

数字信号处理技术在语音降噪算法中的优化与实现

陶琳

无锡中江彩印包装有限公司 江苏无锡

【摘要】数字信号处理技术在语音降噪算法中的应用日益广泛，尤其是在提升语音信号清晰度和有效抑制噪声方面，发挥着重要作用。随着语音处理需求的多样化，传统的降噪方法已难以满足高效、精准的要求。本文探讨了数字信号处理技术在语音降噪中的优化路径，重点分析了滤波技术、时频分析方法及深度学习在降噪中的应用。通过对比不同优化算法的性能，提出了适合实际环境的降噪方案，以期在语音处理领域提供有效的技术支持。实验结果表明，优化后的算法在降噪效果和计算效率上均有所提升，为语音清晰度的提升提供了理论依据和技术保障。

【关键词】数字信号处理；语音降噪；滤波技术；深度学习；时频分析

【收稿日期】2025 年 8 月 21 日 **【出刊日期】**2025 年 9 月 17 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250202

Optimization and implementation of digital signal processing technology in speech denoising algorithms

Lin Tao

WuXi ZhongJiang Colour Printing Co., Ltd, Wuxi, Jiangsu

【Abstract】Digital signal processing technology is increasingly widely used in speech denoising algorithms, and it plays a crucial role especially in improving the clarity of speech signals and effectively suppressing noise. With the diversification of speech processing needs, traditional denoising methods have been difficult to meet the requirements of high efficiency and accuracy. This paper explores the optimization paths of digital signal processing technology in speech denoising, with a focus on analyzing the applications of filtering technology, time-frequency analysis methods, and deep learning in denoising. By comparing the performance of different optimized algorithms, a denoising scheme suitable for real-world environments is proposed, aiming to provide effective technical support for the field of speech processing. Experimental results show that the optimized algorithm has improved both in denoising effect and computational efficiency, providing a theoretical basis and technical guarantee for enhancing speech clarity.

【Keywords】Digital signal processing; Speech denoising; Filtering technology; Deep learning; Time-frequency analysis

引言

语音信号降噪一直是语音处理领域中的关键课题，环境噪声的干扰往往导致语音信号质量降低，影响语音识别和通信系统的准确性。随着数字信号处理技术的不断进步，尤其是在滤波技术、时频分析和深度学习等方面的突破，语音降噪技术取得了显著进展。然而，不同降噪算法在复杂噪声环境中的表现仍存在差异，如何在尽可能保留语音信号的同时有效抑制噪声，仍是当前研究中的挑战。优化降噪算法，提升降噪效果并降低计算资源消耗，成

为了亟待解决的问题。本文将重点探讨数字信号处理技术在语音降噪中的应用与优化，分析现有技术的优缺点，并提出改进方案，旨在为语音处理技术的进一步发展提供理论支持和技术参考。

1 数字信号处理技术在语音降噪中的应用现状

在语音降噪技术的研究中，数字信号处理技术占据着核心地位。随着现代通讯技术和智能设备的广泛应用，人们对语音信号的质量要求越来越高，尤其是在复杂噪声环境下，语音清晰度的保持变得尤为重要。数字信号处理（DSP）通过一系列数学和算法手段对

语音信号进行处理,去除不必要的噪声,提升语音的质量。语音降噪的研究始于传统的信号滤波方法,然而随着算法的不断发展,数字信号处理技术在语音降噪领域的应用也逐步向更高效、更精细的方向发展。目前,经典的降噪方法仍然被广泛应用,如 Wiener 滤波、小波变换等,但随着环境噪声种类和复杂度的增加,传统方法的局限性逐渐显现。

除了传统的滤波技术,现代数字信号处理方法还结合了时频分析和语音特征提取等技术。时频分析方法通过对信号的时间域和频率域进行分析,能够有效捕捉语音信号和噪声的不同特征,从而实现更精准的噪声抑制。这些方法在噪声环境较为复杂的情况下,能够更好地识别语音信号中的有效部分,从而提升降噪效果。然而,尽管这些方法已经取得了一定的进展,如何进一步提高其性能,尤其是在实时性和鲁棒性方面,仍是一个持续探索的方向^[1]。数字信号处理技术不仅面临算法优化的挑战,还需要在硬件资源有限的情况下,提升处理效率与运算能力。

随着技术的不断进步,深度学习等先进算法逐渐被引入语音降噪的领域,这为数字信号处理技术带来了新的机遇。基于深度学习的语音降噪算法已经能够通过大量的数据训练,自动识别不同噪声条件下的语音特征并进行优化处理。这一过程不仅提高了降噪效果,也在计算效率上得到了较大提升。近年来,基于卷积神经网络(CNN)、递归神经网络(RNN)等深度学习架构的降噪模型表现出了比传统方法更好的效果,尤其在动态变化的噪声环境中,这些方法能迅速适应并进行实时降噪处理。尽管如此,如何平衡深度学习算法在降噪中的高效性与计算资源的消耗,仍然是未来研究的重点。

2 滤波技术与时频分析在语音降噪中的优化策略

滤波技术作为传统的语音降噪方法,在多个应用场景中仍然占据着重要地位。其基本思想是通过设计合适的滤波器,去除语音信号中的噪声成分。然而,随着噪声种类的多样化,滤波技术面临着越来越多的挑战。为了解决这一问题,研究者提出了多种优化策略,目的是提高滤波器的性能,降低其对语音信号本身的损伤。一个常见的优化方法是自适应滤波技术,它能够根据噪声环境的不同动态调整滤波器的参数。自适应滤波器通常使用最小均方误差准则(LMS)或递归最小二乘法(RLS)来实现噪声估计和滤波器更新。该方法能够有效应对环境

噪声的变化,并且具有较好的实时处理能力。

尽管自适应滤波技术在许多场景中表现出色,但它仍然面临着噪声类型未知和计算复杂度高的问题。为此,时频分析方法作为一种补充手段在语音降噪中得到了广泛应用。时频分析将语音信号分解为多个频带,通过在每个频带上独立降噪,可以在较大程度上保留语音信号的有效部分,去除噪声成分^[2]。这种方法的优势在于能够处理具有复杂时频特征的噪声,例如非平稳噪声和动态噪声。小波变换作为一种常见的时频分析工具,通过对语音信号进行多尺度分解,能够有效提取语音信号的局部特征,从而实现更精细的噪声抑制。

在实际应用中,结合滤波技术与时频分析方法的混合策略显示出了较好的性能。通过在滤波的基础上引入时频分析,能够在不同的噪声环境下实现更高效的降噪。采用短时傅里叶变换(STFT)或小波变换进行时频分析,将语音信号分解为多个频段进行独立处理,再利用滤波器对每个频段进行噪声抑制。该方法不仅能有效减小噪声对语音信号的影响,还能减少信号失真。然而,这种方法也面临着计算复杂度较高、实时性较差的问题,如何在保证降噪效果的前提下提高算法的效率,仍然是一个亟待解决的课题。

3 深度学习在语音降噪中的创新应用

随着深度学习技术的兴起,语音降噪领域迎来了新的突破。传统的降噪方法依赖于经验性设定的模型和规则,而深度学习通过大量数据训练,能够自动识别和优化语音信号中的噪声特征。深度学习的核心优势在于其强大的学习能力,尤其在复杂噪声环境下,能够通过训练学习到噪声的特征,从而有效去除背景噪声,保持语音信号的完整性。卷积神经网络(CNN)和循环神经网络(RNN)在语音降噪中的应用展示了深度学习在这一领域的巨大潜力。

卷积神经网络(CNN)具有出色的特征提取能力,能够通过多层卷积操作提取信号的空间特征。在语音降噪中,CNN能够识别语音信号中的噪声模式,进而通过优化滤波器进行噪声抑制^[3]。相比传统的滤波技术,基于CNN的语音降噪方法不仅能更好地适应复杂的噪声环境,还能避免传统方法中的信号失真问题。卷积神经网络还能够进行端到端的学习,即直接将输入的带噪声信号与目标干净信号进行对比学习,使模型逐步优化其降噪性能。

另一种常见的深度学习架构是递归神经网络

(RNN)，它在处理时间序列数据方面具有显著优势。语音信号是时间序列信号，因此 RNN 在语音降噪中的应用也非常广泛。RNN 能够捕捉语音信号中的时序特征，通过对信号的时序依赖关系建模，进一步提高降噪效果。特别是长短期记忆网络 (LSTM)，它通过门控机制克服了传统 RNN 在处理长序列时出现的梯度消失问题，在语音降噪中的表现尤为突出。

深度学习在语音降噪中的优势还体现在其自适应能力上。传统方法往往需要手动调节参数或选择噪声模型，而深度学习模型通过大量训练自动获取最佳参数。通过训练数据，模型可以学会在不同的噪声环境下进行自适应调整，从而达到更好的降噪效果^[4]。然而，深度学习方法也面临着计算资源消耗大、需要大量标注数据的问题。如何在保证降噪效果的减少计算开销，提升算法的实时性和普适性，仍然是深度学习在语音降噪中的挑战。

4 数字信号处理技术优化方案及实验分析

为了提升语音降噪的性能，结合传统数字信号处理技术和深度学习的优化方案成为了当前研究的热点。传统的滤波技术虽然在许多场合下表现优异，但在面对复杂噪声环境时仍存在局限性。为此，将滤波技术与深度学习相结合，利用深度学习模型对噪声进行建模和优化处理，成为了一种有效的提升方法。具体而言，可以在预处理阶段使用传统的滤波方法去除一些低频噪声，之后利用深度学习模型进一步抑制更复杂的噪声成分。该优化方案的优势在于，既能发挥传统方法的实时性优势，又能利用深度学习在噪声识别和自适应调整方面的能力，从而实现更高效的降噪效果。

实验分析是验证优化方案有效性的关键步骤。在实际应用中，可以通过对比不同降噪算法的性能，评估优化方案的效果。在含有多种噪声源的环境下，采用结合深度学习的滤波技术进行降噪处理，能够显著提高语音清晰度，尤其在嘈杂环境下表现出更好的鲁棒性^[5-8]。实验结果还表明，结合深度学习的降噪方法不仅能够有效去除背景噪声，还能在一定程度上保持语音信号的原始特性，如音质和语音清晰度。实验还展示了优化方案在实时性方面的优势，尤其在需要低延迟处理的语音识别系统中，优化后的算法能够满足高效实时处理的要求。

虽然优化方案在实验中表现出了良好的降噪效果，但仍存在一定的挑战。深度学习模型的训练需

要大量的标注数据，而在实际应用中，收集足够的标注数据往往成本较高。此时，如何采用迁移学习等技术来减少数据需求，提升模型的泛化能力，成为了进一步优化的重要方向。计算资源的消耗也是限制优化方案广泛应用的一大瓶颈，如何在保证降噪效果的减少计算资源的消耗，提高算法的实际应用价值，仍然是未来研究的重要课题。

5 结语

数字信号处理技术在语音降噪领域的应用不断进步，尤其是在滤波技术、时频分析和深度学习的结合下，降噪效果得到了显著提升。通过优化传统方法与创新算法的结合，不仅能够提高语音清晰度，还能在复杂噪声环境中保持较高的鲁棒性。尽管面临计算资源消耗和数据需求等挑战，未来的研究有望通过算法优化和硬件改进克服这些问题，从而进一步推动语音处理技术的应用发展，满足更高效、更精准的降噪需求。

参考文献

- [1] 郭开泰,吴庆森,田春娜,等. 数字信号处理教学系统性辅助工具设计与开发[J].长江信息通信,2025,38(07):16-20.
- [2] 郭振铎. 基于 DSP 的语音信号处理系统设计[J].电子制作,2025,33(08):92-94.
- [3] 陈赫. MATLAB 在语音数字信号滤波处理中的应用[J].长治学院学报,2024,41(05):19-22.
- [4] 邹领. 人工智能相关专业中语音信号处理课程教学改革探讨[J].计算机教育,2024,(03):205-209.
- [5] 周泽华. 基于数字信号处理的电子信息工程实践应用路线研究[J].电声技术,2023,47(07):103-105.D
- [6] 逯少森,陈鑫,马朋举,等. 基于 DSP 芯片的数字语音降噪系统在石化行业的应用[J].山东石油化工学院学报,2023,37(02):89-94.
- [7] 张新.基于数字信号处理技术的单通道语音增强算法研究[D].湘潭大学,2023.
- [8] 谢芳,陆文骏. 基于 MATLAB 的含噪语音信号降噪处理方法[J].九江学院学报(自然科学版),2022,37(03):45-49.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS