



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년05월27일  
(11) 등록번호 10-0899472  
(24) 등록일자 2009년05월19일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) G06F 19/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-0017376

(22) 출원일자 2005년03월02일

심사청구일자 2007년03월30일

(65) 공개번호 10-2006-0043339

(43) 공개일자 2006년05월15일

(30) 우선권주장

10/791,252 2004년03월01일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

WO0186953 A1

JP2001313992 A

JP09021863 A

KR1020060043338 A

전체 청구항 수 : 총 21 항

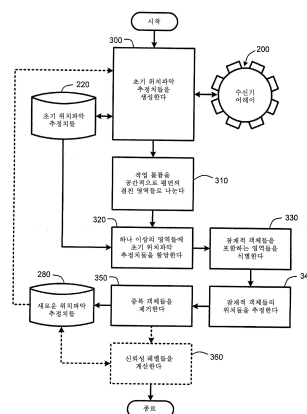
심사관 : 박보미

(54) 위치파악 추정치들의 정확성을 향상시키기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

종래 위치파악 시스템으로부터 유도된 위치파악 추정치들의 정확성과 신뢰성은, 잡음, 반향(reflection), 또는 기타 간섭을 포함할 수 있는 환경에서도, 초기 위치파악 데이터의 후처리를 위한 시스템 및 방법을 통해 향상된다. 이러한 위치파악 시스템은 마이크로폰 어레이 입력들에 기초하는 종래 사운드 소스 위치파악(SSL) 시스템들, 지향성 안테나 어레이 입력들에 기초하는 무선 소스 위치파악 시스템들 등을 포함한다. 일반적으로, 이 후처리 시스템 및 방법은 초기 위치파악 추정치들에 통계적 실시간 클러스터링을 적용하고, 그 다음, 다단계 처리로 이 실시간 클러스터링을 사용하여 초기 위치파악 추정치들에 비하여 향상된 정확성과 신뢰성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 생성한다.

대표도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

삭제

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

### 청구항 11

초기 위치 추정치 세트로부터 새로운 위치 추정치들의 세트를 자동으로 생성하는 방법으로서,

컴퓨팅 장치를 사용하여,

상기 초기 위치 추정치 세트 내의 각각의 초기 위치 추정치를 수신 어레이(receiving array)에 의해 모니터링되는 작업 볼륨을 수용하는 하나 이상의 대응하는 겹치는 영역들에 할당하여 초기 위치 추정치들의 하나 이상의 클러스터들을 형성하는 단계,

초기 위치 추정치들의 클러스터 각각으로부터 새로운 위치 추정치들을 계산하는 단계,

각각의 클러스터로부터 상기 새로운 위치 추정치들을 비교하여 상기 위치 추정치들 중 임의 어느 것이 중복 객체의 위치를 나타내는지 판정하는 단계,

대응하는 중복 위치 추정치보다 낮은 계산된 가중치를 갖는 각각의 새로운 위치 추정치들을 버림으로써 중복 객체들을 나타내는 새로운 위치 추정치들을 제거하는 단계, 및

각각의 남아있는 새로운 위치 추정치를 제공하여 새로운 위치 추정치 세트를 채우는(populate) 단계를 포함하는 새로운 위치 추정치들의 세트를 자동으로 생성하는 방법.

## 청구항 12

제11항에 있어서,

소정의 기간보다 더 오래된 추정치들은 초기 위치 추정치들의 클러스터들을 형성하기 전에 상기 초기 위치 추정치 세트로부터 자동으로 삭제되는,

새로운 위치 추정치들의 세트를 자동으로 생성하는 방법.

## 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 소정의 기간은 시간에 따라 위치 추정치들로부터 생성된 추정된 객체 이동들의 함수를 추정하여 계산되는,

새로운 위치 추정치들의 세트를 자동으로 생성하는 방법.

## 청구항 14

제11항에 있어서,

상기 새로운 위치 추정치 세트를 채우는 데에 사용되는 각각의 새로운 위치 추정치에 대한 신뢰도 레벨(confidence level)을 계산하는 단계를 더 포함하는,

새로운 위치 추정치들의 세트를 자동으로 생성하는 방법.

## 청구항 15

제11항에 있어서,

겹치는 영역들의 개수와 겹치는 양은 사용자가 정의할 수 있는,

새로운 위치 추정치들의 세트를 자동으로 생성하는 방법.

## 청구항 16

제11항에 있어서,

초기 위치 추정치들의 클러스터 각각으로부터 새로운 위치 추정치들을 계산하는 단계는 소정의 임계치를 초과하는 계산된 가중치를 갖는 클러스터들에 대해서만 수행되는,

새로운 위치 추정치들의 세트를 자동으로 생성하는 방법.

## 청구항 17

수신 어레이로부터 도출된 초기 위치파악 추정치들의 신뢰성과 정확성을 자동으로 향상시키는 컴퓨터 실행가능한 명령어들을 갖는 컴퓨터 판독가능 매체로서, 상기 컴퓨터 실행가능한 명령어들은,

수신 어레이로부터 수신된 입력으로부터 초기 위치파악 추정치 세트를 생성하는 것,

상기 수신 어레이에 의해 수용되는 작업 볼륨을 적어도 일부가 겹치는 섹션들의 세트로 나누는 것,

각각의 초기화 추정치를 상기 겹치는 섹션들 중의 하나 이상에 할당하여 상기 겹치는 섹션들 중 하나 이상 내의 초기 위치파악 추정치들의 하나 이상의 클러스터들을 생성하는 것,

상기 초기 위치파악 추정치들의 클러스터들이 잠재적 객체들을 제시하는 상기 겹치는 영역들 중 임의의 것을 식별하는 것,

잠재적 객체를 제시하는 클러스터를 포함하는 각각의 겹치는 영역에서 상기 잠재적 객체들의 위치들을 추정하는 것,

각각의 추정된 위치를 비교하여 상기 추정된 위치들 중 임의 어느 것이 중복된 잠재적 객체의 위치를 나타내는지를 판정하는 것,

중복된 잠재적 객체들을 나타내는 추정된 위치들을 제거하는 것, 및

추정된 위치 세트에 각각의 남아있는 추정된 위치를 제공하여 상기 초기 위치파악 추정치들에 비해 향상된 신뢰성과 정확성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 제시하는 것을 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 추정된 위치 세트에 제공된 각각의 추정된 위치에 대한 신뢰도 레벨(confidence level)을 계산하는 것을 더 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 19

제17항에 있어서,

존속기간은 각각의 위치파악 추정치와 연관되고,

상기 초기 위치파악 추정치 세트를 생성하는 것은 현재 연령이 상기 연관된 존속기간보다 더 긴 임의의 위치파악 추정치를 제외하는 것을 더 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 20

제17항에 있어서,

겹치는 영역들의 개수와 겹치는 양은 사용자가 정의할 수 있는 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 21

제17항에 있어서,

상기 초기 위치파악 추정치들의 클러스터들이 잠재적 객체들을 제시하는 상기 겹치는 영역들 중 임의의 것을 식별하는 것,

각각의 클러스터에 대한 가중치를 계산하는 것,

상기 가중치를 소정의 가중치 임계치와 비교하는 것, 및

가중치가 상기 소정의 가중치 임계치보다 작은 임의의 클러스터를 제외하는

것을 더 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 22

초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법으로서,

복수의 위치파악 추정치들을 포함하는 초기 위치파악 데이터 세트를 생성하는 단계;

작업 볼륨(work volume)을 소정의 개수의 겹치는 영역들로 나누는 단계;

각각의 위치파악 추정치를 상기 겹치는 영역들 중 임의의 대응하는 하나 이상의 영역들에 할당하여 상기 겹치는 영역들 중 하나 이상에 하나 이상의 위치파악 추정치들의 클러스터들을 형성하는 단계;

위치파악 추정치들의 클러스터 각각에 의해 나타내지는 객체들의 위치들을 추정하는 단계;

겹치는 영역들 내의 클러스터들에 대한 상기 추정된 객체 위치들을 비교하여, 상기 객체들 중 임의의 어느 것이 중복 객체들인지를 판정하는 단계;

각각의 중복 객체를 제거하는 단계; 및

각각의 남아있는 추정된 객체 위치를 제공하여 위치 추정치들의 세트를 채우는 단계 - 상기 위치 추정치들의 세트는 상기 초기 위치파악 추정치 세트에 비하여 향상된 위치파악 추정치들의 세트를 제시함 - 를 포함하는

초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 23

제22항에 있어서,

상기 위치 추정치들의 세트의 각각의 위치 추정치에 대한 신뢰도 레벨을 계산하는 단계를 더 포함하는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 24

제22항에 있어서,

존속기간(lifetime)이 각각의 위치파악 추정치와 연관되고,  
만료된 존속기간을 갖는 임의의 위치파악 추정치는 상기 초기 위치파악 데이터 세트로부터 제외되는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 25

제24항에 있어서,

상기 존속기간은 추정된 객체 이동들의 함수로서 계산되는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 26

제24항에 있어서,

위치파악 추정치들의 클러스터 각각은 개별 존속기간을 가지며, 상기 각각의 클러스터 존속기간은 추정된 객체 이동들의 함수로서 계산되는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 27

제22항에 있어서,

상기 위치 추정치 세트는 위치파악 추정치들의 클러스터 각각에 의해 제시되는 객체들의 위치의 임의의 순차적 추정을 초기화하는 데에 사용되는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 28

제22항에 있어서,

겹치는 영역들의 개수는 사용자가 정의할 수 있는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 29

제22항에 있어서,

겹치는 양은 사용자가 정의할 수 있는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

#### 청구항 30

제22항에 있어서,

가중치-기반의 임계치를 사용하여 특정 클러스터들이 실제로 위치파악 추정치들의 클러스터 각각에 의해 제시된 객체들의 위치 추정 이전에 객체들을 제시하는지를 판정하는 단계를 더 포함하는,  
초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

## 청구항 31

제22항에 있어서,

상기 객체들 중 임의의 것이 중복 객체인지를 판정하는 기준은 임의의 2개 이상의 잠재적 객체들 간의 계산된 거리의 함수인,

초기 위치파악 추정치들의 정확성을 자동적으로 향상시키기 위한 방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <8> 본 발명은 규정된 검색 영역 내의 객체 위치파악 및 추적에 관한 것이고, 더 구체적으로는, 초기 위치파악 추정치들 또는 추정치들의 클러스터-기반의 통계적 후처리를 제공함으로써, 예를 들어, 마이크로폰 어레이, 지향성 안테나 어레이, 레이더 수신기 어레이 등과 같은, 수신 어레이의 사용에 의해 생성된 위치파악 추정치들의 정확성을 향상시키기 위한 시스템 및 처리에 관한 것이다.
- <9> 규정된 영역들 내의 객체들의 위치파악과 추적은 다수의 시스템들에게 중요한 요소이다. 예를 들어, 다수의 종래의 오디오 회의 애플리케이션들은 종래의 사운드 소스 위치파악(SSL) 처리(즉, 시간지연 추정치들, 빔스티어링(beamsteering) 등)을 하는 마이크로폰 어레이들을 사용하여 특정 개인들의 음성이나 사운드가 효과적으로 분리되고 원하는 대로 처리되도록 한다. 유사 기술들이, 예를 들어, 어떤 노드나 노드들이 무선 컴퓨터 네트워크 내의 특정 가입자들에 의해 사용되는지 등을 결정하기 위해, 다수의 애플리케이션에 대한 무선 소스들의 위치를 파악하기 위한 방향성(directional) 안테나들의 어레이를 사용해 왔다. 또한 다른 유사 기술들이 레이더나 레이저 수신기 어레이들을 사용하여 객체들을 추적하는 데에 사용되어 왔다. 일반적으로, 이러한 기술들은 당업자들에게는 잘 공지되어 있다.
- <10> 예를 들어, 종래의 마이크로폰 어레이는 통상적으로 몇몇의 소정의 레이아웃으로 된 마이크로폰들의 배치를 포함한다. 이들 마이크로폰들은 일반적으로 다양한 방향들과 공간 상의 상이한 포인트들로부터 발생하는 사운드 파장을 캡처하는 데에 사용된다. 그 다음, 복수의 종래의 기술들 중의 하나가 SSL을 수행하는 데에 사용된다. 일반적으로, 이들 SSL 기술들은, 시간 지연 추정치(TDE)에 기초하는 것들 및 빔스티어링(beamsteering)에 기초하는 것들을 포함하는 2개의 범주들에 속한다. 사운드 소스에 대한 방향의 발견은, 공간 필터링, 즉, 그 사운드 소스로 빔을 포인팅하고 및 다른 방향들로부터 발생하는 임의의 잡음들을 억제하는 데에 중요한 역할을 한다. 몇몇의 경우, 기록된 오디오 신호들의 화자 추적 및 후처리를 하는 데에 이 사운드 소스에 대한 방향을 이용한다. 화상 회의 시스템의 관점에서, 화자 추적은 종종 말하는 사람 쪽으로 비디오 카메라를 동적으로 돌리기 위해 사용된다.
- <11> 일반적으로, 대부분의 사운드 소스 위치파악 시스템들은 먼저 마이크로폰 어레이의 각각의 마이크로폰으로부터의 각각의 신호를 전처리하여 마이크로폰 어레이로부터의 신호들을 처리한다. 이 전처리는 통상적으로 프레임들로 된 신호를 패키징하는 것, 잡음 억제를 수행하는 것, 및 사운드 소스의 위치를 결정하기 위하여 특정 프레임들이 처리될지 또는 버려질지를 판정하기 위해 개별 프레임들을 분류하는 것을 포함한다.
- <12> 일단 전처리가 완료되면, 실제 사운드 소스 위치파악은 통상적으로, 예를 들어, TDE 또는 빔스티어링 기술들을 포함하는 종래 SSL 기술들의 사용하여 어디에 사운드 소스가 위치되는지를 표시하기 위한 초기 방향 추정치들 또는 확률 분포 함수(PDF)를 제공하는 것을 포함한다. 이 위치는 일차원적 위치파악(즉, 평면 상에서 사운드 소스가 위치된 각도), 이차원적 위치파악(즉, 삼차원적 공간에서 사운드 소스의 방향을 나타내는 벡터를 정의하기 위한 2개의 각도들, 방향 및 고도), 및 완전한 삼차원적 위치파악(즉, 사운드 소스가 위치된 삼차원 공간에서의 소정 포인트의 위치를 파악하기 위한 방향, 고도, 및 거리)의 형태로 정의될 수 있다. 일반적으로, 어떤 SSL 기술이 사용되든지 간에, 그 목적은 통상적으로 잔향음(reverberation)에 대한 안정성, 복수의 사운드 소스 구별 기능, 및 잠재적으로 잡음이 있는 환경에서의 높은 위치파악 정확성을 제공하는 것이다.
- <13> 일단 사운드 소스 위치의 표시자가 계산되면, 종종 후처리 단계가 구현된다. 일반적으로, 이 후처리는 몇 개의

위치파악 측정치들의 결과를 조합하여 정확성을 높이거나, 사운드 소스 이동을 따르거나, 또는 복수 사운드 소스들을 추적한다. SSL 후처리에 사용되는 다양한 종래 기술들은 단순한 평균 계산, 통계 처리, 칼만 필터링(Kalman filtering), 입자 필터링(particle filtering) 등을 포함한다. 이러한 기술들은 통상적으로 애플리케이션에 의존하지만, 일반적으로 잔향파들과 강한 반향음(reflections)로부터의 위치 파악을 없애고, 사운드 소스 위치파악 정확성을 향상시키는 것에 관한 것이다. 일반적으로, 위치파악 추정치들이나 측정치들의 정확성이 증가할수록, 오디오 신호(예를 들어, 정확한 사운드 소스 추적과 같은)의 임의의 추가 처리는 향상된다.

- <14> 무선 신호, 레이더 파장 등을 포함하는 기타 신호 유형들에 대한 신호 소스 또는 객체 위치파악은 종종 마이크로폰 어레이를 통해 캡처된 사운드 파장들의 경우에 대하여 상술된 것들과 유사한 전처리 및 후처리 기술들을 사용하여 종종 수행된다. 일반적으로, 이러한 위치파악 기술들은 종종 상이한 신호 및 수신기 어레이 유형들(예를 들어, 지향성 안테나 어레이, 레이더 또는 레이저 수신기 어레이 등)에 적합하게 구성된 빔스티어링 기술들을 포함한다. 오디오 신호들에서와 마찬가지로, 다른 신호 유형들의 위치파악은 통상적으로 신호들(예를 들어, 사운드 파장, 무선 파장, 레이더 파장 반향 등)의 전파(propagation) 분석에 기초한다.
- <15> 신호 또는 어레이 유형에 상관없이, 모든 이러한 위치파악 시스템에서, 한 가지 주된 목적은 위치파악 정확성과 신뢰성을 떨어뜨리는 경향이 있는, 예를 들어, 회절(diffraction), 간섭(interference), 반향 등과 같은 잡음과 기타 영향들이 존재할 때도 신속하고 정확한 위치파악 추정치들 또는 측정치들을 제공하는 것이다.
- <16> 상술된 바와 같이, 위치파악 추정치들의 후처리는 일반적으로 위치파악 추정치들의 정확성을 높이도록 설계된다. 그러므로, 위치파악 추정치들의 정확성을 향상시키기 위한 위치 파악 데이터의 신속하고 신뢰성 있는 후처리를 제공하기 위한 시스템 및 처리가 필요하다. 또한, 이러한 시스템 및 방법은 기존의 위치파악 기술들과 함께 동작할 수 있어야 하고 이 기술들에 적합하게 구성되어야 한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <17> 본 명세서에 기재된 시스템 및 방법은 종래 위치파악 기술들로부터 유도된 초기 위치파악 추정치들의 신뢰성과 정확성을 향상시킴으로써 하나 이상의 객체들이나 사운드 소스들을 추적하거나 위치파악하기 위한 기존 신호 위치파악 기술들을 향상시키기 위해 동작한다. 다음의 설명 전반에 걸쳐, "객체"라는 용어는 위치파악 방법들을 통해 추적되거나 위치파악되고 있는 실제 객체들, 또는 신호 소스들(예를 들어, 말하는 사람으로부터의 사운드와 같은)을 언급하는 데에 사용될 것임을 유의한다. 후처리 기술들의 사용을 통해 향상되는 종래 위치파악 기술들은, 예를 들어, 마이크로폰 어레이 입력들에 기초하는 종래의 사운드 소스 위치파악(SSL) 시스템들, 지향성 안테나 어레이 입력에 기초하는 종래 무선 소스 위치파악 시스템들, 레이더나 레이저 수신기 어레이들에 기초하는 종래 타겟 위치파악 및 추적 시스템들 등을 포함한다. 이러한 위치파악 기술들은 당업자들에게는 잘 공지되어 있어서, 본 명세서에서는 상세하게 기재되지 않는 것임을 유의한다.
- <18> 일반적으로, 본 명세서에 기재된 후처리 시스템 및 방법은 초기 위치파악 추정치들에 통계적 실시간 클러스터링 처리를 적용한 다음, 이 실시간 클러스터링을 사용하여 초기 위치파악 추정치들에 비하여 향상된 정확성과 신뢰성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 생성한다. 상술된 바와 같이, 본 명세서에 기재된 후처리 기술들은 신호 소스 위치파악 추정치들을 제공하는 종래 시스템들과 사용하기에 적합하게 구성될 수 있다. 또한, 본 명세서에 기재된 시스템 및 방법은 초기 객체 위치파악 추정치들이 잡음, 반향, 잔향, 또는 기타 간섭을 포함할 수 있는 환경들에서 수집되는 경우에도 역시 향상된 정확성과 신뢰성을 제공한다고 관찰되었다.
- <19> 특히, 본 명세서에서 기술된 처리는 복수의 종래 위치파악 기술들 중 임의의 것을 사용하여 초기 객체 위치파악 추정치들 또는 측정치들을 수집하거나, 생성시키거나, 그렇지 않으면 획득함으로써 시작한다. 일반적으로, 종래 위치파악 데이터는 통상적으로 시간의 함수로서 1차원, 2차원, 또는 3차원(예를 들어, 방향; 방향과 각도; 또는 방향, 각도, 및 거리)으로 제공된다. 본 명세서에 기술된 후처리 기술들은 임의의 차원의 위치파악 데이터로 일반화될 수 있지만, 설명을 위하여, 다음의 설명에서는 위치파악 데이터가, 3차원 데이터, 즉, 규정된 영역 내의 방향, 고도 및 거리와, 각각이 방향, 고도, 및 거리에 대한 공지되거나 계산된 표준 편차들  $\sigma_\psi$ ,  $\sigma_\theta$ ,  $\sigma_\rho$  이라고 가정할 것이다.
- <20> 단순히 위치 추정치들을 제공하는 것 이외에도, 종래 위치파악 기술들은 각각의 위치파악 추정치에 대하여 계산되거나 추정되는 신뢰성을 설명하기 위한 가중치, 신뢰도(confidence) 측정치, 또는 추정치를 종종 제공한다. 또한, 통상적으로 각각의 위치파악 추정치에 대한 시간도 제공된다. 이 시간은 이하에서 각각의 위치파악 추정치에 대한 "타임 스탬프"로서 칭할 될 것이다. 이러한 정보는 모두 본 명세서에서 초기 위치파악 추정치들의



정확성과 신뢰성을 증가시키기 위한 기술된 후처리 시스템, 및 방법에서 사용된다.

- <21> 환언하면, 본 명세서에 기술된 후처리 시스템은 1) 위치 데이터, 2) 추정된 위치 신뢰도, 및 3) 데이터 타임 스탬프를 포함하는 각각의 위치파악 추정치를 갖는 종래 위치파악 추정치들의 입력을 획득한다. 그 다음, 이 데이터는 입력 위치파악 추정치들에 비하여 향상된 신뢰성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 유도하는 데 사용된다. 각각의 초기 위치파악 추정치에 대한 이러한 정보(예를 들어, 위치, 신뢰도, 및 시간) 세트는 이 설명 전반에 걸쳐 "초기 위치파악 추정치들" 또는 단순히 "초기 측정치들"로서 칭할 것이다.
- <22> 위치나 위치파악 추정치들의 신뢰도는 특히, 객체 이동 또는 수신 어레이 이동이 가능하면, 시간이 경과함에 따라 감소한다고 가정된다. 그러므로, 일 구현 예에서, 초기 위치파악 추정치들이 주어지면, 본 명세서에 기술된 후처리 시스템 및 방법은 우선 소정의 시간보다 더 오래된 모든 위치파악 측정치들을 버리고 시작한다. 이 소정의 시간, 즉 측정치 "존속기간(lifetime)", 은 임의의 특정 위치파악 추정치가 유효하다고 고려될 동안의 시간, 즉, 위치파악 추정치가 후처리 계산에 사용될 동안의 시간이다. 이 "존속기간"은 단순히 특정 위치파악 추정치가 생성된 이후의 시간(즉, 특정 위치파악 추정치의 타임 스탬프와 현재 시간 간의 시간)의 측정치이다.
- <23> 일반적으로, 존속기간이 증가하면, 더 많은 위치파악 추정치들이 후처리에 이용가능할 것이다. 통상적으로, 더 긴 존속기간이 주어지면, 더 많은 수의 위치파악 추정치들은 실제 객체들과 가능한 반향들 간에 더 신뢰할 수 있는 구별이 되도록 하여, 더 나은 위치파악 정확성을 제공한다. 그러나, 더 긴 초기 위치파악 추정치 존속기간을 사용하면 객체가 이동하거나 그렇지 않으면 수신 어레이에 관련된 위치를 변경한 경우의 위치파악 응답 시간을 더 길게 하기도 한다. 그러므로, 위치파악 추정치 존속기간의 최적 선택은 기대되는 객체 이동의 함수로서 만들어진다. 예를 들어, 정적(stationary)이거나 느리게 이동하는 객체들이 주어지면, 통상적으로 보다 긴 존속기간들이 적합하다. 반면, 통상적으로 더 짧은 존속기간들은 더 빠른 객체 이동들에 더 적합하다. 결과적으로, 일 구현에서, 적합하게 구성된 존속기간은 시간의 함수로서 응답 시간과 위치 유효성 간의 타협점(tradeoff)으로서 선택되는 존속기간으로 계산된 객체 이동들에 기초하여 계산된다. 계산된 이동들은 단순히 시간의 함수로서 위치 추정치들을 사용하여 계산된다.
- <24> 본 명세서에 더 상세히 기재된 바와 같이, 그 다음, 후처리는 1) 공간적으로 평면의 겹친 섹션들로 초기 위치파악 추정치들(소정의 존속기간 내의 것들)을 "클러스터링"하는 것, 2) 클러스터들 내에 "잠재적 객체들"을 식별하는 것, 3) 클러스터링에 기초하여 잠재적 객체들의 위치와 표준 편차를 추정하는 것, 및 4) 중복가능성 있는 객체들을 삭제하는 것을 포함하는 다단계 처리로 계속된다. 일 구현에서, (중복 객체들의 삭제 후에) 후처리는 각각의 객체에 대한 위치 추정치에 대한 신뢰도 레벨을 계산하는 것으로 더 계속된다. 결과적으로, 본 명세서에 기재된 후처리 시스템 및 방법의 최종 결과는, 각각에, 표준 편차, 및 일 구현에서, 객체 위치의 신뢰도 레벨이 제공되는 객체들의 리스트이다.
- <25> 위의 요약의 관점에서, 본 명세서 기재된 후처리 기술들은 종래 위치파악 기술들로부터 유도된 위치파악 추정치들의 정확도를 향상시키는 향상된 시스템 및 처리를 제공함은 명백하다. 방금 기재된 이득들에 이외에도, 이 시스템 및 방법의 다른 장점들은 첨부된 도면들과 함께 설명될 때 이하에 기재되는 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

- <26> 본 발명의 특정 특징들, 양태들, 및 장점들은 다음의 설명, 첨부된 청구범위, 및 첨부된 도면과 관련하여 더 잘 이해될 것이다.
- <27> 본 발명의 바람직한 실시예들의 다음의 설명에서, 본 출원서의 일부를 형성하고, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예들이 설명 목적으로 도시되는 첨부된 도면들에 대한 참조가 이루어진다. 다른 실시예들이 사용될 수 있고, 구조적 변경이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 이루어질 수 있다고 이해되어 진다.
- <28> 예시적인 운영 환경
- <29> 도 1은 본 발명이 구현될 수 있는 적합한 컴퓨팅 시스템 환경(100)의 예를 도시한다. 컴퓨팅 시스템 환경(100)은 단지 적합한 컴퓨팅 환경의 일 예일 뿐이고, 본 발명의 사용이나 기능의 범위에 대해 임의의 제한을 제한하려고 의도되지는 않는다. 컴퓨팅 환경(100)은 운영 환경(100)의 예에서 도시된 컴포넌트들 중 임의의 것 또는 조합과 관련된 임의의 종속성이나 요구사항을 갖는 것으로 해석되어서는 안된다.
- <30> 본 발명은 다수의 다른 일반 목적이나 특수 목적 컴퓨팅 시스템 환경 또는 구조와 동작할 수 있다. 본 발명과



사용하기에 적합할 수 있는 잘 공지된 컴퓨팅 시스템, 환경, 및/또는 구조의 예들은 퍼스널 컴퓨터, 서버 컴퓨터, 핸드헬드, 랩톱 또는 모바일 컴퓨터 또는 셀폰과 PDA와 같은 통신 장치, 멀티프로세서 시스템, 마이크로프로세서-기반 시스템, 셋톱 박스, 프로그램가능한 소비자 전자제품, 네트워크 PC, 미니 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터, 상술된 시스템들이나 장치들 중 임의의 것을 포함하는 분산 컴퓨팅 환경 등을 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다.

<31> 본 발명은 마이크로폰 어레이(198), 또는, 예를 들어, 방향성 무선 안테나 어레이, 레이더 수신기 어레이 등과 같은 기타 수신기 어레이(도시 안됨)의 컴포넌트들을 포함하는 하드웨어 모듈들과 협력하여 컴퓨터에 의해 실행되는, 프로그램 모듈들과 같은, 컴퓨터 실행가능 명령어의 일반적인 관점에서 기술될 수 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈들은 특정 태스크를 수행하거나 특정 추상 데이터 유형들을 구현하는 루틴, 프로그램, 객체, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 본 발명은 또한 통신 네트워크를 통해 링크된 원격 프로세싱 장치에 의해 태스크를 수행하는 분산형 컴퓨팅 환경에서 실행될 수 있다. 분산 컴퓨팅 환경에서, 프로그램 모듈들은 메모리 저장 장치들을 포함하는 로컬 및 원격 컴퓨터 저장 매체 모두에 위치될 수 있다. 도 1을 참조하면, 본 발명을 구현하기 위한 예시적인 시스템은 컴퓨터(110)의 형태로 된 범용 컴퓨팅 장치를 포함한다.

<32> 컴퓨터(110)의 컴포넌트들은 프로세싱 유닛(120), 시스템 메모리(130), 및 시스템 메모리를 포함하는 다양한 시스템 컴포넌트들을 프로세싱 유닛(120)에 연결시키는 시스템 버스(121)가 포함될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 시스템 버스(121)는 다양한 버스 아키텍처들 중 임의의 것을 사용하는 로컬 버스, 메모리 버스나 메모리 컨트롤러, 및 주변 버스를 포함하는 몇가지 유형들의 버스 구조들 중 임의의 것일 수 있다. 예를 들어, 이러한 아키텍처들은 산업 표준 아키텍처(ISA) 버스, 마이크로 채널 아키텍처(MCA) 버스, 인헨스드 ISA(EISA) 버스, 비디오 일렉트로닉스 표준 어소시에이션(VESA) 로컬 버스, 및 메자닌 버스라고도 알려진 주변 컴포넌트 상호접속(PCI) 버스를 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다.

<33> 컴퓨터(110)는 통상적으로 다양한 컴퓨터 판독가능한 매체를 포함한다. 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터(110)에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수 있고, 휘발성과 비휘발성 매체, 분리형(removable)과 비분리형(non-removable) 매체를 둘 다 포함한다. 예를 들어, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체와 통신 매체를 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법이나 기술로 구현되는 휘발성과 비휘발성 및 분리형과 비분리형 매체를 포함한다.

<34> 삭제

<35> 컴퓨터 저장 매체는 RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, 플래쉬 메모리, 또는 기타 메모리 기술; CD-ROM, DVD(digital versatile disks), 또는 기타 광 디스크 저장 장치; 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 저장 장치, 또는 기타 자기 저장 장치; 또는 원하는 정보를 저장하는 데에 사용될 수 있고 컴퓨터(110)에 의해 액세스될 수 있는 임의의 기타 매체를 포함할 수 있지만, 이에 한정되지 않는다. 통신 매체는 통상적으로 반송파나 기타 전송 메카니즘과 같은 변조 데이터 신호에 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 기타 데이터를 구현하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다. "변조 데이터 신호"라는 용어는 신호 내의 정보를 인코딩하도록 하나 또는 그 이상의 특성을 설정 또는 변경시킨 신호를 의미한다. 예를 들어, 통신 매체는 유선 네트워크 또는 직접 유선 접속과 같은 유선 매체와 음향, RF, 적외선, 및 기타 무선 매체와 같은 무선 매체를 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 상술된 것들 중 임의의 것의 조합들은 또한 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

<36> 시스템 메모리(130)는 ROM(131) 및 RAM(132) 등의 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리의 형태의 컴퓨터 저장 매체를 포함한다. 시동 중과 같은 때에, 컴퓨터(110) 내의 구성요소들 간의 정보를 전송하는 것을 돕는 기본 루틴을 포함하는 기본 입/출력 시스템(133)(BIOS)은 일반적으로 ROM(131)에 저장된다. RAM(132)은 일반적으로 프로세싱 유닛(120)에 즉시 액세스할 수 있고 및/또는 프로세싱 유닛(120)에 의해 현재 작동되는 데이터 및/또는 프로그램 모듈을 포함한다. 예를 들어, 도 1은 운영 체제(134), 애플리케이션 프로그램들(135), 기타 프로그램 모듈들(136), 및 프로그램 데이터(137)를 도시하지만, 이에 한정되지는 않는다.

컴퓨터(110)는 또한 다른 분리형/비분리형, 휘발성/비휘발성 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 단지 예로서, 도 1에는 비분리형 비휘발성 자기 매체에 판독하거나 그 자기 매체에 기록하는 하드 디스크 드라이브(141), 분리형 비휘발성 자기 디스크(152)에 판독하거나 그 자기 디스크에 기록하는 자기 디스크 드라이브

(151), 및 CD-ROM이나 기타 광 매체와 같은 분리형 비휘발성 광 디스크(156)로부터 관독하거나 그 광 디스크에 기록하는 광 디스크 드라이브(155)가 도시되어 있다. 예시적인 운영 환경에서 사용될 수 있는 기타 분리형/비 분리형, 휘발성/비휘발성 컴퓨터 저장 매체는 자기 테이프 카세트, 플래쉬 메모리 카드, DVD(digital versatile disks), 디지털 비디오 테이프, 고체 RAM, 고체 ROM 등을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 하드 디스크 드라이브(141)는 일반적으로 인터페이스(140)와 같은 비분리형 메모리 인터페이스를 통해 시스템 버스(121)로 접속되고, 자기 디스크 드라이브(151)과 광 디스크 드라이브(155)는 일반적으로, 인터페이스(150)와 같은, 분리형 메모리 인터페이스에 의해 시스템 버스(121)에 접속된다.

<37> 앞서 기술되고 도 1에서 도시된 드라이브 및 그 관련 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터(110)를 위한 컴퓨터 관독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 및 기타 데이터의 저장을 제공한다. 도 1에서, 예를 들어, 하드 디스크 드라이브(141)는 운영 체제(144), 애플리케이션 프로그램들(145), 기타 프로그램 모듈들(146), 및 프로그램 데이터(147)를 저장하는 것으로 도시된다. 이들 컴포넌트들은 운영 체제(134), 애플리케이션 프로그램들(135), 기타 프로그램 모듈들(136), 및 프로그램 데이터(137)와 동일하거나 상이할 수 있음을 유의한다. 운영 체제(144), 애플리케이션 프로그램들(145), 기타 프로그램 모듈들(146), 및 프로그램 데이터(147)는 최소한 다른 복사본(different copies)임을 나타내기 위하여 다른 번호를 부여하였다. 사용자는 키보드(162) 및, 일반적으로 마우스, 트랙볼, 또는 터치 패드라고 불리는, 포인팅 장치(161)와 같은 입력 장치들을 통해 컴퓨터(110)로 명령 및 정보를 입력할 수 있다.

<38> (도시되지 않은) 기타 입력 장치는 조이스틱, 게임패드, 위성 안테나, 스캐너, 무선 수신기, 및 TV나 방송 비디오 수신기 등을 포함할 수 있다. (도시되지 않은) 그 외의 입력 장치는, 예를 들어, 방향성 무선 안테나 어레이, 레이더 수신기 어레이 등과 같은 수신 어레이 또는 신호 입력 장치를 포함할 수 있다. 이들 입력 장치 및 그 외의 입력 장치는 시스템 버스(121)에 연결된 유선 또는 무선 사용자 입력 인터페이스(160)를 통해 종종 프로세싱 유닛(120)에 접속되지만, 예를 들어, 병렬 포트, 게임 포트, 유니버설 시리얼 버스(USB), IEEE 1394 인터페이스, 블루투스™ 무선 인터페이스, IEEE 802.11 무선 인터페이스 등과 같은 기타 종래 인터페이스 및 버스 구조들에 의해 접속될 수 있다. 또한, 컴퓨터(110)는 마이크로폰이나 마이크로폰 어레이(198) 및 확성기(197)와 같은 음성 또는 오디오 입력 장치, 또는, 예를 들어, 병렬, 직렬, USB, IEEE 1394, 블루투스™ 등과 같은 종래의 유무선 인터페이스들을 더 포함하는 오디오 인터페이스(199)를 통해 접속된 기타 사운드 출력 장치를 또한 포함할 수 있다.

<39> 모니터(191) 또는 다른 유형의 디스플레이 장치는 또한 비디오 인터페이스(190) 등의, 인터페이스를 통해 시스템 버스(121)에 접속된다. 모니터 외에도, 컴퓨터들은 또한 출력 주변 인터페이스(195)를 통해 접속될 수 있는 프린터(196)와 같은 기타 주변 출력 장치들을 포함할 수 있다.

<40> 컴퓨터(110)는, 원격 컴퓨터(180)와 같은, 하나 이상의 원격 컴퓨터로의 논리 접속을 이용한 네트워크 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(180)는 퍼스널 컴퓨터, 서버, 라우터, 네트워크 PC, 피어(peer) 장치, 또는 기타 공통 네트워크 노드일 수 있으며, 비록 도 1에는 메모리 저장 장치(181)만이 도시되어 있지만, 컴퓨터(110)에 관련되어 상술한 구성요소 중 다수 또는 모든 구성요소를 일반적으로 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 논리적 접속들은 근거리 네트워크(LAN)(171)와 원격 네트워크(WAN)(173)를 포함하지만, 그 외의 네트워크를 포함할 수도 있다. 이러한 네트워크 환경들은 사무실, 기업-광역 컴퓨터 네트워크(enterprise-wide computer network), 인트라넷, 및 인터넷에서 일반적이다.

<41> LAN 네트워크 환경에서 사용되는 경우, 컴퓨터(110)는 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(170)를 통해 LAN(171)에 접속된다. WAN 네트워크 환경에서 사용되는 경우, 컴퓨터(110)는 일반적으로, 인터넷 등의, WAN(173)을 통해 통신을 구축하기 위한 모뎀(172) 또는 기타 수단을 포함한다. 내장형 또는 외장형일 수 있는, 모뎀(172)은 사용자 입력 인터페이스(160) 또는 기타 적절한 메카니즘을 통해 시스템 버스(121)에 접속될 수 있다. 네트워크 환경에서, 컴퓨터(110)와 관련되어 도시된 프로그램 모듈 또는 그 일부분은 원격 메모리 저장 장치에 저장될 수 있다. 예로서, 도 1은 메모리 장치(181)에 상주하는 원격 애플리케이션 프로그램들(185)을 도시하지만, 이에 제한되지는 않는다. 도시된 네트워크 접속은 예시적인 것이며, 컴퓨터들 간에 통신 링크를 구축하는 그 외의 수단이 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

<42> 지금은 예시적인 운영 환경을 설명하였고, 이 설명의 나머지 부분은 하나 이상의 수신 어레이들로부터 유도된 객체 위치파악 추정치들의 신뢰성과 정확성을 자동으로 향상시키기 위한 시스템 및 방법에 대해 전적으로 논의될 것이다.

<43> 2.0 서문

<44> 본 명세서에 기재된 시스템 및 방법은 종래 위치파악 기술들로부터 유도된 초기 위치파악 추정치들의 신뢰성과 정확성을 향상시킴으로써 하나 이상의 객체들이나 신호 소스들을 추적하거나 위치파악하기 위한 기존 신호 위치파악 기술들을 향상시키기 위해 동작한다. 다음의 설명 전반에 걸쳐, "객체"라는 용어는 위치파악 방법들을 통해 추적되거나 위치파악되고 있는 실제 객체들 또는 신호 소스들(예를 들어, 말하는 사람, 무선 소스, 레이더 반향 등으로부터의 사운드 등)을 언급하는 데에 사용될 것임을 유의한다. 후처리 기술들의 사용을 통해 향상되는 위치파악 기술들은, 예를 들어, 마이크로폰 어레이 입력들에 기초하는 종래 사운드 소스 위치파악(SSL) 시스템들, 지향성 안테나 어레이 입력들에 기초하는 종래 무선 소스 위치파악 시스템들, 레이더나 레이저 수신기 어레이들에 기초하는 종래 타겟 위치파악 및 추적 시스템들 등을 포함한다. 이러한 위치파악 기술들은 당업자들에게는 잘 공지되어 있어서, 본 명세서에서는 상세히 기재되지는 않음을 유의한다.

<45> 일반적으로, 본 명세서에 기재된 후처리 시스템 및 방법은 초기 위치파악 추정치들에 통계적 실시간 클러스터링 처리를 적용한 다음, 이 실시간 클러스터링을 사용하여 그 초기 위치파악 추정치들에 비하여 향상된 신뢰성과 정확성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 생성시킨다. 상술된 바와 같이, 본 명세서에 기재된 후처리 기술들은 신호 소스 위치파악 추정치들을 제공하는 종래 시스템들과 사용하기에 적합하게 구성될 수 있다. 또한, 본 명세서에 기재된 시스템 및 방법은 초기 객체 위치파악 추정치들이 잡음, 반향, 잔향, 또는 기타 간섭을 포함할 수 있는 환경에서 수집되는 경우에도 역시 향상된 신뢰성과 정확성을 제공한다고 관찰되었다.

<46> 2.1 시스템 개요

<47> 위치파악 추정치들의 후처리를 위한, 본 명세서에 기재된 시스템 및 방법은 다수의 종래 위치파악 기술들 중 임의의 것을 사용하여 초기 객체 위치파악 추정치들이나 측정치들을 수집하거나, 생성하거나, 그렇지 않으면 획득함으로써 시작한다. 일반적으로, 종래 위치파악 데이터는 통상적으로 시간의 함수로서 1, 2, 3차원(예를 들어, 방향; 방향과 각도; 방향, 각도, 및 거리)으로 제공된다. 본 명세서에 기재된 후처리 기술들은 어떠한 차원의 위치파악 데이터에도 일반화될 수 있지만, 설명을 위하여, 다음의 논의에서는 위치파악 데이터는, 3차원, 즉, 소정의 영역 내의 방향, 고도, 및 거리와, 방향, 고도, 및 거리에 대한 공지되거나 계산된 각각의 표준 편차들  $\sigma_\psi$ ,  $\sigma_\theta$ ,  $\sigma_\rho$  라고 가정할 것이다.

<48> 단순히 위치 추정치들을 제공하는 것 이외에도, 종래 위치파악 기술들은 각각의 위치파악 추정치에 대한 계산되거나 추정된 신뢰도를 설명하기 위한 가중치, 신뢰도 측정치, 또는 추정치를 종종 제공한다. 또한, 각각의 위치파악 추정을 위한 시간이 또한 통상적으로 제공된다. 이 시간은 이하에 각각의 위치파악 추정치에 대한 "타임 스탬프"로서 언급될 것이다. 모든 이러한 정보는 초기 위치파악 추정치들의 정확성과 신뢰성을 증가시키기 위한 본 명세서에서 기재된 후처리 시스템 및 방법에서 사용된다.

<49> 다시 말하면, 본 명세서에서 기재된 후처리 시스템은 각각이 1) 위치 데이터, 2) 추정된 위치 신뢰도, 및 3) 데이터 타임 스탬프를 포함하는, 종래 위치파악 추정치들의 입력을 받는다. 그 다음, 이 데이터는 입력 위치파악 추정치들에 비하여 향상된 신뢰성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 유도하는 데에 사용된다. 각각의 초기 위치파악 추정치에 대한 이러한 정보 세트(즉, 위치, 신뢰도, 및 시간)는 이 설명 전반에 걸쳐 "초기 위치파악 추정치들" 또는 단순히 "초기 측정치들"이라 칭할 것이다.

<50> 위치나 위치파악 추정치들의 신뢰도는, 특히 객체 이동이나 어레이 이동의 수신 가능한 경우, 시간이 경과함에 따라 감소한다고 가정한다. 그러므로, 일 실시예에서, 초기 위치파악 추정치들이 주어지면, 본 명세서에 기재된 후처리 시스템 및 방법은 먼저 소정의 시간보다 오래된 위치파악 측정치들을 모두 버림으로써 시작한다. 이 소정의 시간, 즉 측정치 "존속기간"은 임의의 특정 위치파악 추정치가 유효하다고 고려될 동안의 기간, 즉, 위치파악 추정치가 후처리 계산에 사용될 동안의 기간이다. 이 "존속기간"은 단순히 특정 위치파악 추정치가 생성되었던 시간 이후의 시간의 측정치(즉, 특정 위치파악 추정치의 타임 스탬프와 현재 시간 간의 기간)이다.

<51> 일반적으로, 존속기간이 늘어나면, 더 많은 위치파악 추정치들이 후처리에 이용가능할 것이다. 통상적으로, 더 긴 존속기간이 주어지면, 이용가능한 더 많은 수의 위치파악 추정치들은 실제 객체들과 가능한 반향들 간에 이루어질 구별을 더 신뢰할 수 있도록 하여, 보다 바람직한 위치파악 정확성을 제공한다. 그러나, 더 긴 초기 위치파악 추정치 존속기간을 사용하면 객체가 이동하거나 그렇지 않으면 수신 어레이에 관련된 위치를 변경할 경우의 위치파악 응답 시간을 더 길게 하기도 한다. 그러므로, 위치파악 추정치 존속기간의 최적 선택은 기대되는 객체 이동의 함수로서 만들어진다. 예를 들어, 정적이거나 느리게 이동하는 객체들이 주어지면, 통상적으로

보다 긴 존속기간이 적절하다. 반면, 통상적으로 더 짧은 존속기간은 더 빠른 객체 이동들에 더 적절하다. 결과적으로, 일 구현에서, 적합하게 구성된 존속기간은 시간의 함수로서 응답 시간과 위치 유효성 간의 타협점으로서 선택되는 존속기간으로, 계산된 객체 이동에 기초하여 계산된다. 계산된 이동들은 단순히 시간의 함수로서 위치 추정치들을 사용하여 계산된다.

<52> 본 명세서에 더 상세히 기재된 바와 같이, 그 다음, 후처리는 1) 공간적으로 평면의 겹친 섹션들로 초기 위치파악 추정치들(소정의 존속기간 내의 것들)을 "클러스터링"하는 것, 2) 클러스터들 내의 "잠재적 객체들"을 식별하는 것, 3) 클러스터링에 기초하여 잠재적 객체들의 위치와 표준 편차를 추정하는 것, 및 4) 중복가능성 있는 객체들을 삭제하는 것을 포함하는 다단계 처리로 계속된다. 일 구현에서, (중복 객체들의 삭제 후에) 각각의 객체에 대한 위치 추정치의 신뢰도 레벨을 계산함으로써 이 후처리는 더 계속된다. 결과적으로, 본 명세서에 기재된 후처리 시스템 및 방법의 최종 결과는 각각에 위치, 표준 편차, 및, 일 구현에서는, 객체 위치의 신뢰도 레벨이 제공되는 객체들의 리스트이다.

## <53> 2.2 시스템 아키텍처

<54> 앞서 요약된 처리들은 도 2의 일반적인 시스템도에 의해 도시된다. 구체적으로는, 도 2의 시스템도는 초기 위치파악 추정치들의 정확성과 신뢰성을 향상시키기 위한 초기 위치파악 추정치들의 후처리를 위한 시스템 및 방법을 구현하는 프로그램 모듈들 간의 상호관계를 도시한다. 이 시스템 및 방법은 일반적으로 이하 "후처리"라 칭할 것이다. 도 2의 파선 또는 점선들로 나타난 임의의 박스들 및 박스들 간의 상호연결은 본 명세서에 기재된 후처리기의 대안적인 실시예들을 나타내고, 이하 기재된 바와 같이, 이들 대안적인 실시예들 중 임의의 것이나 모두는 본 명세서 전반에 걸쳐 기재된 다른 대안적인 실시예들과 조합하여 사용될 수 있음을 유의해야 한다.

<55> 일반적으로, 후처리는 종래 수신기 어레이(200) 및 종래 초기 위치파악 추정 모듈(210)로부터 유도된 초기 위치파악 추정치들(220)을 향상시키기 위해 동작한다. 상술된 바와 같이, 수신기 어레이(200)는, 예를 들어, 마이크로폰 어레이, 지향성 안테나 어레이, 레이더 어레이, 레이저 수신기 어레이 등과 같은 임의의 통상적인 수신 어레이이다. 그 외에도, 수신기 어레이(200)는 또한 수신기들의 어레이와 유사한 방식으로 동작하는 단일 수신기일 수 있다. 예를 들어, 회전 레이더 수신기와 같은, 단일 회전 수신기는 회전축에 대한 다양한 방향들로부터 신호들을 얻을 것이다. 이러한 방식으로, 이 레이더 수신기는 회전하여 다양한 방향들로부터 신호들을 수신함으로써 레이더 어레이와 유사한 방식으로 동작한다. 그러나, 이러한 수신기들로부터의 위치파악 추정치들은 본 명세서에 기재되는 후처리기와 호환성이 있지만, (실제 어레이들과는 다르게) 단일 수신기 시스템들은 위치파악 추정치들을 제공하기 위한 더 긴 응답 시간들을 갖는 경향이 있음을 유의해야 한다.

<56> 초기 위치파악 추정 모듈(210)은 수신기 어레이(200)로부터 수신되는 신호들 또는 입력들로부터 위치파악 추정치들을 제공하기 위한 종래 위치파악 또는 추적 시스템이다. 예를 들어, 마이크로폰 어레이의 경우에, 초기 위치파악 추정 모듈(210)은 종래 사운드 소스 위치파악(SSL) 시스템이다. 설명을 위하여, 다음 논의는 수신기 어레이(200)로서 종래 마이크로폰 어레이, 및 초기 위치파악 추정 모듈(210)로서 SSL 시스템을 계속하여 사용할 것임을 유의한다. 그러나, 본 명세서에 제공된 후처리기의 상세한 설명의 관점에서, 후처리는 다수의 종래의 위치파악 시스템들 중 임의의 것과 동작할 수 있고, 단지 종래의 마이크로폰 어레이/SSL 시스템에 의해 제공되는 위치파악 추정치들의 정확성과 신뢰성을 향상하는 것으로 제한되지는 않는다고 이해되어야 한다.

<57> 일단 초기 위치파악 추정치들(220)이 초기 위치파악 추정 모듈(210)에 의해 제공되었다면, 후처리는 클러스터링 모듈(250)을 사용하여 공간적으로 평면의 겹친 섹션들로 초기 위치파악 추정치들(220)을 실시간으로 클러스터링한다. 공간적으로 평면의 겹친 섹션들로의 실시간 클러스터링 처리는 이하 섹션 3.2.1에서 상세히 기재됨을 유의한다. 상술된 바와 같이, 일 실시예에서, 존속기간이 아직 만료되지 않은 추정치들만이 실시간 클러스터링 처리를 통해 처리된다. 존속기간이 만료된 위치파악 추정치들은 본 명세서에서 기재된 후처리에 대해 단순히 버려진다.

<58> 일 실시예에서, 존속기간 계산 모듈(230)은 계산된 객체 이동들에 기초하여 최적화된 위치파악 추정치 존속기간들을 자동적으로 계산한다. 예를 들어, 초기 위치파악 추정치들(220)은 각각의 위치파악 추정치가 생성되었던 시점을 나타내는 타임 스탬프를 포함하므로, 시간의 함수로서 대략적인 객체 이동들을 계산하기는 쉬운 일이다. 이들 객체 이동들이 주어지면, 그 다음, 존속기간 계산 모듈(230)은 각각의 객체의 위치파악 추정치들에 대한 적합한 존속기간을 결정한다. 상술된 바와 같이, 이들 존속기간들은 특정 객체들의 이동에 의존한다. 그러나, 존속기간은 또한 사용되는 위치 파악 시스템 및 수신기 어레이(200)의 유형에 의존한다.



- <59> 예를 들어, 테스트된 일 실시예에서, 약 4초 정도의 위치파악 추정치 존속기간은 마이크로폰 어레이가 수용하는 작업 볼륨(work volume) 내에서 말하는 사람들을 추적하기 위한 SSL과 결합된 마이크로폰 어레이들에 좋은 결과를 제공하는 것으로 관찰되었다. 마찬가지로, 다른 테스트된 실시예에서, 약 2초 정도의 존속기간은 무선 컴퓨터 네트워크를 통해 특정 노드들을 수신하는 데에 안테나 어레이 중 어느 지향성 안테나를 사용하는지를 식별하기에 좋은 결과를 제공한다고 관찰되었다. 각각의 경우에, 그 다음 위치파악 추정치들이 비교적 신뢰적 않을 정도로 오래되지 않음을 보장하는 존속기간을 제공하기 위하여, 존속기간 계산 모듈(230)은 위치파악 추정치 존속기간을 소정의 적은 양만큼 증가하거나 감소하도록 자동 조정하여 계산된 객체 이동을 설명한다. 또한, 복수 객체들의 경우에, 그 다음, 각각의 특정 객체의 이동에 따라, 각각의 객체는 서로 다른 위치파악 추정치 존속기간을 가질 수 있다.
- <60> 다른 실시예에서, 특정 시스템들에 대한 위치파악 추정치 존속기간을 계산하는 대신, 존속기간 입력 모듈(240)이 모든 초기 위치파악 추정치들(220)에 사용될 일정한 존속기간을 제공하는 데에 이용된다. 다시 말하면, 존속기간의 길이는 수신기 어레이(200)의 유형, 사용되는 위치파악 시스템의 유형, 및 기대되는 객체 이동에 따라 달라야 한다.
- <61> 일단 클러스터링 모듈(250)이 위치파악 추정치들의 클러스터링을 완료하면, 잠재적 객체 식별 모듈(260)은 위치파악 추정치들의 클러스터들의 통계 분석을 통해 각각의 공간적으로 평면의 겹친 섹션 내의 잠재적 객체들을 나타내는 위치파악 추정치들의 클러스터들을 식별한다. 일반적으로, 잠재적 객체들은 하나 이상의 객체들을 포함하는 섹션들을 식별하기 위한 임계치를 사용함으로써 이들 겹친 섹션들에서 식별된다. 이하 섹션 3.2.2에 상세히 기재된 바와 같이, 측정치들 중 0이 아닌 숫자를 가지는 임의의 섹션의 계산된 평균 가중치가 소정의 임계치를 초과하면, 그 섹션에 잠재적인 객체가 있다고 가정하고, 그것은 추가 처리를 위해 선택된다.
- <62> 그 다음, 잠재적 객체 위치파악 모듈(265)은 각각의 클러스터를 포함하는 위치파악 추정치들로부터 각각의 잠재적 객체에 대한 위치를 계산한다. 이 시점에서, 잠재적 객체들의 위치는 초기 위치파악 추정치들(220)의 정련(refinement)을 나타낸다. 그러나, 겹친 섹션들을 사용한 결과로서, 특정 위치 파악 추정치들이나 측정치들은 2개 이상의 이웃 섹션들에서 존재할 수 있다. 잠재적 객체 위치들의 계산은 이하 섹션 3.2.3에서 더 상세히 기재됨을 유의한다.
- <63> 그러므로, 다음 단계는 중복 객체 제거 모듈(270)을 사용하여 겹치는 섹션들을 사용하여 발생하는 식별된 객체들의 중복을 제거한다. 일반적으로, 객체 식별 모듈이 위치파악 추정치들의 클러스터들을 분석한 후에는, 각각이 위치, 표준 편차, 및 가중치로 표현되는 가상의(hypothetical) 또는 잠재적 객체들의 리스트가 존재한다. 그러나, 겹친 섹션들을 사용하기 때문에, 종종 이 리스트에 중복들이 존재하므로, "잠재적 객체들"이라는 용어를 사용한다. 일반적으로, 이하 섹션 3.2.4에 상세히 기재된 바와 같이, 임의의 2개의 가상 객체들 간의 거리가 임계 거리보다 작으면, 중복이 존재한다고 고려된다. 중복이 존재한다고 고려되는 경우, 중복 객체 제거 모듈은 더 낮은 가중치를 갖는 잠재적 객체를 단순히 리스트에서 삭제한다. 동일 가중치들이 발생할 가능성이 낮은 경우에는, 잠재적 객체들 중의 하나가 단순히 무작위로 제거된다. 그 다음, 임의의 나머지 잠재적 객체들이 단순히 새로운 위치파악 추정치들(280)로서 제공된다.
- <64> 다른 일 실시예에서, 그 다음, 신뢰도 레벨 계산 모듈(290)은 새로운 위치파악 추정치들(280)의 각각에 대한 신뢰도 레벨 또는 측정치를 계산한다. 이 신뢰도 레벨의 계산은 이하 섹션 3.2.5에 더 상세히 기재된다.
- <65> 마지막으로, 또 다른 실시예에서, 새로운 위치파악 추정치들은 초기 위치파악 추정 모듈(210)에 다시 제공되어 새 초기 위치파악 추정치들(220)을 생성하는 데에 사용된다. 위치파악 계산들을 초기화하기 위하여 기존 위치파악 추정치들을 사용하는 것은 당업자들에게 잘 공지되어 있으며, 본 명세서에서는 상세히 기술되지 않을 것이다.
- <66> 3.0 동작 개요
- <67> 앞서 기술된 프로그램 모듈들은 본 명세서에 기재된 후처리기를 구현하는 데에 채택된다. 상기 요약한 바와 같이, 이 후처리기 시스템 및 방법은 입력 위치파악 데이터의 다단계 후처리를 통해 자동적으로 위치파악 추정치들의 정확성과 신뢰성을 향상시킨다. 다음 섹션들은 상술된 프로그램 모듈들을 구현하기 위한 예시적인 방법들의 상세한 동작적인 설명을 제공한다.
- <68> 3.1 초기 위치파악 결과들의 수집
- <69> 상술된 바와 같이, 본 명세서에 기재된 후처리기는 다수의 서로 다른 위치파악 기술들에 적용가능하다. 예를

들어, 본 명세서에 기재된 후처리 시스템 및 방법은 마이크로폰 어레이들을 사용하는 오디오 시스템들에서의 사운드 소스 위치파악(SSL) 결과들을 향상시키기 위해 동작한다. 마찬가지로, 본 명세서에 기재된 후처리 시스템 및 방법은 또한, 예를 들어, 무선 컴퓨터 네트워크를 통한 컴퓨터 엔드포인트들과 사용할, 안테나 어레이 내의 특정 지향성 안테나들을 선택하는 등의, 무선 신호들의 위치파악을 향상시키기 위해 동작한다. 다른 예들은 레이더와 레이저 추적 시스템들을 포함한다. 모든 이러한 시스템들을 통털어서 이하 "소스 위치파악기(source localizer)"라고 칭할 것이다.

<70> 어떤 유형의 위치파악 시스템이 사용되고 있는지에 상관없이, 3차원 위치파악 데이터의 경우에, 각각의 위치파악 측정치는 1) 방향, 고도, 및 거리에 의해 표현된 객체의 위치, 2) 소스 위치파악기가 얼마나 많이 이 측정치를 신뢰하는에 대한 표시자를 제공하는 가중치, 및 3) 각각의 위치파악 측정치의 시간을 나타내는 타임 스탬프를 포함한다고 가정한다.

<71> 상술된 바와 같이, 초기 위치파악 추정치들을 생성하는 위치파악기가 사용하는 실질적인 알고리즘은, 상술된 정보(즉, 객체 위치, 가중치, 및 시간)를 제공하는 한, 그다지 중요하지 않다. 각각의 성공적 측정 후에, 초기 위치파악 추정치들은 후처리기 입력 큐에 의해 수집된다. 그 다음, 후처리기는 입력 큐로부터 소정의 존속기간 T보다 오래된 모든 측정치들을 삭제한다. 상술된 바와 같이, 이 존속기간은 객체 이동들에 기초하여 자동적으로 계산되거나, 특정 위치파악 시스템들에 대해서 미리 정의된다. 일반적으로, 더 긴 존속기간을 사용한다는 것은 더 많은 결과들이 처리에 이용될 수 있음을 의미하므로, 실제 객체들과 반향들 간의 보다 신뢰할 수 있는 구별을 용이하게 하고, 더 좋은 정확성을 제공한다. 그러나, 상술한 바와 같이, 존속기간이 길어지면 객체나 신호 소스가 이동하거나 위치를 변경한 경우의 응답 시간을 더 길게 한다.

### <72> 3.2 초기 위치파악 추정치들의 후처리

<73> 초기 위치파악 추정치들의 후처리는 클러스터링, 잠재적 객체들(즉, 사운드 소스, 무선 소스 등)의 발견, 잠재적 객체들의 위치들의 추정, 중복 객체들의 축소 또는 제거, 및 신뢰도 레벨의 계산을 포함하는 다수의 단계들을 포함한다. 이들 후처리 단계들은 다음 섹션들에서 기술된다.

#### <74> 3.2.1 초기 위치파악 추정치들의 클러스터링

<75> 작업 볼륨(즉, 수신 어레이에 의해 모니터링되거나 서비스되는 공간이나 부피)은 미리 정의되거나 종래 기술들을 사용하여 쉽게 결정될 수 있다고 가정한다. 특히, 작업 볼륨에 관련하여 다음 파라미터들을 알고 있다고 가정한다:

- <76> • 최소 및 최대 방향 각도들  $\varphi_{\min}$  및  $\varphi_{\max}$
- <77> • 최소 및 최대 고도 각도들  $\theta_{\min}$  및  $\theta_{\max}$ , 및
- <78> • 최소 및 최대 거리  $\rho_{\min}$  및  $\rho_{\max}$

<79> 이들 파라미터들이 주어지면, 작업 볼륨은 자동적으로 복수의, 즉 M개의 겹치는 영역들 또는 섹션들로 나뉘어진다. 반드시 크기가 동일한 영역들을 사용할 필요는 없지만, 사용한다면 계산적인 복잡도를 줄이는 역할을 함을 유의한다. 섹션 크기는 초기 추정자(estimator)의 정확도에 의존하며, 통상적으로 표준 편차의 약 4배 내지 6배, 예를 들면,  $6\sigma$ 를 초과해서는 안됨을 유의한다.

<80> 대안으로, 일 실시예에서, 겹친 영역들 또는 섹션들의 수 및 겹치는 양은 사용자가 정의할 수 있다. 임의의 수나 크기의 영역들이 사용될 수 있다. 그러나, 크기가 더 작은 영역들을 더 많이 사용한다면 위치파악 추정치들의 정확성을 증가시키는 반면 그 대가로 계산적인 부하가 증가되는 경향이 있다. 구체적으로, 영역 크기는, 클러스터 당 한 개의 객체를 가정하면, 개별 객체들을 탐지하기 위한 후처리기의 분해능(resolution)이다. 그러나, 최소 크기는 한 객체로부터의 거의 모든 측정치들이 동일 클러스터에 가도록 하는 것이 바람직한 경우, 초기 추정자의 정확성에 의존한다. 그러므로, 표준 분포에서는, 이것은 표준 편차의 대략 6배의 영역 크기(예를 들어,  $6\sigma$ )가 그 객체에 대한 측정치들의 약 99%를 캡춰할 것임을 의미한다. 그러나, 특수 목적으로, 클러스터 또는 영역 크기는  $6\sigma$ 보다 더 클 수 있다.

<81> 마이크로폰 어레이와 사운드 소스 위치파악을 포함하는 테스트된 일 실시예에서, 작업 볼륨은 각각의 크기가 각 차원(즉, 방향, 고도, 및 거리)에서의 표준 편차의 6배인 M개의 겹치는 영역들로 나뉘어졌다. 이 크기를 가지

는 구역 선택 및 영역들 간의 50% 겹침의 허용은, 수학식 1에 따라 겹치는 영역들의 개수를 산출한다:

### 수학식 1

$$M = 8 \frac{\varphi_{\max} - \varphi_{\min}}{6\sigma_{\varphi}} \cdot \frac{\theta_{\max} - \theta_{\min}}{6\sigma_{\theta}} \cdot \frac{\rho_{\max} - \rho_{\min}}{6\sigma_{\rho}}$$

<82>

<83>

이 테스트된 실시예에서, 수학식 1의 분모의 6들은 초기 추정자의 표준 편차의 6배의 영역 크기들을 사용함을 나타냄을 유의한다. 상술된 바와 같이, 원하는 정확성을 제공하기 위해 다른 영역 크기들이 사용될 수 있다. 그러나, 6-시그마 간격(예를 들어, 평균 주위의  $\pm 3$ -시그마)은 측정치들의 대략 99%를 수용함을 유의해야 한다. 또한, 수학식 1의 숫자 "8"은 영역들 간의 겹침은 정도의 결과물이다. 더 구체적으로, 50% 겹침이 이 예에서 사용되었으므로, 요소 "8"은 단순히  $2 \times 2 \times 2 = 8$ (즉, 삼차원의 각각에서의 50% 겹침)로부터의 결과이다. 상술된 논의의 관점에서, 더 많은 겹침은 더 많은 클러스터들, 즉 더 많은 중복된 객체들, 및 결과적으로 더 많은 계산적 부하를 의미함이 명백할 것이다. 그러나, 더 적은 겹침은 클러스터들 간에 중앙의 객체들이 상실될 수 있음을 의미한다. 6-시그마 섹션 너비에서, 최적의 겹침은 약 66%임이 관찰되었다. 이것은 겹침 영역이 최악의 경우 측정치들의 대략 80%를 수용할 수 있는 4-시그마임을 의미한다. 50% 겹침은 테스트된 실시예에서 단순히 계산적 부하를 줄이는 데에 사용되었다.

<84>

일단 영역들의 개수가 알려지면, 작업 볼륨은 단순히 그 수의 영역들로 나뉘어진다. 그 다음 각각의 초기 위치 파악 추정치는 단순히 각각의 초기 위치파악 추정치를 수용하는 작업 볼륨의 임의의 영역들에 할당된다. 각각의 초기화 추정치는 관련된 존속기간을 가지기 때문에, 통상적으로 각각의 객체에 대해 복수의 위치파악 추정치들이 이용가능하다. 결과적으로, 특정 영역들에 위치파악 추정치들을 할당하면 각각의 영역 내에 위치파악 추정치 클러스터들을 형성하게 된다. 겹치는 영역들의 사용 때문에, 특정 측정치는, 겹치는 정도에 따라, 2개 이상의 이웃 섹션들에 할당될 수 있음을 유의한다. 상술된 바와 같이, 더 큰 겹침은 영역들을 사용하면 개별 객체들에 대한 분해능은 더 좋아지지만, 필요한 계산을 증가시킨다.

<85>

#### 3.2.2 잠재적 객체들을 갖는 섹션의 식별

<86>

일단 작업 볼륨이 섹션 3.2.1에서 상술된 바와 같이 영역들, 및 형성된 위치파악 추정치들의 클러스터들로 나뉘어지면, 어느 영역들이 이들 내부에 잠재적 객체들을 갖는지에 대해 판정이 이루어진다. 예를 들어, 특정 영역이 전혀 위치파악 추정치들을 갖지 않으면, 그 특정 영역 내에 객체들이 전혀 없다고 가정하여, 그 영역은 추가 처리로부터 제외되어 계산 부하를 줄인다.

<87>

그러나, 일 실시예에서, 특정 영역들이 하나 이상의 잠재적 객체들을 포함하는지에 대한 판정은 가중치-기반 임계치를 사용하여 이루어진다. 특히, 테스트된 일 실시예에서, 잠재적 객체들을 갖는 섹션들의 식별은, 우선 가중치-기반 임계치를 나타내는, 그 측정치들이 0이 아닌 숫자인(즉, 적어도 하나의 위치파악 추정치가 그 특정 영역에 할당되었음) 모든 섹션들의 평균 가중치,  $W_m$ , 를 계산함으로써 이루어진다. 그 다음,  $W_m$ 는 작업 볼륨의 각각의 영역을 측정(gauge)하는 데에 사용되는 임계 가중치를 나타낸다. 임계 가중치는 초기 위치파악 추정치들의 일부로서 제공되는 원래 가중치들을 사용하여 계산됨을 유의한다. 예를 들어, 이러한 가중치들을 계산하기 위한 한 방법은 다음과 같이 수학식 2에서 제공된다:

### 수학식 2

$$W_m = \frac{K}{L} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N_i-1} W_{ij}$$

<88>

<89>

여기서,  $W_{ij}$ 는  $i$  번째 섹션의  $j$  번째 측정치의 원래 가중치이고,  $N_i$ 은  $i$  번째 섹션의 측정치들의 수이고,  $M$ 는 섹션들의 수이고,  $L$ 은 그 측정치들이 0이 아닌 숫자인 섹션들의 개수이고,  $K$ 은 상수이다.

<90>

$K$ 의 값은 섹션들의 개수 및 오류 측정치들(즉, 실제 객체들이 아닌 반향과 잡음으로부터 발생하는 섹션들에서의 측정치들)의 개수에 의존함을 유의한다. 테스트된 일 실시예에서,  $K=2$  값은 가능한 많은 섹션들에서 오류 측정치들로서 무시하도록 사용되었다. 구체적으로, 통상적으로 오류 측정치들을 갖는 섹션들은, 반향과 잡음의 결과로서, 약 하나 내지 2개의 측정치들을 포함함이 관찰되었다.  $K=2$  값의 사용은 후처리가 매우 작은 수의



측정치들을 갖는 섹션들을 무시하도록 하여 이러한 측정치들이 잠재적 객체들로서 고려되지 않도록 한다.  $K$  값은 애플리케이션에 따라 다르고, 후처리기의 특정 구현들에 대해, 얼마나 많은 측정치들이 시간의 함수로서 초기 측정치에 의해 제공되는지에 따라, 3개 이하의 (또는 소정의 다른 작은 수의) 측정치들을 갖는 섹션들의 처리를 피하는 것은 바람직할 수 있음을 유의한다.

<91> 그 다음, 각각의 특정 섹션에서 모든 측정치들의 가중치들의 합을 나타내는 각각의 섹션에 대한 총 섹션 가중치는, 수학적식 3에 의해 설명되는 바와 같이, 각각의 섹션에 대해 계산된다:

### 수학적식 3

$$W_i = \sum_{j=0}^{N_i-1} W_{ij}$$

<92>

<93> 임의의 섹션 가중치,  $W_i$ , 가 임계 가중치,  $W_{th}$ , 보다 크면, 그 섹션에 잠재적 객체가 있다고 가정하며, 이는 이하 기술된 바와 같이 추가 처리를 위해 플래그(flag)된다.

### <94> 3.2.3 위치 추정치 계산

<95> 작업 블록의 전체 영역들에서 잠재적 객체들에 대한 위치 추정치가 계산될 수 있지만, 이전 단계에서 임계치,  $W_{th}$ , 를 초과하는 가중치를 갖는 것으로서 플래그되지 않았던 영역들에서는 높은 신뢰도를 갖는 임의의 위치파악 추정치들 또는 임의의 객체들이 실제로 존재할 가능성은 거의 없다. 결과적으로, 일 실시예에서, 위치 추정치들은 임계치,  $W_{th}$ , 를 초과하는 가중치를 갖는 영역들 내의 잠재적 객체들에 대해서만 계산된다. 일반적으로, 이 후처리 단계 동안 제공되는 위치 추정은 2 단계 통계적 처리 접근법을 포함한다.

<96> 특히, 각각의 섹션 마다, 제1 단계는 그 섹션의 모든 측정치들의 가중된 평균을 계산한다. 일 실시예에서, 통계적 처리의 속도는, 수학적식 4에 의해 설명된 바와 같이, 먼저 각각의 위치,  $P_{ij}$ ,를 직각 좌표계로 변환함으로써 높아진다.

### 수학적식 4

$$x_{ij} = \rho_{ij} \cos \varphi_{ij} \cos \theta_{ij}$$

$$y_{ij} = \rho_{ij} \sin \varphi_{ij} \cos \theta_{ij}$$

$$z_{ij} = \rho_{ij} \cos \theta_{ij}$$

<97>

<98> 그 다음, 가중된 평균 및 가중된 표준 편차는, 다음의, 수학적식 5와 수학적식 6에 의해 설명되는 바와 같이 계산된다:

### 수학적식 5

$$p_i = \frac{1}{W_i} \sum_{j=0}^{N_i-1} W_{ij} \rho_{ij}$$

<99>

### 수학적식 6

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\frac{1}{W_i} \sum_{j=0}^{N_i-1} W_{ij} (p_i - p_{ij})^2}{N_i - 1}}$$

<100>

<101> 여기서,  $p_i$  은 이 섹션에서 객체의 위치이고,  $\sigma_i$  는 객체 위치 추정치의 표준 편차이다.

<102> 겹치는 섹션들의 사용 때문에 그리고 각각의 섹션들의 크기에 따라, 동일 객체에 속하는 위치파악 측정치들의 일부가 2개 이상의 이웃 섹션들에 존재할 수 없다. 또한, 이러한 섹션 각각에 존재하는 잡음 측정치들이 있을 수도 있다. 그러므로, 일 실시예에서, 이들 측정치들을 제거하고, 전체적 위치 정확성을 향상시키기 위해, 가

중된 평균의 제2 패스(pass)가 계산된 객체 위치,  $p_i$ , 의 특정 거리 내의 측정치들에 대해 수행된다.

<103> 테스트된 일 실시예에서,  $p_i \pm 2\sigma_i$  의 범위 내의 측정치들의 가중된 평균은 각각의 섹션에 대한 최종 위치 측정치  $\tilde{p}_i$  를 얻는 데에 사용되었다.  $p_i \pm 2\sigma_i$  의 범위 내의 측정치들의 수는  $\tilde{n}_i$  로 표기된다. 그 다음,  $\tilde{p}_i$  에 대한 가중된 표준 편차  $\tilde{\sigma}_i$  는, 다음의, 수학적 식 7에 의해 설명되는 바와 같이 정확성 추정을 위해 재계산된다:

### 수학적 식 7

$$\tilde{\sigma}_i = \sqrt{\frac{1}{\tilde{n}_i} \sum_{j=0}^{\tilde{n}_i-1} W_{ij} (p_i - p_{ij})^2}$$

<104> 최종적으로,  $p_i \pm 2\sigma_i$  범위 내의 모든 위치 측정치들의 가중치들  $\tilde{W}_i$  의 합이 각각의 잠재적 객체,  $\tilde{p}_i$ , 에 대해 계산된다.

### <105> 3.2.4 잠재적 객체들의 축소

<106> 이 시점에서, 가상의 또는 잠재적 객체들의 리스트가 생성되었는데 이들 잠재적 객체들 각각은 위치,  $\tilde{p}_i$ , 표준 편차,  $\tilde{\sigma}_i$ , 및 가중치,  $\tilde{W}_i$ , 로 나타내고 있다. 이 단계의 목적은 리스트로부터 중복들을 제거하기 위한 것이다. 상술된 바와 같이, 겹치는 섹션들의 사용 때문에 중복들이 존재할 수 있다. 일 실시예에서, 임의의 2개의 객체들이 중복인지를 판정하는 기준은 임의의 2개 이상의 가상의 또는 잠재적 객체들 간의 계산된 거리에 기초한다. 예를 들어, 모든 방향에서 임의의 2개의 가상의 객체들  $k$  와  $l$ , 여기서  $(k \neq l)$ , 간의 거리가 각각의 방향에서의 섹션 겹침의 양보다 작으면, 이들 2개의 객체들은 실제로 동일 객체 또는 신호 소스를 나타내는 것으로 간주한다. 6 시그마 섹션 너비와 50% 섹션 겹침을 가정하면, 다음의, 수학적 식 8에 의해 설명되는 바와 같이 거리가 간단히 계산된다:

### 수학적 식 8

$$\begin{aligned} |x_k - x_l| &\leq 3\sigma_\rho \cos\sigma_\varphi \cos\sigma_\theta \\ |y_k - y_l| &\leq 3\sigma_\rho \sin\sigma_\varphi \cos\sigma_\theta \\ |z_k - z_l| &\leq 3\sigma_\rho \sin\sigma_\theta \end{aligned}$$

<108> 일단 임의의 2개의 잠재적 또는 가상의 객체들이 실제로 동일 객체라고 판정되면, 더 낮은 가중치,  $\tilde{W}_i$ ,를 갖는 객체는 단순히 삭제되어, 객체들의 전체 리스트를 줄인다. 이 시점에서, 객체들의 리스트는 초기 위치과악 추정치들에 비하여 향상된 정확성과 신뢰성을 갖는 객체 위치과악 측정치들 또는 위치 추정치들의 세트를 나타낸다.

### <109> 3.2.5 위치 추정치 신뢰도 레벨의 계산

<110> 일 실시예에서, 후처리는 상술된 후처리 단계들 동안 생성된 각각의 객체 위치 추정치에 대한 신뢰도 레벨들을 계산하는 것으로 계속된다. 통상적으로, 신뢰도 레벨들은 0과 1사이의 범위의 수로서 제공되고, 0은 신뢰도가 없음을 나타내고, 1은 완전한 신뢰도를 나타낸다. 계산되는 신뢰도 레벨들에 영향을 주는 요소들은 측정치들의 수  $\tilde{n}_i$ , 표준 편차  $\tilde{\sigma}_i$ , 및 이들  $\tilde{n}_i$  측정치들 사이의 최후의 타임 스탬프이다.

<111> 특히, 측정치들의 수가 소정의 수,  $N_{crit}$ , 보다 작은 경우, 신뢰도 레벨은 감소하여, 위치 측정치들이 덜 신뢰할 만하다고 나타낸다.  $N_{crit}$  값은 원하는 반응 시간 및, 얼마나 많은 초기 측정치들이 초기 추정자에 의해 제공되는지에 의존함을 유의한다. 예를 들어, SSL 시스템의 테스트된 일 실시예에서, 바람직한 반응 시간은 0.5초였고, 초기 추정자는 초당 약 10개의 측정치들을 제공하였다. 결과적으로, 적어도, 5개의 측정치들, 즉,  $N_{crit} = 5$

가 1의 신뢰도를 가질 필요가 있었다.  $N_{crit}$ 이 증가하면 어떤 사람이 특정 위치에서 말하기 시작하는 시점으로부터 신뢰도 레벨이 천천히 증가하게 된다. 그러나, 약 5개 내지 10개 이하의 측정치들의 평균화와 통계적 처리는 통상적으로 이 테스트된 실시예에서 사용된 SSL 시스템 유형에서 그다지 신뢰할 수는 없다.

- <113> 마찬가지로, 더 큰 표준 편차들을 갖는 위치 측정치들 또한 통상적으로 덜 신뢰할만 하다. 결국, 특정 위치 측정치들이 더 오래된 데이터에 기초할 때, 이들 위치 측정치들은 또한 통상적으로 덜 신뢰할만 하다. 예를 들어, 테스트된 일 실시예에서, 객체에 대한 신뢰도 레벨은 가장 최근의 측정치의 연령이 측정치 존속기간에 근접함에 따라 감소된다(측정치 존속기간에 대한 설명은 섹션 2.1과 섹션 2.2를 참조).
- <114> 그러므로, 일 실시예에서, 상술된 요소들 각각을 고려하여 각각의 측정치에 대한 신뢰도 레벨들이 계산되었다. 위치 측정치 신뢰도 레벨을 생성시키는 이들 요소들을 고려하는 한 가지 방법은, 다음의, 수학식 9과 수학식 10에 의해 제공된다:

### 수학식 9

$$\begin{aligned} c_{iN} &= \tilde{n}_i / N_{crit} \\ c_{i\varphi} &= \sigma_{\varphi} / \tilde{\sigma}_{\varphi} \\ c_{i\theta} &= \sigma_{\theta} / \tilde{\sigma}_{\theta} \\ c_{i\rho} &= \sigma_{\rho} / \tilde{\sigma}_{\rho} \\ c_{iT} &= (t - T_{iLast}) / (2T) \end{aligned}$$

- <115>
- <116> 여기서,  $c_{iN}$ 은 측정치들의 개수에 기초하는 신뢰도 레벨이고,  $c_{i\varphi}$ ,  $c_{i\theta}$ , 및  $c_{i\rho}$ 은 표준 편차에 기초하는 신뢰도 레벨들이고,  $c_{iT}$ 은 최종 측정치 타임 스탬프  $T_{iLast}$ 에 기초하는 신뢰도 레벨인데, 여기서  $t$ 는 현재 시간이고  $T$ 은 측정치 존속기간이다. 0과 1 사이의 범위로 수학식 9에 나타난 신뢰도 레벨의 서브 레벨들의 값들을 제한하거나 단축시킨 후에, 최종 신뢰도 레벨은, 다음의, 수학식 10에 의해 설명되는 바와 같이 계산된다:

### 수학식 10

$$c_i = c_{iN} c_{i\varphi} c_{i\theta} c_{i\rho} c_{iT}$$

- <117>
- <118> 여기서, 최종 신뢰도 레벨,  $c_i$ , 는 서브 신뢰도 레벨들의 각각을 0과 1 사이의 범위로 제한하여 0과 1 사이에 있을 것이다.
- <119> 그 다음, 각각의 측정치에 대한 계산된 신뢰도 레벨들은 후처리기로부터의 최종 결과(섹션 3.2.1 내지 섹션 3.2.4에 기재됨)와 함께 포함되어 각각이 위치, 신뢰도 레벨, 및 표준 편차로써 표현되는 객체들의 리스트를 생성한다. 상술된 바와 같이, 이 리스트는 초기 위치파악 추정치들의 정련을 나타내고, 초기 위치파악 추정치들에 관련하여 더욱 정확하고 신뢰할만한 위치파악 측정치들 또는 추정치들을 제공한다.

## <120> 4.0 후처리기 동작 개요

- <121> 도 2에 관련하여 및 섹션 2와 섹션 3에 제공된 상세한 설명의 관점에서 상술된 처리들은 도 3의 일반 동작 흐름도에 의해 도시된다. 구체적으로, 도 3은 후처리기의 동작을 나타내는 예시적인 동작 흐름도를 도시한다. 도 3에 파선 또는 점선으로 표시된 임의의 박스들 및 박스들 간의 상호연결은 본 명세서에 기재된 후처리기의 대안적인 실시예들을 나타내고, 아래 기재된 바와 같이, 이들 대안적인 실시예들의 임의의 것이나 전체는 본 명세서 전반에 걸쳐 기술된 다른 대안적인 실시예들과 조합하여 사용될 수 있음을 유의해야 한다.
- <122> 일반적으로, 도 3에 의해 도시된 바와 같이, 후처리기 동작은 수신 어레이(200)로부터 위치 측정치들을 생성하기 위한 종래 위치파악 기술을 사용하여 생성된(300) 위치파악 추정치들(220)의 입력을 받는 것으로 시작한다. 상술된 바와 같이, 이들 종래의 위치파악 기술들은 당업자들에게 잘 공지되었고, 예를 들어, 마이크로폰 어레이를 사용하여 작업 볼륨 내에 사운드 소스들의 위치를 파악하기 위한 종래의 SSL 기술들과 같은 기술들을 포함한다.
- <123> 그 다음, 작업 볼륨은 다수의 겹치는 영역들 또는 세그먼트들로 나뉘어진다(310). 섹션 3.2.1에서 상술된 바와

같이, 다른 실시예들에서, 사용되는 겹치는 영역들의 개수 및 겹치는 양은 미리 정의되거나, 사용자가 정의하거나, 또는 자동으로 계산된다.

<124> 그 다음, 각각의 초기 위치파악 추정치(220)는 이들 초기 위치파악 추정치들의 각각의 위치에 기초하여 작업 블록의 대응하는 영역들로 단순히 할당된다(320). 그러나, 상술된 바와 같이, 통상적으로 각각의 객체에 대해 복수의 위치파악 추정치들이 이용가능하다. 결과적으로, 특정 위치파악 추정치들은 실제로 영역 겹침의 사용 때문에 2개 이상의 영역들에 할당될 수 있다. 이들 초기 위치파악 추정치들을 다양한 영역들로 할당하는 것(320)은 하나 이상의 영역들 내에 위치파악 추정 클러스터들을 형성하는 역할을 한다.

<125> 그 다음, 각각의 영역의 클러스터들의 통계적 분석은 이 영역들 중의 어느 것이 잠재적 객체들(330)을 포함하는지를 판정하는 데에 사용된다. 이 단계의 요점은 단순히 잠재적 객체들을 포함하지 않는 영역들에 대한 불필요한 계산의 수행을 방지하는 것이다. 그러므로, 이 단계가 필수적이지는 않지만, 후처리기에 계산 부하의 감소를 제공하는 역할을 한다.

<126> 일단 잠재적 객체들을 포함하는 영역들이 식별되었다면(330), 각각의 잠재적 객체의 위치들은, 다시 말하면, 각각의 영역 내에서 각각의 잠재적 객체를 나타내는 클러스터들의 통계 분석을 사용하여 추정된다(340). 그 다음, 이들 추정치 위치들은 잠재적 객체들 중에 중복되는 것들이 있는지를 판정하는 데에 사용된다. 예를 들어, 영역들이 겹치기 때문에, 즉 특정 측정치들이 2개 이상의 영역들에 동시에 존재할 수 있기 때문에, 특정 객체들이 하나 이상의 영역에서 잠재적 객체로서 식별될 수 있을 가능성이 있다. 이러한 과정은 실제 위치들과 각각의 잠재적 객체에 대해 계산된 가중치들을 단순히 비교하여 잠재적 객체들 간의 계산된 거리가 2개의 객체들이 실제로는 동일한 객체임을 나타내는 경우 더 낮은 가중치의 객체들을 제거함으로써(350) 해결된다.

<127> 그 다음, 나머지 잠재적 객체들은, 상술된 바와 같이, 새로운 위치파악 추정치들(280)의 리스트 또는 세트를 채우는 데에 사용된다. 또한, 일 실시예에서, 새로운 위치파악 추정치들(280) 각각의 위치에 대한 신뢰도 레벨들이 계산된다(360). 일반적으로, 이들 신뢰도 레벨들은, 새로운 위치파악 추정치들(280)의 계산에 사용되는 측정치  $\tilde{n}_i$  들의 개수, 각각의 측정치의 계산된 표준 편차,  $\tilde{\sigma}_i$ , 및 새로운 위치파악 추정치들(280)을 계산하는 데에 사용되는 데이터의 상대적 연령을 포함하는 다수의 요소들에 기초하여 새로운 위치파악 추정치들(280)의 신뢰도의 측정치를 제공한다.

<128> 마지막으로, 일 실시예에서, 새로운 위치파악 추정치들(280)은 초기 위치파악 추정치들을 생성하는(300) 데에 사용되는 초기 위치파악 시스템에 입력으로서 제공된다. 예를 들어, 당업자들에게는 잘 공지된 바와 같이, 현재 또는 이전 위치 정보의 사용은 종종, 마이크로폰 어레이나 기타 장치와 같은, 수신기 어레이(200)로부터 제공되는 새로운 관측치에 기초하여 위치파악 추정치들을 계산할 때 초기화 요소로서 사용된다.

<129> 초기 위치파악 추정치들의 정확성과 신뢰성을 자동으로 향상시키기 위한 후처리기의 상술된 설명은 예시 및 설명을 위하여 제공되었다. 이는 본 발명을 고갈시키거나 개시된 정확한 형태로 제한하려는 의도는 아니다. 상술한 가르침에 비추어 볼 때 다수의 수정 및 변형이 가능하다. 또한, 상술된 다른 실시예들 중 임의의 것이나 전체는 원하는 임의의 조합으로 사용되어 후처리기의 추가적 혼성(hybrid) 실시예들을 형성할 수 있음을 유의해야 한다. 본 발명의 범위는 이 상세한 설명에 의해 제한되는 것이 아니라, 첨부된 청구범위에 의해 제한되도록 의도된다.

### 발명의 효과

<130> 본 명세서에 기재된 시스템 및 방법은 종래 위치파악 기술들로부터 유도된 초기 위치파악 추정치들의 신뢰성과 정확성을 향상시켜 하나 이상의 객체들이나 사운드 소스들을 추적하거나 위치파악하기 위한 기존 신호 위치파악 기술들을 향상시키기 위해 동작한다.

### 도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 향상된 정확성과 신뢰성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 생성하기 위해 초기 위치파악 데이터의 후처리를 위한 예시적인 시스템을 구성하는 범용 컴퓨팅 장치를 도시하는 일반 시스템도.

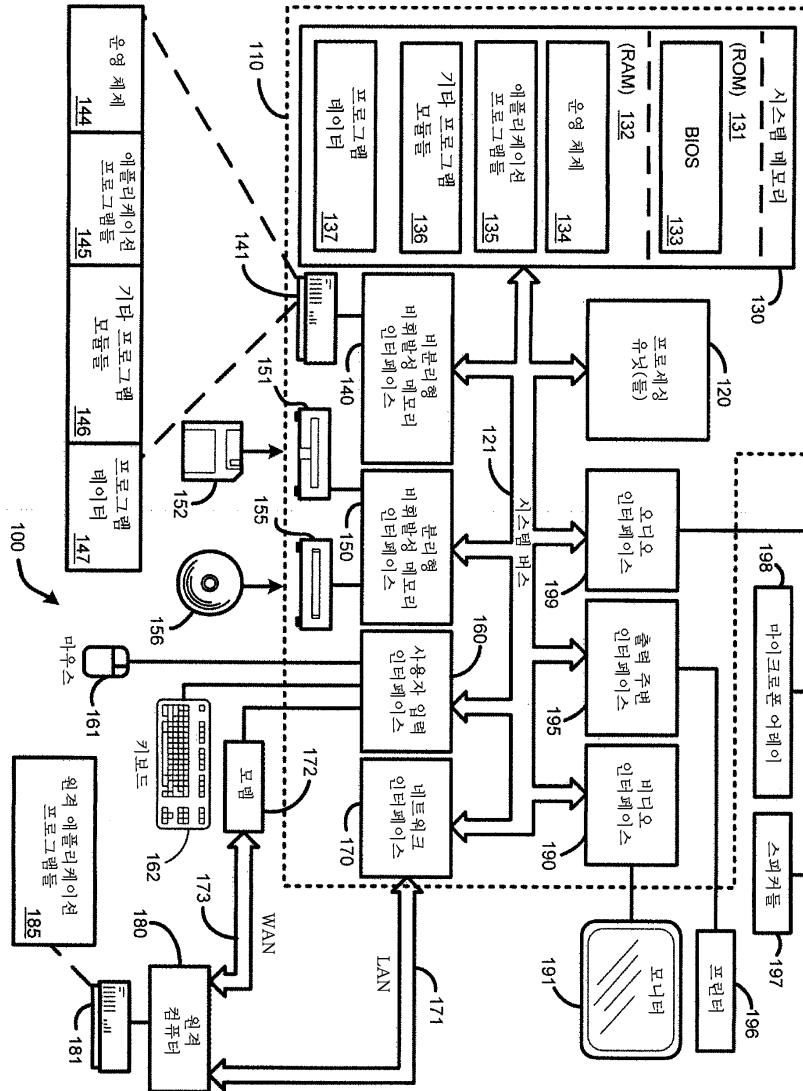
<2> 도 2는 향상된 정확성과 신뢰성을 갖는 새로운 위치파악 추정치들을 생성하기 위해 초기 위치파악 데이터의 후처리를 위한 후처리기를 구현하기 위한 예시적인 프로그램 모듈들을 도시하는 예시적인 시스템도.

<3> 도 3은 도 2의 후처리기의 동작을 도시하는 예시적인 동작 흐름도.

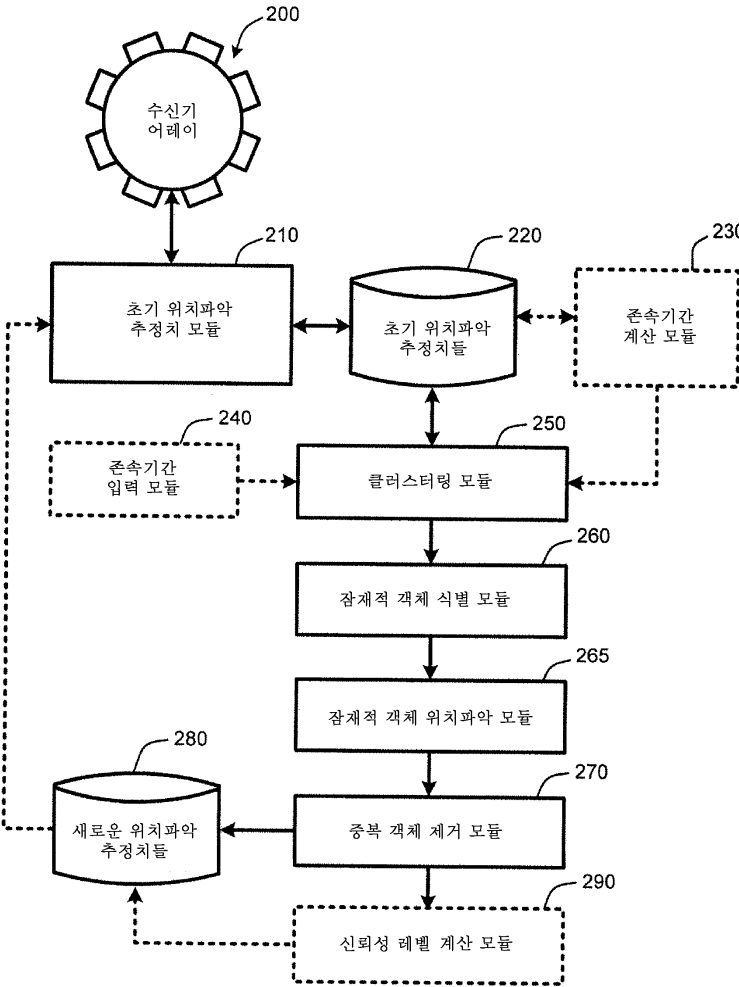
- <4> <주요 도면 부호 설명>  
<5> 200 수신기 어레이  
<6> 220 초기 위치파악 추정치들  
<7> 280 새로운 위치파악 추정치들

## 도면

도면1



도면2



도면3

