

统计信号处理

第一章

绪 论

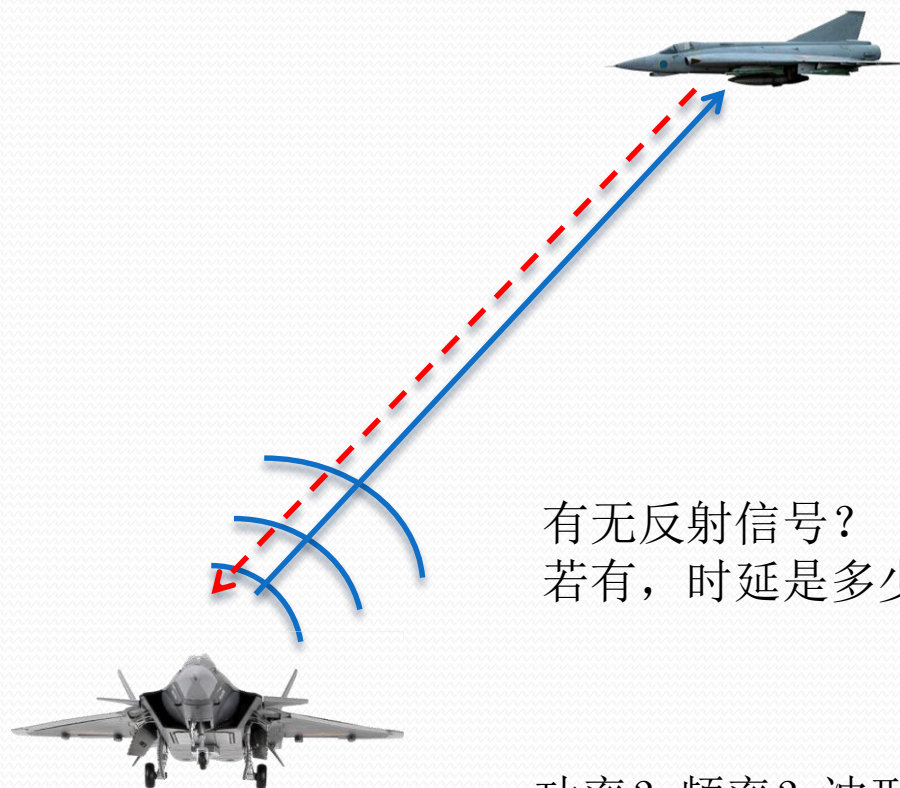
清华大学电子工程系
李洪 副教授

2023. 2

一、课程简介

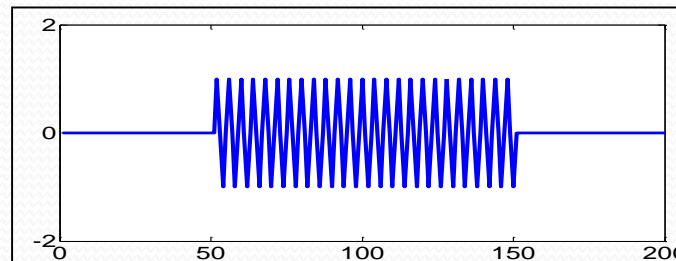
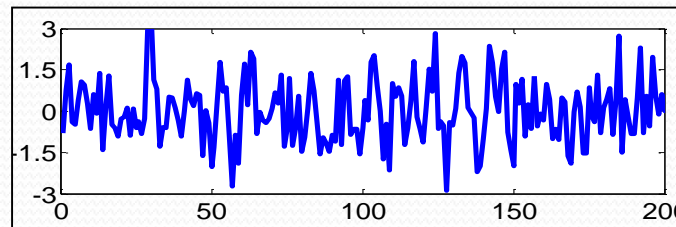
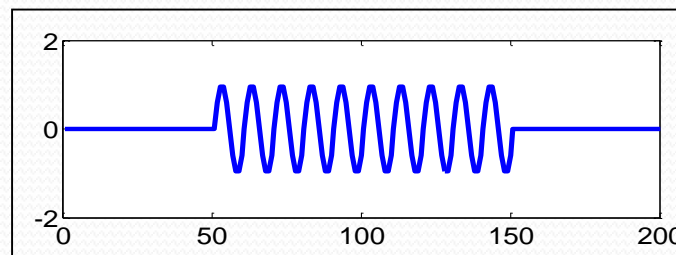
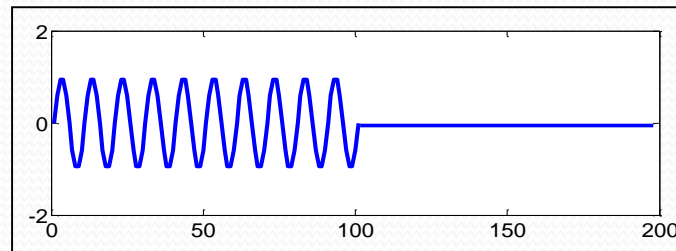


➤ 雷达



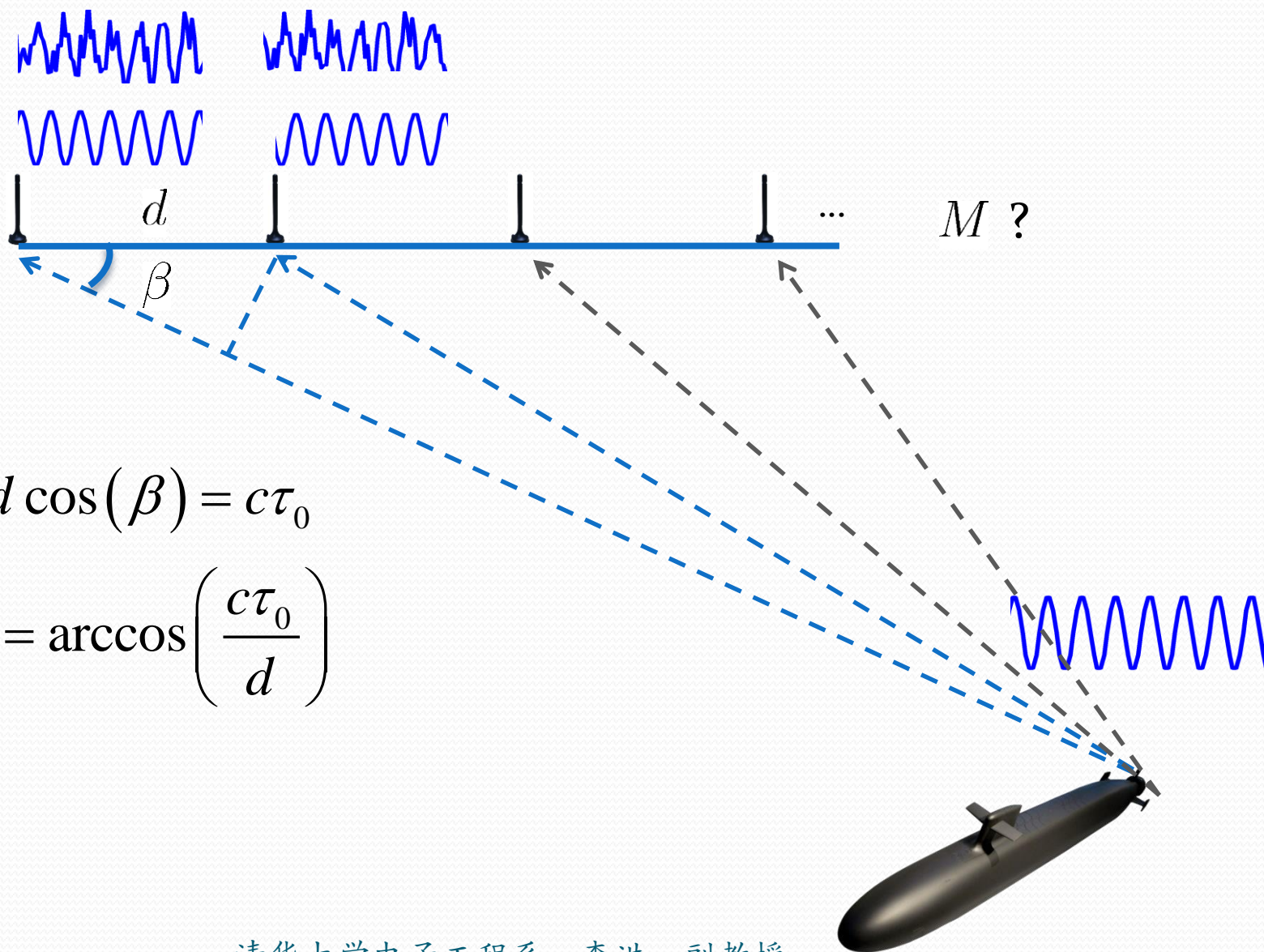
有无反射信号？
若有，时延是多少？

功率？频率？波形？...

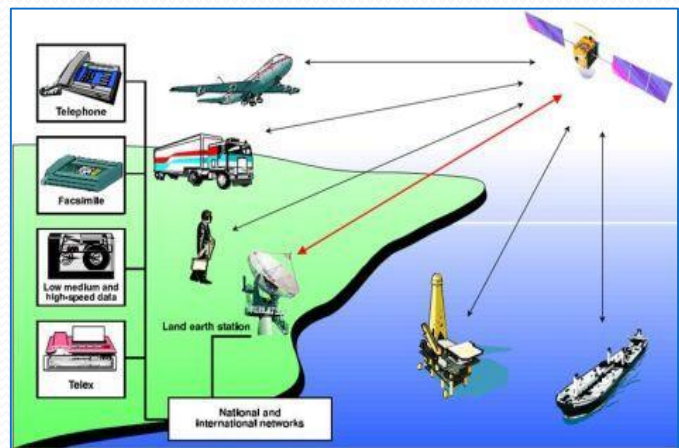
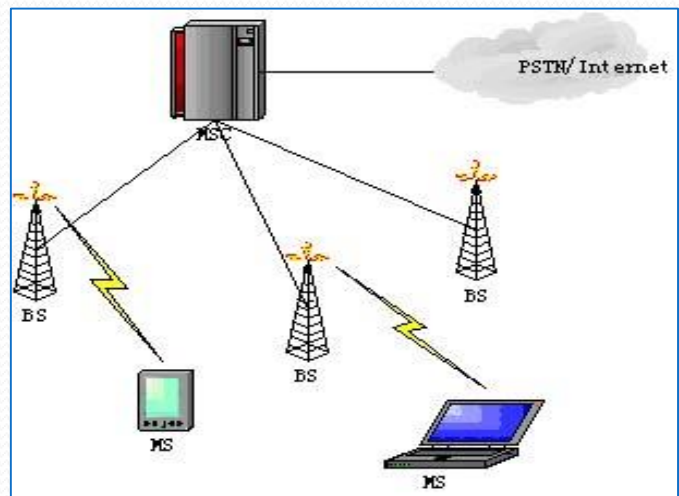




➤ 声呐



➤ 通信

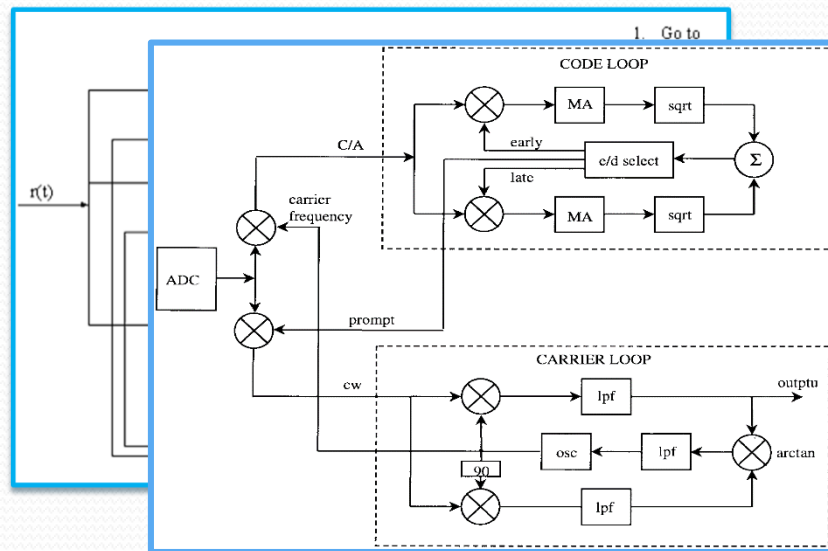


DSSS: 直接序列扩频系统

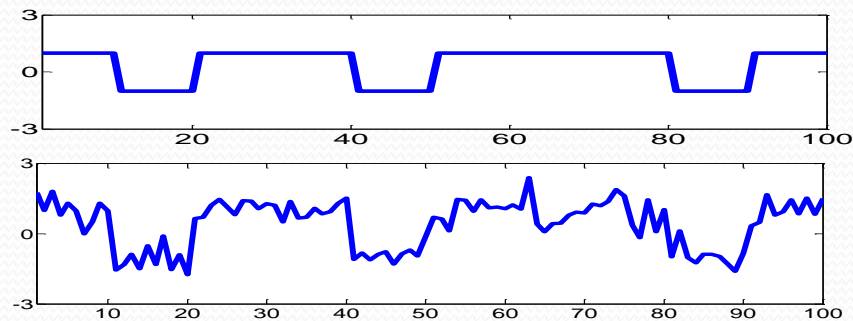
清华大学电子工程系 李洪 副教授

$$s(t) = AD(t)p(t)\cos(2\pi ft + \phi)$$

1. 同步



2. 解调

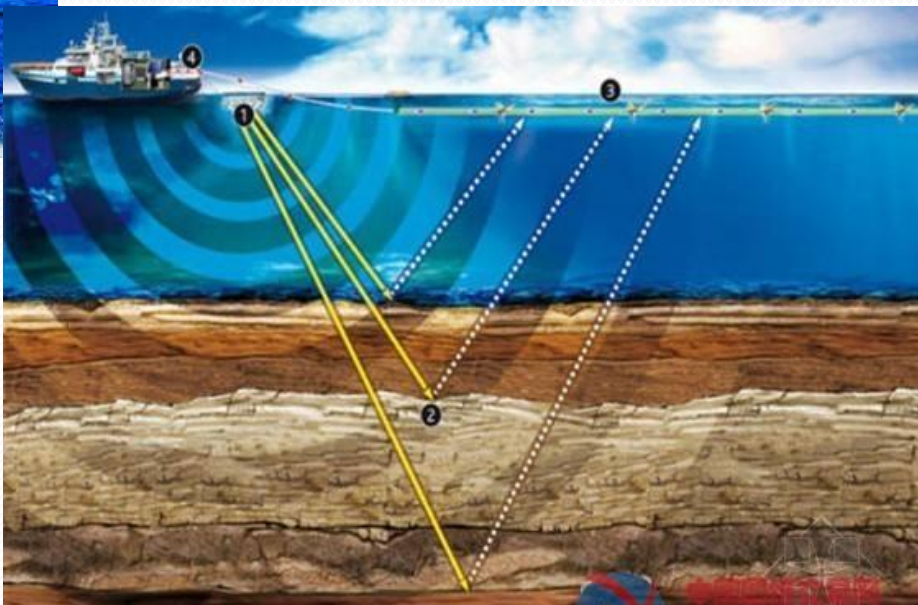


➤ 图像



- 是否有车？
- 车牌在哪里？
- 车牌号是多少？

➤ 石油勘探



金融



- 未来经济走势如何？
- 未来股票赔或赚？

●其他领域：

➤医学

➤航空

➤航天

➤控制

➤气象

➤.....

二、课程内容

• 1. 估计理论(Estimation Theory)

• 经典估计

- 未知、确定性参数估计
- 最小方差无偏估计
 - ✓ I: 概念及其性能界
 - ✓ II: 充分统计量方法
 - ✓ III: 线性模型&最佳线性无偏估计
- 最大似然估计
- 最小二乘估计

• 贝叶斯估计

- 未知、随机性参数估计
- 贝叶斯原理
- 一般贝叶斯估计
- 线性贝叶斯估计
- 应用：维纳滤波、卡尔曼滤波等

● 2. 检测理论(Detection Theory)

● 检测的基本准则

- Neyman-Pearson准则、最小贝叶斯风险准则，以及最小错误概率准则、最大后验概率准则、最大似然比准则等

● 简单假设检验

- 确定信号检测
- 随机信号检测

● 复合假设检验

- 基本方法I: 贝叶斯方法、广义似然比方法
- 基本方法II: Wald检验、Rao检验、单边检验等
- 广义似然比的应用

● 3. 应用案例

- 相关理论与方法在通信、导航、雷达、语音、图像等领域中的应用

三、教学目标

- 1. 掌握统计信号处理经典理论与方法
 - 包括常见的信号参数估计、信号检测理论与方法
 - 做到应知、应会
- 2. 重点是对各理论方法核心思想的理解与掌握
 - 课堂上会介绍各类方法的“起源”，推导其数学过程，目的不是要求掌握而是为了帮助理解
 - 通过数学过程做到不仅“知其然”，更要“知其所以然”
 - 核心思想才是关键，而非具体细节
 - 在掌握核心思想的基础上，结合实际问题，敢于“质疑”、“因势而变”
- 3. 培养一种统计分析思维习惯
 - 利用统计分析的观点去发现、分析、解决问题

四、教材、参考资料

- **S. M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing: Estimation Theory & Detection Theory*, Prentice Hall PRT**
 - 罗鹏飞, 等译, *统计信号处理基础——估计与检测理论*, 电子工业出版社, 2011
- H.L. Van Trees, *Detection, Estimation and Modulation Theory*, John Wiley & Sons Inc., 1968
- J. Neyman, E.S. Pearson, *On the Problem of the Most Efficient Tests of Statistical Hypotheses*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A. 1933, Vol 231: pp.289-337
- R.A. Fisher, *Theory of Statistical Estimation*, Mathematical Proc. of Cambridge Philosophical Society, 1925, 22, pp.700-725
- D. G. Manolakis, et,al, *Statistical and Adaptive Signal Processing*, Mcgraw-Hall, 2000.
- J. G. Proakis, et al, *Algorithms for Statistical Signal Processing*, Prentice hall, 2002
- 相关学术论文

五、课程成绩

方案一：

- 平时作业，20%
- 大作业，20%
- 期末考试，60%

方案二：

- 期末考试，100%

取最大值

● 平时作业记分办法:

- **独立、按时**完成
- 自己完成作业，发现抄袭，所有雷同者当次作业为0分
- 按时完成（一般完成时间为一周，布置作业时会给出完成时间（遇节假日一般会顺延））：**6~10分**（视完成作业质量）
- 每位同学允许有总计不超过三周晚交时间，超过三周，则扣分：**晚交周数之和减去三周 * 1分/周**
 - 例1: 某同学有三次晚交，晚交时间均在一周以内，总晚交时间为三周，不会因晚交而扣分
 - 例2: 某同学有一次晚交，晚交时间为四周，扣1分： $(四周减三周) * 1分/周 = 1分$
 - 例3: 某同学有三次晚交，晚交时间分别为一周、两周、两周，扣2分： $(五周减三周) * 1分/周 = 2分$
- 晚交计时单位为周。例如，2月28日交作业，3月1日~3月7日间交均记为晚交1周
- 全部按时完成：**+15分**，晚交1周：**+10分**，晚交2周：**+5分**
- 最终成绩： $(每次作业分之和 + 奖励分数) / (10分/次 * 作业次数) * 20分$ ，总计不超过20分
- **提交方式：网络学堂、或纸质版（第二次上课时）**

六、联系方式

- 联系方式
 - 李洪, lihongee@tsinghua.edu.cn
- 助教
 - 钟明翰, zhongmh19@mails.tsinghua.edu.cn
- Office hour
 - 每周二下午14:30~15:30, 伟清楼1002（提前联系）