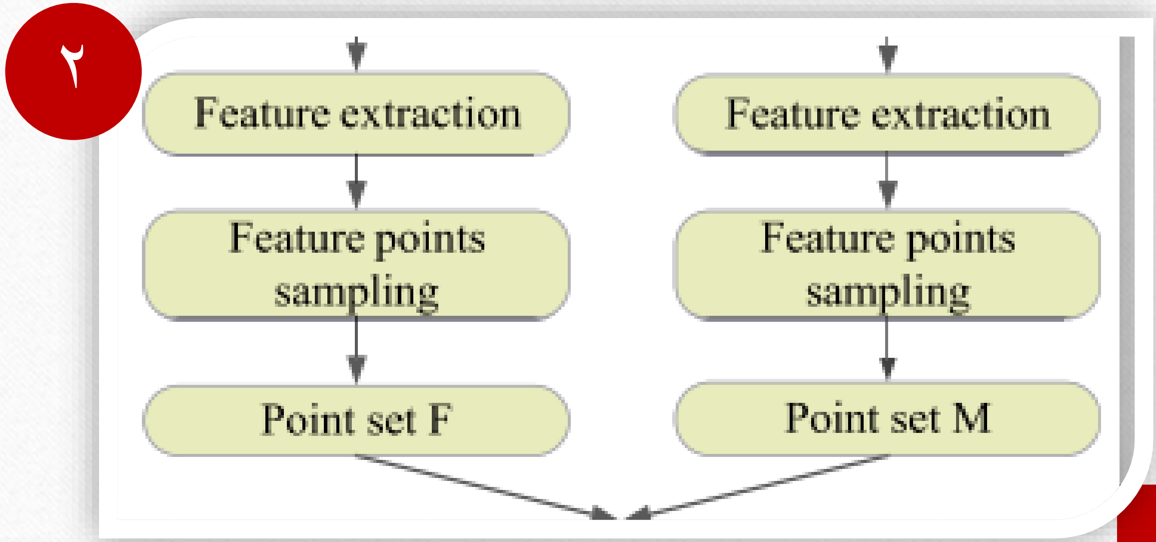


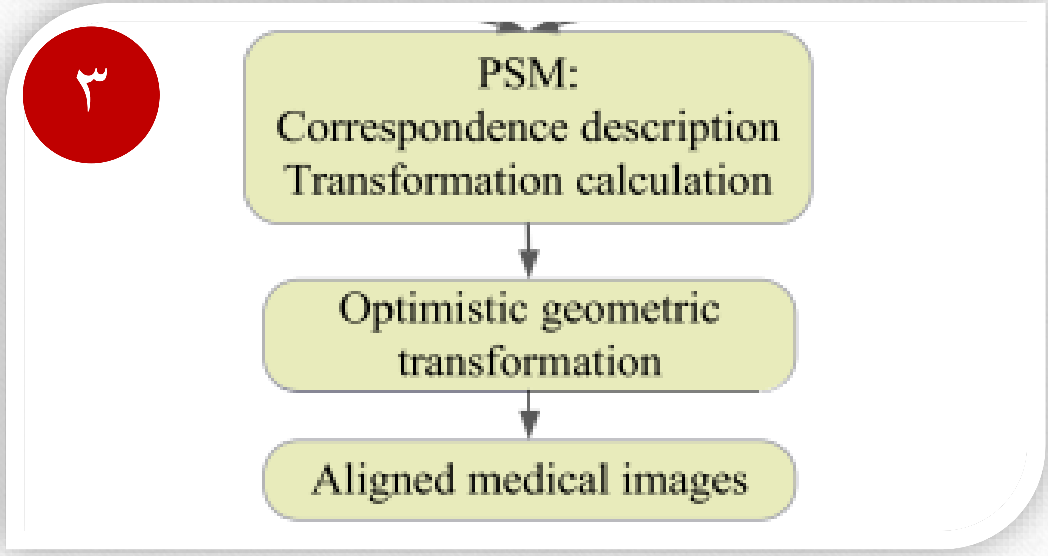
- تطبیق بلوکی
- شار نوری
- انطباق تصویر
- مبتنی بر یادگیری

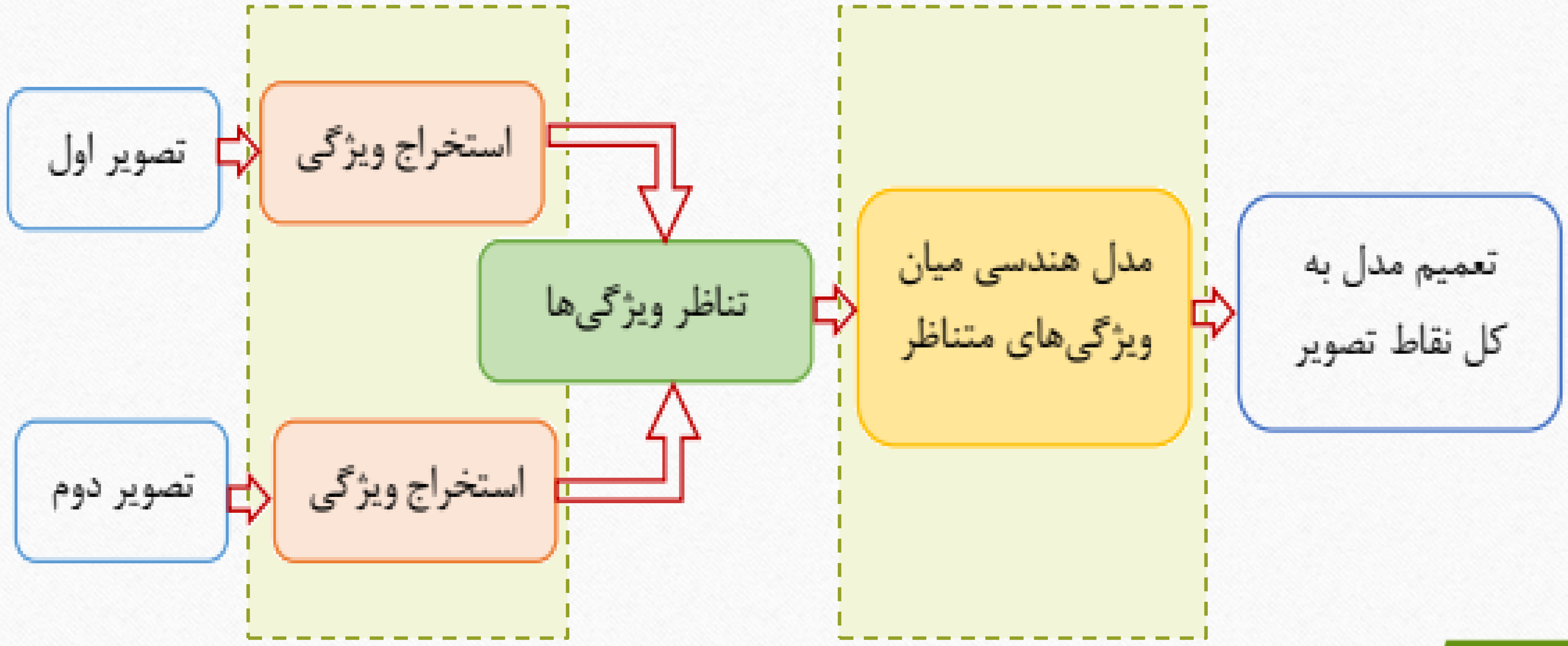
- استخراج ویژگی در انطباق تصویر
  - Laplacian
  - SURF
  - HOG
  - SIFT
- محاسبه تبدیل هندسی میان نقاط ویژگی
  - *ICP*
  - *RPM*
  - *CPD*

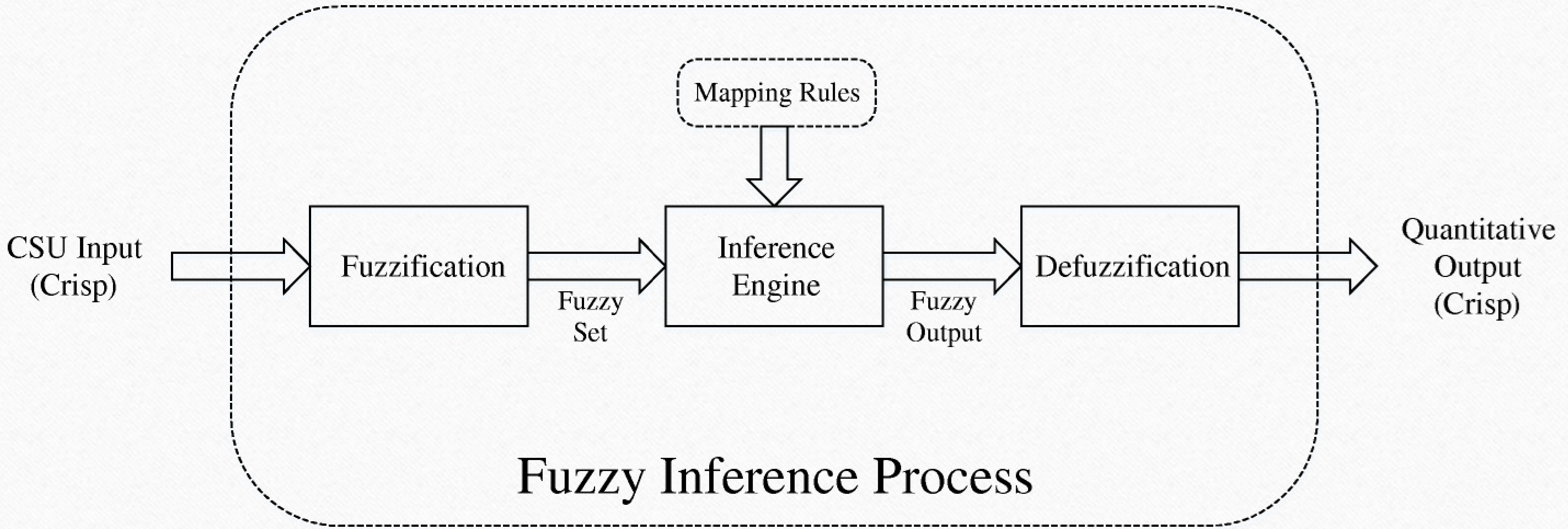
S.-Y. Guan, T.-M. Wang, C. Meng, and J.-C. Wang, “A Review of Point Feature Based Medical Image Registration,” Chinese J. Mech. Eng., vol. 31, no. 1, p. 76, Dec.2018


۱
Medical image registration
Fixed image
Floating image data
Convert to the same dimension to fixed image


۲
Feature extraction
Feature extraction
Feature points sampling
Feature points sampling
Point set F
Point set M

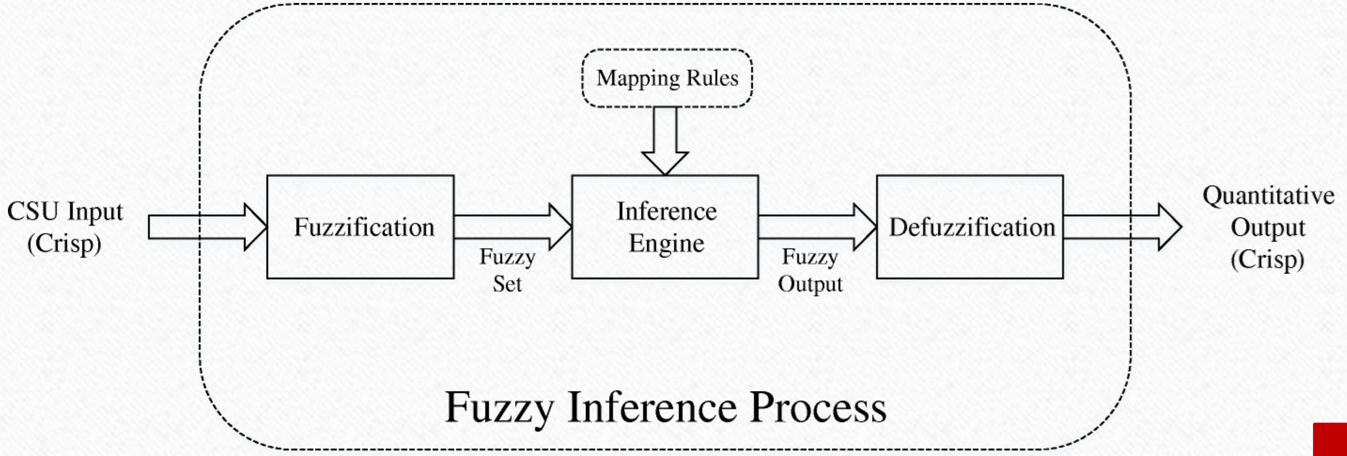

۳
PSM:
Correspondence description
Transformation calculation
Optimistic geometric transformation
Aligned medical images


تصویر اول
استخراج ویژگی
تصویر دوم
استخراج ویژگی
تناظر ویژگی‌ها
مدل هندسی میان ویژگی‌های متناظر
تعمیم مدل به کل نقاط تصویر


Mapping Rules
CSU Input
(Crisp)
Fuzzification
Fuzzy
Set
Inference
Engine
Fuzzy
Output
Defuzzification
Quantitative
Output
(Crisp)
Fuzzy Inference Process

Fuzzification is the process of converting a crisp input value to a fuzzy value that is performed by the use of the information in the knowledge base.

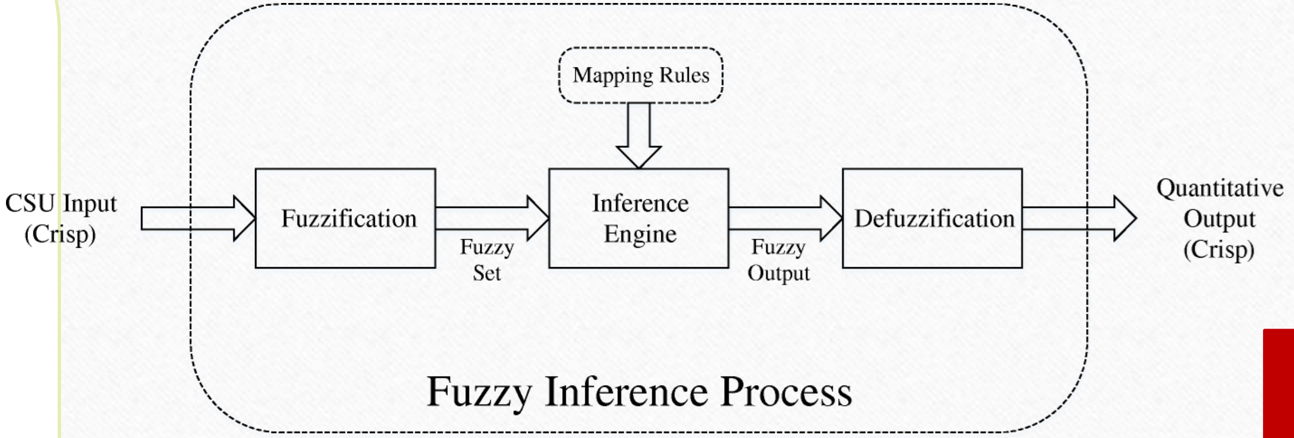
various types of curves can be seen in literature, **Gaussian, triangular, and trapezoidal** MFs are the most commonly used in the fuzzification process.



Defuzzification is the process of obtaining a single number from the output of the aggregated fuzzy set.

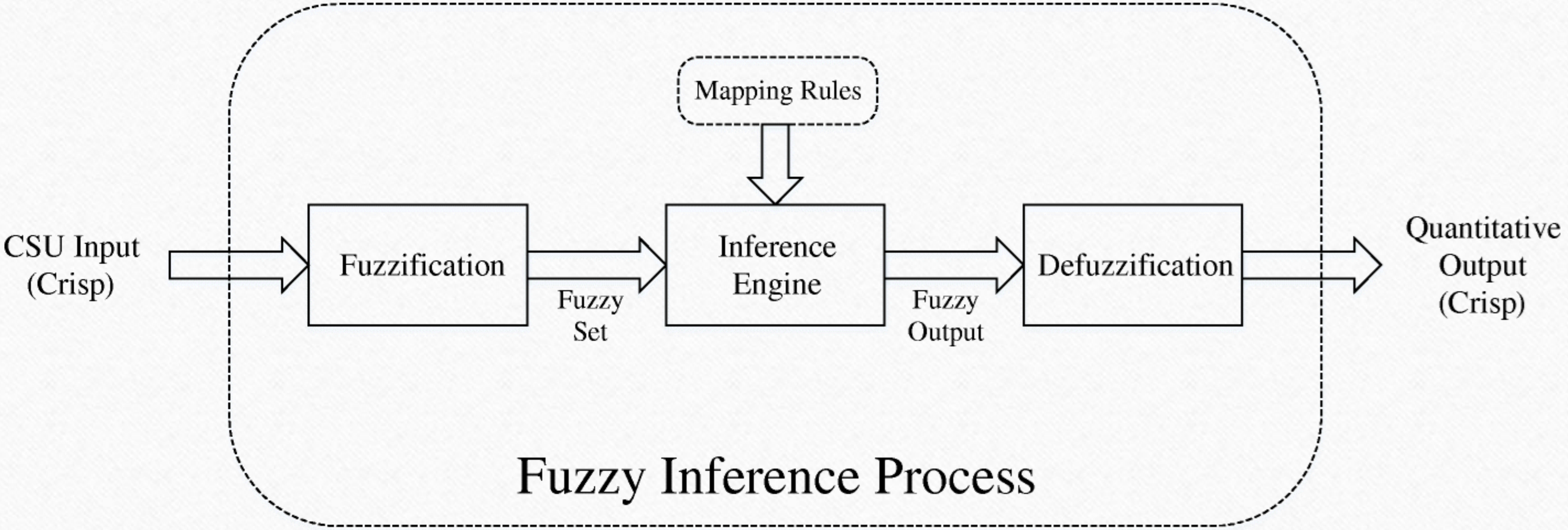
It is used to transfer fuzzy inference results into a crisp output.

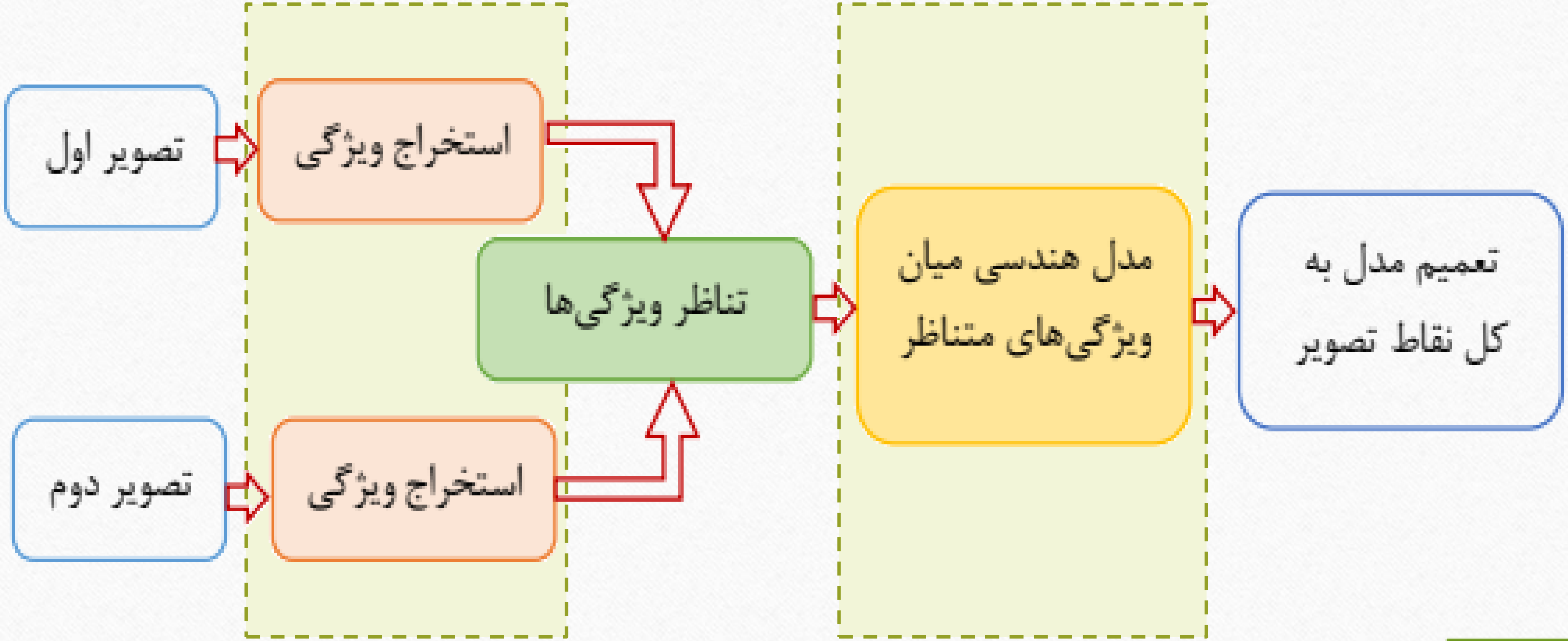
There are several forms of defuzzification including center of gravity (COG), mean of maximum (MOM), and center average methods..



The **inference engine** is responsible for applying the inference rules to the fuzzy input in order to generate the fuzzy output.

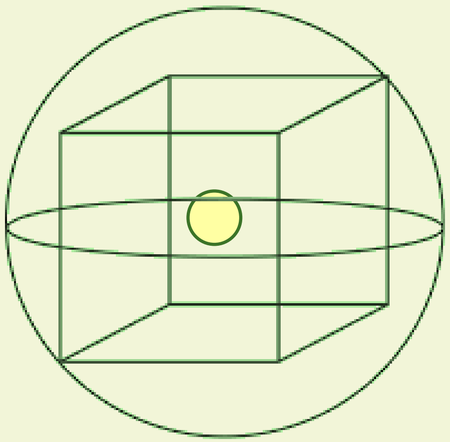
If ….. Then….



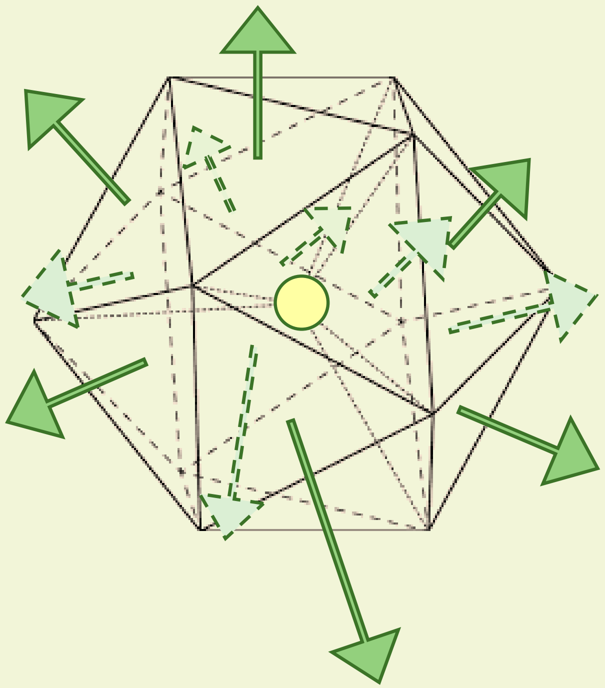

تصویر اول
تصویر دوم
استخراج ویژگی
استخراج ویژگی
تناظر ویژگی‌ها
مدل هندسی میان ویژگی‌های متناظر
تعمیم مدل به کل نقاط تصویر

- تبدیل ویژگی مستقل از مقیاس (SIFT)

هیستوگرام گرادیان



جهت‌های محلی



تعیین موقعیت مکانی نقاط کلیدی

$$\ell(\mathrm{x},\sigma)=I(\mathrm{x})*\Delta g_{\sigma}(\mathrm{x})$$

$$d(\mathrm{x},\sigma)=I(\mathrm{x})*(g_{\sigma+\delta}(\mathrm{x})-g_{\sigma}(\mathrm{x}))$$

$$\Big\downarrow \text{extrema}$$

Key Points

$$\left|d(\mathbf{x},\sigma)\right|<\alpha\max_{\mathrm{x},\sigma}\left|d(\mathbf{x},\sigma)\right|$$

- **تناظر ویژگی‌های استخراج شده**

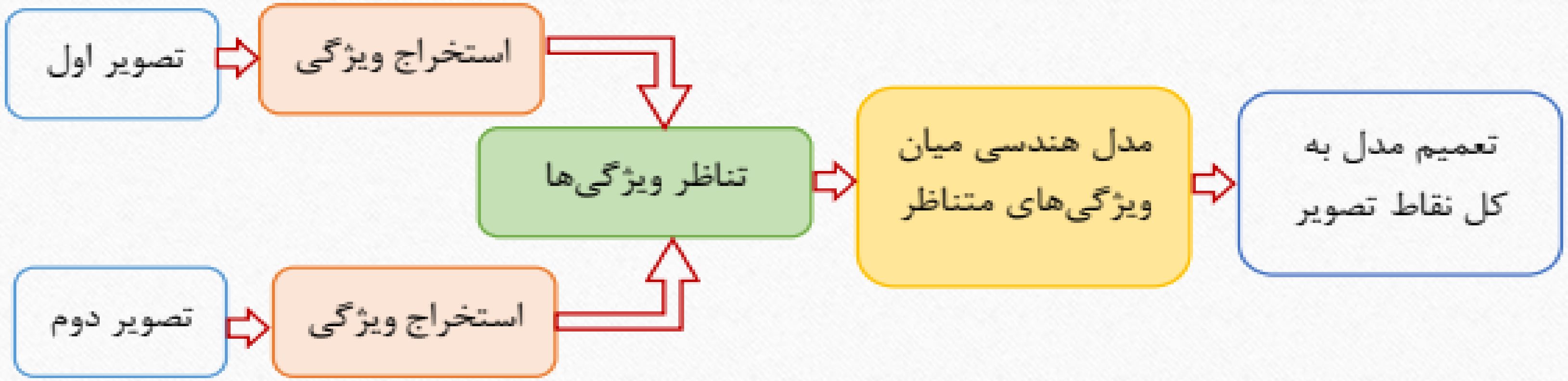
نقطه کلیدی در تصویر اول

$$g(\mathbf{x}, S_2) = \frac{d(\mathbf{x}, \mathbf{y}_1)}{d(\mathbf{x}, \mathbf{y}_2)}$$

اولین عضو نزدیک به $\mathbf{x}$

دومین عضو نزدیک به $\mathbf{x}$

مجموعه نقاط کلیدی مربوط به تصویر دوم

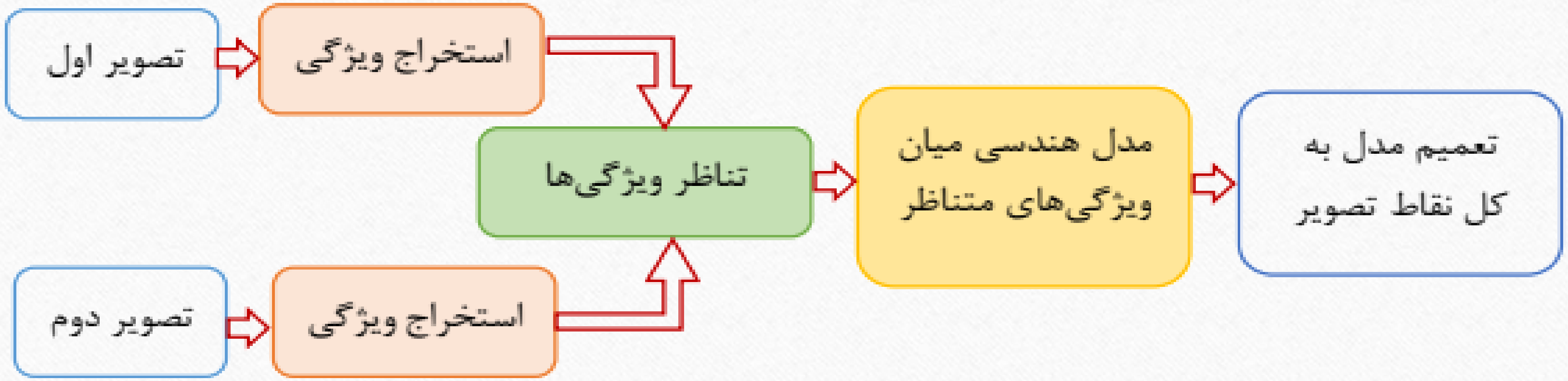


رویکرد پیشنهادی در مدلسازی هندسی

- سیستم فازی TSK

$$If \;\; u_1 \;\; is \;\; \mathscr{F}_1 \;\; and \;\; .... \;\; and \;\; u_n \;\; is \;\; \mathscr{F}_n \;\; then \;\; v = \varphi(u_1,...,u_n)$$

$$If \;\; u_1 \;\; is \;\; \mathscr{F}_1 \;\; and \;\; .... \;\; and \;\; u_n \;\; is \;\; \mathscr{F}_n \;\; then \;\; v = p_0 + p_1 u_1 + ... + p_n u_n$$



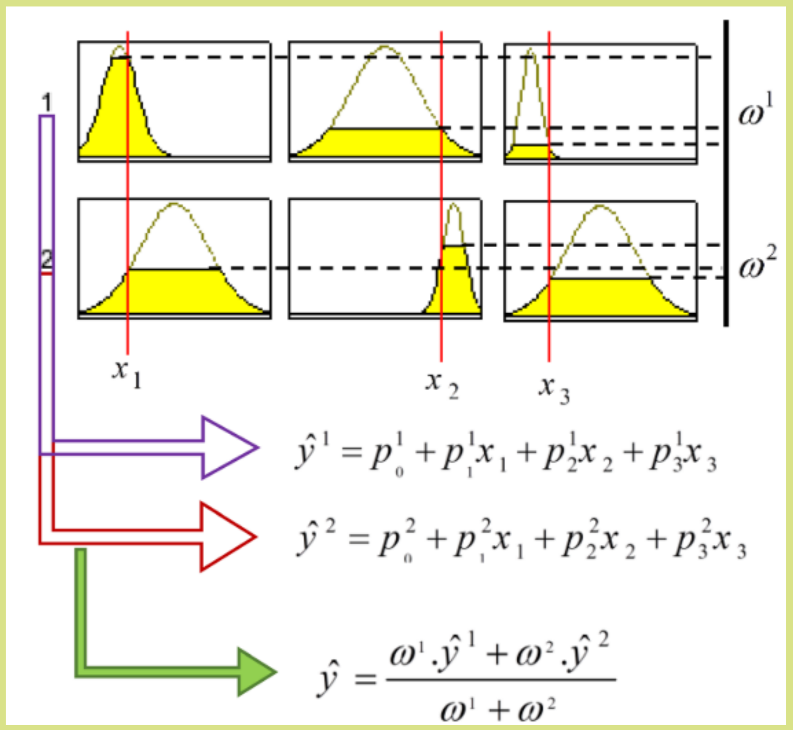
- رویکرد پیشنهادی در مدلسازی هندسی
  - سیستم فازی *TSK*

$$\text{If } \; x_1 \text{ is } F_1^r \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } F_n^r \text{ then } \hat{y}^r = p_0^r + p_1^r x_1 + \dots + p_n^r x_n$$

$$\omega^r(\mathbf{x}_m) \triangleq \bigwedge_{i \in \{1,\dots,n\}} F_i^r(x_{im}) = \prod_{i \in \{1,\dots,n\}} F_i^r(x_{im})$$

$$\upsilon^r(\mathbf{x}_m) \triangleq \frac{\omega^r(\mathbf{x}_m)}{\sum_{i=1}^{R} \omega^i(\mathbf{x}_m)} \quad , \quad \sum_{k=1}^{r} \upsilon^k(\mathbf{x}_m) = 1$$

$$\hat{y}(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{r=1}^{R} \omega^r(\mathbf{x}).\hat{y}^r(\mathbf{x})}{\sum_{r=1}^{R} \omega^r(\mathbf{x})}$$



- رویکرد پیشنهادی در مدلسازی هندسی
  - سیستم فازی TSK
    - طراحی بخش مقدم سیستم فازی
    - طراحی بخش تالی سیستم فازی

(X, Y) جفت ورودی-خروجی

خوشه‌بندی فضای ورودی

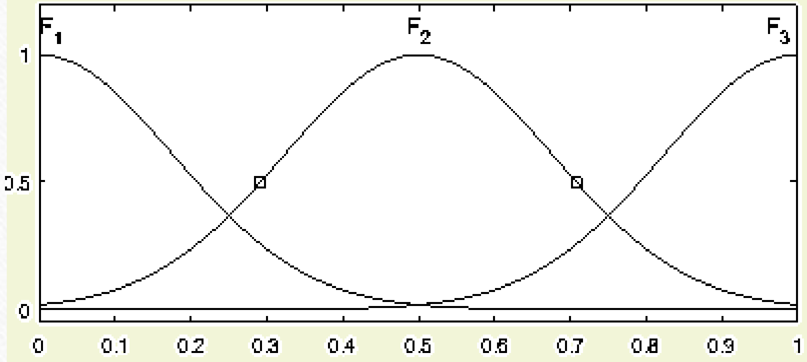
FCM

$$\min J_m(\mathbf{u},v) = \sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{c}(u_{ik})^m.(d_{ik})^2$$

$$d_{ik} = \left\| x_k - v_i \right\|^2$$

$$u_{ik}^m = \left[\sum_{j=1}^{c}\left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}}\right)^{2/m-1}\right]^{-1} \quad for\ \forall i,k \qquad v_i = \frac{\sum_{k=1}^{n} u_{ik}^m x_k}{\sum_{k=1}^{n} u_{ik}^m}$$

تقسیم بندی یکنواخت فضای ورودی



$$F_i^r = \exp\left(-\left(\frac{x_{im} - \chi_i^r}{\sigma_i^r}\right)^2\right)$$

● رویکرد پیشنهادی در مدلسازی هندسی

○ سیستم فازی TSK

- طراحی بخش مقدم سیستم فازی
- طراحی بخش تالی سیستم فازی

$$\|\vec{\varepsilon}\|^2 \triangleq \|\vec{y} - \vec{\hat{y}}\|^2 \qquad \hat{y}(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{r=1}^{R} \omega^r(\mathbf{x}).\hat{y}^r(\mathbf{x})}{\sum_{r=1}^{R} \omega^r(\mathbf{x})}$$

$$A \triangleq \begin{pmatrix} \upsilon^1(\mathbf{x}_1), \upsilon^1(\mathbf{x}_1).x_{11}, \ldots, \upsilon^1(\mathbf{x}_1).x_{n1} \;.\;.\;.\; \upsilon^R(\mathbf{x}_1), \upsilon^R(\mathbf{x}_1).x_{11}, \ldots, \upsilon^R(\mathbf{x}_1).x_{n1} \\ \vdots \\ \upsilon^1(\mathbf{x}_m), \upsilon^1(\mathbf{x}_m).x_{1m}, \ldots, \upsilon^1(\mathbf{x}_m).x_{nm} \;.\;.\;.\; \upsilon^R(\mathbf{x}_m), \upsilon^R(\mathbf{x}_m).x_{1m}, \ldots, \upsilon^R(\mathbf{x}_m).x_{nm} \\ \vdots \\ \upsilon^1(\mathbf{x}_M), \upsilon^1(\mathbf{x}_M).x_{1M}, \ldots, \upsilon^1(\mathbf{x}_M).x_{nM} \;.\;.\;.\; \upsilon^R(\mathbf{x}_M), \upsilon^R(\mathbf{x}_M).x_{1M}, \ldots, \upsilon^R(\mathbf{x}_M).x_{nM} \end{pmatrix}$$

$$\vec{\hat{y}} = A.\vec{p}$$

$$\vec{p} = \left(\left(A^T A\right)^{-1} A^T\right)\vec{y}$$

$$\vec{p} = \left(A^T A + \Gamma^T \Gamma\right)^{-1} A^T \vec{y}$$

Tikhonov Regularization

بازنمایی آفین پارامترهای فازی

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & t_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & t_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & t_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$y_i = \frac{\sum_{j=1}^{R} \omega_i^j \hat{y}_i^j}{\sum_{j=1}^{R} \omega_i^j} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_i^j \hat{y}_i^j$$

$$y_i = \bar{\omega}_i^1 \hat{y}_i^1 + \bar{\omega}_i^2 \hat{y}_i^2 + \bar{\omega}_i^3 \hat{y}_i^3$$

$$= \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_i^j (p_{i0}^j + p_{i1}^j x_1 + p_{i2}^j x_2 + p_{i3}^j x_3)$$

$$= (\sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_i^j p_{i1}^j) x_1 + (\sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_i^j p_{i2}^j) x_2 + (\sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_i^j p_{i3}^j) x_3 + (\sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_i^j p_{i0}^j)$$

$$\begin{cases} a_{11} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_1^j p_{11}^j ,\ a_{12} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_1^j p_{12}^j ,\ a_{13} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_1^j p_{13}^j ,\ t_1 = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_1^j p_{10}^j \\ a_{21} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_2^j p_{21}^j ,\ a_{22} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_2^j p_{22}^j ,\ a_{23} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_2^j p_{23}^j ,\ t_2 = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_2^j p_{20}^j \\ a_{31} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_3^j p_{31}^j ,\ a_{32} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_3^j p_{32}^j ,\ a_{33} = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_3^j p_{33}^j ,\ t_3 = \sum_{j=1}^{R} \bar{\omega}_3^j p_{30}^j \end{cases}$$

$$M = [a_{11}, a_{12}, a_{13}, t_1, a_{21}, a_{22}, a_{23}, t_2, a_{31}, a_{32}, a_{33}, t_3]$$

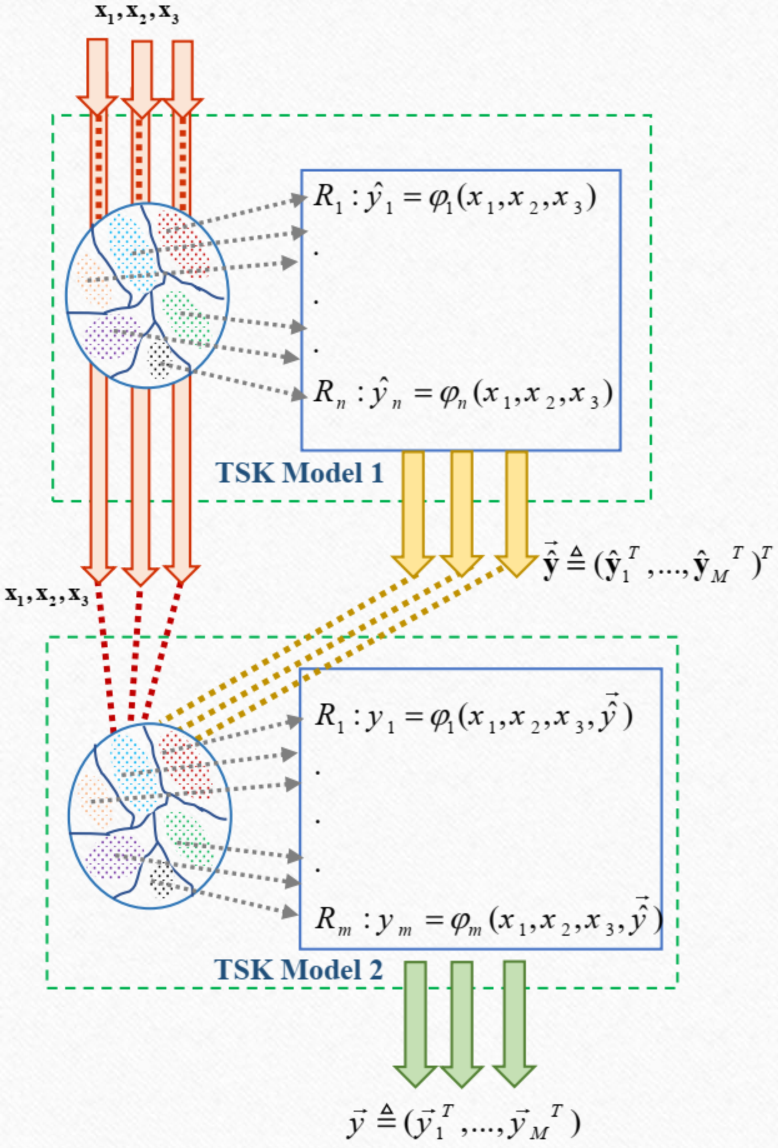
سیستم فازی TSK مرتبه اول

$=$

تبدیل آفین محلی

رویکرد پیشنهادی در مدلسازی هندسی

- سیستم فازی با ساختار توسعه یافته



$$(\mathbf{X}, \mathbf{Y})$$

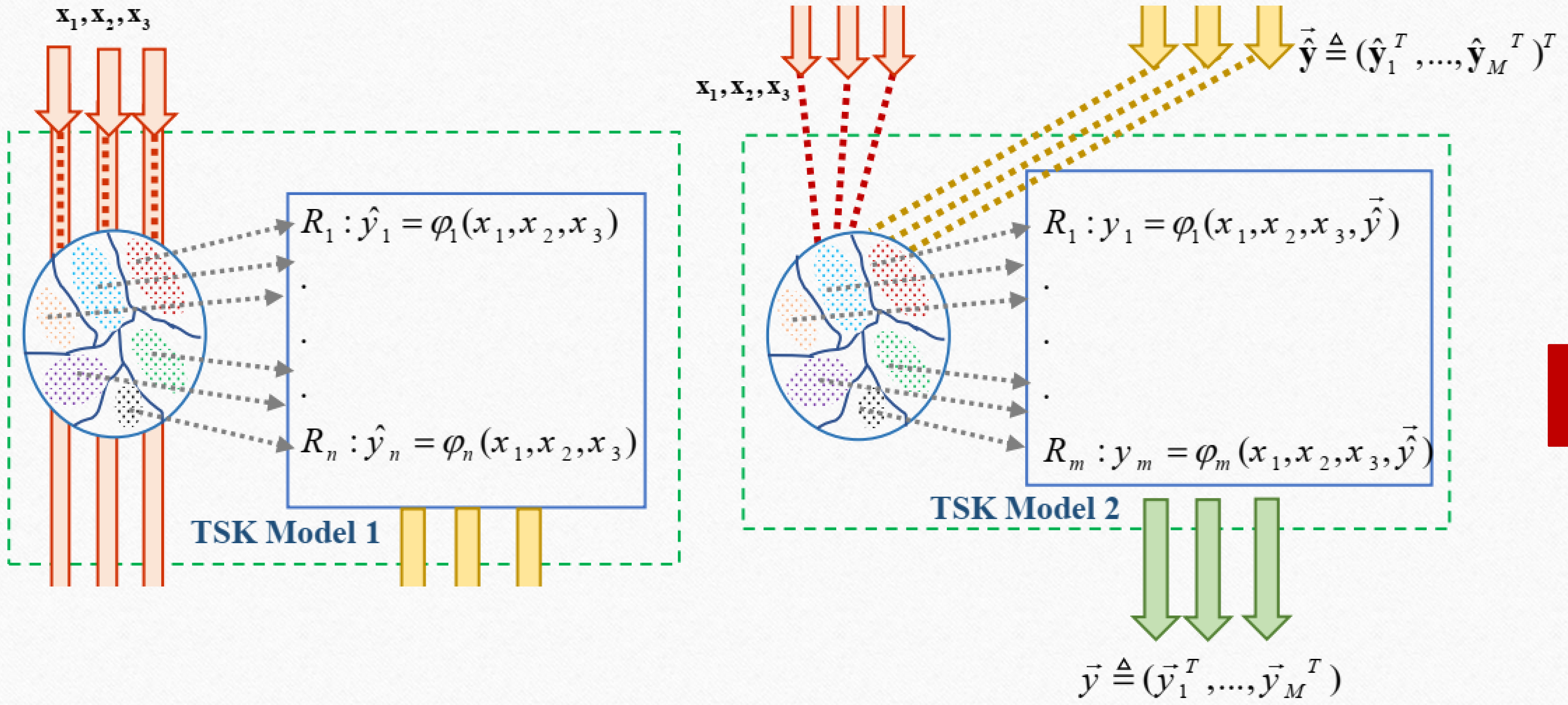
$$([\mathbf{X}, \mathbf{Y}'], \mathbf{Y})$$

طراحی بخش مقدم سیستم فازی

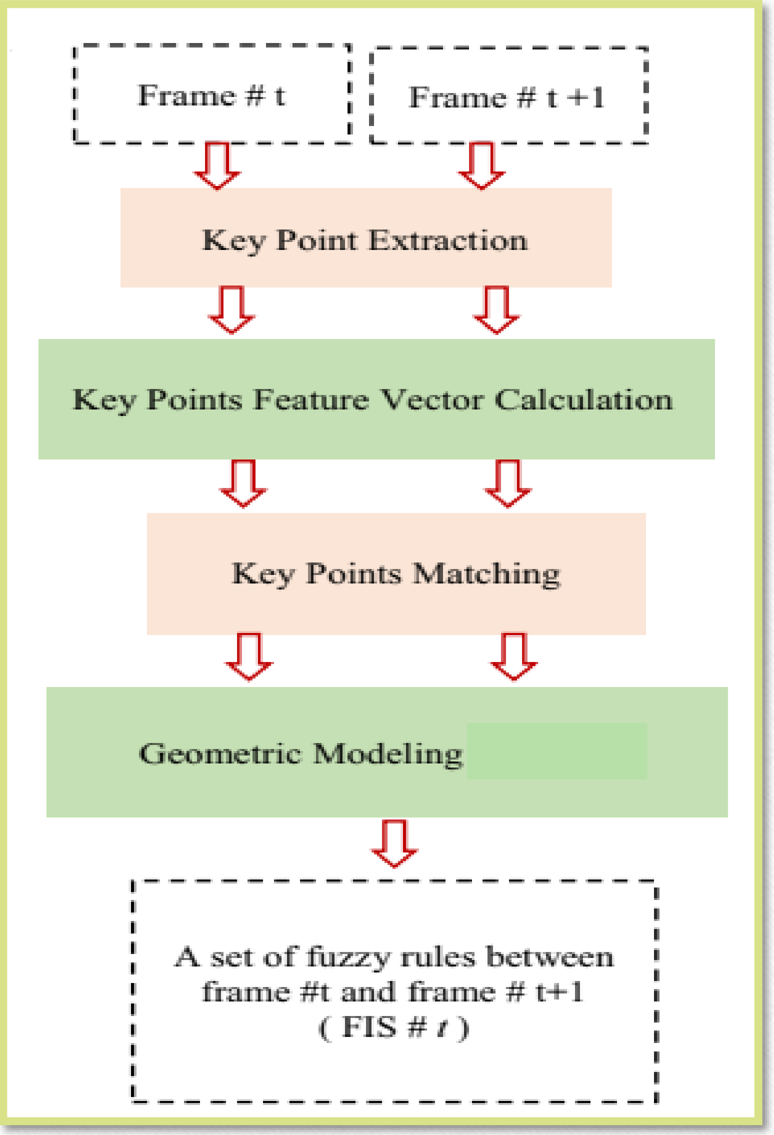
خوشه بندی فضای ورودی

طراحی بخش تالی سیستم فازی

حداقل مربعات با رگولاریزاسیون تیخونوف


$\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3$
$R_1 : \hat{y}_1 = \varphi_1(x_1, x_2, x_3)$
$R_n : \hat{y}_n = \varphi_n(x_1, x_2, x_3)$
TSK Model 1
$\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3$
$\vec{\hat{\mathbf{y}}} \triangleq (\hat{\mathbf{y}}_1^{\,T}, \ldots, \hat{\mathbf{y}}_M^{\,T})^T$
$R_1 : y_1 = \varphi_1(x_1, x_2, x_3, \vec{\hat{y}})$
$R_m : y_m = \varphi_m(x_1, x_2, x_3, \vec{\hat{y}})$
TSK Model 2
$\vec{y} \triangleq (\vec{y}_1^{\,T}, \ldots, \vec{y}_M^{\,T})$

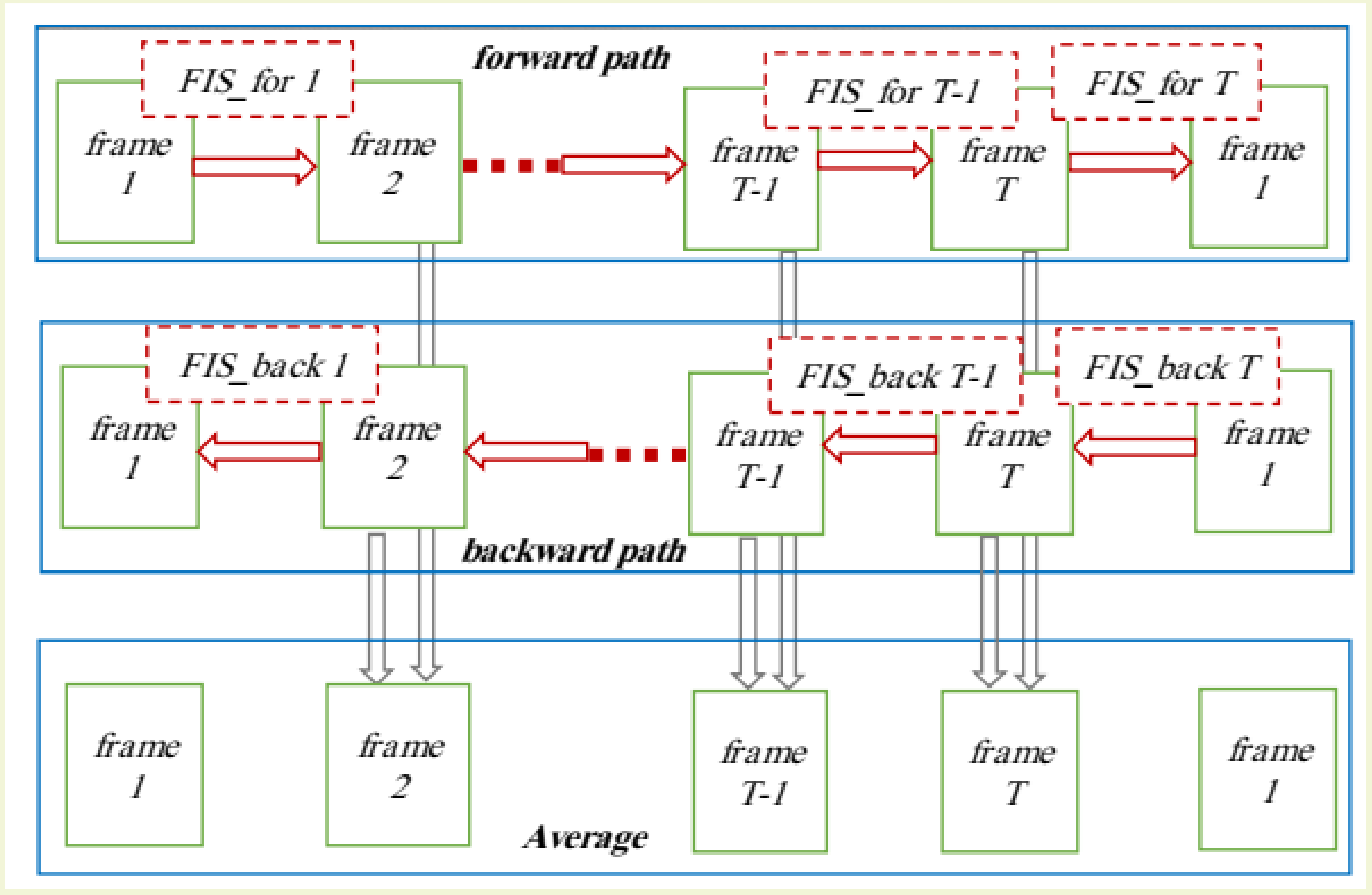
ردیابی حرکت با قواعد فازی



$$FIS\ \ t:$$

$$\begin{cases} Rule\ \#1: \\ If\ \ \hat{x}_{1k}(t)\ is\ \ \mathscr{F}_1^1\ \&\ \hat{x}_{2k}(t)\ is\ \ \mathscr{F}_2^1\ \&\ \hat{x}_{3k}(t)\ is\ \ \mathscr{F}_3^1 \\ then\ \ \hat{x}_{1k}(t+1) = p_0^1 + p_1^1\hat{x}_{1k}(t) + p_2^1\hat{x}_{2k}(t) + p_3^1\hat{x}_{3k}(t) \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ Rule\ \#R: \\ If\ \ \hat{x}_{1k}(t)\ is\ \ \mathscr{F}_1^R\ \&\ \hat{x}_{2k}(t)\ is\ \ \mathscr{F}_2^R\ \&\ \hat{x}_{3k}(t)\ is\ \ \mathscr{F}_3^R \\ then\ \ \hat{x}_{1k}(t+1) = p_0^R + p_1^R\hat{x}_{1k}(t) + p_2^R\hat{x}_{2k}(t) + p_3^R\hat{x}_{3k}(t) \end{cases}$$

- ردیابی حرکت با قواعد فازی
  - رویکرد پیشرو- پسرو




Thank you