

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3929863号
(P3929863)

(45) 発行日 平成19年6月13日(2007.6.13)

(24) 登録日 平成19年3月16日(2007.3.16)

(51) Int. Cl. F I
 HO4R 3/00 (2006.01) HO4R 3/00 320
 HO4R 1/40 (2006.01) HO4R 1/40 320B

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-275886 (P2002-275886)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成14年9月20日(2002.9.20)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2004-112701 (P2004-112701A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成16年4月8日(2004.4.8)	(74) 代理人	100086391
審査請求日	平成16年6月16日(2004.6.16)		弁理士 香山 秀幸
		(72) 発明者	堀内 俊治
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		(72) 発明者	水町 光徳
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		(72) 発明者	中村 哲
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正方法および補正装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可搬型機器に搭載されかつ可搬型機器を基準とした3次元空間のx-y平面上に原点から等しい距離に配置された3以上のマイクロホンを有するマイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正方法において、

所定時間毎に、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が0となるように各受信信号を補正し、各受信信号に対応する出力信号を生成する補正ステップを備えており、

補正ステップは、前回の補正により得られた各出力信号間の遅延時間差が0となるようなx軸周りの回転角およびy軸周りの回転角を算出する第1ステップ、および第1ステップによって算出されたx軸周りの回転角およびy軸周りの回転角を用いて、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が0となるように各受信信号を補正する第2ステップを備えていることを特徴とするマイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正方法。

【請求項2】

可搬型機器に搭載されかつ可搬型機器を基準とした3次元空間のx-y平面上に原点から等しい距離に配置された3以上のマイクロホンを有するマイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正装置において、

所定時間毎に、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が0となるように各受信信号を補正して、各受信信号に対応する出力信号を得る補正手段を備えており、

補正手段は、前回の補正により得られた各出力信号間の遅延時間差が0となるようなx軸周りの回転角およびy軸周りの回転角を推定する第1手段、および第1手段によって推

10

20

定された x 軸周りの回転角および y 軸周りの回転角を用いて、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が 0 となるように各受信信号を補正する第 2 手段を備えていることを特徴とするマイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、マイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正方法および補正装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、遠隔発話音声認識を実現するためのアプローチの 1 つとして、マイクロホンアレーを用いた雑音除去に関する研究が盛んに行われている。また、注目を浴びつつある携帯型音声認識装置において、現状では音声認識の性能確保のために接話マイクロホンを利用する必要があるが、将来的には P D A (Portable Digital Assistance) 等でのマイクロホンアレーの利用が想定される。

【0003】

しかし、モバイル機器でのマイクロホンアレーの利用は、各マイクロホン素子の空間的な位置が時々刻々と変化するため、音源方向が固定されていたとしても適応的にビームパターンを設計する必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、マイクロホンアレーを構成する各マイクロホンの受信信号を、互いに遅延時間差のない信号に変換できるマイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正方法および補正回路を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、可搬型機器に搭載されかつ可搬型機器を基準とした 3 次元空間の x y 平面上に原点から等しい距離に配置された 3 以上のマイクロホンを有するマイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正方法において、所定時間毎に、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が 0 となるように各受信信号を補正し、各受信信号に対応する出力信号を生成する補正ステップを備えており、補正ステップは、前回の補正により得られた各出力信号間の遅延時間差が 0 となるような x 軸周りの回転角および y 軸周りの回転角を算出する第 1 ステップ、および第 1 ステップによって算出された x 軸周りの回転角および y 軸周りの回転角を用いて、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が 0 となるように各受信信号を補正する第 2 ステップを備えていることを特徴とする。

【0007】

請求項 2 に記載の発明は、可搬型機器に搭載されかつ可搬型機器を基準とした 3 次元空間の x y 平面上に原点から等しい距離に配置された 3 以上のマイクロホンを有するマイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号の補正装置において、所定時間毎に、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が 0 となるように各受信信号を補正して、各受信信号に対応する出力信号を得る補正手段を備えており、補正手段は、前回の補正により得られた各出力信号間の遅延時間差が 0 となるような x 軸周りの回転角および y 軸周りの回転角を推定する第 1 手段、および第 1 手段によって推定された x 軸周りの回転角および y 軸周りの回転角を用いて、各マイクロホンの受信信号の遅延時間の差が 0 となるように各受信信号を補正する第 2 手段を備えていることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。

【0010】

(1) マイクロホンアレー座標系の定義

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

図 1 は、マイクロホンアレー座標系を示している。

【 0 0 1 2 】

マイクロホンアレーは、可搬型機器に搭載されている。マイクロホン M_1 , M_2 , M_3 は、可搬型機器を基準とした 3 次元空間 (3 次元座標系) の $x y$ 平面上に、原点 o を重心とする 1 辺の長さが $2d$ の正三角形の頂点に配置されている。マイクロホン M_i ($i = 1, 2, 3$) の座標 p_i は、幾何学的な関係から次式 (1) , (2) , (3) のように表される。

【 0 0 1 3 】

【 数 1 】

$$p_1 = \left(-d, -\frac{\sqrt{3}}{3}d, 0 \right) \quad \cdots (1)$$

$$p_2 = \left(d, -\frac{\sqrt{3}}{3}d, 0 \right) \quad \cdots (2)$$

$$p_3 = \left(0, \frac{2\sqrt{3}}{3}d, 0 \right) \quad \cdots (3)$$

【 0 0 1 4 】

また、座標系を x , y 軸周りに回転する場合の回転角 θ_x , θ_y は、回転軸となる座標軸の正の方向側から原点 o を見て、座標を反時計周りに回す場合に回転角が正の値をとるように定義する。このとき、 x , y 軸周りの回転に関する回転行列 T_x (θ_x) , T_y (θ_y) は、次式 (4) , (5) のように与えられる。

【 0 0 1 5 】

【 数 2 】

$$T_x(\theta_x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta_x & \sin\theta_x \\ 0 & -\sin\theta_x & \cos\theta_x \end{pmatrix} \quad \cdots (4)$$

$$T_y(\theta_y) = \begin{pmatrix} \cos\theta_y & 0 & -\sin\theta_y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta_y & 0 & \cos\theta_y \end{pmatrix} \quad \cdots (5)$$

【 0 0 1 6 】

したがって、時刻 j における回転角を θ_{x_j} , θ_{y_j} とすると、マイクロホン M_i の座標 $p_i^{(j)}$ は、次式 (6) のように与えられる。

【 0 0 1 7 】

10

20

30

40

50

【数 3】

$$P_i^{(j)} = \begin{pmatrix} P_{x_i}^{(j)} & P_{y_i}^{(j)} & P_{z_i}^{(j)} \end{pmatrix} \cdots (6)$$

$$= p_i T_x(\theta_x) T_y(\theta_y)$$

【0018】

〔2〕マイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号を補正するための回路の説明

【0019】

10

図2は、マイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号を補正するための回路を示している。

【0020】

各マイクロホンM1, M2, M3の受信信号 $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ は、補正回路10に送られる。補正回路10は、受信信号 $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ の遅延時間の差が0となるように、受信信号 $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ を補正し、信号 $y_1(t)$, $y_2(t)$, $y_3(t)$ として出力する。以下、補正回路10による補正方法について説明する。

【0021】

この実施の形態では、簡単化のために信号はすべて平面波で到来すると仮定する。目的音源信号を $s(t)$ とし、これがマイクロホン M_i へ到来する際の遅延時間を δ_i とすると、マイクロホン M_i での受信信号 $x_i(t)$ は、一般に次式(7)のように表される。

20

【0022】

【数 4】

$$x_i(t) = s(t - \delta_i) + n_i(t) \cdots (7)$$

【0023】

ただし、 $n_i(t)$ はマイクロホン M_i での雑音信号である。

30

【0024】

ここで、マイクロホンアレーに対する目的音源方向が、 z 軸上、すなわち、各マイクロホン間の遅延時間差が0になるようにマイクロホンアレー座標系を回転角 θ_x , θ_y だけ回転したとする。

【0025】

このとき、遅延時間 δ_i は、回転角 θ_x , θ_y を用いて、次式(8)のように表すことができる。

【0026】

【数 5】

$$\delta_i(\theta_x, \theta_y) = \frac{p_{z_i}^{(j)}}{c} \cdots (8)$$

40

【0027】

ただし、 c は音速である。この遅延時間 $\delta_i(\theta_x, \theta_y)$ を用いて補正された出力信号 $y_i(t)$ は、次式(9)のように表すことができる。

【0028】

【数 6】

$$y_i(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \text{sinc}(n - \delta_i(\theta_x, \theta_y)/T) x_i(t - nT) \quad \cdots (9)$$

【 0 0 2 9 】

ただし、 $\text{sinc}(x) = \sin(x)/x$ で与えられ、 T はサンプリング間隔である。ここで、次式 (1 0) のような二乗誤差 e を用いる。

【 0 0 3 0 】

【 数 7 】

10

$$e = \{y_1(t) - y_2(t)\}^2 + \{y_2(t) - y_3(t)\}^2 + \{y_3(t) - y_1(t)\}^2 \quad \cdots (10)$$

【 0 0 3 1 】

これは、各出力信号 y_i 間の遅延時間差が 0 になった際に最小値をとる評価関数である。この二乗誤差 e を最小化する回転角 θ_x, θ_y の推定に最急降下法を用いると、 $k + 1$ 回目に推定された回転角 $\theta_x^{(k+1)}, \theta_y^{(k+1)}$ は、 k 回目に推定された回転角 $\theta_x^{(k)}, \theta_y^{(k)}$ によって、次式 (1 1) , (1 2) のように求められる。

【 0 0 3 2 】

20

【 数 8 】

$$\theta_x^{(k+1)} = \theta_x^{(k)} - \mu \frac{\partial e}{\partial \theta_x} \Big|_{\theta_x = \theta_x^{(k)}} \quad \cdots (11)$$

$$\theta_y^{(k+1)} = \theta_y^{(k)} - \mu \frac{\partial e}{\partial \theta_y} \Big|_{\theta_y = \theta_y^{(k)}} \quad \cdots (12)$$

30

【 0 0 3 3 】

ただし、 μ はステップサイズパラメータである。

【 0 0 3 4 】

つまり、補正回路 1 0 は、上記式 (1 1) , (1 2) に基づいて、前回算出した出力信号 y_i 間の遅延時間差が 0 となるような回転角 θ_x, θ_y を算出し、得られた回転角 θ_x, θ_y と上記式 (9) とに基づいて、出力信号 y_i を算出する。

【 0 0 3 5 】

なお、前回算出した出力信号 y_i 間の遅延時間差が 0 となるような回転角 θ_x, θ_y を算出することは、言い換えれば、マイクロホンアレーに対する音源方向が一定に保たれるように、マイクロホンアレー座標系を補正することに相当する。

40

【 0 0 3 6 】

〔 3 〕 評価

本発明手法の有効性を確認するため、計算機シミュレーションによる評価を行った。

【 0 0 3 7 】

〔 3 . 1 〕 シミュレーション条件

目的音源信号は平均 0 , 分散 0.05 の shaped gaussian noise を用いた。雑音信号は 0 とした。なお、マイクロホン間距離 $2d$ は 0.1m , サンプリング周波数は 48 kHz とした。

【 0 0 3 8 】

マイクロホン M_i での受信信号 $x_i(t)$ は、目的音源信号を + 3 , - 5 , + 2 サンプル ,

50

および - 4 , + 3 , + 1 サンプルシフトしたもので模擬した。ただし , 1 サンプルはサンプリング間隔 T である。

【 0 0 3 9 】

また、回転角 x , y の推定における式 (1 1) , (1 2) のステップサイズパラメータ μ は 0.01 とし、回転角の初期値 $x^{(0)}$, $y^{(0)}$ は 0 rad とした。

【 0 0 4 0 】

〔 3 . 2 〕シミュレーション結果

シミュレーション結果を図 3 に示す。横軸は更新回数 k , 縦軸は推定した回転角 x , y である。実線は、目的音源信号を + 3 , - 5 , + 2 サンプルシフトし模擬した受信信号 $x_i(t)$ に対する結果を示し、破線は目的音源信号を - 4 , + 3 , + 1 サンプルシフトし模擬した受信信号 $x_i(t)$ に対する結果を示している。回転角の推定値は、理論値 (x , y) = (0.30, 0.59) , (0.14, -0.51) にそれぞれ収束していることが確認できる。

10

【 0 0 4 1 】

〔 4 〕まとめ

モバイル機器での利用が想定される可搬型マイクロホンアレーにおいて、マイクロホンアレーに対する音源方向が一定に保たれるように、マイクロホンアレー座標系を逐次的に補正する手法を提案し、計算機シミュレーションにより、補正が可能であることを確認した。

【 0 0 4 3 】

【 発明の効果 】

この発明によれば、マイクロホンアレーを構成する各マイクロホンの受信信号を、互いに遅延時間差のない信号に変換できるようになる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】マイクロホンアレー座標系を示す模式図である。

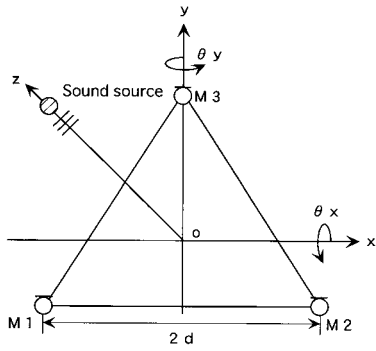
【 図 2 】マイクロホンアレーにおけるマイクロホン受信信号を補正するための回路の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】シミュレーション結果を示すグラフである。

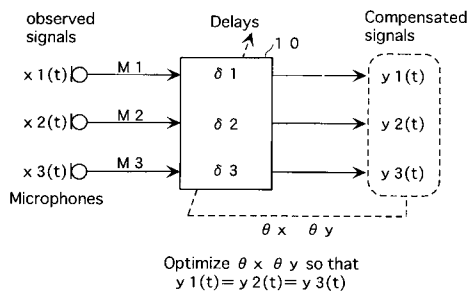
【 符号の説明 】

M_1 , M_2 , M_3 : マイクロホン

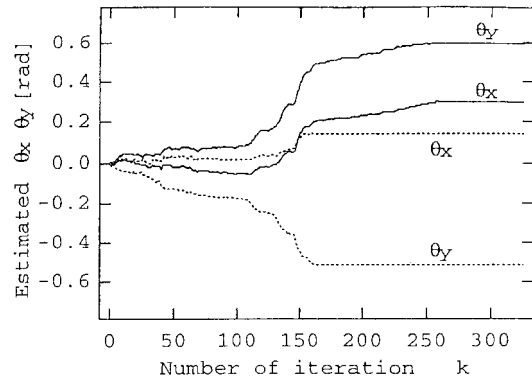
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

審査官 志摩 兆一郎

- (56)参考文献 特開2001-112083(JP,A)
特開2002-186084(JP,A)
特開2000-152372(JP,A)
特開平05-091588(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 3/00

H04R 1/40