

複数反響路を有する音響エコーキャンセラ

Acoustic Echo Canceller with Multiple Echo Paths

小泉宣夫 牧野昭二 及川弘  
 Nobuo KOIZUMI Shoji MAKINO Hiroshi DIKAWA  
 NTT電気通信研究所 (\*現NTT通信機器事業部)  
 NTT Electrical Communications Laboratories

1. まえがき

会議室において多人数で通信会議を行う場合には、マイクロホンを複数本用意し、全体の出力レベルは一定になるようにマイクロホンを切替制御する設計が望まれる。このような系に音響エコーキャンセラを適用する方法として、個々のマイクロホンに対応する反響路の伝達関数の記憶回路を設け、それぞれのゲイン切替に対応して、音響回り込み全体の疑似反響路を線形結合により合成する新しい方式を提案する。

2. エコーキャンセラの構成

通信会議系に複数のマイクロホンを用いる場合、それぞれの出力を直接加算すると送話音声レベル/背景雑音レベル比の低下や残響歪の増加を招く。したがって、音響結合量は一定に保ちながら、音声の印加されたマイクロホンの感度を上げ(オン状態)、他を下げ(オフ状態)のようなゲイン切替制御を行うことが品質の改善に有効である。このような系に従来形のエコーキャンセラを適用すると、個々のゲイン切替の度に消去性能が低下し、回復は適応動作によることになる。そこで、図1に示すように、個々のマイクロホンの1本のみがオンの場合の反響路の伝達関数の記憶回路を設け、ゲイン切替回路の値の変化に応じて音響回り込み全体の伝達関数を記憶回路の値の線形結合により推定して疑似反響路を置き換える方式を提案する。これにより、ゲイン切替には反響路の変動とは区別して瞬時に対応できるため、送話状態の変化に伴うエコー消去量の低下を防止することができる。一方送話がなく受話状態の時は、どれか1本のマイクロホンがオンとなり、対応する伝達関数は、反響路の変動に応じて適応的に修正される。

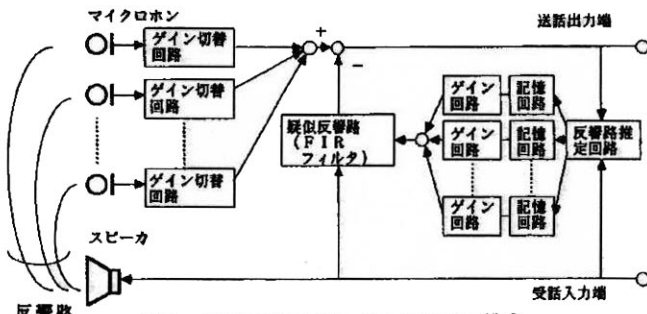


図1. 複数反響路エコーキャンセラの構成

3. ゲインの設定

総数N本のマイクロホンのうちk本がオンのときのゲイン $a_k$ (オフを1で規準化する)が、

$$a_k = \frac{a_1 + k - 1}{k} \quad (1)$$

なる関係を満たせば、全体の反響路の伝達関数(インパルスレスポンス) $H^k$ は

$$H^k = \frac{1}{k} \sum_j^k H_j^k \quad (2)$$

より1本のみがオンの時の伝達関数 $H_j^k$ の線形結合から求めることができる。一方、各マイクロホン入力に相関がないとしたときの音量(背景雑音、回り込み信号に関する)一定の条件は、

$$a_k' = \sqrt{\frac{a_1^2 + k - 1}{k}} \quad (3)$$

で与えられる。1本がオンの時のゲイン $a$ を2(6dB)、3(9.5dB)としたときのゲイン $a_k$ 、 $a_k'$ を図2に示す。この結果から、式(1)による配分は実用上音量一定の条件に近いと考えてよい。

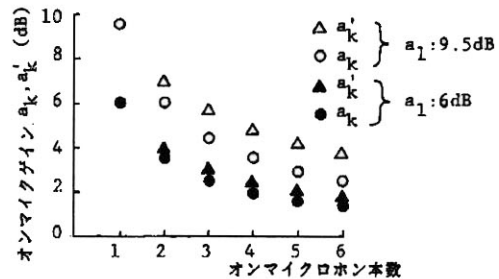


図2. オンマイクロホンゲインの設定

4. シミュレーション結果

実際の室内(残響時間0.5秒)における反響路のデータを基に消去特性のシミュレーションを行った。送話状態が変化したときの消去量の変化を図3に示す。適応動作のみによる方法では切替後に極端に消去量が劣化する。これに対し、本手法によれば反響路の経時変動分だけの低下ですむので、正常な消去性能を確保することができる。

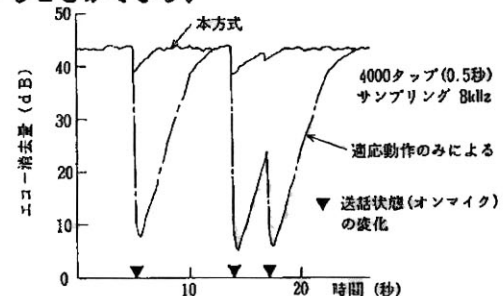


図3. 送話状態変化時のエコー消去特性

5. あとがき

複数マイクロホンを用いた系におけるエコーキャンセラの構成法を示した。ゲイン切替により、S/N比が向上し、残響歪が除去されるので、音声品質の向上が実現できる。

ご討論いただいた川崎複合端末研究室長、ならびに西野主任員に感謝する。