

相互相関法による音源位置推定

1110236 澳本 拓郎 【 福本研究室 】

1 はじめに

テレビ会議など複数の話者が存在する場合、その発言の受音方法として、複数のマイクで構築されたマイクロホンアレイが用いられている。マイクロホンアレイを用いることで指向性の制御が可能となり、発話者の方向へ鋭い指向性を形成することによって、周囲の雑音を抑圧することができる。しかし、発話者の方向に指向性を形成するためには、発話者が存在する位置の情報を持っていないといけない。また、発話者が移動した場合、その移動に合わせて指向性の制御を行う必要がある。本研究では、4本のマイクを用いて音源の3次元位置を推定する。この推定結果を用いることで、常にマイクロホンアレイの指向性を発話者に向けてることが可能となる。

2 音源位置推定

マイクロホンアレイの指向性を常に音源に向けてために、音源の位置情報が必要となる。音源位置の推定は音が各マイクに到着する時間のずれを用いて算出することができる。各マイクで観測される信号は音が到着する時間差を除けば類似した信号となる。

$$\frac{\sum_{i=0}^{N-1} (f_i)(g_i + n)}{\sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} f_i^2} \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} g_i^2}} \quad (1)$$

二つの信号の類似性は(1)式の相互相関によって求めることができる。片方の信号をシフトさせながら相関を求め、二つの信号の相関値が最大となった場合のシフト幅 n が、マイク間の時間差となる [1]。

音源の3次元座標を求めるためには4本のマイクが必要となる。音速を c 、音源の位置ベクトルを S 、各マイクの位置ベクトルを M_1, M_2, M_3, M_4 と置くと、音源から M_1 と各マイクの到着時間差 $(t_2 - t_1), (t_3 - t_1), (t_4 - t_1)$ から式(2)を得ることができる。

$$\begin{cases} \|M_2 - S\| - \|M_1 - S\| = c(t_2 - t_1) \\ \|M_3 - S\| - \|M_1 - S\| = c(t_3 - t_1) \\ \|M_4 - S\| - \|M_1 - S\| = c(t_4 - t_1) \end{cases} \quad (2)$$

この連立方程式を S について解くことによって、音源の3次元座標を求めることができる。

2.1 実験

実際に4本のマイクを用いて音源の3次元位置を推定することが可能かどうかを実験により検証する。実験の方法と実験結果を次に示す。

2.2 実験方法

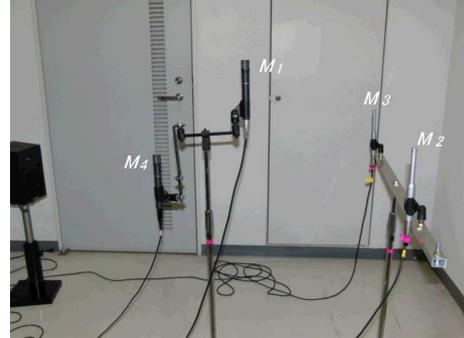


図1 マイク、スピーカ配置

各マイクと音源であるスピーカを図1に示すように配置した。マイクは、4本のマイクが同一平面上に存在しないように、 M_1 を中心として三角錐の各頂点の位置に配置した。スピーカ、各マイクの座標を表1に示す。

表1 マイク、スピーカ座標

	マイク座標 (m)				スピーカ座標 (m)
	M1	M2	M3	M4	S
x	0.00	-0.41	0.41	0.00	-0.90
y	0.72	0.04	0.04	0.98	1.60
z	0.57	-0.11	-0.11	0.24	-0.80

音源にはスピーカから流す白色雑音を用い、4本のマイクで受音した信号の時間差をもとにスピーカの位置を推定する。

2.3 実験結果

音源位置の推定座標は $(-0.891, 1.596, -0.655)$ という結果となった。実際の音源位置との誤差はx軸が0.9cm, y軸が0.04cm, z軸が14.5cmに収まっている。この結果より、4本のマイクを用いることにより、音源の3次元位置の推定が可能であるといえる。

3 まとめ

本研究では、4本のマイクの到着時間差を用いることで音源の3次元位置を推定することが可能であることを確認した。

参考文献

- [1] 三谷 政昭, "やり直しのための信号数学", CQ出版社, 2005