(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0087939
(43) 공개일자 2008년10월02일

(51) Int. Cl.
H04R 1/40 (2006.01) *H04R 1/20* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0030083
(22) 출원일자 2007년03월28일
심사청구일자 2007년03월28일

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 가좌동 900
(72) 발명자
고진환
경남 진주시 주약동 주약현대아파트 110-104
(74) 대리인
김순웅

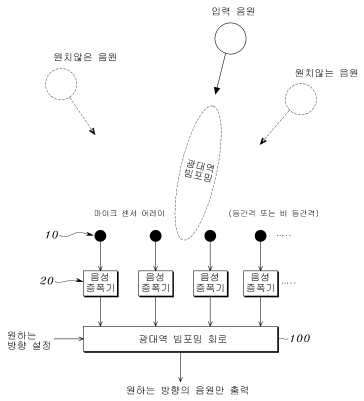
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템 및 그방법

(57) 요 약

본 발명은 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, (a) 등간격 또는 비등간격으로 설치되어 복수 개의 마이크 센서로 구성된 마이크 센서 어레이를 통해 음원 신호를 입력하는 단계와; (b) 상기 복수 개의 마이크 센서를 통해 입력된 각각의 신호를 증폭 및 A/D 변환한 후 저장하는 단계와; (c) 상기 저장된 신호를 각 마이크 센서별로 주파수 변환(FFT)하여 주파수별로 분해하는 단계와; (d) 상기 주파수별로 분해된 각각의 주파수 신호에 복소가중치를 적용하는 단계와; (e) 상기 복소가중치를 적용한 주파수 신호를 다시 역 주파수 변환(IFFT)하는 단계; 및 (f) 상기 역 주파수 변환(IFFT)된 신호를 D/A 변환하여 출력하는 단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다. 따라서, 마이크 어레이를 이용하여 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 입력하고 원하지 않는 방향의 음원을 제거할 수 있으며, 음원의 방향성을 이용하여 방향이 다른 곳에서 입사하는 잡음을 제거할 수 있다. 또한, 마이크 시스템을 기계적으로 움직이지 않더라도 전자적으로 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향으로의 조향이 가능한 장점이 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법에 있어서,

(a) 등간격 또는 비 등간격으로 설치되어 복수 개의 마이크 센서로 구성된 마이크 센서 어레이를 통해 음원 신호를 입력하는 단계와;

(b) 상기 복수 개의 마이크 센서를 통해 입력된 각각의 신호를 증폭 및 A/D 변환한 후 저장하는 단계와;

(c) 상기 저장된 신호를 각 마이크 센서별로 주파수 변환(FFT)하여 주파수별로 분해하는 단계와;

(d) 상기 주파수별로 분해된 각각의 주파수 신호에 복소가중치를 적용하는 단계와;

(e) 상기 복소가중치를 적용한 주파수 신호를 다시 역 주파수 변환(IFFT)하는 단계; 및

(f) 상기 역 주파수 변환(IFFT)된 신호를 D/A 변환하여 출력하는 단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복소가중치는 아래의 수학식에 의해 산출하는 것을 특징으로 하는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법.

[수학식]

$$w_k(\omega_i) = A_k e^{-jk\frac{2\pi}{\lambda_i} d\sin\Theta_0}$$

여기서, λ 는 신호의 파장, k 는 어레이의 인덱스이고, d 는 각 어레이간의 간격이며, Θ 는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다. 상기 수학식은 k번째 마이크센서의 i번째 주파수영역에서의 가중치를 나타낸다.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법은:

원하는 방향의 신호를 출력하기 위한 배열 계수를 아래의 수학식 1 내지 수학식 3에 의해 구하는 것을 특징으로 하는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법.

[수학식 1]

$$x(k) = ae^{j\frac{2\pi}{\lambda} kd\sin\Theta}$$

[수학식 2]

$$F(\Theta) = \sum_{k=0}^{K-1} x(k) V_k = \sum_{k=0}^{K-1} aA_k e^{j(\frac{2\pi}{\lambda} kd\sin\Theta + ka)}$$

[수학식 3]

$$F(\Theta) = e^{\frac{j\frac{2\pi}{\lambda} d[\sin\Theta - \sin\Theta_0](K-1)}{2}} \left[\frac{\sin\left(\frac{K\frac{2\pi}{\lambda} d(\sin\Theta - \sin(\Theta_0)}{2} \right)}{\sin\left(\frac{\frac{2\pi}{\lambda} d(\sin\Theta - \sin(\Theta_0)}{2} \right)} \right]$$

여기서, λ 는 신호의 파장, k 는 어레이의 인덱스이고, $V_k = A_k e^{jka}$ 는 각 어레이의 복소가중치이다. 그리고 d 는 각 어레이 간의 간격이며, Θ 는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다.

청구항 4

마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템에 있어서,

등간격 또는 비 등간격으로 설치되어 음원 신호를 각각 입력하는 복수 개의 마이크 센서로 구성된 마이크 센서 어레이와;

상기 복수 개의 마이크 센서를 통해 입력된 각각의 신호를 증폭하는 복수 개의 음성 증폭기; 및

상기 복수 개의 음성 증폭기로부터 상기 마이크 센서 어레이를 통해 수신된 신호를 입력하여 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 출력하고 원하지 않는 방향의 신호는 제거하는 광대역 빔포밍 회로;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 광대역 빔포밍 회로는:

상기 복수 개의 음성 증폭기로부터 상기 마이크 센서 어레이를 통해 수신된 신호를 입력하여 각각 저장하는 복수 개의 버퍼와;

상기 복수 개의 버퍼로부터 신호를 수신받아 각 마이크 센서별로 주파수 변환(FFT)하여 주파수별로 분해하는 복수 개의 주파수 변환부와;

상기 복수 개의 주파수 변환부로부터 신호를 수신하여 각각의 주파수에 해당하는 복소 가중치를 곱하는 복수 개의 제 1 및 제 2 곱셈기와;

상기 복수 개의 제 2 곱셈기로부터 출력되는 신호 중에서 각각 2개의 신호를 더하여 출력하는 복수 개의 합산기; 및

상기 복수 개의 합산기로부터 신호를 수신받아 역주파수 변환(IFFT)하여 원하는 방향의 신호만을 출력하는 역주파수 변환부(IFFT);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 복소가중치는 아래의 수학식에 의해 산출하는 것을 특징으로 하는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템.

[수학식]

$$w_k(\omega_i) = A_k e^{-jk\frac{2\pi}{\lambda_i} d\sin\Theta_0}$$

여기서, λ 는 신호의 파장, k 는 어레이의 인덱스이고, d 는 각 어레이간의 간격이며, Θ 는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다. 상기 수학식은 k번째 마이크센서의 i번째 주파수영역에서의 가중치를 나타낸다.

청구항 7

제 4 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템은:

원하는 방향의 신호를 출력하기 위한 배열 계수를 아래의 수학식 1 내지 수학식 3에 의해 구하는 것을 특징으로 하는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템.

[수학식 1]

$$x(k) = ae^{j\frac{2\pi}{\lambda} kd\sin\Theta}$$

[수학식 2]

$$F(\Theta) = \sum_{k=0}^{K-1} x(k) V_k = \sum_{k=0}^{K-1} aA_k e^{j(\frac{2\pi}{\lambda} kd\sin\Theta + ka)}$$

[수학식 3]

$$F(\Theta) = e^{\frac{j\frac{2\pi}{\lambda} d[\sin\Theta - \sin\Theta_0](K-1)}{2}} \left[\frac{\sin\left(\frac{K\frac{2\pi}{\lambda} d(\sin\Theta - \sin(\Theta_0)}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\frac{2\pi}{\lambda} d(\sin\Theta - \sin(\Theta_0)}{2}\right)} \right]$$

여기서, λ 는 신호의 파장, k 는 어레이의 인덱스이고, $V_k = A_k e^{jka}$ 는 각 어레이의 복소가중치이다. 그리고 d 는 각 어레이 간의 간격이며, Θ 는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<14> 본 발명은 마이크 어레이(array)(또는, '배열'이라고도 함)를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 특히 기존의 마이크 어레이를 사용하여 원하는 방향의 소리만을 입력할 수 있는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

<15> 일반적으로, 빔 포밍(Beam Forming) 방식은 원하는 방향으로부터 전파되어오는 신호만을 수신하고, 그 외의 방향으로부터 전파되어 오는 신호는 제거하는 기술로서, 알고리즘을 사용하여 신호처리를 하고 있다.

<16> 그러나, 종래의 음원 필터링 시스템은 원하는 방향의 신호를 수신하기 위해 마이크 어레이를 신호가 수신되는 방향으로 그때그때 변경해 주어야 하는 불편함이 있었고, 신호를 처리하는 알고리즘이 복잡하여 구현하기 어려운 문제점이 있었다. 또한, 음원을 필터링할 때 제대로 필터링이 되지 않아 잡음이 심하게 발생하는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<17> 따라서, 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 이루어진 것으로, 본 발명의 제 1 목적은 마이크 시스템을 기계적으로 움직이지 않더라도 전자적으로 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향으로의 조향이 가능한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템을 제공하는 데 있다.

<18> 또한, 본 발명의 제 2 목적은 마이크 어레이를 이용하여 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 입력하고 원하지 않는 방향의 음원을 제거할 수 있는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템을 제공하는 데 있다.

<19> 또한, 본 발명의 제 3 목적은 마이크 시스템을 기계적으로 움직이지 않더라도 전자적으로 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향으로의 조향이 가능한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법을 제공하는 데 있다.

<20> 또한, 본 발명의 제 4 목적은 마이크 어레이를 이용하여 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 입력하고 원하지 않는 방향의 음원을 제거할 수 있는 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

<21> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법은, (a) 등간격 또는 비 등간격으로 설치되어 복수 개의 마이크 센서로 구성된 마이크 센서 어레이를 통해 음원 신호를 입력하는 단계와; (b) 상기 복수 개의 마이크 센서를 통해 입력된 각각의 신호를 증폭 및 A/D 변환한 후 저장하는 단계와; (c) 상기 저장된 신호를 각 마이크 센서별로 주파수 변환(FFT)하여 주파수별로 분해하는 단계와; (d) 상기 주파수별로 분해된 각각의 주파수 신호에 복소가중치를 적용하는 단계와; (e) 상기 복소가중치를 적용한 주파수 신호를 다시 역 주파수 변환(IFFT)하는 단계; 및 (f) 상기 역 주파수 변환(IFFT)된 신호를 D/A 변환하여 출력하는 단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

<22> 상기 복소가중치는 아래의 수학식에 의해 산출하는 것을 특징으로 한다.

<23> [수학식]

<24> $$w_k(\omega_i) = A_k e^{-jk\frac{2\pi}{\lambda_i} d\sin\theta_0}$$

<25> 여기서, λ 는 신호의 파장, k 는 어레이의 인덱스이고, d 는 각 어레이간의 간격이며, θ 는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다. 상기 수학식은 k번째 마이크센서의 i번째 주파수영역에서의 가중치를 나타낸다.

<26> 상기 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법은, 원하는 방향의 신호를 출력하기 위한 배열 계수를 아래의 수학식 1 내지 수학식 3에 의해 구하는 것을 특징으로 한다.

<27> [수학식 1]

<28> $$x(k) = ae^{j\frac{2\pi}{\lambda} kd\sin\theta}$$

<29> [수학식 2]

$$F(\theta)=\sum_{k=0}^{K-1}x(k)V_k=\sum_{k=0}^{K-1}aA_k e^{j(\frac{2\pi}{\lambda}kd\sin\theta+ka)}$$

<30>

<31> [수학식 3]

$$F(\theta)=e^{\frac{j\frac{2\pi}{\lambda}d[\sin\theta-\sin\theta_0](K-1)}{2}}\left[\frac{\sin\left(\frac{K\frac{2\pi}{\lambda}d(\sin\theta-\sin(\theta_0)}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\frac{2\pi}{\lambda}d(\sin\theta-\sin(\theta_0)}{2}\right)}\right]$$

<32>

<33> 여기서, λ 는 신호의 파장, k 는 어레이의 인덱스이고, $V_k=A_k e^{jka}$ 는 각 어레이의 복소가중치이다. 그리고 d 는 각 어레이 간의 간격이며, Θ 는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다.

<34> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템은, 등간격 또는 비 등간격으로 설치되어 음원 신호를 각각 입력하는 복수 개의 마이크 센서로 구성된 마이크 센서 어레이와; 상기 복수 개의 마이크 센서를 통해 입력된 각각의 신호를 증폭하는 복수 개의 음성 증폭기; 및 상기 복수 개의 음성 증폭기로부터 상기 마이크 센서 어레이를 통해 수신된 신호를 입력하여 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 출력하고 원하지 않는 방향의 신호는 제거하는 광대역 빔포밍 회로;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

<35> 상기 광대역 빔포밍 회로는, 상기 복수 개의 음성 증폭기로부터 상기 마이크 센서 어레이를 통해 수신된 신호를 입력하여 각각 저장하는 복수 개의 버퍼와; 상기 복수 개의 버퍼로부터 신호를 수신받아 각 마이크 센서별로 주파수 변환(FFT)하여 주파수별로 분해하는 복수 개의 주파수 변환부와; 상기 복수 개의 주파수 변환부로부터 신호를 수신하여 각각의 주파수에 해당하는 복소 가중치를 곱하는 복수 개의 제 1 및 제 2 곱셈기와; 상기 복수 개의 제 2 곱셈기로부터 출력되는 신호 중에서 각각 2개의 신호를 더하여 출력하는 복수 개의 합산기; 및 상기 복수 개의 합산기로부터 신호를 수신받아 역주파수 변환(IFFT)하여 원하는 방향의 신호만을 출력하는 역주파수 변환부(IFFT);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

<36> 따라서, 마이크 어레이를 이용하여 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 입력하고 원하지 않는 방향의 음원을 제거할 수 있으며, 음원의 방향성을 이용하여 방향이 다른 곳에서 입사하는 잡음을 제거할 수 있다.

<37> 또한, 마이크 시스템을 기계적으로 움직이지 않더라도 전자적으로 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향으로의 조향이 가능하다.

<38> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 대해 더욱 상세히 설명하기로 한다.

<39> **마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템**

<40> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템의 구성도이다.

<41> 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 등간격 또는 비 등간격으로 설치되어 음원 신호를 각각 입력하는 복수 개의 마이크 센서로 구성된 마이크 센서 어레이(10)와, 상기 복수 개의 마이크 센서를 통해 입력된 각각의 신호를 증폭하는 복수 개의 음성 증폭기(20)와, 상기 복수 개의 음성 증폭기(20)로부터 상기 마이크 센서 어레이(10)를 통해 수신된 신호를 입력하여 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 출력하고 원하지 않는 방향의 신호는 제거하는 광대역 빔포밍 회로(100)를 포함하여 구성한다.

<42> 상기 복수 개의 마이크 센서는 전방향성(360도)에서 120도 정도의 거의 방향성이 없는 센서이며, 이를 이용한 마이크 센서 어레이(10)는 등간격 또는 비 등간격으로 구성될 수 있다.

<43> 상기 마이크 센서 어레이(10)를 통해 수신된 각각의 음성신호는 상기 마이크 센서에 각각 대응되도록 구성된 상기 복수 개의 음성 증폭기(20)를 통해 적절하게 증폭된 후 상기 광대역 빔포밍 회로(100)로 입력된다.

<44> 상기 광대역 빔포밍 회로(100)는 상기 복수 개의 음성 증폭기(20)로부터 상기 마이크 센서를 통해 수신된 복수 개의 음성신호를 수신한 후 미리 설정된 방향(또는, 원하는 방향)의 음원만을 선택하여 출력하고 미리 설정되지 아니한 방향의 음원은 제거한다.

<45> 상기 음성신호는 광대역 신호이므로 협대역 빔포밍 방식이 아닌 광대역 주파수 독립 빔포밍 방식을 사용하며, 이 방식은 각각의 센서별로 일정시간 데이터를 축적한 후 주파수영역으로 변환하여 각각의 주파수 별로 협대역 빔포밍을 행한 후 다시 역 주파수 변환을 하여 광대역 빔포밍을 수행하게 된다. 따라서, 본 발명에서는 음원의 방향성을 이용하여 방향이 다른 곳에서 입사하는 잡음을 제거할 수 있다.

<46> 도 2 및 도 3은 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법을 설명하기 위한 설명도이다.

<47> 도 2에 도시된 바와 같이, 영어 화자(English speaker)와 중국어 화자(Chinese speaker)가 90도와 30도의 방향에 존재하여 동시에 말을 할 경우, 마이크 시스템(마이크 센서 어레이)을 90도에 조향하면 영어화자의 목소리만 들리게 되고, 30도에 조향하게 되면 중국어 화자의 목소리만 들리게 된다.

<48> 본 발명에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템에서는 상기 마이크 시스템을 기계적으로 움직일 필요가 없으며 전자적으로 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향으로의 조향이 가능하다.

<49> 또한, 집안에서 음성입력 홈네트워크 기기의 사용시 주위의 아이울음소리나 라디오소리 등의 방향성 잡음으로 인식이 불가능한 경우, 본 발명에 의한 시스템을 사용하게 되면 화자의 방향으로 조향이 가능하므로 이러한 잡음들을 필터링 할 수 있다.

<50> 또한, 자동차에서 전화 통화시 핸즈프리나 음성인식으로의 음성입력이 필요한 경우 자동차 엔진소리, 창문의 바람소리 등으로 인하여 잡음이 입력되는 경우 본 발명에 의한 시스템을 사용하게 되면 방향성 잡음을 제거할 수 있어 양질의 음성 입력이 가능하다.

<51> **광대역 빔포밍 회로(100)**

<52> 도 4는 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 광대역 빔포밍 회로(100)의 구성도이다.

<53> 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 광대역 빔포밍 회로는 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 복수 개의 음성 증폭기(20)로부터 상기 마이크 센서 어레이(10)를 통해 수신된 신호($X_K(t)$)를 입력하여 각각 저장하는 복수 개의 버퍼(110)와, 상기 복수 개의 버퍼(110)로부터 신호($X_{K,M}$)를 수신받아 각 마이크 센서별로 주파수 변환(FFT)하여 주파수별로 신호를 분해하는 복수 개의 주파수 변환부(FFT)(120)와, 상기 복수 개의 주파수 변환부(120)로부터 신호를 수신하여 각각의 주파수에 해당하는 복소 가중치($V_k = A_k e^{jka}$)를 곱하는 복수 개의 제 1 및 제 2 곱셈기(130)(140)와, 상기 복수 개의 제 2 곱셈기(140)로부터 출력되는 신호 중에서 각각 2개의 신호를 더하여 출력하는 복수 개의 합산기(150)와, 상기 복수 개의 합산기(150)로부터 신호를 수신받아 역주파수 변환(IFFT)하여 원하는 방향의 신호만을 출력하는 역주파수 변환부(IFFT)(160)을 포함하여 구성한다.

<54> 상기 구성을 갖는 본 발명의 광대역 빔포밍 회로의 동작을 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<55> 먼저, K개의 등간격 선형 마이크 센서 어레이(10)가 도 5에 도시된 바와 같을 때 입력신호(x(t))와 각 센서에서 출력된 값을 복소가중치($V_k = A_k e^{jka}$)를 곱하여 더한 값(배열 계수(array factor: F))은 다음의 식과 같다.

수학식 1

<56> $$x(k) = ae^{j\frac{2\pi}{\lambda}kd\sin\theta}$$

수학식 2

$$F(\theta)=\sum_{k=0}^{K-1}x(k)V_k=\sum_{k=0}^{K-1}aA_k e^{j(\frac{2\pi}{\lambda}kd\sin\theta+ka)}$$

<57>

<58> 여기서, λ 는 신호의 파장, k 는 어레이의 인덱스이고, $V_k=A_k e^{jka}$ 는 각 어레이의 복소가중치이다. 그리고 d 는 각 어레이 간의 간격이며, θ 는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다.

<59> 만약에 $a=-\frac{2\pi}{\lambda}d\sin\theta_0$ 에서 배열 계수(Array factor) $F(\theta)$ 가 최대의 응답일 때, θ_0 는 어레이 축에 입사하는 신호의 입사각이다. 즉 안테나 빔이 입사하는 신호의 방향으로 조정되었다 할 수 있다.

<60> 상기 수학식 2를 등비수열의 합을 이용하여 전개하면 "sinc" 함수의 표현과 같은 형태로 배열 계수(Array factor)를 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$F(\theta)=e^{\frac{j\frac{2\pi}{\lambda}d[\sin\theta-\sin\theta_0](K-1)}{2}}\left[\frac{\sin\left(\frac{K\frac{2\pi}{\lambda}d(\sin\theta-\sin(\theta_0)}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\frac{2\pi}{\lambda}d(\sin\theta-\sin(\theta_0)}{2}\right)}\right]$$

<61>

<62> 참고로, 도 6은 '어레이 축에 입사하는 신호의 입사각(θ_0)=0° ' 일 때의 배열 계수(array factor)를 나타낸 도면이고, 도 7은 '어레이 축에 입사하는 신호의 입사각(θ_0)=20° ' 일 때의 배열 계수(array factor)를 나타낸 도면이다

<63> **광대역 빔포밍(Wideband beamforming)**

<64> 일반적으로, 음성 신호는 200Hz 내지 3000Hz 부근에 분포하는 광대역 신호이다. 상기 수학식 3에서의 λ 가 변화하게 되므로 배열 계수(array factor)은 주파수에 따라 변화하게 된다.

<65> 빔 폭이 주파수의 함수가 되지 않게 하려면 신호를 각각의 주파수별로 나누어 가중치를 적용한 후 다시 합치면 주파수에 독립인 빔을 만들 수 있다. 즉, 광대역 빔포밍(beamforming)은 각각의 마이크센서에서 입력된 신호를 일정기간 버퍼에 저장하였다가 각 센서별로 주파수변환(FFT)을 하여 주파수별로 분해한 뒤 각각의 주파수에 해당하는 가중치를 구하고 적용한 후 다시 역주파수변환(IFFT) 과정을 거쳐 필터링된 음성신호를 출력한다. 이 과정은 도 4의 그림과 같다. 복소 가중치는 각 주파수에 해당하는 파장의 함수로 주어진다. 즉 k번째 마이크센서의 i번째 주파수영역에서의 가중치는 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$w_k(\omega_i)=A_k e^{-jk\frac{2\pi}{\lambda_i}d\sin\theta_0}$$

<66>

<67> **마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법**

<68> 도 8은 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.

<69> 도 1, 도 4 및 도 8을 참조하면, 등간격 또는 비 등간격으로 설치되어 복수 개의 마이크 센서로 구성된 마이크 센서 어레이(10)를 통해 음원 신호를 입력한다(단계 S10).

<70> 그 다음, 상기 복수 개의 마이크 센서를 통해 입력된 각각의 신호를 상기 음성 증폭기(20)를 통해 증폭 및 A/D 변환한 후, 상기 광대역 빔포밍 회로(100)의 버퍼(110)에 저장한다(단계 S20).

<71> 그 다음, 상기 복수 개의 주파수 변환부(FFT)(120)에서 상기 복수 개의 버퍼(110)로부터 저장된 신호를 수신받아 각 마이크 센서별로 주파수 변환(FFT)하여 주파수별로 분해한다(단계 S30).

<72> 그 다음, 상기 주파수별로 분해된 각각의 주파수 신호를 상기 제 1 및 제 2 곱셈기(130)(140) 및 합산기(150)를 통해 복소가중치를 적용한다(단계 S40). 이때, 상기 복소가중치는 아래의 수학식에 의해 산출할 수 있다.

<73>
$$w_k(\omega_i) = A_k e^{-jk\frac{2\pi}{\lambda_i} d\sin\Theta_0}$$

<74> 여기서, λ는 신호의 파장, k는 어레이의 인덱스이고, d는 각 어레이간의 간격이며, Θ는 어레이 축으로 입사하는 신호의 입사각이다. 상기 수학식은 k번째 마이크센서의 i번째 주파수영역에서의 가중치를 나타낸다.

<75> 그 다음, 상기 복소가중치를 적용한 주파수 신호를 상기 역 주파수 변환부(IFFT)(160)를 통해 다시 역 주파수 변환(IFFT)함으로써, 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 입력하고 원하지 않는 방향의 음원을 제거할 수 있다(단계 S50).

<76> 마지막으로, 상기 역 주파수 변환(IFFT)된 신호를 D/A 변환하여 출력한다(단계 S60).

<77> 이상의 본 발명은 상기에 기술된 실시 예들에 의해 한정되지 않고, 당업자들에 의해 다양한 변형 및 변경을 가져올 수 있으며, 이는 첨부된 특허청구범위에서 정의되는 본 발명의 취지와 범위에 포함되는 것으로 보아야 할 것이다.

발명의 효과

<78> 상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템 및 그 방법에 의하면, 마이크 어레이를 이용하여 원하는 방향의 신호만을 선택적으로 입력하고 원하지 않는 방향의 음원을 제거할 수 있는 효과가 있다.

<79> 또한, 음원의 방향성을 이용하여 방향이 다른 곳에서 입사하는 잡음을 제거할 수 있다.

<80> 또한, 마이크 시스템을 기계적으로 움직이지 않더라도 전자적으로 각각의 마이크 센서의 가중치를 변화시킴으로써 원하는 방향으로의 조향이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 시스템의 구성도

<2> 도 2 및 도 3은 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법을 설명하기 위한 설명도

<3> 도 4는 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 광대역 빔포밍 회로의 구성도

<4> 도 5는 본 발명의 광대역 빔포밍 회로에서 배열 계수을 계산하는 방법을 설명하기 위한 도면

<5> 도 6은 '어레이 축에 입사하는 신호의 입사각(Θ_0)=0° ' 일 때의 배열 계수을 나타낸 도면

<6> 도 7은 '어레이 축에 입사하는 신호의 입사각(Θ_0)=20° ' 일 때의 배열 계수을 나타낸 도면

<7> 도 8은 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 마이크 어레이를 이용한 방향성 음원 필터링 방법을 나타낸 동작 흐름도

<8> [도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명]

<9> 10 : 마이크 센서 어레이 20 : 음성 증폭기

<10> 100 : 광대역 빔포밍(wideband beamforming) 회로

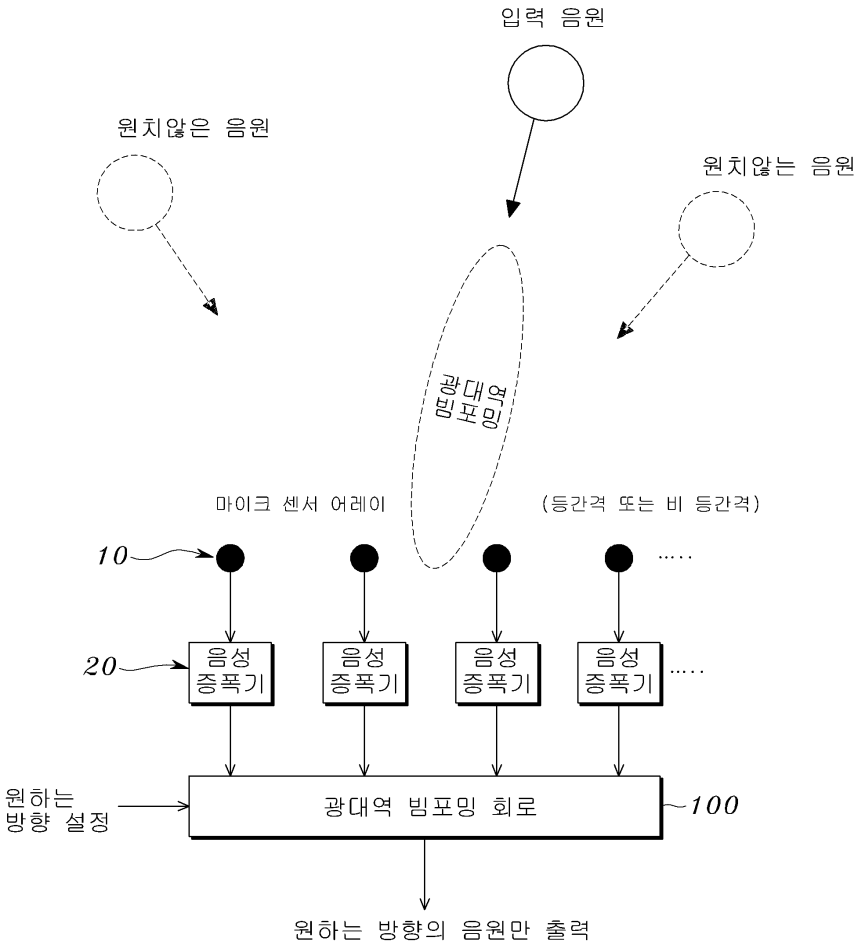
<11> 110 : 버퍼(Buffer) 120 : 주파수변환부(FFT)

<12> 130 : 제 1 곱셈기 140 : 제 2 곱셈기

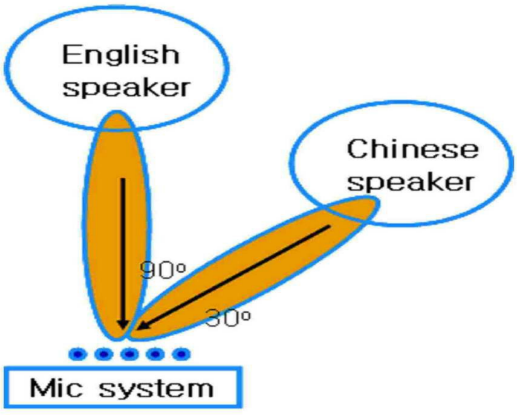
<13> 150 : 합산기 160 : 역 주파수변환부(IFFT)

도면

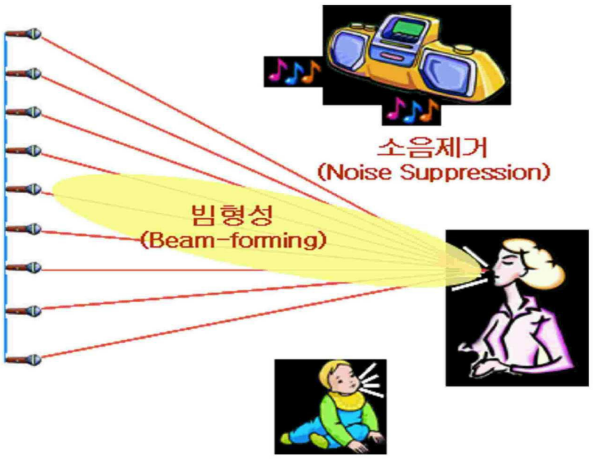
도면1



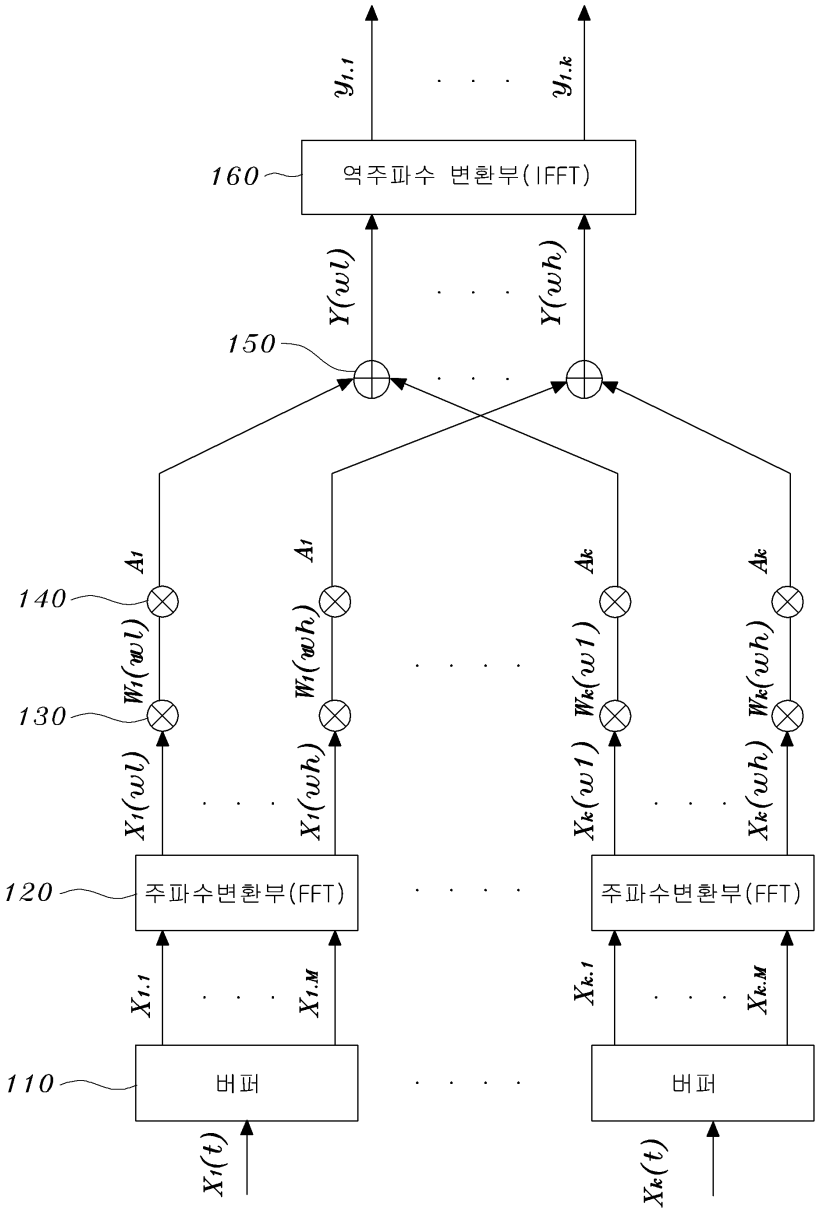
도면2


English speaker
Chinese speaker
90°
30°
Mic system

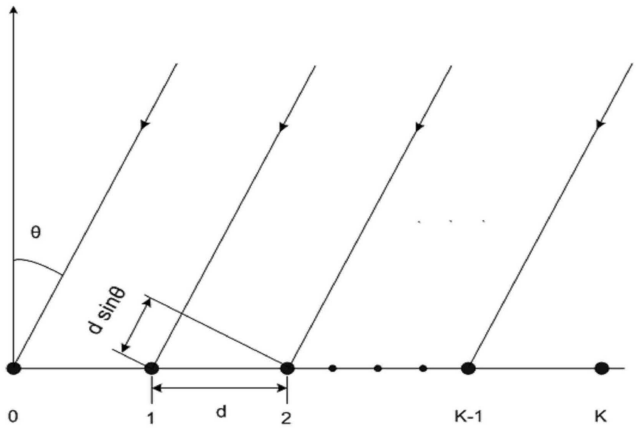
도면3


소음제거
(Noise Suppression)
빔형성
(Beam-forming)

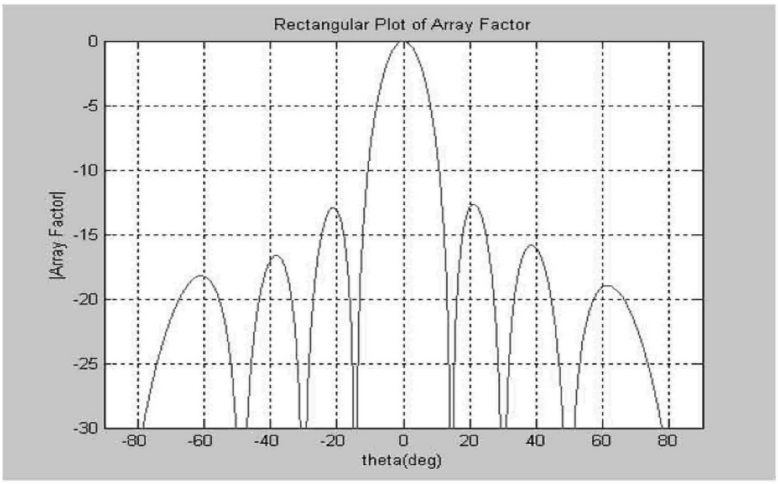
도면4


160
역주파수 변환부(IFFT)
150
140
130
120
주파수변환부(FFT)
주파수변환부(FFT)
110
버퍼
버퍼

도면5

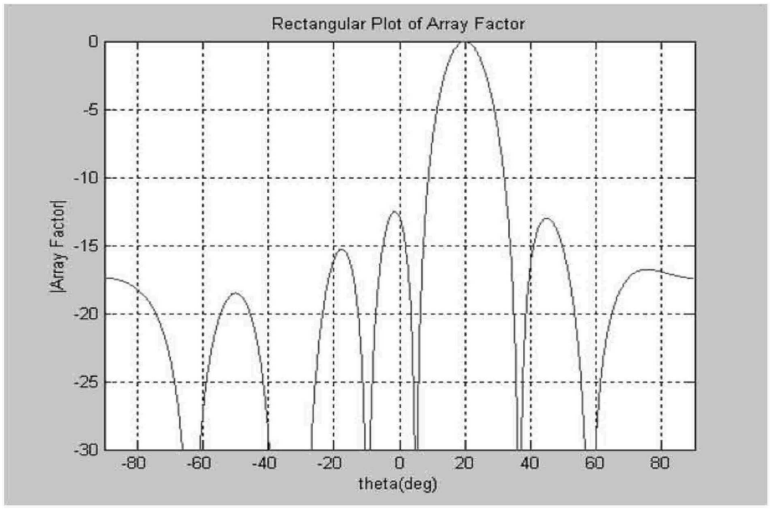


도면6



Rectangular plot with $\theta_{\circ} = 0^{\circ}$

도면7



Rectangular plot with $\theta_0 = 20^\circ$

도면8

