

反射音の影響を軽減する音源方向探査の検討*

◎ 木皿大介 林真衣子 山口亮 金田豊 (東京電機大・工)

笠川晴代 (NTTシステム技研)

1. はじめに

一般の室内で音源方向探査を行う場合、反射音の影響で探査性能が低下する。この問題に対して、金田はピークホールド処理の可能性を示した[1]。本稿では、時間波形にピークホールド処理を行ったときの効果を実験的に確認した結果を報告する。

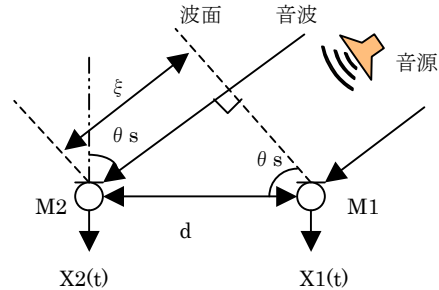


図 1. 音源方向探査の原理

2. 2つのマイクによる音源方向探査

図 1 に示すように、 θ_s 方向から到来した音波はマイク M1, M2 の順に受音される。音波は M1 に到来してから ξ だけ進んで M2 に受音される。この距離 ξ は

$$\xi = d \sin \theta_s \dots (1)$$

と表され、音速を c とすると、音波が距離 ξ だけ進行するのに要する時間 τ_s は

$$\tau_s = \xi / c = d \sin \theta_s / c \dots (2)$$

と表すことが出来る。

式 (2) を θ_s について整理すると

$$\theta_s = \sin^{-1}(c \cdot \tau_s / d) \dots (3)$$

となる。 c, d は固定値なので、 $x_1(t), x_2(t)$ の時間差 τ_s が分かると、音波の到来方向 θ_s を求めることが出来る。この τ_s は相互相関関数で求めることが出来る。

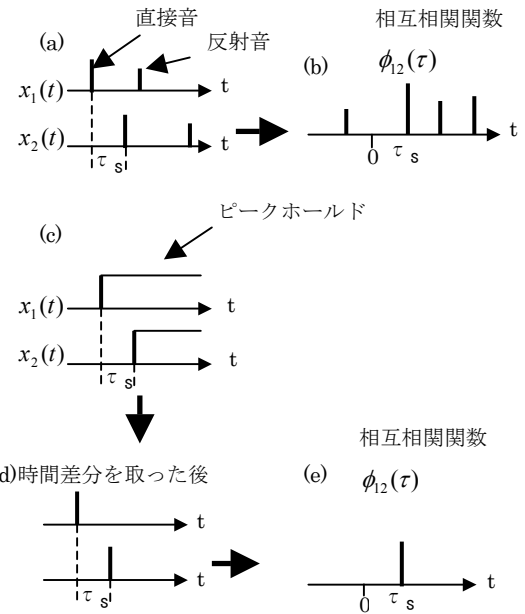


図 2. ピークホールド処理

3. ピークホールド処理

図 2 にピークホールド処理の模式図を示す。(a)は受信信号波形を表す。 τ_s の時間差をもった直接音のほかに、異なった時間差を持った反射音が含まれる。(b)は図(a)の信号 $x_1(t), x_2(t)$ の相互相関関数を表す。反射音の影響で多数のピークを持っており、雑音の影響などで τ_s が誤って検出されることがある。これに対して図(c)はピークホールドを取った波形、(d)はその時間差分をとった波形、(e)はそれらの相互相関関数を表す。図(e)より、直接音の時間差 τ_s が明確になっていることが分かる。

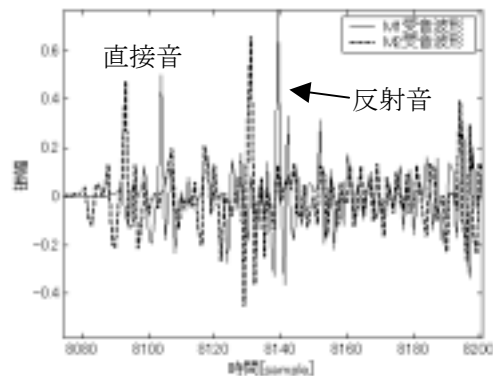


図 3. 反射音が大きい受信波形の例

*A study of DOA detection method avoiding of reflective sound. By Daisuke KISARA, Maiko HAYASHI, Ryo YAMAGUCHI, Yutaka KANEDA(Tokyo Denki University) and Haruyo KASAGAWA(NTT System Technical Laboratory)

4. 対数操作

複数の初期反射音が近接した時刻に到着する場合、図3に示すように反射音のパワーが直接音のパワーより大きくなることがある。この影響を軽減するために、図4のようにピークホールド処理をした波形に、対数操作を行う。図の数値例で示すように、ピークホールド処理をした波形に対数をかけると、後続の振幅の大きい反射音の影響を軽減することが期待できる。

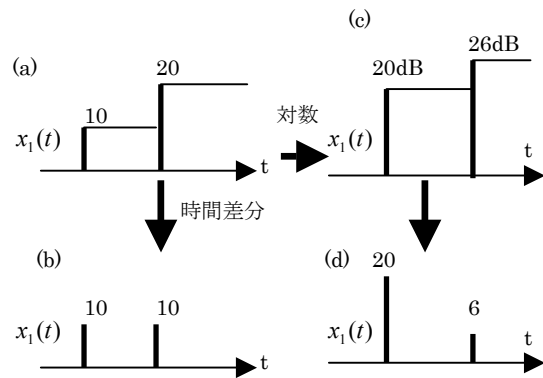


図4. 対数操作

5. 実験結果

実験は寸法が、9.4(W)×10.5(D)×2.4(H)mの講義室で行った。マイク間距離 d は 0.6mとした。音源は、スピーカから鳴らしたハンドクラップ（拍手）音を用いた。スピーカ位置は図5に示すようにマイクから 2,4,8m 離し、角度は $0, \pm 30^\circ, \pm 60^\circ$ の11箇所とした。

図6は相互相関関数のみを用いた方法（従来法）による方向探査の結果を表すもので、横軸は実際の音源方向、縦軸は探査結果を表す。この場合近い距離(2m)だと良い結果が得られているが、マイクスピーカ間が長くなると、誤った方向探査の結果となっていることが分かる。

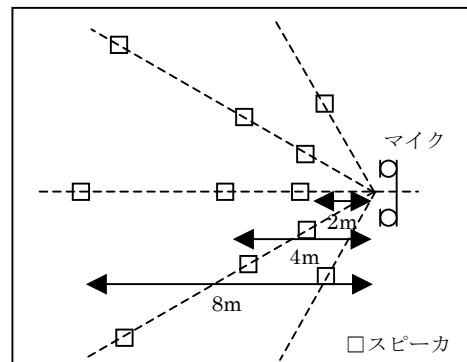


図5. マイク、スピーカ配置図

これに対してピークホールド処理及び対数操作を行う提案法の結果（図7）だと、大きな誤りなく、正しい方向が探査されている。この結果よりピークホールド処理及び対数処理は、室内のような反射の影響が大きい所では有効であると考えられる。

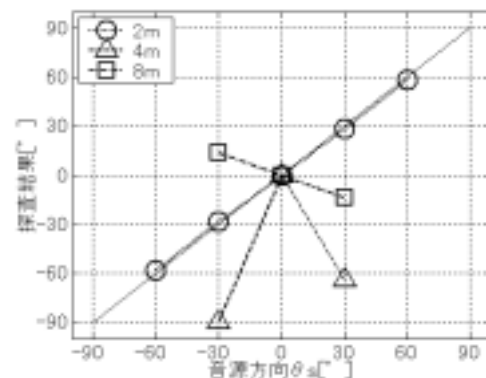


図6. 相互相関関数での方向探査の結果

6. むすび

本報告では、音源方向探査においてピークホールド処理及び対数操作という新しい方法を用いて、反射音の影響を軽減していくことを提案し、ハンドクラップ音を使って、効果を検討及び、有用性を示した。今後は音声を用いて提案手法の有効性評価を進める。

本研究は東京電機大学総合研究所研究Q03J-13として行ったものである。

参考文献

[1]金田:”室内残響下における広帯域音源の方向推定”,音講論,P547-548,(1991.10).

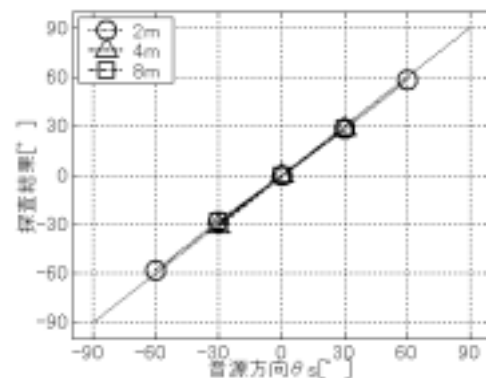


図7. ピークホールド対数処理をかけた結果