

噪声消除的 DSP 算法研究

邵淑华

辽宁工程技术大学职业技术学院电气系, 辽宁 阜新 (123000)

E-mail: Huangdoudou_1@sina.com

摘要: 随着科技的不断发展, 通信系统越来越壮大。背景噪声是通信系统中噪声干扰的主要来源, 它使信号变得混杂不清晰, 不但降低了语音的品质和可识度, 也降低了数字信号的处理能力, 如语音识别信道传输和消噪等方面的性能。给人们的生活带来了不便, 为了改善噪声环境下声音的质量, 降低噪声变得越来越重要。本文阐述了采用 DSP 技术实现单通道的语音增强系统, 利用噪声相减和谱相减来完成噪声抑制问题, 同时还对噪声消除的谱误差修整做了说明, 主要是为了消除噪声, 还原安静和谐的自然环境。

关键词: 噪声; 消; dsp 算法

中图分类号: TB556

文献标识码: A

1. 引言

在语音传输的过程中, 语音增强方案经常被采用, 就是使用 FEC 编码技术^[3] (由卷积编码和维特比译码算法组成) 进行数据传输, 它是重要的信道编码方法, 有着大批量的数据运算 (包括卷积和译码等算法) 和检测, 而这些都是采用先进的 DSP 处理器来完成的^[1]。DSP 是嵌入式微处理器, 它的特点是处理能力强、运算速度快, 特别是大批量数据处理。其中, 语音编码和降噪是通信的中的重要 DSP 应用。为保证良好的传输质量, 大多采用三种通用的语音增强方法^[2]。首先是干扰相减法, 它是通过减掉噪声频谱来抑制噪声的; 其次是谐波频率抑制法, 它是利用语音增强的方法来完成减噪的, 基于噪声的周期性原理, 利用谐波噪声的自适应梳状滤波来实施基频跟踪来完成降噪的; 第三是利用声码器再合成法, 它是利用迭代法, 在语音建模的基础上, 估计模型参数, 用描述语音信号的方法再重新合成无噪声信号^[5]。

2. 干扰相减降噪技术研究

为了降低信号在传输过程中的噪声, 改善语音强的方法来完成减噪的, 基于噪声的周期性原理, 利用谐波噪声的自适应梳状滤波来实施基频跟踪来完成降噪的; 利用声码器再合成法, 它是利用迭代法, 在语音建模的基础上, 估计模型参数, 用描述语音信号的方法再重新合成无噪声信号^[5]。每种方法都有自己的特点。

噪声相减法降噪是经常使用的一种方法。单通道语音增强系统必须在无语音期间, 也就是在只有背景噪声存在时, 估计噪声的特性, 通过语音启动检测器 (VAD) 采集有效的语音源和噪音源然后利用噪声相减算法来实现降噪。基于声音语音的周期性, 时域自适应噪声抵消法, 可以通过产生参考信号加以利用, 其中参考信号是延迟主信号一个周期形成的。需要有复杂的间距估计算法。在语音帧节内利用 FFT, 用估计的噪声幅值频谱相减, 并且逆变换这个相减后的频谱幅值并利用原始噪音的相位, 求出有噪音短时幅值和相位频谱。增强步骤是一帧接一帧地完成。此方法先把污染的语音利用带通滤波器组分解成不同的频率组, 每个分波段的噪声功率, 随后在无语音期间被估计出来。通过利用衰减因子可以获得噪声抑制, 如图 1.1 其中衰减因子相应于每一个个分波段估计噪声功率比上的瞬时信号功率^[5]。

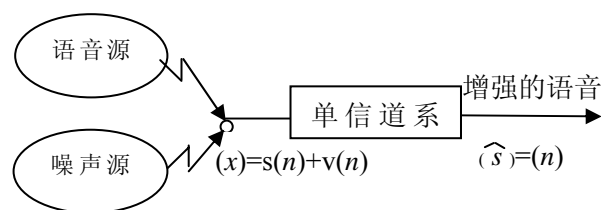


图 1.1 单信道语音增强系统

3. 谱相减降噪技术研究

目前，多数的通信减噪都是使用 DSP 来完成的，主要是使用 FFT 降低噪声^[3]。其中频谱相减提供了有效的计算方法。通过从有噪声语音谱中减去噪声频谱，即可增强了语音，又可降低噪声。有噪声语音被分段，并且被设置窗口，每个数据窗口的 FFT 均被执行，并且幅值频谱被计算出来。VAD 被用来检测输入的语音信号^[9]。在非语音段，噪声频谱将会被估计出来，并且存到缓存区中，再通过算法使得缓冲器内的数据被衰减，从而使噪声减小。在非语音期间，有两种方法产生输出：用固定因子衰减输出和设置输出为 0。在非语音帧期间具有某种残余噪声（舒适噪声），将输出比较高的语音质量。造成这种结果的原因是在语音帧期间，噪声局部地被语音屏蔽。它的幅值，将会在非语音段上被存在的相同量值的噪声所平衡。在语音段上设置输出为 0，具有放大噪声的效果。因此在非语音期间，最好通过固定因子衰减噪声。幅值与语音段上可觉察的噪声特性，以及噪声段上可觉察的噪声之间必须保持平衡。所以我们不希望的音响效果，如嗡嗡声、咔嗒声、抖动声、语音信号的模糊不清等，均可以避免。

在描述算法之前，先设置一些参数，并做个数据分析。首先我们假设背景噪声是平稳的，并且在语音段内，使其希望幅值频谱出现在不变的语音段之前。如果环境是变化的，则在语音帧开始之前，我们有足够的时间去估计背景噪声的新幅值频谱。对于缓慢变化的噪声算法，需要根据 VAD 参数确定语音是否已经终止，同时估计新的噪声影响，然后利用谱相减法，就可以使得噪声有明显地下降。

假设信号 $s(n)$ 受到干扰信号 $v(n)$ 的影响而遭到损失，而被污染的有噪声信号可以表示为 $x(n)=s(n)+v(n)$

取 $x(n)$ 的 DFT 得到： $x(k)=s(k)+v(k)$

假设 $V(n)$ 为零均值，且与 $S(n)$ 不相关，则 $s(k)$ 的估计可以表示为：

$$\hat{s}(k) = |x(k)| - E|V(k)|$$

式中 $E|v(k)|$ 是发生在非语音周期上的期望噪声频谱。

给定估计 $|\hat{s}(k)|$ ，则谱估计可以表示为

$$|\hat{s}(k)| = |\hat{s}(k)| e^{j\theta_x(k)} \quad \text{其中:} \quad e^{j\theta_x(k)} = \frac{X(k)}{|X(k)|}$$

其中 $\theta_x(k)$ 是被测量的有噪声信号的相位，我们利用噪声语音相位，可以满足实际需要的。因此利用短期语音幅值频谱的估计值和受到损害的语音相位 $\theta_x(k)$ ，重构处理后的信号

估计器可以表示为

$$\hat{S}(k) = \left[|X(k)| - E|V(k)| \right] \frac{X(k)}{|X(k)|} = H(k)X(k)$$

$$H(k) = 1 - \frac{E|V(k)|}{|X(k)|}$$

方程中给出来的频谱相减算法，避开对相位的计算，在浮点 DSP 系统中实现起来非常方便。

4. 降低噪声的谱误差修整法

为了降低噪声得到良好的听觉效果，除了以上算法外还有谱幅值平均法、半波整流法和残余噪声减小法。目的就是为了得到良好的视听效果。

谱幅值平均法：由于谱误差与噪声谱及其均值之间的差成正比，所以幅值谱局部平均可以

$$|X(k)| = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M |X_i(k)|$$

以用来减小谱误差：

式中的 $X(k)$ 是 $x(n)$ 的第 i 个窗口变换，采用这种方法的一个问题是把语音信号看成是最大为 30ms 的短期平稳信号。幅值平均法具有使短暂声音产生某种瞬间污染的危险，由实验结果得知，方差减小和时间分辨之间的适应的折衷，应该取 2~3 帧的平均。

半波整流法：每一个频率接收器的信号频谱小于平均噪声的频谱时，其输出被设置为 0，因为幅值频谱不能为负值。那么可以通过对频谱相减滤波器 $H(k)$ 进行半波整流，实现折衷修整

$$\hat{s}(k) = \frac{H(k) + |H(k)|}{2} X(k)$$

残余噪声减小法：残余噪声是随机发生的，形如窄带幅值光峰信号，其残余噪声频谱在无语音期间测量值为零到最大值之间。当其分量被变换回时域时，残余噪声将发出具有随机基频的音调，它们不会被语音遮盖。因为残余噪声的振幅在每一帧内将随机发生，所以可以通过选自相邻帧内的振幅最小值，取代其当前值的方法进行抑制。只有当估计值小于无语音期间计算出来的最大残余噪声时才采用最小值。

5. 结束语

无论在通信系统还是其他领域，我们无时无刻不在饱受噪声带来的干扰，所以噪声的消除是在科技飞速发展过程中面临的一大难题。因此，降噪算法显得尤为重要。目前利用 DSP 降噪技术也越来越成熟，为还社会一个安静和谐的生活环境，让我们共同努力彻底消除噪声！

参考文献

- [1] 电动机的 DSP 控制—TI 公司 DSP 应用[M]. 王晓明, 王玲 北京航空航天大学出版社 2004 年 DSP motor control-TI company DSP applications [M]. Wang Xiaoming, Wangling Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2004
- [2] 实时数字信号处理[M]. Sen m.kuo bob h.lee 中国铁路出版社 2006 年 Real-time digital signal processing [M]. Sen m.kuo bob h.lee Chinese Railway Press, 2006
- [3] DSP 技术原理及应用教程[M]. 刘艳萍 北京航空航天大学出版社 2005 年 Principle and application of DSP technology tutorial [M]. Yan-Ping Liu Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2005
- [4] visualc++数字图像处理典型算法及实现[M]. 求是科学人民邮电出版社 2006 年 visualc++ digital image processing algorithms and implementation of typical [M]. Qiushi Science Posts & Telecom Press, 2006
- [5] 噪声控制技术[M]. 潘仲麟、翟国庆,化学工业出版社,2006 年; Noise control technology [M]. Panzhonglin, Zhaiguqing Chemical Industry Press, 2006
- [6] 基于特征提取的抗噪声语音识别研究 [D]. 徐金,华南理工大学,2000 年; Feature Extraction Based on Robust Speech Recognition [D]. XuJin South China University of Technology in 2000
- [7] 传声器阵列语音增强中关键技术的研究 [D]. 韩晓红,大连理工大学 2006 年;Microphone array speech enhancement research in key technologies [D]. Hanxiaohong Dalian University of Technology in 2006
- [8] 宽带移动通信中的先进信道编码技术[M]. 袁东风,张海霞,北京邮电大学出版社 2004 年;Broadband mobile communications in the advanced channel coding techniques [M]. Yuan Dongfeng, Zhang Hai-Xia Beijing University of Posts and Telecommunications Publishing House in 2004
- [9] 语音信号处理[M]. 韩纪庆 清华大学出版社, 2004 年;Speech signal processing [M]. Han Ji qing Tsinghua University Press, 2004
- [10] 检测技术和系统[M]. 岭丽, 冯志华, 清华大学出版社出版,2005 年;Detection technologies and systems [M]. Ling Li, Feng Zhihua, Tsinghua University Publishing House in 2005

Noise elimination DSP algorithm research

Shao Shuhua

vocational college of liaoning technical university, Liaoning fuxin (123000)

Abstract

With the continuous development of science and technology, communication systems grow more and more. Background noise in communication systems are a major source of noise, which has become mixed signals are not clear, not only reduces the voice quality and degree of knowledge, but also reduces the ability to handle digital signals, such as speech recognition channel transmission and de-noising, etc. aspects of performance. To people's lives brought about the inconvenience of noise environment in order to improve the sound quality, noise reduction is becoming increasingly important. In this paper, the use of DSP technology to achieve single-channel speech enhancement systems, the use of noise subtraction and spectral subtraction problem to achieve noise suppression, but also the spectrum of the noise cancellation to do a finishing error that is mainly in order to eliminate the noise, to restore quiet and harmonious natural environment.

Keywords: Noise;Cancellation;DSP Algorithm

作者简介: 邵淑华 (1969 7 月 15 日), 女 (汉) 籍贯: 河北省东光县, 职务: 讲师; 学位: 研究生工作简历: 1991 年于辽宁工程技术大学职业技术学院任教。2005 年于辽宁工程技术大学研究生学习, 研究方向: 嵌入式系统, 机器视觉。