

Abstract of Doctoral Dissertation

Title : Acoustic Echo Control for Improving Double-Talk Performance

フクイ マサヒロ
FUKUI Masahiro

This dissertation focuses on robustness against double talk for an acoustic echo canceller (AEC) and introduces high-performance acoustic echo control algorithms to improve quality of telecommunication systems.

On an acoustic echo control strategy, development of a double-talk-robust echo reduction (ER) process is one of the main targets. This study proposes a novel ER process robust against the double talk in estimations of echo-path power spectrum, echo-reduction gains, and late echo components. The echo-path power spectrum estimation algorithm is an echo-path-change robust algorithm that estimates the echo-path power spectrum in time and frequency spectral domains; this algorithm achieves the high tracking performance and accuracy of the echo-path power spectrum. The echo-reduction gain estimation algorithm is a novel estimation algorithm that solves a least square error problem of Wiener filtering (WF) method while taking into account cross-spectral term of the signals; thereby, this algorithm obtains a better echo-reduction gain than that of the conventional WF method. The late echo component estimation algorithm is a novel estimation algorithm that accurately estimates the echo power spectrum corresponding to early impulse response and late echo components resulting from reverberation beyond a length of fast Fourier transform (FFT) block; this algorithm estimates the echo power spectrum by assuming a finite nonnegative convolution model.

In addition, this study develops an AEC devices and an application software where the proposed estimation algorithms of the echo-path power spectrum and the echo-reduction gain are implemented. The developed AEC device is combined with a videoconferencing system and used in hands-free telecommunication; its frequency band of audio signal is supported up to compact disc (CD)-quality, i.e. 20-kHz wideband and delivered natural-sounding speech. The developed software for voice over internet protocol (VoIP) hands-free phone application on smartphone and tablet devices automatically tailor its performance to the acoustic characteristics of individual smartphone and tablet devices, and reduces the influence due to the difference in the acoustic characteristics of individual devices. The developed video phone employs noise-robust adaptive filter (ADF) and noise reduction (NR) processes and maintains the acoustic echo and noise cancelling performance in a noisy environment such as an open-plan office.

博士論文要旨

論文題名：同時通話性能を改善するための音響エコー制御

フクイ マサヒロ
福井 勝宏

本論文では、音響エコーキャンセラ (AEC) の同時通話に対するロバスト性に重点を置いており、遠隔会議システムの品質を向上させる高性能音響エコー制御アルゴリズムについて述べる。

本論文の主な目標は、同時通話にロバストなエコーリダクション (ER) を開発することであり、エコー経路パワースペクトル、エコーリダクションゲイン、後部残響成分の推定における同時通話に対してロバストな ER を提案する。エコー経路パワースペクトル推定アルゴリズムは、時間および周波数スペクトル領域においてエコー経路のパワースペクトルを推定する、エコー経路の変化にロバストなアルゴリズムである。このアルゴリズムは、エコー経路パワースペクトルに対する高い追従性能と推定精度を達成する。エコーリダクションゲイン推定アルゴリズムは、信号のクロススペクトル項を考慮しながら、ウィーナフィルタ (WF) 法の最小二乗誤差問題を解くアルゴリズムである。従来の WF 法に比べて推定誤差の少ないゲインを得ることができる。後部残響成分推定アルゴリズムは、高速フーリエ変換 (FFT) ブロックの長さを超える残響成分に相当するエコーパワースペクトルを高精度に推定するアルゴリズムである。このアルゴリズムは、有限非負畳み込みモデルを仮定することによってエコーパワースペクトルを推定する。

提案するエコー経路パワースペクトル推定アルゴリズムとエコーリダクションゲイン推定アルゴリズムは、AEC 端末とアプリケーションソフトウェアに実装された。開発された AEC 端末は、ビデオ会議システムと組み合わせ、拡声通話で使用される。本端末は、周波数帯域を 20 kHz の広帯域までサポートし、自然な発話を提供する。スマートフォンやタブレット端末用の VoIP ハンズフリー電話アプリケーションとして開発されたソフトウェアは、個々のスマートフォンやタブレット端末の音響特性に自動的に適合し、端末ごとに異なる音響特性の違いによる性能低下を抑える。開発されたテレビ電話は、雑音高耐性の適応フィルタ (ADF) とノイズリダクション (NR) を採用し、オープンプランオフィスなどの騒がしい環境で高いエコー・ノイズキャンセル性能を達成する。