



中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

统计信号处理

Statistical Signal Processing

电子学院

黄志蓓

zhphuang@ucas.ac.cn

课程介绍

- 面向信息与通信工程、电子科学与技术、电子信息等学科专业研究生
- 信号处理的基本任务是利用观测数据做出关于信号与/或系统的某种统计决策，统计决策理论主要解决两大类问题：假设检验与估计。
- **预修课程**
概率论与数理统计、随机过程、线性代数、信号与系统、现代通信原理

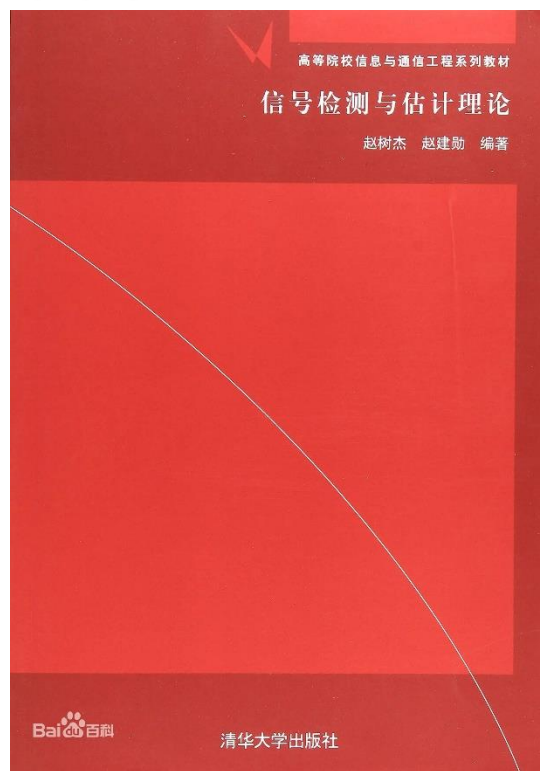
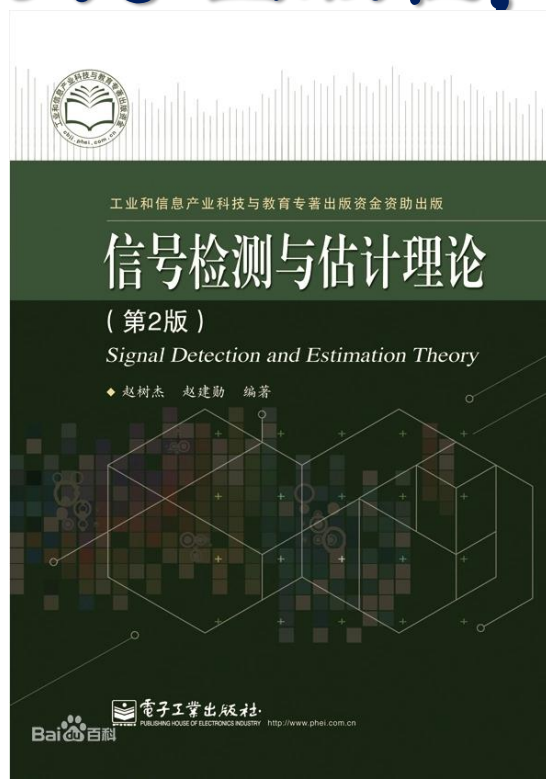


中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

参考教材

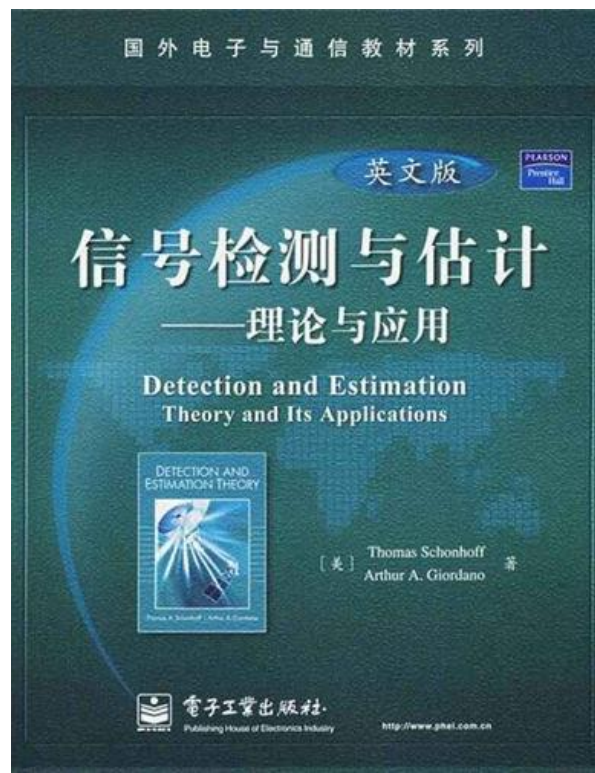
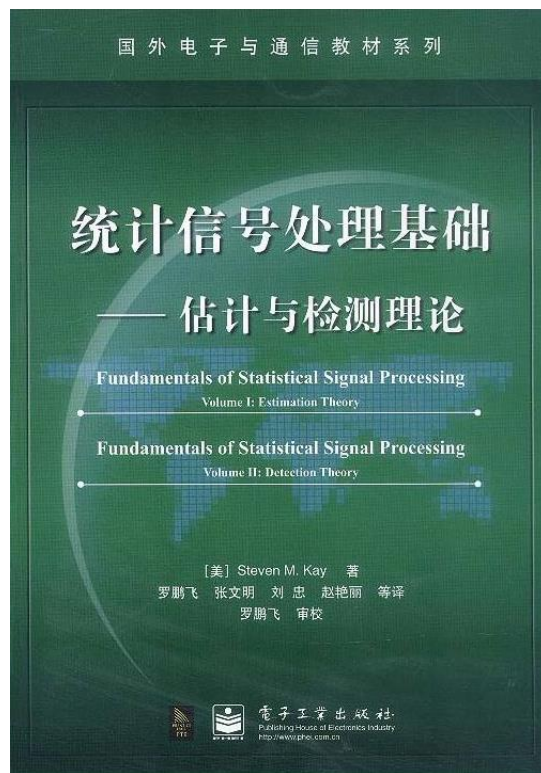
- 赵树杰，赵建勋，《信号检测与估计理论（第2版）》，电子工业出版社，2013
- 赵树杰，赵建勋，《信号检测与估计理论》，清华大学出版社，2005



中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

参考教材

- **统计信号处理基础-估计与检测理论（卷I、卷II合集）**，Steven M. Kay等，电子工业出版社，2014
- **信号检测与估计——理论与应用**，Thomas A. Schonhoff等，电子工业出版社，2012





中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

Lecture 1

绪论





中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

1 引入

2 检测理论概述及应用

3 估计理论概述及应用

4 研究方法

目录
Contents



中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

1 引入

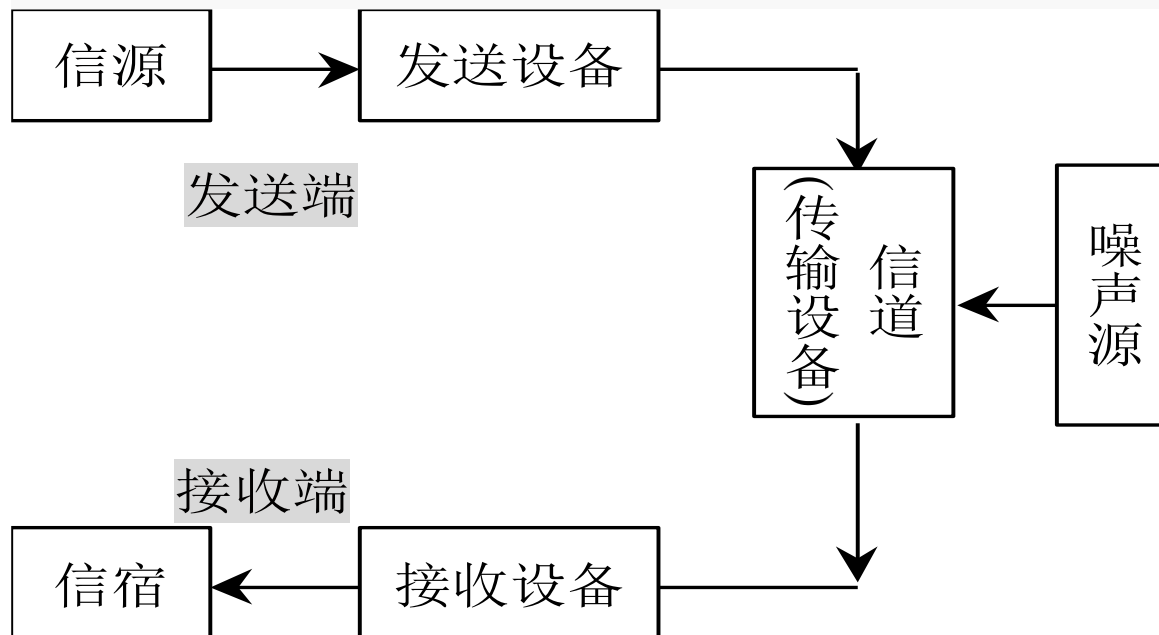
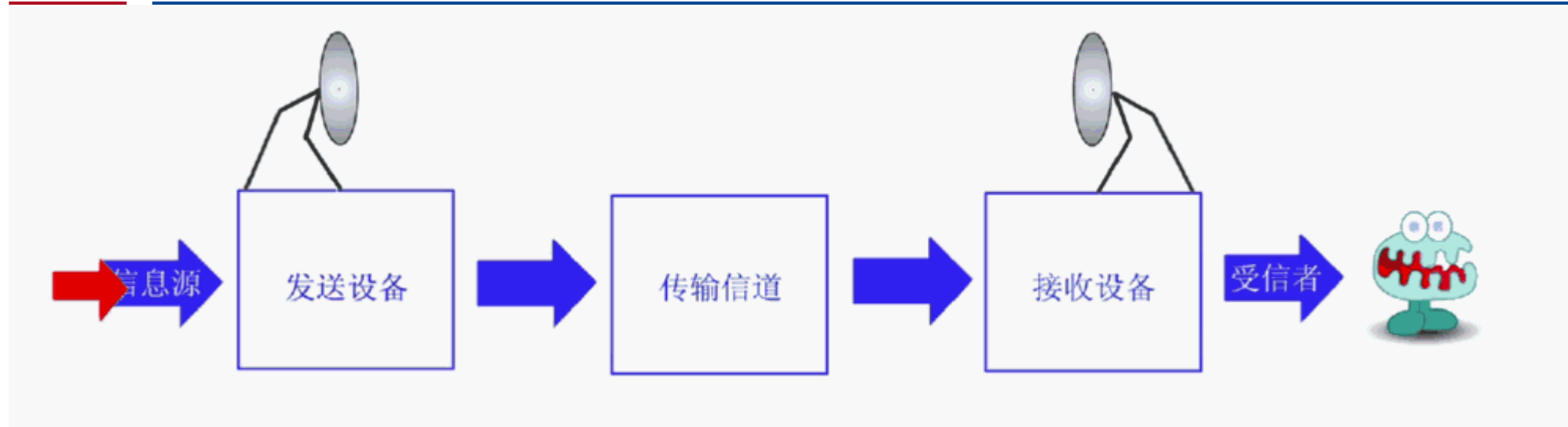
2 检测理论概述及应用

3 估计理论概述及应用

4 研究方法

目录
Contents

Shannon信息传输系统模型



$$x(t) = s(t) + n(t), \quad 0 \leq t \leq T$$

$$x(t) = s(t; \theta) + n(t), \quad 0 \leq t \leq T$$





中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

1 引入

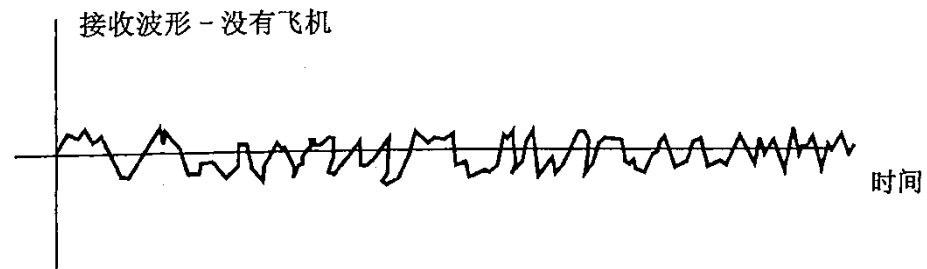
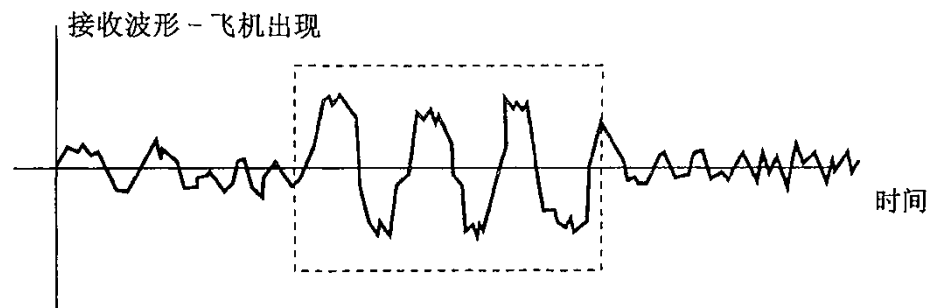
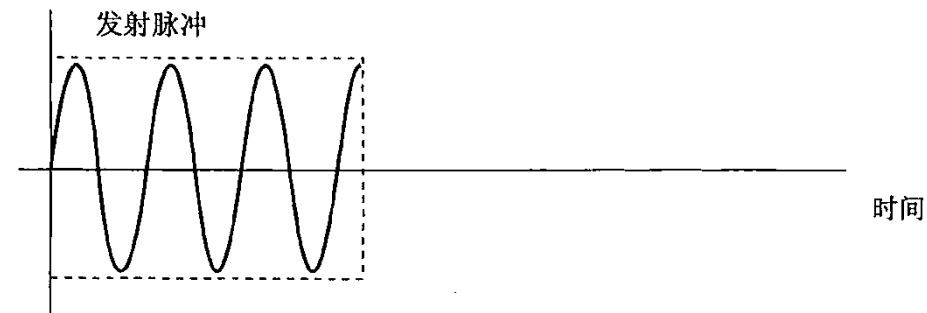
2 检测理论概述及应用

3 估计理论概述及应用

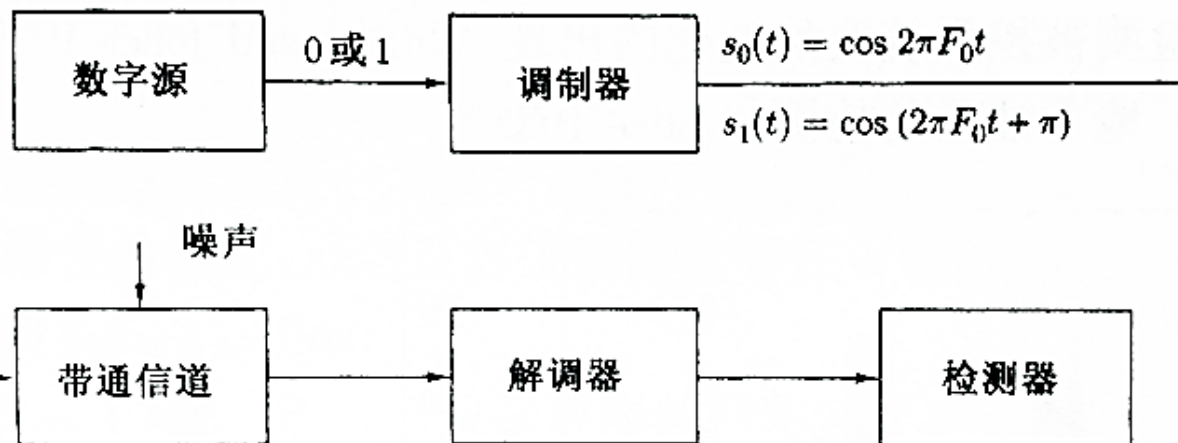
4 研究方法

目录
Contents

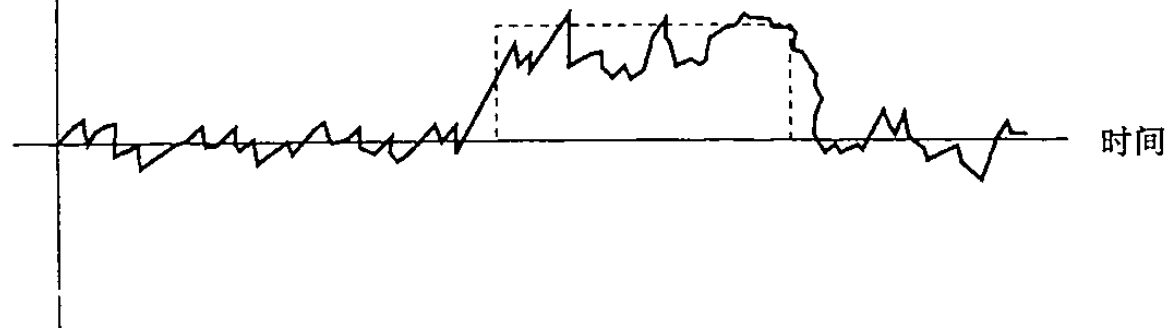
雷达系统



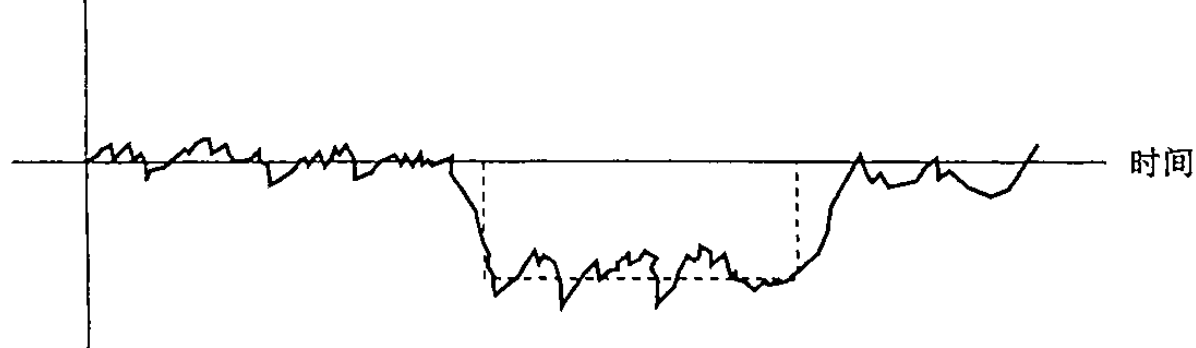
二元数字通信



在检测器输入端接收的波形 - 发 1



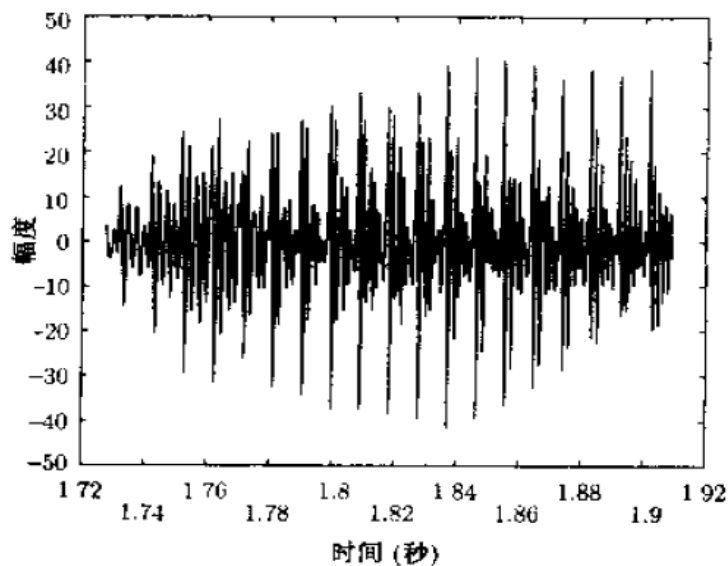
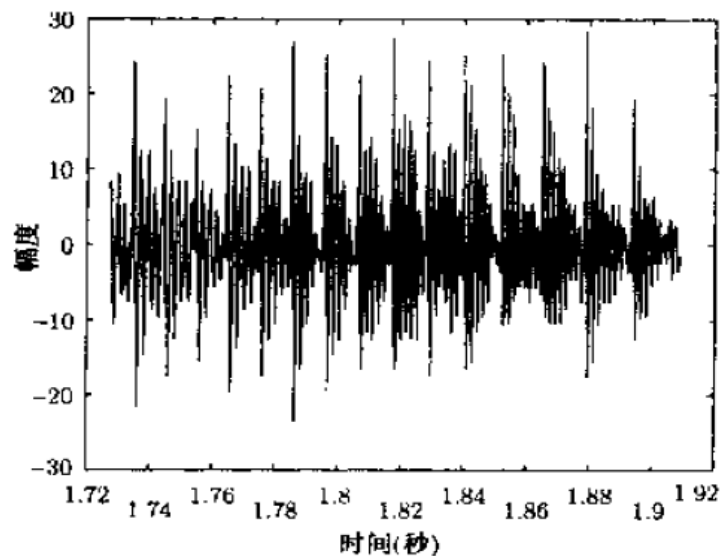
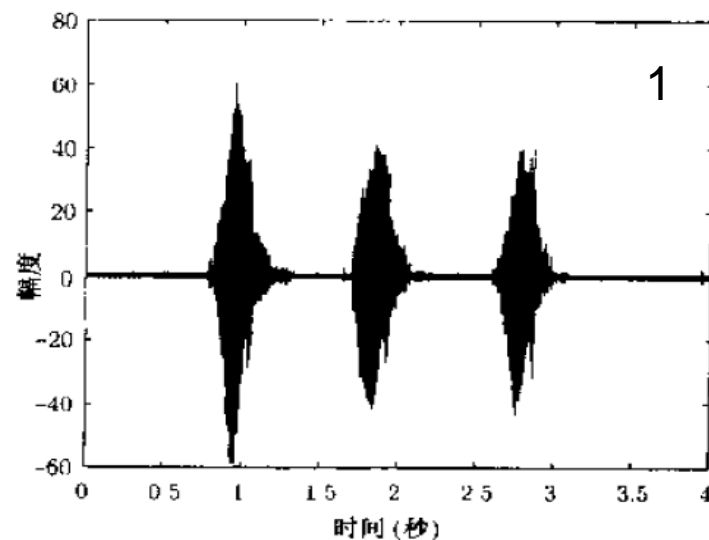
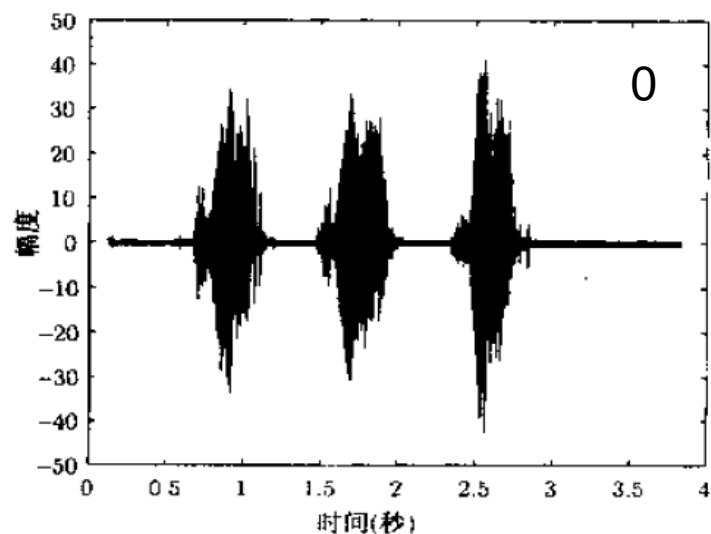
在检测器输入端接收的波形 - 发 0



中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

语音识别&图像识别



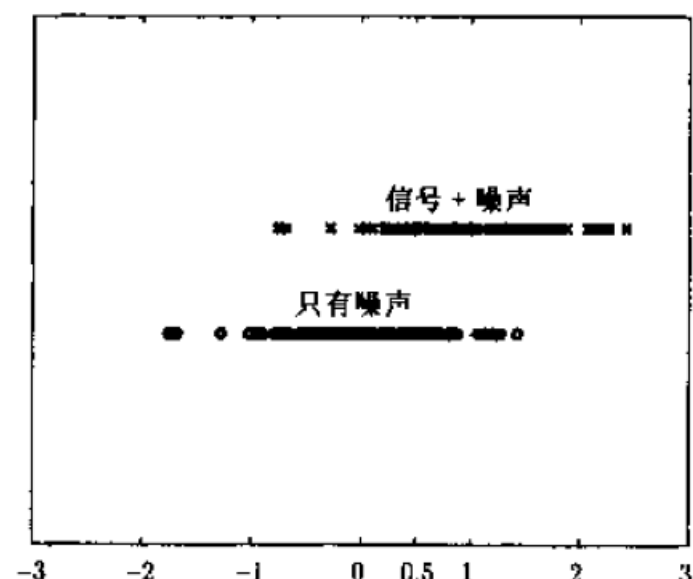
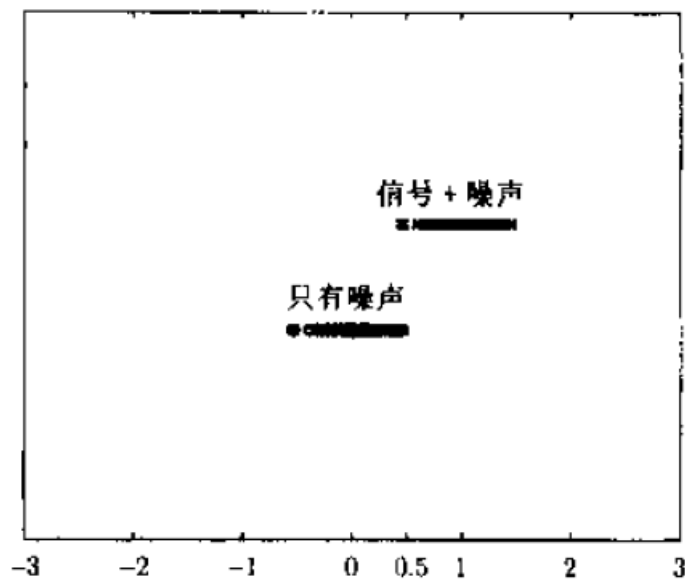
信号检测理论

- 根据有限观测, “最佳” 区分物理系统不同状态的理论
- 有限观测 $\{x[0], x[1], \dots, x[n-1]\}$
- 应用系统:
 - 雷达、声纳
 - 语音
 - 通信
 - 图像分析、生物医学

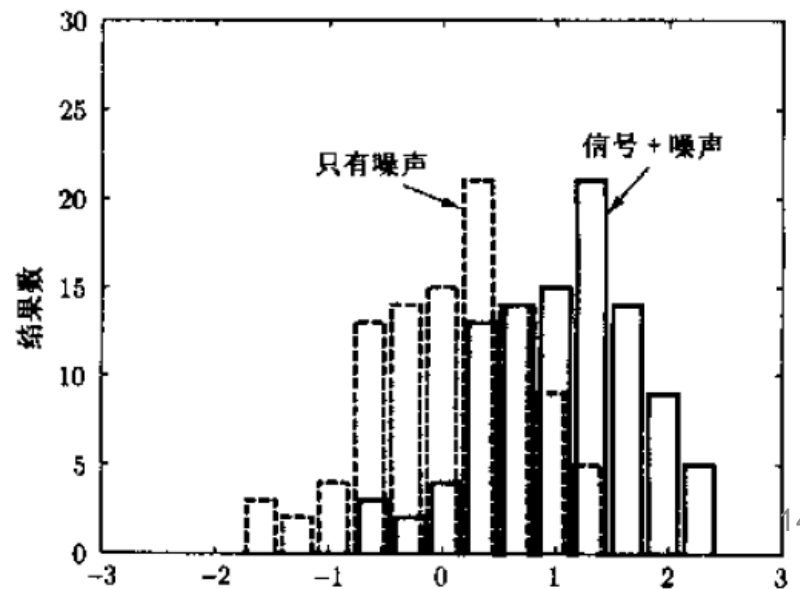
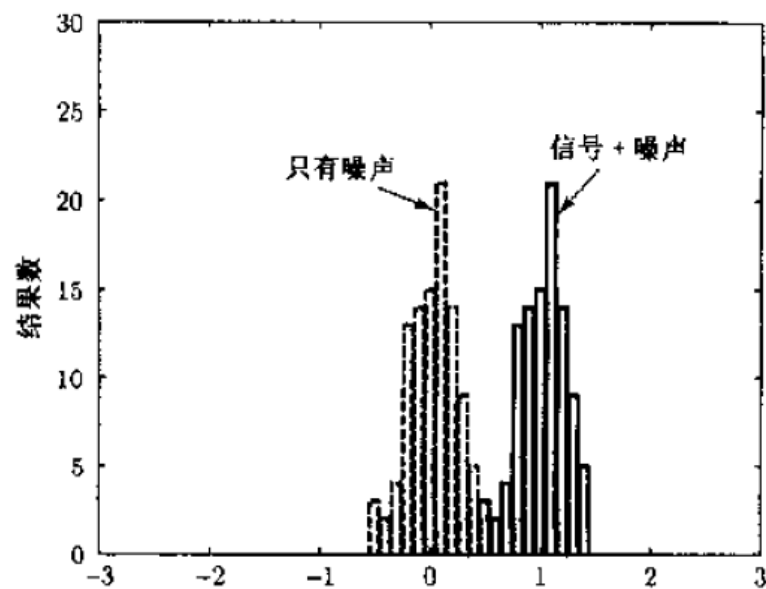
DECISION:
TRUE OR FALSE?



检测性能



$$\begin{cases} x=1+n; \\ x=n \end{cases}$$



信号检测方法分类

- **按噪声和干扰类型**

 - 参量检测

 - 非参量检测

 - 鲁棒检测

- **按观测值获取方式**

 - 固定数目观测值

 - 序贯检测

- **按信号类型**





中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

1 引入

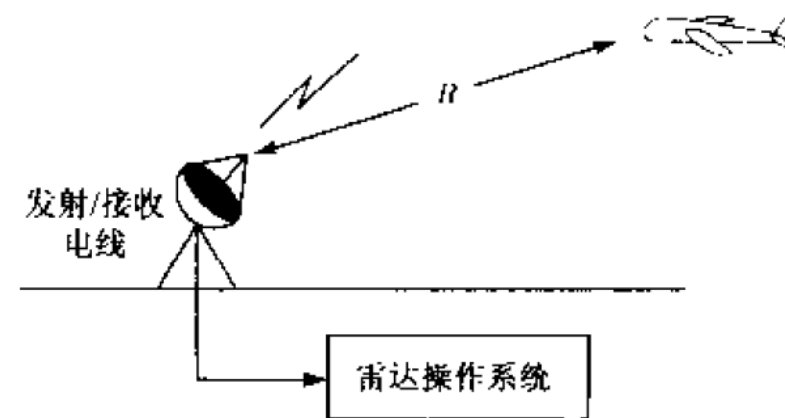
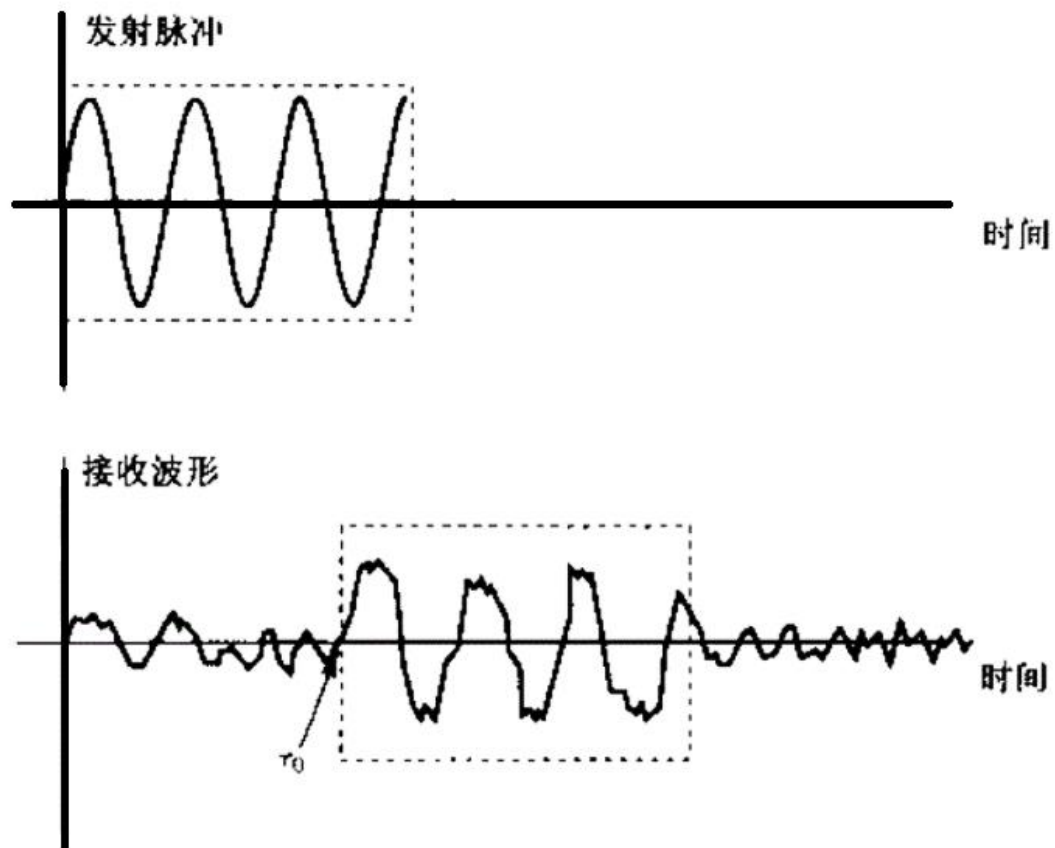
2 检测理论概述及应用

3 估计理论概述及应用

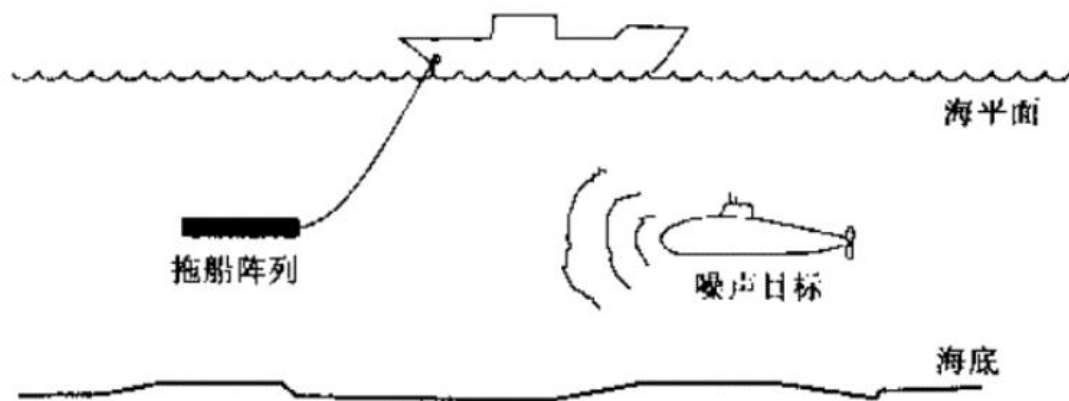
4 研究方法

目录
Contents

雷达测距系统



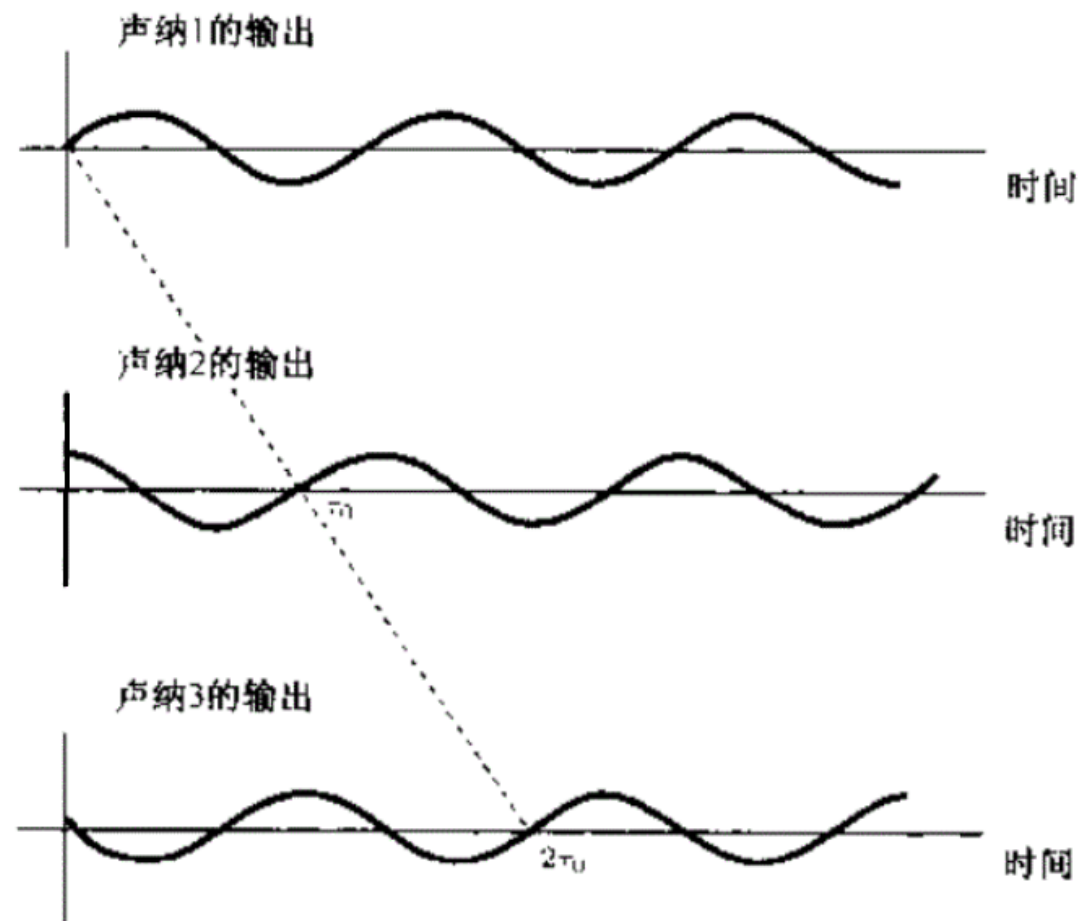
声呐系统



$$\beta = \arccos\left(\frac{c\tau_0}{d}\right)$$

c 为水中声速

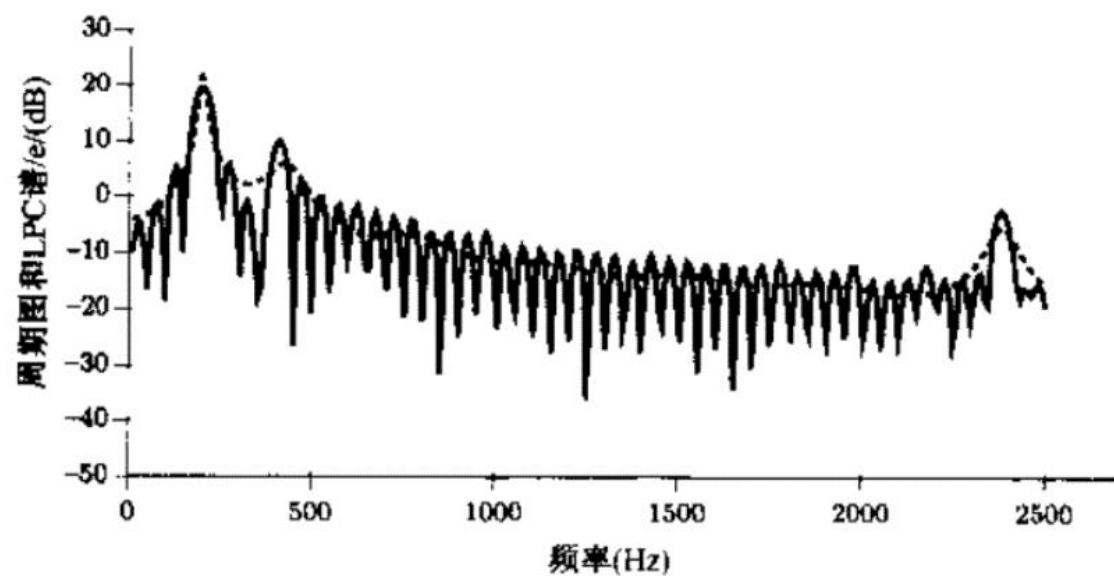
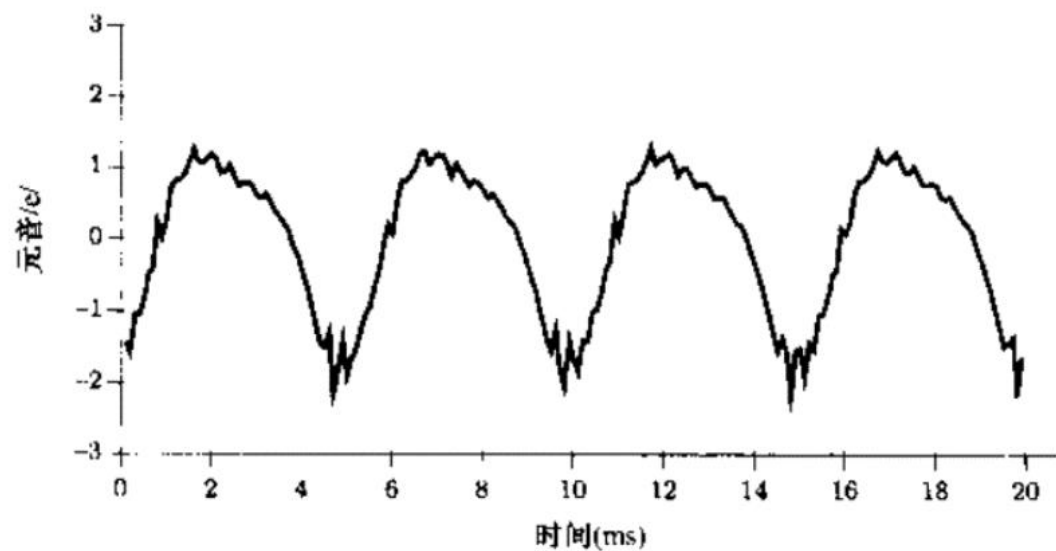
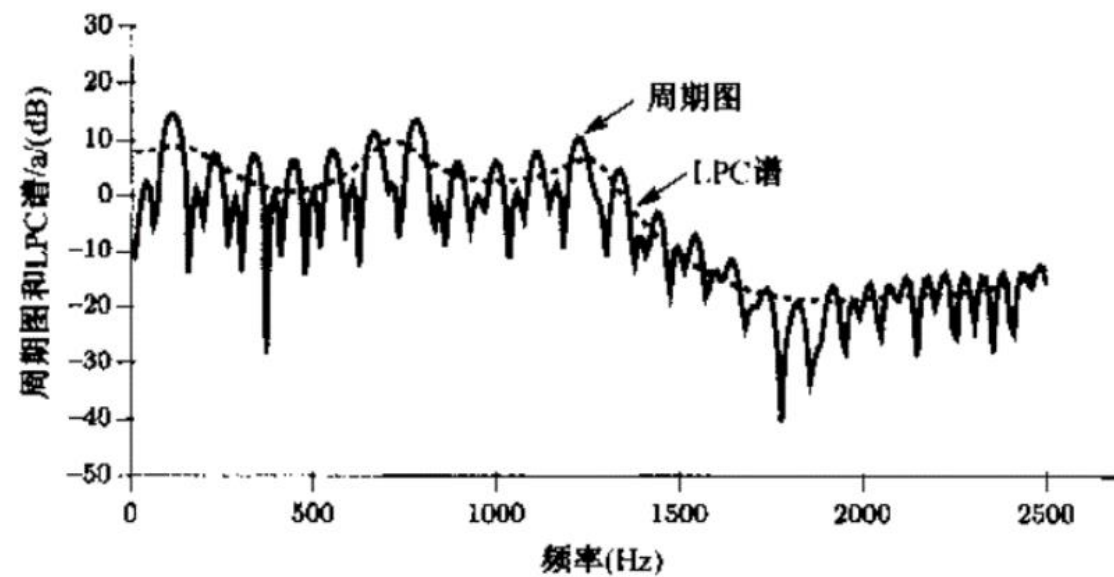
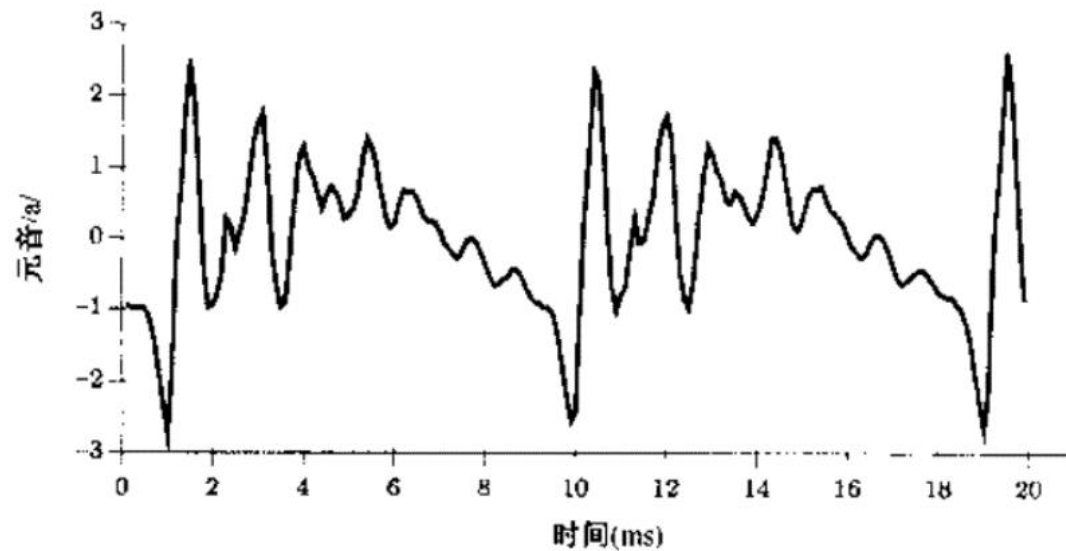
d 为两传感器间距



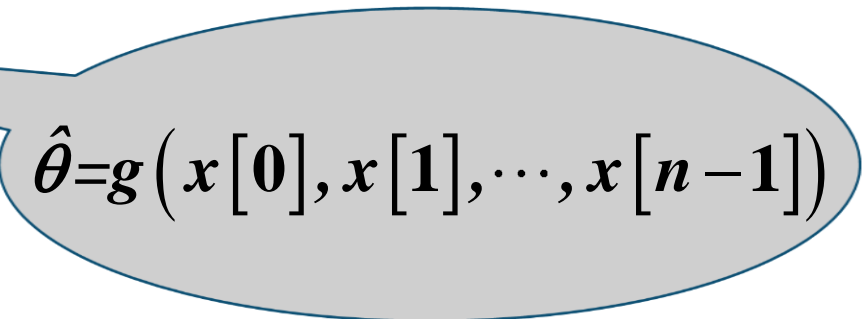
中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

语音识别

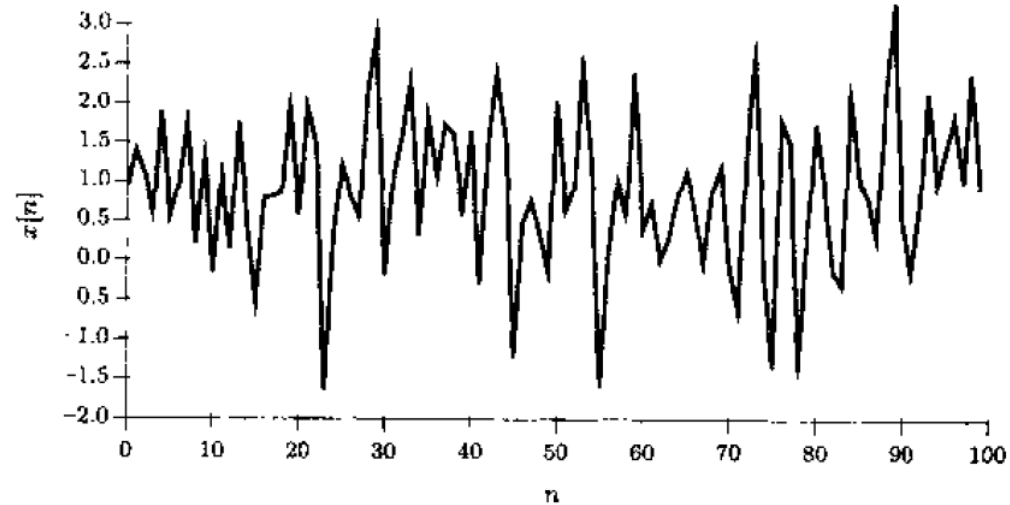
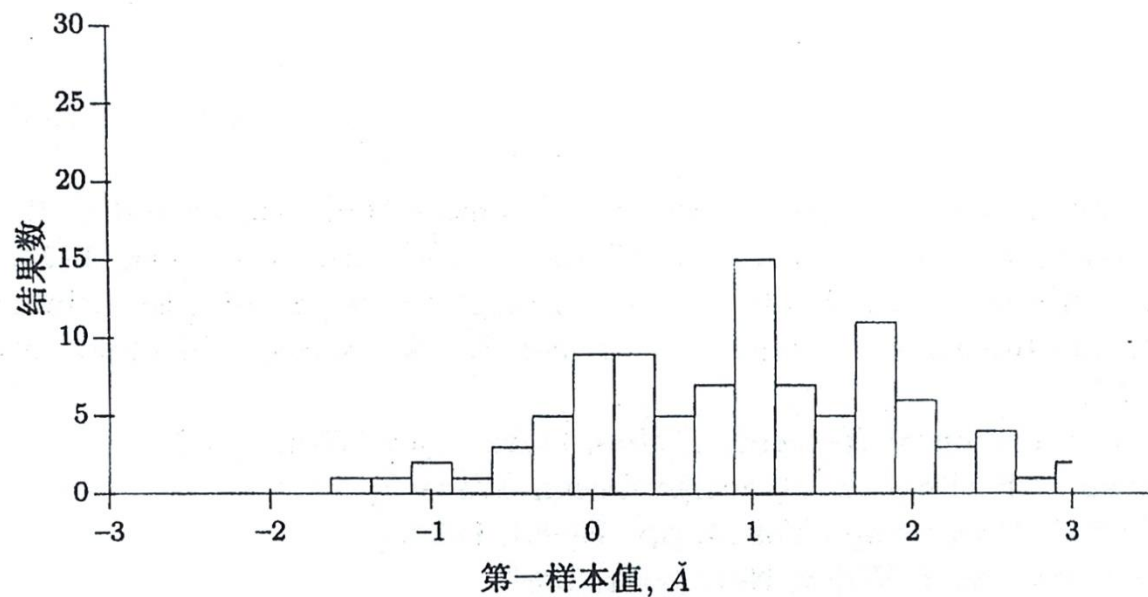
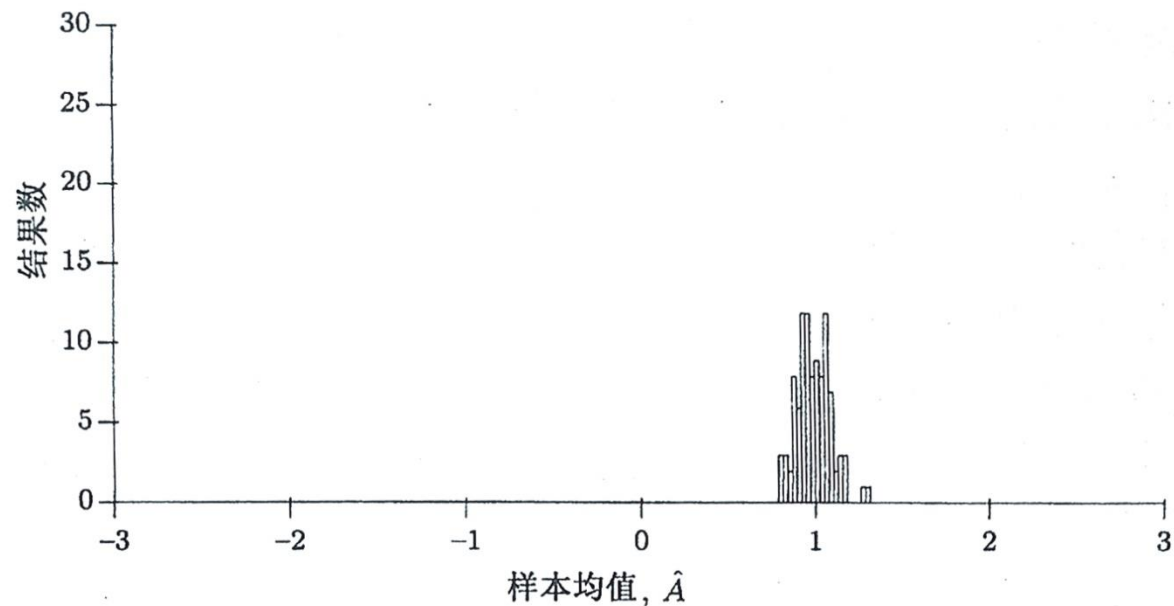


信号估计理论

- 根据有限观测, “最佳” 构建实际物理状态的估计值的理论
- 有限观测, 参量估计
 $\{x[0], x[1], \dots, x[n-1]\}$

$$\hat{\theta} = g(x[0], x[1], \dots, x[n-1])$$
- 波形估计
-- 维纳滤波、卡尔曼滤波



估计性能





中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

1 引入

2 检测理论概述及应用

3 估计理论概述及应用

4 研究方法

目录
Contents

统计处理方法

- **统计描述信号随机特性**
 - ◆ **概率密度函数**
 - ◆ **高阶矩（如相关函数、协方差）**
 - ◆ **功率谱密度**
- **准则为统计意义下“最佳”**
- **性能评价为统计平均量**





中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

FIN