



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월06일  
(11) 등록번호 10-2019525  
(24) 등록일자 2019년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 3/80 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7008428  
(22) 출원일자(국제) 2012년09월10일  
심사청구일자 2017년08월14일  
(85) 번역문제출일자 2014년03월28일  
(65) 공개번호 10-2014-0069069  
(43) 공개일자 2014년06월09일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/054533  
(87) 국제공개번호 WO 2013/048708  
국제공개일자 2013년04월04일  
(30) 우선권주장  
13/250,482 2011년09월30일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2001337157 A\*  
(뒷면에 계속)  
전체 청구항 수 : 총 17 항

(73) 특허권자  
마이크로소프트 테크놀로지 라이선싱, 엘엘씨  
미국 워싱턴주 (우편번호 : 98052) 레드몬드 원  
마이크로소프트 웨이  
(72) 발명자  
하렐 마이클 릴리  
미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로  
소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마  
이크로소프트 코포레이션  
코너 윌리엄 하이텐  
미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로  
소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마  
이크로소프트 코포레이션  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
제일특허법인(유)

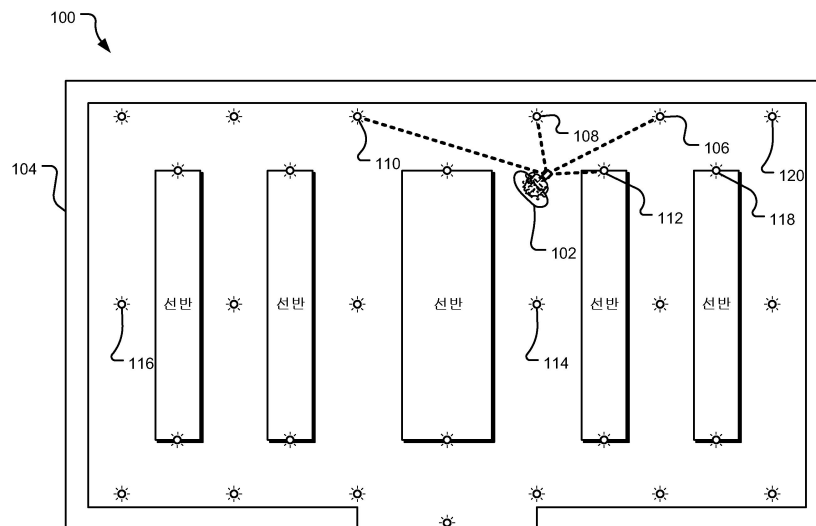
심사관 : 안문환

(54) 발명의 명칭 음향 기초 위치 결정 기법

(57) 요약

수신 장치가 다중 음향 신호원으로부터 음향 신호(예컨대 초음파)를 캡처하고, 대응하는 음향 신호원에 대해 수신 장치의 초기 위치를 결정하는데 이용하기 위해 신뢰성 조건을 만족시키는 음향 신호를 선택하고, 선택된 음향 신호의 다변 측량을 이용하여 수신 장치의 초기 위치를 결정하며, 동적으로 변하는 환경적 간섭, 다중 경로 및, 수신 장치와 음향 신호원 사이의 움직임이 존재할 때에는 개별 음향 신호의 신뢰성이 가변함에 따라 수신 장치의 현재 위치를 갱신한다.

대표도



(72) 발명자

**팔세티아 마즈반 알**

미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마이크로소프트 코포레이션

**컬랜더 존 찰스**

미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마이크로소프트 코포레이션

**프릭 하인리치**

미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마이크로소프트 코포레이션

**라이트 제시**

미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마이크로소프트 코포레이션

**마크마이어 마크 조셉**

미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마이크로소프트 코포레이션

(56) 선행기술조사문헌

JP2009139264 A\*

JP2004193782 A\*

JP2008212441 A\*

KR1020090096910 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제 1 위치에서 수신 장치에 의해 음향 신호원의 집합의 각각의 음향 신호원으로부터 음향 신호를 수신하는 단계—각각의 음향 신호원에서 방출되는 음향 신호는 다른 음향 신호원에서 방출되는 음향 신호와 구별되고, 각각의 음향 신호원은 상기 음향 신호에서 제공된 정보에 기초하여 상기 집합내에서 고유하게 식별 가능함—와,

상기 음향 신호원의 부분집합으로부터 수신된 음향 신호를 선택하는 단계—상기 선택된 음향 신호는 반사된 음향 신호를 필터링하는 신뢰성 조건을 만족시키고, 상기 선택된 음향 신호를 제공하는 각각의 음향 신호원의 위치는 상기 수신 장치에게 공지됨—와,

차등 도착 시간 측정(differential time of arrival measurement) 및 상호 상관(cross-correlation)을 이용하여, 상기 음향 신호원의 부분집합의 상기 공지된 위치에 대해 상기 수신 장치의 상기 제 1 위치를 결정하는 단계와,

상기 제 1 위치에서 수신된 상기 음향 신호원의 부분집합보다 소수의 음향 신호원으로부터 제 2 위치에서 수신된 음향 신호의 비 차등 도착 시간 측정(non-differential time of arrival measurements)에 기초하여 상기 수신 장치의 상기 제 2 위치를 결정하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제 2 위치를 결정하는 단계는 상기 제 1 위치와 상기 부분집합 내의 상기 음향 신호원의 각각의 위치 사이에서 계산된 거리에 기초하여 각각의 캡처된 음향 신호의 타이밍 기준(timing reference)을 결정하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제 2 위치를 결정하는 단계는

상기 수신 장치의 이동 방향을 결정하는 단계와,

상기 제 2 위치를 결정하기 위해 상기 이동 방향에 대해 상기 제 1 위치 및 상기 비 차등 도착 시간 측정을 평가하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 이동 방향을 결정하는 단계는 상기 수신 장치의 복수의 사전 결정된 위치를 평가하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 사전 결정된 위치는 음향 기초 포지셔닝(sound-based positioning)에 기초하여 결정되는 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제 2 위치를 결정하는 단계는

상기 수신 장치의 이동 속도를 결정하는 단계와,

상기 제 2 위치를 결정하기 위해 상기 이동 속도에 대해 상기 제 1 위치 및 상기 비 차등 도착 시간 측정을 평가하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 이동 속도를 결정하는 단계는 상기 수신 장치의 상기 이동 속도를 결정하기 위해 상기 제 1 위치로부터 수신된 음향 신호의 주파수의 도플러 편이(Doppler shift)를 결정하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 수신 장치는 모바일 장치이고, 상기 음향 신호원은 고정형인

방법.

#### 청구항 9

제 1 위치에서 음향 신호원의 집합으로부터 방출되는 음향 신호를 캡처하도록 구성된 수신 장치의 레코더(recorder)－개별 음향 신호원에서 방출되는 개별 음향 신호는 다른 음향 신호원에서 방출되는 다른 개별 음향 신호와 구별되고, 각각의 음향 신호원은 각각의 방출된 개별 음향 신호에서 제공된 정보에 기초하여 상기 집합 내에서 고유하게 식별 가능함－와,

상기 음향 신호원의 부분집합으로부터 수신된 음향 신호의 부분집합을 선택하도록 구성된 상기 수신 장치의 신호원 프로세서(signal source processor)－상기 선택된 음향 신호는 반사된 음향 신호를 필터링하는 신뢰성 조건을 만족시키고, 상기 선택된 개별 음향 신호를 제공하는 각각의 음향 신호원의 위치는 상기 수신 장치에게 공지됨－와,

차등 도착 시간 측정 및 상호 상관을 이용하여, 상기 음향 신호원의 부분집합의 상기 공지된 위치에 대한 상기 수신 장치의 상기 제 1 위치를 결정하도록 구성된 상기 수신 장치의 음향 탐지기(sound locator)를 포함하고,

상기 음향 탐지기는 또한 상기 제 1 위치에서 수신된 상기 음향 신호원의 부분집합보다 소수의 음향 신호원으로부터 제 2 위치에서 수신된 추가 음향 신호의 비 차등 도착 시간 측정에 기초하여 상기 수신 장치의 상기 제 2 위치를 결정하도록 구성되는

시스템.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 수신 장치는 모바일 장치이고, 상기 음향 신호원은 고정형인 시스템.

#### 청구항 11

프로세서 실행 가능 프로세스를 전자 장치 상에서 실행하는 프로세서 실행 가능 명령어를 인코딩한 하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체로서,

상기 프로세스는

제 1 위치에서 수신 장치에 의해 음향 신호원의 집합의 각각의 음향 신호원으로부터 음향 신호를 수신하는 것—개별 음향 신호원에서 방출되는 개별 음향 신호는 다른 개별 음향 신호원에서 방출되는 다른 개별 음향 신호와 구별되고, 각각의 음향 신호원은 각각의 방출된 개별 음향 신호에서 제공된 정보에 기초하여 상기 집합내에서 고유하게 식별 가능함—과,

상기 음향 신호원의 부분집합으로부터 수신된 음향 신호의 부분집합을 선택하는 것—상기 선택된 음향 신호의 부분집합은 반사된 음향 신호를 필터링하는 신뢰성 조건을 만족시키고, 상기 음향 신호의 부분집합의 상기 선택된 개별 음향 신호를 제공하는 각각의 음향 신호원의 위치는 상기 수신 장치에게 공지됨—과,

차등 도착 시간 측정 및 상호 상관을 이용하여, 상기 음향 신호원의 부분집합의 상기 공지된 위치에 대한 상기 수신 장치의 상기 제 1 위치를 결정하는 것과,

비 차등 도착 시간 측정에 기초하여 상기 수신 장치의 제 2 위치를 결정하는 것을 포함하고, 상기 비 차등 도착 시간 측정은 상기 음향 신호원의 부분집합 중 적어도 일부로부터의 제 2 위치에서의 추가 음향 신호에 기초하는 하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 위치를 결정하는 것은 상기 제 1 위치와 상기 부분집합 내의 상기 음향 신호원의 각각의 위치 사이에서 계산된 거리에 기초하여 상기 음향 신호의 타이밍 기준을 결정하는 것을 포함하는

하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체.

#### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 위치를 결정하는 것은

상기 수신 장치의 이동 방향을 결정하는 것과,

상기 제 2 위치를 결정하기 위해 이동 방향에 대해 상기 제 1 위치 및 상기 비 차등 도착 시간 측정을 평가하는 것을 포함하는

하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 이동 방향을 결정하는 것은 상기 수신 장치의 복수의 사전 결정된 위치를 평가하는 것을 포함하고, 상기

사전 결정된 위치는 음향 기초 포지셔닝에 기초하여 결정되는  
하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체.

#### 청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 위치를 결정하는 것은

상기 수신 장치의 이동 속도를 결정하는 것과,

상기 제 2 위치를 결정하기 위해 상기 이동 속도에 대해 상기 제 1 위치 및 상기 비 차등 도착 시간 측정을 평가하는 것을 포함하는

하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 이동 속도를 결정하는 것은 상기 수신 장치의 상기 이동 속도를 결정하기 위해 상기 제 1 위치로부터 수신된 음향 신호의 주파수의 도플러 편이를 결정하는 것을 포함하는

하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체.

#### 청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 수신 장치는 모바일 장치이고, 상기 음향 신호원은 고정형인

하나 이상의 프로세서 판독 가능한 저장 매체.

### 발명의 설명

### 기술 분야

### 배경 기술

[0001]

실내 환경에서 사용자 혹은 모바일 장치의 위치를 정확히 결정하는 것은 여러 가지 과제들에 당면하고 있다. 예를 들어, 위성 항법 장치(GPS; global positioning systems) 기술은 밀폐된 빌딩 내부에서는 잘 작동하지 않는 데, 이런 장소에서 GPS와 모바일 장치의 통신은 주변 구조물에 의해 방해받을 수 있다. 또한, 통용되는 소비자 장치들은 장치의 통신 능력, 감지 능력(예컨대 모바일 장치 마이크로폰), 장치 내부의 클럭 정확도, 유효 전력 등에서 제한을 받는다. 따라서, 통용되는 모바일 장치의 하드웨어를 상당히 수정하지 않고서는 밀폐된 빌딩 내부(또는 GPS 포지셔닝이 이용 가능하지 않은 장소)에서 모바일 사용자에게 대해 고도로 정확한 실시간 위치 정보를 획득하는 것은 어렵다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0002]

본원에 설명되고 청구된 실시 사례들은 다중의 음향 신호원으로부터 음향 신호(예컨대 초음파)를 캡처하도록 수신 장치를 이용하고, 대응하는 음향 신호원에 대한 수신 장치의 초기 위치 결정에 이용하기 위해 신뢰성 조건을 만족시키는 음향 신호를 선택하며, 선택된 음향 신호의 다변 측량(multilateration)을 이용하여 수신 장치의 초기 위치를 결정하고, 동적으로 변하는 환경적 간섭(environmental interference), 다중 경로 및, 수신 장치와 음향 신호원 사이의 움직임이 존재할 때에는 개별 음향 신호의 신뢰성이 가변함에 따라 수신 장치의 현재 위치

를 갱신함으로써 전술한 문제점들을 다룬다.

[0003] 위의 개략적인 설명은 이후의 상세한 설명에서 더 자세히 설명되는 개념들중 선택된 것을 간략화된 형태로 소개하기 위해 제공된다. 이러한 개략적인 설명은 청구된 주제의 핵심 특징 혹은 필수 특징을 식별하도록 의도된 것이 아니며, 청구된 주제의 범주를 제한하는데 이용되도록 의도된 것도 아니다.

[0004] 다른 실시 사례들도 본원에 설명 및 인용된다.

## 도면의 간단한 설명

[0005] 도 1은 음향 기초 포지셔닝을 채용하는 실시예의 시나리오를 예시한다.

도 2는 음향 기초 포지셔닝을 채용하는 다른 실시예의 시나리오를 예시한다.

도 3은 음향 기초 포지셔닝을 위한 실시예의 데이터 흐름도를 예시한다.

도 4는 음향 기초 포지셔닝을 위한 실시예의 동작을 예시한다.

도 5는 차등 도착 시간(differential time of arrival) 및 비 차등 도착 시간(non-differential time of arrival)을 이용하는 음향 기초 포지셔닝을 위한 실시예의 동작을 예시한다.

도 6은 전술한 기술을 구현하는데 유용할 수 있는 다른 실시예의 시스템을 예시한다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006] 스마트 폰같은 오늘 날의 일부 모바일 장치는 초음파 신호를 감지할 수 있는 마이크로폰을 포함하는데, 이것은 소비자 등급의 모바일 장치를 이용하여 초음파 기초의 포지셔닝을 수행할 기회를 제공한다. 이런 장치에 의해 감지될 수 있는 초음파 대역폭은 현재 비교적 좁은 편이다(예컨대 20KHz~22KHz). 그럼에도 불구하고, 초음파 신호원에 대한 수신 장치의 위치가 결정될 수 있게 하기에 충분한 정보를 제공하면서도 초음파 신호가 이러한 제한된 대역폭내에서 다루어질 수 있다.

[0007] 예컨대 하나의 실시예로서, 특정 영역 전반에 분산된 음향 신호원들(예컨대 스피커들)이 있다. 음향 신호원에서 방출된 음향 신호는 하나 이상의 수신 장치(예컨대 초음파 음향 신호를 정확히 캡처할 수 있는 마이크로폰을 구비한 모바일 장치)에 의해 수신되고, 이 수신 장치는 수신된 음향 신호를 이용하여 특정 영역내의 위치를 계산한다. 수신 장치는 다변 측량을 이용하여 수신된 음향 신호로부터 초기 위치를 결정할 수 있는데, 수신 장치의 위치를 결정하는 프로세스는 공지된 장소의 다중 음향 신호원으로부터 전송된 신호들의 도착 시간 차이(TDOA; Time Difference of Arrival)를 정확하게 계산하는 것을 기초으로 한다. 이런 방식으로, 다변 측량은 다수의 음향 신호원에 대한 수신 장치의 위치를 결정하는데 이용될 수 있다. 그 이후에, 수신 장치의 초기 위치가 주어지면, 음향 신호에 대해 각각과 관련한 시간 기준(time reference)을 유도하는 것이 가능하고, 그러므로 특히 (예컨대 신호원과 수신 장치 사이의 장애와 간섭의 변화로부터) 신뢰할 수 있는 음향 신호 누락의 개수와 관련하여 비 차등 도착 시간 측정을 이용하여 수신 장치의 위치를 계속 갱신하는 것도 가능하다.

[0008] 일반적으로, 다변 측량의 일 실시예는 공지된 장소에서 다중의 음향 신호원으로부터 음향 신호를 수신하는 수신 장치를 수반한다. 공지의 전송 시간 슬롯에 기초하여 정규화될 수 있는 각각의 음향 신호의 도착 시간의 차이가 수신 장치와 각각의 음향 신호원 사이의 거리 차이를 결정하는데 이용된다. 두 개의 음향 신호원을 이용하면, 수신 장치는 쌍곡면(hyperboloid)상에 위치될 수 있다. 3개의 음향 신호원을 이용하면, 수신 장치는 제2의 쌍곡면상에 위치될 수 있고, 이때 두 개의 쌍곡면의 교차점은 수신 장치가 위치하고 있는 곡선을 설명한다. 네 번째 음향 신호원을 추가함으로써, 수신 장치는 제3의 쌍곡면상에 위치될 수 있고, 세 개의 쌍곡면의 교차점은 3차원 공간에서 한 점을 정의한다.

[0009] 그러나, 음향 신호의 도착 시간의 측정시의 오류는 위치 계산의 정확도를 훼손할 수 있음을 이해해야 한다(예컨대 수신된 음향 신호에 기초하여 계산된 쌍곡면은 거의 공간내의 정확한 한 지점에서 교차하지 않는다). 따라서, 추가의 음향 신호원 및/또는 최적화 기술(예컨대 최소 자승법(a least squares method) 혹은 확장 칼만 필터(extended Kalman filter))이 계산된 포지셔닝 결과의 정확도를 개선하는데 적용될 수 있다.

[0010] 도 1은 음향 기초 포지셔닝을 채용하는 실시예의 시나리오(100)를 예시한다. 쇼핑객(102)(예시의 사용자)는 자신이 매장(104)(예시의 환경)에서 이동할 때 포지셔닝 애플리케이션을 실행하는 모바일 폰을 들고 있다. 쇼핑

객(102)의 몸체는 매장(104)의 북동쪽을 향하고 있다. 다중의 음향 신호원(예컨대 스피커(106))은 매장(104)의 전체에 위치되어 있고, 각각의 음향 신호원은 자신의 고유 시간 슬롯으로(예컨대 라운드 로빈(round robin) 방식으로) 음향 신호를 방출하고 있다. 음향 신호가 수신 장치에 의해 충분히 캡처될 정도로 강하다면, 각각의 음향 신호는 수신 장치(예컨대 모바일 폰)의 오디오 입력(예컨대 마이크로폰)에 의해 수신될 수 있다. 예를 들어, 스피커(110)에 의해 방출된 초음파 음향 신호는 수신 장치에 의해 캡처되지만, 스피커(116)에 의해 방출된 음향 신호는 수신 장치로부터 스피커까지의 거리로 인해 수신 장치에 의해 캡처될만큼 충분히 강하지 않다. 또한, 일부 음향 신호는 수신 장치에 의해 곧장 수신되지 않는다. 예를 들어, 쇼핑객(102)의 몸체는 스피커(114)와 수신 장치 사이의 직선 음향 신호 경로를 막는다. 그럼에도 불구하고, 수신 장치는 예컨대 매장의 선반, 천장 및 바닥같은 주변 구조물에서 기인하는 스피커(114)의 음향 신호의 반사 신호(reflections)을 수신할 수 있다. 반사 신호는 음향 신호 경로를 따라 추가 거리를 도입하고, 그러므로 정확한 도착 시간 측정이 제공되지 않는다(어떤 유형의 정규화없이). 비록 다른 실시예들이 특정 유형의 반사를 고려하도록 채용될 수 있다 할지라도, 일 실시예에서 수신 장치는 포지셔닝 계산에 반사 음향 신호를 누락시키기 위해 직행 음향 신호와 반사 음향 신호를 분별한다. 예를 들어, 일 실시예로, 음향 신호원과 반사 표면 사이, 그리고 수신 장치와 반사 표면 사이의 공지의 기하학적 관계가 반사 경로를 따라 음향 신호원과 수신 장치 사이의 물리적 거리를 계산하는데 이용될 수 있을 것이고, 그러므로 음향 신호원과 수신 장치 사이의 직선의 물리적 거리가 계산될 수 있을 것이다.

[0011] 다른 실시예에서, 음향 기초 포지셔닝 시스템은 음향 신호가 반사되었든 혹은 직행 신호이든간에 다수의 캡처된 음향 신호에 의해 지시되는 가능 교차점(위치)의 집합(set)을 계산할 수 있다. 어떤 상황에서, 캡처된 다중의 신호에 의해 가능한 것으로 만들어진 위치 집합은, 가장 신뢰성있는 신호원이 가장 정확한 포지셔닝을 위해 이용되도록 추천하는 다른 제한 조건에 의해 좁혀질 수 있다.

[0012] 도 1에 도시된 바와 같이, 쇼핑객(102)이 휴대하고 있는 수신 장치상에서 실행되는 음향 기초 포지셔닝 애플리케이션은 스피커(106, 108, 110, 112)로부터는 직행 음향 신호를 수신한다. 수신 장치가 예컨대 스피커(118, 120)같은 다른 스피커로부터 직행의 음향 신호를 수신하는 것도 가능하며, 이것은 포지셔닝 계산의 정확도 및/또는 신뢰성을 개선할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 4개의 신뢰성있는 직행의 음향 신호를 수신함으로써, 수신 신호는 차등 도착 시간 측정(DTOA; differential time of arrival) 및 다변 측량을 이용하여 다른 정보없이 3차원 공간에서 신호원에 대한 수신 장치의 위치를 계산할 수 있다. 선택적으로, 수신 장치는 다변 측량을 이용하여 3개의 신뢰성있는 직행 오디오 공급원에 기초하여 다른 정보없이 2차원 공간에서 신호원에 대한 수신 장치의 위치를 계산할 수 있다. 예컨대 위치 제한(즉, 쇼핑객(102)은 선반위나 매장(104) 외부에 위치할 수 없다)이나 위치 근사(즉, 쇼핑객(102)은 통로의 중간에 위치되는 것으로 가정된다)와 같은 추가 정보가 있는 경우, 포지셔닝 계산의 신뢰성 및 정확도는 보장될 수 있고/있거나 포지셔닝 계산에 필요한 신호원의 개수는 감소될 수 있다(따라서 기존에 이용되는 음향 신호원의 부분 집합(subset)이 이용된다).

[0013] 쇼핑객(102)의 초기 위치가 DTOA 측정 및 다변 측량을 이용하여 결정되는 즉시, 음향 포지셔닝 애플리케이션은 각각의 음향 신호에 대한 타이밍 기준(예컨대, 음향 신호원과 수신 장치 사이의 공지된 거리에 기초하여, 대응하는 음향 신호원이 신호 전송을 전송 및/또는 중단했던 타이밍)을 계산할 수 있다. 이러한 기준들이 주어지면, 음향 포지셔닝 애플리케이션은 비 차등 TOA 측정으로 전환할 수 있고, 이로써 다변 측량 단계에서 이용된 음향 신호원보다 더 적은 신호원을 이용한 정확한 포지셔닝을 허용하게 된다. 그러므로, 쇼핑객(102)이 매장을 이동함에 따라, 이전의 몇몇 직행 음향 신호는 쇼핑객의 몸체, 다른 쇼핑객, 사이니지(signage) 등에 의해 차단되기 시작할 것이다. 그럼에도 불구하고, 음향 포지셔닝 애플리케이션은 전체 환경에 대해 계속적으로 음향 신호를 다양한 음향 신호원으로부터 캡처하여, 신뢰성있는 음향 신호의 개수가 변하더라도 쇼핑객의 위치를 정확하게 결정할 수 있다.

[0014] 도 2는 음향 기초 포지셔닝을 채용한 다른 실시예의 시나리오를 예시하는데, 이 시나리오에서 쇼핑객(202)은 매장(204) 전체에 분산된 다중 신호원(예컨대 스피커(206))과 관련해 다른 장소와 방위로 위치되어 있고, 각각의 신호원은 수신 장치(예컨대 모바일 폰)의 오디오 입력(예컨대 마이크로폰)으로 수신할 수 있는 음향 신호를 방출하고 있다. 도 1에 도시된 시나리오(100)에서처럼, 시나리오(200)에서의 신호 세기는 어떤 음향 신호가 수신 장치에 의해 캡처되는지에 영향을 미칠 수 있다. 또한, 일부 음향 신호는 수신 장치에 의해 곧장 수신되지 않는다. 예를 들면, 도 1과 대조적으로, 쇼핑객(202)의 몸체는 매장(204)의 남동쪽을 향해 틀어져있다. 그에 따라서 쇼핑객의 몸체는 수신 장치와 스피커(206, 208) 사이의 직행 음향 신호 경로를 차단한다. 그럼에도 불구하고, 수신 장치는 주변 구조물, 예컨대 매장의 선반, 천장 및 바닥으로부터의 음향 신호의 반사 신호를 수신할 것이다. 이런 맥락에서, 수신 장치는 포지셔닝 계산에 반사 음향 신호를 누락시키기 위해 직행 음향 신호와 반



사 음향 신호를 분별하거나 또는 음향 신호원, 반사 표면 및 수신 장치 사이의 공지의 기하학적 관계에 기초하여 신호가 이동한 거리를 정확히 확인한다.

[0015] 도 2에 도시된 바와 같이, 쇼펍객(202)이 휴대하고 있는 수신 장치는 자신에게 배정된 시간 슬롯에 스피커(210, 212, 214, 216)로부터 직행 음향 신호를 수신한다. 수신 장치가 다른 스피커, 예컨대 스피커(218, 220)로부터 직행 음향 신호를 수신하는 것도 가능하며, 이것은 포지셔닝 계산의 정확도 및/또는 신뢰성을 개선할 수 있다.

[0016] 도 1 및 도 2에 도시된 것처럼, 특정 영역 전반에 대한 수신 장치의 움직임은 수신 장치가 포지셔닝 계산에 기초로 삼을 수 있는 신호원을 실시간으로 변경할 수 있다. 또한, 환경내의 반사된 음향 신호의 존재는 포지셔닝 계산에 이용하기 적합한 신뢰성있는 음향 신호의 선택을 더 복잡하게 한다. 따라서, 연관된 수신 장치 및/또는 포지셔닝 시스템은 주변 환경에서 신뢰성이 없는 음향 신호를 필터링하고, 포지셔닝 계산에서 그 신호원을 배제시킨다.

[0017] 도 3은 음향 기초 포지셔닝을 위한 실시예의 데이터 흐름도(300)를 예시한다. 모바일 폰같은 수신 장치는 자신의 자원을 관리하고 음향 기초 포지셔닝 애플리케이션이 실행될 수 있는 플랫폼을 제공하기 위한 운영 체제(302)를 실행한다. 예를 들어, 일 실시예로, 모바일 장치는 예컨대 마이크로폰(303)과 하나 이상의 스피커(도시 안 됨)같은 모바일 장치의 오디오 자원을 관리하는 오디오 인터페이스를 갖는 운영 체제를 실행하고, 어떤 영역(예컨대 매장, 창고, 작업장, 사무실용 건물 등)의 전역에 위치한 다중 음향 신호원에 대해 음향 신호를 수신할 수 있는 모바일 포지셔닝 애플리케이션을 실행한다. 비록 설명된 기술이 표준 GPS 신호가 밀폐 구조물에 의해 차단되는 실내용으로 적합하다 할지라도, 설명된 기술은 실외 영역에서도 이용될 수 있으며, GPS와 WiFi 기술이 조합되어 이용될 수도 있다.

[0018] 음향 기초 포지셔닝 애플리케이션이 실행되는 동안, 예컨대 프로세서가 실행 가능한 소프트웨어 설비같은 레코더(304)는 마이크로폰(303)에 의해 캡처된 음향 신호(305)를 기록 및 디지털화한다. 레코더(304)는 이 디지털화된 음향 신호를 레코더 프로세스 큐(306)에 저장하는데, 여기에서 기록된 음향 신호는 FFT(Fast Fourier Transform) 프로세싱을 스트리밍하기 위해 음향 신호 블록으로 쪼개진다. 비록 다른 블록 사이즈가 채용될 수 있다 할지라도, 일 실시예로 블록 사이즈는 대략 2048 오디오 샘플 길이 정도이다.

[0019] 레코더 프로세스 큐(306)는 비동기 프로세싱을 위해 레코드 프로세스 큐(306)로부터 디큐된(dequeued) 음향 신호 블록을 처리하는 워커 스레드(worker thread)(308)를 만들어 낸다. 워커 스레드(308)는 피크 파인더(peak finder)를 실행하는데, 이것은 워커 스레드(308)에 의해 처리된 각각의 음향 신호 블록을 처리한다. 피크 파인더(310)는 상호 상관 관리자(cross-correlation manager)(312)와 상호 상관기(cross-correlator)(314)를 채용하여 각각의 음향 신호 블록을 공지의 전송된 신호와 상호 상관시켜서, 상관된 출력내의 강한 피크를 식별한다. 상호 상관은 두 개의 파형 사이의 유사성을 측정하는 것이다. 예컨대 일 실시예로서 파형 중 하나를 지연시킨 뒤에 파형들을 함께 곱한다. 다른 상관 결과들과 비교할 때, 특별한 형상을 가지면서 사전 결정된 임계(예컨대 신뢰성 조건)를 넘어서는 상관 피크를 찾음으로써, 포지셔닝 시스템은 반사에 의해 과도하게 지연된(예를 들면, 음향의 속도에서 감지 가능할 만큼 더 긴 경로를 초래하는) 신호들을 누락시킨다. 상호 상관 관리자(312)는 상호 상관기(314)에게 내장된 일반 관리 기능(housekeeping function)을 제공하고, 상호 상관기는 상호 상관 동작을 수행하여, 상호 상관된 데이터(316)를 처리된(예컨대 상호 상관된) 음향 신호(예컨대 상관 피크)의 큐로서 출력한다.

[0020] 상호 상관된 데이터(316)는 신호원 프로세서(318)에 의해 처리되고, 신호원 프로세서는 수신된 음향 신호의 발신지인 음향 신호원(예컨대 스피커)과 그 신호원의 위치를 식별한다. 신호원 프로세서(318)의 신호원 파인더(source finder)(320)는 각각의 상관 피크의 식별 번호(identification number)를 결정하고, 이로써 상관 피크를 공지의 신호원과 연관시킨다. 일 실시예로, 신호원은 신호원 그룹(예컨대 한 개의 신호원 그룹당 8 내지 16 개의 스피커)과 연관된다. 그룹 식별자(322)는 식별된 신호원이 속한 신호원 그룹을 식별한다. 위치 레코더(324)는 발견된 신호원 식별자를 음향 신호의 대응하는 오디오 타이밍(예컨대 음향 신호가 음향 신호 블록의 시작을 기준으로 시작되었을 때)과 연관시킨다.

[0021] 다변 측량 프로세서(326)는 식별된 신호원의 집합과 그들 각각의 타이밍, 그리고 공지된 신호원 장소 집합 및 임의의 기하학적 제한 조건(예컨대 매장의 통로들)을 수신하고, 다변 측량 동작을 이용해 이 데이터로부터 수신 장치의 위치를 추정한다. 콜백 유틸리티(callback utility)(328)는 음향 탐지기(sound locator)(330)를 비동기 방식으로 호출하는데, 이것은 사용자 위치와 그 관련 X/Y/Z 좌표를 사용자 인터페이스(332)(예컨대 이것은 평면 맵과 사용자 위치를 디스플레이상에 표시할 수 있다)를 통해 사용자에게 제공하기 위한 애플리케이션 평면 맵(application floor plan map)의 좌표계로 번역한다.

- [0022] 비록 본원에 개시된 것이 아닌 다른 방식이 고려될 수 있을지라도, 주변 환경의 규모(예컨대 신호원의 개수, 동시에 지원되는 수신 장치의 개수 및 다른 환경적 요인들)에 따라 다양한 신호원 식별 방식이 채용될 수 있을 것이다. 예를 들면, 작은 규모의 환경(예컨대 8 내지 16개의 신호원)에서는, 개별 신호원을 식별하는데 톤(tone)이 이용될 수 있다. 일 실시예로, 각각의 신호원은 위치상으로 고유한 톤으로 식별되고, 톤의 집합은 20.1KHz에서 21.6KHz까지 100Hz의 간격으로 이격되어 있다. 일 실시예로, 각각의 신호원은 예컨대 아래와 같은 처프(chirp) 음과 톤을 포함하는 파형을 방출한다.
- [0023]  $\text{waveform}(i) = \text{chirp} + \text{tone}(i)$
- [0024] 여기서  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내고, 처프는 2048 오디오 샘플의 길이를 가지면서 20KHz에서 21.6KHz까지 선형적으로 증가하는 주파수로 변조되며(예컨대 "업-처프(up-chirp)"), 톤은  $20.1 + i * 0.1\text{KHz}$ 에서 장소적으로 고유한 주파수를 갖는 정현 파형(sinusoidal waveform)을 나타낸다. 선택적으로, 선형적으로 감소하는 주파수를 이용하여 "다운-처프"가 채용될 수도 있다. 다른 규모와 관련하여서는 설명된 것처럼 다른 파형들이 채용될 수도 있다.
- [0025] 중간 규모(즉, 16 내지 64개 신호원)의 환경에서, 비록 다른 처리법이 이용될 수 있더라도 예컨대 3가지 처리법이 아래에 설명된다. 한 가지 처리법으로, 16개 톤이 개별 신호원을 식별하는데 이용된다. 신호원은 2그룹의 신호원으로 나뉘어져서, 예컨대 아래와 같이 32개 신호원까지 스케일링된다.
- [0026]  $\text{waveform}(i, j) = \text{chirp}(j) + \text{tone}(i)$
- [0027] 여기서  $j$ 는 그룹 식별자이고( $j=0 \Rightarrow 20\text{KHz} \sim 21.6\text{KHz}$ 의 업-처프이고,  $j=1 \Rightarrow 21.5\text{KHz} \sim 20.0\text{KHz}$ 의 다운-처프이다), 처프간의 상호 상관은 임계 $<0.2$ (신뢰성 조건)에 기초하여 결정되며, 처프 길이는 2048 오디오 샘플 길이이고,  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내며, 톤은  $20.1 + i * 0.1\text{KHz}$ 에서 장소적으로 고유한 주파수를 갖는 정현 파형을 나타낸다.
- [0028] 중간 규모 환경을 위한 다른 처리법으로, 하나의 신호원을 식별하는데 16개 톤이 다시 이용된다. 신호원은 4그룹의 신호원으로 나뉘어져서, 예컨대 아래와 같이 64개 신호원까지 스케일링된다.
- [0029]  $\text{waveform}(i, j) = \text{chirp}(j) + \text{tone}(i)$
- [0030] 여기서  $j$ 는 그룹 식별자이고( $j=0 \Rightarrow 20\text{KHz} \sim 20.8\text{KHz}$ 의 업-처프이고,  $j=1 \Rightarrow 20.8\text{KHz} \sim 21.6\text{KHz}$ 의 업-처프이며,  $j=3 \Rightarrow 21.6\text{KHz} \sim 20.8\text{KHz}$ 의 다운-처프이고,  $j=4 \Rightarrow 20.8\text{KHz} \sim 20\text{KHz}$ 의 다운-처프이다), 처프간의 상호 상관은 임계 $<0.3$ (신뢰성 조건)에 기초하여 결정되며, 처프 길이는 2048 오디오 샘플 길이이고,  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내며, 톤은  $20.1 + i * 0.1\text{KHz}$ 에서 장소적으로 고유한 주파수를 갖는 정현 파형을 나타낸다.
- [0031] 중간 규모 환경을 위한 또다른 세 번째 처리법으로, 활용된 대역폭이 다시 두 개의 주파수 범위(예컨대 20KHz~20.8KHz와 20.8KHz~21.6KHz, 둘다 100Hz 간격임)로 쪼개어져서 64개 신호원을 스케일링한다. 아래와 같이 하나의 톤은 8개 신호원 중 하나를 지시하는 제 1 주파수 범위로 엔코딩되고, 다른 톤은 8개의 그룹중 하나를 지시하는 제 2 주파수 범위로 엔코딩된다.
- [0032]  $\text{waveform}(i, j) = \text{chirp} + \text{tone}(i) + \text{tone}(j)$
- [0033] 여기서  $j$ 는 그룹 식별자이고,  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내며,  $\text{tone}(i)$ 는  $20.1 + i * 0.1\text{KHz}$ 에서 정현 신호이고,  $\text{tone}(j)$ 는  $20.9 + j * 0.1\text{KHz}$ 에서 정현 신호이며, 처프간의 상호 상관은 임계 $<0.3$ (신뢰성 조건)에 기초하여 결정되며, 처프 길이는 2048 오디오 샘플 길이이다.
- [0034] 대규모(즉 64 내지 256개 신호원)의 환경과 관련하여, 비록 다른 처리법이 이용될 수 있더라도 예컨대 3가지 처리법이 아래에 설명된다. 한 가지 처리법으로, 16개 의사 잡음 코드화된(PNC; pseudo-noise coded) 파형이 16개의 신호원 식별자를 엔코딩하는데 이용되는데, 각각의 파형은 하나의 주파수 범위(예컨대 20.0KHz~21.6KHz)에 걸쳐 있다. 또한, 16개 톤이 주파수 범위(예컨대 20.0KHz~21.6KHz)에 걸쳐 분산되어, 예컨대 아래와 같이 16개 그룹 식별자를 엔코딩한다.
- [0035]  $\text{waveform}(i, j) = \text{PNC}(i) + \text{tone}(j)$
- [0036] 여기서  $j$ 는 그룹 식별자이고,  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내며,  $\text{tone}(j)$ 는  $20.1 + i * 0.1\text{KHz}$ 에서 정현 신호이고, PNC 파형 사이의 상호 상관은  $\sim 0.2 \sim 0.4$ 의 임계에 기초하며, PNC 파형 길이는 2048 오디오 샘플이다.
- [0037] 대규모 환경을 위한 다른 처리법으로, 활용되는 대역폭이 다시 두 개의 주파수 범위(예컨대 19.7KHz에서 중심

주파수( $f_c$ )를 갖는 19.0KHz~20.4KHz와, 21.1KHz에서 중심 주파수( $f_c$ )를 갖는 20.4KHz~21.8KHz)로 쪼개어진다. 제 1 대역에서, 16개 PNC 파형이 16개 그룹 식별자를 엔코드하는데 이용된다. 제 2 대역에서, 예컨대 아래와 같이 16개 PNC 파형이 제 2 그룹내의 16개 신호원 식별자를 엔코드하는데 이용된다.

[0038]  $\text{waveform}(i, j) = \text{PNC}(I, f_c = 19.9\text{KHz}) + \text{PNC}(j, f_c = 21.1\text{KHz})$

[0039] 여기서  $j$ 는 그룹 식별자이고,  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내며, PNC 파형 사이의 상호 상관은  $\sim 0.2$ - $0.4$ 의 임계에 기초하며, PNC 파형 길이는 2048 오디오 샘플이다.

[0040] 대규모 환경을 위한 또다른 처리법으로, 활용된 대역폭이 다시 두 개의 주파수 범위(예컨대 20LHz~20.8KHz와 20.8KHz~21.6KHz, 둘다 100Hz 간격임)로 쪼개어져서 256개 신호원을 스케일링한다. 하나의 톤은 8개 신호원 중 하나를 지시하는 제 1 주파수 범위로 엔코드되고, 다른 톤은 8개의 그룹중 하나를 지시하는 제 2 주파수 범위로 엔코드된다. 또한, 신호원들은 예컨대 아래와 같이 4개의 슈퍼 그룹(super-groups) 신호원들로 나뉘어진다.

[0041]  $\text{waveform}(i, j, k) = \text{chirp}(k) + \text{tone}(i) + \text{tone}(j)$

[0042] 여기서  $i$ 는 슈퍼 그룹 식별자이고( $k=0 \Rightarrow 20\text{KHz} \sim 20.8\text{KHz}$ 의 업-처프이고,  $k=1 \Rightarrow 20.8\text{KHz} \sim 21.6\text{KHz}$ 의 업-처프이며,  $k=3 \Rightarrow 21.6\text{KHz} \sim 20.8\text{KHz}$ 의 다운-처프이고,  $k=4 \Rightarrow 20.8\text{KHz} \sim 20\text{KHz}$ 의 다운-처프이다), 처프간의 상호 상관은 임계 $<0.3$ (신뢰성 조건)에 기초하여 결정되며, 처프 길이는 2048 오디오 샘플 길이이고,  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내며,  $\text{tone}(i)$ 는  $20.1+i*0.1\text{KHz}$ 에서 장소적으로 고유한 주파수를 갖는 정현 파형을 나타내고,  $j$ 는 그룹 식별자를 나타내며,  $\text{tone}(j)$ 는  $20.9+j*0.1\text{KHz}$ 에서 장소적으로 고유한 주파수를 갖는 정현 파형을 나타낸다.

[0043] 메가 규모의 환경인 경우, 16개 의사 잡음 코드화된(PNC) 파형이 16개 신호원 식별자를 엔코드하는데 이용되고, 각각의 파형은 하나의 주파수 범위(예컨대 20.0KHz 내지 21.6KHz)에 걸쳐 있다. 또한, 16개 톤이 주파수(예컨대 20.0KHz 내지 21.6KHz)에 걸쳐 분산되어, 예컨대 아래와 같이 16개 그룹 식별자를 엔코드한다.

[0044]  $\text{waveform}(i, j, k) = \text{PNC}(i) + \text{tone}(j) + \text{tone}(k)$

[0045] 여기서  $k$ 는 슈퍼 그룹 식별자이고,  $j$ 는 그룹 식별자를 나타내며,  $i$ 는 신호원 식별자를 나타내고,  $\text{tone}(j)$ 는  $20.1+j*0.1\text{KHz}$ 에서 정현 신호이고,  $\text{tone}(k)$ 는  $20.9+k*0.1\text{KHz}$ 에서 정현 신호이다.

[0046] 지원되는 환경의 범주를 확장하는 다른 옵션은 고유 식별자를 갖는 특정의 영역에 각각의 음향 신호원을 지정하는 것을 수반한다. 각각의 음향 신호원은 자신의 그룹 식별자를 방출하고, 그 이후에 개별 신호원은 해당 그룹내의 신호원들과 함께 라운드-로빈 시퀀스로 자신의 신호원 식별자를 방출한다. 예를 들어, 제 2층의 신호원들과 비교할 때 제 1층의 신호원들은 상이한 그룹에 속하는 3층 건물을 고려해보자. 그에 따라, 초기 그룹 식별자 신호는 수신 장치가 위치되어 있는 층을 나타내고, 신호원 식별자의 이후 시퀀스는 신호가 캡처되고 있는 층의 신호원들을 나타낸다. 이런 방식으로, 신호원 식별자는 지시된 그룹 식별자에 의해 구별되는 서로 다른 흐름들 사이에서 공유될 수 있다.

[0047] 이런 저런 인코딩 방식을 이용하면, 신호원은 다양한 검출법을 이용하여 식별될 수 있다. 한 가지 방법으로, 전수 대입법(brute force method)는 N개의 파형의 각각과 함께 캡처된 음향 신호의 전체적인 상호 상관을 입수하고, 가장 큰 상관 피크를 갖는 파형을 선택한다. 다른 방법에서는, 파형이 166Hz의 대역폭에 유지되어, 스펙트럼 영역에 약 150개 주파수 빈(예컨대 부범위(sub-range))을 제공한다. 256-점 FFT(256-point Fast Fourier Transform)는 상호 상관을 수행하기에 충분하다. FFT 상호 상관으로부터 가장 큰 상관 피크를 갖는 파형을 식별한 이후에, 식별된 파형의 기준 함수와의 완전 길이 상호 상관이 수행될 수 있고, 이로써 수신된 음향 신호에 기초하여 음향 신호원을 식별한다.

[0048] 톤이 매립된 파형인 경우, 수신 장치 및/또는 수신 장치를 보유하고 있는 사용자의 이동 방향 및/또는 속도를 결정하는데 도플러 추출법(Doppler extraction)이 이용될 수 있다. 일 실시예로, 도플러 추출법은 매립된 톤의 주파수 위치를 기준으로 주파수 영역에서 톤의 위치의 편이량 측정을 수반한다.

[0049] PNC 파형을 수반하는 다른 실시예에서, 도플러 편이(Doppler shift)는 PNC 파형의 스펙트럼을 하나 이상의 주파수 빈만큼 편이시키고, 기록된 음향 신호의 스펙트럼과 곱하며, 짧은 길이(예컨대 256) IFFT를 수행하고, 그 결과의 상호 상관 신호의 피크를 주목함으로써 반복적으로 결정될 수 있다. 상호 상관 피크를 최대화시키는 주파수 빈 편이의 값은 기록된 음향 신호에서 도플러 편이를 나타낸다.

[0050] 다중 PNC 파형을 수반하는 다른 실시예에서, 이 프로시저는 2차원으로, 즉, PNC 파형 식별자 및 빈 편이에서 반복된다. 상호 상관 피크를 최대화하는 PNC 파형 식별자와 빈 편이의 쌍은 음향 신호원에 의해 전송된 PNC 파형

뿐만 아니라 기록된 음향 신호의 도플러 편이도 만들어낸다.

- [0051] 다른 도플러 추출 기술이 채용될 수도 있다. 설명된 것처럼, 충분한 위치 결정과 조합하여 도플러 편이는 수신 장치의(및/또는 사용자의) 이동 방향 및/또는 속도를 결정하는데 이용될 수 있고, 사용자의 움직임에 대한 제한 조건을 설정할 수 있다. 이런 맥락에서, 도플러 추출은 수신 장치의 가능한 위치들이 예측된 이후에 음향 신호가 감지되게 하며, 이것은 제한 조건으로서 이용될 수 있다. 이러한 제한 조건은 포지셔닝 정확도를 개선하고/하거나 위치를 정확하게 결정하는데 필요한 신뢰성있는 음향 신호의 개수를 줄이는데 이용될 수 있다.
- [0052] 도 4는 음향 기초 포지셔닝을 위한 실시예의 동작(400)을 예시한다. 수신 동작(402)은 예컨대 매장과 같은 환경을 식별하고, 이 환경에 대해 신호원 위치, 신호원 식별자, 신호원 그룹 식별자 및 다른 환경적 제한 조건(예컨대 수신 장치가 현실적으로 위치될 수 있는 장소)을 포함하는 맵을 수신한다. 일 실시예로, 수신 동작(402)은 음향 기초 포지셔닝 애플리케이션이 수신 장치에서 개시될 때 실행한다. 선택적인 실시예로, 수신 동작(402)은 (예컨대, 가장 최근에 공지된 GPS 위치에 기초하여, 인식된 Wi-Fi 라우터 MAC 어드레스에 기초하여, 사용자 입력에 기초하여) 수신 장치가 공지된 환경에 진입했는지를 감지하고, 자신의 저장 장치로부터 혹은 외부 데이터 공급원(예컨대 Wi-Fi 연결된 서비스)로부터 맵을 도출한다.
- [0053] 캡처 동작(404)은 식별 가능한 신호원과 연관된 음향 신호를 캡처한다. 위에서 소규모, 중간 규모, 대규모 및 메가 규모의 환경과 관련하여 설명된 것처럼 각각의 신호원은 시그널링 프로토콜에 따라 자신의 시간 슬롯내에 음향 신호를 방출한다. 수신된 신호는 신호원을 식별하고 그 신뢰성을 평가하도록 처리된다. 예를 들어, 해당 환경에서 지원되는 파형의 각각을 갖는 캡처된 신호의 상호 상관을 이용하여, 캡처 동작(404)은 캡처된 음향 신호의 음향 신호원을 식별하기 위해 가장 큰 상관 피크를 산출하는 파형을 선택할 수 있다.
- [0054] 판정 동작(406)은 캡처된 음향 신호가 신뢰할 수 있는 것인지(예컨대 정확히 디코드될 정도로 충분한 세기의 직행 음향 신호인지) 결정한다. 만약 그렇지 않다면, 캡처 신호는 무시되고, 새로운 음향 신호가 캡처 동작(404)에서 캡처된다. 그렇지 않으면, 결정 동작(408)은 상호 상관 결과를 이용하여 연관된 음향 신호원의 신원(identity)과 캡처 시간 스탬프를 결정한다.
- [0055] 다른 판정 동작(410)은 충분한 개수의 신뢰성있는 새로운 음향 신호가 캡처되었는지를 결정한다. 하나 이상의 구성 요소를 갖는 신뢰성 조건이 캡처된 음향 신호에 대해 적용된다. 예를 들어, 캡처된 음향 신호가 직행 신호인지 혹은 반사 신호인지를 평가하는 것을 돕기 위해 하나의 구성 요소로서 음향 신호 파형의 형상을 고려할 수 있을 것이다. 직행 음향 신호는 반사된 음향 신호와는 상이한 특성을 갖는 경향이 있고, 이것은 상호 상관, 도플러 추출 등에 한정됨이 없이 다양한 기술을 이용하여 식별될 수 있다. 또한, 이 구성 요소는 음향 신호의 각각의 사이클내의 동일한 시간 슬롯 동안에 캡처된 음향 신호를 평가할 수도 있다. 동일한 시간 슬롯 동안에 캡처된 음향 신호는 서로간에 상호 상관이 잘 되지 않고, 그 시간 슬롯동안 캡처된 하나 이상의 음향 신호는 반사되므로 신뢰할 수 없음을 결정할 것이다. 또다른 구성 요소로서, 다변 측량이 단일점에 수렴하거나 혹은 매우 근접하는지를 고려할 수 있다. 다변 측량 해법에서 발산(divergence)은 구성 요소 음향 신호들 중 하나가 직행이 아니므로 신뢰할 수 없음을 나타낼 것이다. 다른 구성 요소들도 신뢰성 조건으로 채용될 수 있다.
- [0056] 다른 관점에서, 첫번째 음향 신호와 마지막 음향 신호 사이의 추적 시간(tracking time)이 특정 임계치(예컨대 수 초)보다 더 큰 경우에 음향 신호는 "오래된(stale)" 것으로 간주되거나 혹은 "충분히 새로운 것이 아닌" 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 음향 신호가 시간 슬롯의 시퀀스내에 다양한 음향 신호원으로부터 수신됨에 따라, 다변 측량할 충분한 개수의 신뢰성있는 음향 신호를 수집하는 것은 많은 시간 슬롯(예컨대, 첫번째 신뢰성있는 음향 신호와 마지막 신뢰성있는 시간 신호 사이에 수신 장치가 유의미한 거리를 이동하기에 충분할 정도)의 주기에 걸쳐 발생할 것이다. 따라서, 수신 장치가 이 "추적" 시간 동안 너무 멀리 움직일 경우 위치 계산의 정확도는 손상될 수도 있다. 일 실시예로, 판정 동작(410)은 음향 신호 블록이 오래된(예컨대 정확한 위치 계산이 수행되기에 너무 오래된) 것인지, 따라서 신뢰할 수 없는 것인지 결정한다. 오래된 음향 신호 블록은 무시될 수 있다.
- [0057] 더 나아가, 음향 신호가 오래된 것인지에 대한 결정은 다양한 요소로 통지될 수 있다(예컨대, 사용자가 추적 시간동안 위치의 중대한 변화를 초래하는 움직임을 지시하는 도플러 편이를 나타내는지, 직행의 블록화된 신호원의 신원이 변하는지, 쇼핑객 움직임에 관계된 경험 등). 예를 들면, 만약에 사용자가 반사된 음향 신호의 도플러 편이 측정에 기초하여 의미있는 속도를 나타내지 않는 경우, 만약에 직행의 블록화된 신호원이 추적 시간동안 변화없이 유지되는 경우, 및/또는 만약에 추적 시간이 추적 임계를 초과하지 않는 조건에서 쇼핑객의 위치가 통계적으로 수용 가능하게 정확한 것으로 공지된 경우, 음향 신호는 충분히 "새로운" 것으로 간주될 수 있다.



- [0058] 또한, 환경적 제한 조건은 DTOA에 기초하여 정확하게 위치를 계산하는데 요구되는 새로운 신뢰성있는 음향 신호의 개수를 줄이는데 적용될 수도 있다. 예를 들어, 수신 장치는 사전 정의된 높이의 범위내에 있는 것으로 가정하고 만약에 3개의 새로운 신뢰성있는 음향 신호가 캡처되었다면(3차원 다변 측량이 전형적으로 4개의 신뢰성있는 음향 신호를 요구할 때), 2차원 포지셔닝으로 충분할 것이고, 네번째의 새로운 신뢰성있는 음향 신호는 요구되지 않는다. 마찬가지로, 만약 쇼핑객이 수용 가능한 허용 한계내에서 통로의 중심에 있는 것으로 가정되면, 정확한 포지셔닝에 요구되는 새로운 신뢰성있는 음향 신호의 개수는 감소될 수 있을 것이다. 다른 환경적 제한 조건도 마찬가지로 요구되는 새로운 신뢰성있는 음향 신호의 개수를 줄일 수 있고/있거나 음향 기초 포지셔닝 결과의 정확도와 신뢰성을 개선할 수 있다.
- [0059] 요구되는 새로운 신뢰성있는 음향 신호의 개수를 줄이는데 채용될 수 있는 또다른 환경적 제한 조건은 시간 주기동안 위치 결과의 시퀀스와 관계있다. 만약 수신 장치가 자신의 가장 최근의 위치(잠재적으로는 자신의 속도)에 대한 목록을 보유한다면, 그 이동 방향(및/또는 속도)가 임의의 위치 계산들 사이에 특정량 이상으로 변화하지 않을 것임을 가정할 수 있다. 예를 들어, 만약에 수신 장치가 직전 사이클에서 자신이 북쪽으로 시간당 1마일로 이동중임을 나타내는 몇 개의 위치 결과를 갖는다면, 수신 장치의 다음 위치가 이전 위치 결과로부터 이전 범위를 넘어서는 것을 막는 제한 조건이 가정될 수 있다.
- [0060] 환경(예컨대 매장)내에서 사용자가 달성할 수 있는 가장 빠른 속도 또는 보통의 사용자의 전형적인 최고 속도를 가정하여, 또다른 환경적 제한 조건은 사용자가 주어진 시간 주기내에 얼마나 멀리 이동할 수 있는지에 대해 아는 것일 수 있다. 이동한 거리는 실제 물리적 환경에서 선반들을 건너뛰는 것이 아니라 예컨대 사용자 경로를 따라 걷는 제한 조건을 추가로 고려할 수 있다.
- [0061] 포지셔닝 동작(412)은 수신 장치에 의해 캡처된 새로운 신뢰성있는 음향 신호, 캡처된 신호의 DTOA와 수신된 맵, 음향 신호원 위치 및 식별자에 기초하여 공지된 음향 신호원의 장소에 대한 수신 장치의 위치를 결정하기 위해 다변 측량을 이용한다. 프레젠테이션 동작(presentation operation)(414)은 사용자 인터페이스상에서 맵 내에 계산된 위치의 지시를 제공한다.
- [0062] 도 5는 차등 도착 시간 및 비 차등 도착 시간을 이용하는 음향 기초 포지셔닝을 위한 실시예의 동작(500)을 예시한다. 결정 동작(502)은 도 4와 관련하여 설명된 것과 유사한 프로세스에서 x 음향 신호원으로부터 DTOA를 이용하여 수신 장치의 초기 위치를 결정한다. 타이밍 동작(504)은 초기 위치 및, 초기 위치와 캡처된 신뢰성있는 음향 신호를 방출하는 각각의 음향 신호원 사이의 거리에 기초하여 시간 기준을 결정한다. 이러한 거리가 주어지면, 각각의 음향 신호의 전송 시간이 계산될 수 있고, 이로써 각각의 음향 신호에 대한 타이밍 기준을 산출할 수 있다.
- [0063] 판정 동작(506)은 비 차등 도착 시간 포지셔닝에 대해 불충분한 개수의 새로운 신뢰성있는 음향 신호가 캡처되었는지를 결정한다. 이 동작에서, 각각의 음향 신호에 대한 타이밍 기준은 비 차등 TOA 측정을 수행하는 것을 가능하게 하고, 이로써 방출하는 음향 신호원에 대해 수신 장치의 위치를 정확하게 결정하는데 필요한 신뢰성있는 음향 신호의 개수를 줄일 수 있게 해준다. 다른 결정 동작(508)은 비 차등 TOA 측정 및 타이밍 기준에 기초하여 후속 위치를 결정한다. 또다른 판정 동작(510)은 비 차등 도착 시간 포지셔닝이 여전히 정확히 계산될 수 있는지를 결정하기 위해 후속 사이클에서 캡처된 새로운 신뢰성있는 음향 신호의 개수를 다시 검사하고, 정확히 계산되는 경우라면, 프로세싱은 결정 동작(508)으로 진행한다. 만약 그렇지 않다면, 프로세싱은 DTOA를 이용해 새로운 위치를 결정하기 위해 결정 동작(502)으로 진행한다.
- [0064] 도 6은 전술한 기술을 구현하는데 유용할 수 있는 다른 실시예의 시스템(모바일 장치(600)로 표시됨)을 예시한다. 모바일 장치(600)는 프로세서(602), 메모리(604), 디스플레이(606)(예컨대 터치 스크린 디스플레이) 및 다른 인터페이스(608)(예컨대 키보드)를 포함한다. 메모리(604)는 일반적으로 휘발성 메모리(예컨대 RAM)과 비휘발성 메모리(예컨대 플래시 메모리)를 모두 포함한다. 비록 다른 운영 체제가 채용될 수 있음이 이해될지라도, 예컨대 Microsoft Window® Phone 7 운영 체제같은 운영 체제(610)는 메모리(604)내에 상주하고, 프로세서(602)에 의해 실행된다.
- [0065] 하나 이상의 애플리케이션 프로그램(612)이 메모리(604)에 로드되어, 프로세서(602)에 의해 운영 체제(610)상에서 실행된다. 애플리케이션(612)의 예로서, 한정하는 것은 아니지만, 이메일 프로그램, 스케줄링 프로그램, 개인 정보 관리자, 인터넷 브라우징 프로그램, 멀티미디어 플레이어 애플리케이션 등이 있다. 알림 관리자(notification manager)(614)도 메모리(604)에 로드되고, 프로세서(602)에 의해 실행되어 사용자에게 알림을 제공한다. 예를 들어, 판촉 행사가 시작되어 쇼핑객에게 제공될 때, 알림 관리자(614)는 모바일 장치(600)가 알림음이나 진동(진동 장치(618)를 통해)을 유발하게 할 수 있고, 디스플레이(606)에 판촉 행사를 디스플레이하

게 할 수도 있다.

[0066] 모바일 장치(600)는 전력원(616)을 포함하는데, 이것은 하나 이상의 배터리나 다른 전력원에 의해 동력을 공급 받으며, 모바일 장치(600)의 다른 구성 요소로 전력을 제공한다. 전력원(616)은 내장 배터리 혹은 다른 전력원을 대체하거나 충전하는 외부 전력원에 연결될 수도 있다.

[0067] 모바일 장치(600)는 네트워크 연결성(예컨대 모바일 폰 네트워크, Wi-Fi®, Bluetooth® 등)을 제공하기 위해 하나 이상의 통신 송수신기(630)를 포함한다. 모바일 장치(600)는 또한 예컨대 포지셔닝 시스템(620)(예컨대 GPS 송수신기), 하나 이상의 가속도계(622), 하나 이상의 카메라(624), 오디오 인터페이스(626)(예컨대 마이크로폰, 오디오 증폭기 및 스피커 및/또는 오디오 잭(audio jack)) 및 추가의 저장 장치(628)같은 다양한 다른 구성 요소들도 포함한다. 다른 구성도 이용될 수 있다.

[0068] 예시적인 실시예에서, 음향 기초 포지셔닝 애플리케이션, 피크 파인더, 상호 상관 관리기, 상호 상관기, 워커 스레드, 음향 탐지기, 사용자 인터페이스, 다변 측량 프로세서 및 다른 모듈 및 서비스는 메모리(604) 및/또는 저장 장치(628)내에 저장된 명령어들로 구현되어, 처리 유닛(602)에 의해 처리될 수도 있다. 음향 신호 블록, 위치, 평면 맵, 개별 타이밍 및 다른 데이터는 지속성 데이터스토어(persistent datastore)인 메모리(604) 및/또는 저장 장치(628)에 저장될 수 있다. 기억 장치는 국부 기억 장치(예컨대 플래시 메모리 혹은 자기 기억 장치)이거나 원격 기억 장치(예컨대 DVD, CD 혹은 자기 기억 장치처럼 네트워크에 연결된 저장 장치)일 수 있다.

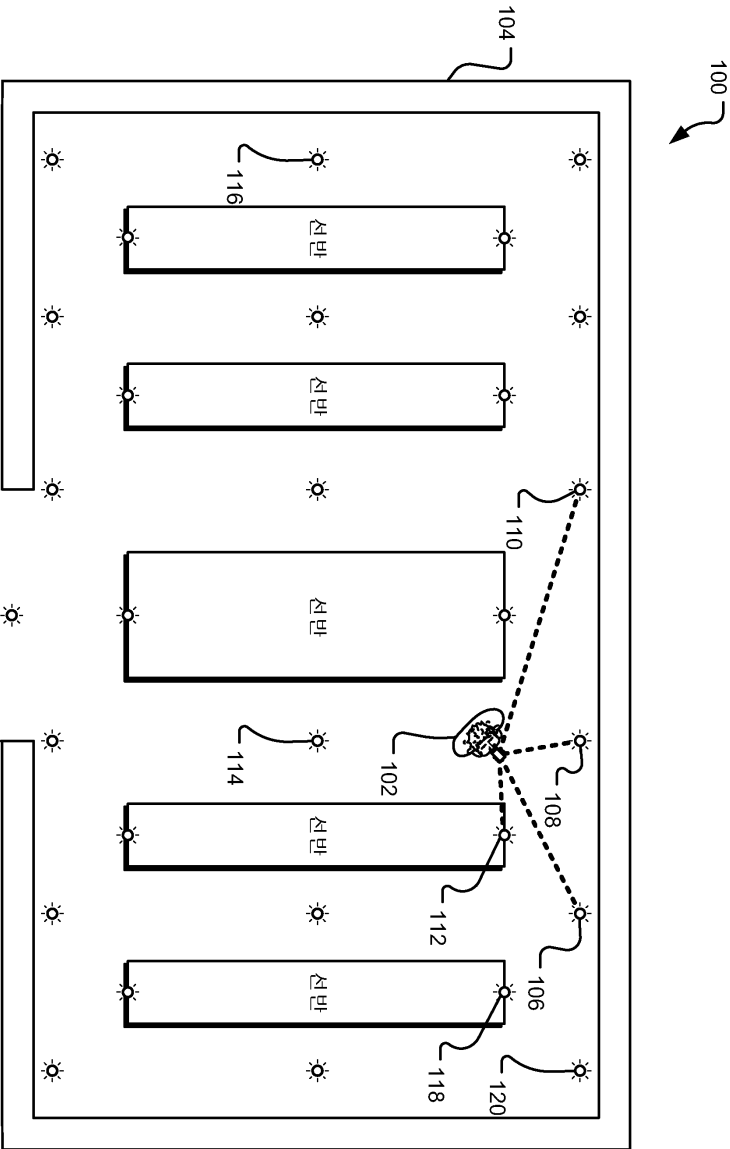
[0069] 일부 실시예들은 제조물을 포함할 수도 있다. 제조물은 로직을 저장하는 저장 매체를 포함할 수 있다. 저장 매체의 예로서, 휘발성 메모리나 비휘발성 메모리, 착탈식 메모리, 소거 가능 혹은 소거 불능 메모리, 기록 가능 혹은 재기록 가능 메모리 등을 포함하여 전자적 데이터를 저장할 수 있는 하나 이상의 유형의 컴퓨터 판독 가능 저장 매체를 들 수 있다. 로직의 예로서, 예컨대 소프트웨어 성분, 프로그램, 애플리케이션, 컴퓨터 프로그램, 애플리케이션 프로그램, 시스템 프로그램, 머신 프로그램, 운영 체제 소프트웨어, 미들웨어, 펌웨어, 소프트웨어 모듈, 루틴, 서브루틴, 함수, 방법, 프로시저, 소프트웨어 인터페이스, 애플리케이션 프로그램 인터페이스(API), 명령어 집합, 컴퓨팅 코드, 컴퓨터 코드, 코드 세그먼트, 컴퓨터 코드 세그먼트, 워드, 값들, 심볼 혹은 이들의 임의의 조합처럼 다양한 소프트웨어 요소를 들 수 있다. 일 실시예로, 예를 들어 제조물은 실행 가능한 컴퓨터 프로그램 명령어를 저장할 수 있고, 이 컴퓨터 프로그램 명령어는 컴퓨터에 의해 실행시에 컴퓨터로 하여금 전술한 실시예에 따른 방법 및/또는 동작들을 수행하게 한다. 실행 가능한 컴퓨터 프로그램 명령어는 예컨대 소스 코드, 컴파일된 코드(compiled code), 인터프리트된 코드(interpreted code), 실행 가능한 코드, 정적인 코드, 동적인 코드 등과 같은 임의의 적합한 유형의 코드를 포함할 수 있다. 실행 가능 컴퓨터 프로그램 명령어는 특정 기능을 수행하도록 컴퓨터에게 명령하는 사전 정의된 컴퓨터 언어, 방식 혹은 선택스에 따라 구현될 수 있다. 명령어들은 임의의 적합한 고수준, 저수준, 객체 지향, 비주얼(visual), 컴파일형 및/또는 인터프리트형 프로그램 언어를 이용하여 구현될 수 있다.

[0070] 본원에 설명된 발명의 실시예들은 하나 이상의 컴퓨터 시스템에서 논리 단계들로서 구현된다. 본 발명의 논리 동작은 (1) 하나 이상의 컴퓨터 시스템에서 실행하는 프로세서 구현된 단계들의 시퀀스로서, (2) 하나 이상의 컴퓨터 시스템 내부의 상호 연결된 머신 혹은 회로 모듈로서 구현된다. 이런 구현은 본 발명을 구현하는 컴퓨터 시스템의 성능 요건에 따른 선택 사항이다. 따라서, 본원에 설명된 본 발명의 실시예를 구성하는 논리 동작은 동작, 단계, 객체 또는 모듈로 다양하게 불린다. 더 나아가, 그 순서가 명시적으로 청구되거나 또는 특정 순서가 청구 내용에 의해 본질적으로 필요하지 않는 한, 논리 동작은 임의의 순서로 수행될 수 있음을 이해하여야 한다.

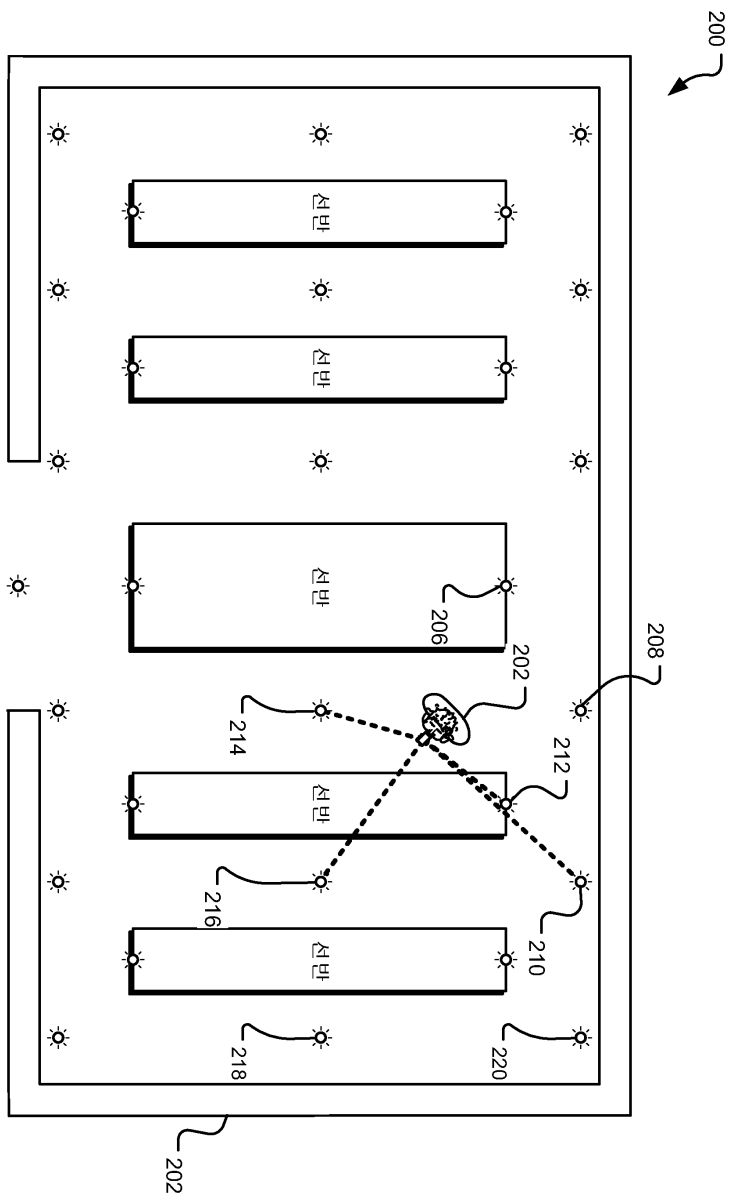
[0071] 위의 설명, 예시 및 데이터는 본 발명의 예시적인 실시예의 구조 및 이용의 완벽한 설명을 제공한다. 본 발명의 사상과 범주를 벗어나지 않으면서 본 발명의 많은 실시예들이 만들어질 수 있으므로, 본 발명은 이후에 첨부된 특허청구범위에 귀속된다. 더 나아가, 상이한 실시예들의 구조적 특징들은 언급된 특허청구범위로부터 벗어남이 없이 또다른 실시예에 조합될 수 있다.

도면

도면1

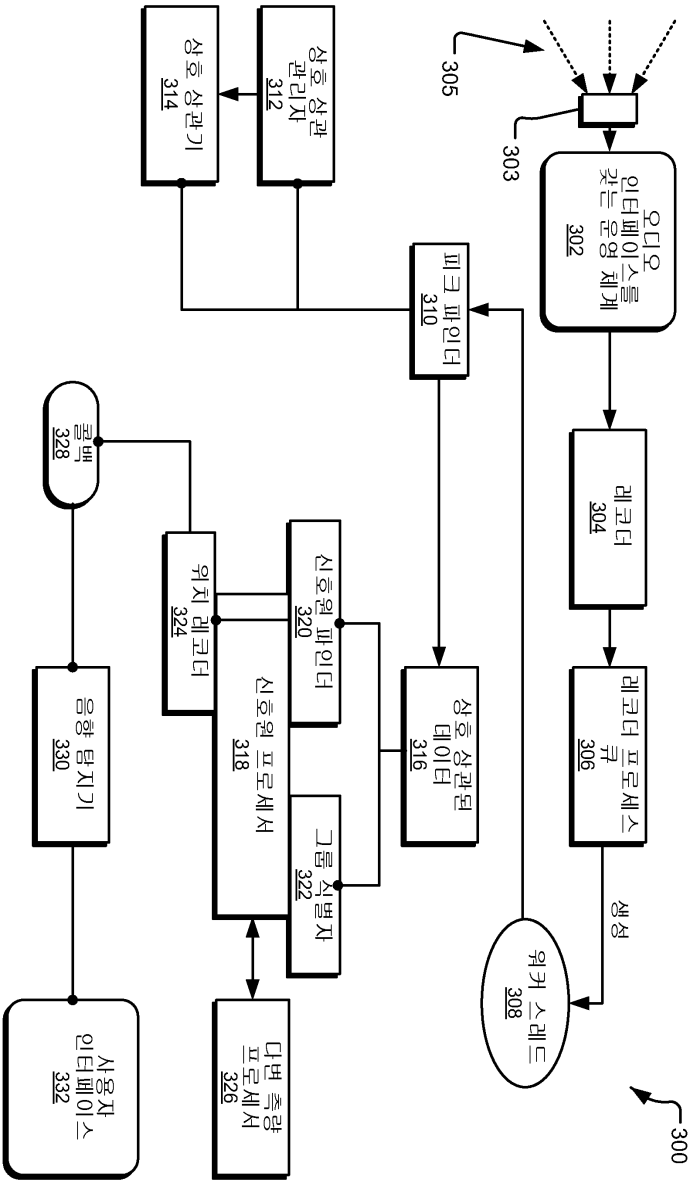


도면2

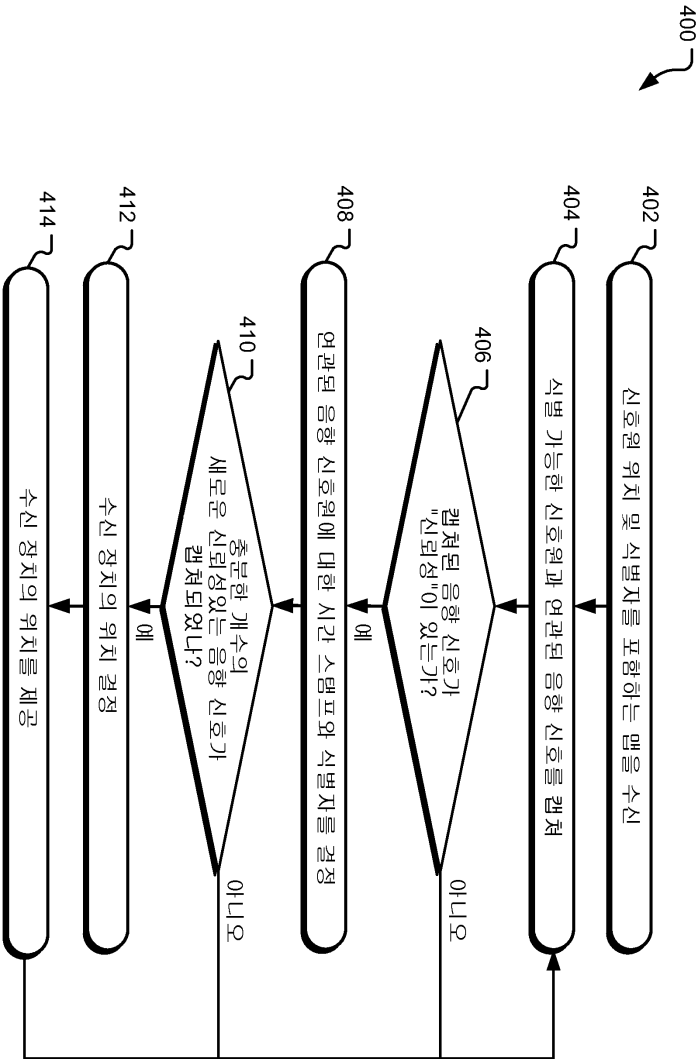




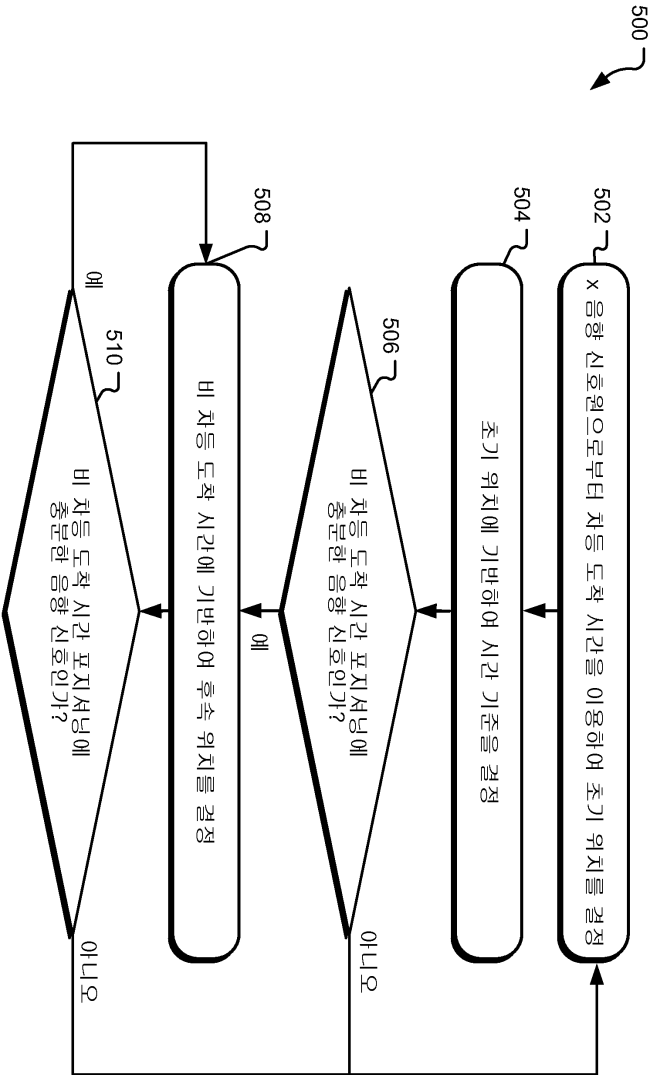
도면3



도면4



도면5



도면6

