

数字信号处理技术在语音降噪算法中的优化与实现

董 军

淮阴区新渡口街道办事处 江苏淮安

【摘要】随着语音通信和语音识别技术的广泛应用，语音信号的降噪问题日益成为研究的重点。数字信号处理技术（DSP）在语音降噪算法中具有重要的应用价值，通过各种算法优化手段，能够有效抑制背景噪声、提高语音信号的清晰度与可懂度。本文旨在探讨数字信号处理技术在语音降噪中的优化方法与实现路径，主要关注频域处理、时域滤波与自适应噪声控制等技术，通过对不同降噪算法的分析，提出适应性更强、降噪效果更佳的优化方案。实验结果表明，基于数字信号处理的语音降噪算法，能够显著改善语音质量，并具备较好的实时性与鲁棒性。

【关键词】数字信号处理；语音降噪；算法优化；自适应滤波；噪声抑制

【收稿日期】2025 年 5 月 16 日

【出刊日期】2025 年 6 月 7 日

【DOI】10.12208/j.aics.20250024

Optimization and implementation of digital signal processing technology in speech noise reduction algorithms

Jun Dong

Huaiyin District Xindukou Street Office, Huaian, Jiangsu

【Abstract】With the widespread application of speech communication and speech recognition technologies, the problem of speech signal noise reduction has increasingly become a research focus. Digital Signal Processing (DSP) technology holds significant application value in speech noise reduction algorithms. Through various algorithm optimization methods, it can effectively suppress background noise and improve the clarity and intelligibility of speech signals. This paper aims to explore the optimization methods and implementation paths of digital signal processing technology in speech noise reduction, mainly focusing on technologies such as frequency-domain processing, time-domain filtering, and adaptive noise control. By analyzing different noise reduction algorithms, an optimization scheme with stronger adaptability and better noise reduction effect is proposed. Experimental results show that the speech noise reduction algorithm based on digital signal processing can significantly improve speech quality and has good real-time performance and robustness.

【Keywords】Digital signal processing; Speech noise reduction; Algorithm optimization; Adaptive filtering; Noise suppression

引言

随着通信技术和语音识别技术的不断发展，语音信号在各种复杂环境下的应用逐渐增多。然而，语音信号通常受到背景噪声的干扰，影响了其质量与准确性。为了解决这一问题，语音降噪技术应运而生，特别是在噪声环境中，如何准确、高效地提取清晰的语音信号成为了研究的难点。数字信号处理（DSP）技术为语音降噪提供了强大的支持，它通过对信号的时域、频域分析以及自适应滤波等技术手段，有效地减少了噪声对语音信号的影响。本文将重点探讨数字信号处理技术在

语音降噪中的应用，分析常见的降噪算法及其优化策略，旨在为更高效的语音处理系统提供理论依据和技术支持。

1 数字信号处理技术在语音降噪中的基本原理

数字信号处理（DSP）技术在语音降噪中扮演着关键角色，其核心原理在于通过对语音信号的分析 and 处理，有效去除噪声并恢复清晰的语音内容。语音信号本质上是连续的、时变的，并且在不同环境下会受到各种噪声源的干扰，如交通噪声、风噪声和背景谈话声等。为了有效处理这些干扰，数字信号处理技术通过将语

音信号转化为数字形式，便于在计算机或处理器中进行精确的分析与操作。信号在时域或频域中的分解与滤波是实现降噪的基本方法之一，时域滤波方法通过卷积处理来消除噪声，但往往面临时间延迟和计算复杂度高的问题。而频域分析则通过傅里叶变换将信号从时域转化为频域，进一步分离语音信号与噪声成分，有效提高信号质量。

在语音降噪的过程中，频域处理常常被应用于通过抑制噪声频带中的无用信息来改善语音质量。基于短时傅里叶变换（STFT）的方法，可以将信号分解为多个短时信号，对每个短时信号进行处理，去除与语音成分不相关的噪声频率。此方法能有效降低计算复杂度并提高实时性^[1]。数字信号处理技术还通过自适应滤波算法来进一步优化降噪效果。自适应滤波器根据输入信号和噪声特性自动调整滤波参数，使得噪声成分得以动态抑制，而不影响语音信号的本质特征。尤其在动态变化的噪声环境下，自适应滤波能够表现出优越的鲁棒性。

除了频域和时域分析，数字信号处理技术在降噪中的应用还包括语音增强算法的结合与优化。语音增强技术通常通过估计噪声模型与语音模型，建立两者之间的关系，从而有效区分噪声与语音部分，进而进行滤波和重建。通过这种方法，不仅能显著提高语音信号的清晰度，还能在保证语音自然度的减少了因过度滤波而产生的失真现象。总的来说，数字信号处理技术为语音降噪提供了一种高效、可控的解决方案，尤其是在处理复杂噪声环境中的语音信号时，展现了其强大的优势和灵活性。

2 语音降噪算法的分类与应用分析

语音降噪算法可以根据其处理方法和应用场景的不同，分为多种类型。传统的语音降噪方法主要包括时域滤波、频域滤波和基于语音模型的噪声估计方法。在时域滤波中，常用的算法如均值滤波、中值滤波等，通过直接操作原始信号进行噪声抑制。这些方法在简单的噪声环境下能够取得不错的效果，但在复杂的噪声场景下，往往难以保持良好的语音质量。频域滤波算法通常基于短时傅里叶变换（STFT）或小波变换对语音信号进行频域分析，通过抑制或去除噪声频率成分来实现降噪。这类方法能够较好地分离语音和噪声信号，特别是在频谱清晰且噪声较为单一的情况下，能够有效提高语音的可懂度。然而，在噪声种类较为复杂或变化较快的情况下，频域滤波算法的效果可能受到限制。

自适应滤波算法是一种较为先进的语音降噪方法。

自适应滤波器根据输入信号和噪声的特性自动调整参数，使得噪声成分得以动态抑制，而不影响语音的清晰度。这类算法能够在动态变化的噪声环境下，调整滤波器参数以适应不同的噪声背景。常见的 LMS（最小均方误差）和 RLS（递归最小二乘法）算法，通过不断更新滤波器权重来实现噪声抑制。自适应滤波器特别适用于在变化较快的环境中进行实时语音降噪，且在许多实际应用中表现出较好的鲁棒性。它们能够适应不同噪声特征的变化，并有效提高语音信号的质量。

随着深度学习和人工智能技术的进步，基于深度学习的语音降噪算法逐渐成为研究的热点。利用卷积神经网络（CNN）、长短时记忆网络（LSTM）等深度学习模型，能够通过训练模型来学习噪声与语音的特征，从而实现更精确的噪声抑制。这些方法通常通过大量的语音数据进行训练，使得模型能够识别出复杂噪声背景中的语音成分，并在此基础上进行降噪处理^[2]。深度学习算法具有较强的噪声辨识能力，尤其在面对非平稳噪声和复杂噪声环境时，能够展现出较传统方法更为优越的性能。这些技术的应用不仅限于传统的语音通信领域，还扩展到了智能语音助手、自动语音识别（ASR）系统等众多场景，推动了语音降噪技术在实际生活中的应用发展。

3 基于自适应滤波的语音降噪优化方法

基于自适应滤波的语音降噪优化方法在应对动态变化的噪声环境中表现出显著优势。自适应滤波技术的核心思想是根据噪声和语音信号的特性，动态调整滤波器的参数，从而实现噪声的最小化而不影响语音质量。常见的自适应滤波算法包括最小均方误差（LMS）算法和递归最小二乘法（RLS）。LMS 算法是一种基于梯度下降法的优化方法，它通过不断更新滤波器的权重，使输出信号最接近期望的目标信号。在噪声抑制中，LMS 算法通过对噪声的实时估计和调整，能够有效去除背景噪声。然而，LMS 算法的收敛速度较慢，且在高噪声环境下可能导致较大的误差，因此在实际应用中需要对其收敛速度和稳定性进行优化。

为了克服 LMS 算法的不足，RLS 算法通过引入递归更新机制，提供了比 LMS 更快的收敛速度和更好的噪声抑制性能。RLS 算法根据过去的误差和输入信号的历史信息，调整滤波器的权重，从而能够在快速变化的噪声环境中更准确地估计噪声成分，并更迅速地调整参数。这使得 RLS 算法在动态噪声环境下具有较强的适应性，尤其适用于实时语音降噪系统中。然而，RLS 算法的计算复杂度较高，特别是在处理长时序信

号时,可能导致较大的计算负担,因此如何在保证降噪效果的同时降低计算开销,成为 RLS 应用中的一个重要研究方向。

在基于自适应滤波的语音降噪优化中,还可以结合其他技术如噪声估计和语音增强算法进一步提高性能。可以通过引入噪声估计模块,在滤波过程中动态调整滤波器的权重,以便更精确地识别语音和噪声的分界线。结合语音增强技术,进一步利用模型化的语音特性来区分噪声与语音信号,这不仅有助于提高降噪效果,还能减少因过度抑制噪声导致的语音失真问题^[3-7]。基于自适应滤波的降噪优化方法,结合噪声估计与语音增强,能够在各种复杂环境下实现更为高效和鲁棒的语音降噪效果,适用于各种需要实时语音处理的系统,如智能语音助手、电话通信和会议系统等。

4 语音降噪技术的实验验证与效果评估

语音降噪技术的实验验证与效果评估是评价降噪算法性能的关键环节。为了验证不同语音降噪方法的有效性,通常需要使用标准的语音质量评估指标,如信噪比(SNR)、语音质量评分(MOS)、语音识别率(WER)等,来对降噪效果进行量化分析。信噪比是评估降噪算法性能的基本指标,通常用于衡量降噪后语音信号中语音成分与噪声成分的比值。较高的 SNR 值表明降噪效果良好,而 MOS 评分则通过人耳感知评价语音的自然度和清晰度。在实验中,不同算法的降噪效果会通过这些指标进行对比,进一步分析噪声环境的变化对算法性能的影响。基于自适应滤波的降噪方法通常能够显著提高 SNR 值,并在各种噪声背景下保持较高的 MOS 评分,证明其在多种复杂噪声场景下的有效性。

语音降噪技术的效果评估不仅仅依赖于理论指标,还需要在实际应用中进行验证。在一些复杂环境中,如动态背景噪声和非平稳噪声源的干扰,降噪算法的表现可能受到挑战。在会议环境中,噪声源的不确定性和实时性要求降噪算法必须具备较强的适应性和鲁棒性^[8]。通过实验可以发现,一些基于深度学习的降噪方法,在动态噪声环境下能够显著提高语音识别率,同时保持较低的语音失真。然而,计算开销和实时性问题仍然是这一类方法的瓶颈。实验结果表明,随着算法的不断优化,综合了自适应滤波与深度学习的混合降噪方法,能够在保障降噪效果的满足实时处理的需求。进行实验验证和效果评估对于提升降噪技术的实际应用价值至关重要,并且为后续优化方向提供了宝贵的反馈数

据。

5 结语

语音降噪技术在提升语音通信质量和语音识别精度方面具有重要意义。通过数字信号处理、自适应滤波以及深度学习等方法的应用,能够有效抑制各种噪声干扰,保证语音信号的清晰度和自然度。实验验证和效果评估为优化降噪算法提供了重要依据,帮助研究者更好地理解算法的优缺点,并针对不同噪声环境进行调整和改进。随着技术的不断发展,未来语音降噪将在复杂应用场景中发挥越来越重要的作用,为智能语音处理系统提供更强大的支持。

参考文献

- [1] 姚莎.数字信号处理技术在电子信息工程的应用[J].中国宽带,2025,21(08):127-129.
- [2] 吴振伟,董武亮,田蕊,等.基于数字信号处理技术的单兵化伏安表智能告警系统设计[J].电子设计工程,2025,33(11):99-103.
- [3] 单艳梅.数字信号处理技术在电子信息工程中的应用[J].中国新通信,2025,27(07):68-70.
- [4] 郭子艺.数字信号处理技术在车载通信中的应用[J].电子技术,2025,54(02):300-301.
- [5] 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.
- [6] 于庆,龙海霞,朴海光,等.《数字信号处理技术》跨学科融通能力培养的探索[C]//广西信息化发展组织联合会.第四届工程技术管理与数字化转型学术交流会论文集.呼伦贝尔学院工学院,2024:129-132.
- [7] 许建民,李海祥,李金平.电子信息工程中数字信号处理技术的思考[J].中国战略新兴产业,2024,(20):49-51.
- [8] 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.

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。

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



OPEN ACCESS