Mathematical modeling

# 第十四讲 智能计算模型(1)

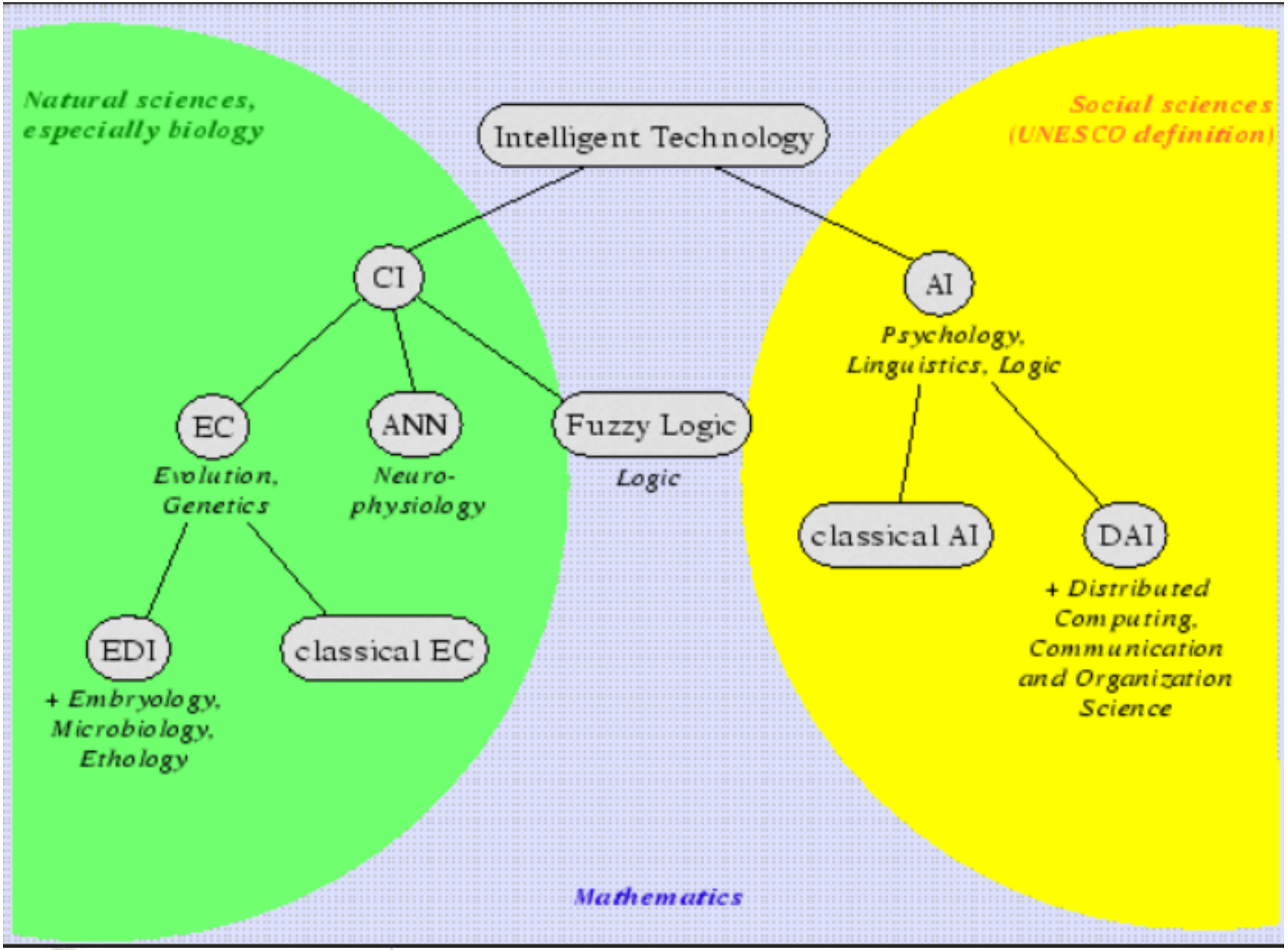
周毓明

zhouyuming@nju.edu.cn

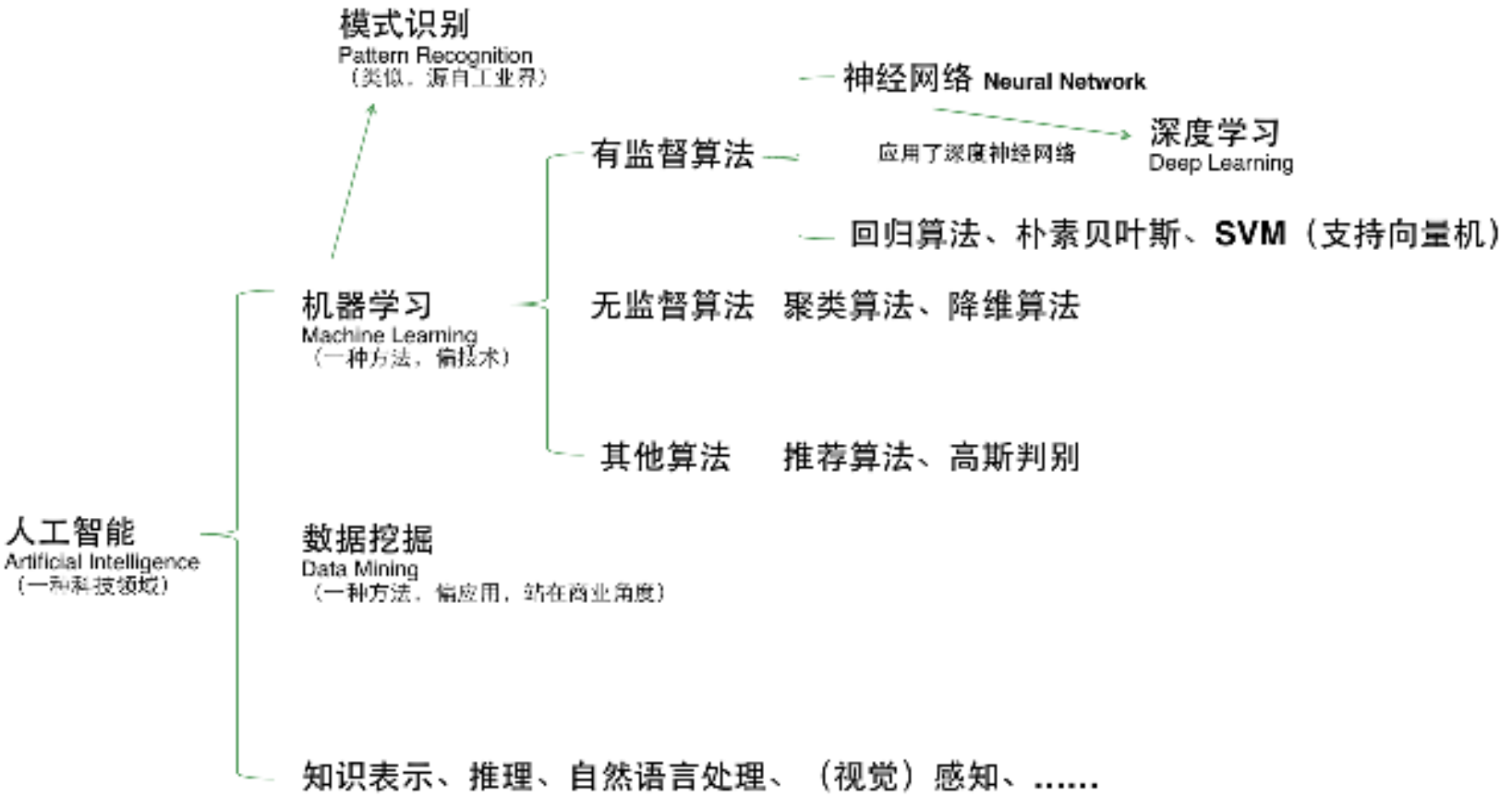
南京大学计算机科学与技术系

# 名词辨析

Artificial intelligence
Computational intelligence
Intelligent computing
Soft computing

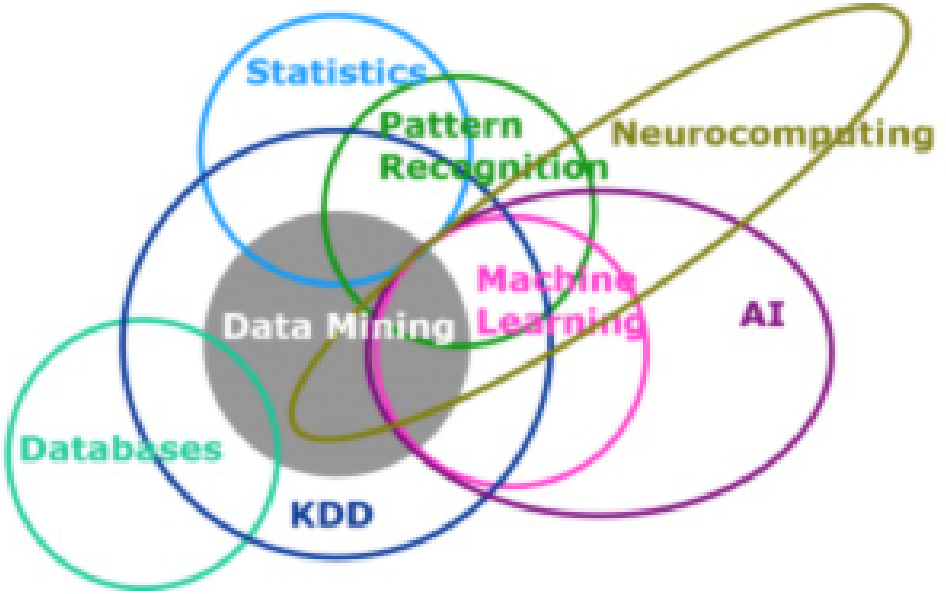

Natural sciences, especially biology
Social sciences (UNESCO definition)
Intelligent Technology
CI
AI
EC
ANN
Fuzzy Logic
Evolution, Genetics
Neuro-physiology
Logic
Psychology, Linguistics, Logic
classical AI
DAI
EDI
classical EC
+ Embryology, Microbiology, Ethology
+ Distributed Computing, Communication and Organization Science
Mathematics

# 人工智能与机器学习

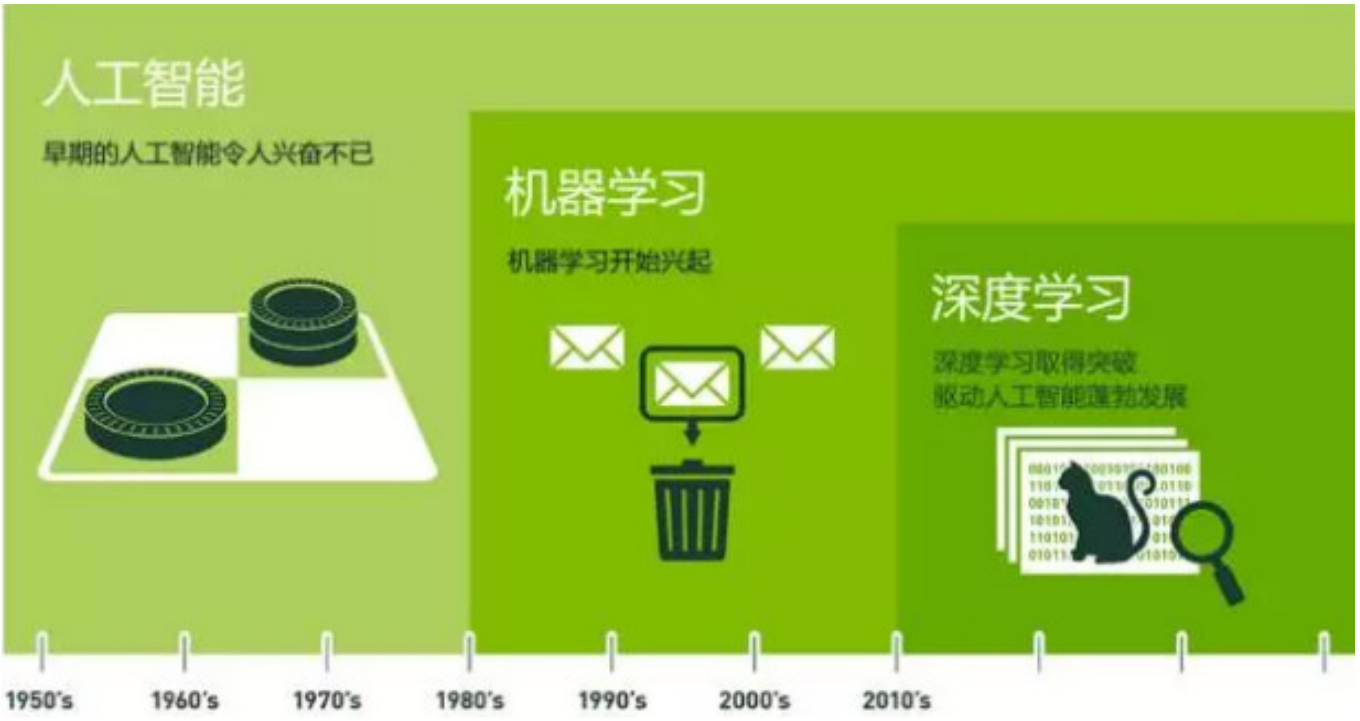

人工智能
Artificial Intelligence
（一种科技领域）
机器学习
Machine Learning
（一种方法，偏技术）
模式识别
Pattern Recognition
（类似，源自工业界）
有监督算法
神经网络 Neural Network
应用了深度神经网络
深度学习
Deep Learning
回归算法、朴素贝叶斯、SVM（支持向量机）
无监督算法 聚类算法、降维算法
其他算法 推荐算法、高斯判别
数据挖掘
Data Mining
（一种方法，偏应用，站在商业角度）
知识表示、推理、自然语言处理、（视觉）感知、……

# 机器学习与数据挖掘


数据挖掘
数据分析技术
数据管理技术
机器学习
数据库


Statistics
Pattern Recognition
Neurocomputing
Machine Learning
AI
Data Mining
Databases
KDD

# 机器学习与深度学习


人工智能
早期的人工智能令人兴奋不已
机器学习
机器学习开始兴起
深度学习
深度学习取得突破
驱动人工智能蓬勃发展
1950's
1960's
1970's
1980's
1990's
2000's
2010's

# CI:人工智能的分支

- 人工神经网络
- 模糊集
- 粗糙集
- 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
- 蜜蜂算法
- 细菌算法
- 猫群算法
- 蚁群算法
- …
- 模糊集
- 粗糙集

**仿人脑**

**生理构造和信息处理的过程**

# CI:人工智能的分支

- 人工神经网络
- 遗传算法
- 粒子群算法
- 蜜蜂算法
- 菌算法
- 群算法
- 蚁群算法
- 模糊集
- 粗糙集
- 鱼群算法
- ...

**仿思维/语言**

**模糊性概念的处理**

# 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
- 模糊集
- 粗糙集
- 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
- …

# 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

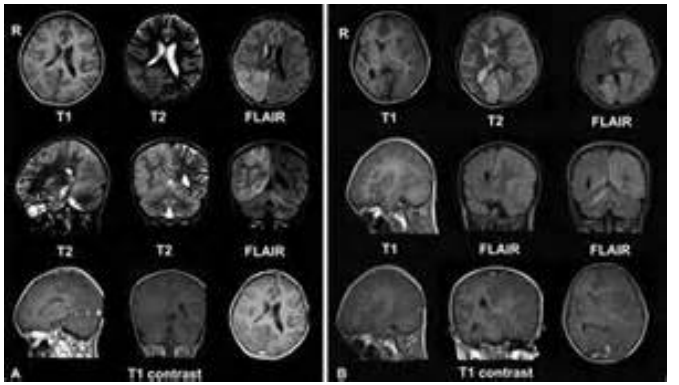
# 2.实际案例与分析

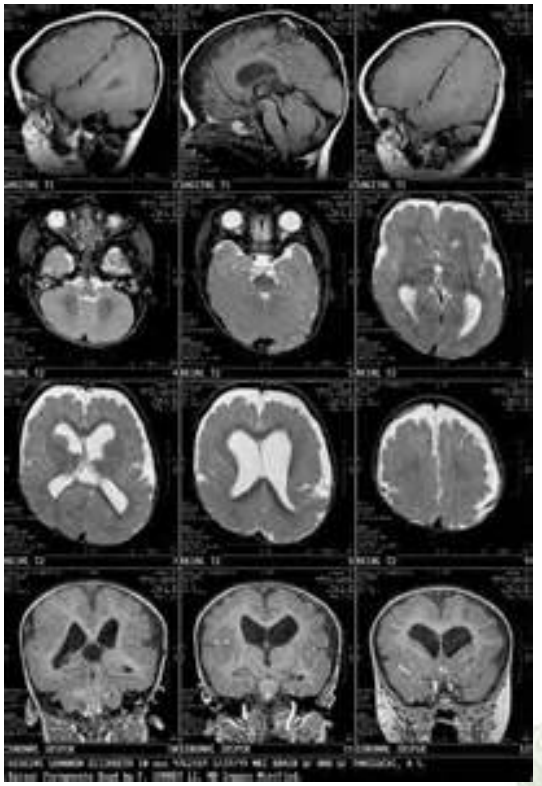
# Rough sets

## (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)

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

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

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

# 核磁共振(MRI)图像噪声消除

## NLM (non-local means)方法

X: 图像，p：position(位置)

全局搜索
时间复杂性高

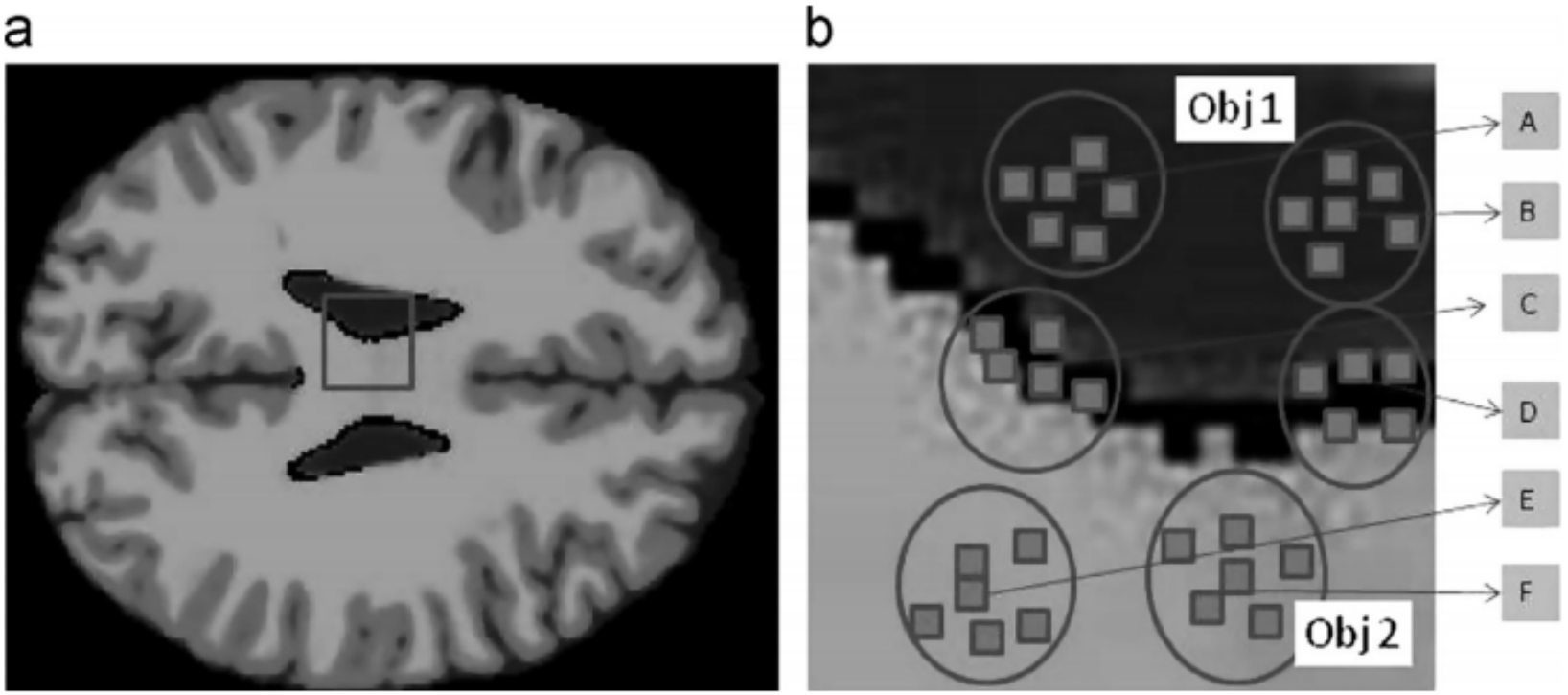
$$X(p) = \sum_{\forall q \in X} S(p,q)X(q)$$

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

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

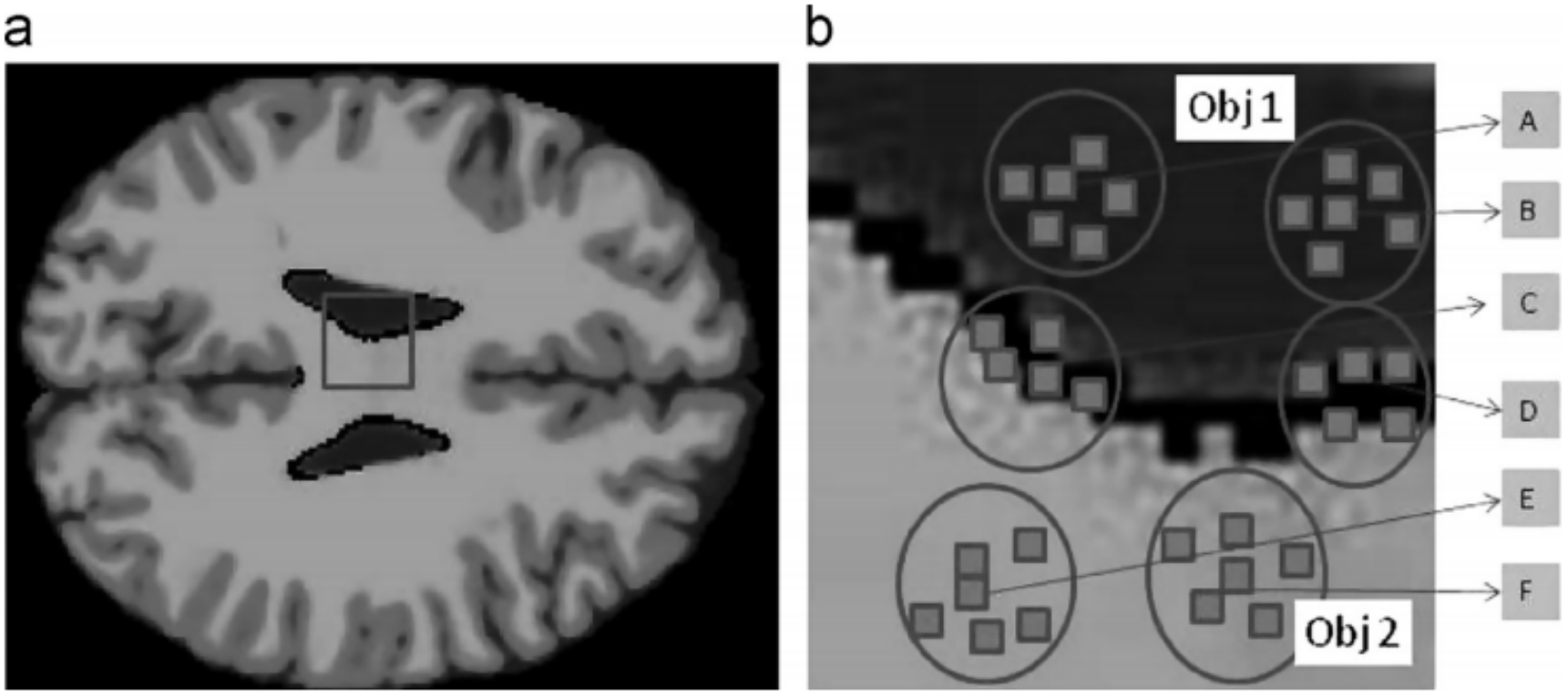
# 核磁共振(MRI)图像噪声消除

## 怎样消除噪声？



# 核磁共振(MRI)图像噪声消除

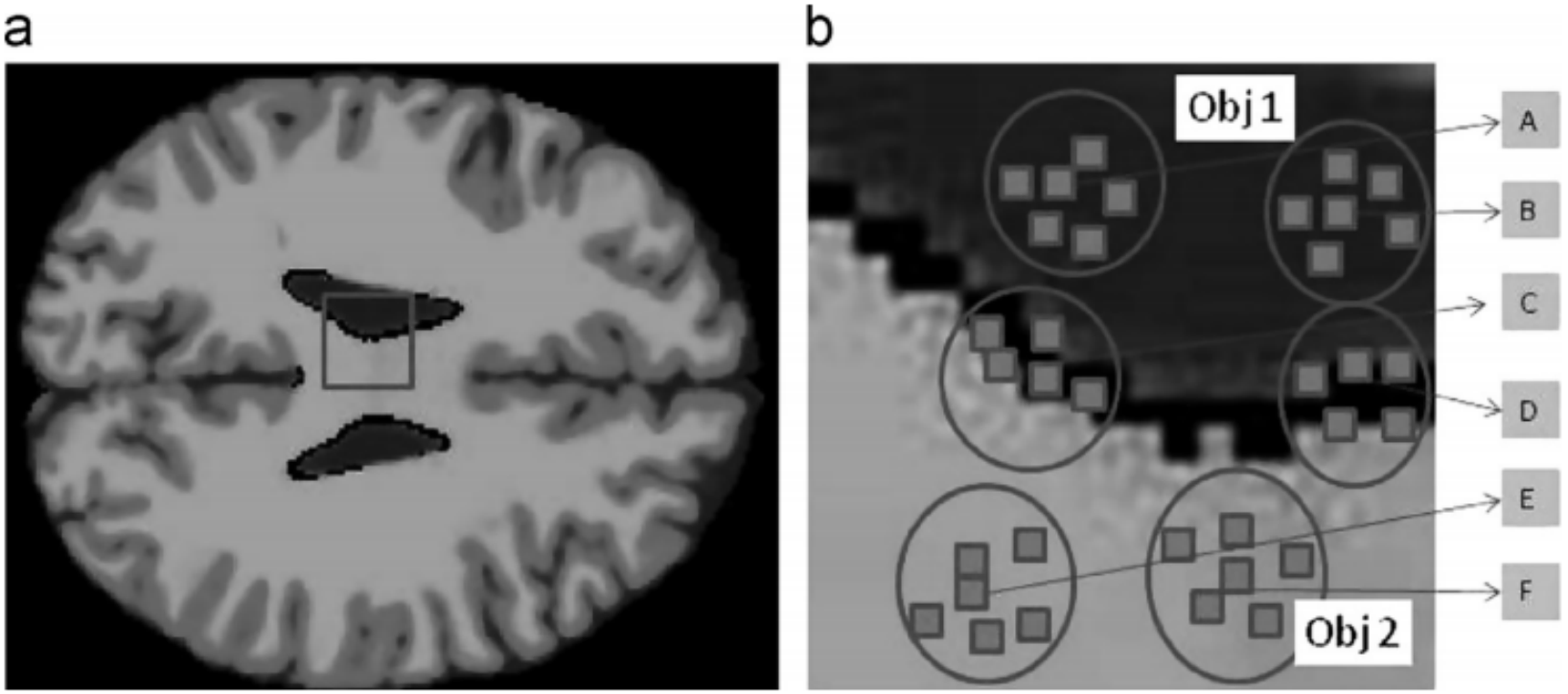
## 怎样消除噪声？




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

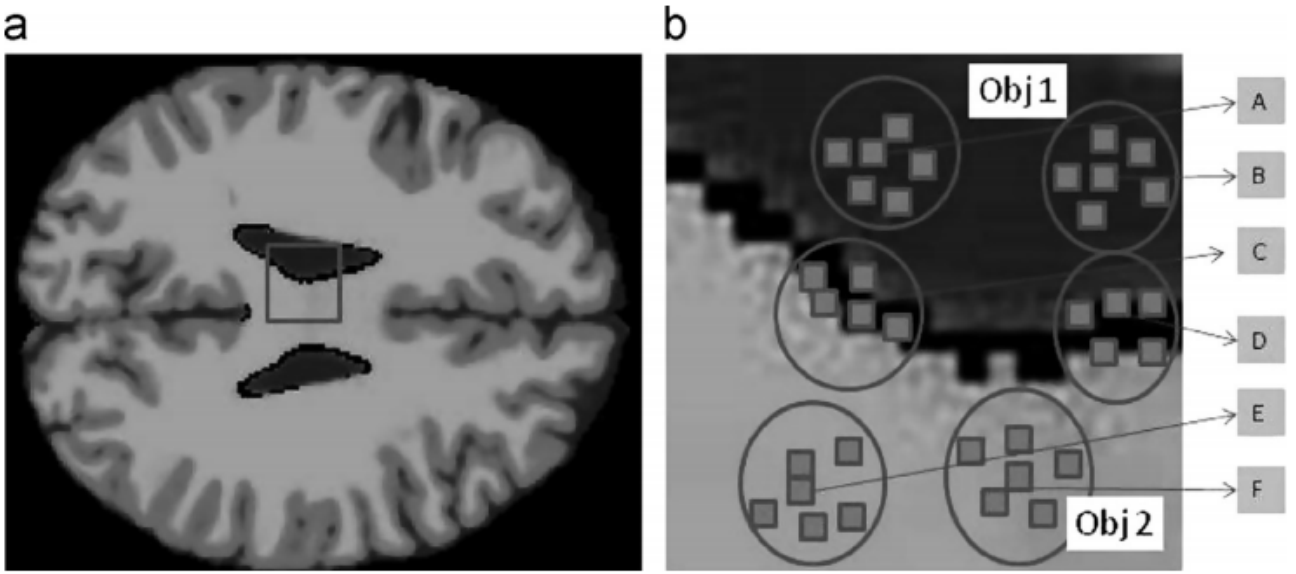
## 怎样消除噪声？




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：

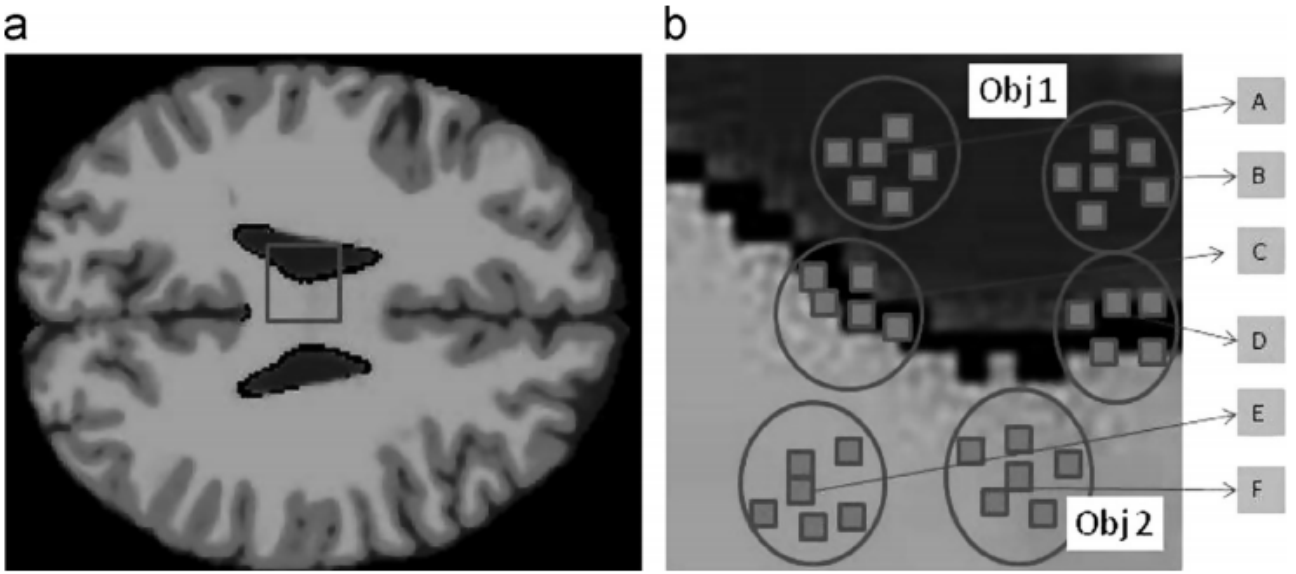
对象内部："下近似"

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？



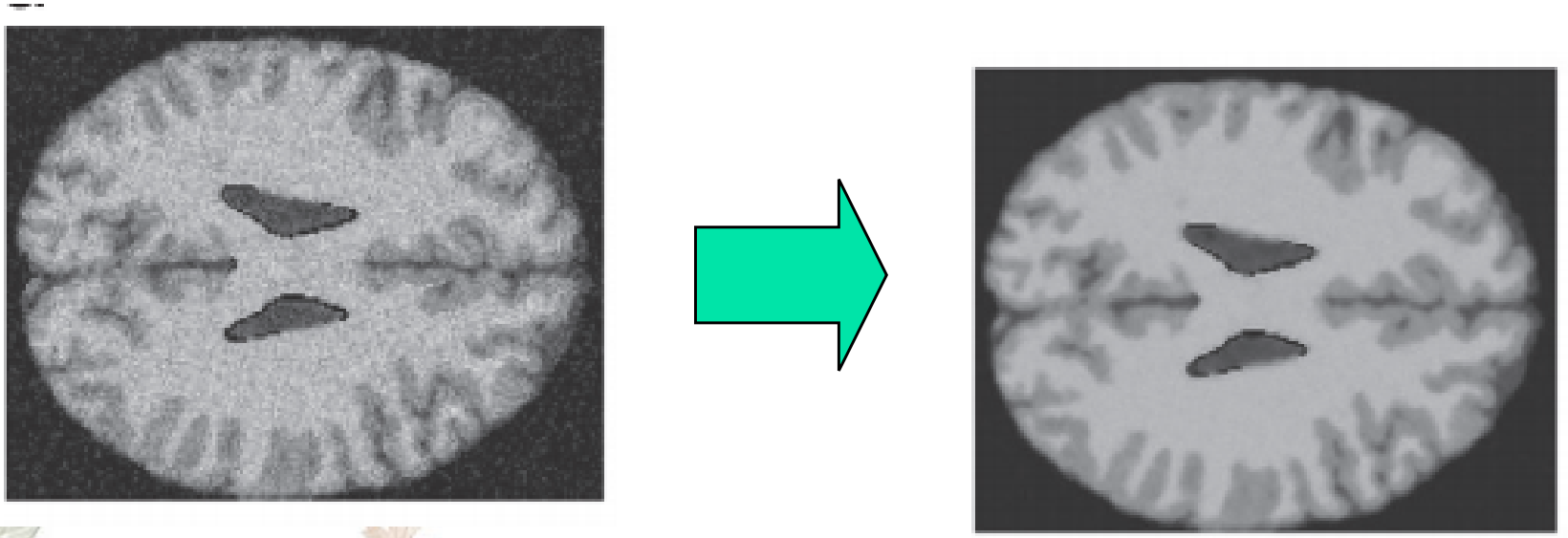

粗糙集方法：
A和B在同一个对象的“下近似”中
E和F在同一个对象的“下近似”中
C和D在对象的“边界”中

# 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

# 核磁共振(MRI)图像噪声消除

## 实验评价

- Root Mean Square Ratio (RMSE)

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

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

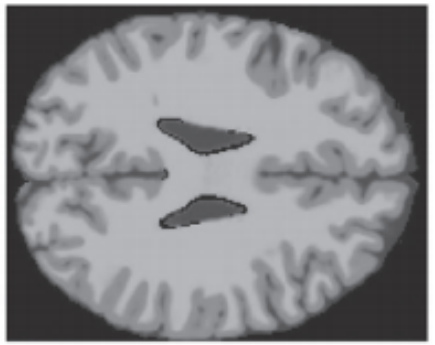
- Peak-Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

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

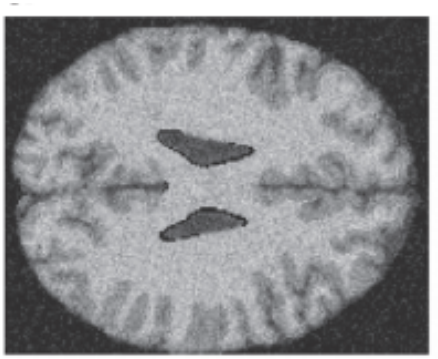
where $L$ is the maximum intensity level present in the image $I$ and $MSE$ is the same as defined above.

# 核磁共振(MRI)图像噪声消除

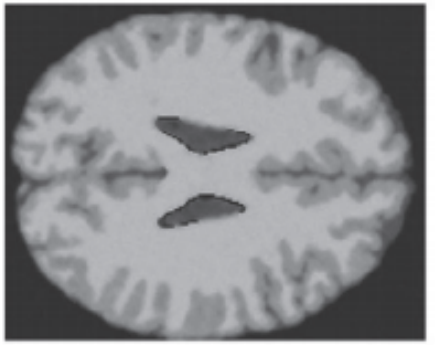
## 实验评价



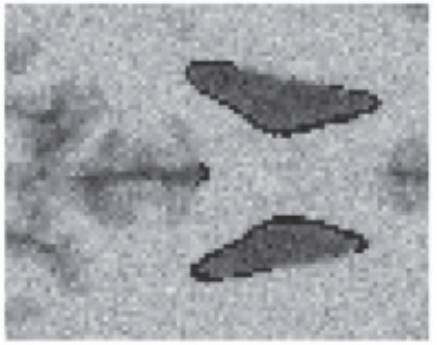
原始图像

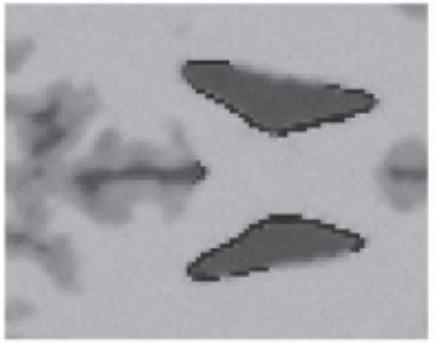


噪声图像



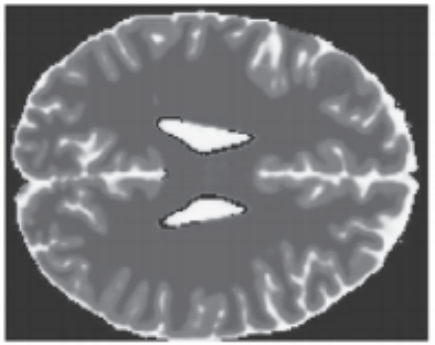
消除后图像



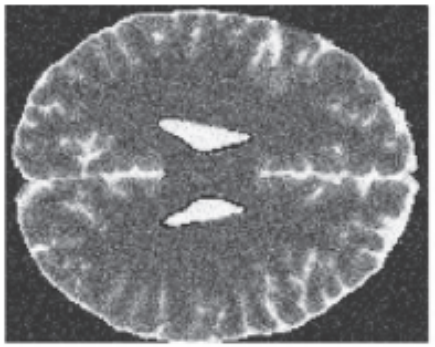


# 核磁共振(MRI)图像噪声消除

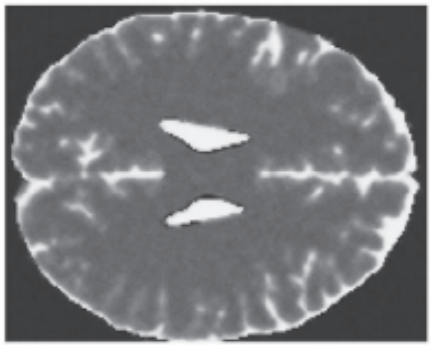
## 实验评价



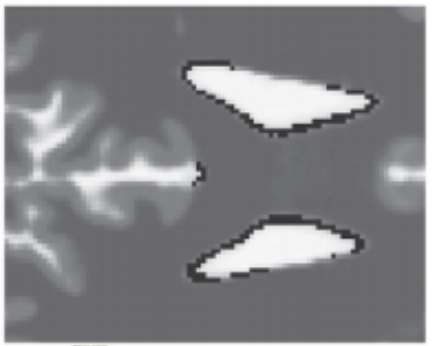
原始图像

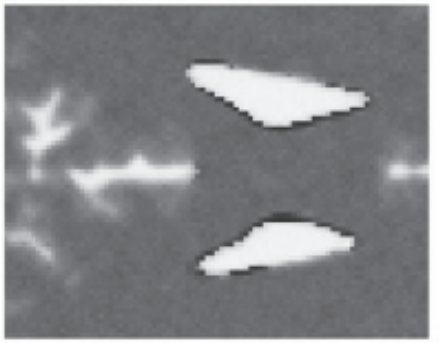


噪声图像



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** |

# 其他应用…

## 利用哪些特征进行聚类？

ELSEVIER

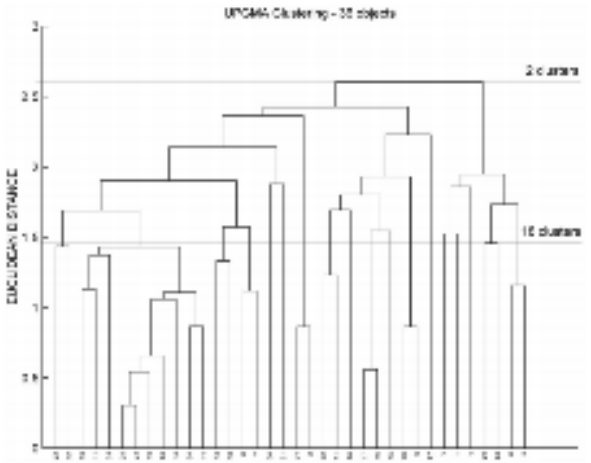
Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 63 (2002) 155–167

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,*]



# 其他应用...

## 如何预测生意是否将会失败？

ELSEVIER

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% |

# 其他应用…

## 如何诊断多缸柴油机的阀门故障？

PERGAMON

Available online at www.sciencedirect.com
SCIENCE DIRECT®

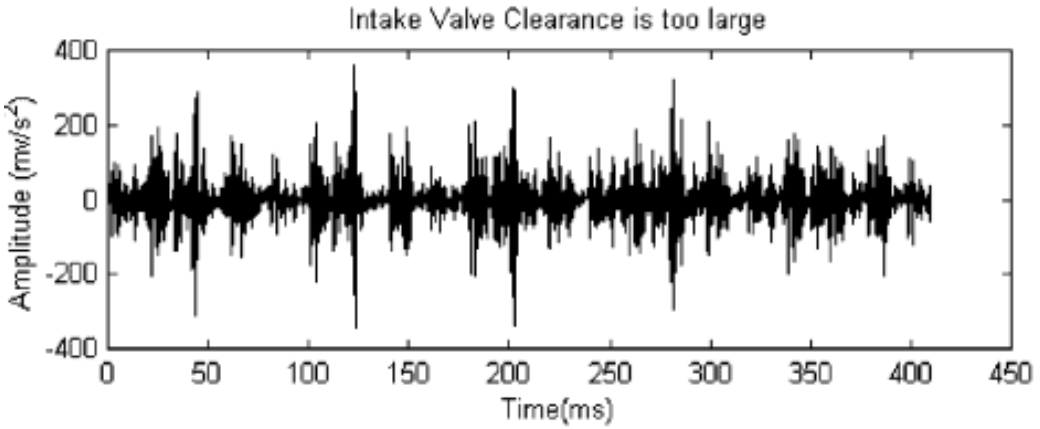
Engineering Applications of Artificial Intelligence 16 (2003) 39–43

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]



# 其他应用…

## 如何识别签名的真伪？

Digital Signal Processing 21 (2011) 477–485

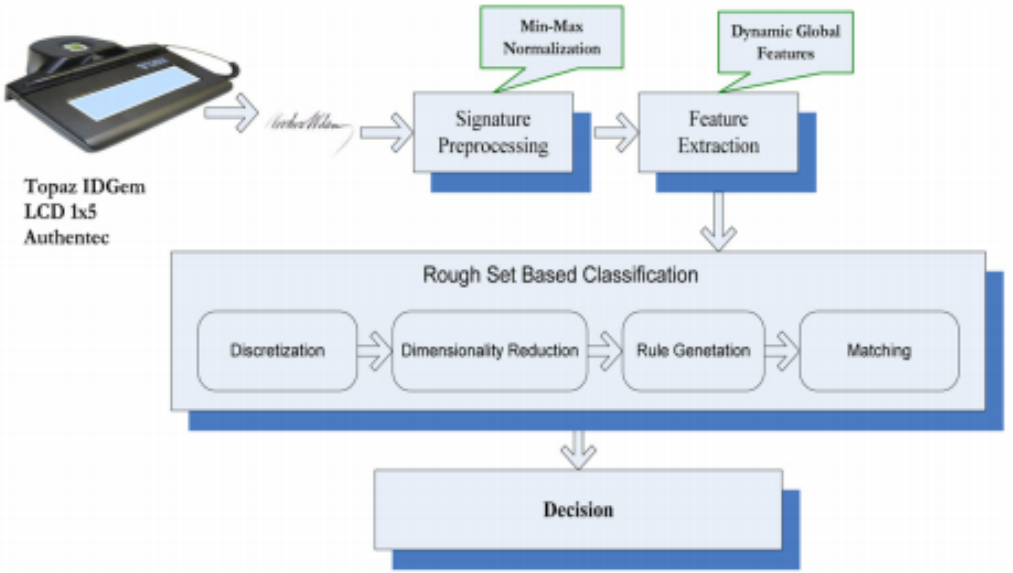
Contents lists available at ScienceDirect

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!