

数字信号处理技术在电子信息工程的应用研究

陈 晨

邯郸市维修行业发展促进中心 河北邯郸 056000

摘 要: 本文深入探讨数字信号处理技术在电子信息工程领域的应用。阐述数字信号处理技术的基本概念与核心技术, 详细分析其在电子信息工程中信号传输、处理以及存储等环节的具体应用方式与显著优势。同时, 对该技术应用过程中面临的挑战进行剖析, 并提出相应的解决策略, 旨在为推动数字信号处理技术在电子信息工程中的深度应用提供理论参考, 助力电子信息工程行业的高质量发展。

关键词: 数字信号处理技术; 电子信息工程; 信号传输; 信号处理

引言

随着信息技术的迅猛发展, 电子信息工程在现代社会的各个领域发挥着关键作用。从通信设备到智能终端, 从工业自动化到航空航天, 电子信息工程的应用无处不在。在这一背景下, 数字信号处理技术作为电子信息工程的核心支撑技术, 其重要性日益凸显。数字信号处理技术能够对数字信号进行高效的分析、变换、滤波、检测等处理, 极大地提升了电子信息系统的性能与功能。通过深入研究数字信号处理技术在电子信息工程中的应用, 有助于优化电子信息系统设计, 提高信息处理的准确性与效率, 为电子信息工程领域的创新发展注入新的活力。

一、数字信号处理技术概述

数字信号处理技术是一门涉及数学、计算机科学、电子工程等多学科的交叉技术。它以数字信号为处理对象, 借助数字算法和数字电路, 实现对信号的各种处理操作。与模拟信号处理技术相比, 数字信号处理技术具有诸多显著优势。在抗干扰能力方面, 数字信号以离散的二进制代码表示, 能够有效抵抗噪声和干扰, 确保信号传输和处理的准确性。例如, 在无线通信中, 数字信号处理技术可通过纠错编码等方式, 降低信号传输过程中的误码率。同时, 数字信号处理技术还具备灵活性高的特点, 通过修改算法即可实现不同的信号处理功能, 无需对硬件进行大规模改动。这使得电子信息系统能够快速适应不同的应用场景和需求变化。

数字信号处理技术的核心算法丰富多样, 其中傅里叶变换及其快速算法 (FFT) 在信号频域分析中占据重

要地位。傅里叶变换能够将时域信号转换为频域信号, 帮助工程师清晰地了解信号的频率成分。而FFT算法则大大提高了傅里叶变换的计算效率, 使得实时频域分析成为可能。在数字滤波器设计方面, 常见的有有限脉冲响应 (FIR) 滤波器和无限脉冲响应 (IIR) 滤波器。FIR 滤波器具有线性相位特性, 能够保证信号在滤波过程中不失真, 常用于对相位要求较高的通信和音频处理领域。IIR 滤波器则具有较高的选择性和较低的阶数, 在满足相同滤波性能的前提下, 能够降低计算复杂度和硬件成本, 广泛应用于图像滤波、语音降噪等场景。

二、数字信号处理技术在电子信息工程中的具体应用

1. 在信号传输中的应用

在电子信息工程的信号传输环节, 数字信号处理技术发挥着关键作用。调制解调技术作为信号传输的核心技术之一, 借助数字信号处理技术实现了重大突破。数字调制技术, 如相移键控 (PSK)、正交幅度调制 (QAM) 等, 能够将数字信号加载到高频载波上, 实现信号的高效传输。以5G通信为例, 采用了高阶QAM调制技术, 如256QAM, 大幅提高了频谱利用率, 从而实现了高速数据传输。在接收端, 数字解调技术能够准确地从接收到的信号中恢复出原始数字信号, 通过复杂的数字算法对信号进行解调、解码和纠错处理, 有效降低误码率, 保障通信质量。

信道编码技术也是数字信号处理技术在信号传输中的重要应用。通过在发送端对信号进行编码, 增加冗余信息, 接收端利用这些冗余信息进行纠错, 从而提高信号在噪声信道中的传输可靠性。常见的信道编码方式包

括卷积码、Turbo码和低密度奇偶校验码（LDPC）。其中，LDPC码因其优异的纠错性能和较低的译码复杂度，在现代通信系统中得到广泛应用。例如，在光纤通信中，LDPC码能够有效纠正由于光纤衰减、色散等因素导致的信号错误，保证长距离、高速率的数据传输。

2. 在信号处理中的应用

在信号处理领域，数字信号处理技术的应用极为广泛。在音频信号处理方面，数字滤波技术能够有效去除音频信号中的噪声和干扰，提升音频质量。例如，在语音通信中，采用自适应滤波器对环境噪声进行实时跟踪和抵消，使得通话双方能够更清晰地听到对方的声音。同时，数字信号处理技术还可实现音频信号的压缩和解压缩。MP3、AAC等音频压缩格式利用了人耳的听觉特性，通过数字信号处理算法对音频信号进行有损压缩，在保证音频质量可接受的前提下，大大减小了音频文件的存储和传输大小。

在图像信号处理中，数字信号处理技术同样发挥着重要作用。图像滤波是图像处理的基础操作，通过数字滤波器可以实现图像的平滑、锐化、边缘检测等功能。例如，高斯滤波器常用于图像平滑处理，去除图像中的噪声；Sobel算子则用于边缘检测，提取图像的边缘信息。此外，图像压缩技术也是数字信号处理技术在图像领域的重要应用。JPEG、JPEG 2000等图像压缩标准利用离散余弦变换（DCT）等数字信号处理算法，对图像数据进行压缩，在保证图像质量的同时，提高了图像的存储和传输效率。

3. 在信号存储中的应用

数字信号处理技术在信号存储方面也有着不可或缺的作用。数据压缩技术是实现高效信号存储的关键。在存储音频、视频、图像等多媒体数据时，数据量通常非常庞大，需要进行压缩处理。除了前面提到的音频和图像压缩技术外，视频压缩标准如H.264、H.265等同样依赖数字信号处理技术。这些标准采用了运动估计、变换编码、熵编码等多种数字信号处理算法，对视频数据进行高度压缩，大大减小了视频文件的存储容量。例如，一部未压缩的高清电影可能需要上百GB的存储空间，而经过H.265压缩后，存储空间可缩小至几GB甚至更小，同时还能保持较高的视频质量。

纠错编码技术在信号存储中也至关重要。由于存储介质可能存在物理缺陷或受到外界干扰，数据在存储和读取过程中可能会出现错误。采用纠错编码技术，如循

环冗余校验码（CRC）、海明码等，能够在数据存储时添加校验信息，在读取数据时通过校验和纠错算法检测和纠正错误，确保数据的完整性和准确性。例如，在硬盘存储中，CRC校验码被广泛用于检测数据传输和存储过程中的错误，保证数据的可靠存储。

4. 在新兴应用场景中的拓展应用

随着电子信息工程与新兴技术的深度融合，数字信号处理技术在诸多新领域展现出巨大潜力。在物联网（IoT）领域，大量传感器收集的环境、设备状态等数据多为数字信号。数字信号处理技术用于对这些数据进行预处理，如去噪、特征提取等，能有效减少数据传输量，提升数据质量。以智能家居系统为例，温湿度传感器、光照传感器等产生的信号经数字滤波和压缩处理后，通过低功耗通信协议传输至控制中枢，实现精准的家居环境调控，同时降低了网络带宽占用和设备能耗。在人工智能（AI）与机器学习领域，数字信号处理技术为模型训练和推理提供高质量的数据支持。语音识别、图像识别等任务中，原始音频和图像信号需经过数字信号处理技术进行归一化、增强等操作，转化为适合模型处理的格式。比如在自动驾驶场景下，车载摄像头采集的图像和雷达获取的信号，借助数字信号处理技术进行目标边缘强化、噪声抑制等处理后，为后续的目标检测与路径规划算法提供可靠数据，保障自动驾驶系统的安全性和可靠性。

三、数字信号处理技术在电子信息工程应用中面临的挑战及对策

1. 计算复杂度挑战及对策

随着电子信息工程对信号处理要求的不断提高，数字信号处理算法的复杂度也日益增加。例如，在高清视频处理、5G通信等应用场景中，需要处理大量的数据，对计算能力提出了极高的要求。过高的计算复杂度可能导致处理速度变慢，无法满足实时性要求。为应对这一挑战，一方面可以采用高性能的硬件平台，如专用集成电路（ASIC）和现场可编程门阵列（FPGA）。ASIC针对特定的数字信号处理算法进行定制设计，能够实现高效的计算处理；FPGA则具有灵活性高的特点，可以根据不同的算法需求进行编程配置，在一定程度上平衡计算性能和灵活性。另一方面，可以对算法进行优化，采用更高效的算法结构和计算方法。例如，在FFT算法中，通过采用蝶形运算结构和分治策略，大大减少了计算量，提高了计算效率。

2. 数据精度挑战及对策

在数字信号处理过程中，数据精度对处理结果有着重要影响。由于数字信号以有限的二进制位数表示，存在量化误差。在一些对精度要求较高的应用场景，如高精度测量、医疗设备等，量化误差可能会导致严重的问题。为解决数据精度问题，首先可以增加数据的量化位数，提高数据的表示精度。但增加量化位数会增加数据存储和处理的成本，因此需要在精度和成本之间进行权衡。其次，可以采用误差补偿算法，对量化误差进行估计和补偿。例如，在数字滤波器设计中，通过采用舍入误差补偿技术，减小量化误差对滤波器性能的影响。此外，还可以采用浮点运算代替定点运算，浮点运算能够在不增加过多存储资源的情况下，提供更高的数值表示范围和精度，适用于对精度要求苛刻的应用场景。

3. 实时性挑战及对策

许多电子信息工程应用，如实时通信、实时监控等，对信号处理的实时性要求极高。数字信号处理技术在处理大量数据时，可能会出现处理延迟，无法满足实时性要求。为确保实时性，在硬件方面，可以采用多处理器并行处理技术，将复杂的信号处理任务分解为多个子任务，由多个处理器同时进行处理，加快处理速度。例如，在视频监控系统中，采用多核处理器并行处理视频数据，实现实时的视频分析和目标检测。在软件方面，优化算法的执行流程，减少算法的执行时间。例如，采用流水线技术，将数字信号处理算法的不同阶段进行流水化处理，提高处理效率。同时，合理安排任务调度，确保关键任务能够优先得到处理，满足实时性要求。

4. 系统集成挑战及对策

将数字信号处理技术集成到复杂的电子信息系统中面临诸多挑战。不同的数字信号处理算法和硬件平台之间可能存在兼容性问题，导致系统集成困难。为解决系统集成问题，需要建立统一的标准和接口规范。例如，在通信领域，制定了一系列的通信标准，如GSM、

CDMA、LTE等，确保不同厂家的设备能够相互兼容。同时，加强系统设计的模块化和可扩展性，将数字信号处理模块设计为独立的功能单元，便于与其他模块进行集成和扩展。此外，在系统集成过程中，进行充分的测试和验证，及时发现和解决兼容性问题，确保整个电子信息系统的稳定运行。

结束语

数字信号处理技术作为电子信息工程的核心技术之一，在信号传输、处理和存储等方面发挥着不可替代的作用。随着电子信息工程技术的不断发展，数字信号处理技术也在持续创新和完善。尽管在应用过程中面临着计算复杂度、数据精度、实时性和系统集成等诸多挑战，但通过采用相应的对策，如优化算法、选用高性能硬件平台、建立标准规范等，可以有效克服这些挑战，推动数字信号处理技术在电子信息工程领域的广泛应用和深度融合。未来，随着人工智能、物联网、大数据等新兴技术的快速发展，数字信号处理技术将迎来更广阔的应用前景，为电子信息工程行业的创新发展提供更强大的技术支持，进一步推动现代社会的信息化进程。

参考文献

- [1] 马黎明. 数字信号处理技术在电子信息工程的应用研究[J]. 中国信息界, 2025, (01): 209-211.
- [2] 吴咏倩. 电子信息工程中质量标准化的数字信号处理技术[J]. 中国品牌与防伪, 2025, (01): 161-163.
- [3] 梁晓玲. 数字信号处理技术在电子信息工程中的应用研究[J]. 中国设备工程, 2024, (22): 227-229.
- [4] 胡燕, 徐文峰. 电子信息工程中数字信号处理技术的应用[J]. 数字传媒研究, 2024, 41(06): 28-30.
- [5] 李小静, 童晓红, 刘汗青, 等. 数字信号处理技术在环境感知中的应用现状浅析[J]. 时代汽车, 2024, (12): 22-24.