

Title	雑音残響環境における室内音響特性のブラインド推定法の研究
Author(s)	宮崎, 晃和
Citation	
Issue Date	2015-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/12648
Rights	
Description	Supervisor: 鵜木 祐史, 情報科学研究科, 修士

雑音残響環境における室内音響特性の ブラインド推定法の研究

宮崎 晃和 (1210052)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2015 年 2 月 12 日

キーワード: 変調伝達関数, 音声伝送指標, 残響時間, D 値, 室内インパルス応答.

音声コミュニケーションを目的として設計された室は, 高い音声伝送品質を持つ必要がある. これを知るためには, 主に音声明瞭度といった主観評価実験を行わなければならない. この評価実験は, 非常に大がかりなものであり, 労力や時間がかかる. そこで, 必要最小限の労力や時間で, かつ正確に室内音声伝送品質を評価するために客観評価尺度がある. 主要な客観評価尺度として, 残響時間, D 値, 音声伝送指標 (STI), RASTI などがある. STI (RASTI) は室の音声伝送の評価に利用されており, 0.0 から 0.3 を Bad, 0.3 から 0.45 を Poor, 0.45 から 0.6 を Fair, 0.6 から 0.75 を Good, 0.75 から 1.0 を Excellent と, 室内音響における音声伝送品質と対応している. また STI は「聴き取りにくさ」と高い相関があることが知られている. STI の計算法は, IEC 60268-16 によって標準化されている. これは, Houtgast & Steeneken によって提案された変調伝達関数 (MTF) の概念に基づいている. この概念は, 室内の伝達特性を入力と出力の時間的な包絡線情報の関係で説明するものである. STI は, 7 つのオクターブ帯域で室内インパルス応答 (RIR) の MTF を求め, それらの荷重和から求められる. そのため, これらの室内音響特性の算出には, RIR の直接的な測定が必要となる. しかし, この測定は高い音圧レベルの信号を利用して行われるため, 聴力保護の観点から, 人を排除して行われなければならない. そのため, 人が常に居て人を排除できないような環境 (駅構内や空港といった公共施設など) で RIR を測定し, これらの室内音響特性を知ることは困難である. そこで本研究では RIR の測定を行わずに, 身の回りにある音から室内音響特性のブラインド推定を行う手法を提案することを目的とする. これまでに, Unoki らは, 変調伝達関数の概念に基づいた室内音響特性のブラインド推定法の検討を行ってきた (以後, 従来法と呼ぶ). その成果として, (1) 実測の RIR が Schroeder の RIR モデルで近似できない場合でも一般化 RIR モデルを用いることで正しく STI を推定できること, (2) 観測した残響音声から正しく STI を推定できること, (3) 人が居る環境でも STI を推定できることを確認した. しかし, 従来法の問題点として, (a) 変調周波数領域で推定を行った結果から, 時間領域の

評価尺度である残響時間、D 値の推定を行っていること、(b) 音声信号を利用した室内音響特性の推定において、音声信号を利用した MTF 推定において、時間的なパワーエンベロープの山を少なくとも二つ以上取り出す必要があるため、ある程度の時間長の信号が必要であること、(c) 室に暗騒音や背景雑音がないものとして残響による影響のみの音環境を想定していたため、背景雑音のある環境で室内音響特性の推定を行った場合に、雑音の影響を受け室内音響特性の推定結果に誤差が生じる問題があった。

従来法では、無雑音・拡散音場を仮定し、一般化 RIR モデル (Schroeder の RIR モデルの拡張版) ならびに MTF を用いて、室内音響特性を模擬した。従来法による室内音響特性の推定手順は主に三つのブロックで構成され、観測された信号から、(I) MTF を逆推定し、(II) RIR/MTF モデルから RIR を推定し、(III) 室内音響特性の定義に基づき推定する。まず、MTF を推定するために入力信号の変調度が 1 であると仮定し、次の特性を利用する。(1) 変調周波数 0 Hz における MTF の変調度は入出力間で変わらないこと、(2) 入力信号において、主要な変調周波数での変調スペクトルレベルは、0 Hz のものと等しいこと、(3) 出力信号の変調スペクトルが、MTF に沿って残響時間の増加とともに減衰すること。これらの特性を利用し、出力信号の主要な二つの変調周波数の変調スペクトルレベルの減衰を入力信号のスペクトルレベルまで回復する逆特性を求めることで、一般化 RIR モデルのパラメータである残響時間 T_R ならびに次数 b を推定する。具体的には、自乗平均平方根 (RMS) 誤差が最小になるときの最適な T_R と b を求める。次に、推定された T_R と b を利用して、一般化 RIR モデルから RIR を推定する。最後に、室内音響特性の定義に基づいて推定を行う。従来法では、室に暗騒音や背景雑音がないものとして、純粋に残響による影響を考慮して STI を推定する枠組みを検討した。結果として、従来法は、残響環境にて、RIR を測定せずに観測した信号から STI を正確に推定することができる。しかし、従来法の問題点として、変調周波数領域で推定を行った結果から、時間領域の評価尺度である残響時間、D 値の推定を行っていること、音声信号を利用した室内音響特性の推定において、音声信号を利用した MTF 推定において、時間的なパワーエンベロープの山を少なくとも二つ以上取り出す必要があるため、ある程度の時間長の信号が必要であること、室に暗騒音や背景雑音がないものとして残響による影響のみの音環境を想定していたため、背景雑音のある環境で室内音響特性の推定を行った場合に、雑音の影響を受け室内音響特性の推定結果に誤差が生じる問題があった。

本研究では、上述した従来法の問題点を解決するために、時間領域の評価指標において最適な一般化 RIR モデルのパラメータの検討、時間的なパワーエンベロープの山を一つだけ利用する方法の検討、実環境で用いる場合を考え雑音の影響を考慮した室内音響特性の推定法への拡張を行い、雑音残響環境における室内音響特性のブラインド推定法を提案した。まず、最適な一般化 RIR モデルのパラメータの検討として実測 RIR に対して一般化 RIR モデルの近似をを行った結果、従来法は一般化 RIR のパラメータ b を 0 以上の実数としていたが、提案法によるパラメータ b を 0 以上、1 未満と制限した場合の方が残響時間や D 値の精度が高くなることが分かった。次に、従来法においては音声信号の

MTF 推定において、時間的なパワーエンベロープの山を少なくとも二つ以上取り出して推定を行っていたが、パワーエンベロープの山を一つだけ取り出して利用する MTF 推定を提案した結果、同程度の推定精度でより短時間の音声信号を利用した MTF 推定が可能であることが分かった。そして、雑音の影響を考慮した室内音響特性の推定法への拡張として、雑音残響にロバストな音声区間検出法 (VAD)、MTF の概念に基づいたパワーエンベロープ回復処理を行うことで、残響環境の MTF 推定と雑音環境の MTF の推定を行い、雑音残響環境における室内音響特性の推定法を提案した。

提案法の推定評価を雑音残響 AM 信号と雑音残響音声信号を用いて行った。残響には実環境で収録され RIR、背景雑音は SNR を 20 dB と 5 dB とした 2 種類の白色雑音を利用した。その結果、STI, RASTI については雑音残響環境においても高精度に推定可能であることが明らかになった。また、残響に関する時間領域の評価指標である残響時間 T_R と D 値は、雑音残響 AM 信号において、雑音の影響を受けずに提案法で推定可能であることを示した。