



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0005441
(43) 공개일자 2024년01월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60Q 5/00 (2006.01) G10K 11/26 (2006.01)
H04R 1/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60Q 5/00 (2022.05)
G10K 11/26 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2022-0082540
(22) 출원일자 2022년07월05일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대모비스 주식회사
서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)
(72) 발명자
이재영
경기도 이천시 증신로325번길 39(송정동, 이천 라온프라이빗) 103동 1101호
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템 및 이의 제어 방법

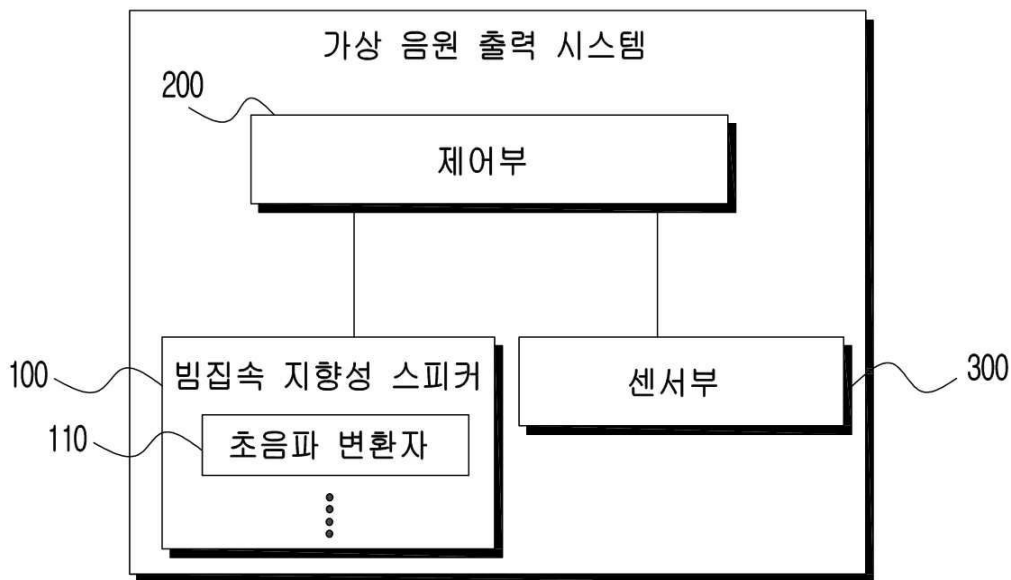
(57) 요약

본 발명은 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템 및 이의 제어 방법에 관한 것으로 더욱 상세하게는 빔 집속 지향성 스피커를 이용하여 자동차와 보행자 간 커뮤니케이션을 수행하되 보행자 분포 상황에 따라 집속 포인트를 달리 제어함에 따라 한 명 또는 복수의 보행자 군집에 대해서도 원활하게 음원의 전달이 가능

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2

1000



하도록 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명은 특정 위치의 집속 포인트로 초음파를 발진하며 복수의 초음파 변환자를 포함하는 빔 집속 지향성 스피커; 및 수신한 보행자의 위치를 기초로 하여 상기 집속 포인트를 산출하고, 산출된 집속 포인트로 초음파가 발진되도록 상기 빔 집속 지향성 스피커의 구동을 제어하는 제어부;를 포함하되, 상기 제어부는, 복수의 상기 초음파 변환자에서 발진한 초음파가 상기 집속 포인트에 동일하게 도달하도록 복수의 상기 초음파 변환자별로 시간차를 두어 초음파를 발진하도록 상기 빔 집속 지향성 스피커의 구동을 제어한다.

(52) CPC특허분류

H04R 1/403 (2013.01)

B60Q 2800/10 (2022.05)

G10K 2210/111 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

특정 위치의 집속 포인트로 초음파를 발진하며 복수의 초음파 변환자를 포함하는 빔 집속 지향성 스피커; 및 수신한 보행자의 위치를 기초로 하여 상기 집속 포인트를 산출하고, 산출된 집속 포인트로 초음파가 발진되도록 상기 빔 집속 지향성 스피커의 구동을 제어하는 제어부;를 포함하되,

상기 제어부는,

복수의 상기 초음파 변환자에서 발진한 초음파가 상기 집속 포인트에 동일하게 도달하도록 복수의 상기 초음파 변환자별로 시간차를 두어 초음파를 발진하도록 상기 빔 집속 지향성 스피커의 구동을 제어하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

수신한 보행자의 위치를 기초로 보행자가 한 명으로 판단되는 경우,

해당 보행자의 위치로부터 소정 범위 내에서 설정에 따라 집속 포인트의 위치를 산출하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

수신한 보행자의 위치를 기초로 보행자가 두 명 이상으로 판단되는 경우,

복수의 초음파 변환자의 전방 방향으로 해당 보행자들 중 좌, 우 양측 최외각 보행자의 위치와 복수의 상기 초음파 변환자 중 좌, 우 양측 최외각 초음파 변환자의 위치를 산출하고,

산출된 좌측 최외각 보행자의 위치와 우측 최외각 초음파 변환자의 위치 간 직선과, 산출된 우측 최외각 보행자의 위치와 좌측 최외각 초음파 변환자의 위치 간 직선 사이의 교차점을 집속 포인트로 산출하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 좌, 우 양측 최외각 보행자의 위치를 각각 (x_l, z_l) 및 (x_r, z_r) 이라 하고, 상기 좌, 우 양측 최외각 초음파 변환자의 위치를 각각 $(x_a, 0)$ 및 $(-x_a, 0)$ 라고 할 때,

상기 교차점의 위치인 (x, y) 는 하기의 수식을 통해 산출되는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-Z_l x_a}{x_l - x_a} \\ \frac{Z_r x_a}{x_r + x_a} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{-Z_l}{x_l - x_a} & 1 \\ \frac{-Z_r}{x_r + x_a} & 1 \end{bmatrix}^{-1}$$

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제어부는,

N개의 상기 초음파 변환자들의 각 위치들과, 산출된 상기 집속 포인트의 위치를 기초로 하여 상기 초음파 변환자들별로 집속 포인트 간 거리(r)를 산출하고,

상기 초음파 변환자들로부터 발진된 초음파가 동시에 집속 포인트로 도달하도록 하는 각 초음파 변환자별 발진 지연 시간(d)을 산출하여 각 초음파 변환자들이 초음파를 발진하도록 제어하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 집속 포인트의 위치가 (xf, yf, zf)일 때 N개의 상기 초음파 변환자 중 i번째 초음파 변환자의 발진 지연 시간 di는 하기의 수식을 통해 산출하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

$$d_i = \frac{\max_{0 \leq j \leq N-1} r_j - r_i}{c}$$

(여기서, c는 초음파의 속도(340m/s)이며,

$$r_i = \sqrt{(x_f - x_i)^2 + (y_f - y_i)^2 + (z_f - z_i)^2}$$

이다.)

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 빔 집속 지향성 스피커를 제어하여 보행자에게 전달하기 위한 소리 함수를 g(t)라 할 때,

상기 빔 집속 지향성 스피커의 출력 신호 함수인 p(t)를 하기 수식을 통해 산출하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

$$p(t) = P_0 \sqrt{1 + m \int \int g(t) dt^2} \cdot \sin 2\pi f_0 t$$

(여기서, t는 시간, fo은 초음파 주파수, Po와 m은 상수이다)

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

N개의 상기 초음파 변환자 중 i번째 초음파 변환자의 출력 신호 함수인 pi(t)는 하기 수식을 통해 산출하는 것을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템.

$$p_i(t) = p(t - d_i)$$

청구항 9

제1항 내지 제4항의 특징을 갖는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템의 제어 방법으로서,

상기 제어부는,

- a) 수신한 보행자 위치를 기초로 보행자가 한 명인지 두 명이상인지 여부를 판단하는 단계;
- b) 단계 a)에서 보행자가 한 명인 경우, 보행자의 위치를 집속 포인트로 하여 빔 집속 지향성 스피커가 초음파를 발진하도록 제어하는 단계; 및
- c) 단계 a)에서 보행자가 두 명 이상인 경우, 상기 교차점을 집속 포인트로 하여 빔 집속 지향성 스피커가 초음파를 발진하도록 제어하는 단계;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템의 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 단계 b) 또는 c)에서

상기 제어부는,

N개의 상기 초음파 변환자들의 각 위치들과, 산출된 상기 집속 포인트의 위치를 기초로 하여 상기 초음파 변환자들별로 집속 포인트 간 거리(r)를 산출하고,

상기 초음파 변환자들의 발진된 초음파가 동시에 집속 포인트로 도달하도록 하는 각 초음파 변환자별 발진 지연 시간(d)을 산출하여 해당 발진 지연 시간을 기초로 하여 각 초음파 변환자들이 초음파를 발진하도록 제어하는 것

을 특징으로 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템의 제어 방법.

발명의 설명

기술분야

- [0001] 본 발명은 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템 및 이의 제어 방법에 관한 것으로 더욱 상세하게는 빔 집속 지향성 스피커를 이용하여 자동차와 보행자 간 커뮤니케이션을 수행하되 보행자 분포 상황에 따라 집속 포인트를 달리 제어함에 따라 한 명 또는 복수의 보행자 군집에 대해서도 원활하게 음원의 전달이 가능하도록 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0003] 자율 주행 자동차는 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다. 자율 주행의 개념은 1960년대에 벤츠에서 제안되었으며, 센서를 사용하여 주행 환경을 인식하고, 주행 경로를 판단하고 엔진과 사시 등의 제어를 제어한다.
- [0004] 자율 주행 기술은 주행 상황에 맞게 속도 유지, 적응 속도 유지, 차로 유지, 차선 변경 등의 기능이 사용되며, 고속 도로 등 안정적인 주행 환경에서 운전자에게 편의를 제공한다.
- [0005] 자율 주행 기능이 고도화 되어 교차로 등의 환경이 있는 시내에서도 동작한다면, 보행자와의 상호 작용도 고려해야 한다. 보행자와 운전자의 비언어적인 의사 소통 과정을 모사하기 위하여 도 1과 같이 커뮤니케이션 라이팅 기술이 도입되었다.
- [0006] 이 방법은 자율주행차량이 보행자를 인식하고, 보행자가 도로를 건너갈 때까지 기다리겠다는 의사를 노면에 광을 조사함으로써 커뮤니케이션이 이루어진다.
- [0007] 이러한 조명 기술을 사용한 커뮤니케이션 라이팅 방법은 외부 조명 조건에 따라 효과가 낮아질 수 있으며, 비언어적인 표시이기 때문에 보행자가 이해하지 못할 수도 있다.
- [0008] 커뮤니케이션 라이팅의 의사 전달 효과를 보강하기 위하여 외장 스피커를 장착하여 안내음 등을 출력하는 방법이 제안되었다.
- [0009] 일반적인 스피커는 모든 방향으로 소리를 전달하므로 환경 소음 수준을 악화시키므로 지향성 스피커를 사용한다. 하지만 지향성 스피커는 단일 보행자의 경우 해당 방향으로 정확하게 소리 전달이 가능하지만, 다수의 보행자가 있는 경우 빔 각을 벗어나는 보행자는 안내음을 인지하기 어렵다.
- [0010] 따라서 횡단 보도 등에서 다수의 보행자가 건너갈 경우, 모든 보행자에게 안내음을 통한 의사 전달 효과는 낮아질 수 밖에 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2019-0002984호(공개일자: 2019. 01. 09)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서 빔 집속 지향성 스피커를 이용하여 자동차와 보행자 간 커뮤니케이션을 수행하되 보행자 분포 상황에 따라 집속 포인트를 달리 제어함에 따라 한 명 또는 복수의 보행자 군집에 대해서도 원활하게 음원의 전달이 가능하도록 하는 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템 및 이의 제어 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명은 상기의 과제를 해결하기 위해 아래와 같은 특징을 갖는다.

[0016] 본 발명은 특정 위치의 집속 포인트로 초음파를 발진하며 복수의 초음파 변환자를 포함하는 빔 집속 지향성 스피커; 및 수신한 보행자의 위치를 기초로 하여 상기 집속 포인트를 산출하고, 산출된 집속 포인트로 초음파가 발진되도록 상기 빔 집속 지향성 스피커의 구동을 제어하는 제어부;를 포함하되, 상기 제어부는, 복수의 상기 초음파 변환자에서 발진한 초음파가 상기 집속 포인트에 동일하게 도달하도록 복수의 상기 초음파 변환자별로 시간차를 두어 초음파를 발진하도록 상기 빔 집속 지향성 스피커의 구동을 제어한다.

[0017] 여기서 상기 제어부는, 수신한 보행자의 위치를 기초로 보행자가 한 명으로 판단되는 경우, 해당 보행자의 위치로부터 소정 범위 내에서 설정에 따라 집속 포인트의 위치를 산출한다.

[0018] 또한 상기 제어부는, 수신한 보행자의 위치를 기초로 보행자가 두 명 이상으로 판단되는 경우, 복수의 초음파 변환자의 전방 방향으로 해당 보행자들 중 좌, 우 양측 최외각 보행자의 위치와 복수의 상기 초음파 변환자 중 좌, 우 양측 최외각 초음파 변환자의 위치를 산출하고, 산출된 좌측 최외각 보행자의 위치와 우측 최외각 초음파 변환자의 위치 간 직선과, 산출된 우측 최외각 보행자의 위치와 좌측 최외각 초음파 변환자의 위치 간 직선 사이의 교차점을 집속 포인트로 산출한다.

[0019] 아울러 상기 제어부는, 상기 좌, 우 양측 최외각 보행자의 위치를 각각 (x_l, z_l) 및 (x_r, z_r) 이라 하고, 상기 좌, 우 양측 최외각 초음파 변환자의 위치를 각각 $(x_a, 0)$ 및 $(-x_a, 0)$ 라고 할 때, 상기 교차점의 위치인 $(x,$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-z_l x_a}{x_l - x_a} \\ \frac{z_r x_a}{x_r + x_a} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{-z_l}{x_l - x_a} & 1 \\ \frac{-z_r}{x_r + x_a} & 1 \end{bmatrix}^{-1}$$

$y)$ 는 이다.

[0020] 또한 상기 제어부는, N개의 상기 초음파 변환자들의 각 위치들과, 산출된 상기 집속 포인트의 위치를 기초로 하여 상기 초음파 변환자들별로 집속 포인트 간 거리(r)를 산출하고, 상기 초음파 변환자들의 발진된 초음파가 동시에 집속 포인트로 도달하도록 하는 각 초음파 변환자별 발진 지연 시간(d)을 산출하여 각 초음파 변환자들이 초음파를 발진하도록 제어한다.

[0021] 아울러 상기 제어부는, 상기 집속 포인트의 위치가 (x_f, y_f, z_f) 일 때 N개의 상기 초음파 변환자 중 i 번째 초음

$$d_i = \frac{\max_{0 \leq j \leq N-1} r_j - r_i}{c}$$

파 변환자의 발진 지연 시간 d_i 는 이며, 이때 c 는 초음파의 속도(340m/s)이며,

$$r_i = \sqrt{(x_f - x_i)^2 + (y_f - y_i)^2 + (z_f - z_i)^2}$$

이다.

[0022] 또한 상기 제어부는, 상기 빔 집속 지향성 스피커를 제어하여 보행자에게 전달하기 위한 소리 함수를 $g(t)$ 라 할 때, 상기 빔 집속 지향성 스피커의 출력 신호 함수인

$$p(t) = P_0 \sqrt{1 + m \int \int g(t) dt^2} \cdot \sin 2\pi f_0 t$$

이며, 이때 t 는 시간, f_0 은 초음파 주파수,

P_0 와 m 은 상수이다.

[0023] 아울러 상기 제어부는, N개의 상기 초음파 변환자 중 i 번째 초음파 변환자의 출력 신호 함수인 $p_i(t)$ 는

$$p_i(t) = p(t - d_i)$$

이다.

[0024] 한편 본 발명의 일실시예에 따른 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템의 제어 방법은 상기 제어부가 a) 수신한 보행자 위치를 기초로 보행자가 한 명인지 두 명이상인지 여부를 판단하는 단계; b) 단계 a)에서 보행자가 한 명인 경우, 보행자의 위치를 집속 포인트로 하여 빔 집속 지향성 스피커가 초음파를 발진하

도록 제어하는 단계; 및 c) 단계 a)에서 보행자가 두 명이상인 경우, 상기 교차점을 집속 포인트로 하여 빔 집속 지향성 스피커가 초음파를 발진하도록 제어하는 단계;를 포함한다.

[0025] 여기서 상기 단계 b) 또는 c)에서 상기 제어부는, N개의 상기 초음파 변환자들의 각 위치들과, 산출된 상기 집속 포인트의 위치를 기초로 하여 상기 초음파 변환자들별로 집속 포인트 간 거리(r)를 산출하고, 상기 초음파 변환자들의 발진된 초음파가 동시에 집속 포인트로 도달하도록 하는 각 초음파 변환자별 발진 지연 시간(d)을 산출하여 각 초음파 변환자들이 초음파를 발진하도록 제어한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따르면 빔 집속 지향성 스피커를 사용하여 다수의 보행자가 있는 상황에서는 근거리 집속점에 가상 음원을 생성하여, 다수의 보행자에게 소리를 전달할 수 있는 효과가 있다.

[0028] 또한 관심 영역의 보행자에게만 소리가 전달되므로 환경 소음 악화 없이 자율 주행 차량과 보행자의 언어적 의사 소통이 가능하고, 다수의 보행자가 있는 시내 자율 주행 상황에서도, 보행자와 위화감 없이 효과적으로 상호 작용을 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 종래 자율 주행 자동차와 보행자 간 조명 기술을 이용한 커뮤니케이션이 이루어지는 모습을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 가상 음원 출력 시스템의 내부 구성을 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 빔 집속 지향성 스피커가 보행자가 한 명일 때 집속 포인트로 초음파를 발진하는 모습을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 빔 집속 지향성 스피커가 보행자가 두 명 이상일 때 집속 포인트로 초음파를 발진하는 모습을 나타내는 도면이다.

도 5는 도 4에서 제어부가 집속 포인트를 산출하는 원리를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 빔 집속 지향성 스피커에서 각 초음파 변환자별 발진 시간 지연 과정을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 가상 음원 출력 시스템의 제어 과정을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 설명하기 위하여 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하고 이를 참조하여 살펴본다.

[0032] 먼저, 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 또한 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 가상 음원 출력 시스템의 내부 구성을 나타내는 블록도이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 빔 집속 지향성 스피커가 보행자가 한 명일 때 집속 포인트로 초음파를 발진하는 모습을 나타내는 도면이다.

[0035] 도면을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 가상 음원 출력 시스템(1000)은 크게 특정 위치의 집속 포인트

(F)로 초음파를 발진하며 복수의 초음파 변환자(110)를 포함하는 빔 집속 지향성 스피커(100) 및 수신한 보행자의 위치를 기초로 하여 상기 집속 포인트(F)를 산출하고, 산출된 집속 포인트(F)로 초음파가 발진되도록 상기 빔 집속 지향성 스피커(100)의 구동을 제어하는 제어부(200)를 포함하여 구성된다.

[0036] 여기서 상기 빔 집속 지향성 스피커(100)는 도 3에 도시된 바와 같이 초음파를 해당 집속 포인트(F)로 발진하면 발진되는 과정에 공기와 같은 매질에 의해 초음파가 보행자가 들을 수 있는 소리로 변환되게 되어 커뮤니케이션이 가능하도록 하는 역할을 수행한다.

[0037] 이러한 빔 집속 지향성 스피커(100)는 도 3에서 도시된 바와 같이 자동차의 전방 일측에 환형 배열로 복수개의 초음파 변환자(110)로 구성됨이 바람직하며, 이러한 복수의 초음파 변환자(110)들로 특정 위치로 소리를 집속하여 출력되도록 할 수 있다.

[0038] 이러한 빔 집속 지향성 스피커(100)는 도 3에서와 같이 집속 포인트(F, Focal Point)에 각 초음파 변환자(110)들이 초음파를 발진하도록 구비되는데, 만일 집속 포인트(F)가 커뮤니케이션하고자 하는 보행자가 한 명일 경우, 해당 보행자 위치로 집속 포인트(F)를 제어부(200)가 특정하여 빔 집속 지향성 스피커(100)가 초음파를 해당 위치로 발진하도록 제어할 수 있다.

[0039] 한편 상기 제어부(200)는 전술한 빔 집속 지향성 스피커(100)를 제어하여 보행자와 음원 출력을 통해 커뮤니케이션 할 수 있도록 구비되는데, 이러한 제어부(200)는 별도의 센서부(300)로부터 수신한 전방 객체 정보를 통해 보행자인지 여부, 보행자가 한 명인지 복수 명인지 여부를 판단하고, 한 명인 경우 전술한 바와 같이 해당 보행자 위치를 집속 포인트로 하여 빔 집속 지향성 스피커(100)가 초음파를 발진하도록 제어하면 된다.

[0041] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 빔 집속 지향성 스피커가 보행자가 두 명 이상일 때 집속 포인트로 초음파를 발진하는 모습을 나타내는 도면이며, 도 5는 도 4에서 제어부가 집속 포인트를 산출하는 원리를 나타내는 도면이다.

[0042] 도면을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 빔 집속 지향성 스피커(100)는 보행자가 두 명 이상 군집 형태로 분포되는 경우, 전술한 실시예에서와 같이 특정 보행자에게만 음원을 출력할 수 없기 때문에 전체 보행자를 모두 포함하는 영역으로 음원이 출력될 수 있도록 집속 포인트(F, Focal Point)를 도 4 및 도 5에서와 같이 빔 집속 지향성 스피커(100)측으로 더 근접하게 위치시킨다.

[0043] 이러한 복수의 보행자의 경우 제어부(200)가 집속 포인트(F)를 산출하는 방법은 도 5에서와 같이 빔 집속 지향성 스피커(100)를 구성하고, 환형 배열(annular array)을 가지는 복수의 초음파 변환자(110)를 기준으로 하여 전방측 보행자들 중 좌, 우 양측 최외각 보행자의 위치를 추출하고, 복수의 상기 초음파 변환자(110) 중 좌, 우 양측 최외각 초음파 변환자(110)의 위치를 추출하여 좌측 최외각 보행자의 위치와 우측 최외각 초음파 변환자의 위치 간 직선 및 우측 최외각 보행자의 위치와 좌측 최외각 초음파 변환자의 위치 간 직선 사이의 교차점을 집속 포인트(F)로 산출하게 된다.

[0044] 이를 수식으로 구해보면, 상기 좌, 우 양측 최외각 보행자의 위치를 각각 (x_l, z_l) 및 (x_r, z_r) 이라 하고, 상기 좌, 우 양측 최외각 초음파 변환자의 위치를 각각 $(x_a, 0)$ 및 $(-x_a, 0)$ 라고 할 때, 초음파 변환자(110)와 보행자들 간 좌, 우 양측을 서로 교차하도록 연결한 직선의 방정식은 하기 식(1)로 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} \frac{-z_l}{x_l - x_a} & 1 \\ \frac{-z_r}{x_r + x_a} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-z_l x_a}{x_l - x_a} \\ \frac{z_r x_a}{x_r + x_a} \end{bmatrix} \quad \text{식(1)}$$

[0045] 이에 따라 교차점 좌표는 좌변 행렬의 역행렬을 양변에 곱해주면 구할 수 있으며, 이는 하기 식(2)로 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-Z_l x_a}{x_l - x_a} \\ \frac{Z_r x_a}{x_r + x_a} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{-Z_l}{x_l - x_a} & 1 \\ \frac{-Z_r}{x_r + x_a} & 1 \end{bmatrix}^{-1}$$

식(2)

이와 같이 본 발명은 보행자가 복수인 경우 이들을 모두 포함되는 영역으로 빔 집속 지향성 스피커(100)가 초음파를 발진할 수 있도록 집속 포인트를 조절하고 이러한 집속 포인트(F) 조절을 위해 전술한 바와 같이 제어부(200)가 센서부(300)로부터 수신한 보행자들의 위치와 빔 집속 지향성 스피커(100)를 구성하는 초음파 변환자(110)들의 위치를 통해 정확한 집속 포인트 산출이 이루어지며, 이에 따라 한 명의 보행자 또는 여러 명의 보행자들에게 필요에 따라 선택적으로 음원을 출력할 수 있게 된다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 빔 집속 지향성 스피커에서 각 초음파 변환자별 발진 시간 지연 과정을 나타내는 도면이다.

도면을 참조하면, 빔 집속 지향성 스피커(100)가 환형 배열로 형성됨에 따라 집속 포인트(F)에 모든 초음파 변환자(110)들이 동시에 초음파를 발진할 경우, 각 초음파 변환자(110)별로 집속 포인트와의 거리가 달라 서로 도달하는 시간이 상이하게 된다.

따라서 본 발명에 따른 제어부(200)는 N개의 상기 초음파 변환자(110)들의 각 위치들과, 전술한 실시예서와 같은 방법을 통해 산출된 집속 포인트(F)의 위치를 기초로 하여 상기 초음파 변환자(110)들별로 집속 포인트(F)간 거리(r)를 산출하고, 상기 초음파 변환자(110)들로부터 발진된 초음파가 동시에 집속 포인트(F)로 도달하도록 하는 각 초음파 변환자(110)별 발진 지연 시간(d)을 산출할 수 있다.

즉, 각 초음파 변환자(110)들의 위치와 산출된 집속 포인트(F)의 위치를 통해 각 초음파 변환자별로 집속 포인트와의 거리(r)이 산출되고, 거리(r)이 산출되면 각 초음파 변환자(110)들별로 집속 포인트로의 도달 시간을 알 수 있게 된다.

이러한 각 초음파 변환자(110)들의 도달 시간차가 나오면 해당 시간 차를 기준으로 동시에 집속 포인트에 도달할 수 있는 각 초음파 변환자별 발진 시간을 알 수 있는 것이다.

이와 같이 본 발명의 제어부(200)는 상기 각 초음파 변환자(110)별 발진 지연 시간(d)을 산출하기 위해 아래와 같은 산출 과정을 수행하는데, 이를 살펴보면, 상기 집속 포인트(F)의 위치가 (xf, yf, zf)일 때 N개의 상기 초음파 변환자 중 i번째 초음파 변환자의 발진 지연 시간 di는 하기 식(3)을 통해 산출할 수 있다.

$$d_i = \frac{\max_{0 \leq j \leq N-1} r_j - r_i}{c}$$

식(3)

이때 c는 초음파의 속도(340m/s)이며, 상기 ri는 하기 식(4)로 산출할 수 있다.

$$r_i = \sqrt{(x_f - x_i)^2 + (y_f - y_i)^2 + (z_f - z_i)^2}$$

식(4)

이와 같이 본 발명의 제어부(200)는 집속 포인트(F)로 모든 초음파 변환자(110)들의 발진 초음파가 동시에 도달하도록 상기 발진 지연 시간(d)을 산출하면 이를 빔 집속 지향성 스피커(100)에 이를 전송하여 해당 발진 지연 시간(d)을 기초로 초음파를 각 초음파 변환자(110)들이 발진하게 된다.

아울러 본 발명에서는 제어부(200)가 빔 집속 지향성 스피커(100)을 사용하여 목적하는 소리 함수인 g(t)로 출력하기 위한 출력 신호 함수 p(t)는 하기 식(5)와 같이 표현될 수 있다.

$$p(t) = P_0 \sqrt{1 + m \int \int g(t) dt^2} \cdot \sin 2\pi f_0 t$$

식(5)

이때 t 는 시간, f_0 은 초음파 주파수, P_0 와 m 은 상수이다.

아울러 상기 제어부는, N 개의 상기 초음파 변환자(110)들 중 i 번째 초음파 변환자(110)의 출력 신호 함수 $p(t)$ 는 하기 식(6)와 같이 표현될 수 있다.

$$p_i(t) = p(t - d_i)$$

식(6)

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 가상 음원 출력 시스템의 제어 과정을 나타내는 순서도이다.

도면을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 보행자와의 커뮤니케이션을 위한 가상 음원 출력 시스템의 제어 방법은 크게 제어부(200)가 수신한 보행자 위치를 기초로 보행자가 한 명인지 두 명이상인지 여부를 판단하는 단계(S100)와, 상기 S100 단계에서 보행자가 한 명으로 판단되는 경우, 보행자의 위치를 집속 포인트(F)로 하여 빔 집속 지향성 스피커(100)가 초음파를 발진하도록 제어하는 단계(S200) 및 상기 S100 단계에서 보행자가 두 명이상으로 판단되는 경우, 전술한 가상 음원 출력 시스템(1000)에서 산출한 교차점을 집속 포인트(F)로 하여 빔 집속 지향성 스피커(100)가 초음파를 발진하도록 제어하는 단계(S300)를 포함하여 구성된다.

여기서 상기 S100 단계에서는 제어부(200)가 보행자의 단수 명 또는 복수 명 여부에 따라 집속 포인트 산출과 발진 지연 시간 산출 등이 달라지게 되므로 이를 우선 판단하게 된다.

S200 단계는 전술한 바와 같이 보행자가 한 명인 경우로서 센서부(300)로부터 수신한 보행자의 위치 좌표를 집속 포인트로 특정하여 빔 집속 지향성 스피커(100)가 초음파를 발진하도록 제어부(200)가 제어하게 된다.

아울러 상기 S300 단계는 전술한 바와 같이 보행자가 복수 명인 경우로서, 집속 포인트(F)를 산출하고, 발진 지연 시간(d)을 각 초음파 변환자(110)별로 산출하여 해당 지연 시간을 기초로 산출된 집속 포인트에 초음파가 발진되도록 제어부(200)가 빔 집속 지향성 스피커(100)를 제어하게 된다.

보다 자세한 설명은 전술한 가상 음원 출력 시스템(1000)에서 기술하였으므로 생략하도록 한다.

이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니한다. 즉, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물들로 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

부호의 설명

100 : 빔 집속 지향성 스피커

110 : 초음파 변환자

200 : 제어부

300 : 센서부

1000 : 가상 음원 출력 시스템

F : 집속 포인트

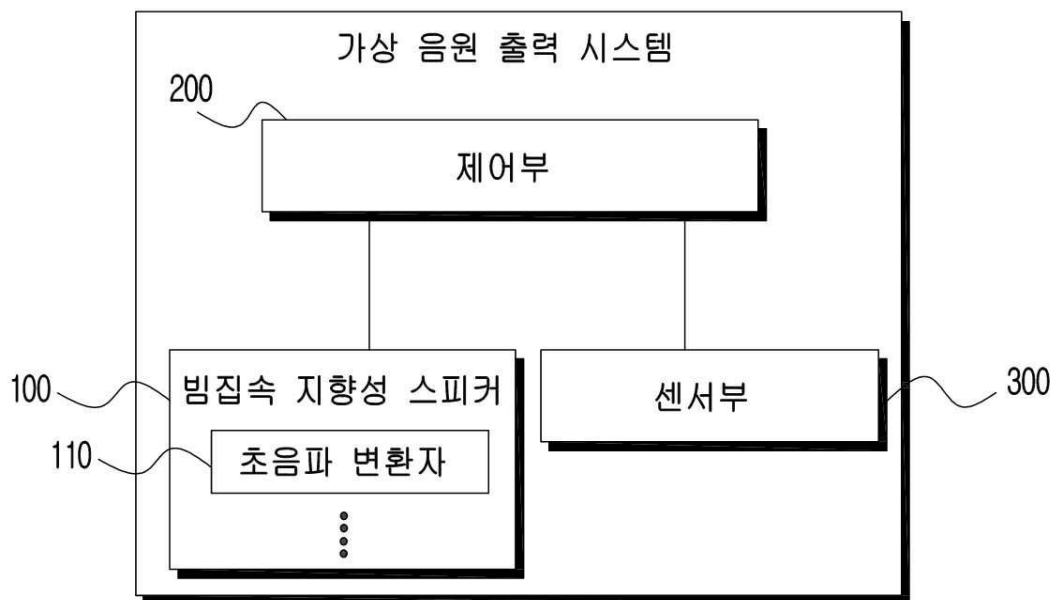
도면

도면1

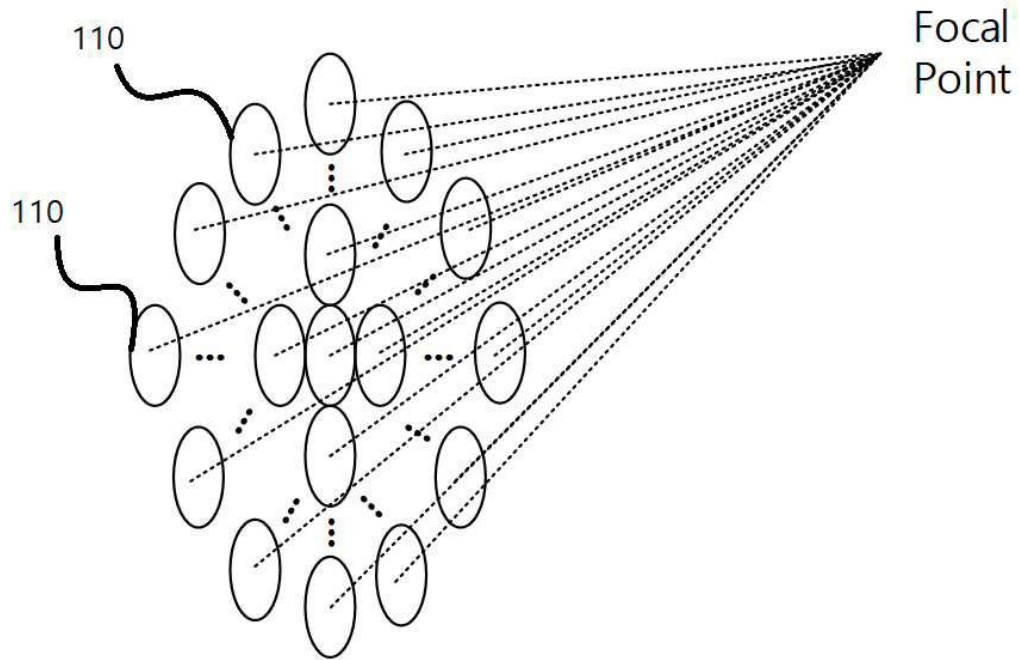


도면2

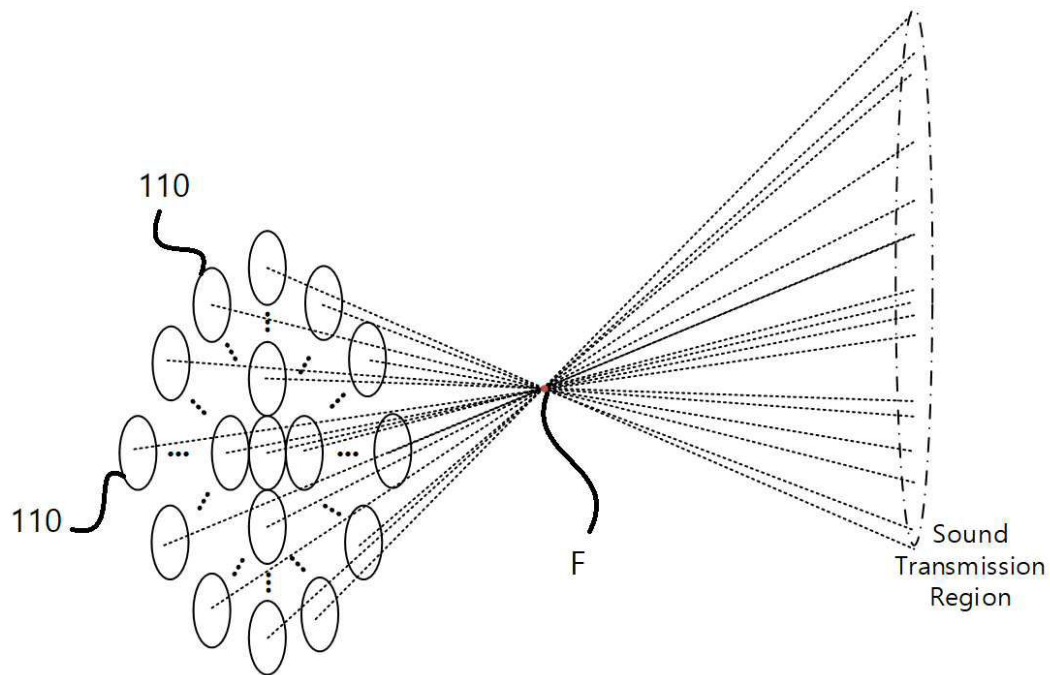
1000



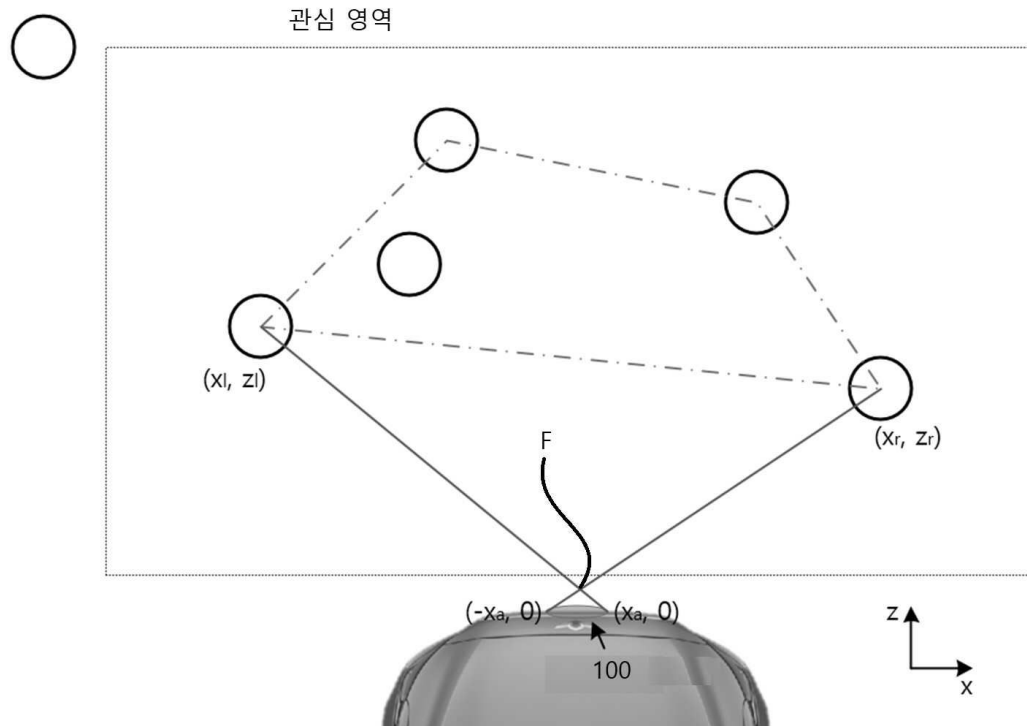
도면3



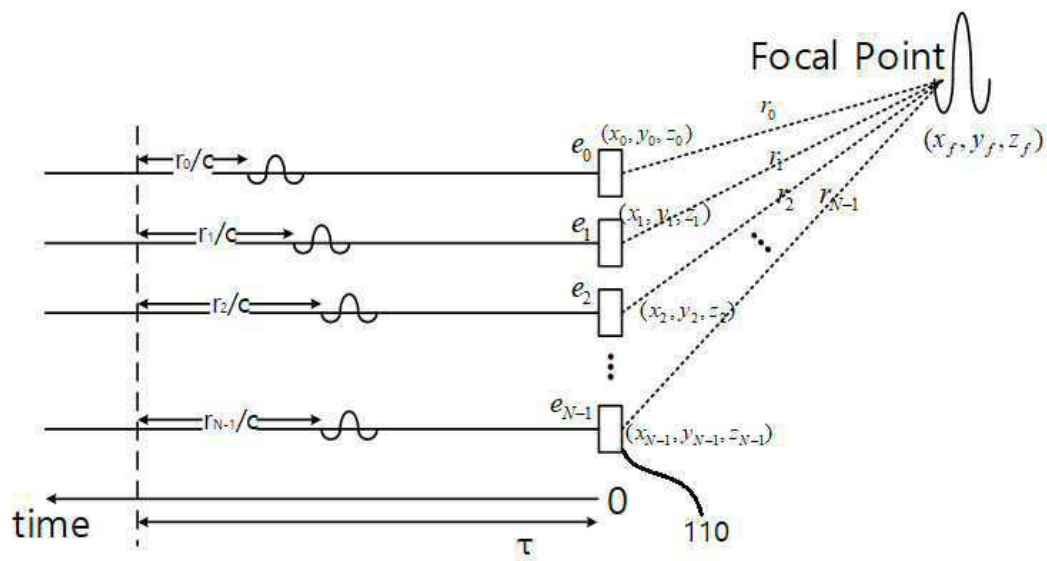
도면4



도면5



도면6



도면7

