



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0131814
(43) 공개일자 2019년11월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 11/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01S 11/14 (2013.01)
G01S 5/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0056687
(22) 출원일자 2018년05월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한화테크윈 주식회사
경기도 성남시 분당구 판교로319번길 6 (삼평동)

광주과학기술원
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)

(72) 발명자
박진수
경기도 성남시 분당구 판교로 319번길 6 (삼평동)
임정은
경기도 성남시 분당구 판교로 319번길 6 (삼평동)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 6 항

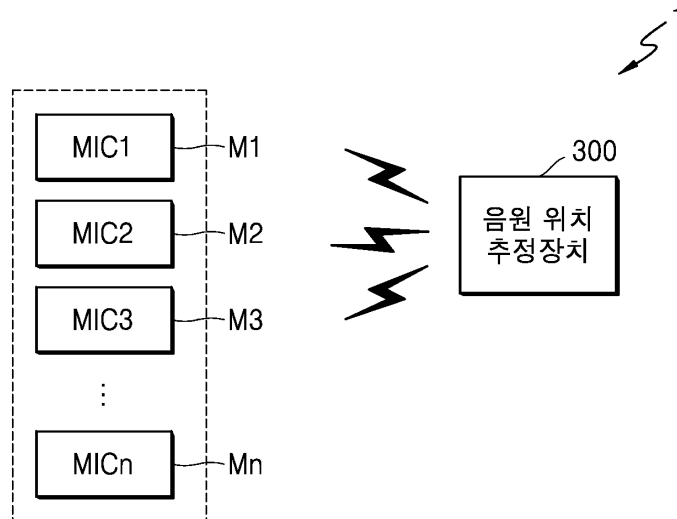
(54) 발명의 명칭 **음원 위치 추정 장치 및 그의 음원 위치 추정 방법**

(57) 요약

본 발명의 실시예들은 음원 추정 장치 및 그의 음원 위치 추정 방법을 개시한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법은, 영역 내에 분산된 복수의 마이크로폰들 중 적어도 3개의 마이크로폰들의 조합에 의한 마이크로폰 쌍들이 감지한 음향신호의 상관관계를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간을 추정하는 단계; 상기 영역 내의 정해진 복수의 후보 좌표들로부터 상기 마이크로폰 쌍들의 거리 차이를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제2 지연시간을 추정하는 단계; 및 상기 복수의 후보 좌표들별 상기 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 상기 제1 지연시간 및 상기 제2 지연시간의 차이를 기초로 음원 좌표를 추정하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

최은지

경기도 성남시 분당구 판교로 319번길 6 (삼평동)

김홍국

광주광역시 북구 침단과기로 123, C동 507호 (오룡동)

문정민

광주광역시 북구 침단과기로 123, C동 216호 (오룡동)

명세서

청구범위

청구항 1

영역 내에 분산된 복수의 마이크로폰들 중 적어도 3개의 마이크로폰들의 조합에 의한 마이크로폰 쌍들이 감지한 음향신호의 상관관계를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간을 추정하는 단계;

상기 영역 내의 정해진 복수의 후보 좌표들로부터 상기 마이크로폰 쌍들의 거리 차이를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제2 지연시간을 추정하는 단계; 및

상기 복수의 후보 좌표들별 상기 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 상기 제1 지연시간 및 상기 제2 지연시간의 차이를 기초로 음원 좌표를 추정하는 단계;를 포함하는 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 음원 좌표 추정 단계는,

상기 복수의 후보 좌표들 중 상기 마이크로폰 쌍들의 상기 제1 지연시간 및 상기 제2 지연시간의 차이의 제곱의 합을 최소로 하는 후보 좌표를 상기 음원 좌표로 추정하는 단계;를 포함하는 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간을 기초로, 상기 음원의 위치가 상기 영역 내인지를 판단하는 단계;를 더 포함하는 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적어도 3개의 마이크로폰들로부터 복수의 마이크로폰 그룹들을 구성하고, 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간의 합이 최소인 마이크로폰 그룹을 선택하는 단계;를 더 포함하는 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 음원 좌표 추정 단계는,

상기 선택된 마이크로폰 그룹의 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간 및 제2 지연시간의 차이를 기초로 음원 좌표를 추정하는 단계;를 포함하는 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법.

청구항 6

영역 내에 분산된 복수의 마이크로폰들 중 적어도 3개의 마이크로폰들의 조합에 의한 마이크로폰 쌍들이 감지한 음향신호의 상관관계를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간을 추정하는 제1 지연시간 추정부;

상기 영역 내의 정해진 복수의 후보 좌표들로부터 상기 마이크로폰 쌍들의 거리 차이를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제2 지연시간을 추정하는 제2 지연시간 추정부; 및

상기 복수의 후보 좌표들별 상기 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 상기 제1 지연시간 및 상기 제2 지연시간의 차이를 기초로 음원 좌표를 추정하는 음원 위치 추정부;를 포함하는 음원 위치 추정 장치.

발명의 설명

기술분야

본 발명의 실시예들은 음원 추정 장치 및 그의 음원 위치 추정 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

[0002] 소정 구간 내에 임의의 위치에 분산 배치되어 있는 마이크로폰(음향 센서)들을 사용하여 그 구간 내에서 발생하는 음향을 감지하고 발생 위치를 정확하게 추정하는 방법들이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 실시예들은 다양한 환경에서 강건한 음원 위치 추정 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따른 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법은, 영역 내에 분산된 복수의 마이크로폰들 중 적어도 3개의 마이크로폰들의 조합에 의한 마이크로폰 쌍들이 감지한 음향신호의 상관관계를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간을 추정하는 단계; 상기 영역 내의 정해진 복수의 후보 좌표들로부터 상기 마이크로폰 쌍들의 거리 차이를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제2 지연시간을 추정하는 단계; 및 상기 복수의 후보 좌표들별 상기 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 상기 제1 지연시간 및 상기 제2 지연시간의 차이를 기초로 음원 좌표를 추정하는 단계;를 포함한다.

[0005] 상기 음원 좌표 추정 단계는, 상기 복수의 후보 좌표들 중 상기 마이크로폰 쌍들의 상기 제1 지연시간 및 상기 제2 지연시간의 차이의 제곱의 합을 최소로 하는 후보 좌표를 상기 음원 좌표로 추정하는 단계;를 포함할 수 있다

[0006] 상기 방법은, 상기 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간을 기초로, 상기 음원의 위치가 상기 영역 내인지를 판단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0007] 상기 방법은, 상기 적어도 3개의 마이크로폰들로부터 복수의 마이크로폰 그룹들을 구성하고, 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간의 합이 최소인 마이크로폰 그룹을 선택하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0008] 상기 음원 좌표 추정 단계는, 상기 선택된 마이크로폰 그룹의 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간 및 제2 지연시간의 차이를 기초로 음원 좌표를 추정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 음원 위치 추정 장치는, 영역 내에 분산된 복수의 마이크로폰들 중 적어도 3개의 마이크로폰들의 조합에 의한 마이크로폰 쌍들이 감지한 음향신호의 상관관계를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간을 추정하는 제1 지연시간 추정부; 상기 영역 내의 정해진 복수의 후보 좌표들로부터 상기 마이크로폰 쌍들의 거리 차이를 기초로 상기 마이크로폰 쌍들의 제2 지연시간을 추정하는 제2 지연시간 추정부; 및 상기 복수의 후보 좌표들별 상기 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 상기 제1 지연시간 및 상기 제2 지연시간의 차이를 기초로 음원 좌표를 추정하는 음원 위치 추정부;를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 실시예들은 카메라가 설치된 실내 및 실외뿐만 아니라, 사각지대 또는 시야가 확보되지 않는 다양한 환경에서도 강건한 음원 위치 추정 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 감시 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1의 마이크로폰의 구현 예이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 음원위치 추정장치의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

도 4 및 도 5는 제1 지연시간 추정을 설명하는 도면이다.

도 6은 제2 지연시간 추정을 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법을 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 상술한 목적, 특징 및 장점들은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 더욱 분명해 질 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략하거나 간략하게 설명하는 것으로 한다.
- [0013] 한편, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 바람직한 실시예에 따른 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.
- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 감시 시스템을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 마이크로폰의 구현 예이다.
- [0016] 도 1을 참조하면, 감시 시스템은 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn) 및 음원위치 추정장치(20)를 포함할 수 있다.
- [0017] 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn)은 소정 영역 내에 소정 간격으로 배치될 수 있다. 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn) 각각(100)은 도 2에 도시된 바와 같이, 가로등(500)과 같은 고정 지주에 설치될 수도 있고, 건물 외벽에 설치될 수도 있다. 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn) 각각은 카메라(200)와 인접하게 배치되거나, 카메라(200) 내에 내장될 수 있다. 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn) 각각에는 고유 식별 정보로서 ID가 부여될 수 있다. 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn)은 음원으로부터 음향신호를 수신할 수 있다.
- [0018] 음원위치 추정장치(20)는 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn)과 네트워크를 통해 통신할 수 있다. 음원위치 추정장치(20)는 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn)이 수신한 음향신호를 기초로 음원의 위치를 추정할 수 있다.
- [0019] 네트워크는 지그비(Zigbee), 블루투스(Bluetooth), RFID(Radio Frequency Identification), NFC, 적외선 통신 등의 근거리 무선 통신 네트워크, 및 3G, 4G(LTE), 와이파이(WiFi), 와이브로(Wibro), 와이맥스(Wimax) 등과 같은 이동 통신 네트워크, 무선 인터넷 통신 네트워크, Sub 1GHz 대역 통신 및/또는 유선 통신 네트워크를 포함할 수 있다.
- [0020] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 음원위치 추정장치의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다. 도 4 및 도 5는 제1 지연시간 추정을 설명하는 도면이다. 도 6은 제2 지연시간 추정을 설명하는 도면이다.
- [0021] 도 3을 참조하면, 음원위치 추정장치(20)는 제1 지연시간 추정부(310), 분류기(330), 선택부(350), 제2 지연시간 추정부(370), 및 위치 추정부(390)를 포함할 수 있다.
- [0022] 도 4 및 도 5를 함께 참조하면, 제1 지연시간 추정부(310)는 소정 영역(SA)에 분산 배치된 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn) 각각이 감지한 음향신호를 수집할 수 있다(311). 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn)은 적어도 3개의 마이크로폰들일 수 있다. 제1 지연시간 추정부(310)는 복수의 마이크로폰들(M1, M2, M3, ..., Mn) 중 마이크로폰 쌍(MP)을 조합하고, 마이크로폰 쌍(MP)별로 음향신호를 수집할 수 있다.
- [0023] 제1 지연시간 추정부(310)는 마이크로폰 쌍(MP)마다 수집된 음향신호의 상관관계를 기초로 마이크로폰 쌍(MP)에 대한 음향신호 도착 지연시간(이하, '제1 지연시간'이라 함)을 추정할 수 있다(313). 제1 지연시간 추정부(310)는 2개의 마이크로폰들을 하나의 쌍으로 묶어, 모든 마이크로폰 쌍의 조합에 대해 제1 지연시간을 추정할 수 있다.
- [0024] 분류기(330)는 사전에 저장된 지연시간 및 음원 발생 위치 관계를 이용하여 제1 지연시간 추정부(310)로부터 출력되는 제1 지연시간들로부터 음원 발생 위치가 복수의 마이크로폰들의 내부 영역인지 여부를 판단할 수 있다. 여기서 내부 영역은 복수의 마이크로폰들이 배치된 소정 영역(SA)으로, 관심영역 또는 감시영역일 수 있다. 분류기(330)는 음원 위치의 좌표를 산출하는 것이 아니고, 음원 위치가 대략 관심영역 내인지 관심영역 밖인지를 판단할 수 있다.
- [0025] 분류기(330)는 관심영역 내의 음원의 음향신호의 지연시간은 라벨 1, 관심영역 외의 음원의 음향신호의 지연시간은 라벨 0으로 지정하여 음원 위치별 지연시간을 미리 학습한 분류기일 수 있다. 분류기는 예를 들어, SVM(Support Vector Machine) 분류기일 수 있다. 분류기(330)는 생략될 수 있다.
- [0026] 선택부(350)는 관심영역 내 복수의 마이크로폰 그룹(MG)들 중 하나의 마이크로폰 그룹(MG)을 선택할 수 있다. 하나의 마이크로폰 그룹(MG)은 적어도 3개의 마이크로폰들을 포함할 수 있다. 선택부(350)는 복수의 마이크로폰 그룹(MG)들 중 오차가 최소인 마이크로폰 그룹(MG)을 선택할 수 있다. 선택부(350)는 마이크로폰 그룹(MG) 단위

로 마이크로폰 쌍(MP)들의 제1 지연시간의 합을 산출하고, 합이 최소인 마이크로폰 그룹(MG)을 선택할 수 있다.

[0027] 예를 들어, 4개의 마이크로폰들이 감시 영역에 분산 배치된 경우, (M1, M2, M3), (M1, M2, M4), (M1, M3, M4), (M2, M3, M4), (M1, M2, M3, M4)와 같이 5개의 마이크로폰 그룹이 구성될 수 있다. 선택부(350)는 5개의 마이크로폰 그룹 각각의 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간의 합을 산출하고, 합이 최소인 마이크로폰 그룹을 선택할 수 있다.

[0028] 도 5의 실시예는 감시 영역 내 10개의 마이크로폰들이 분산 배치되고, 3개의 마이크로폰들을 포함하는 마이크로폰 그룹들(MG1, MG2, ...)을 도출하고 있다. 예를 들어, 제1 마이크로폰 그룹(MG1)을 구성하는 3개의 마이크로폰들로부터 3개의 마이크로폰 쌍(MP), 즉, 제1 마이크로폰 쌍(M1, M2), 제2 마이크로폰 쌍(M1, M3), 제3 마이크로폰 쌍(M2, M3)의 조합이 가능하다.

[0029] 이하에서는, 제1 지연시간 추정부(310)에 의한 제1 마이크로폰 그룹(MG1)의 3개의 마이크로폰 쌍(MP)들에 대해 제1 지연시간을 추정하는 방법을 예로서 설명한다. 음향신호 $x(n)$ 는 하기 식 (1)과 같이 유효 음향신호 $s(n)$ 과 잡음신호 $v(n)$ 의 합으로 나타낼 수 있다. $x_i(n)$ 은 i 번째 마이크로폰에 입력된 n 번째 샘플링 입력신호를 나타낸다.

[0030]
$$x_i(n) = a_i s_i(n - \tau_i) + v_i(n) \dots (1)$$

[0031] 제1 마이크로폰(M1) 내지 제3 마이크로폰(M3)들 각각이 감지한 음향신호는 하기 식(2)와 같이 $x_1(n)$, $x_2(n)$, $x_3(n)$ 으로 나타낼 수 있다.

[0032]
$$x_1(n) = a_1 s_1(n - \tau_1) + v_1(n)$$

[0033]
$$x_2(n) = a_2 s_2(n - \tau_2) + v_2(n)$$

[0034]
$$x_3(n) = a_3 s_3(n - \tau_3) + v_3(n) \dots (2)$$

[0035] 3개의 마이크로폰 쌍(MP)들인 제1 마이크로폰 쌍(M1, M2), 제2 마이크로폰 쌍(M1, M3), 제3 마이크로폰 쌍(M2, M3) 각각에 대한 음향신호 간의 상관관계(correlation) $R_{x_1x_2}(\tau)$, $R_{x_1x_3}(\tau)$, $R_{x_2x_3}(\tau)$ 는 각각 하기 식 (3)과 같다.

[0036]
$$R_{x_1x_2}(\tau) = R_{s_1s_2}(n - \tau) + R_{v_1v_2}(n)$$

[0037]
$$R_{x_1x_3}(\tau) = R_{s_1s_3}(n - \tau) + R_{v_1v_3}(n)$$

[0038]
$$R_{x_2x_3}(\tau) = R_{s_2s_3}(n - \tau) + R_{v_2v_3}(n) \dots (3)$$

[0039] 제1 마이크로폰 쌍(M1, M2), 제2 마이크로폰 쌍(M1, M3), 제3 마이크로폰 쌍(M2, M3) 각각에 대한 제1 지연시간 (time delay) ($\hat{\tau}_{ab}$)은 하기 식 (4)와 같다. 여기서, a 와 b 는 마이크로폰 인덱스이다.

[0040]
$$\hat{\tau}_{12} = \underset{\tau}{\operatorname{argmax}}(R_{x_1x_2}(\tau))$$

[0041]
$$\hat{\tau}_{13} = \underset{\tau}{\operatorname{argmax}}(R_{x_1x_3}(\tau))$$

[0042]
$$\hat{\tau}_{23} = \underset{\tau}{\operatorname{argmax}}(R_{x_2x_3}(\tau)) \dots (4)$$

[0043] 제2 지연시간 추정부(370)는 도 6에 도시된 바와 같이, 선택된 마이크로폰 그룹(MG)의 마이크로폰들의 위치를 기준으로 마이크로폰 그룹(MG)의 내부 영역을 일정 간격으로 분별(discrimination)하고, 분별된 각 위치의 좌표 $p(i)$ 를 지정할 수 있다. $p(i)$ 는 i 번째 위치의 좌표로서, 음원 위치 후보일 수 있다. 제2 지연시간 추정부(370)는 하기 식 (5)와 같이 좌표 $p(i)$ 와 j 번째 마이크로폰 간의 최소거리 $d_j(p(i))$ 를 산출할 수 있다.

[0044]
$$d_j(p(i)) = \sqrt{(p_x(i) - x_j)^2 + (p_y(i) - y_j)^2} \dots (5)$$

[0045] 제2 지연시간 추정부(370)는 마이크로폰 그룹(MG)의 3개의 마이크로폰 쌍(MP)들 각각의 좌표 $p(i)$ 에 대한 거리 차(d_{ab})를 식 (6)과 같이 산출할 수 있다. 여기서, a 와 b 는 마이크로폰 인덱스이다.

[0046]
$$d_{ab}(p(i)) = d_a(p(i)) - d_b(p(i)) \dots (6)$$

[0047] 예를 들어, 제2 지연시간 추정부(370)는 제1 마이크로폰 쌍(M1, M2), 제2 마이크로폰 쌍(M1, M3), 제3 마이크로폰 쌍(M2, M3) 각각의 거리 차, $d_{12}(p(i))$, $d_{13}(p(i))$, $d_{23}(p(i))$ 를 하기 식 (7)과 같이 산출할 수 있다.

[0048]
$$d_{12}(p(i)) = d_1(p(i)) - d_2(p(i))$$

[0049]
$$d_{13}(p(i)) = d_1(p(i)) - d_3(p(i))$$

[0050]
$$d_{23}(p(i)) = d_2(p(i)) - d_3(p(i)) \dots (7)$$

[0051] 제2 지연시간 추정부(370)는 마이크로폰 쌍의 거리 차($d_{ab}(p(i))$)를 식 (8)과 같이 시간으로 변환하여 제2 지연시간을 추정할 수 있다. 여기서, c 는 음속이다.

[0052]
$$d_{ab}(p(i)) = c \times \tau_{ab} \dots (8)$$

[0053] 음원 위치 추정부(390)는 선택된 마이크로폰 그룹(MG)의 마이크로폰 쌍(MP)들에 대해 추정된 제1 지연시간과 좌표별 제2 지연시간을 기초로 음원 좌표를 추정할 수 있다. 음원 위치 추정부(390)는 제1 지연시간과 제2 지연시간의 유클리디언 거리(Euclidean distance)(ED)가 최소인 좌표를 음원 위치로 추정할 수 있다. 구체적으로 음원 위치 추정부(390)는 하기 식 (9)와 같이, 좌표별로 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간과 제2 지연시간의 차의 제곱의 합을 산출하고, 그 값이 최소인 좌표를 음원 위치로 추정할 수 있다. 식 (9)는 제1 마이크로폰 쌍(M1, M2), 제2 마이크로폰 쌍(M1, M3), 제3 마이크로폰 쌍(M2, M3) 각각의 좌표별 제1 지연시간($\hat{\tau}_{ab}$)과 제2 지연시간(τ_{ab}) 간의 유클리디언 거리(Euclidean distance)이다. 음원 위치 추정부(390)는 유클리디언 거리(ED)가 최소인 i 값을 찾음으로써 음원 위치의 좌표 $p(i)$ 를 추정할 수 있다.

[0054]
$$ED(p(i)) = (\tau_{12}(p(i)) - \hat{\tau}_{12})^2 + (\tau_{13}(p(i)) - \hat{\tau}_{13})^2 + (\tau_{23}(p(i)) - \hat{\tau}_{23})^2 \dots (9)$$

[0055] 일 실시예에서, 선택부(350), 제2 지연시간 추정부(370) 및 음원 위치 추정부(390)는 분류기(330)에서 음원 위치가 관심영역으로 판단된 경우에만 동작하여 음원 위치를 추정하고, 음원 위치가 관심영역을 벗어나는 경우 음원 위치를 추정하지 않을 수 있다. 이에 따라 음원 위치 추정 장치(300)의 불필요한 동작을 방지할 수 있다.

[0056] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 음원 위치 추정 장치의 음원 위치 추정 방법을 설명하는 흐름도이다. 이하에서는 도 1 내지 도 6을 참조로 설명한 내용과 중복하는 내용의 상세한 설명은 생략한다.

[0057] 도 7을 참조하면, 음원 위치 추정 장치(300)는 마이크로폰 쌍의 음향신호 상관관계를 기초로 음향신호의 제1 지연시간을 추정할 수 있다(S71).

[0058] 음원 위치 추정 장치(300)는 감시영역에 분산 배치된 적어도 3개의 마이크로폰들의 조합에 의한 복수의 마이크로폰 쌍들 각각에 대해 음향신호 상관관계를 기초로 제1 지연시간을 추정할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 마이크로폰 쌍의 음향신호 상관관계가 최대가 되게 하는 지연시간을 해당 마이크로폰 쌍에 대한 제1 지연시간으로 추정할 수 있다. 제1 지연시간($\hat{\tau}_{ab}$)은 상기 식 (1) 내지 식 (4)에 따라 추정될 수 있다.

[0059] 음원 위치 추정 장치(300)는 감시영역 내 음원 후보 좌표로부터 상기 복수의 마이크로폰 쌍들 각각의 거리 차이를 기초로 음향신호의 제2 지연시간을 추정할 수 있다(S73).

[0060] 음원 위치 추정 장치(300)는 적어도 3개의 마이크로폰들에 의해 정의되는 관심영역 내에서 일정 간격의 좌표들 지정할 수 있다. 각 좌표는 음원 위치 후보일 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 지정된 복수의 좌표들 각각을 기준으로 각 마이크로폰 쌍의 거리 차를 산출하고, 거리 차를 시간으로 변환하여 제2 지연시간(τ_{ab})을 추정할 수 있다. 제2 지연시간(τ_{ab})은 상기 식 (5) 내지 식 (8)에 따라 추정될 수 있다.

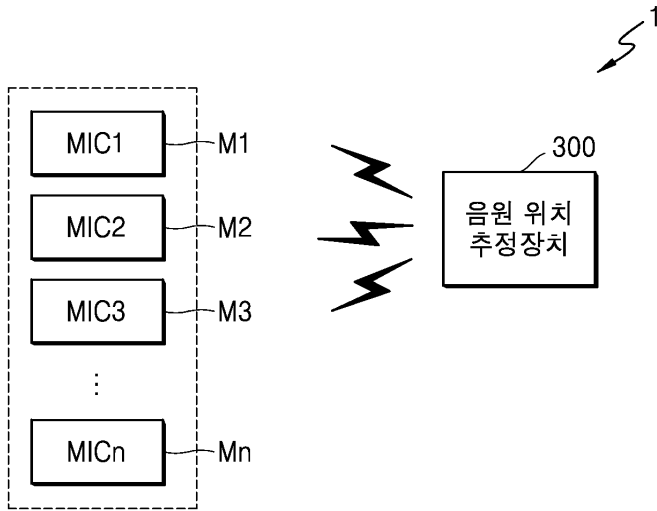
[0061] 음원 위치 추정 장치(300)는 각 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간과 좌표별 제2 지연시간을 기초로

음원 위치를 추정할 수 있다(S75).

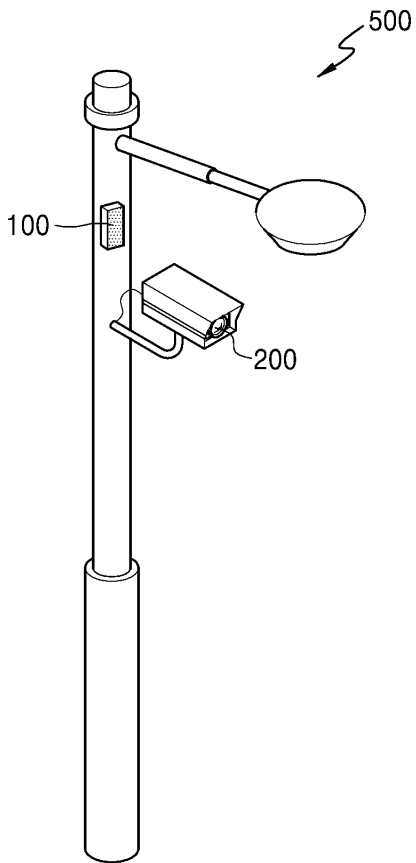
- [0062] 음원 위치 추정 장치(300)는 좌표별로 제1 지연시간과 제2 지연시간의 유클리디언 거리(Euclidean distance)를 산출하고, 유클리디언 거리가 최소인 좌표를 음원 위치로 추정할 수 있다. 구체적으로 음원 위치 추정 장치(300)는 좌표별로 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간과 제2 지연시간의 차의 제곱의 합을 산출하고, 그 값이 최소인 좌표를 음원 위치로 추정할 수 있다. 음원 위치는 상기 식 (9)와 같이 추정될 수 있다.
- [0063] 일 실시예에서, 음원 위치 추정 장치(300)는 관심영역에 분산 배치된 적어도 3개의 마이크로폰들로부터 복수의 마이크로폰 그룹들을 구성할 수 있다. 마이크로폰 그룹은 적어도 3개의 마이크로폰들을 포함할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 마이크로폰 그룹에 포함된 마이크로폰들의 조합에 의한 마이크로폰 쌍들이 감지한 음향 신호를 수집하고, 각 마이크로폰 쌍에 대해 음향신호 상관관계로부터 제1 지연시간을 추정할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 복수의 마이크로폰 그룹들 중 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간의 합을 산출하고, 합이 최소인 마이크로폰 그룹을 선택할 수 있다.
- [0064] 음원 위치 추정 장치(300)는 선택된 마이크로폰 그룹의 마이크로폰 쌍들에 대해 좌표별 제2 지연시간을 추정할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 선택된 마이크로폰 그룹이 포함하는 마이크로폰들에 의해 정의되는 영역 내에서 일정 간격의 좌표를 지정할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 선택된 마이크로폰 그룹에 대해, 복수의 좌표들 각각을 기준으로 각 마이크로폰 쌍의 거리 차를 산출하고, 거리 차를 시간으로 변환하여 제2 지연시간을 추정할 수 있다.
- [0065] 음원 위치 추정 장치(300)는 선택된 마이크로폰 그룹의 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간과 좌표별 제2 지연시간을 기초로 음원 위치를 추정할 수 있다.
- [0066] 다른 실시예에서, 음원 위치 추정 장치(300)는 관심영역에 분산 배치된 적어도 3개의 마이크로폰들로부터 조합된 복수의 마이크로폰 쌍들에 대해 제1 지연시간을 추정할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 복수의 마이크로폰 쌍들에 대해 추정된 제1 지연시간들을 기초로 음원 위치가 관심영역 내인지 여부를 판단할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 지연시간 및 음원 위치의 관계를 미리 저장하고, 실시간 추정된 제1 지연시간에 대응하는 음원 위치가 관심영역 내인지를 판단할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 사전 학습된 분류기를 이용하여 음원 위치가 관심영역 내인지를 판단할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 음원 위치가 관심영역 내로 판단된 경우에 음원 좌표를 추정하고, 음원 위치가 관심영역 내가 아닌 경우 음원 좌표를 추정하지 않을 수 있다.
- [0067] 음원 위치 추정 장치(300)는 음원 위치가 관심영역 내이면 음원의 정확한 위치, 즉 음원 좌표 추정을 수행할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 복수의 마이크로폰 그룹들 중 마이크로폰 쌍들의 제1 지연시간의 합이 최소인 마이크로폰 그룹을 선택할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 선택된 마이크로폰 그룹에 대해, 음원 후보 좌표로부터 마이크로폰 쌍들의 거리 차이를 기초로 음향신호의 제2 지연시간을 추정할 수 있다. 음원 위치 추정 장치(300)는 선택된 마이크로폰 그룹의 마이크로폰 쌍들에 대해 좌표별로 추정된 제1 지연시간과 제2 지연시간을 기초로 음원 좌표를 추정할 수 있다.
- [0068] 본 발명의 실시예들은 공간적으로 이격된 적어도 3개의 음향센서(예를 들어, 마이크로폰)들을 이용하여 음원 위치 좌표를 추적할 수 있고, 음원 위치가 감시영역 내부에서 발생했는지 감시영역 외부에서 발생했는지 판단이 가능하다.
- [0069] 본 발명의 실시예들은 적어도 1개 이상의 마이크로폰을 내장한, 실내에 설치된 CCTV 카메라 및 야외의 가로등 또는 건물 외벽에 설치된 CCTV 카메라를 이용한 감시 시스템에 적용될 수 있다. CCTV 카메라는 회전 가능한 비고정식 CCTV 카메라 및 회전이 불가능한 고정식 CCTV 카메라일 수 있다. 비고정식 CCTV 카메라인 경우, 음원 위치를 추정하여 해당 위치로 카메라를 이동하여 더 유동적인 감시가 가능하다. 고정식 CCTV 카메라인 경우, 시각 정보가 없더라도 추정된 음원 위치 정보를 이용하여 보다 강건한 감시가 가능하다.
- [0070] 본 발명의 실시예들은 사각지대 또는 시야가 확보되지 않는 환경에서 음원 위치 추정 및 추적을 통해 사건이 발생한 위치를 추정할 수 있다.
- [0071] 이제까지 본 발명에 대하여 바람직한 실시예를 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명을 구현할 수 있음을 이해할 것이다. 그러므로 상기 개시된 실시예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 특허청구범위에 의해 청구된 발명 및 청구된 발명과 균등한 발명들은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 한다.

도면

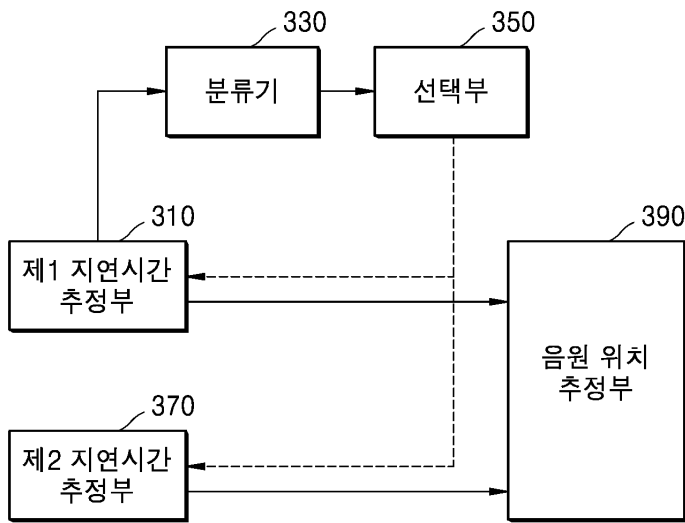
도면1



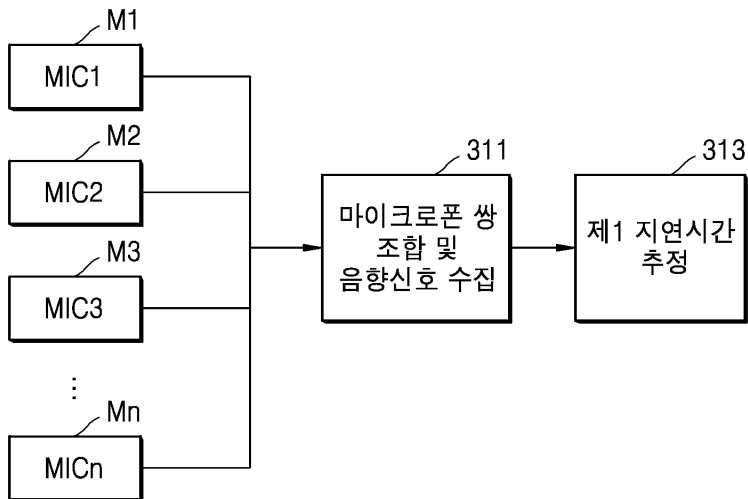
도면2



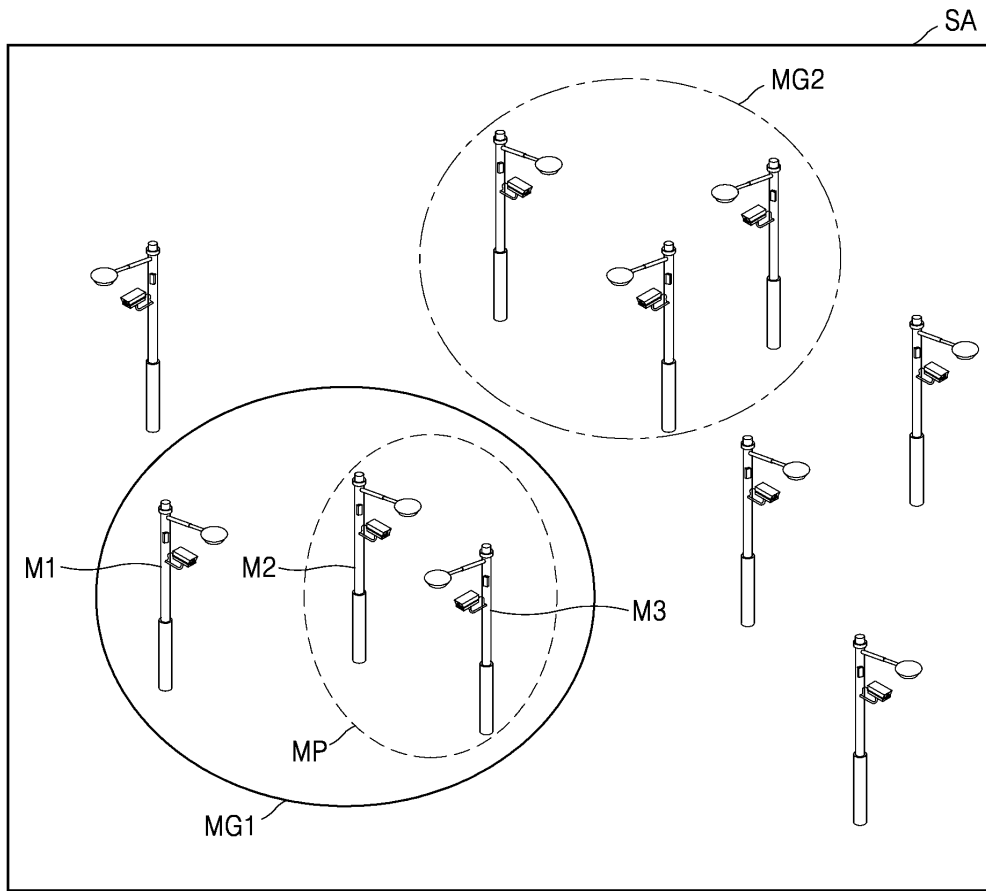
도면3



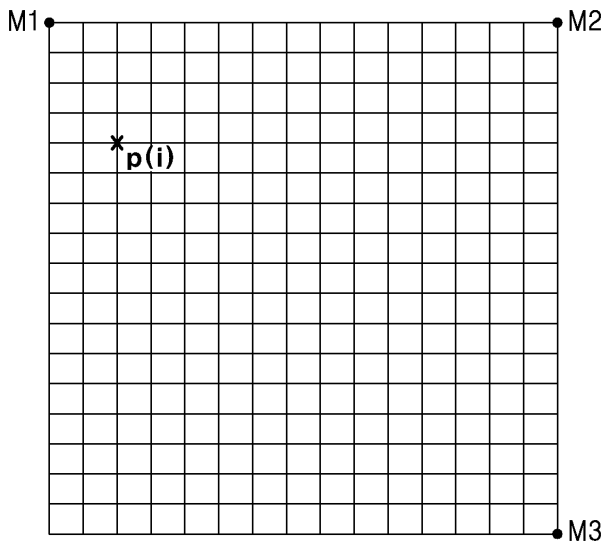
도면4



도면5



도면6



도면7

