

统计信号处理

Statistical Signal Processing

刘志文

信息与电子学院
信号与图像处理研究所（51所/图像所）
zwliu@bit.edu.cn、68911432(O)

课程简介

□ 名称

统计信号处理

信号检测与估计、随机信号处理

□ 先修课程

高等数学、线性代数/高等代数/矩阵分析、概率论与数理统计

信号与系统、数字信号处理、随机信号分析

□ 课程内容

信号检测理论：匹配滤波器、最优检测理论、噪声中信号的检测

信号估计理论：参数估计理论、噪声中信号参量的估计、波形估计理论（简介）

□ 考核方式

平时作业：**40分**（每章一作业，即4-5次作业，至少提交作业4次，每次满分10分。）

作业要求：提交WORD/PDF格式电子版作业，每章教学内容结束后一周内提交。有抄袭现象的，则该次作业计零分。

作业文件格式：学号-姓名-第***章作业.DOC/DOCX/PDF.

期末考试：**60分**（仅仅允许携带自己整理的一张A3纸大小的课堂笔记参加考试）

课程简介(续)

□ 参考书

1. 羊彦, 景占荣, 高田. 信号检测与估计. 西北工业大学出版社, 2014
2. 段凤增. 信号检测与估计. 哈尔滨工业大学出版社, 2002
3. 李道本. 信号的统计检测与估计理论. 科学出版社, 2004
4. 叶中付. 统计信号处理. 中国科学技术大学出版社, 2009
5. 史蒂文 M 凯. 统计信号处理基础—估计与检测理论. 电子工业出版社, 2003

□ 注意事项

1. 作业电子版发送到邮箱: zwliu@bit.edu.cn
2. **作业要求:** 提交WORD/PDF格式电子版作业, 每章教学内容结束后一周内提交。有抄袭现象的, 则该次作业计零分。
作业文件格式: 学号-姓名-第***章作业.DOC/DOCX/PDF。
3. 不要迟到早退, 上课期间不得随便进出教室, 除非得到许可。

第一章 概述(续)

一. 一些基本概念

□ 什么是消息、信息、信号及其相互关系?

消息:

信息:

信号:

信号处理:

统计信号处理:

信号检测:

信号估计:

□ 统计信号处理的科学范畴

=> 信号处理=> 信息科学与工程=> 技术科学/工程科学

第一章 概述(续)

二. 发展历史与现状

□ 发展历史

1930s, 二战时期: 初创阶段

1940s-1950s: 大发展时期

(1943/D.O. North, 1942/1949/N.Wiener, 1944/S.O.Rice, 1949/P.M.Woodward)

1950s-1960s: 理论成熟时期 (经典的统计信号处理理论)

(D.Middleton-Bayes 风险理论、R.E.Kalman-滤波理论、P.J.Huber-Robust 统计学、J.P.Burg-最大熵谱估计、Capon 谱估计)

特征: 广义平稳、高斯分布、线性问题/处理

1970s-现代统计信号处理阶段 (鲁棒检测、非参量检测等)

特征: 非平稳、非高斯、非线性问题/处理

□ 发展现状

针对三非 (非平稳、非高斯、非线性) 问题, 先后发展出了相应的理论与方法。

非平稳: 各种时频分析理论与方法 (小波分析、分数阶傅氏变换)、循环平稳理论与方法;

非高斯: 高阶统计分析理论与方法 (高阶累积量、高阶谱);

非线性: EKF、UKF、PF等。

第一章 概述(续)

三. 研究对象

□ 研究的问题

如何从含噪观测中提取有用信息？（判定+确定）

□ 处理的对象

含噪观测（Noisy Observations/Measurements）

各类传感器的输出：雷达、通信、声纳、可穿戴设备等系统接收的信号；

各种社会调查数据：各种民调、普查、统计数据；

生物/生命科学数据：DNA、蛋白质结构、医学大数据等。

四. 应用

信息感知与利用：

雷达、通信、射电天文学、.....

声纳、地震勘探、.....

生物医学工程、生物信息学、自动控制（自动驾驶）、人工智能、社会发展预测、.....

第二章 匹配滤波器理论 (Matched Filter)

一. 引言

□ 问题提出

1930s, 雷达探测/目标发现问题

□ 如何解决?

问题本质?

准则确定?

白噪声、色噪声

二、白噪声背景下的匹配滤波器(MF)

三、色白噪声背景下的匹配滤波器---广义匹配滤波器(GMF)

四、白化滤波与广义匹配滤波器

第三章 信号检测理论

(Signal Detection Theory)

- 问题提出;
- 二元假设检验;
- 纽曼-皮尔逊检测准则及其判决规则;
- 最大后验概率检测准则及其判决规则;
- 最小错误概率检测准则及其判决规则;
- 贝叶斯检测准则及其判决规则;
- 极小极大检测准则及其判决规则;
- 似然比接收机的工作特性;
- 复合假设检验简介;
- 一致最优势检验;
- 广义似然比检验;
- 局部最佳检测;
- 信号检测举例。

第四章 参数估计理论

(Parameter Estimation Theory)

- 问题提出;
- 贝叶斯估计;
- 三种典型代价函数;
- 最小均方误差估计;
- 条件均值估计;
- 最大后验概率估计;
- 极小极大估计;
- 最大似然估计;
- 估计量的评价;
- 克拉美-罗下限;
- 线性最小均方误差估计;
- 最小二乘估计。

第五章 噪声中信号的检测与估计

(Detection and Estimation of Signals in Noise)

□ 问题提出;

□ 白高斯噪声中已知信号的检测: 连续信号的似然函数, 最佳接收机设计; 接收机统计特性分析;

□ 白高斯噪声中未知参量信号的检测: 广义似然比检测; 接收机设计; 接收机统计特性分析;

□ 色高斯噪声中已知信号的检测: 最佳接收机设计、接收机统计特性分析;

□ 信号检测举例;

□ 信号参量的估计: 最大似然估计、克拉美-罗下限;

□ 信号幅度估计;

□ 信号时延估计。