



Mathematical modeling

第十四讲 智能计算模型(1)

周毓明

zhouyuming@nju.edu.cn

南京大学计算机科学与技术系

名词辨析

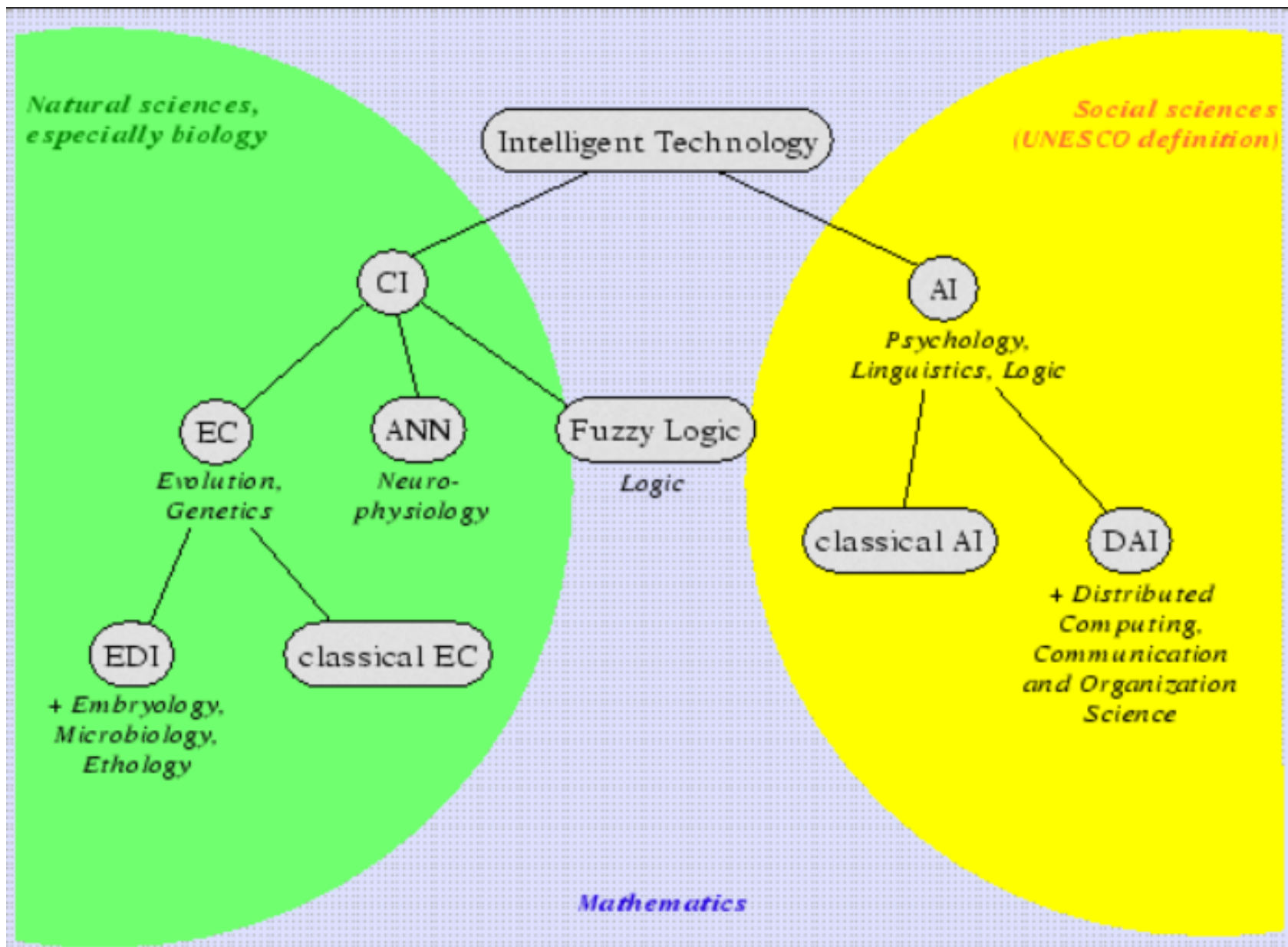
Artificial intelligence

Computational intelligence

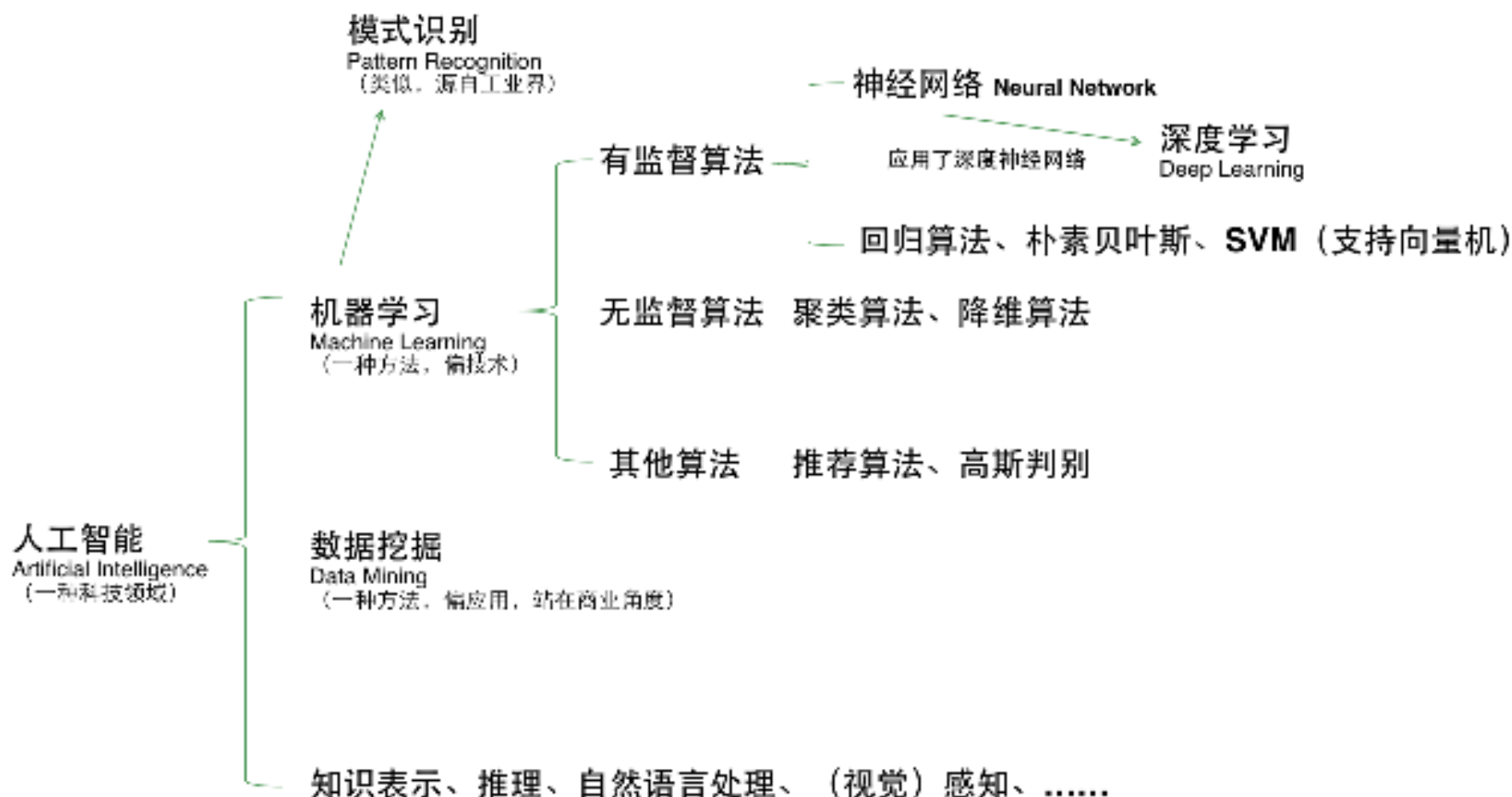
Intelligent computing

Soft computing

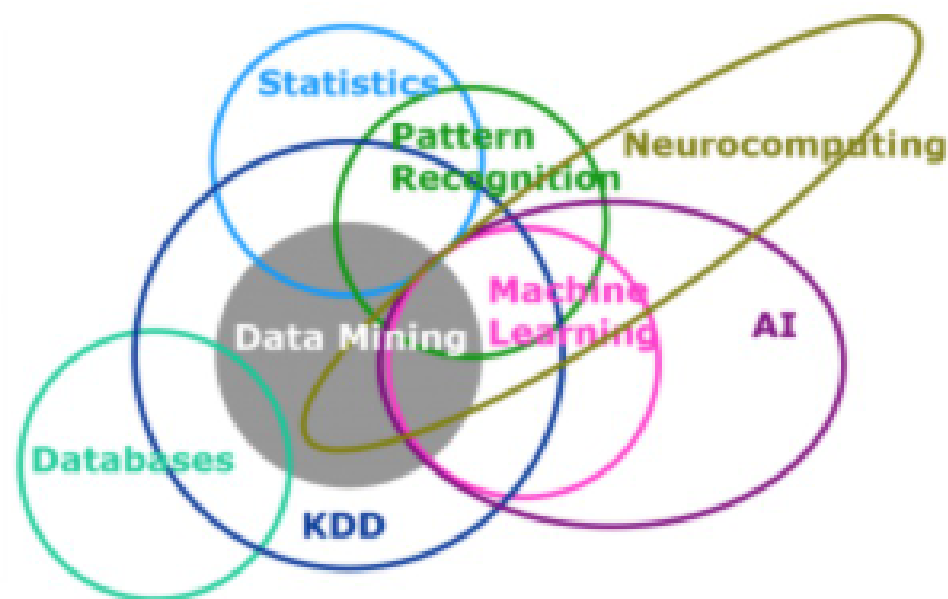
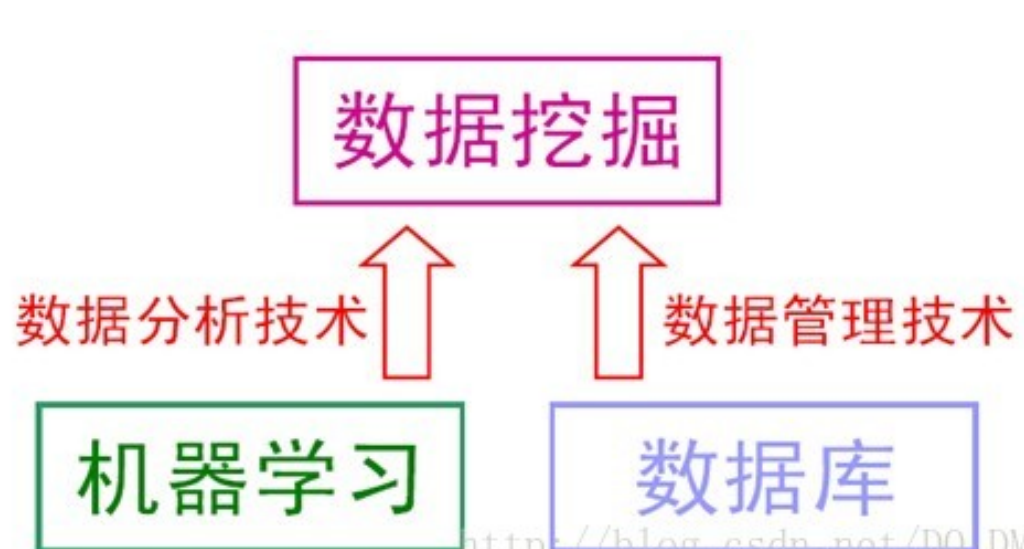




人工智能与机器学习



机器学习与数据挖掘



机器学习与深度学习



CI:人工智能的分支

- 人工神经网络

- 遗传算法

- 粒子群算法

- 模拟退火

- 蜜蜂算法

- 禁忌搜索

- 细菌算法

- 演化算法

- 猫群算法

- 启发式算法

- 蚁群算法

- 鱼群算法

- ...

- 模糊集

- 粗糙集



CI:人工智能的分支

- 人工神经网络

- 遗传算法

- 粒子群算法

- 模糊集

- 粗糙集

仿人脑

生理构造和信息
处理的过程

- 蜜蜂算法

- 细菌算法

- 猫群算法

- 蚁群算法

- 鱼群算法

- ...



CI:人工智能的分支

■ 人工神经网络

■ 遗传算法

■ 粒子群算法

仿思维/语言

模糊性概念的处理

■ 模糊集

■ 粗糙集

■ 蜂群算法

■ 菌算法

■ 群算法

■ 蚁群算法

■ 鱼群算法

■ ...



CI:人工智能的分支

- 人工神经网络

仿行为

生物进化和
群体智能

- 遗传算法

- 模拟退火

- 禁忌搜索

- 演化算法

- 启发式算法

- 鱼群算法

- 粒子群算法

- 蜜蜂算法

- 细菌算法

- 猫群算法

- 蚁群算法

- ...



CI:人工智能的分支

- 人工神经网络

- 遗传算法

- 粒子群算法

- 模拟退火

- 蜜蜂算法

- 禁忌搜索

- 细菌算法

- 演化算法

- 猫群算法

- 启发式算法

- 蚁群算法

- 鱼群算法

- ...

- 模糊集

- 粗糙集



课程内容

1. 数学概念与模型
2. 实际案例与分析
3. 计算机典型应用



1.数学概念与模型

2.实际案例与分析



Rough sets

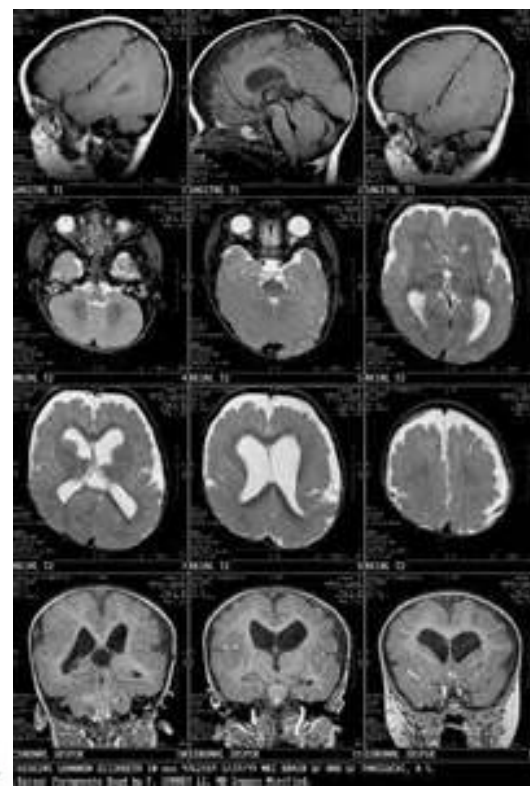
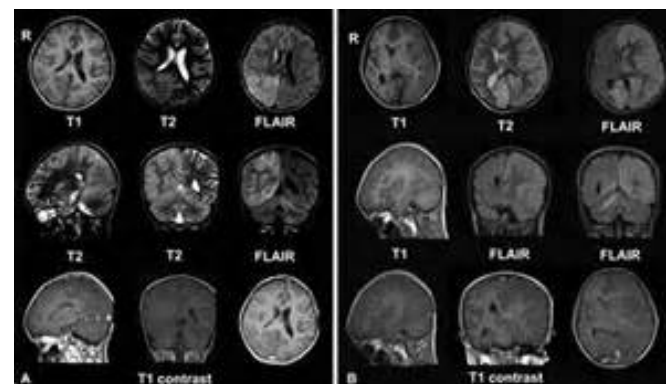
(KDD 2000 Tutorial)



3.计算机典型应用



核磁共振(MRI)图像噪声消除



核磁共振(MRI)图像噪声消除

Signal Processing 103 (2014) 24–35



Contents lists available at ScienceDirect

Signal Processing

journal homepage: www.elsevier.com/locate/sigpro



Rough set based image denoising for brain MR images

Ashish Phophalia, Ajit Rajwade, Suman K. Mitra*

Dhirubhai Ambani Institute of Information and Communication Technology, DA-IICT Post Bag 4, Near Indroda Circle, Gandhinagar 382007, Gujarat, India



核磁共振(MRI)图像噪声消除

NLM (non-local means)方法

X : 图像, p : position(位置)

$$X(p) = \sum_{\forall q \in X} S(p, q) X(q)$$

$$S(p, q) = \frac{1}{Z_p} e^{(G_p \|X(N_p) - X(N_q)\|^2)/h^2}$$

$$0 \leq S(p, q) \leq 1, \quad \sum_{\forall q \in X} S(p, q) = 1$$



核磁共振(MRI)图像噪声消除

NLM (non-local means)方法

X : 图像, p : position(位置)

$$X(p) = \sum_{\forall q \in X} S(p, q)X(q)$$

全局搜索
时间复杂性高

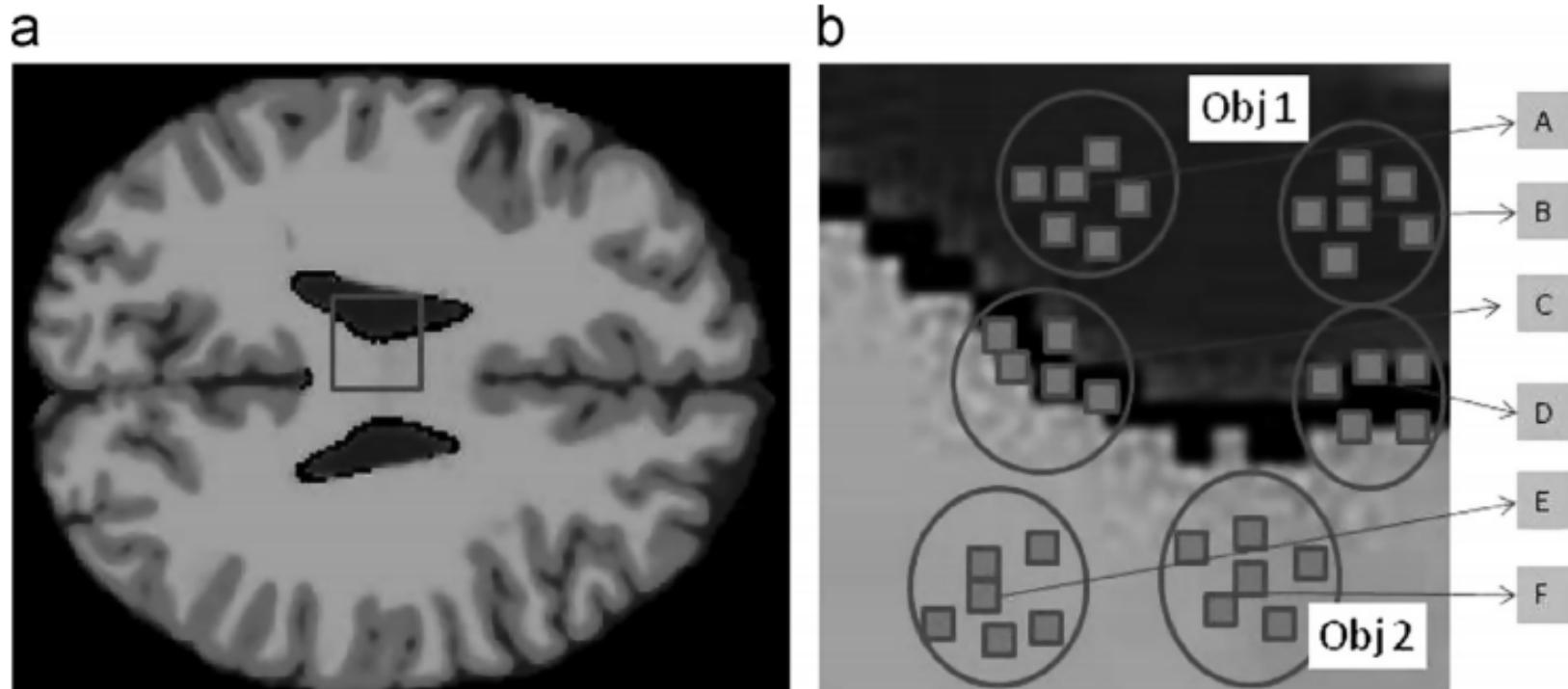
$$S(p, q) = \frac{1}{Z_p} e^{(G_p \|X(N_p) - X(N_q)\|^2)/h^2}$$

$$0 \leq S(p, q) \leq 1, \quad \sum_{\forall q \in X} S(p, q) = 1$$



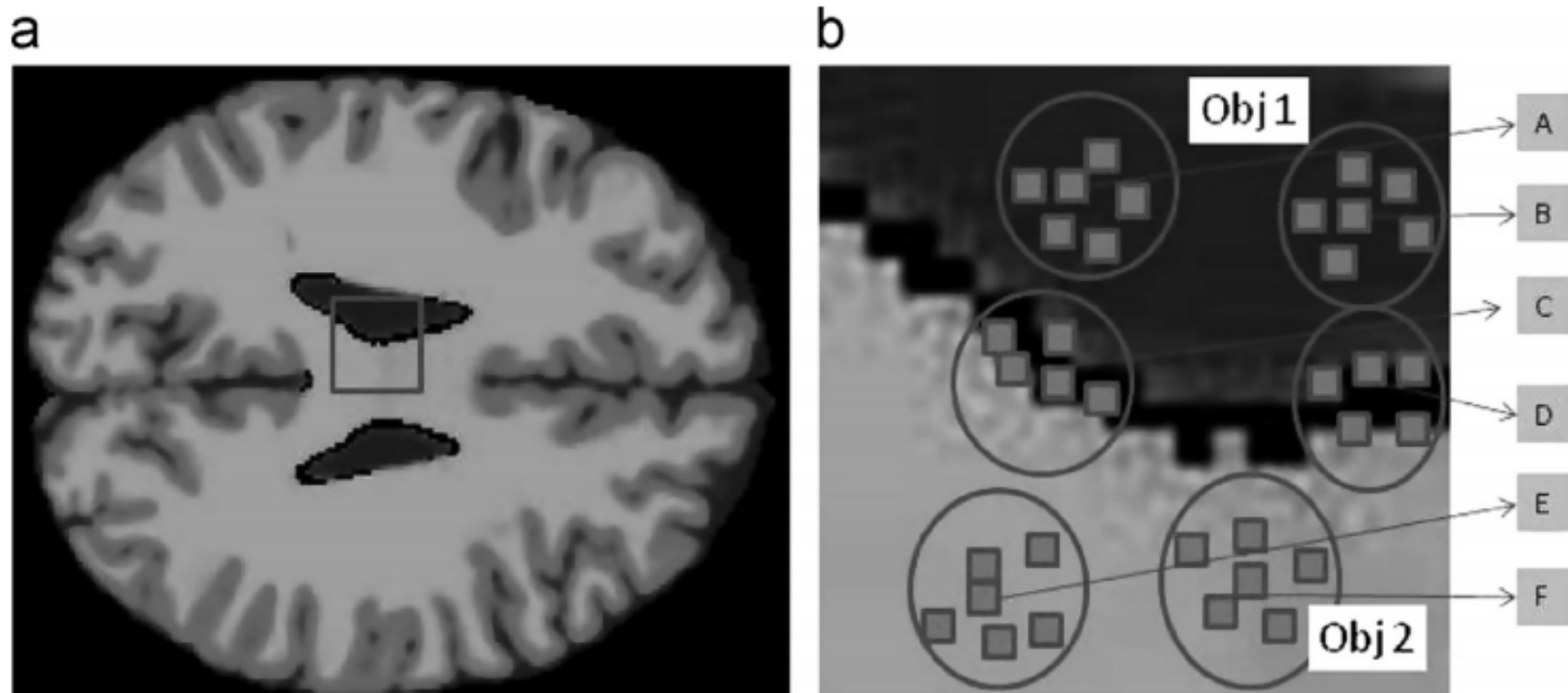
核磁共振(MRI)图像噪声消除

怎样消除噪声？



核磁共振(MRI)图像噪声消除

怎样消除噪声？

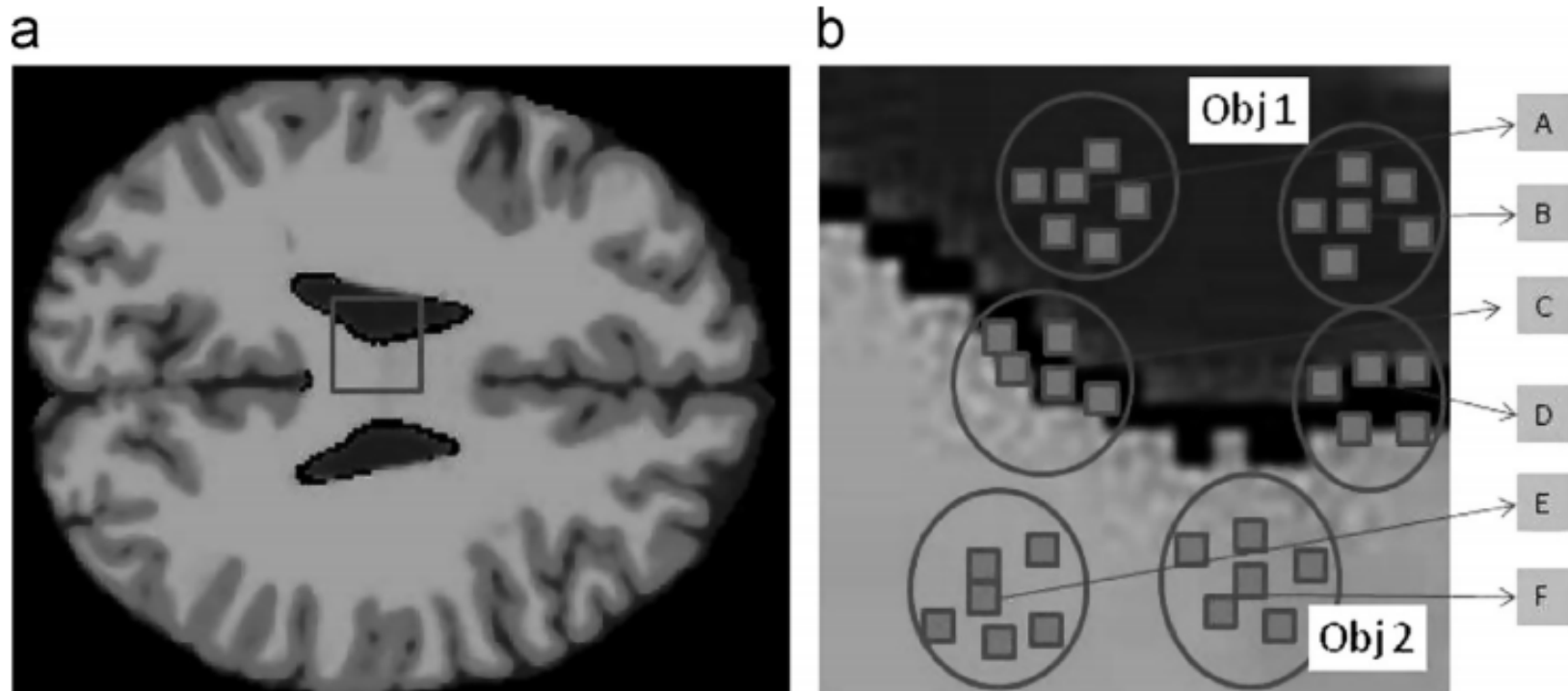


A和B相似，C和D相似，E和F相似



核磁共振(MRI)图像噪声消除

怎样消除噪声？

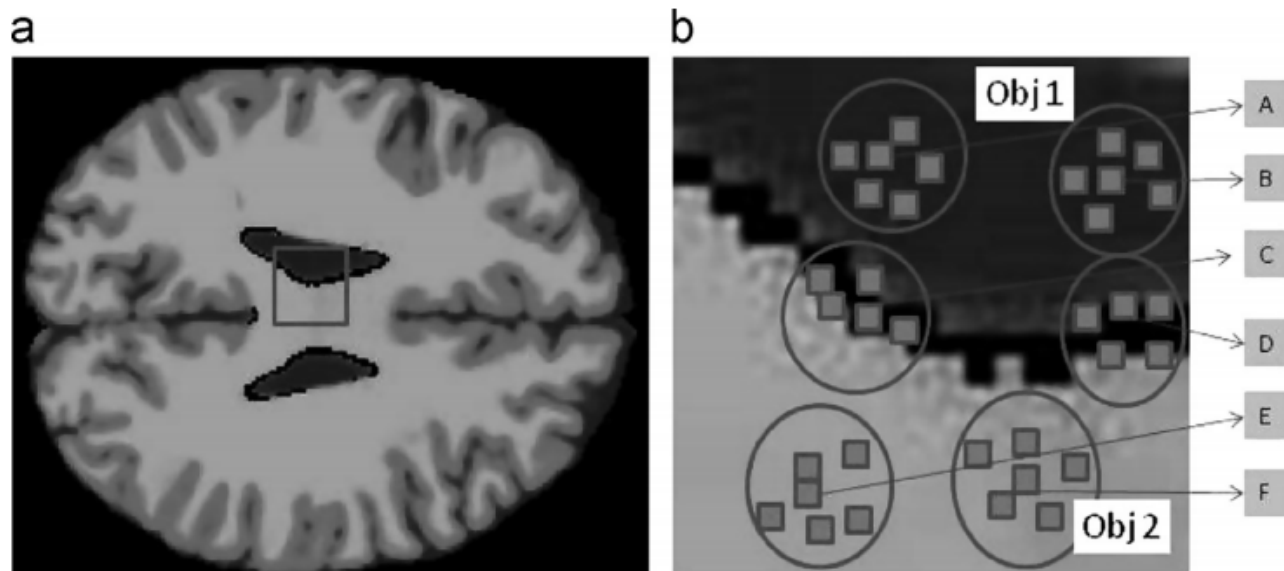


可用A和B相互消除、C和D相互消除
E和F相互消除



核磁共振(MRI)图像噪声消除

如何表达图像中的对象？



粗糙集方法：

对象内部：“下近似”

对象外部：“上近似”

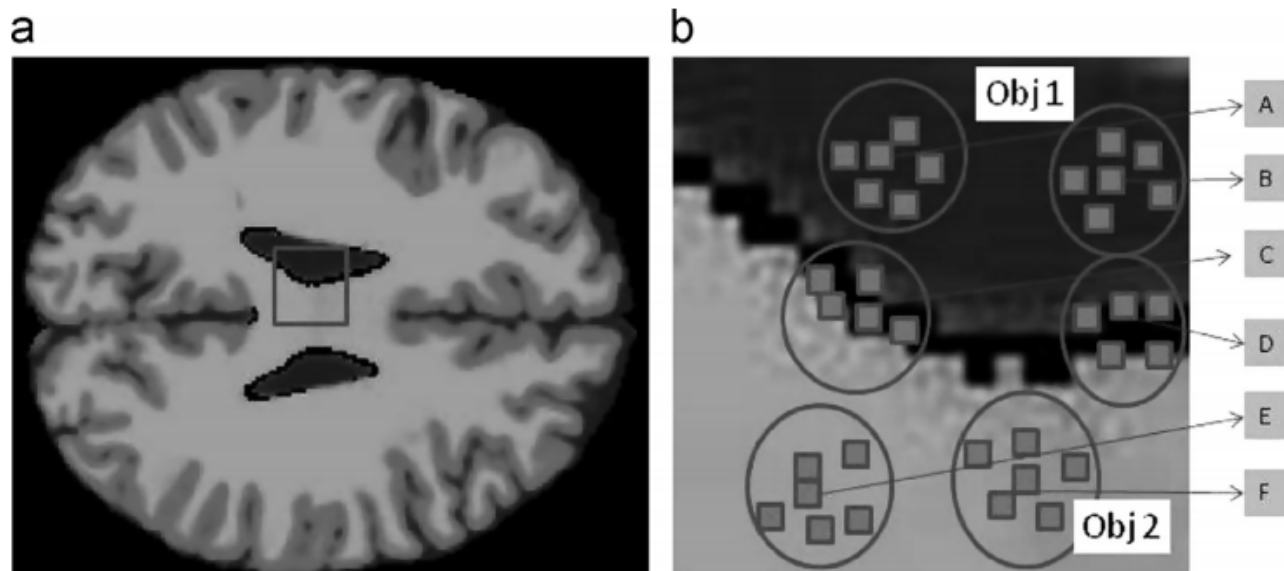
对象边界：“边界区”





核磁共振(MRI)图像噪声消除

如何计算两个patch的相似性？



粗糙集方法：

A和B在同一个对象的“下近似”中

E和F在同一个对象的“下近似”中

C和D在对象的“边界”中



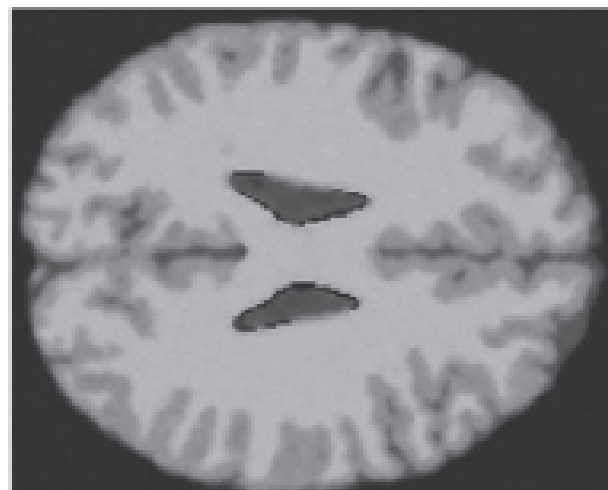
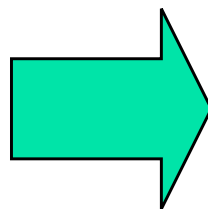
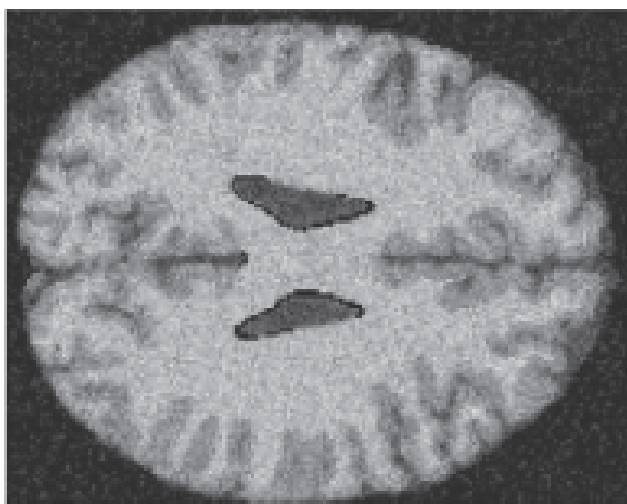
核磁共振(MRI)图像噪声消除

NLM (non-local means)方法

问题描述

输入：有噪声的图像 x ，块(patch)的规模 p

输出：无噪声的图像 x'





核磁共振(MRI)图像噪声消除

粗糙集方法：(图像X, 块p)

- (1) 识别图像中的对象
- (2) 定义每个对象的“下近似”与“上近似”
- (3) 识别p所处的对象集，记为C
- (4) 若 $|C| = 1$ ，则表明p在一个对象的内部
此时，利用该对象“下近似”内的相似patch消噪
- (5) 若 $|C| > 1$ ，则表明p在对象的边界区
此时，利用C中对象“上近似”并集内的相似patch消噪



实验评价

- Root Mean Square Ratio (RMSE)

$$\text{Mean Square Error (MSE)} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I(i,j) - \hat{I}(i,j))^2$$

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

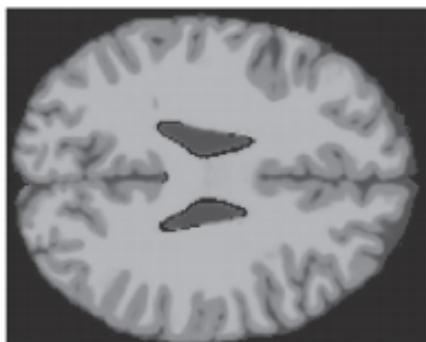
- Peak-Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{L^2}{MSE} \right) \quad (5)$$

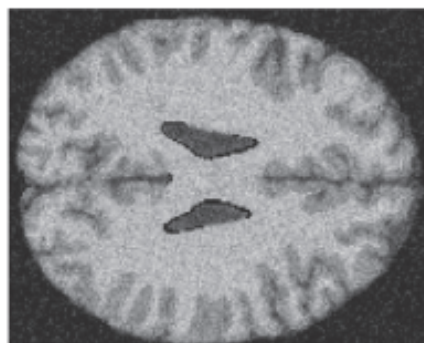
where L is the maximum intensity level present in the image I and MSE is the same as defined above.

核磁共振(MRI)图像噪声消除

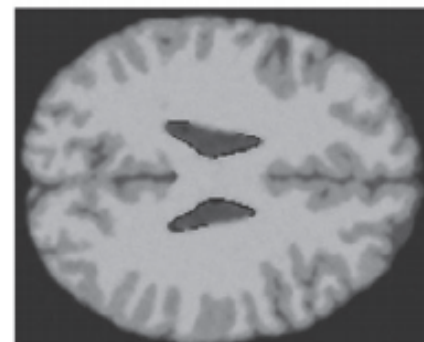
实验评价



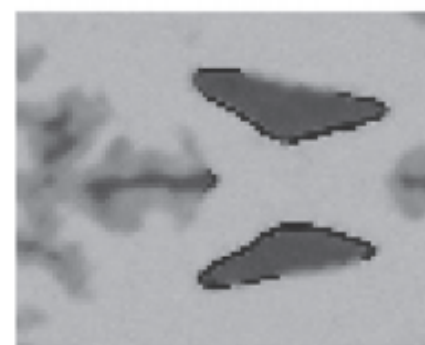
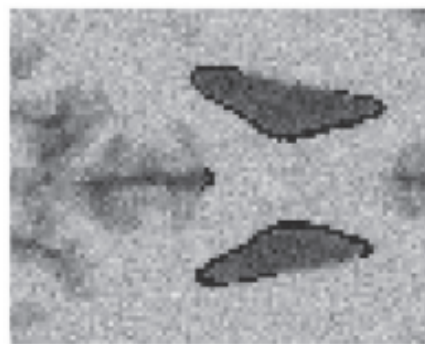
原始图像



噪声图像

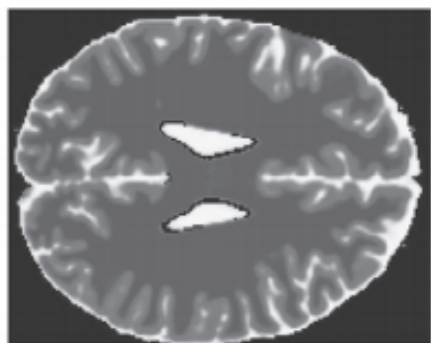


消除后图像

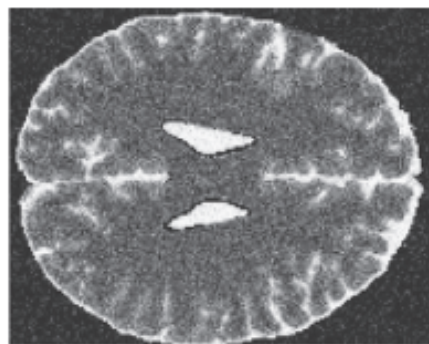


核磁共振(MRI)图像噪声消除

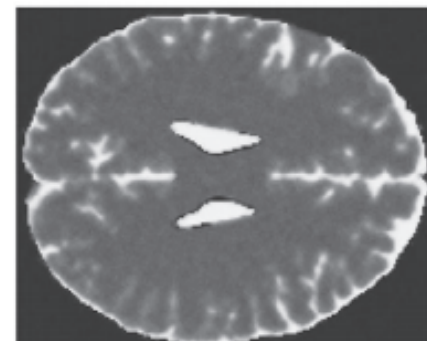
实验评价



原始图像



噪声图像



消除后图像



核磁共振(MRI)图像噪声消除

实验评价

Noise SD	Methods	Slice 70			
		PSNR	RMSE	MSSIM	FSIM
3	Noisy	37.8322	10.7118	0.9068	0.9730
	NLM 1	38.4189	9.3581	0.9853	0.9899
	NLM 2	39.6518	7.0453	0.9872	0.9912
	Proposed 1	40.2500	6.1387	0.9880	0.9917
5	Noisy	33.3959	29.7505	0.8384	0.9358
	NLM 1	37.3165	12.0623	0.9772	0.9840
	NLM 2	37.7701	10.8660	0.9778	0.9843
	Proposed 1	38.1135	10.0400	0.9783	0.9846
7	Noisy	30.4746	58.2935	0.7705	0.8943
	NLM 1	36.1236	15.8754	0.9672	0.9772
	NLM 2	36.1493	15.7817	0.9668	0.9766
	Proposed 1	36.2880	15.2855	0.9668	0.9769

利用哪些特征进行聚类？



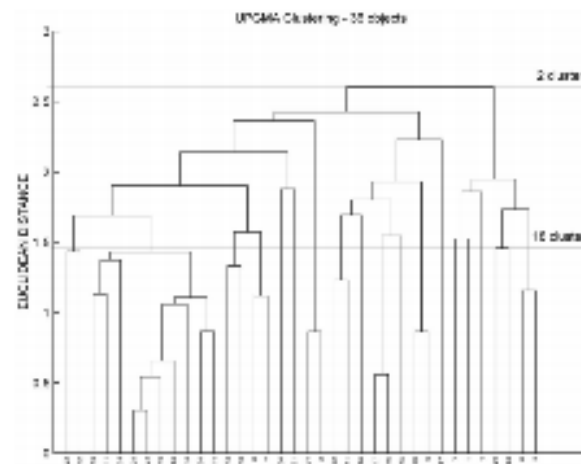
Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 63 (2002) 155–167

Chemometrics and
intelligent
laboratory systems

www.elsevier.com/locate/chemometrics

Application of rough set theory to feature selection for unsupervised clustering

F. Questier^a, I. Arnaut-Rollier^b, B. Walczak^{a,1}, D.L. Massart^{a,*}



如何预测生意是否将会失败？



European Journal of Operational Research 114 (1999) 263–280

EUROPEAN
JOURNAL
OF OPERATIONAL
RESEARCH

Business failure prediction using rough sets

A.I. Dimitras ^a, R. Slowinski ^b, R. Susmaga ^b, C. Zopounidis ^{a,*}

Classification accuracy for the set of 'strong' rules

Classification accuracy	Learning sample					Testing sample		
	Year – 1	Year – 2	Year – 3	Year – 4	Year – 5	Year – 1	Year – 2	Year – 3
Bankrupt firms	97.5%	85.0%	79.5%	72.5%	65.8%	73.7%	47.4%	36.8%
Healthy firms	97.5%	85.0%	87.2%	80.0%	81.6%	57.9%	68.4%	68.4%
Total	97.5%	85.0%	83.3%	76.3%	73.7%	65.8%	57.9%	52.6%



如何诊断多缸柴油机的阀门故障？



PERGAMON

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

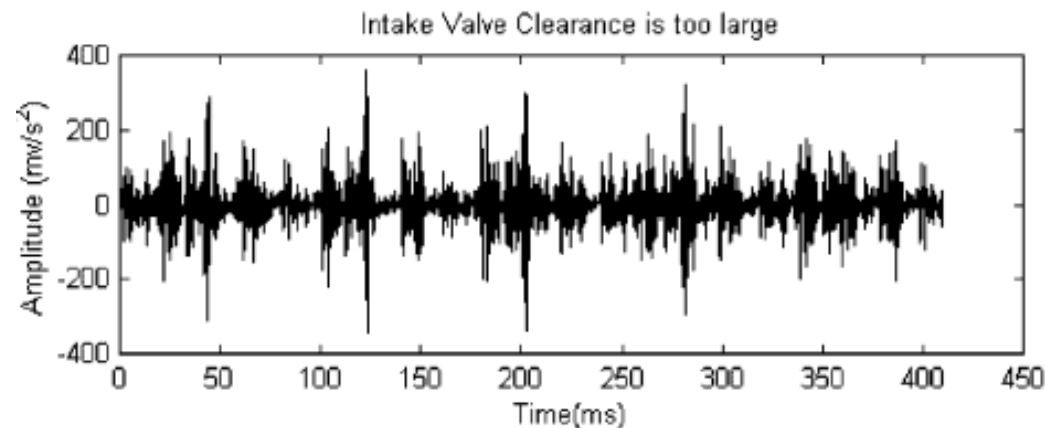
Engineering Applications of Artificial Intelligence 16 (2003) 39–43

Engineering Applications of
**ARTIFICIAL
INTELLIGENCE**

www.elsevier.com/locate/engappai

Fault diagnosis based on Rough Set Theory

Francis E.H. Tay^{a,*}, Lixiang Shen^b



如何识别签名的真伪？

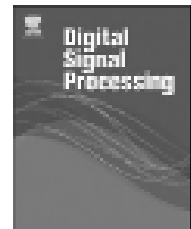
Digital Signal Processing 21 (2011) 477–485



Contents lists available at ScienceDirect

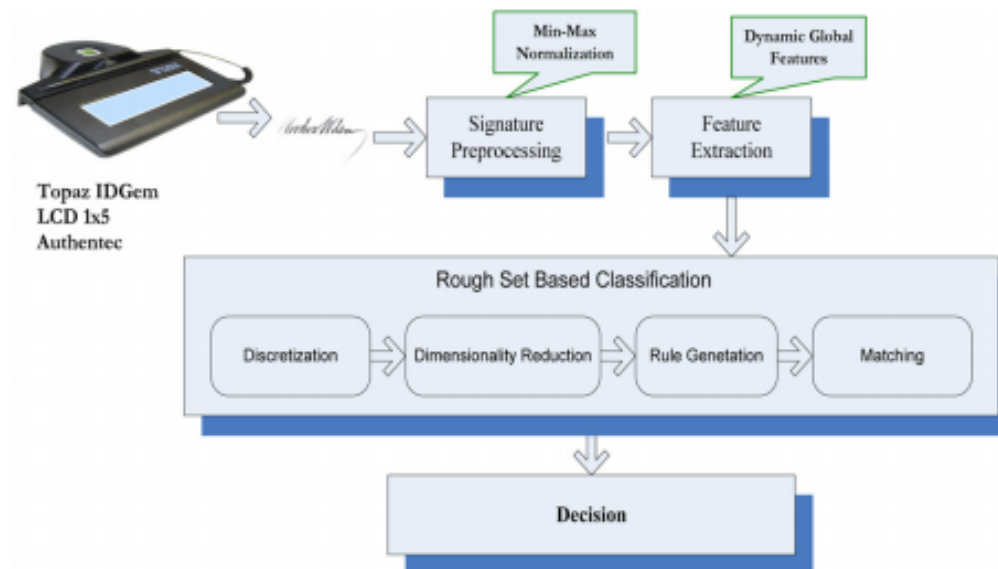
Digital Signal Processing

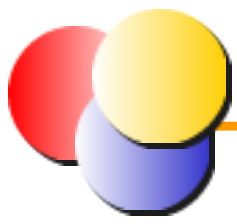
www.elsevier.com/locate/dsp



Rough set approach to online signature identification

Waheeda Al-Mayyan^{a,*}, Hala S. Own^b, Hussein Zedan^a





小结

■ 粗糙集基本概念



Thanks for your time and attention!

