

Title	統計的室内インパルス応答モデルとそのパラメータ推定法の検討
Author(s)	石川, 大介
Citation	
Issue Date	2017-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/14801
Rights	
Description	Supervisor: 鶴木 祐史, 情報科学研究科, 修士

統計的室内インパルス応答モデルとそのパラメータ推定法の 検討

石川 大介 (1510004)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2017年8月4日

キーワード: 室内インパルス応答, 室内音響指標, 変調伝達関数, 拡張型室内インパルス応答モデル.

室はその用途に応じて設計をされ, 建築されている. その室が設計通りの音響特性を持つことを明らかにするために, 室内音響指標が使われる. 室内音響指標はその室におけるインパルス応答である, 室内インパルス応答 (RIR: Room Impulse Response) を測定し, 算出される. RIRの測定では, 非常に大きい音圧レベルを持った信号か, 長時間の観測信号が必要である. このため, 人がいる環境において RIR を測定するためには人の聴力を保護する機器をつけて測定する必要がある. しかし, 人の往来が常にあるような, 駅やショッピングセンターのような公共環境においては, この機器を常に着用させることは事実上不可能であり, RIR を実測することが困難な状況となる. 昨今では, 自然災害が発生した場合に, その場に居る人へ避難誘導を適切に行える要求があり, 室の音響特性を反映できるような音声伝達の仕組みが求められている. このため, 室の時々刻々と変化する音響特性を測定できるような方法が必要である. このような環境においても, RIR を測定することは困難である. よって, もし, RIR を取得したければ RIR を推定する必要がある. このため, RIR を推定することにより, 室の音響特性を得ることが可能な方法である, 室内音響指標のブラインド推定法が必要である.

現在までに様々な室内音響指標のブラインド推定法が提案されてきた. この推定法には Unoki et al. が提案した時間領域においてパワーエンベロープ逆フィルタ法を用いた残響時間 (T_{60}) 推定法や, Hiramatsu & Unoki, Sasaki & Unoki, Miyazaki et al. が提案した変調周波数領域における変調スペクトル特性を用いた T_{60} , ドイトリッヒカイト (D_{50}), 音声伝送指標 (STI) の推定法がある. しかし, これらの推定法においてはいずれも, その推定過程において RIR モデルのパラメータ推定法が用いられており, この推定の精度に問題があった. これは, (1) 推定に用いる統計的な RIR モデルの近似精度が低いため, 推定精度に問題があること, (2) 変調度に依った制約があり, 実環境において推定が行えないという点に原因がある. これらの問題を解決するために, 本研究では (I) 従来の統

計的 RIR モデルにおける近似精度を改善したモデルを提案する、(II) 変調度に依らない制約条件を提案する。そして、提案手法が有効であることを確認する。

今までの統計的 RIR モデルとしては Schroeder の RIR モデルや一般化 RIR モデルが提案されてきた。Schroeder の RIR は残響が指数減衰することに則ったモデルである。このモデルは非常に簡素であるが故、RIR の過渡部を表現できていなかった。この過渡部を表現できるようにしたモデルが一般化 RIR モデルである。このモデルは過渡部を表現することが可能となった代わりに、過渡部と減衰部が相互に影響してしまうモデルであった。このため、残響特性を正確に表現することができなかった。これらを踏まえて、(I) を解決するために、本提案法では過渡部と減衰部を独立して表現することが可能な拡張型 RIR モデルを提案する。このモデルが有効であるか評価するため、実測された 43 件の RIR (実測 RIR) に対して、従来の RIR モデル群と拡張型 RIR モデルを適用し、近似した。この結果、拡張型 RIR モデルは時間領域において実測 RIR を精度良く表現することが可能であり、変調周波数領域においても従来の RIR モデル群と同等程度の近似が可能であることが示された。また、これら近似結果から室内音響指標を推定した結果、拡張型 RIR モデルの時間領域における D_{50} の推定精度が特に良くなった。その他の指標も同程度に正確な推定が行えた。これら結果を総括すると、拡張型 RIR モデルは従来のモデル群に比べて同程度かそれ以上に良く実測 RIR モデルを表現できるということが可能であり、(I) の問題を解決できた。

(II) の問題を解決するため、本提案法では残響が付加されていない周期的な信号のパワー包絡線の形状に着目した。これは周期的な信号の最大値と最小値を取得すると、全く同値の最大値群や最小値群が得られ、それぞれに回帰直線を引くと傾きが 0 になる。この最大値群や最小値群それぞれに回帰直線を引くことは、すなわち、波形の上側包絡線と下側包絡線を取得していることにほかならない。この処理を周期信号の残響波形のパワー包絡線に適用すると、上側包絡線と下側包絡線各々の傾きが 0 にならないことから、残響の有無がこの上側包絡線と下側包絡線の傾きによって予測できると考えた。この制約条件を各 RIR モデルに適用し、シミュレーション上で適切にパラメータ推定が行えることを確認した。また、実環境を想定した信号に対して、本制約を用いた拡張型 RIR モデルのパラメータ推定も行った。この結果、 T_{60} に関連したパラメータは適切に推定できることがわかった。