

Title	多数マイクロホンによる音源方向推定に関する研究
Author(s)	西田, 知之
Citation	
Issue Date	1999-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1319
Rights	
Description	Supervisor:赤木 正人, 情報科学研究科, 修士

多数マイクロホンによる音源方向推定に関する研究

西田 知之

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1999 年 8 月 13 日

キーワード： 音源方向推定、マイクロホンアレイ、残響、変動閾値.

1 はじめに

現在、音源方向推定について様々な分野からその実用化が期待されている。しかし、実際の環境では残響が存在し、このような環境では従来の手法による音源方向推定法では精度が悪化することが報告されている [1]。

そこで、本研究では聴覚で行なわれている音源方向推定法に示唆を得、それを簡易モデルとして工学的に応用することで、実際の残響の存在する環境に強い音源方向推定法を提案する。

2 残響

人間は普段残響の存在する環境で生活している。そして、これは音源方向推定を応用する環境についても同様である。しかし、残響の存在する環境での音声は、情報の混じりあった信号であり、このような信号を分離し、処理すること自体が困難なことである。

そこで、残響の特性を利用することで残響に対する対策を行なう。残響の特性として次のようなものがあげられる。

- 直接音よりも遅れて到達する
- 直接音よりもパワーが小さい

これは、直接音は音源から観測点まで最短距離を通過して到達するのに対し、残響（反射音）はそれより長い経路を通過して観測点に到達するために生じる特性である。

この特性を利用することで残響成分を排除し、直接音の情報のみを取り出すことができると考えられる。

3 音源方向推定法

3.1 マイクロホンアレイ

本研究では、最少のマイクロホン数で2次元平面全方位に対する方向推定が可能なアレイとして、正三角形の頂点にマイクロホンを配置したアレイを用いる。このようなアレイを用いることにより、従来多く用いられていた直線配置のマイクロホンアレイで生じていた前後の判断の誤りなどを解消することができる。

3.2 時間差検出回路

聴覚における方向推定のもっとも重要な手がかりが両耳間時間差 (ITD: inter aural time difference) である。音声は頭の正面からずれた位置にある場合、音源から各々の耳までの距離が異なることになる。したがって、この経路の違いから両耳間で音声は到達するまでの時間差が生じる。

聴覚において両耳間時間差を測定するものとして、Jeffres のモデルが良く知られている [2]。Jeffres のモデルは数個の一致検出細胞とそれに繋がる左右の耳からの1本ずつの遅延線から構成されている。一致検出細胞は左右の耳から同時に信号が入った時に発火される。つまり、このモデルは2つのインパルス列の相関によって、時間差を検出するものである。Jeffres モデルは、聴覚においても類似の構造が報告されており、単純明解な理論で構成される。そのため、工学的に応用することも容易である。

本研究では、時間差を主な手がかりとして用い、また Jeffres モデルの簡易モデルを用いることにより、時間差の計測を行なう。

3.3 先行音効果

人間は残響の含まれる環境でも音源方向推定を行なうことができる。これは、人間は方向推定を行なう時、最初に到達した音声を利用する先行音効果をもっているためである。本研究では、先行音効果を実現するために変動閾値という手法を提案する。

変動閾値は入力信号の振幅に対応して、閾値レベルを変動しながら信号の立ち上がりを検出していく手法である。そして、変動閾値は以下のような動作を行なう。

- 振幅が閾値を越えた時を立ち上がりとして検出する
- その時の信号の値を初期値として保持する
- 閾値は時間と共に指数減少する
- 振幅が閾値を越えるたびに、この動作を繰り返す

この動作によりどのように閾値が設定されるかを見てみる。最初に、大きな振幅に閾値が反応する。閾値が振幅に反応した直後に、閾値は最大の値を持つ。そうすることで、直接音より遅れて到達し、直接音よりパワーが小さい残響を検出しなくなっている。

4 実験結果

本研究で提案した手法の有効性を確認するために、様々な条件で実験を行なった。従来多く用いられていた相互相関を用いた手法との比較実験の結果を表 1、図 1 に示す。

表 1: 音源方向推定率

		反射音パワー比			
		$-\infty$ dB(no-echo)	-14dB	-8dB	-4dB
音源方向 推定率 [%]	相関法	80.2	67.9	34.5	32.1
	本手法	86.6	89.6	89.5	84.0

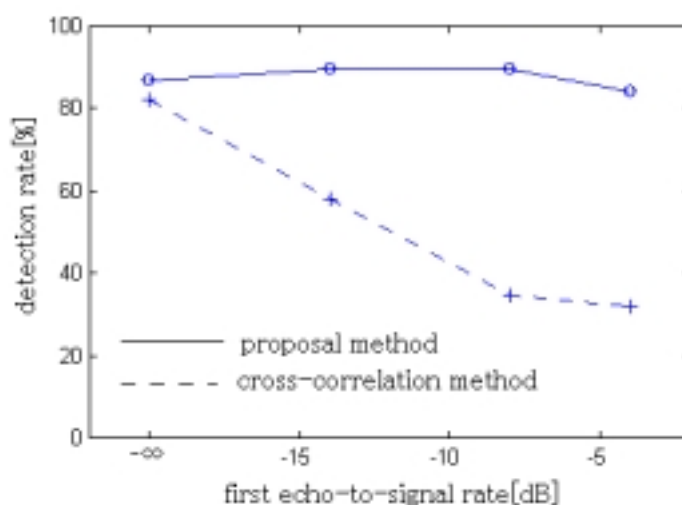


図 1: 残響による方向推定性能の変化

ここで、推定率とは音源方向に対し ± 5 度以内に入った検出点数を音源方向推定によって得られた総検出点数で割った値を百分率で示したものである。

図を見ると、残響が存在しない時は、両方共精度良く方向推定が行なえている。しかし、残響のパワーが大きくなるにしたがって、従来の相互相関を用いた手法では精度が悪くなっている。一方、本研究で提案した手法を用いると、残響のパワーが大きくなっても、方向推定の精度はほとんど変化しない。

表 2: 音源方向推定結果：実環境

	SNR 15dB	SNR 19dB	SNR 24dB
音源方向推定率	50.2	59.0	71.3

また、残響の含まれる実環境で収録した音声を用いた音源方向推定の結果を表 2 に示す。実験の条件として音源方向を 180 度、雑音として部屋に存在する環境雑音を利用し、信号の音量を調節することで SNR を変化させた。この部屋の残響時間は 500-1000Hz の帯域雑音を用いた測定の結果 0.56sec、また環境雑音は 49.6dB(A) であった。

この結果をみると、出現した検出点の半数は正しく音源方向を指していると見ることができる。しかし、ノイズが大きくなると音源方向推定の精度が悪くなる傾向がある。

5 結論

従来の相互相関を用いた手法との比較の結果、従来の手法に比べて残響を含んだ音声に対して、本手法は非常に優れた性能を持つことが確認された。また、残響が存在する実際の環境での音源方向推定で本手法が有効であることも確認された。

しかし、実環境で収録した音声を用いた実験の結果場合振幅が大きく、方向性を持ったノイズによって性能が悪化することが明らかとなり、今後の課題となる。

参考文献

- [1] Maurizio Omologo, 'Acoustic Event Localization Using A Crosspower-Spectrum Phase Based Technique',IEEE Trans,1994
- [2] L.A.Jeffress, 'A Place Theory of Sound Localization', J.Comp.Physiol.Pychol.,1948