



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0118718
(43) 공개일자 2009년11월18일

(51) Int. Cl.

G10L 11/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0044666

(22) 출원일자 2008년05월14일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

김현수

경기도 용인시 수지구 상현동 만현마을 두산위브
아파트 803동 501호

육동석

서울특별시 용산구 서빙고동 신동아아파트 1-102

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박상수

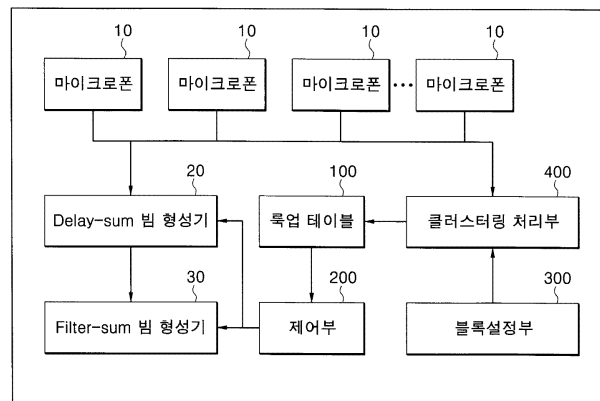
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템 및 제어방법

(57) 요약

본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템은 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장된 록업 테이블; 및 기 설정된 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰을 통해 수신되면, 상기 록업 테이블을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색하는 제어부를 포함하는 것으로 검색 후보의 수가 줄어들음에 따라 시스템을 실시간으로 적용할 수 있는 이점이 있다.

대표도



(72) 발명자

조영규

서울특별시 강남구 압구정동 미성아파트 21동 203
호

최우진

서울특별시 성북구 종암동 28-16번지 102호

특허청구의 범위

청구항 1

검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템에 있어서,

지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장된 록업 테이블; 및

기 설정된 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰을 통해 수신되면, 상기 록업 테이블을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색하는 제어부를 포함하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템은,

음원 위치를 검색하기 위한 공간을 기 설정된 크기의 블록으로 나누는 블록 설정부;

임의의 블록을 선택한 후 적어도 하나 이상의 마이크로폰 쌍들의 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하여 동일하면 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단하는 한편, 해당 블록의 신호 도착 지연시간이 상이하면 이전까지 검출한 블록들을 하나의 단위로 클러스터링하고 그 클러스터링된 블록들의 무게 중심을 구한 후 그 무게 중심의 좌표 정보를 상기 록업 테이블에 저장하는 클러스터링 처리부를 더 포함하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 클러스터링 처리부는,

해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하여 신호 도착 시간이 동일하면 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하고, 상기 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하여 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하면, 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단하는 것을 특징으로 하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 클러스터링 처리부는,

해당 블록의 신호 도착 지연시간이 상이하면, 해당 블록을 임의의 개수로 분할하여 각 블록의 신호 도착 지연시간을 검출하는 것을 특징으로 하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템.

청구항 5

검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법에 있어서,

록업 테이블에 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장하는 단계; 및

기 설정된 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰을 통해 수신되면, 상기 록업 테이블을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색하는 단계를 포함하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 록업 테이블에 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장하는 단계는,

음원 위치를 검색하기 위한 공간을 기 설정된 크기의 블록으로 나누는 단계;

임의의 블록을 선택한 후 적어도 하나 이상의 마이크로폰 쌍들의 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계; 및

해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계에서 신호 도착 시간이 동일하지 않으면, 이전까지 검출한 블록들을 하나의 단위로 클러스터링하고 그 클러스터링된 블록들의 무게 중심을 구한 후 그 무게 중심의 좌표 정보를 상기 록업 테이블에 저장하는 단계를 더 포함하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계에서 신호 도착 시간이 동일하면 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하는 단계; 및

상기 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하는 단계에서 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하면, 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단하는 단계를 더 포함하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계에서 신호 도착 시간이 동일하지 않으면, 해당 블록을 임의의 개수로 분할하여 각 블록의 신호 도착 지연시간을 검출하는 것을 특징으로 하는 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 원격회의의 시스템이나 지능형 로봇, 스마트 홈 등 많은 분야에서의 음원 위치 탐색에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 최근에 음원 위치 탐색에 관한 연구를 많이 하고 있다. 그 중에 대표적인 방법에는 두 마이크로폰 사이의 도착 지연 시간을 측정하여 음원의 위치를 탐색하는 GCC(generalized cross correlation) 방법, 고해상도 스펙트럼 추정을 하는 방법인 MUSIC(MUltiple Signal Classification) 방법, 및 빔 형성기의 출력 파워가 최대가 되는 위치를 찾는 SRP(Steered Response Power) 필터를 적용한 SRP-PHAT가 실제 방 환경에서 가장 좋은 성능을 보인다.

<3> 그러나 SRP-PHAT는 음원의 위치를 찾기 위해 블록 단위로 모든 공간을 검색하는 grid 검색을 한다. 여기서 grid 검색은 실시간 시스템에서는 사용하기 힘들 정도의 많은 계산량을 요구하는 문제점을 가지고 있다.

<4> 즉, 실시간으로 SRP-PHAT 음원 위치 탐색을 위해서는 블록의 크기나 검색해야하는 공간의 크기에 따라 검색해야 하는 블록의 수가 기하급수적으로 많아지게 되어 실시간 시스템에 적용하기 힘들 정도의 많은 계산량을 요구하게 되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

<5> 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 실시간으로 SRP-

PHAT 음원 위치 탐색 시, 검색해야하는 블록의 수를 줄여 출력 파워 계산량을 줄임으로써 계산 속도를 향상시켜 실시간 시스템에 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

- <6> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템의 일 측면에 따르면, 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장된 록업 테이블; 및 기 설정된 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰을 통해 수신되면, 상기 록업 테이블을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색하는 제어부를 포함할 수 있다.
- <7> 상기 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템은, 음원 위치를 검색하기 위한 공간을 기 설정된 크기의 블록으로 나누는 블록 설정부; 임의의 블록을 선택한 후 적어도 하나 이상의 마이크로폰 쌍들의 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하여 동일하면 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단하는 한편, 해당 블록의 신호 도착 지연시간이 상이하면 이전까지 검출한 블록들을 하나의 단위로 클러스터링하고 그 클러스터링된 블록들의 무게 중심을 구한 후 그 무게 중심의 좌표 정보를 상기 록업 테이블에 저장하는 클러스터링 처리부를 더 포함할 수 있다.
- <8> 상기 클러스터링 처리부는, 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하여 신호 도착 시간이 동일하면 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하고, 상기 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하여 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하면, 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단한다.
- <9> 한편, 상기 클러스터링 처리부는, 상기 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일하지 않으면, 해당 블록을 임의의 개수로 분할하여 각 블록의 신호 도착 지연시간을 검출할 수도 있다.
- <10> 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법의 일 측면에 따르면, 록업 테이블에 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장하는 단계; 및 기 설정된 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰을 통해 수신되면, 상기 록업 테이블을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색하는 단계를 포함할 수 있다.
- <11> 상기 록업 테이블에 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장하는 단계는, 음원 위치를 검색하기 위한 공간을 기 설정된 크기의 블록으로 나누는 단계; 임의의 블록을 선택한 후 적어도 하나 이상의 마이크로폰 쌍들의 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계; 및 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계에서 신호 도착 시간이 동일하지 않으면, 이전까지 검출한 블록들을 하나의 단위로 클러스터링하고 그 클러스터링된 블록들의 무게 중심을 구한 후 그 무게 중심의 좌표 정보를 상기 록업 테이블에 저장하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <12> 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계에서 신호 도착 시간이 동일하면 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하는 단계; 및 상기 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하는 단계에서 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하면, 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <13> 한편, 상기 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계에서 신호 도착 시간이 동일하지 않으면, 해당 블록을 임의의 개수로 분할하여 각 블록의 신호 도착 지연시간을 검출할 수도 있다.

효과

- <14> 상술한 바와 같이 본 발명에 의한 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템 및 제어방법에 의하면, 검색 후보의 수가 줄어들음에 따라 시스템을 실시간으로 적용할 수 있는 뛰어난 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <15> 이하, 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템 및 제어방법에 대한 바람직한 실시 예에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 상세하게 살펴보기로 한다. 이 때, 아래에서

설명하는 시스템 구성은 본 발명의 설명을 위해서 인용한 시스템으로써 아래 시스템으로 본 발명을 한정하지 않음을 이 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이해해야할 것이다.

<16> 도 1은 일반적인 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템의 구성을 나타낸 도면으로써, 일반적인 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템은 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10), Delay-sum 빔 형성기(20), 및 Filter-sum 빔 형성기(30)를 포함한다.

<17> 일반적인 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템은 임의의 크기를 갖는 공간에서 N개의 마이크로폰(10)을 통해 소리의 신호가 입력된다. 여기서, n번째 마이크로폰(10)에 들어온 신호를 $x_n(t)$ 라고 하면, n번째 마이크로폰(10)과 다른 마이크로폰(10)들 간의 신호 지연 시간만큼 마이크로폰(10)들의 신호를 이동하여 n개의 신호 모두를 더한 Delay-sum 빔 형성기(20)는 [수학식 1]과 같다.

<18> [수학식 1]

<19>
$$y(t, q) = \sum_{n=1}^N x_n(t + \tau_n)$$

<20> τ_n 는 n 번째 마이크로폰(10)과 특정 위치 q간의 거리에 대한 지연시간을 나타낸다.

<21> Delay-sum 빔 형성기(20)는 가산 잡음(additive noise)이나 비상관 잡음(uncorrelated noise)이 있는 환경에서는 성능을 보장하지만, 보다 복잡한 잡음인 반향과 같은 채널 잡음이 있는 환경에서는 그렇지 못하므로 Filter-sum 빔 형성기(30)를 적용한다.

<22> Filter-sum 빔 형성기(30)는 각각의 신호에 필터를 적용하여 더함으로 구할 수 있다.

<23> 주파수 영역에서 N 개의 신호들을 이용한 Filter-sum 빔 형성기(30)의 출력은 [수학식 2]와 같다.

<24> [수학식 2]

<25>
$$Y(\omega, q) = \sum_{n=1}^N G_n(\omega) X_n(\omega) e^{j\omega \tau_n}$$

<26> $G_n(\omega)$ 와 $X_n(\omega)$ 는 각각 필터와 신호의 푸리에 변환을 나타낸다.

<27> [수학식 2]는 각각의 마이크로폰(10)의 신호를 위치 q에서의 조향된 지연 시간에 맞게 위상을 정렬시키고 더한 결과이다.

<28> 일반적인 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 방법은 Filter-sum 빔 형성기(30)의 출력을 이용하여 공간상의 모든 위치에 빔 형성기의 출력의 파워를 [수학식 3]과 같다.

<29> [수학식 3]

<30>
$$\begin{aligned} P(q) &= \int_{-\infty}^{\infty} |Y(\omega)|^2 d\omega \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \left(\sum_{i=1}^N G_i(\omega) X_i(\omega) e^{j\omega \tau_i} \right) \left(\sum_{k=1}^N G_k(\omega)^* X_k(\omega)^* e^{-j\omega \tau_k} \right) d\omega \\ &= \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N \int_{-\infty}^{\infty} (G_i(\omega) X_i(\omega) e^{j\omega \tau_i}) (G_k(\omega)^* X_k(\omega)^* e^{-j\omega \tau_k}) d\omega \end{aligned}$$

<31>
$$= \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N \int_{-\infty}^{\infty} \Psi_{ik}(\omega) X_i(\omega) X_k(\omega)^* e^{j\omega(\tau_i - \tau_k)} d\omega$$

<32> [수학식 4]에서와 같이 출력 파워가 최대가 되는 위치 $\hat{q}_s$ 을 음원이 발생한 위치라고 추정한다.

<33> [수학식 4]

<34>
$$\hat{q}_s = \arg \max_q P(q)$$

<35> 일반적인 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 방법은 SRP에 PHAT 가중치 함수를 적용하는 방법이다.

<36> 가중치 함수 Ψ_k 는 [수학식 5]와 같다.

<37> [수학식 5]

<38>
$$\Psi_k(\omega) = \frac{1}{|X_I(\omega)X_k^*(\omega)|}$$

<39> 일반적인 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 방법은 [수학식 4]에서와 같이 출력 파워가 최대가 되는 위치를 찾기 위해 검색 공간을 정해진 일정한 크기의 블록으로 나누고 모든 블록의 위치에서의 출력 파워를 계산하여 최대가 되는 지점을 찾아 grid 검색을 한다.

<40> 도 2는 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템의 구성을 나타낸 도면으로서, 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템은 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10), Delay-sum 빔 형성기(20), 및 Filter-sum 빔 형성기(30), 룩업 테이블(100), 제어부(200), 블록 설정부(300)와 클러스터링 처리부(400)를 포함한다.

<41> 룩업 테이블(100)은 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장된다.

<42> 또한 제어부(200)는 기 설정된 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10)을 통해 수신되면, 상기 룩업 테이블(100)을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색한다. 즉, Delay-sum 빔 형성기(20)와 Filter-sum 빔 형성기(30)가 모든 블록의 출력 파워를 검출하지 않고 룩업 테이블(100)에 클러스터링되어 저장된 중심 좌표 정보들의 출력 파워를 검출하도록 제어한다.

<43> 한편 블록 설정부(300)는 음원 위치를 검색하기 위한 공간을 기 설정된 크기의 블록으로 나눈다.

<44> 그리고 클러스터링 처리부(400)는 임의의 블록을 선택한 후 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10) 쌍들의 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하여 동일하면 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단하는 한편, 해당 블록의 신호 도착 지연시간이 상이하면 이전까지 검출한 블록들을 하나의 단위로 클러스터링하고 그 클러스터링된 블록들의 무게 중심을 구한 후 그 무게 중심의 좌표 정보를 상기 룩업 테이블(100)에 저장한다.

<45> 한편, 클러스터링 처리부(400)는 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하여 신호 도착 시간이 동일하면 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하고, 상기 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하여 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하면, 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단한다.

<46> 반면에 클러스터링 처리부(400)는 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일하지 않으면 해당 블록을 임의의 개수로 분할하여 각 블록의 신호 도착 지연시간을 검출할 수도 있다.

<47> 상기한 각 구성들에 대한 일반적인 기능 및 각각의 상세한 동작에 대하여는 그 설명을 생략하고, 본 발명에 상응하는 동작 위주로 그 동작들을 설명하기로 한다.

<48> 먼저 블록 설정부(300)는 음원 위치를 검색하기 위한 공간을 기 설정된 크기의 블록으로 나눈다.

<49> 이어서, 클러스터링 처리부(400)가 임의의 블록을 선택한 후 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10) 쌍들의 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단한다.

<50> 만약, 동일하면 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단하는 한편, 해당 블록의 신호 도착 지연시간이 상이하면 이전까지 검출한 블록들을 하나의 단위로 클러스터링하고 그 클러스터링된 블록들의 무게 중심을 구한 후 그 무게 중심의 좌표 정보를 상기 룩업 테이블(100)에 저장한다. 한편, 클러스터링 처리부(400)는 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하여 신호 도착 시간이 동일하면 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하고, 상기 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하여 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하면, 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단한다.

<51> 따라서 룩업 테이블(100)에는 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보들이 저장되어 있다.

<52> 이후, 기 설정된 크기의 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10)을 통해 수신되면, 제어부(200)는 룩업 테이블(100)을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색한다. 즉, 제어부(200)는 Delay-sum 빔 형성기(20)와

Filter-sum 빔 형성기(30)가 모든 블록의 출력 파워를 검출하지 않고, 룩업 테이블(100)에 클러스터링되어 저장된 중심 좌표 정보들의 출력 파워를 검출하도록 제어한다.

<53> 여기서, 음원 위치 탐색을 위한 검색 공간이 $7m \times 9m \times 3m$ 크기의 방이고 4개의 마이크로폰(10)이 20cm 간격으로 사각형 모양으로 배치되어 있다고 가정하며, 16Khz 샘플링으로 소리를 받아들인다고 하면, 4cm, 10cm, 20cm의 블록 크기를 이용하는 기존 방법과 검색 공간 클러스터링 방법을 이용하였을 때의 음원 탐색을 위한 검색 후보의 수를 비교하면 [표 1]과 같다.

표 1

<54>	20 cm	10 cm	5 cm	검색 공간 클러스터링
검색 후보 위치의 수	19,867	167,553	1,424,713	891

<55> 즉, [표 1]에서와 같이 검색 공간 클러스터링을 사용한 경우 5cm, 10cm, 20cm 간격으로 전통적인 grid 검색을 하였을 때 보다 검색 후보의 수를 각각 99.9%, 99.5%, 95.5% 이상 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

<56> 반면에 클러스터링 처리부(400)는 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일하지 않으면 해당 블록을 임의의 개수로 분할하여 각 블록의 신호 도착 지연시간을 검출할 수도 있다.

<57> 그러면, 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법에 대해 도 3을 참조하여 설명하기로 한다.

<58> 먼저, 룩업 테이블(100)에 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장한다(S1).

<59> 이하, 하기에서는 룩업 테이블(100)에 지연시간이 동일한 블록을 클러스터링한 중심 좌표 정보가 저장하는 단계(S1)의 세부 과정에 대하여 도 4를 참조하여 설명하기로 한다.

<60> 먼저, 음원 위치를 검색하기 위한 공간을 기 설정된 크기의 블록으로 나눈다(S11).

<61> 이어서, 임의의 블록을 선택한 후 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10) 쌍들의 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단한다(S12).

<62> 만약, 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계(S12)에서 신호 도착 시간이 동일하지 않으면(NO), 이전까지 검출한 블록들을 하나의 단위로 클러스터링하고 그 클러스터링된 블록들의 무게 중심을 구한 후 그 무게 중심의 좌표 정보를 상기 룩업 테이블(100)에 저장한다(S13).

<63> 한편, 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계(S12)에서 신호 도착 시간이 동일하면(YES), 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단한다(S14).

<64> 이때, 상기 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하는지의 여부를 판단하는 단계(S14)에서 신호 도착 지연시간을 판단할 블록이 존재하면(YES), 다음 블록의 신호 도착 지연시간을 판단한다(S15).

<65> 이후, 기 설정된 블록으로 구분된 임의의 위치로부터 음원 신호가 적어도 하나 이상의 마이크로폰(10)을 통해 수신되면, 상기 룩업 테이블(100)을 확인하여 기 저장된 중심 좌표 정보에 해당하는 위치에서의 신호 출력들을 계산하여 최대 신호 출력 지점을 검색한다(S2). 즉, Delay-sum 빔 형성기(20)와 Filter-sum 빔 형성기(30)가 모든 블록의 출력 파워를 검출하지 않고 룩업 테이블(100)에 클러스터링되어 저장된 중심 좌표 정보들의 출력 파워를 검출하도록 제어하는 것이다.

<66> 반면에 해당 블록의 상기 신호 도착 지연시간이 동일한지를 판단하는 단계(S12)에서 신호 도착 시간이 동일하지 않으면(NO), 해당 블록을 임의의 개수로 분할하여 각 블록의 신호 도착 지연시간을 추가적으로 검출할 수도 있다.

<67> 이상에서 본 발명은 기재된 구체적인 실시 예에 대해서만 상세히 설명하였지만 본 발명의 기술 사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구 범위에 속함은 당연한 것이다.

도면의 간단한 설명

<68> 도 1은 종래 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템의 구성을 나타낸 기

능률록도.

<69> 도 2는 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 시스템의 구성을 나타낸 기능블록도.

<70> 도 3은 본 발명에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법을 나타낸 순서도,

<71> 도 4는 도 3에 따른 검색 공간 클러스터링 방법을 이용한 실시간 SRP-PHAT 음원 위치 탐색 제어방법에서 룩업 테이블 설정 방법을 나타낸 순서도이다.

<72> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<73> 10 : 마이크로폰 20 : Delay-sum 빔 형성기

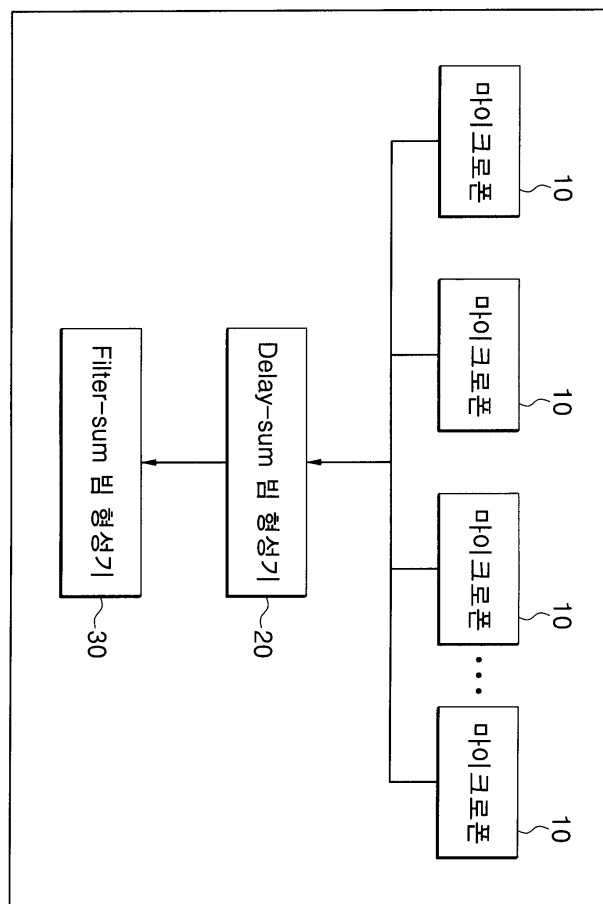
<74> 30 : Filter-sum 빔 형성기 100 : 룩업 테이블

<75> 200 : 제어부 300 : 블록 설정부

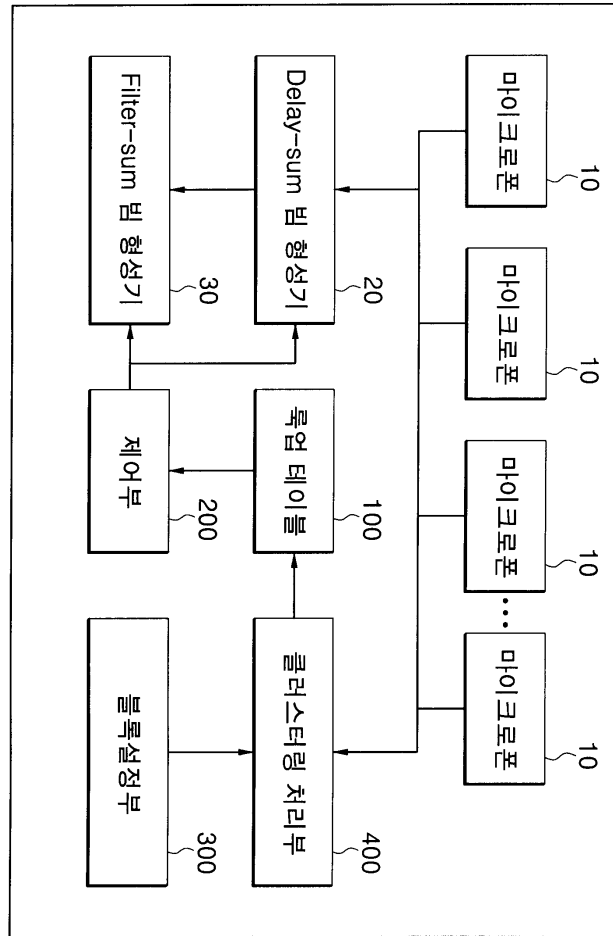
<76> 400 : 클러스터링 처리부

도면

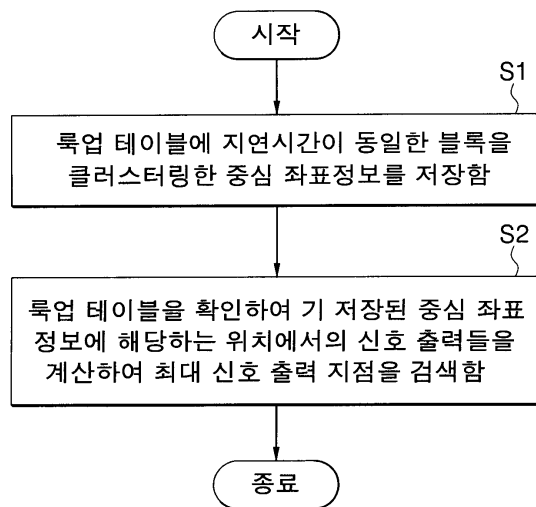
도면1



도면2



도면3



도면4

