

多様な室内残響下における音源放射指向特性と残響成分の分析

岡本拓磨 (東北大 通研 / 院・工科), 岩谷幸雄, 鈴木陽一 (東北大 通研 / 院・情科), 丹羽健太, 阪内澄宇, 羽田陽一 (NTT サイバースペース研)

1. 研究背景と目的

- 人の声や楽器は方向ごとに異なる伝搬特性 = 音源の放射指向特性
- 音の質感まで伝える音空間コミュニケーションの実現
- 室内残響下での音収録データから放射指向特性のみを分離する技術
- 放射指向特性を忠実に再現する技術が必要
- 初期反射音到来時間までのインパルス応答の切り出しによる放射指向特性の抽出 (T. Okamoto *et al.* 2010.)
- 残響時間0.15 s, マイクロホンと壁面距離0.3 mと限定的な結果

残響時間1.2 s, マイクロホンと壁面距離0.3~3 mでの検討
切り出し法の違いによる検討(後方壁面距離 or 虚像法)

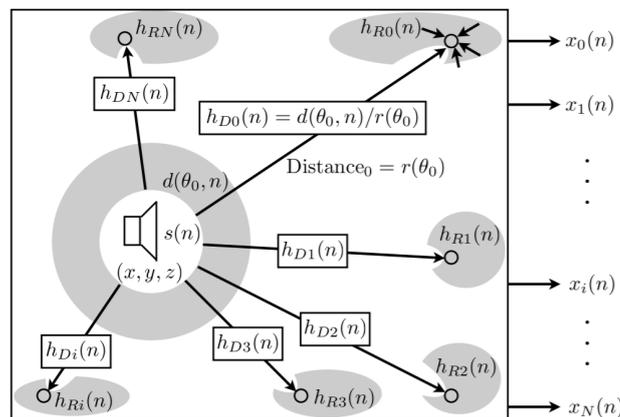
2. 放射指向特性と残響成分分離の原理

- 初期応答から初期反射音までのインパルス応答の切り出しおよび距離減衰補正により $d(\theta_i, n)$ を抽出

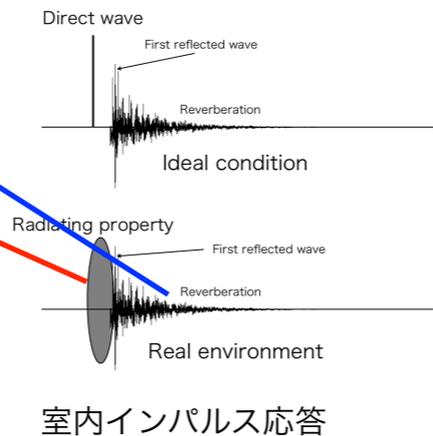
$$x_i(n) = s(n) * h_i(n) = s(n) * \{h_{Di}(n) + h_{Ri}(n)\}$$

$$d(\theta_i, n) = r(\theta_i) \cdot h_{Di}(n)$$

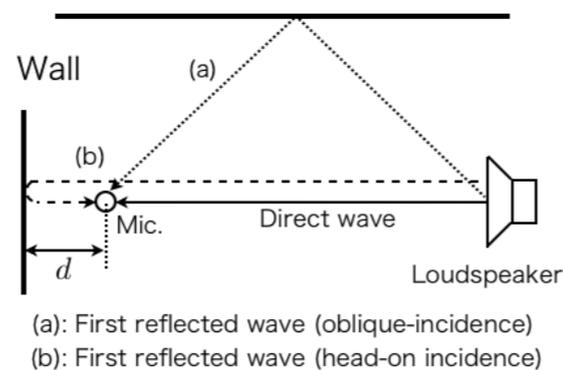
- これまでの検討での問題点
- 壁面が近いと切り出し長が短いため低域の精度が劣化 (0.3 mの場合周波数分解能は567 Hz)
- (b)の切り出し法のみを検討



放射指向特性を考慮した
受信システムモデル



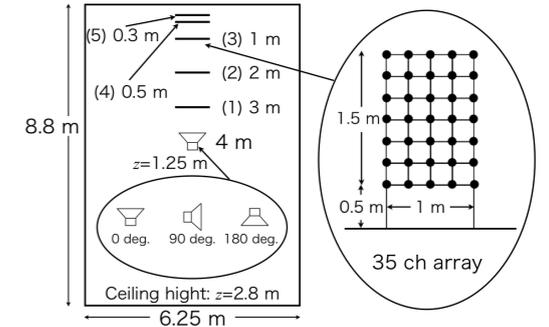
室内インパルス応答



初期反射の伝搬経路

3. 壁面距離と切り出し方法を変化させた場合の検討

- 室内インパルス応答測定条件 (東北大学電気通信研究所ゼミ室)
- 残響時間: 1.2 s (全帯域)
- 収録信号: Time Stretched Pulse (TSP) 131072ポイント (48 KHz)
- 壁面とアレイの距離: 5パターン
- 音源向き: 3パターン(0, 90, 180 deg.)
- マイクロホン: ono-sokki MI-1223 (35 ch)
- ラウドスピーカ: Micropure AP-5001



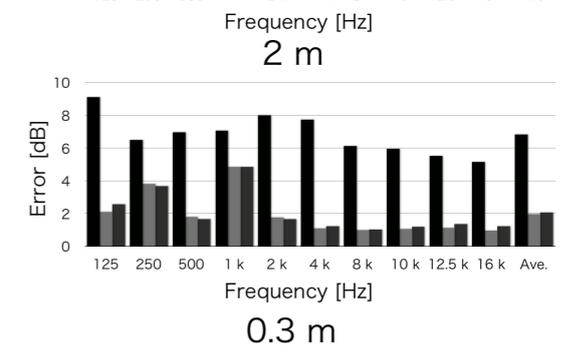
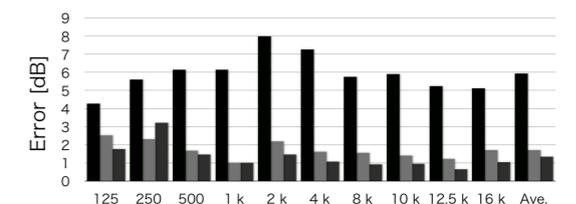
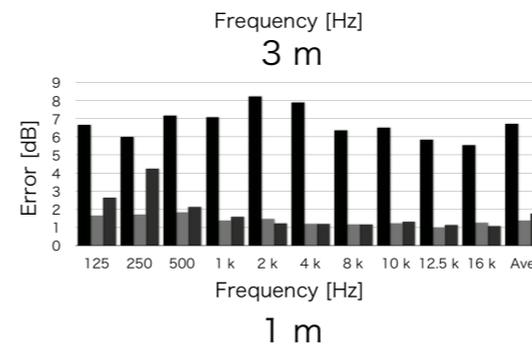
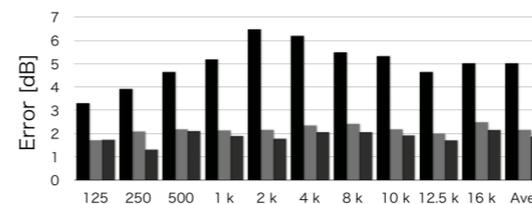
インパルス応答測定条件

- インパルス応答切り出し条件
- 切り出しなし ■
- Method 1 ■: 後方壁面距離を規範
- Method 2 ■: 虚像法(Image method) により算出した初期反射時間を規範

各条件における切り出し応答長

Distance	method 1 (fixed)	method 2 (average) (maximum)	
		(average)	(maximum)
3 m	11 ms	4.7 ms	6.3 ms
2 m	11 ms	3.6 ms	5.1 ms
1 m	5.9 ms	2.8 ms	4.1 ms
0.5 m	2.9 ms	2.3 ms	2.9 ms
0.3 m	1.8 ms	1.6 ms	1.8 ms

- 結果比較(1/3オクターブバンド分析, 35 chおよび3方向の平均値)
- 壁面距離が遠い場合, 低域の精度が改善 → 切り出し長が大きく取れるため
- Method2の方が壁面距離が遠い場合精度が高い → 床からの反射も考慮のため



4. 今後の予定

- 信号処理による抽出精度の改善(帯域ごとの抽出など)
- インパルス応答ではなく, 実環境収録信号 $x_i(n)$ からの放射指向特性抽出の検討