

第 0 章 绪论

笪邦友

中南民族大学 电子信息工程学院

2018 年 10 月 4 日

信号与消息

现代社会是一个信息社会，一个重要的问题是对信息的认识和处理。

① 消息

- 一般来说，信息一定要用某种物理的形式表达出来。比如说，用语言、文字、图画、编码等东西。这些东西被称为消息 (message)。

② 信号

- 而消息依附于某一物理量的变化，就构成了信号 (signal)。

广义上说，信号是一种随时间（或空间）变化的物理量。或者说，信号可表示为时间变量或空间变量的函数。

信号的形式

信号为我们所熟知的是其时域形式，引入傅里叶变换的概念后，信号同时存在频域形式。

这里傅里叶变换的相关知识，是信号处理的核心概念与核心内容，包括：傅里叶级数、傅里叶变换、拉普拉斯变换等等。

系统的概念

有了信号的概念后，我们就考虑对信号进行处理，需引入了系统的概念，

可认为这种对信号的处理构成了一个系统。在这里系统的观点着重于输入输出间的关系。

为了考察对系统的认识，我们需了解系统的特性。
系统的不同特性如下

系统的不同特性如下

- ① 线性：
- ② 时不变性
- ③ 因果性
- ④ 稳定性

模拟系统

既然信号是一种物理量，那么模拟信号的处理也就是利用物理器件直接对数字信号进行处理。

例如

- ① 一个电容和一个电阻将构成一个模拟高通滤波器。
- ② 一组光学组件也可构成一种低通滤波器。

一般来说，一个模拟系统是通过一些模拟器件（比如说，晶体管、运算放大器、电阻、电容、电感等器件）组成的网络来进行处理。

模拟滤波器的缺点

(1) 不够灵活。

- 一旦任务改变，其网络结构难以改变，如要将高通滤波器改为低通滤波器，就需要更换电路元器件。

(2) 不稳定。

- 其主要由电信号或光信号组成，存在物理信号的相关问题。这个问题非常复杂，如高精度设备里面的电磁信号耦合问题。

(3) 精度不高。

- 由于物理限制，模拟系统无法达到太多的精度。物理限制一般是无法克服的障碍，而数字系统通常可以达到极高精度。

模拟滤波器的缺点

模拟滤波器难以处理人工智能问题

举例说明：

- ① 雷达测速，雷达测距
- ② 图像导航
- ③ 机器人（智能车）导航

模拟系统只能用于对信号的“简单”处理，某些应用需要对信号的“智能”处理，我们只能用数字信号处理的方式来完成。为了要利用数字计算机对信号进行处理，我们必须将模拟信号数字化，对其进行数字信号处理。

什么是数字信号处理

定义

数字信号处理就是利用数值计算方法，按预定的规则进行运算，对数字序列进行各种处理，把信号变换为需要的某种形式，便于分析、识别和使用。

注意

信号处理的实质是“运算”，即通过对信号的运算达到各种应用目的，包括对信号的检测，滤波、谱分析、调制等。

数字信号处理的典型应用

- ① 一维数字信号处理：如语音识别、语音合成。
- ② 二维数字信号处理：如工业上有图像处理。例如人脸识别、机器视觉、卫星侦察、巡航导弹的电视制导等。

数字信号处理的实施方法

数字信号处理的研究对象是数字信号，处理方式是数值运算。因此数字信号处理必然与计算机联系在一起。

数字信号处理的具体实施方法有三种：

- ① 利用通用计算机，软件实现（*c* 语言，*Matlab* 语言等），优点是灵活性好，但速度慢。
- ② 利用专用硬件实现，如利用 *FPGA* 等可编程逻辑阵列，开发专用芯片等，其实时性好，易于集成。
- ③ 利用通用可编程 *DSP* 芯片，以软硬件结合的方式实现，其灵活性好，实时性好。

学科发展历史

很久以来，人们对数字信号处理的重要性早有认识，但限于当时的科学发展水平，未能将之实用化。

70 年代以前，对信号的处理绝大多数是用模拟方法实现的，因为数字信号处理运算量太大，当时的计算能力远远不够，无法应用到实际工作中。

近几十年来，现代科技水平的发展克服了数字信号处理的缺点，使得数字信号处理技术，成为当前，乃至未来信号处理的主流方法。

学科发展历史

数字信号处理的快速发展主要归功于两个因素：

(1) 快速算法的研究降低了计算复杂度

- 1965 年图基和库利发表了第一篇快速傅里叶变换论文后，将运算速度提高了 2-3 个数量级，使得计算复杂度大大降低，将该学科的发展向实际应用大大推动了一步。也就是说，在普通的应用场景下，仅算法的改进，就把速度提高了约 1000 倍。

(2) 现代芯片技术的发展导致计算能力急剧提高

- 例如：最初的电脑计算能力仅为 5000 次/秒，而现在的高端个人电脑的计算能力几乎可以达到 5000 万次/秒，而超级电脑甚至达到了数万亿次/秒。也就是说，计算能力提高了几乎一万万倍。
这意味着，对信号处理算法，如果以前需要算 1 年的话，现在只需要 0.0003 秒。

学科发展历史

正是快速算法的提出，与计算能力的提高，使得数字信号处理学科得到了飞速的发展。成为今后信号处理的主流方法。

可以说凡是有信号处理需要的领域都离不开数字信号处理技术，在很多领域里，数字信号处理技术都是一项必不可少的工具。

当然，实际科研、生产等应用需要的牵引，是数字信号处理学科发展的最大动力。

学科内容

本学科包括三方面内容：

- ① 一维数字信号处理，为本书的基本内容。
- ② 多维数字信号处理，如图像处理为典型的二维信号处理，下学期我们将学习数字图像处理。
- ③ 用超大规模集成电路（VLSI）及硬件设备实现各种处理算法。

主要内容

本课程仅限于一维数字信号处理的一些最基础知识。其主要内容集中于两个中心问题：

① DFT（离散傅里叶变换（1-4 章）

① 时域离散信号与系统的概念与频域分析

② DFT — 一种新的、可适用于计算机处理的傅里叶变换

③ FFT — 一种 DFT 的快速算法。

② 数字滤波器（5-7 章）

① 时域离散系统的网络结构

② IIR—DF 的设计（无限冲击响应数字滤波器）

③ FIR—DF 的设计（有限冲击响应数字滤波器）

教材与参考书

以本书为主，按照教材编撰线索讲授。

① 教材

- 《数字信号处理》，西电，高西全，丁玉美

② 参考书

- 《学习指导》丁玉美
- 《数字信号处理》，华中科大出版社，姚天任
- 《信号与系统》，高教出版社，管致中

教学安排

- 本课程属于专业课性质，是一定难度。
- 在学习中，要注意和《信号与系统》中所学习过的模拟信号与系统的一些结论对比，两者在许多地方相类似，甚至有些结论可直接引申过来，当然，两者之间也存在许多不同之处。同学们在学习中，要注意其不同之处。