

# 现代信号处理

## Lecture 01

唐晓颖

电子与电气工程系  
南方科技大学

September 09, 2025

## Lecturer Information:

- Name: 唐晓颖
- Office Hrs: 2:00PM – 3:00PM Tuesday (appointment in advance)
- Email: [tangxy@sustech.edu.cn](mailto:tangxy@sustech.edu.cn)
- Office: 工学院南楼437

## TA Information:

- Name: 吴翊都
- Office Hrs: 14:00 - 16:00PM Monday
- Email: [12332207@mail.sustech.edu.cn](mailto:12332207@mail.sustech.edu.cn)
- Office: 工学院南楼436

- Name: 王章驰
- Office Hrs: 13:00 - 15:00PM Wednesday
- Email: [12332186@mail.sustech.edu.cn](mailto:12332186@mail.sustech.edu.cn)
- Office: 工学院南楼 436

- Name: 魏田纭溪
- Office Hrs: 13:00 - 15:00PM Friday
- Email: [12332156@mail.sustech.edu.cn](mailto:12332156@mail.sustech.edu.cn)
- Office: 工学院南楼436

- Name: 陈俊滔
- Office Hrs: 13:00 - 15:00PM Tuesday
- Email: [11912916@mail.sustech.edu.cn](mailto:11912916@mail.sustech.edu.cn)
- Office: 工学院南楼 436

- Name: 伍泽星
- Office Hrs: 14:00 - 16:00PM Thursday
- Email: [12432643@mail.sustech.edu.cn](mailto:12432643@mail.sustech.edu.cn)
- Office: 工学院南楼436

- Name: 黄辰
- Office Hrs: 13:00 - 15:00PM Friday
- Email: [12332171@mail.sustech.edu.cn](mailto:12332171@mail.sustech.edu.cn)
- Office: 工学院南楼436

## Course Related Topics:

Basic

数字信号处理 (1/3)

信号检测与估计 (2/3)

Bonus

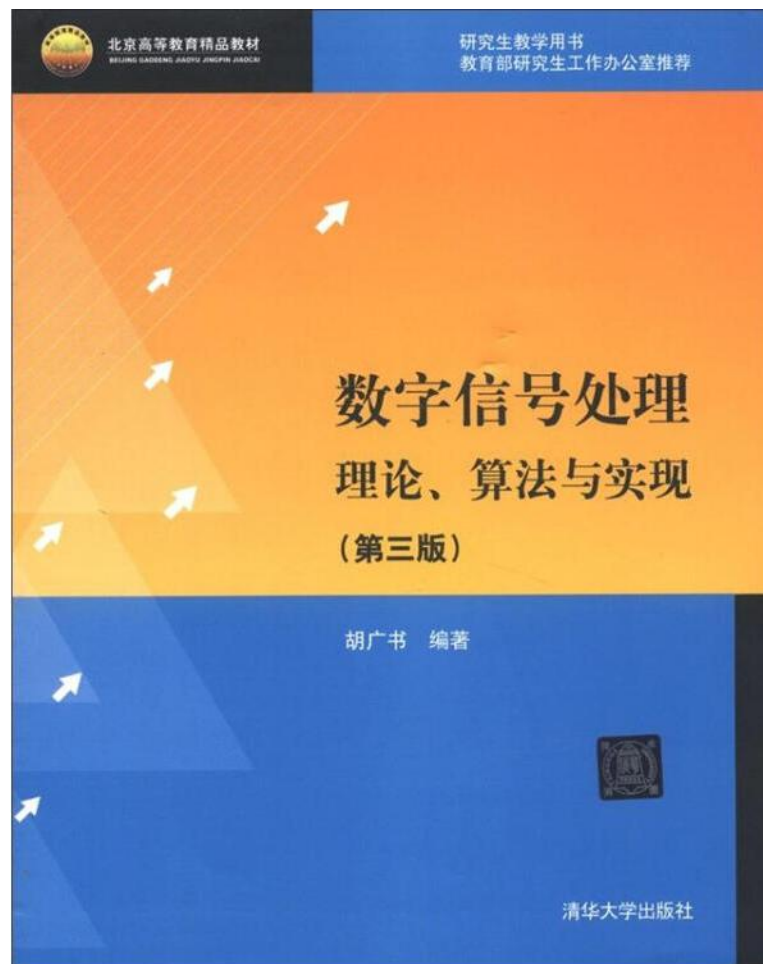
机器学习

图像处理

# Textbook Information (数字信号处理):

1. 胡广书, 数字信号处理——理论、算法与实现 (第3版), 清华大学出版社, 2012

2. 吴镇扬, 数字信号处理 (第三版), 高等教育出版社, 2016, 包括其对应的《学习指导》, 2012, 以及网上的资源共享课网站。



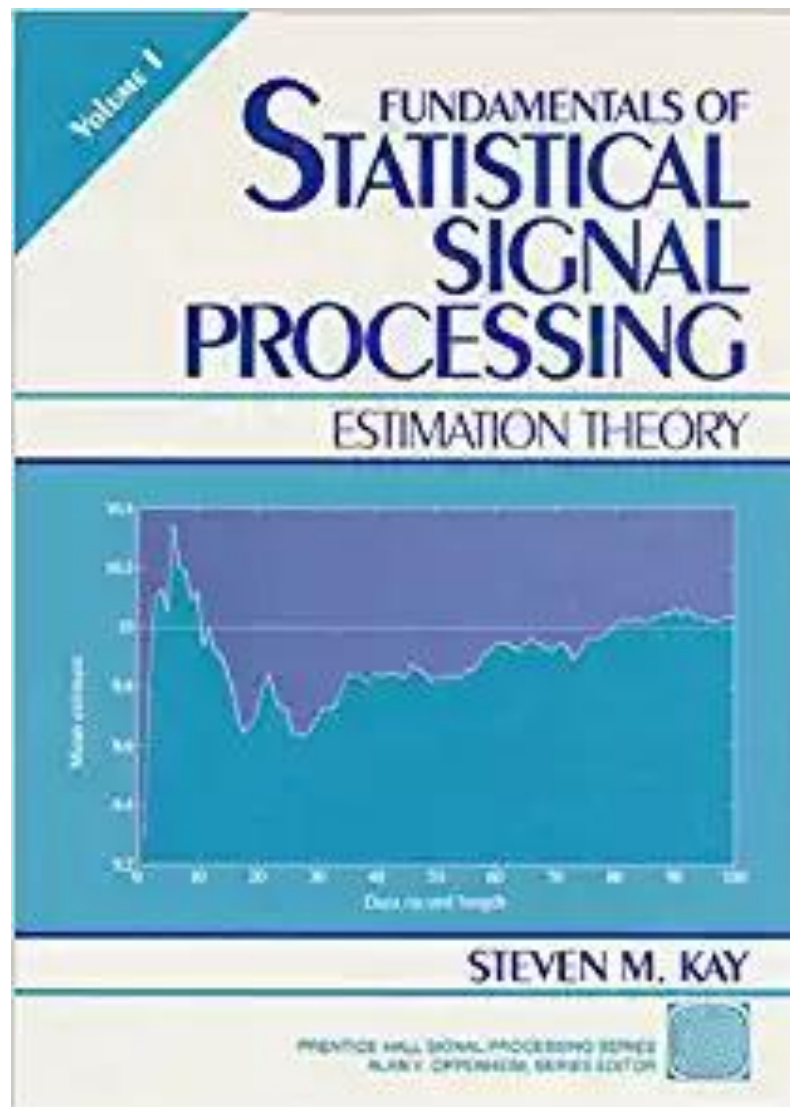
# Textbook Information (信号检测与估计):

Fundamentals of Statistical Signal Processing : Estimation Theory

by Steven Kay. Volume I, Prentice Hall, 1993

统计信号处理基础:估计与检测理论

by 罗鹏飞 张文明 刘忠 等, 电子工业出版社, 2011





# Project Resources:

<https://pytorch.org/tutorials/>

Pytorch 官方教程

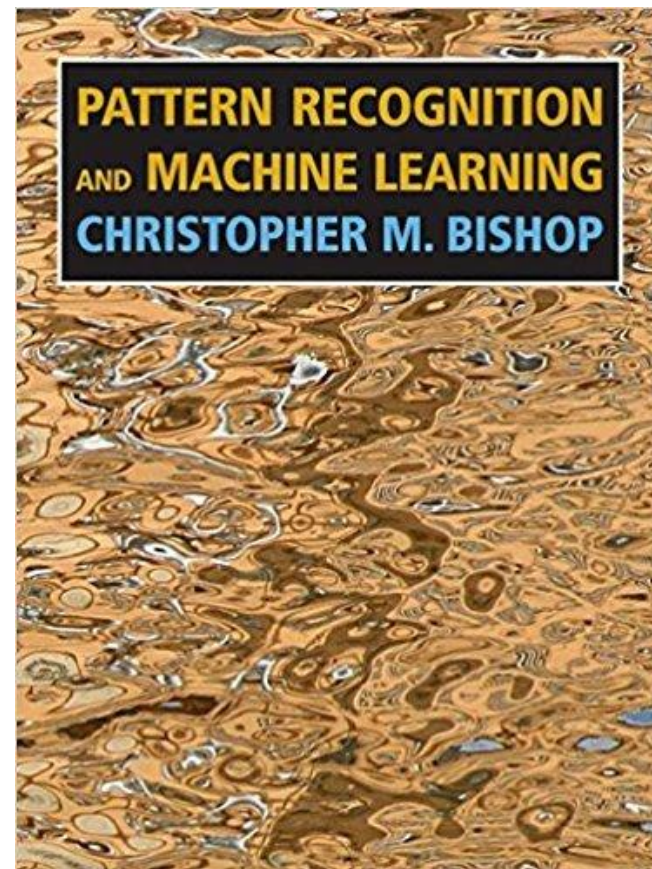
<http://speech.ee.ntu.edu.tw/~tlkagk/courses ML20.html>

李宏毅机器学习网课

<http://cs231n.stanford.edu/>

斯坦福CS231n计算机视觉课程

*Pattern Recognition and Machine Learning*, Christopher M. Bishop



## Course Information:

- Lecture: Tuesday (16: 20 – 18: 10) 单周 & 双周, 一教107
- Lecture: Thursday (16: 20 – 18: 10) 单周, 一教107
- HW due: every Tuesday lecture time
- Exams: **final exam (open book)**
- Multiple in-class quiz

## Grading Algorithm:

- Class participation: 15%
- Homework + Quiz: 45%
- Final exam: 5%
- Projects: 35%

Research-related Paper Reading

Research-related Project

## 课程群



## 问卷调查:

<https://www.wjx.cn/vm/PS9RaHX.aspx#>

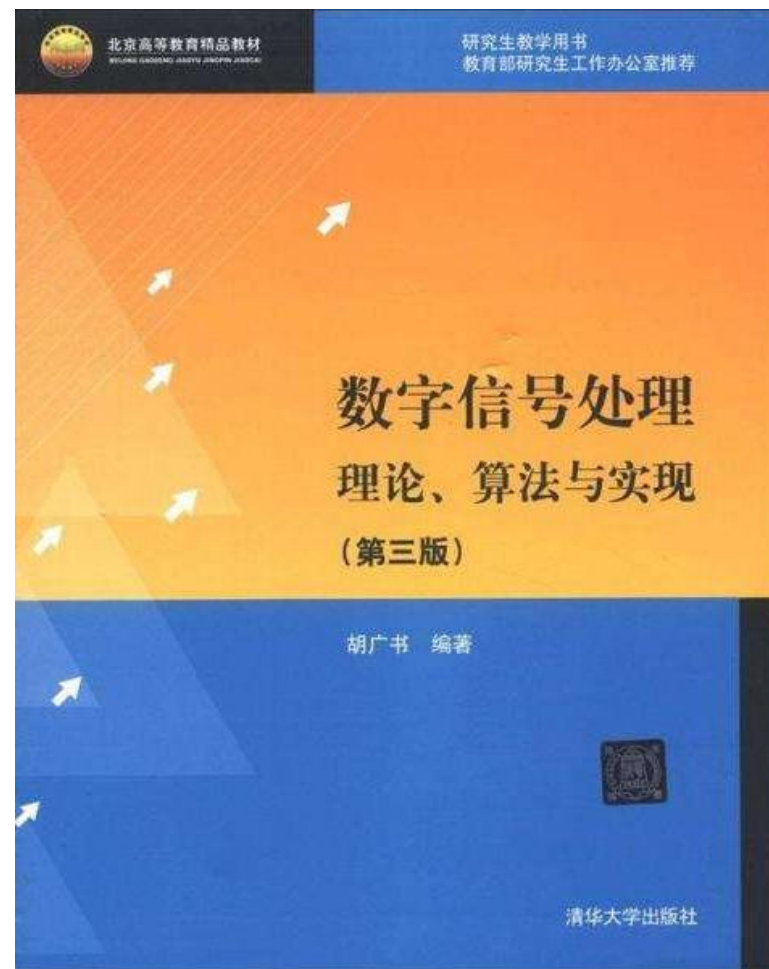




# 《数字信号处理－理论、算法与实现》

By 胡广书，清华大学出版社，2003

PPT参考本书附带课件



# 关于数字信号处理

信号

数字信号

数字信号处理

- 一、 数字信号处理的任务
- 二、 数字信号处理的优势
- 三、 数字信号处理的理论
- 四、 数字信号处理的实现
- 五、 数字信号处理的应用
- 六、 关于数字信号处理的学习

# Chapter 1 绪论

## §1.1 信息与信号处理的定义

**信息科学：**研究信息的获取、传输、处理、利用的一门学科

**信息：**用一定形式的信号来表示

**信号：**信号是信息的表现形式，信息则是信号所含有的具体内容

数字化、智能化、网络化——信息发展趋势

## 信息的量化：

信息熵是衡量信息不确定性的一个概念，源自物理学中的熵，用于描述系统的无序程度。在信息论中，信息熵衡量的是信息内容的不确定性或随机性。信息的熵越高，意味着它包含的信息量越大，消除不确定性的能力就越强。

信息熵是一个数学定义，用来描述一个信息源可能产生的所有信息的平均不确定性。假设有一个随机变量  $X$ ，它有多个可能的结果，每个结果发生的概率分别为  $p(x)$ 。

信息熵  $H(X)$  定义为：

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log(p(x_i))$$

# 香农熵的实际应用

- 香农熵：术语“香农熵”是为了纪念信息论之父克劳德·香农而命名的。香农在1948年的开创性论文中首次提出了这个概念，从而奠定了现代信息论的基础。
- 信息熵：“信息熵”这个术语更加通用，它在更广泛的学科中使用，包括物理学、数学和计算机科学等。
- 具体应用：
  1. 数据压缩：在数据压缩领域，通过减少信息的冗余来降低信息的熵，从而实现更高效的数据存储和传输。现代数据压缩技术，如ZIP和JPEG格式，都是基于理解香农熵原理设计的。
  2. 通信系统：在通信系统设计中，香农熵用于评估信息的传输效率。它可以帮助设计更有效的编码方案，从而在有限的带宽内传输尽可能多的信息。香农熵还与信道容量的概念密切相关，后者指的是在特定的通信信道中，能够可靠传输数据的最大速率。
  3. 决策和机器学习：在决策树算法中，香农熵用于计算信息增益，帮助确定在哪个属性上分割数据可以最大化信息的提取。

信号是信息 (Information)的载体，即信息包含在信号中。

信号，特别是一维信号，多是时间  $t$  的函数，即

$x(t)$



连续时间信号，又  
称模拟信号  
(Analog Signal)



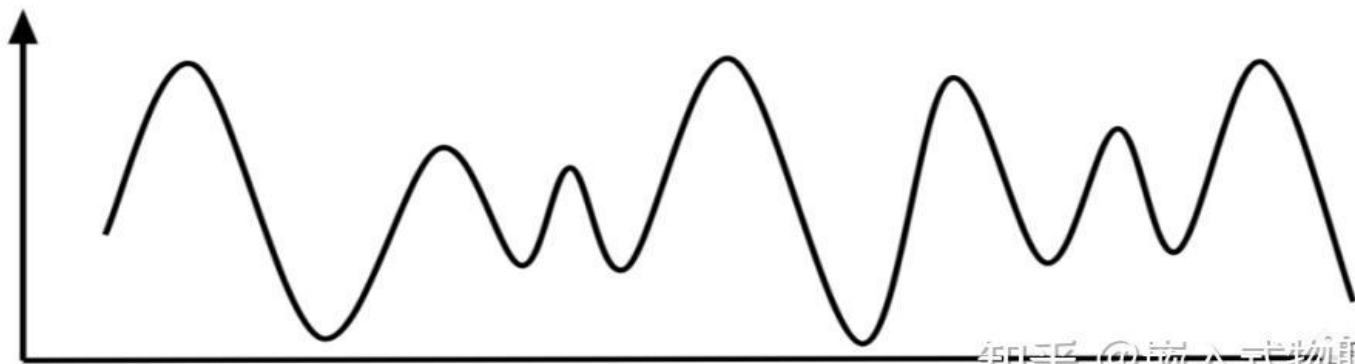
# 电子设备中使用的信号主要有两种类型：模拟信号和数字信号。

## 模拟信号:

模拟信号会随时间变化，而且通常被限制在一个范围内（例如+12V至-12V）。但在这个连续的范围，它会有无限多个值。模拟信号使用介质的给定属性来传递信号信息，例如通过电线来传递电。在电信号中，用信号的不同电压、电流或频率来表达信息。模拟信号通常用于反应光线、声音、温度、位置、压力或其他物理现象的变化。

绘制电压与时间的关系图，我们会发现模拟信号会产生平滑而连续的曲线，不会产生任何离散变化

Amplitude

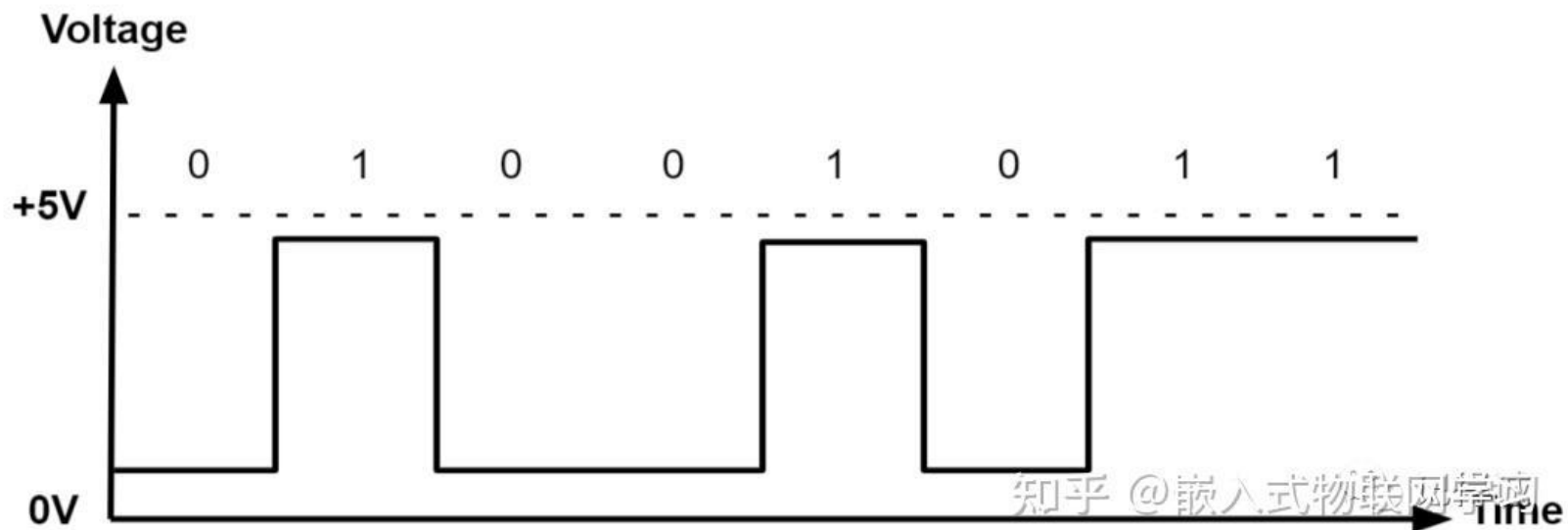


## 数字信号

数字信号则将数据表示为一连串离散的值。在给定时间内，数字信号只能从有限的一组可能值中选取一个值。采用数字信号，物理量表达的信息可能有很多种：

- 可变电流和电压
- 电磁场的相位或极化
- 声压
- 磁存储介质的磁化

数字信号用于所有的数字电子设备中，包括计算设备和数据传输设备。在电压与时间的关系图中，数字信号通常为0或VCC（如1.8V、3.3V或5V）两值之一。



## §1.2应用领域(Application)

- 语音处理
  - 通信
  - 雷达
  - 音乐
  - 军事（导航、制导、电子对抗……）
  - 电力系统
  - 过程控制
  - 经济领域（如：股票市场预测、经济效益分析……）
  - 电动汽车
- 图像处理
  - 数字电视
  - 地球物理学
  - 生物医学信号处理
  - 环境保护
  - 电机控制

常见信号：

电压， 电流， 磁通；

温度， 压力， 压强；

光， 机械振动；

价格， 经济指数， 股市指数；

流量， 水位， 潮位；

人体生理信号 等等