

信号与系统

引言

杜清河

信息与通信工程学院

Email:

duqinghe@mail.xjtu.edu.cn

2025春

内容提要

- 什么是信号与系统
 - 信号与系统的研究内容
 - 关于本课程的学习
-

内容提要

- 什么是信号与系统
 - 信号与系统的研究内容
 - 关于本课程的学习
-

消息、信息与信号

➤ 消息：信息的表现形式

- 信息要用某种物理方式表现出来，例如语言、文字、图画、数据。也就是说：信息隐含于一些按照一定规则组织起来的“符号”中。

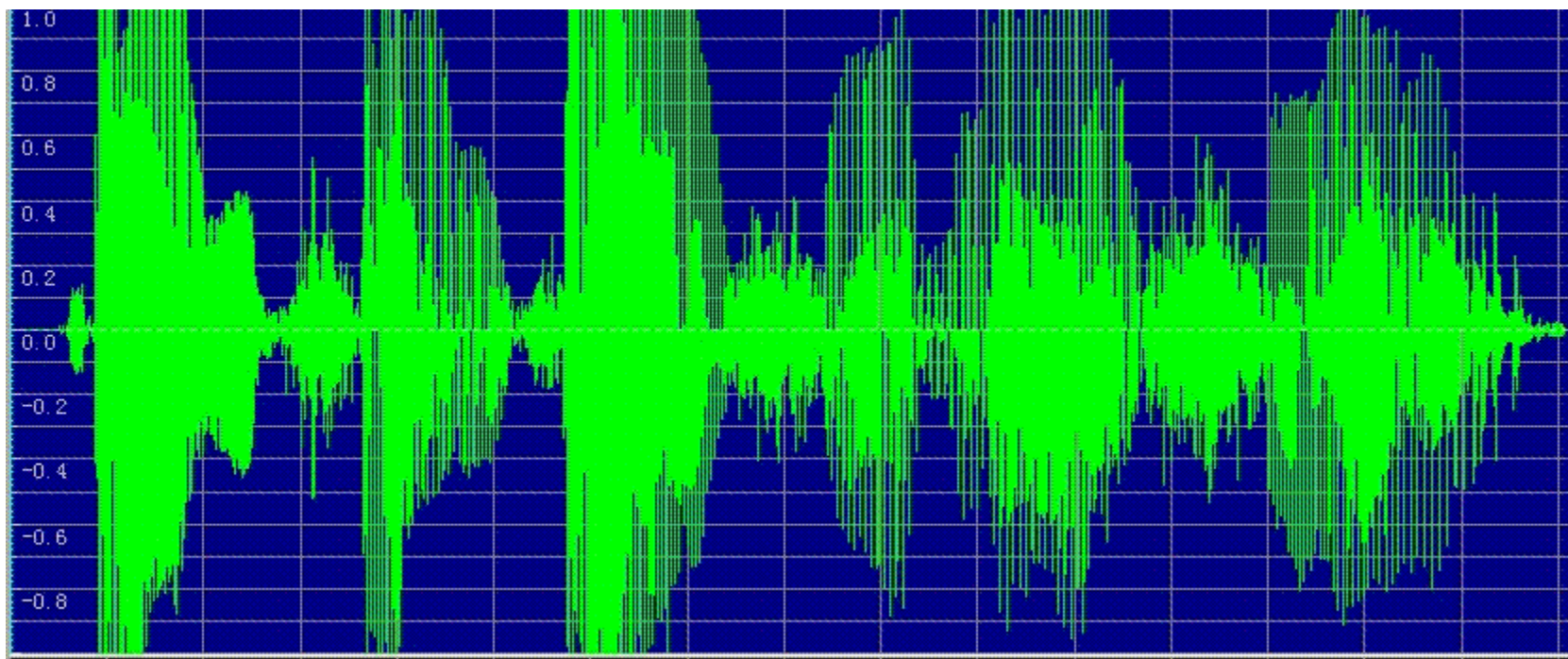
➤ 信息：消息中包含的不确定性

- “不确定性”是指消息中所包含的受信者未知的内容。

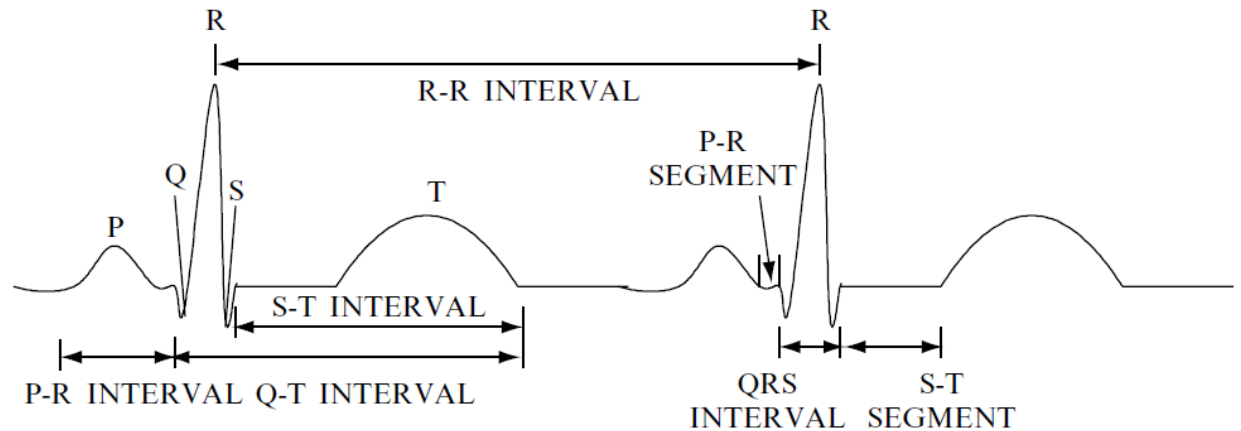
➤ 信号：消息的物理载体

- 为了便于进行消息的传输、存储和处理，需要将其转换成恰当的形式，即信号。

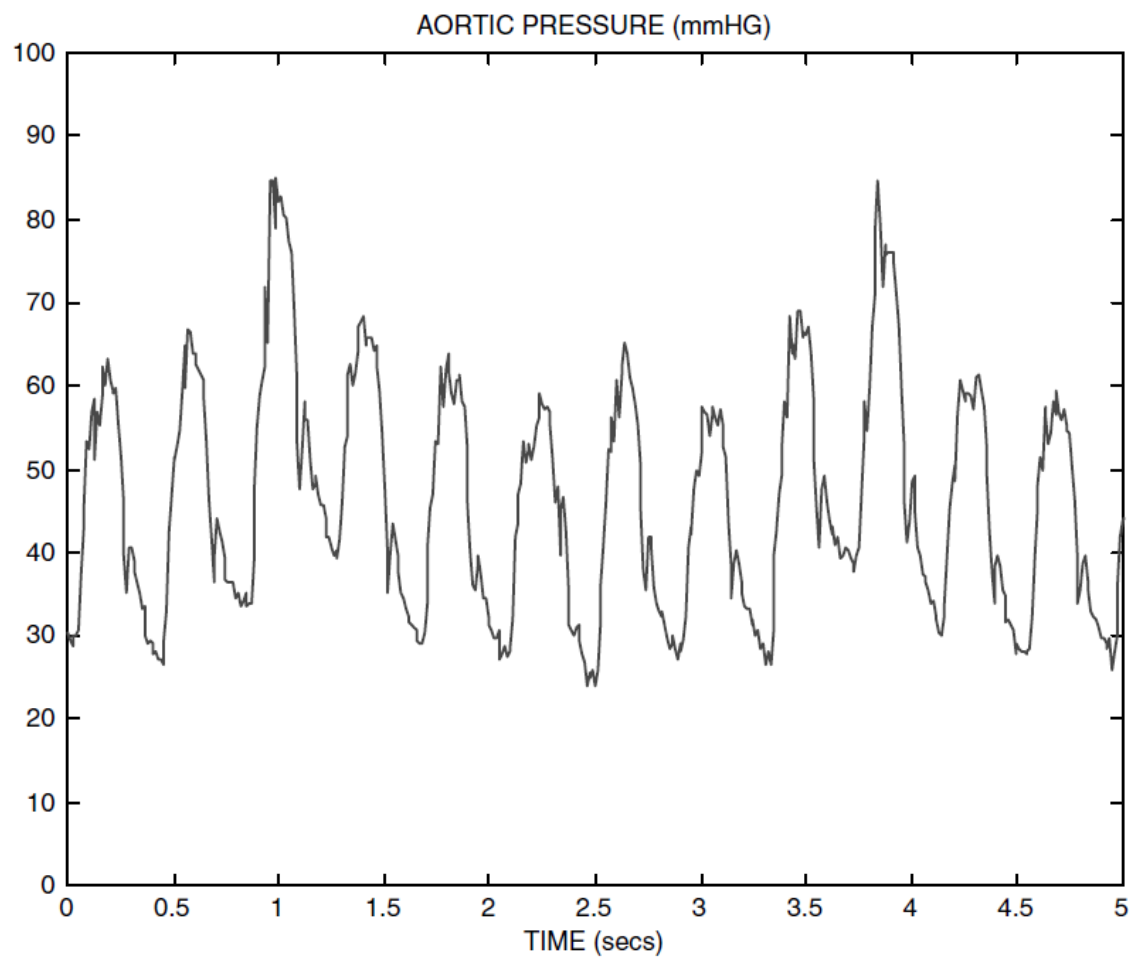
信号的物理示例



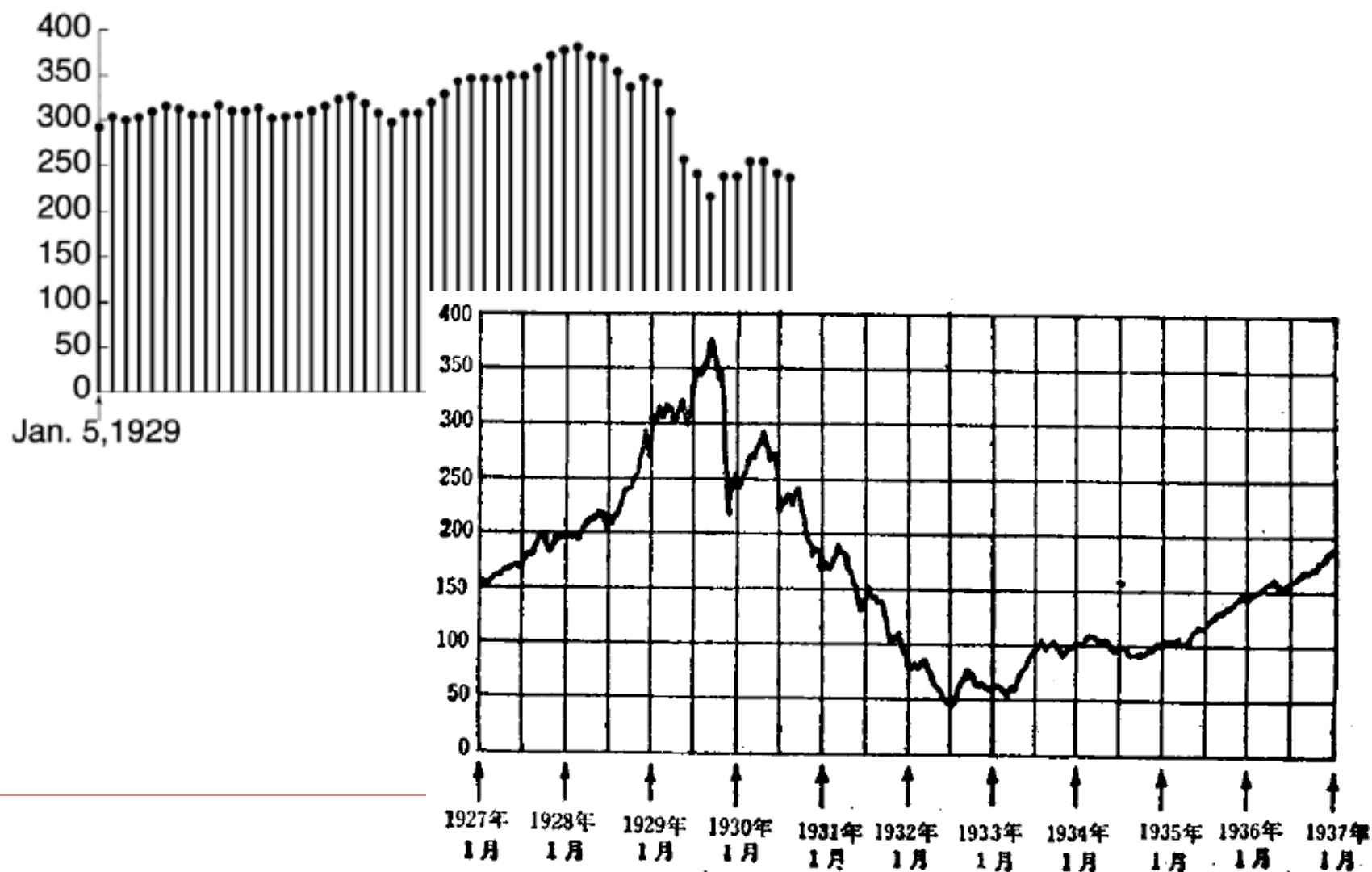
信号的物理示例



信号的物理示例



信号的物理示例



信号的物理示例



J. B. Joseph Fourier
(1768-1830)



Charles Fourier
(1772-1837)

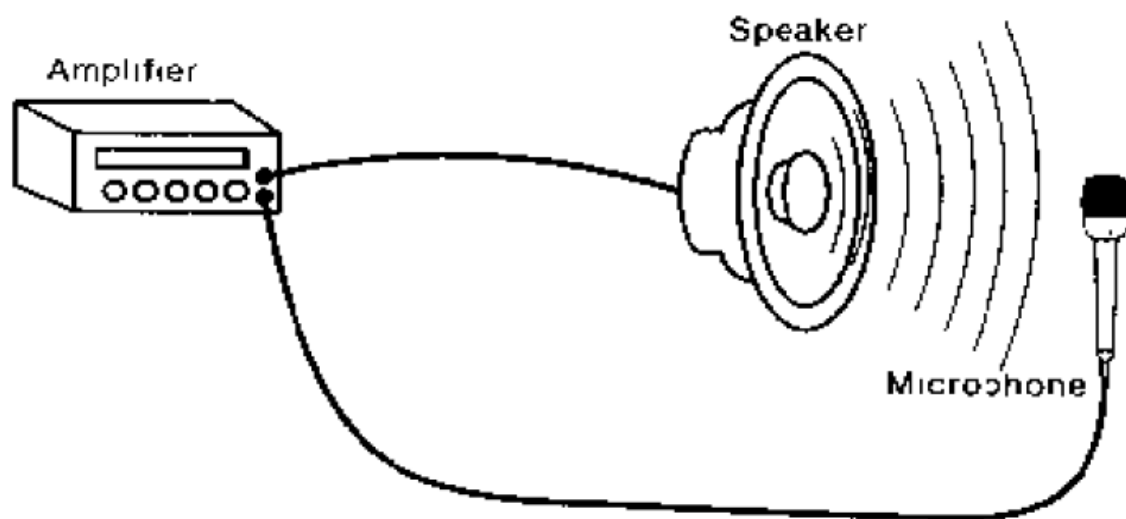
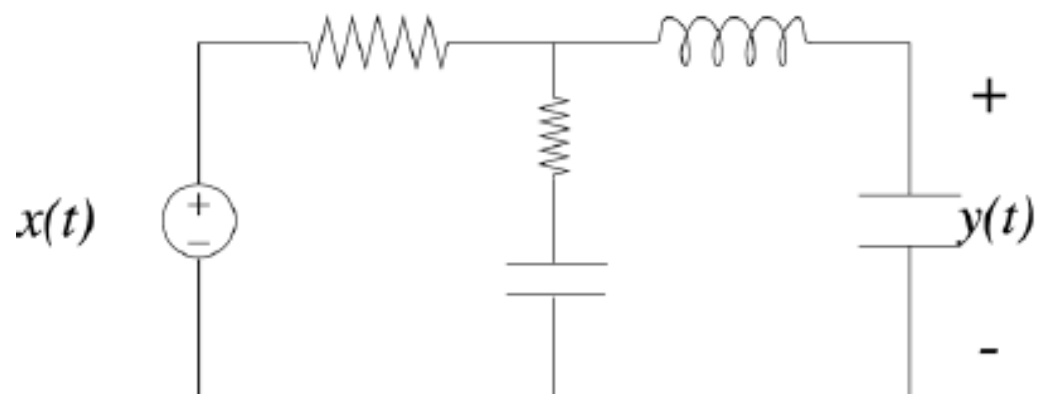
信号的分类

- 各种形式的信号都可以看作是一个或几个独立变量的函数
 - 一维信号与多维信号
 - 连续时间信号、离散时间信号、数字信号
 - 离散时间信号是采样的连续时间信号
 - 数字信号是精度有限的离散时间信号
 - 确定性信号与随机信号
-

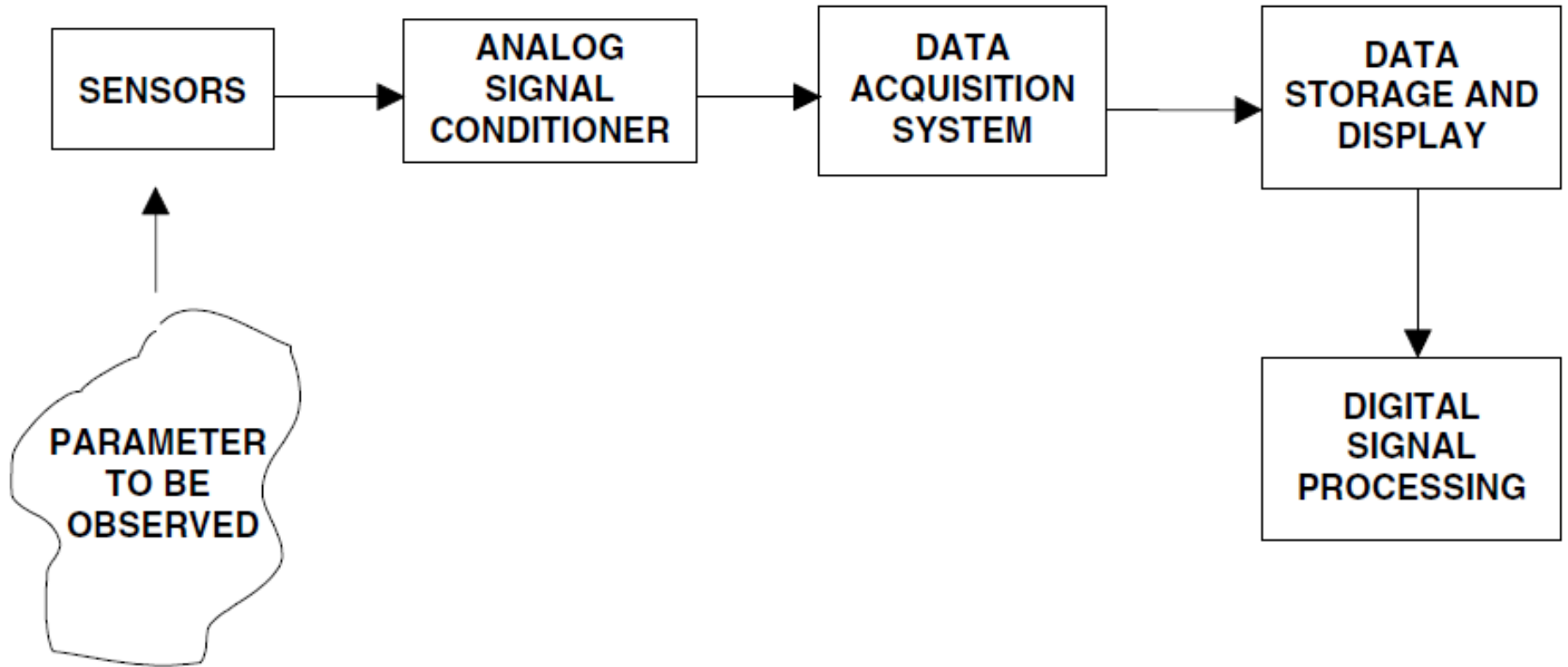
系统的概念

- 信号的产生、传输、处理、存储和再现都需使用物理装置或软件算法——系统。
 - 从一般意义上讲，系统是由若干相互依赖、相互作用的事物组合而成的具有特定功能的整体，它对输入信号进行响应，并输出另外的信号。
 - 系统既可以是物理系统，也可以是非物理系统。
-

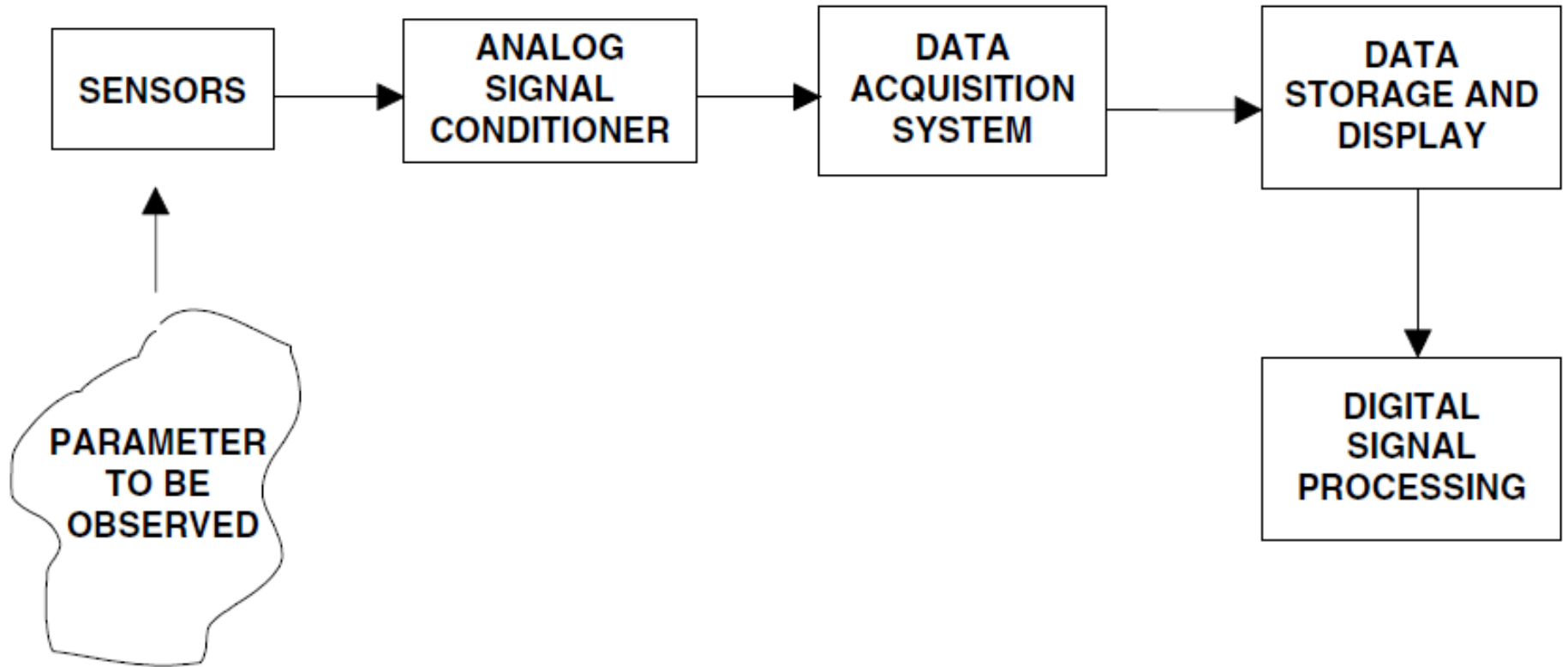
实际系统示例



实际系统示例



实际系统示例



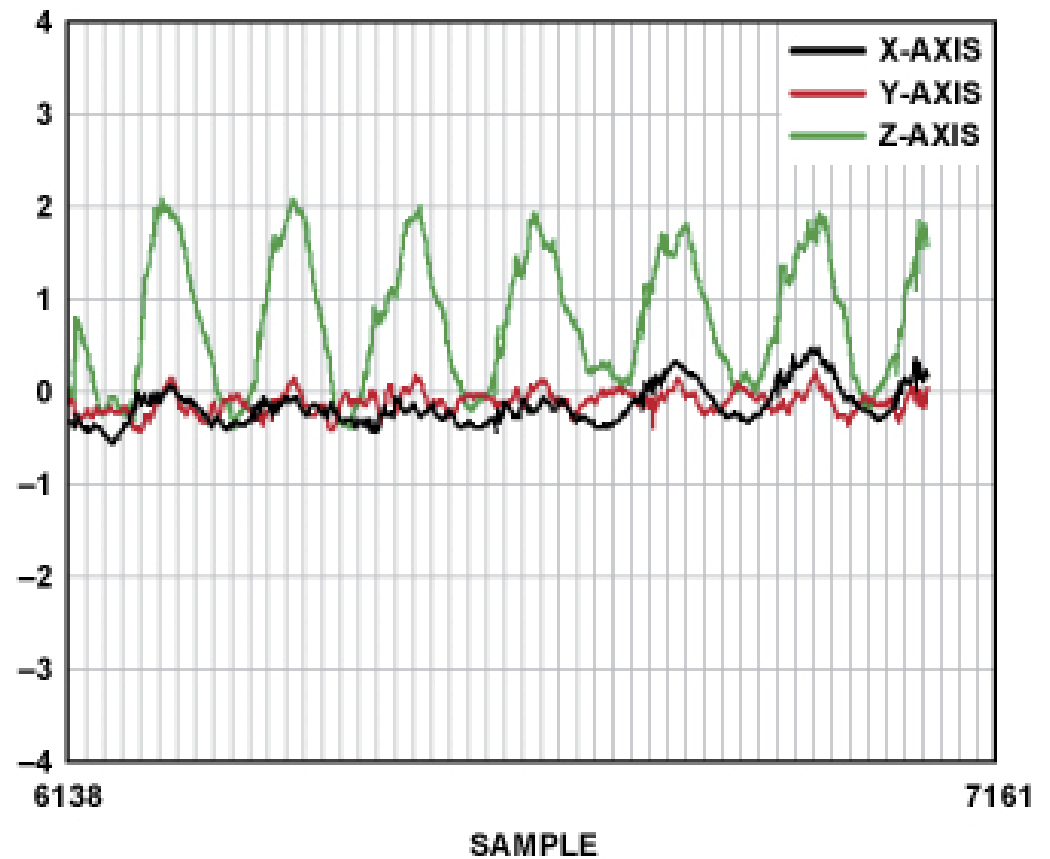
内容提要

- 什么是信号与系统
 - 信号与系统的研究内容
 - 关于本课程的学习
-

信号的分析与综合

- 信号的分析主要研究信号的描述方法、信号数学模型的建立、以及信号的特性
 - 信号分析的目的是揭示信号的特性，以及当信号发生某些变化时，其特性的相应变化
 - 信号分析的核心思想是**信号分解**：将任何信号分解为简单信号的线性组合
-

信号的分析



➤ 信号的综合是指根据具体的要求来设计、产生所需要的信号



系统的分析与综合

- 系统分析的任务是求出系统对指定输入所产生的响应，或者从已知的激励和响应去分析系统的特性
 - 系统分析包含三个过程：数学建模、模型求解、物理解释
 - 系统分析的基本思想是：通过对简单信号的响应了解系统的特性；黑盒分析
-

系统的分析

➤ 从已知的激励和响应去分析系统的特性



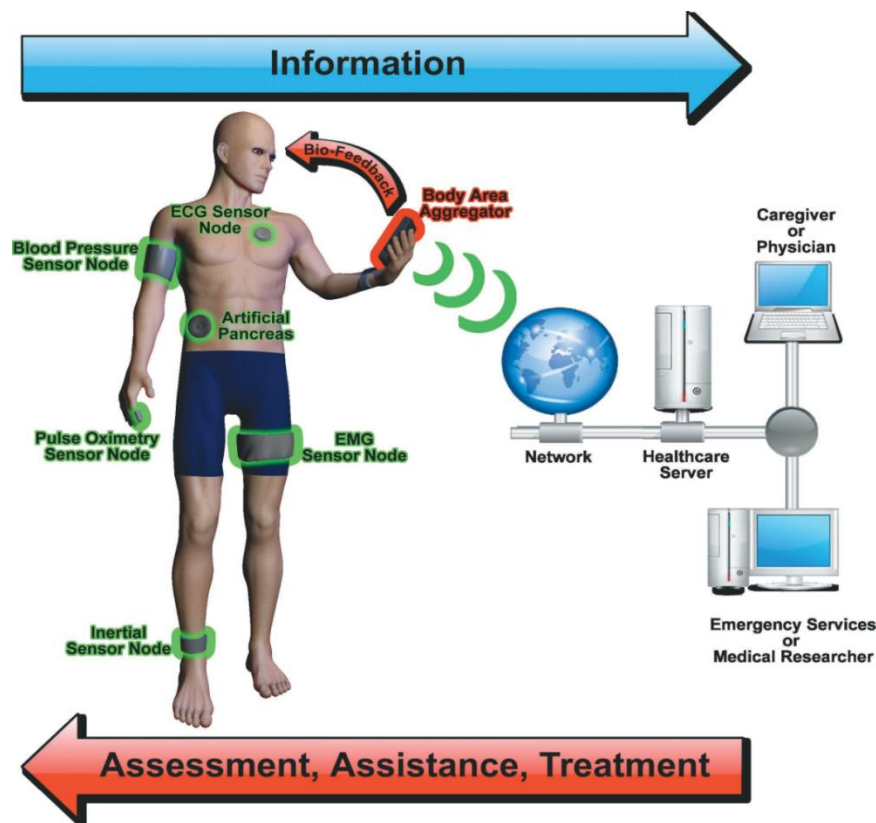
系统的综合

- 在有些情况下，人们关注的不是对已有的系统进行分析，而是注重于系统的综合，或者说系统的设计
 - 系统综合就是要研究：为了使给定信号经过系统后所产生的输出响应满足预定的要求，系统应具有何种特性；并进而设计出该系统的结构和参量，使得系统以特定的方式来处理信号
-

系统综合的例子

➤ 信号的恢复

- 传感器非理想特性的补偿
- 通信系统中的信号检测
- 会场的回声消除问题也属于信号恢复的例子



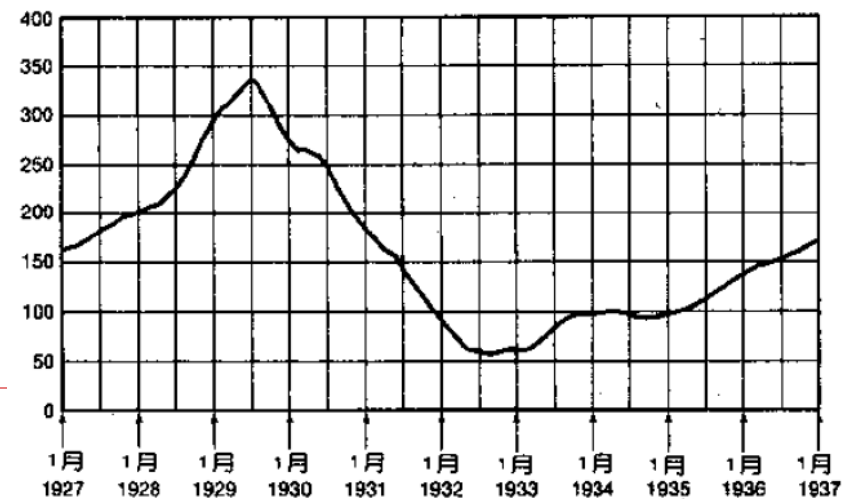
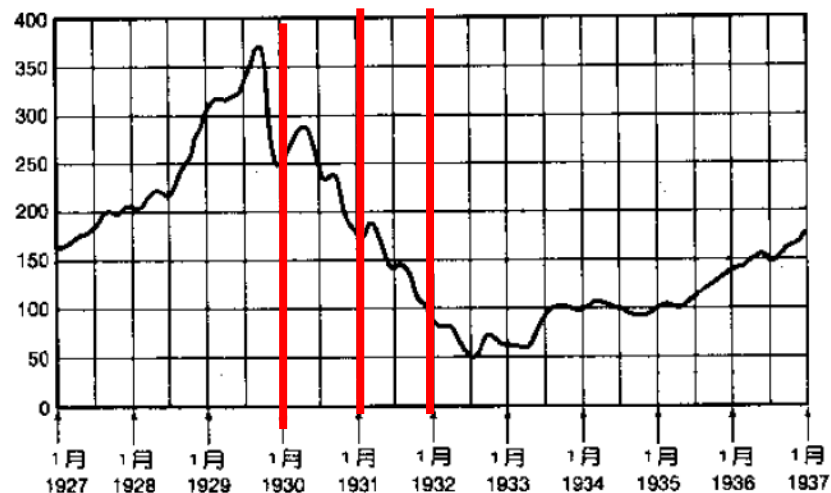
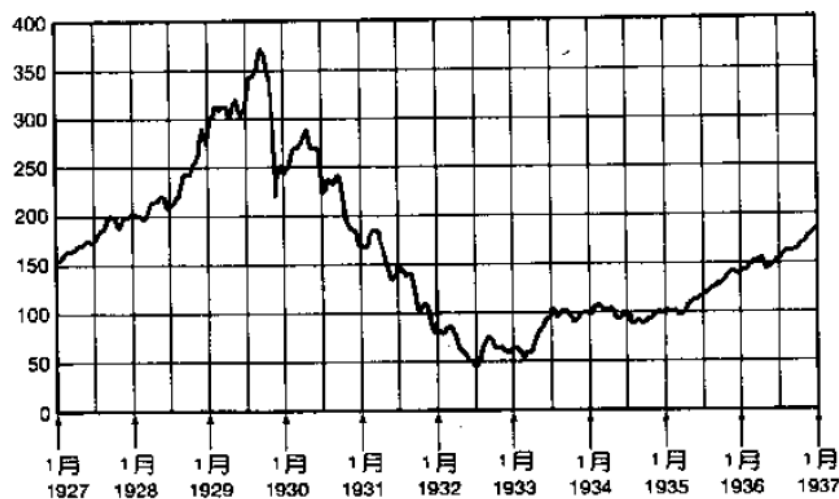
系统综合的例子

➤ 图像增强



系统综合的例子

➤ 提取信号中的某种特定信息



系统综合的例子

➤ 改变或控制某一已知系统的性能

- 机械故障诊断与自动修复
 - 化学反应过程的控制
 - 飞机自动驾驶仪和计算机控制系统
-

信号与系统的研究内容

- 信号与系统的概念出现在范围广泛的各种领域中，包含自动控制、通信、航空航天、电路、生物医学、语音处理、图像处理、机械制造、化工、经济学等等。
 - 信号与系统不仅是工程教育中的一门基础课程，也是工科大学生在本科阶段所修课程中最有得益而又最引人入胜的一门课程。
-

AI时代还需要信号与系统吗？



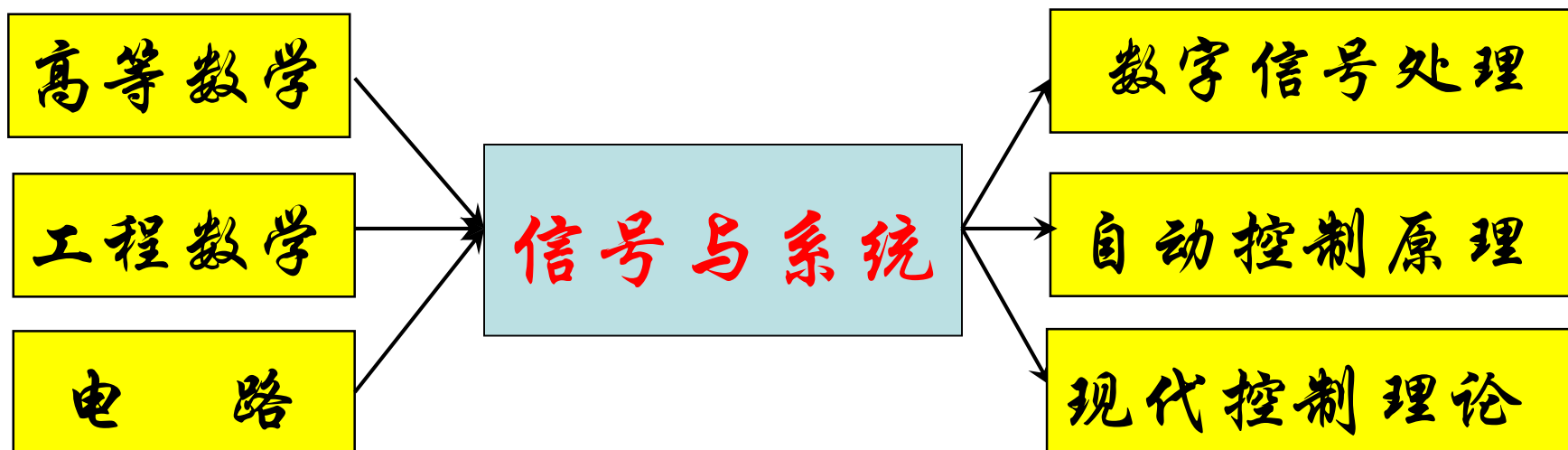
AI时代还需要信号与系统吗？

- 任何物理世界的模拟信号都需要数字化才能应用AI算法，而信号与系统提供了模拟信号数字化的理论基础与实现技术
 - 信号与系统的很多概念和方法在AI领域也广为应用，例如：相关、记忆、反馈、采样、滤波，等等
 - 信号与系统提供的信号分解与黑盒分析的思想对整个工程科学具有广泛的影响力
-

内容提要

- 什么是信号与系统
 - 信号与系统的研究内容
 - 关于本课程的学习
-

课程的性质和地位



- 课程地位：专业主干课
- 课程内容：确定性信号、线性时不变系统
- 先修课程：高等数学、复变函数、积分变换、电路
- 后续课程：数字信号处理，自动控制原理，等等

课程的性质和地位

➤ 课程性质：工程科学的开蒙课程

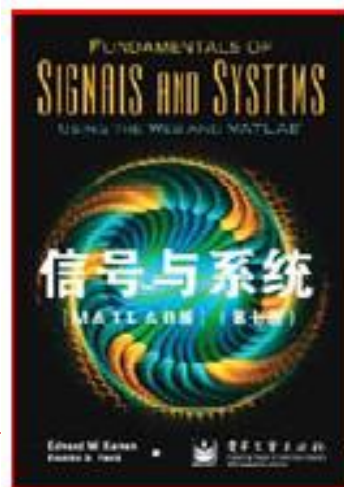
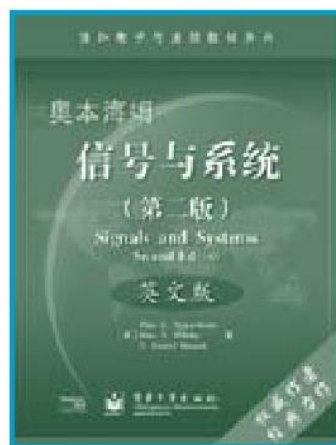
➤ 什么是工程？

■ 工程是数学和科学的某种应用，是以最短的时间和少而精的人力做出高效、可靠且对人类有用的东西

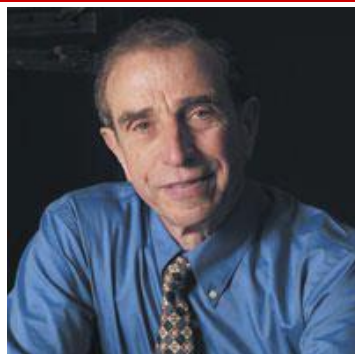
■ 工程是以现有技术为基础来解决实际问题，工程是近似和折中的科学、取舍和妥协的艺术

■ 要学会定性分析，培养工程直觉，习惯没有“唯一解”，习惯“没有最好只有最合适”

教材及参考书



奥本海姆(Alan V. Oppenheim)简介



- MIT教授
 - 美国国家工程院院士 (Member of National Academy of Engineering) 和IEEE会士 (IEEE Fellow)。
 - 不朽教材《信号与系统》和《离散时间信号处理》。
 - 1988年IEEE教育勋章、IEEE成立百年杰出贡献奖、
 - IEEE在声学、语音和信号处理领域的社会与技术成就奖等等。
-

教材特色

- 构建了信号与系统教学的全新架构，包括理论的系统化，符号的建立，名词的统一
 - 深入浅出，可读性强，耐人寻味
 - 紧密联系实际
 - 改变了之前信号与系统教材局限于电路等具体系统的缺陷，适用范围广，涉及所有工程领域乃至经济学、社会学等领域
 - 解决了从连续域到离散域过渡的理论问题
 - 习题丰富多彩
-

教材及参考书

- 《信号与系统》：奥本海姆著 刘树棠译
- 《线性系统与信号》：拉兹著 刘树棠译
- 《信号与系统》：西蒙·赫金著 林秩盛译
- 《信号与系统结构精析》：Edward A. Lee等著 吴利民等译
- 《信号与系统 (MATLAB版)》：Edward W. Kamen著 高强等译
- 《离散时间语音信号处理：原理与应用》：Thomas F. Quatieri著 赵胜辉等译
- 《信号与系统》：郑君里著

谢谢大家！
