



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년01월21일
(11) 등록번호 10-0938047
(24) 등록일자 2010년01월13일

(51) Int. Cl.
G01S 5/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2004-0025779
(22) 출원일자 2004년04월14일
심사청구일자 2007년05월29일
(65) 공개번호 10-2004-0092414
(43) 공개일자 2004년11월03일
(30) 우선권주장
10/423,093 2003년04월25일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003004835 A
KR1019990047966 A
US6674403 B2
JP2000213948 A

(73) 특허권자
마이크로소프트 코포레이션
미국 워싱턴주 (우편번호 : 98052) 레드몬드 원
마이크로소프트 웨이

(72) 발명자
쿠르모, 존씨.
미국98052워싱턴주레드몬드153
번에비뉴노스이스트7215
플래트, 존씨.
미국98052워싱턴주레드몬드166
번코트노스이스트4963

(74) 대리인
백만기, 이중희, 주성민

전체 청구항 수 : 총 36 항

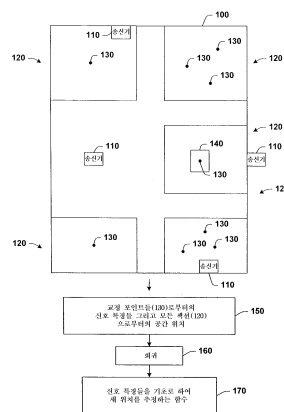
심사관 : 장석환

(54) 시스템 교정 방법, 위치 탐색 시스템 및 컴퓨터

(57) 요약

IEEE 802.11 장치 위치 측정 시스템(device location measurement system)에서 교정 노력(calibration effort)을 최소화하는 구조가 소개된다. 교정 기술은, 교정 데이터(calibration data) 또는 최소한으로 이용가능한 데이터(minimally available data)의 격차(gap)에 무관하게 신호 강도 함수로서 상당히 정확한 위치 정보를 생성하는 회귀 함수(regression function)에 기초를 두고 있다. 알고리즘은 빌딩에서 알려진 방 위치로부터 신호 강도 집합(set)을 얻고, 신호 강도의 함수로서 (x,y)를 산출하는 함수를 생성하며, 이 함수는 새 위치 추정에 사용될 수 있다. 방사식 기반 함수들(radial basis functions)은 표현하고 계산하기에 간단하며, 회귀(regression)에 사용된다. 알고리즘이 신호 강도를 연속적인 위치로 매핑하기 때문에 교정 시 방들을 건너 뛰는 것이 가능하지만, 여전히 이러한 방들에서 위치를 구한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

관측된 신호 특성들에 의거하여 새 위치(들)를 결정하는데 사용되는 시스템을 교정하는 방법에 있어서,

확인된 위치에 관한 신호 특성들을 측정하는 단계, 및

상기 신호 특성들에 적어도 부분적으로 기초하여 회귀 함수(regression function)- 상기 회귀 함수는 관측된 신호 특성들의 함수로서 새 위치(들)를 추정하고, 상기 회귀 함수는 복수의 커널 함수들(kernel functions)을 포함하고, 각 커널 함수는 관측된 신호 특성들의 벡터(vector)와 저장된 신호 특성들의 벡터 사이의 차이를 계산함 -를 생성하는 단계

를 포함하는 시스템 교정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 커널 함수들은 등방성 가우스 커널 함수들(isotropic Gaussian kernel functions)인 시스템 교정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 저장된 특성들의 벡터들은 측정된 신호 특성들의 복수의 벡터들을 클러스터링(clustering)함으로써 계산되는 시스템 교정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 회귀 함수는 가중치 및 스케일 파라미터를 더 포함하고, 상기 각 커널 함수는 상기 스케일 파라미터에 좌우되며, 상기 스케일 파라미터는,

복수의 상기 스케일 파라미터 값들을 선택하는 단계,

각 스케일 파라미터 값에 대해, 상기 스케일 파라미터 값을 이용하여 상기 가중치를 상기 신호 특성들의 제1 부분집합에 맞춤화(fit)시키는 단계,

상기 맞춤화된 가중치를 이용하여 상기 신호 특성들의 제2 부분집합- 상기 제2 부분집합은 상기 제1 부분집합과 공통원소를 갖지 않음 -에 대해 상기 회귀 함수 값을 구하는 단계,

상기 회귀 함수가 상기 신호 특성들의 제2 부분집합에 대해 최소 위치 오차를 획득하는 최선의 스케일 파라미터를 선택하는 단계, 및

상기 최선의 스케일 파라미터 및 대응하는 가중치를 저장하는 단계

에 의해 또한 결정되는 시스템 교정 방법.

청구항 5

제1항에서, 상기 회귀 함수는 가중치를 포함하고, 상기 회귀 함수를 생성하는 단계는, 상기 가중치를 조정함으로써 상기 회귀 함수를 상기 측정된 신호 특성에 맞춤화시키는 단계를 포함하는 시스템 교정 방법.

청구항 6

제5항에서, 상기 가중치는 최소 제곱 맞춤 프로시저(a least-square fitting procedure)에 따라 조정되는 시스템 교정 방법.

청구항 7

제5항에서, 상기 가중치는 커널 행렬(kernel matrix)을 계산함으로써 조정되는 시스템 교정 방법.

청구항 8

제5항에서, 상기 가중치는 각 확인된 위치에 관련된 위치 불확실성(location uncertainty)의 추정을 기초로 하

여 조정되는 시스템 교정 방법.

청구항 9

제5항에서, 상기 가중치는 x 위치 계산을 위한 복수의 가중치 및 y 위치 계산을 위한 복수의 가중치를 포함하는 시스템 교정 방법.

청구항 10

제1항에서, 상기 회귀 함수는 상기 확인된 위치들의 중심으로부터 계산된 부가적인 파라미터들을 더 포함하는 시스템 교정 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 신호 특성들은 신호 강도들(signal strengths)을 포함하고, 무선 송수신기들(wireless transceivers)로부터 전송된 무선 라디오 신호들(wireless radio signals)인 시스템 교정 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 무선 송수신기들은 IEEE 802.11 기준에 따라 동작하는 시스템 교정 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 새 위치(들)의 부분집합은 교정 시 액세스 불가능한 위치들- 상기 액세스 불가능한 위치들은 적어도 하나의 방, 한 층 전체에 걸쳐 분산된 복수의 방들, 및 한 층에서 가까이 위치한 복수의 방들을 포함함 -인 시스템 교정 방법.

청구항 14

무선 장치 위치 측정 시스템(wireless device location measurement system)을 교정하는 방법에 있어서, 적어도 하나의 무선 송신 장치를 액세스하는 단계, 상기 적어도 하나의 무선 송신 장치에 대해 신호 강도 데이터를 기록하는(logging) 단계, 및 상기 신호 강도 데이터를 기초로 하여 회귀 함수- 상기 회귀 함수는 관측된 신호 특성들의 벡터와 저장된 신호 특성들의 벡터 사이의 차를 계산하기 위한 복수의 커널 함수들을 포함하고, 상기 커널 함수들은 새 위치(들) 추정에 이용됨 -를 생성하는 단계를 포함하는 무선 장치 위치 측정 시스템 교정 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 신호 강도 데이터는 상기 적어도 하나의 송신 장치의 영역 내에 있는 복수의 다른 위치들로부터 기록되는 무선 장치 위치 측정 시스템 교정 방법.

청구항 16

새 위치(들)를 판정하기 위해 신호 특성들을 관측하는 위치 탐색 시스템(location system)에서, 확인된 위치에 관련된 신호 특성들을 측정하는 수단, 및 상기 신호 특성들에 적어도 부분적으로 기초하여 복수의 커널 함수들을 포함하는 회귀 함수(regression function)- 상기 회귀 함수는 관측된 신호 특성들과 저장된 신호 특성들 사이의 차의 함수로서 새 위치(들)를 추정함 -를 생성하는 수단을 포함하는 신호 특성들을 관측하는 위치 탐색 시스템.

청구항 17

새 위치(들)를 판정하기 위해 관측된 신호 특성들을 사용하는 위치 탐색 시스템에 있어서, 확인된 위치에 관련된 신호 특성들을 측정하는 측정 컴포넌트(measuring component), 및

상기 신호 특성들에 적어도 부분적으로 기초하여 회귀 함수(regression function)- 상기 회귀 함수는 관측된 신호 특성 데이터에 기초하여 새 위치(들)를 추정하고, 상기 회귀 함수는 복수의 커널 함수들을 포함하고, 각 커널 함수는 관측된 신호 특성들의 벡터와 저장된 신호 특성들의 벡터 사이의 차를 계산함 -를 생성하는 회귀 컴포넌트(regression component)

를 포함하는 관측된 신호 특성들을 사용하는 위치 탐색 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 커널 함수들은 등방성 가우스 커널 함수들(isotropic Gaussian kernel functions)인 위치 탐색 시스템.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 저장된 특성들의 벡터들은 측정된 신호 특성들의 복수의 벡터들을 클러스터링(clustering)함으로써 계산되는 위치 탐색 시스템.

청구항 20

제17항에서, 상기 회귀 함수는 가중치를 포함하고, 상기 회귀 컴포넌트는 상기 가중치를 조정함으로써 상기 회귀 함수를 상기 측정된 신호 특성에 맞춤화시키는(fit) 맞춤 컴포넌트(fitting component)를 포함하는 위치 탐색 시스템.

청구항 21

제20항에서, 상기 맞춤 컴포넌트는 최소 제곱 맞춤 컴포넌트(a least-square fitting component)를 포함하는 위치 탐색 시스템.

청구항 22

제20항에서, 상기 맞춤 컴포넌트는 커널 행렬(kernel matrix)을 계산하는 컴포넌트를 포함하는 위치 탐색 시스템.

청구항 23

제20항에서, 상기 맞춤 컴포넌트는 각 확인된 위치에 관련된 상기 위치 불확실성(location uncertainty)의 추정을 입력으로서 수신하는 위치 탐색 시스템.

청구항 24

제20항에 있어서, 상기 가중치는 x 위치 계산을 위한 복수의 가중치 및 y 위치 계산을 위한 복수의 가중치를 포함하는 위치 탐색 시스템.

청구항 25

제20항에서, 상기 회귀 함수는 상기 확인된 위치들의 중심으로부터 계산된 부가적인 파라미터들을 더 포함하는 위치 탐색 시스템.

청구항 26

제17항에 있어서, 상기 신호 특성들은 신호 강도들을 포함하고, 무선 송수신기들로부터 전송된 무선 신호들인 위치 탐색 시스템.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 무선 송수신기들은 IEEE 802.11 기준에 따라 동작하는 위치 탐색 시스템.

청구항 28

제17항에 있어서, 교정 시 액세스 불가능한 상기 새 위치(들)- 상기 액세스 불가능한 위치들은 적어도 하나의 방, 한 층 전체에 걸쳐 분산된 복수의 방들, 및 한 층에서 가까이 위치한 복수의 방들을 포함함 -의 부분집합을

더 포함하는 위치 탐색 시스템.

청구항 29

제17항의 시스템을 구현하는 컴퓨터.

청구항 30

새 위치(들)를 추정하기 위해 신호 특성들을 사용하는 시스템을 교정하는 컴퓨터에 있어서,

확인된 위치에 관련된 상기 신호 특성들을 측정하는 수단, 및

회귀 수단- 상기 회귀 수단은 상기 측정된 신호 특성들에 적어도 부분적으로 기초하여 회귀 함수를 생성하고, 상기 회귀 함수는 복수의 커널 함수들을 포함하고, 각 커널 함수는 새 위치(들)를 추정하기 위해 관찰된 신호 특성들의 벡터와 저장된 신호 특성들의 벡터 사이의 차를 계산함 -

을 포함하는 컴퓨터.

청구항 31

제30항에 있어서, 상기 회귀 수단은 상기 회귀 알고리즘에서 사용될 상기 신호 특성들을 클러스터링하는 수단을 더 포함하는 컴퓨터.

청구항 32

제30항에 있어서, 상기 회귀 수단은 상기 측정된 신호 특성들을 훈련 집합(training set) 및 테스트 집합(test set)으로 나누는 수단을 더 포함하는 컴퓨터.

청구항 33

제32항에 있어서, 상기 회귀 수단은 상기 훈련 집합으로부터 커널 행렬(kernel matrix)을 생성하는 수단을 더 포함하는 컴퓨터.

청구항 34

제30항에 있어서, 상기 측정된 신호 특성들은 신호 강도들을 포함하는 컴퓨터.

청구항 35

관찰된 신호 특성들에 따라 새 위치(들)를 결정하는 데에 사용되는 시스템을 교정하는 방법에 있어서,

하나 이상의 무선 장치들과 관련된 확인된 위치들에 관련된 신호 특성들을 측정하는 단계 - 상기 측정된 신호 특성들은 관찰된 신호 특성들임 -; 및

복수의 커널 함수 장치들을 포함하는 회귀 함수를 생성하는 단계 - 상기 회귀 함수는 상기 관찰된 신호 특성들과 저장된 신호 특성들의 함수로서 새 무선 장치들과 관련된 새 위치(들)를 추정함 -

를 포함하는 시스템 교정 방법.

청구항 36

관찰된 신호 특성들에 따라 새 위치(들)를 결정하는 데에 사용되는 시스템을 교정하는 방법에 있어서,

휴대용 컴퓨터를 이용하여 하나 이상의 무선 장치들과 관련된 확인된 위치들에 관한 신호 특성들을 측정하는 단계 - 상기 측정된 신호 특성들은 관찰된 신호 특성들임 -; 및

복수의 커널 함수 장치들을 포함하는 회귀 함수를 상기 휴대용 컴퓨터에 생성하는 단계 - 상기 함수는 상기 관찰된 신호 특성들과 저장된 신호 특성들의 함수로서 새 무선 장치들과 관련된 새 위치(들)를 추정함 -

를 포함하는 시스템 교정 방법.

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <14> 본 발명은 IEEE 802.11 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 무선 신호 강도(wireless signaling strength)를 이용하여 무선 장치들의 위치를 파악하는 것에 관한 것이다.
- <15> 빌딩 내의 사용자 및 장치의 위치를 파악하는 것은 위치 기반 서비스(location-based service) 및 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)의 여러 양상(aspect)의 중요한 전제 조건이다. 위치를 판정하는 한 가지 유망한 접근방법(promising approach)은 3각 측량(triangulation)을 통한 것으로, 이는 IEEE 802.11 무선 장치의 무선 신호 강도를 측정함으로써 가능하다. IEEE 802.11 위치 기반 시스템의 가장 흥미를 끄는 특징 중 하나는, 이 시스템이 이미 많은 빌딩에 존재하고 있는 무선 네트워크 그 이상의 어떤 별도의 인프라스트럭처도 필요로 하지 않는다는 것이다. 이것은 능동적/수동적 배지(active/passive badge) 및 카메라를 이용하고, 이에 뒤이어 별도 장비의 설치 및 유지 보수를 필요로 하는 기타 사람 추적 시스템(person-tracking system)과 대조적이다.
- <16> 위치 감지기(location sensor)로서 802.11 무선 클라이언트(예를 들어, 수신기로서 휴대용 컴퓨터(portable computer))를 이용하는 것은 점점 더 위치 기반 서비스를 가능하게 하는 대중적인 방식이 되어 가고 있다. 다수의 액세스 포인트(multiple access points, 이하 "APs"라고 함)로부터 신호 강도 3각 측량(triangulation of signal strength)이 사용되어 수신 장치의 위치를 수 미터 정도까지 정확하게 나타낼 수 있다. 그러나, 이러한 수준의 정확도는 공간적으로 고밀도인 신호 강도의 교정 데이터를 위치 함수로서 획득하기 위해 지루하고 시간이 걸리는 수작업을 필수적으로 행한 대가로 얻어지는 것이다.
- <17> 몇몇 다른 APs로부터 네트워크 클라이언트 상에서 라디오 신호 강도 측정을 파악할 수 있기 때문에, 연구원들은 수 미터 정도까지 위치를 계산하는 방법을 제시하여 왔다. 이러한 형식의 위치 측정은, 이것이 빌딩 및 빌딩 사용자들의 기존 장치들을 사용한다는 점에서, 그리고 위성 위치 확인 시스템(global positioning system, 이하 "GPS"라고 함) 및 이동 전화 위치 신호가 종종 중단되는 실내에서도 기능을 수행한다는 점에서 특히 흥미를 끈다. 그러나, 이러한 시스템의 정확도는, 일반적으로 무선 클라이언트 수신기(wireless client receiver)를 빌딩내에서 알려진 많은 다른 위치들 및 다른 방향들(orientations)로 물리적으로 이동시키는 것을 포함하는 꼼꼼한 교정 프로시저에 좌우된다. 누구든지 그러한 작업에 자원(resource)을 소비하도록 기대하는 것은 종종 비실용적이다 - 새 제품의 일부로서 이러한 것이 예상될 때, 소프트웨어 제품 계획자(software product planner)는 시스템 관리자(system administrator)가 심지어 프린터 위치를 계속 업데이트 하는 것조차 꺼려한다고 불평하면서, 종종 망설이고, IEEE 802.11 신호 강도의 고해상도 테이블(high-resolution table)을 훨씬 적게 생성하고 유지한다.
- <18> 수작업 교정에 대한 하나의 대안은, 빌딩의 평면도(floor plan), 라디오 주파수(radio frequency, 이하 "RF"라고 함) 전파(propagation)의 물리적인 시뮬레이션(simulation), 및 무선 APs의 위치 파악을 기초로 하여 신호 강도를 분석적으로 예상하는 것이다. 선택된 시뮬레이션 방식에 대해, 신호 강도를 물리적으로 시뮬레이션하면

수작업 교정에 의해 획득되는 값에 비해 약 46% 가량(2.94 미터에서 4.3 미터까지) 중간값 위치 오차(median location error)가 증가된다는 것이 밝혀졌다. 게다가, 바람직한 물리적 시뮬레이션은 일반적으로 보통 이용가능한 것보다 더 상세한 빌딩 모델을 필요로 한다.

<19> IEEE 802.11 위치 분야에서, 한가지 널리 알려진 작업은 RADAR 시스템, 빌딩 내 RF 기반 위치 및 추적 시스템에 기초하였다. RADAR는 내부 위치 및 그에 대응하는 신호 강도 테이블에 기초하여 작동했다. 수작업으로 교정된 테이블을 사용하여, 최근접 이웃 알고리즘(the nearest neighbor algorithm)은 약 2.94 미터의 중간값 공간 오차(median spatial error)를 산출하였다. 시뮬레이션된 전파(radio wave) 전파(propagation)에 기초하는 또 다른 테이블은 중간 오차(median error)를 4.3 미터까지 증가시키는 대신 대부분의 교정 작업을 피할 수 있도록 해 주었다. RADAR 작업 또한 교정 노력을 감소시키는 문제에 대해 연구했다. 교정 포인트의 수를 70개에서 40개로 감소시키는 것은 정확도에 부정적인 영향을 단지 조금 끼친다는 것이 밝혀졌다. 이후 작업에서, RADAR는 빌딩 전체에 걸쳐 최소 거리 경로(short path)에서의 비터비-유사 알고리즘(viterbi-like algoeithm)을 이용하여 성능이 향상되었다. 이로 인해 중간값 오차가 약 2.37미터까지 더 감소하였다.

<20> 카네기 멜론의 앤드류 시스템(Carnegie Mellon's Andrew system)의 일부로서, IEEE 802.11 위치 시스템의 제한된 연구가 복도 내 8개의 불연속 위치(discrete location)를 사용하여 수행되었다. 신호 강도 대 위치(signal strengths versus locations) 테이블이 구축되었다. 시스템이 여덟 개의 위치로 리턴하자마자, 시스템은 그 당시의 정확한 위치(right location) 87.5%를 추론할 수 있다고 결정되었다.

<21> 또 다른 위치 서비스는, 더 일반적으로 사용되는 원시 신호 강도(raw signal strength) 대신, 신호 대 노이즈 비율(signal-to-noise ratios)을 사용했다. 위치 알고리즘은 베이저안 네트워크(Bayesian network)이며, 이것은 두 빌딩 내에 있는 불연속 위치에서 수작업으로 훈련되었다. 베이즈 공식(Bayes formulation)은 한 사람의 위치에 대한 선험적 확률(a priori probablities) 및 위치들간의 전이 확률(transition probablities)를 허용하였다. 복도 내 12개 위치에 대한 한 테스트에서, 서비스는 결론을 내릴 수 없는 그 당시의 15%를 제외하고, 그 당시의 옳은 위치(correct location) 97%라는 높은 확률을 확인할 수 있었다.

<22> 또 다른 연구에서, IEEE 802.11은 실내 및 야외에서 무선 포켓 PC(wireless pocket PC)의 위치를 계산하는데 사용되었다. 수작업 교정 대신, 신호 강도 함수로서 무선 액세스 포인트와의 거리 근사치를 구하는 공식이 사용되었다. 힐-클라이밍 알고리즘(hill-climbing algorithm)을 사용하여, 시스템은 다수의 액세스 포인트로부터 신호 강도를 사용하여 위치를 약 10미터(약 35 피트) 정도까지 계산한다.

<23> IEEE 802.11 위치 시스템의 또 다른 예에서는, 베이저안 추리(Bayesian reasoning) 및 은닉 마르코프 모형(hidden Marcov model)이 사용되었다. 신호 강도 뿐만 아니라, 주어진 위치에서 액세스 포인트를 보는 확률도 고려되었다. 다른 작업처럼, 이것도 수작업 교정에 기초한다. 시스템은 명시적으로 방향(orientation) 모형을 만들었고, 복도 내에 약 매 1.5미터마다 설치된(taken) 교정 표본(calibration sample)을 사용하여 약 1미터의 중간값 공간 오차를 달성했다. 비록 이것은 정확도 측면에서 가장 좋은 결과일 수는 있지만, 연구는 또한 교정 노력이라는 문제점을 인식하고, 교정용 표준기(calibrator)에게 가속도계(accelerometer) 및 자기 나침반(magnetic compass)을 공급함으로써 자동적으로 교정된 위치를 추론할 것을 제안한다.

<24> 지금까지 기술된 종래 시스템의 일부는 교정 노력이 점점 증가하는 것을 대가로 하여 더 나은 정확도를 향해 명백하게 작동하고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<25> 이하에서는 본 발명의 일부 측면에 대한 기본적인 이해를 제공하기 위해 본 발명의 간단한 개요가 소개된다. 이 개요는 본 발명의 전반적인 개관이 아니다. 이것은 본 발명의 핵심/중요 엘리먼트를 확인하기 위해 또는 본 발명의 범위를 서술하기 위한 것이 아니다. 본 개요의 고유 목적은 이하에 제공될 더 상세한 설명의 도입부로서, 간소화된 형식으로 본 발명의 일부 개념을 나타내고자 하는 것이다.

<26> 본 명세서에서 개시되고 청구되는 본 발명은, 한 측면에서, 주어진 위치에서 라디오 신호 강도(radio signal strength)의 관점으로 정밀하게 3각 측량된 위치를 결정하는데 사용되는 정교하지 않은(coarsely) 교정 시스템에 대한 IEEE 802.11 위치 기반 기술을 포함한다. 교정 기술은 교정 데이터(calibration data) 또는 최소한으로 이용가능한 데이터(minimally available data)의 격차(gap)에 무관하게 신호 강도 함수로서 상당히 정확한 위치 정보를 생성하는 회귀 함수(regression function)에 기초를 두고 있다.

<27> 방들이 빌딩에서 당연히 공간 기점(natural spatial fiducials)이 되므로, 수작업 교정이 당분간 주요 방식이

될 것이라는 것을 가정하면서, 본 발명의 구조는 방 해상도(room resolution) 정도까지(예를 들어, 빌딩 내의 각 방의 임의의 포인트 또는 포인트 집합(set)으로부터 또는 각 방 내의 더 정확한 위치로부터) 신호 강도를 기록하는 상대적으로 용이한 교정 프로시저를 기반으로 하는 새로운 IEEE 802.11 위치 시스템을 개시한다. 본 명세서에 개시된 위치 알고리즘은, 교정 데이터가 없을 경우에도, 즉 하나의 방, 방 집합, 또는 빌딩의 부속 건물(wing) 등이 액세스 불가능하기 때문에 데이터를 획득할 수 없는 경우에도, 작동할 수 있도록 설계된다. 회귀 알고리즘은 빌딩에서 알려진 위치로부터 신호 강도 집합(set)을 얻고, 신호 강도를 (x,y) 위치로 매핑하는 함수를 생성한다. 이 함수는 새 위치 추정에 사용될 수 있다. 방사식 기반 함수들(radial basis functions)은 표현하고 계산하기에 간단하며, 회귀에 사용된다.

<28> 알고리즘이 위치를 제공하기 위해 신호 강도에서 회귀한다는 사실은 교정 시 방들을 건너 뛰는 것을 가능하게 하지만, 여전히 이러한 방들에서 위치를 구한다.

이것은 대신 신호 강도를 이전에 보여줬던 위치로만 분류해야만 하는 종래의 IEEE 802.11 위치 알고리즘 대부분에서는 더 곤란하다. 비록 교정 데이터가 감소하면서 정확도가 떨어지긴 하지만, 그 정도는 놀랍게도 아주 조금이다. 결과는 정확도(accuracy)와 노력(effort)간의 절충(trade-off)을 정량화하고, 이러한 형식의 수작업 교정 시스템을 위해 규칙(prescription)을 제안한다.

<29> 하나의 실시예는 더 정확한 위치 측정 방법론을 제공하며, 이 방법론에서는 측정될 위치의 한 포인트에 수신기를 위치시키고 그 하나의 수신기 위치에 기초하여 신호 속성들을 측정함으로써 교정이 수행된다. 사용자는 측정될 위치에 관해 수신기의 위치를 보여주는 지도 상에서 수신기의 근사 위치를 선택한다. 또한, 노이즈를 더 감소시키기 위해 마지막 10개의 계산된 (x,y) 위치들의 평균을 구하는 평균 함수가 제공된다.

<30> 덜 정확한 제2 실시예에서, 사용자는 수신기를, 예를 들어 방안에서, 그 위치를 이리 저리 옮기고, 여러 교정 포인트에서 측정을 한다. 그러므로 수신기의 정확한 위치는 알 수 없다. 교정을 위해 방 중심 (x,y) 가 수신기의 위치가 되고, 측정이 이루어졌을 때 수신기가 방 어디에 위치했었는가는 아무 상관이 없다.

<31> 지금까지 얘기되었던 목적을 수행하기 위해, 본 발명의 일부 도시적인 측면들이 이하의 설명 및 첨부된 도면과 함께 본 명세서에 설명된다. 그러나 이러한 측면들은 본 발명의 원리가 적용될 수 있는 여러 방법 중의 일부일 뿐이며, 본 발명은 이러한 모든 측면 및 그 등가물 모두를 포함하고자 한다. 본 발명의 다른 이점 및 새로운 특징들은 도면과 함께 고려될 때 본 발명에 대한 이하의 상세한 설명으로부터 명백해 질 것이다.

발명의 구성 및 작용

<32> 본 발명은 도면을 참조하여 설명되며, 도면 전체에 걸쳐 유사한 참조 번호는 유사한 구성요소 참조에 사용된다. 이하의 설명에서, 설명의 목적상, 본 발명의 완벽한 이해를 제공하기 위해 많은 특정 세부사항이 설명된다. 그러나, 본 발명이 이러한 특정 세부사항 없이 수행될 수 있다는 것은 명백하다. 다른 예에서, 본 발명을 용이하게 설명하기 위해 잘 알려진 구조 및 장치가 블록도 형식으로 보여진다.

<33> 본 명세서에서 사용되는 "컴포넌트(component)" 및 "시스템(system)"이라는 용어는 컴퓨터 관련된 엔티티(entity), 하드웨어, 하드웨어 및 소프트웨어의 조합, 소프트웨어 또는 실행 중인 소프트웨어를 참조하도록 의도된다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서 상에서 수행 중인 프로세스, 프로세서, 객체(object), 수행 가능한 것(executable), 실행(execution)의 한 스레드(thread), 프로그램, 및/또는 컴퓨터가 될 수도 있지만 이제 제한되는 것은 아니다. 도시에 의하면, 서버에서 수행 중인 애플리케이션 및 그 서버 둘 다 컴포넌트가 될 수 있다. 하나 이상의 컴포넌트가 프로세스 내에 및/또는 실행의 한 스레드 내에 상주할 수 있고, 컴포넌트는 한 컴퓨터 상에 로컬로 위치할 수 있고 및/또는 두개 이상의 컴퓨터 사이에서 분산될 수도 있다.

<34> 본 명세서에서 사용되는 "추론(inference)"이라는 용어는 일반적으로 이벤트 및/또는 데이터를 통해 포착한 관찰 정보 집합(set of observations)으로부터, 시스템, 환경 및/또는 사용자의 상태에 관해 추리하거나 추론하는 프로세스를 말한다. 예를 들어, 추론은 특정 컨텍스트(context) 또는 행위(action)를 식별하는 데 이용될 수 있고 또는 상태들에 대해 확률 분포(probability distribution)를 생성하는 데 이용될 수 있다. 추론은 가망성에 근거한 것이다-이것은 데이터 및 이벤트를 고려하여 중요한 상태에 대해 확률 분포를 계산하는 것이다. 추론은 또한 이벤트 및/또는 데이터 집합으로부터 더 높은 수준의 이벤트를 포함하기 위해 이용되는 기술을 참조할 수 있다. 이러한 추론은 그 결과 관찰된 이벤트 및/또는 저장된 이벤트 데이터 집합으로부터, 그 이벤트들이 시간적으로 아주 근접하여 서로 상관 관계가 있었는지 여부에 관계없이, 그 이벤트 및 데이터들이 하나 또는 여러 이벤트 그리고 데이터 소스로부터 온 것인지의 여부에 상관없이, 새로운 이벤트 및 행위를 구성한다.

- <35> 본 명세서에 개시되는 교정 구조는, 공간 정확도는 조금만 떨어지게 하면서 교정 노력은 상당히 감소시킬 수 있는 기술 사항을 지원한다. 이것은 IEEE 802.11 위치 기반 측정 기술을 광범위하게 채택하는 데 있어 가장 위협적이고 실질적인 장애 중의 하나를 효과적으로 제거해 준다.
- <36> 도 1은 신호 특징에 기초하여 새 위치를 결정하는 본 발명의 시스템에 대한 교정 프로시저의 기하학적 배열(geometry)을 도시하고 있다. 이러한 새 위치들은 영역(100) 내에 있을 것으로 예상된다. 영역(100)은 빌딩, 빌딩의 한 층, 또는 하나 이상의 송신기(transmitter)(110)가 도달할 수 있는 그 어떤 다른 영역일 수 있다. 송신기(110)는 영역(100)의 내부 및 외부에 위치할 수 있다. 위치 시스템이 적어도 하나의 (x,y) 위치를 결정하기 위해, 영역(100)내에는 신호 특징을 측정할 수 있는 송신기(110)가 적어도 3개는 있어야 한다. 이 송신기들(110)은 예를 들어, 네트워크에 배치된 액세스 포인트(access point, 이하 "AP"라고 함) 송수신기(transceiver)일 수 있지만 꼭 그럴 필요는 없다. 그러나 설명의 목적상, "전송하는 장치(transmitting device)"라는 구문 및 "송신기(transmitters)"라는 용어는 네트워크 상에 배치되거나 되지 않을 수 있으며 신호를 전송하는 모든 장치를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- <37> 영역(100)은 섹션들(120)로 나뉘어지고, 하나의 섹션(120)은 예를 들어 빌딩 내의 여러 방들, 여러 복도들, 또는 라운지를 포함할 수 있으므로 사이즈(size)가 가변적이다. 또는 섹션(120)은 방 내에 있는 특정 위치가 될 수도 있다. 송신기(110)는 섹션(120) 내에 반드시 위치할 필요는 없다. 또한 섹션들(120)로 나뉘어지지 않은 영역(100)의 부가적인 구역(area)이 있을 수 있다.
- <38> 섹션(120)은 하나 이상의 교정 포인트(130)를 포함할 수 있다. 교정하는 동안, 수신기(140)가 각 교정 포인트(130)마다 순차적으로 위치된다. 각 교정 포인트(130)에 대해, 모든 수신 가능한 송신기들(110)의 하나 이상의 신호 특징들이 기록된다. 하나의 실시예에서, 송신기(110)는 IEEE 802.11 기준을 따르는 송수신기이고, 신호 특징들은 송신기(110)의 신호 강도이고, 교정 포인트(130)에서 측정된다. 또한 각 교정 포인트(130)에 대해, 대응하는 섹션(120)의 아이덴티티(identity)가 기록된다. 예를 들어, 대응하는 섹션(120)의 아이덴티티는 사용자가 지도에서 섹션을 선택함으로써 표시될 수 있다. 모든 섹션(120)들의 공간 위치 또한 교정을 위해 필요하다. 이러한 공간 위치들은 각 섹션(120)의 공간 영역(spatial extent)의 중심일 수 있다.
- <39> 또 다른 실시예에서는, 각 섹션(120) 별로 단 하나의 교정 포인트(130)가 있다. 교정 포인트(130)는 각 섹션(120)내의 알려진 곳에 위치한다. 그 후 신호 특징들을 여러번 측정하고, 수신기(140)는 하나의 교정 포인트(130) 자리에서 회전한다. 교정 포인트(130)의 공간 위치가 섹션(120)의 공간 위치가 된다.
- <40> 또 다른 실시예에서는, 각 섹션(120) 별로 다수의 교정 포인트(130)가 있다. 이 교정 포인트들(130)은 섹션(120)의 도처에 흩어져 있다. 각 교정 포인트(130) 마다 한 번 이상 신호 특징을 측정할 수 있다. 섹션(120)의 중심이 섹션(120)의 공간 위치가 된다.
- <41> 모든 실시예에 대해, 단계(act) 150에서, 수신기(140)에 의해 모든 교정 포인트(130)에서 신호 특성들이 측정되고, 모든 섹션(120)으로부터의 공간 위치가 수집된다. 그리고 나서 단계 160에서, 이 데이터를 이용하여 회귀(regression)가 수행된다. 회귀는 단계 170에 나타나듯이, 회귀 함수를 생성하기 위해 수집된 데이터에 대해 동작하고, 이 회귀 함수는 이어서 새로이 측정된 신호 특징들을 기초로 하여 영역(100) 전체에 걸쳐 새 위치를 추정하는데 이용된다. 이러한 새 위치는 교정 포인트들(130) 위에 있도록 제한되지 않는다. 또는 새 위치는 섹션들(120)내에 있도록 제한되기도 않는다. 새 위치는 교정 시 액세스 불가능한 위치일 수도 있다.
- <42> 도 2는 본 발명에 따른 일반적인 교정 프로세스의 흐름도를 도시하고 있다. 설명을 단순화하기 위해, 도 2의 방법론 및 예를 들어 블록도 형식과 같이 그에 이어지는 모든 방법론들은, 본 명세서에서 일련의 단계들로서 보여지고 설명되며, 본 발명이 단계들의 순서에 의해 제한을 받지 않고, 일부 단계들은 본 발명에 따라 다른 순서로, 및/또는 본 명세서에서 보여지고 설명되는 다른 단계들과 동시에 일어날 수도 있다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 당업자들은 방법론이 대신 상태도(state diagram)에서와 같이 서로 관련이 있는 일련의 상태 또는 이벤트로서 나타날 수 있다는 것을 이해할 것이다. 게다가, 본 발명에 따라 방법론을 구현하는데 있어 도시된 모든 단계들이 필요하지 않을 수도 있다.
- <43> 단계 200에서, 수신기를 교정 포인트(130)로 가져온다. 단계 202에서, 수신기의 공간 위치가 기록된다. 여기서 주의할 점은 각 교정 포인트에서마다 공간 위치 정보를 기록할 필요는 없지만, 섹션(120)을 교정하는 동안 단 한번만 기록될 수 있다는 것이다. 그리고 나서 수신기는 단계 204에 나타난 대로, 그 위치의 하나 이상의 송신기의 신호 강도를 측정하고 기록한다. 단계 206에서, 만약 더 많은 교정 포인트들(130)에서 신호 강도를 측정해야 한다면, 흐름(flow)은 다시 단계 200으로 리턴하여 수신기를 다음 교정 포인트(130)로 가져오고, 그

교정 포인트(130)에 대해 측정 및 기록 프로세스를 계속 진행한다. 만약 다른 교정 포인트(130)가 측정되어서는 안된다면, 흐름은 단계 206에서 단계 208로 진행되고, 회귀 함수를 생성한다. 이 회귀 함수는 회귀를 통해 훈련된다. 훈련 집합(training set)은 교정 포인트(130)에서 측정된 신호 강도와 섹션(120)의 공간 위치를 포함한다. 그리고 나서 전체 영역(100)에 대한 신호 강도의 함수로서 (x,y) 좌표에 위치를 제공하는 회귀 함수를 결정한다. 또는, 회귀 함수는 영역(100)이 빌딩의 여러 층에 걸쳐 있을 경우, (x,y,z) 좌표를 제공할 수도 있다.

<44> 도 3은 새 위치를 결정하는 프로세스의 흐름도를 도시하고 있다. 단계 300에서, 수신기를 새 위치의 일반 영역으로 가져온다. 이 위치는 이전에 방문했거나 또는 처음으로 방문한 위치일 수 있다. 그리고 나서 단계 302에 나타난 대로, 신호 강도가 측정되고 기록된다. 신호는 영역(100)과 관련이 있는 송신기들 중 그 어느 것로부터 수신될 수 있다. 단계 304에서, 영역(100)내에 있는 새 위치를 추정하기 위해 회귀 함수가 이용되고, 이것은 단계 302에서 수신기에 의해 측정된 신호 강도에 기초한 것이다. 그리고 나서 프로세스는 멈춤 블록에 이른다.

<45> 알고리즘(algorithm)

<46> 도 4는 본 발명에 따라 신호 강도로부터 (x,y) 위치로의 매핑을 결정하는 프로세스의 좀 더 상세한 흐름도를 도시하고 있다. 단계 400에서, 모든 섹션(120)으로부터의 신호 강도 벡터들(signal strength vectors)이 K개의 클러스터(cluster)로 클러스터링된다(cluster). 단계 402에서, 모든 신호 강도 벡터들은 훈련 집합(training set) 및 벡터 테스트 집합(test set of vector)으로 나뉘어진다. 단계 404에서, 확인되지 않은 값 시그마(untried value of sigma)(σ)가 선택된다. 단계 406에서, 훈련 집합으로부터 커널 행렬(kernel matrix)이 생성된다. 단계 408에서, 알파(α) 및 베타(β) 계수(coefficient)에 대해 선형 시스템(linear system)을 푼다. 단계 410에서, 시그마(σ), 알파(α), 베타(β)의 값이 저장된다. 단계 412에서, 방정식(equation) (2)와 (3)을 이용하여 테스트 집합에서 시그마(σ), 알파(α), 베타(β)의 값을 구한다. 414에서, 마지막 시그마(σ)에 이르렀는지의 여부가 결정된다. '아니오'이면, 흐름은 단계 404의 입력으로 다시 돌아가서 또 다른 확인되지 않은 시그마(σ)를 선택한다. '예'이면, 흐름은 단계 416으로 진행되고 최선의 시그마(σ), 알파(α), 베타(β)가 저장된다.

<47> 다음은 알고리즘 및 관련된 방정식에 대한 상세한 설명이다.

<48> 이하에 논의되는 수학에 대한 이해를 돕기 위해, 교정 신호 강도 판독(calibration signal strength readings) 각 집합을 벡터 s_i 로 읽기로 하고, 여기서 i 는 실질적으로 모든 방 위치에 있는 실질적인 모든 교정 벡터들에 대한 인덱스이다. 각 교정 벡터는 대응하는 (x_i, y_i) 를 보유하고 있고, 이것은 교정 벡터가 얻어진 위치를 나타낸다. 이것은 섹션(120)의 공간 영역(spatial extent)의 중심(centroid)일 수도 있고 또는 수신기가 위치하는 어느 곳일 수도 있다. 각 신호 강도 벡터 s_i 는 복수의 엘리먼트, 즉 영역(100)내에서 수신할 수 있는 송신기 당 하나의 엘리먼트를 보유한다. s_i 에 있으며, 교정 포인트(130)에서 감지되지 않았던 송신기들에 대응하는 엘리먼트들에게 전체 실험동안 보였던 최소 신호 강도 값보다 하나 더 적은 값이 주어졌다. 신호 강도는 dBm 단위(단, $\text{dBm} = 10 \log_{10}(\text{밀리와트:milliwatt})$)의 정수로서 WRAPI(Wireless Research Application Programming Interface) 라이브러리(library)로부터 리턴된다.

<49> 종래의 많은 IEEE 802.11 기반 위치 연구는 위치 측정 태스크(task)를 분류 문제로서 공식화하여 왔고, 그 목적은 신호 강도 벡터를 불연속된 위치 집합(discrete set of locations)으로 분류하는 것이다. 이것은 분류 결과가 모든 가능한 위치에 대해 확률 집합(a set of probabilities)으로서 주어지는 확률론적 공식(probabilistic formulation)을 포함한다. 그러나, 분류 공식은 교정 단계동안 일부 방들을 완전히 건너뛰는 목적에는 적합하지 못하다. 만약 훈련된 분류자(trained classifier)가 어떤 방을 절대 보지 못했다면, 그 방으로부터 나오는 데이터를 절대 분류하지 않을 것이다.

<50> 대신, 본 발명은 신호 강도 벡터를 위치로 매핑하는 회귀 함수를 형성하기 위해 회귀를 이용한다. 그러므로 본 발명은 신호 강도 벡터를 지금까지 교정된 적이 없는 새 위치로 매핑할 수 있다. 만약 (회귀보다) 분류를 여전히 원한다면, 어떤 방이, 만약 있다면, 추정된 위치를 포함하고 있는지를 결정하기 위해 후처리 체크(post-processing check)를 수행할 수 있다.

<51> 다음은 도 1의 실시예에 따른 신호 강도 측정 방법에 대한 설명이며, 도 1의 실시예는 신호 강도 벡터의 함수로서 위치를 산출하는 회귀 함수를 생성하는데 사용되며, 이후 교정 데이터의 양을 줄이는 것이 위치 측정의 정확

도에 어떻게 영향을 끼치는가를 알아보기 위해 원칙에 의거한 방식으로 교정 벡터의 수를 줄인다.

<52> 회귀는 함수를 교정 벡터 \mathbf{s}_i 및 그에 대응하는 방 좌표(x_i, y_i)에 맞춘다. 본 발명은 커널 회귀(kernel regression)를 이용하고, 이것은 다음 공식을 통해 새 위치를 추정한다:

$$x(\mathbf{s}) = c_x + \sum_{j=0}^{M-1} \alpha_j K(\|\mathbf{s} - \mathbf{s}_j^*\|), \text{ 및}$$

$$y(\mathbf{s}) = c_y + \sum_{j=0}^{M-1} \beta_j K(\|\mathbf{s} - \mathbf{s}_j^*\|);$$

<53> (1)

<54> 여기서 $K(r)$ 은 선택된 커널 함수(kernel function)이고, \mathbf{s}_j^* 는 선택된 커널 함수 등차중항(kernel function centers)이며, α_j 및 β_j 는 교정 데이터를 기초로 계산된 가중치(computed weights)이다. 관측된 신호 강도 벡터(observed signal strength vector) \mathbf{s} 와 저장된 신호 강도(stored signal strength) \mathbf{s}_j^* 사이의 유클리드 거리(Euclidean distance) r 은 $\|\mathbf{s} - \mathbf{s}_j^*\|$ 로 나타난다. 오프셋 (c_x, c_y)은 종래 기계 학습 분야에서 알려진 대로 여러 방식으로 계산될 수 있다. 하나의 실시예에서, 오프셋은 단순히 훈련 데이터의 중심(centroid)일 뿐이다. 즉,

$$(c_x, c_y) = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=0}^{N-1} x_i, \sum_{i=0}^{N-1} y_i \right); \quad (2)$$

<55>

<56> 여기서 N 은 교정 벡터의 수를 의미한다.(본 명세서에서 제공되는 적용(application)에서는, 이 수는 28,114이다.)

<57> 도 1의 실시예에서, 커널 함수는 등방성 가우스 커널 함수(isotropic Gaussian kernel function)이도록 선택된다:

$$K(r) = \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3)$$

<58>

<59> 여기서 σ 는 반지름(radius)이고, r 은 유클리드의 거리 $\|\mathbf{s} - \mathbf{s}_j^*\|$ 이다.

<60> 이 커널 함수의 선택은 또한 이하에 설명된 대로 스케일 파라미터(scale parameter) 시그마(σ)의 선택을 필요로 한다. 게다가, M 개의 커널 등차중항(kernel center) \mathbf{s}_j^* 의 선택도 또한 이하에 설명된다.

<61> 본 발명은 교정 데이터에 기초하여 가중치 α_j 및 β_j 를 계산하기 위해 최소 제곱 적합도(a least-squares fit)를 사용한다. α_j (x 좌표용)를 계산하기 위해, 제곱 오차(squared error)는 교정 데이터와 $x(\mathbf{s}_i)$ 사이에서 최소화된다. 즉,

$$err = \sum_{i=0}^{N-1} \left(x_i - c_x - \sum_{j=0}^{M-1} \alpha_j K_{ij} \right)^2, \quad (4)$$

<62>

<63> 여기서 $K_{ij} = K(\|\mathbf{s}_i - \mathbf{s}_j^*\|)$ 이다. α_j 에 대해 최소화하는 것은 벡터 $\mathbf{a} = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_{M-2}, \alpha_{M-1})^T$ 에 대해 풀 수 있는 선형 방정식(linear equation)을 산출한다:

$$K^T K \mathbf{a} = K^T \mathbf{x} \quad (5)$$

<64>

<65> 여기서 K 는 K_{ij} 의 $N \times M$ 행렬(matrix)이며, $\mathbf{x} = (x_0 - c_x, x_1 - c_x, \dots, x_{N-2} - c_x, x_{N-1} - c_x)^T$ 이다. 이와 유사하게, β_j 도 $K^T K \boldsymbol{\beta} = K^T \mathbf{y}$ 로부터 얻어진다.

<66> 여기서 주의할 점은 $K^T K$ 가 $M \times M$ 의 크기(size)를 지니고 있고, M 은 저장된 신호 강도 벡터의 선택된 수라는 것이다. $K^T K$ 는 커널 행렬(kernel matrix)이다. 한가지 가능한 선택은 각 교정 포인트 \mathbf{s}_i 를 저장된 신호 강도 벡터의 역할을 하도록 하여 $M=N$ 이 되도록 하는 것이다. 27,000 보다 큰 M 으로 방정식(5)를 풀 경우(도 1의 실

시에에서 사용되었듯이), 계산적으로 매우 복잡할 것이다. 게다가, $M=N$ 일때 생성된 회귀 함수는 교정 포인트 (130)들 사이에서 원활하게 추론할 수 없다. 대신, 신호 강도 교정 벡터는 각 위치에서 클러스터되었고 (clustered), 그 클러스터 등차중향(cluster centers)들은 커널 등차중향(kernel center)으로 사용되었다. 표준 k-평균 알고리즘(a standard k-means algorithm)을 사용하고, 각 방에서 $k=5$ 인 신호 강도 클러스터를 계산 하면, 그 결과 테스트 층에 있는 모든 118개의 방을 나타내는 700개 보다 적은 커널 등차중향들(kernel centers)이 생긴다.

<67> 교정 포인트(130)의 위치 불확실성이 알려질 경우, 방정식(4)의 각 항(term)에 그것의 대응하는 교정 포인트에 대한 불확실성(uncertainty)의 분산(variance)의 역함수(inverse)에 의해 가중치가 적용될 수 있다. 이 분야에 서, 이것은 이분산성 회귀(heteroscedastic regression)로 알려져 있다.

<68> 유일하게 남아있는 선택은 스케일 파라미터(scale parameter) σ 였다. 가능한 σ 의 값들에 대해 간단한 선형 연구(linear search)가 수행되었다. 각 후보 σ 에 대해, 먼저, 교정 데이터의 70%를 이용하여 가중치 α 및 β 를 계산했다. 나머지 공통원소를 갖지 않는(disjoint) 30%를 이용하여 후보들의 값을 구했다. 시스템은 (x,y) 에서 최소 rms 거리 오차(rms distance error)를 산출하는 σ 를 선택했다. σ 를 계산하는데 있어 70/30의 분할 에도 불구하고, 커널 등차중향(kernel centers)을 클러스터하는 데에 100%의 교정 데이터들이 사용되었다.

<69> 앞서 설명된 대로, 노이즈를 줄이기 위해 마지막 몇몇 위치의 결과에 대해 함께 평균을 구하는 것은 선택적인 단계(optional step)이다. 마지막 10개의 (x,y) 결과에 대해 함께 평균을 구했다.

<70> 앞서 설명된 대로, 테스트 벡터의 제2 집합은 훈련 데이터와는 분리되어 며칠 후에 얻어졌다. 섹션(120)당 하나의 교정 포인트(130)가 있는 실시예를 이용하여, 제2 집합은 테스트 데이터로서 제공되는 기록이 25,457개가 되었다.

이 데이터를 테스트했을 때, 커널 회귀 방식(kernel regression method)은 약 3.75미터의 rms 오차(error)를 산출했다. rms 오차의 계산은 본 기술에 알려져 있으므로 본 명세서에서는 언급되지 않는다.

<71> 적용 예(Application Examples)

<72> 위에서 설명한 대로, 본 발명의 위치 알고리즘은 알려진 방 위치들로부터 얻어진 신호 강도 훈련 데이터(signal strength training data)의 회귀를 기초로 하여 작동한다.

<73> 도 5는 본 발명의 교정 프로세스의 예제 적용을 위해 이용된 방(502)들이 있는 전형적인 사무실 한 층(500)의 레이아웃(layout)을 도시하고 있다. 층(500)에는 방(502) 132개가 있고, 이 중 118개는 액세스 가능하다. 층 (500)의 영역은 약 2,680 평방 미터이다. 이 층은 영역(100)이었다. 층들의 빌딩 지도는 다각형 표현(polygon representation) 및 비트맵(bitmap)으로서 추출되었다. 모든 지도의 좌표(coordinate)는 미터 단위의 실제 층 좌표로 표현되었다. 118개의 다른 방들이 있는 하나의 층(500)에 대해 알고리즘을 평가하였다.

<74> 교정 노력 문제를 연구하기 위해, 각 방에서 시간을 덜 소요하고 몇몇 방들을 건너뛰는 것처럼 교정 데이터의 양을 감소시켰다. 더 큰 방, 예를 들어 회의실(conference room)과 같은 곳에서는 더 많은 수신기 위치가 사용 될 수 있기 때문에 118개의 방은 137개의 섹션들로 나뉘어졌다. 수신기 위치는 이하에 설명된 도 6의 인터페이스를 통해 지도를 이용하여 위치를 선택함으로써 표시되었다. 그 결과 각 19.5 평방 미터마다 교정 위치 하나 씩 표시하였다. 교정에 대해, 무선으로 연결된 수신기, 예를 들어 기록 프로그램(logging program)이 수행중인 이동가능한 PC(portable PC)에 각 액세스가능한 섹션들이 입력되었다. 기록 프로그램은 보이는 모든 IEEE 802.11 송신기들로부터 신호 강도를 획득하기 위해 WRAPI 인터페이스를 이용했다. 수신기는 각 위치마다 약 60 초 동안 신호를 측정했다. 또한 수신기는 방위 측정 효과(orientation effect)를 배제하기 위해 여러 다양한 방법으로 실제의 방위에 맞추어 졌다. 각 위치마다 약 200개의 스캔(scan)을 제공하기 위해 3.4Hz의 스캔 비율 (scan rate)이 사용되었다. 각 스캔은 신호 강도 집합(a set of signal strength) 및 무선 액세스 포인트 (wireless access point)의 MAC(Media Access Controller) 어드레스를 산출하였다. 평균적으로, 무선 통신 인터페이스는 주어진 시간에 3.9개의 APs를 볼 수 있었다. 앞서 설명한 대로, 제1 신호 강도 판독 집합의 수는 27,796개였고, 제2 집합은 테스트 데이터로 제공되기 위해 며칠 후에 얻어졌고, 그 수는 25,457개였다.

<75> 노이즈를 감소시키고 정확도를 증가시키기 위한 방법으로, 이동 평균 필터(running average filter)가 계산된 위치 벡터에 적용되었다. 이 필터는 열개의 표본(sample)에 걸치며, 이것은 3.4Hz의 스캔 비율에서 약 2.9초의 지연을 발생시켰다.

<76> 감소된 시간의 효과를 테스트하기 위해, 교정 데이터의 최초 s 초는 동일한 훈련 알고리즘(training algorithm

m)으로 처리되었고, 그리고 나서 전체 테스트 집합으로 테스트되었다. 정확도는 각 위치에서 소요된 시간이 단 10초 일때조차도 심각하게 나빠지지 않는다. 10초에서의 rms 오차는, 60초일 때 rms 오차로부터 약 12%(또는 0.45미터) 정도만 증가하였다. 3.4Hz의 데이터 비율에서, 수십 초의 데이터는 단지 34개의 신호 강도 벡터를 산출하였다. 이것은 교정 하는 동안 각 위치에서 많은 시간을 소요할 필요가 없다는 것을 나타낸다.

<77> 최초의 전체 137개의 위치 집합에서 최초의 10% 정도로 교정 위치들의 수를 감소시키는 효과가 테스트되었다. 최초의 교정 집합에서 k 개의 위치들을 선택하고, k 개의 클러스터를 만들기 위해 최초의 위치에서 k -평균 클러스터링 알고리즘(k-means clustering algorithm)을 수행하였다. k 개의 클러스터 중심(centeroid)에 가장 가까운 k 개의 최초 위치들이 교정을 위한 위치로서 선택되었다. 이미 결정된 대로, 위치의 수가 감소될수록 rms 오차는 증가한다. 그러나, 50%에서조차 rms 오차는 단지 20%(0.74미터)만 증가하였고, 20%에서는 42%(1.59미터)가 증가하였다. 최초 위치의 10%에서 rms 오차가 9.19미터이고, 이것은 최선의 결과 100%에 대해 145%(5.44미터)가 증가한 것이다. 그러므로 이를 통해 더 밀집된 교정 포인트 집합으로 이동하면 상당히 감소되는 결과가 있다는 것을 알 수 있다. 이 실험은 또한 밀집된 집합, 예를 들어 각 방의 중심에서 시작함으로써 공간에서 교정 포인트를 선택할 수 있는 방법을 제안하고, 그 집합을 대표 부표본(representative sub-sample)으로 클러스터(cluster)하기 위해 k -평균(k-means)을 사용한다.

<78> 또한, 정확도를 조금만 떨어지게 하면서 각 위치에서 소요되는 시간 및 위치의 수를 상당히 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 위치의 40%에서 30초를 소요하는 것은 rms 오차를 약 21%(3.75미터에서 4.55미터로)만 증가시키지만, 교정 노력은 반 이상이 감소된다.

<79> 도 6은 교정 데이터의 신호 강도 기록(signaling strength logging)을 용이하게 해 주는 GUI의 예시적인 스크린 샷을 도시하고 있다. GUI(600)는 층(500) 및 그 층 방들의 층 그래픽 표현도(a floor graphical representation)(602)의 디스플레이를 용이하게 해 준다. 사용자는 마우스, 키보드 또는 기타 종래의 입력 장치를 통해 층 표현도(floor representation)(602)에서 방을 선택함으로써 수신기의 위치를 표시한다. 또한, 신호 강도 서브윈도우(signal strength subwindow)(604)가 제공되며, 이 서브윈도우는 송신기 주위로부터 측정된 신호 강도 표시를 디스플레이하는 신호 강도 표시자 도표(signal length indicator plot)(605)를 보여주기 위한 것이다. 예를 들어, 제1 막대(first bar)(606)는 제1 색상을 포함하고, 교정되고 있는 현재의 층에 있는 송신기로부터 신호가 수신되었다는 것을 나타내는 패턴으로 채워진다. 막대(606)와 관련된 것은 데이터(608)이고, 이것은 신호 강도 데이터, 방이 위치하고 있는 층, 및 송신기의 방 번호를 나타낸다(예를 들어, 113/3/3327 등). 이 특별한 예에서, 송신기는 빌딩 번호(113), 3층(3)의 방 번호(3327)(또한 그래픽으로 610에 표시됨)에 있었다.

<80> 제2 막대(second bar)(612)는 교정되고 있는 현재의 층이 아닌 다른 층에 있는 송신기들로부터 수신된 측정을 나타내는데 사용될 수 있다. 막대(612)는 방(113/4/4327)과 관련이 있고, 이것은 빌딩(113)의 4층에 있는 방(4327)이다. GUI가 신호를 측정하기 위해 더 다양한 그래픽 응답을 제공하도록 프로그램될 수 있고, 다양한 그래픽 응답은 이러한 인터페이스 특징을 제공하기 위해 일반적으로 사용가능한 플래쉬 막대(flashing bar), 텍스트(text), 오디오 출력 신호(audio output signal) 등을 포함한다는 것을 이해할 것이다.

<81> 인터페이스(600)는 또한 사용자가 지도 줌 서브윈도우(map zoom subwindow)를 통해 층 지도(floor map)상에서 줌인(zoom in)할 수 있도록 해주는 위치 입력 서브윈도우(location input subwindow)(614)를 포함하고, 층 선택자 서브윈도우(floor chooser subwindow)를 통해 교정할 층을 선택할 수 있도록 해 준다.

<82> 인터페이스(600)는 또한 신호 검출(signal detection)을 위한 스캔 비율(scan rate)(단위는 Hz)을 선택할 수 있는 스캔 제어 서브윈도우(scan control subwindow)를 포함한다. 사용자는 또한 기록 경로 필드(logging path field)(618)를 통해 수신하는 장치 상에 위치에 대한 데이터의 기록을 명령할 수도 있다. 사용자는 또한 기록 경로 필드(618)에 원격 네트워크 스토리지의 해당 네트워크 경로를 입력함으로써 그 위치를 선택할 수도 있다. 일단 입력되면, 모든 데이터는 자동적으로 지정된 파일 위치에 저장된다.

<83> 얼핏 보면, 위치 시스템의 약 3.75미터라는 rms 오차는 제1 종래 기술 실험에서의 약 2.94미터 중간 오차(median error) 또는 제2 종래 기술 실험에서의 약 1미터의 중간 오차(median error)를 얻는 이전의 종래 연구에서보다 훨씬 나빠 보인다. 그러나, 이 종래 시스템 둘다 훨씬 많은 교정 노력을 필요로 했다. 제1 종래 기술 실험은 70개의 교정 포인트가 있는 약 54개 방 외부의 복도(hallway)까지 포함했다. 제2 종래 기술 실험은 약 1.5미터(5피트) 떨어져 있는 교정 포인트들이 있는 복도(hallway)까지 포함했다. 이와는 대조적으로, 개시된 예제들은 방의 중심-대-중심의 평균 공간이 약 2.85미터인 방들에서 방마다 하나의 교정 포인트를 사용했다. 알려진 교정 포인트의 위치를 확인하는데 있어 다른 노력은 더 많은 주의를 필요로 했다. 위의 제1 및 제2 종

래 기술 실험은 신중한 교정으로 달성할 수 있는 것을 보여주는 반면, 소개된 방법론에서는 실용적인 교정으로 달성할 수 있는 것을 보여준다.

- <84> IEEE 802.11 기반 위치 시스템을 배치하는데 있어 한 가지 장애는 교정 노력이다. 개시된 예제에서, 빌딩의 한 층에 있는 118개의 방을 교정하는 데에 약 4시간이 소요되었다. 이러한 양의 교정이 정말 필요한 것인지의 여부를 알아보는 것이 바람직하다. 특히, 각 방에서 소요된 시간 감소 및 방문한 방의 수 감소 효과를 평가하는 것이 바람직하다. 최초 훈련 데이터(original training data)의 부분집합(subset)에 대해 훈련함으로써, 시간 및 방의 수 감소 효과를 시뮬레이션하였다.
- <85> 요약하면, IEEE 802.11 기반 위치 교정은 매우 지루한(tedious) 작업일 수 있다. 본 명세서에 개시된 적용 예제에서, 사무실 빌딩의 한 층은 방 해상도(room resolution) 정도까지 교정되었고, 이것은 대규모(large-scale)의 IEEE 802.11 위치 시스템을 설치함으로써 기대할 수 있는 것과 비슷하다. 신호 강도의 함수로서 위치를 보간하기 위해 방사식 기반 함수들(radial basis functions)을 이용함으로써, 그 평균 공간이 약 3.27미터였던 방들에서 약 3.75미터의 rms 오차가 달성되었다. 보간법(interpolation)의 하나로서 그 문제를 공식화함으로써(formulate), 방의 상당한 부분을 건너뛰으로써 교정 프로세스를 더 쉽게 만드는 것이 가능하다. 또한, 짧은 최소한의 시간 이상의 시간은 정확도를 그리 많이 향상시키지 못하기 때문에, 각 방에서 많은 시간을 소요할 필요가 없다.
- <86> 다른 구현에서, 여러 교정 위치에서 하나의 수신기로부터 다수 송신기의 강도를 측정하는 대신에, 개시된 본 발명은 알려진 위치에서 수신기의 수를 고정시킴으로써 송신기 위치를 결정하고, 여러 교정 위치에서 하나의 송신기 강도를 측정하는 데에 동등하게(equally) 적용된다. 후자는 송신기가 오디오의 소스(source)(예를 들어, 사람)일 때, 그리고 수신기가 오디오 마이크 집합(a set of audio microphone)인 경우에 적용될 수 있을 것이다.
- <87> 또 다른 실시예에서, 교정 및 회귀는 신호 강도에 동작될 필요가 없다. 여러 신호 속성들, 예를 들어 위상(phase), 자기상관(autocorrelation) 및 스펙트럼(spectrum) 등이 사용될 수 있다. 회귀는 각 속성 그 자체가 스칼라(scalar)가 아니더라도, 이러한 다른 신호 속성들에 아주 동등하게(equally) 적용될 수 있다. 그리고 나서 커널 회귀 시스템(kernel regression system)에 대한 입력은 함께 첨부된 다수의 신호 속성들의 벡터들을 포함하는 벡터를 포함할 것이다.
- <88> 도 7은 개시된 구조를 실행하도록 동작 가능한 컴퓨터의 블록도를 도시하고 있다. 본 발명의 여러 측면에 대한 부가적인 컨텍스트를 제공하기 위해, 도 7 및 이하의 설명은 본 발명의 여러 측면이 구현되기에 적합한 컴퓨팅 환경(700)에 대한 간단하고 일반적인 설명을 제공하도록 의도된 것이다. 본 발명이 위에서 하나 이상의 컴퓨터 상에서 수행할 수 있는 컴퓨터 실행가능 명령어의 일반적인 컨텍스트로 설명된 반면, 당업자들은 또한 본 발명이 기타 프로그램 모듈의 조합에서, 및/또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합으로서 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일반적으로, 프로그램 모듈은 특정 태스크를 수행하고 특정 추상 데이터 타입(abstract data type)을 구현하는 루틴, 프로그램, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 또한, 당업자들은 본 발명의 방식이 퍼스널 컴퓨터, 핸드 헬드 컴퓨팅 장치, 마이크로프로세서 기반 또는 프로그램 가능한 소비자 전자제품 및 그와 같은 것들, 하나 이상의 관련된 장치와 결합되어 동작할 수 있는 각 장치들 뿐만 아니라, 하나의 프로세서 또는 멀티프로세서 컴퓨터 시스템, 미니 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 등을 포함하는 기타 컴퓨터 시스템 구성에서도 수행될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 발명의 도시된 측면들은 또한 통신 네트워크를 통해 연결된 원격 처리 장치에 의해 일부 태스크가 수행되는 분산 컴퓨팅 환경에서도 수행되어 질 수 있다. 분산 컴퓨팅 환경에서 프로그램 모듈은 로컬 또는 원격 메모리 스토리지 장치 둘 다에 위치할 수 있다.
- <89> 도 7로 다시 돌아와서, 본 발명의 여러 측면을 구현하기 위해 컴퓨터(702)를 포함하는 예시적인 환경(700)이 도시되며, 이 컴퓨터(702)는 처리 장치(704), 시스템 메모리(706) 및 시스템 버스(708)를 포함한다. 시스템 버스(708)는 시스템 메모리(706)를 포함한 시스템 컴포넌트를 처리 장치(704)에 연결시키지만 시스템 메모리(706)에 제한되는 것은 아니다. 처리 장치(704)는 여러 상업적으로 사용가능한 프로세서들 중 어느 것이라도 될 수 있다. 듀얼 마이크로프로세서 및 기타 멀티프로세서 구조도 또한 처리 장치(704)로서 사용될 수 있다.
- <90> 시스템 버스(708)는 메모리 버스 또는 메모리 컨트롤러, 주변장치 버스 및 각종 상업적으로 사용가능한 버스 구조 중 임의의 것을 사용하는 로컬 버스를 포함한 몇가지 유형의 버스 구조 중 어느 것이라도 될 수 있다. 시스템 메모리(706)는 관독 전용 메모리(ROM)(710) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)(712)를 포함한다. 시동 시 컴퓨터(702) 내의 구성 요소들 사이의 정보의 전송을 돕는 기본 루틴을 포함하는 기본 입/출력 시스템(BIOS)이 ROM(710)에 저장되어 있다.

- <91> 컴퓨터(702)는 또한 하드 디스크 드라이브(714), 자기 디스크 드라이브(716)(예를 들어 이동식 디스크(718)에 대한 판독 및 기록용) 및 광 디스크 드라이브(720)(예를 들어, CD-ROM 디스크(722)를 판독하거나 기타 광 매체에 대한 판독 및 기록용)를 포함한다. 하드 디스크 드라이브(714), 자기 디스크 드라이브(716) 및 광 디스크 드라이브(720)는 각각 하드 디스크 드라이브 인터페이스(724), 자기 디스크 드라이브 인터페이스(726), 및 광 디스크 드라이브 인터페이스(728)에 의해 시스템 버스(708)에 접속된다. 이들 드라이브 및 이들과 관련된 컴퓨터 판독가능 매체는 비휘발성 데이터 스토리지, 데이터 구조, 컴퓨터 실행가능 명령어 등을 제공한다. 컴퓨터(702)를 위해, 이들 드라이브와 매체는 적합한 디지털 포맷으로 방송 프로그래밍(broadcast programming)의 스토리지를 제공한다. 위의 컴퓨터 판독가능 매체에 대한 설명에서 하드 디스크, 이동식 자기 디스크 및 CD에 대해 언급했지만, 당업자들은 컴퓨터에 의해 판독가능한 다른 형태의 매체, 예를 들어 zip 드라이브, 자기 카세트, 플래쉬 메모리 카드, DVD, 카트리지 등 또한 예시적인 운영 환경에서 사용될 수 있으며, 또한 어느 매체든지 본 발명의 방식을 수행할 수 있는 컴퓨터 실행가능 명령어를 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- <92> 운영 체제(730), 하나 이상의 애플리케이션 프로그램(732), 기타 프로그램 모듈(734) 및 프로그램 데이터(736)를 비롯한 다수의 프로그램 모듈이 드라이브 및 RAM(712)에 저장될 수 있다. 본 발명이 각종 상업적으로 사용가능한 운영 체제 및 운영 체제의 조합에서도 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- <93> 사용자는 키보드(738) 및 마우스(740)와 같은 포인팅 디바이스를 통해 명령 및 정보를 컴퓨터(702)에 입력할 수 있다. 다른 입력 장치(도시 생략)로는 마이크, IR 원격 조정 장치(remote control), 조이스틱, 게임 패드, 위성 안테나, 스캐너 등이 있을 수 있다. 이들 및 다른 입력 장치는 종종 시스템 버스(708)에 연결된 직렬 포트 인터페이스(742)를 통해 처리 장치(704)에 접속되지만, 병렬 포트, 게임 포트, USB(universal serial bus), IR 원격 조정 장치 등의 다른 인터페이스에 의해 연결될 수도 있다. 모니터(744) 및 다른 형태의 디스플레이 장치도 또한 비디오 어댑터(746) 등의 인터페이스를 통해 시스템 버스(708)에 연결될 수 있다. 모니터(744) 외에, 컴퓨터는 일반적으로 스피커, 프린터 등의 다른 주변 출력 장치(도시 생략)를 포함한다.
- <94> 컴퓨터(702)는 원격 컴퓨터(748)와 같은 하나 이상의 원격 컴퓨터로의 논리적 연결을 이용하여 네트워크화된 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(748)는 워크 스테이션, 서버 컴퓨터, 라우터, 퍼스널 컴퓨터, 이동 가능 컴퓨터(portable computer), 마이크로프로세서 기반 엔터테인먼트 장치(microprocessor-based entertainment appliance), 피어 장치 또는 기타 공통 네트워크 노드일 수 있으며 일반적으로 컴퓨터(702)와 관련하여 상술된 엘리먼트 중 다수 또는 전체를 포함하지만, 간단히 설명하기 위해 메모리 스토리지 장치(750)만이 도시되어 있다. 도시된 논리적 연결로는 LAN(local area network)(752) 및 WAN(wide area network)(754)이 있다. 이러한 네트워킹 환경은 사무실, 회사 전체에 걸친 컴퓨터 네트워크, 인트라넷 및 인터넷에서 통상적인 것이다.
- <95> LAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(702)는 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(756)를 통해 LAN(752)에 연결된다. 어댑터(756)는 LAN(752)으로의 유무선 통신(wired or wireless communication)을 용이하게 해 주며, 또한 무선 어댑터(756)와의 통신을 위해 그 위에 무선 액세스 포인트를 포함할 수 있다. WAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(702)는 일반적으로 모뎀(758)을 포함하거나, LAN 상에 있는 통신 서버(communication server)에 연결되거나, 인터넷과 같은 WAN(754)상에서의 통신을 설정하기 위한 다른 수단을 포함한다. 내장형 또는 외장형일 수 있는 모뎀(758)은 직렬 포트 인터페이스(742)를 통해 시스템 버스(708)에 연결된다. 네트워크화된 환경에서, 컴퓨터(702) 또는 그의 일부와 관련하여 기술된 프로그램 모듈은 원격 메모리 스토리지 장치(750)에 저장될 수 있다. 도시된 네트워크 연결은 예시적인 것이며 이 컴퓨터들 사이의 통신 링크를 설정하는 다른 수단이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- <96> 도 8은 본 발명에 따라 예시적인 컴퓨팅 환경(800)의 개략적인 블록도를 도시하고 있다. 시스템(800)은 하나 이상의 클라이언트(802)를 포함한다. 클라이언트(802)는 하드웨어 및/또는 소프트웨어(예를 들어, 스레드(thread), 프로세스, 컴퓨팅 장치)일 수 있다. 예를 들어, 클라이언트(802)는 본 발명을 사용함으로써 쿠키 및/또는 이와 관련된 컨텍스트 정보를 수용할 수 있다. 서버(804) 또한 하드웨어 및/또는 소프트웨어(예를 들어, 스레드, 프로세스, 컴퓨팅 장치)일 수 있다. 예를 들어, 서버(804)는 본 발명을 사용함으로써 변형(transformation)을 수행하는 스레드를 수용할 수 있다. 클라이언트(802)와 서버(804)사이의 한가지 가능한 통신은 2개 이상의 컴퓨터 프로세스 사이에서 전송되는데 적용되는 데이터 패킷의 형태일 수 있다. 예를 들어 데이터 패킷은 쿠키 및/또는 이와 관련된 컨텍스트 정보를 포함할 수 있다. 시스템(800)은 클라이언트(802)와 서버(804)사이의 통신을 용이하게 하기 위해 사용되는 통신 프레임워크(806)를 포함한다. 유선(광 섬유 포함) 및/또는 무선 기술을 통해 통신을 용이하게 할 수 있다. 클라이언트(802)는 로컬로 정보(예를 들어, 쿠키 및/또는 이와 관련된 문맥 정보)를 저장하는데 사용되는 하나 이상의 클라이언트 데이터 스토어(client data store)(808)에 실시 가능하게 연결된다. 이와 유사하게, 서버(804)는 로컬로 정보를 저장하는데 사용되는 하나

이상의 서버 데이터 스토어(server data store)(810)에 실시 가능하게 연결된다.

<97> 지금까지 설명된 내용은 본 발명의 예제를 포함한다. 물론, 본 발명을 설명하기 위해 생각할 수 있는 모든 컴포넌트 또는 방법론의 조합을 설명하는 것은 불가능하지만, 당업자들은 본 발명의 많은 부가적인 조합 및 변경이 가능하다는 것을 인지할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구 범위의 사상 및 범위 내에 있는 이러한 모든 변경(alteration), 변형(modification) 및 변화(variation)를 수용하도록 의도된다.

발명의 효과

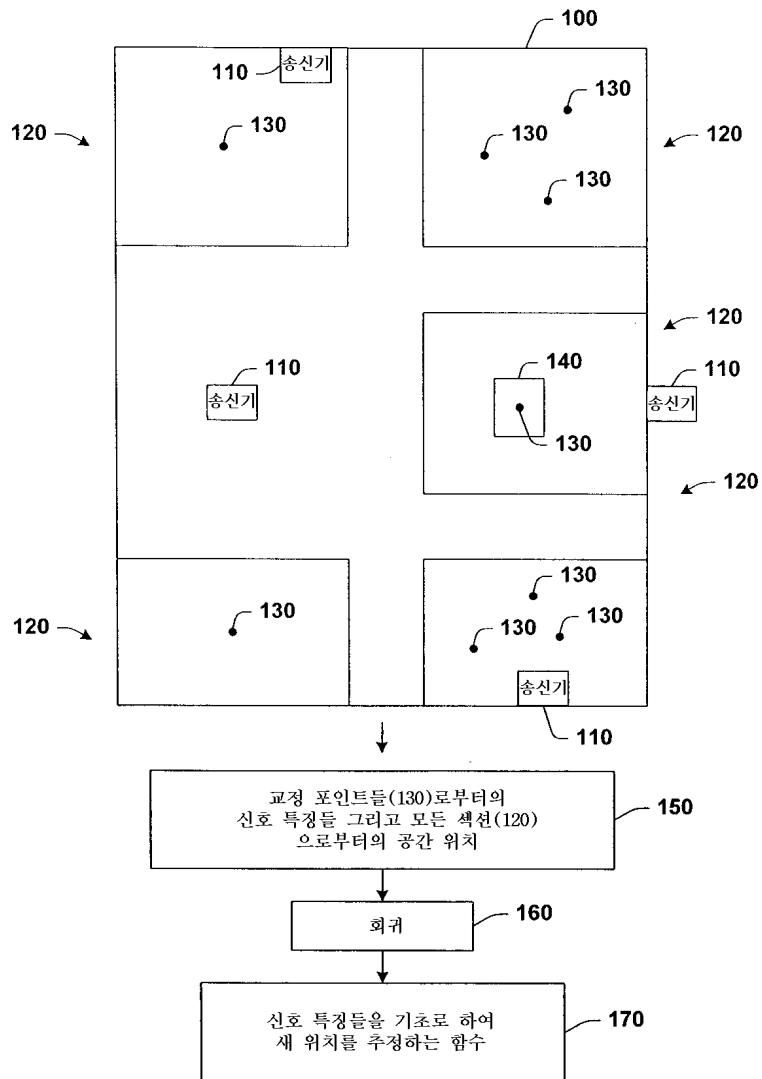
<98> 본 명세서에 개시된 위치 알고리즘은 교정 데이터가 없을 경우에도, 즉 하나의 방, 방 집합, 또는 빌딩의 부속 건물 등이 액세스불가능하기 때문에 데이터를 획득할 수 없는 경우에도 작동할 수 있도록 설계된다. 또한 본 명세서에 개시되는 교정 구조는 공간 정확도를 조금만 떨어지게 하면서 교정 노력은 상당히 감소시키는 기술 사항을 지원한다. 이것은 IEEE 802.11 위치 기반 측정 기술을 광범위하게 채택하는 데 있어 가장 위협적이고 실질적인 장애 중의 하나를 효과적으로 제거해 준다.

도면의 간단한 설명

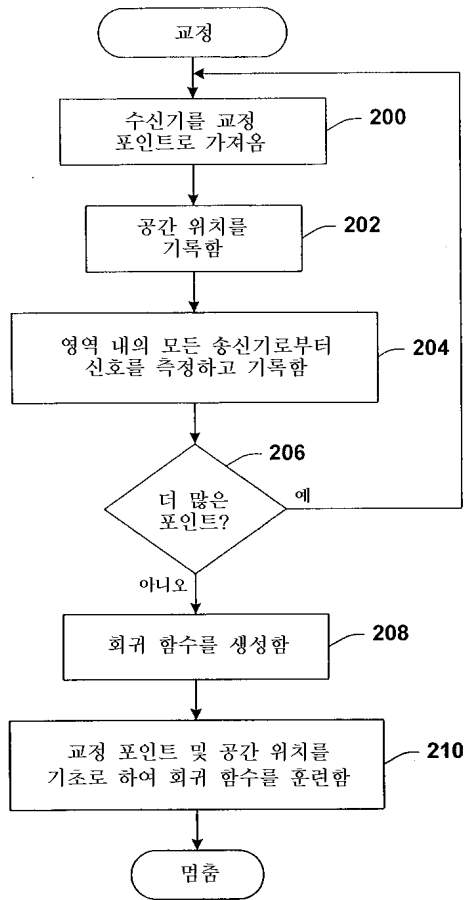
- <1> 도 1은 신호 특징(signal characteristics)에 기초하여 새 위치를 결정하는 시스템의 교정 프로시저(calibration procedure)의 기하학적 배열(geometry).
- <2> 도 2는 본 발명의 일반적인 교정 프로세스의 흐름도.
- <3> 도 3은 새 위치 정보를 결정하는 프로세스의 흐름도.
- <4> 도 4는 본 발명에 따라 신호 강도로부터 (x,y) 위치로의 매핑을 결정하는 프로세스의 더 상세한 흐름도.
- <5> 도 5는 본 발명의 교정 프로세스의 표본 적용(sample application)을 위해 이용된 방들이 있는 일반적인 사무실 층의 레이아웃(layout).
- <6> 도 6은 교정 데이터의 신호 강도 기록(signaling strength logging)을 용이하게 해 주는 그래픽 사용자 인터페이스(graphical user interface, 이하 "GUI"라고 함)의 예시적인 스크린샷(screenshot).
- <7> 도 7은 본 명세서에 개시되는 구조를 실행하도록 동작 가능한 컴퓨터의 블록도.
- <8> 도 8은 본 발명에 따른 예시적인 컴퓨팅 환경의 개략적인 블록도.
- <9> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <10> 702: 컴퓨터
- <11> 704: 처리 장치
- <12> 706: 시스템 메모리
- <13> 708: 시스템 버스

도면

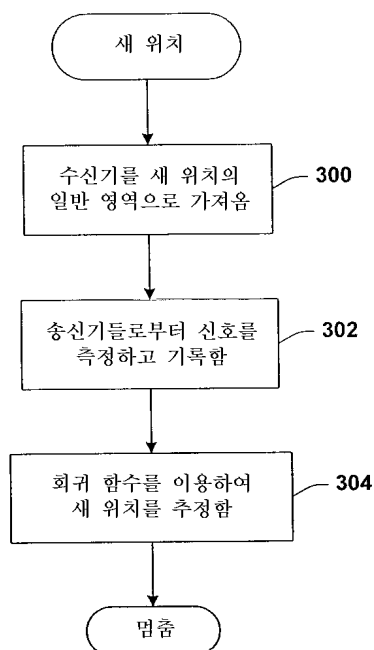
도면1



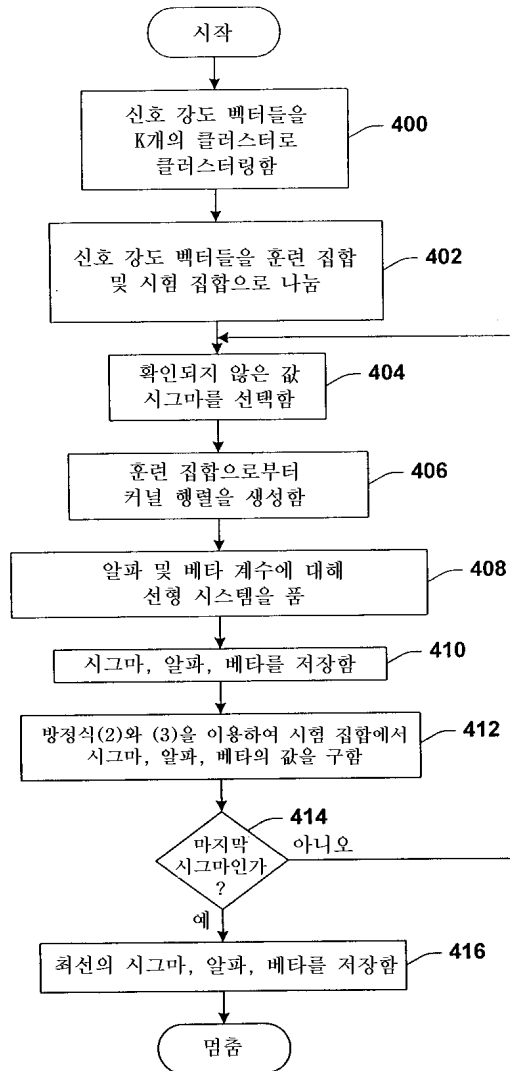
도면2



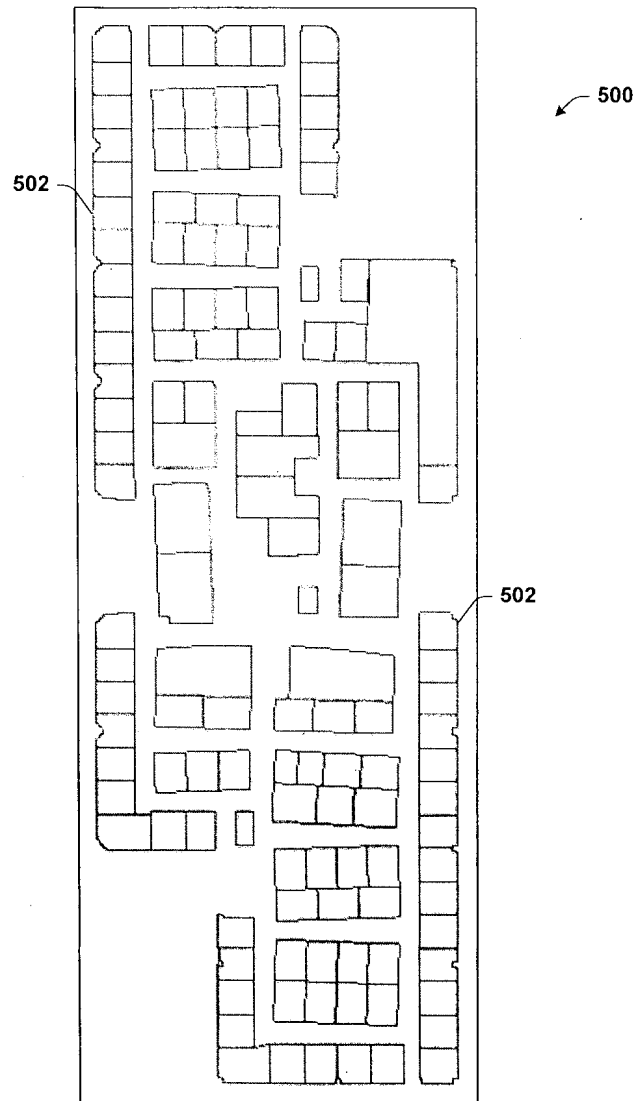
도면3



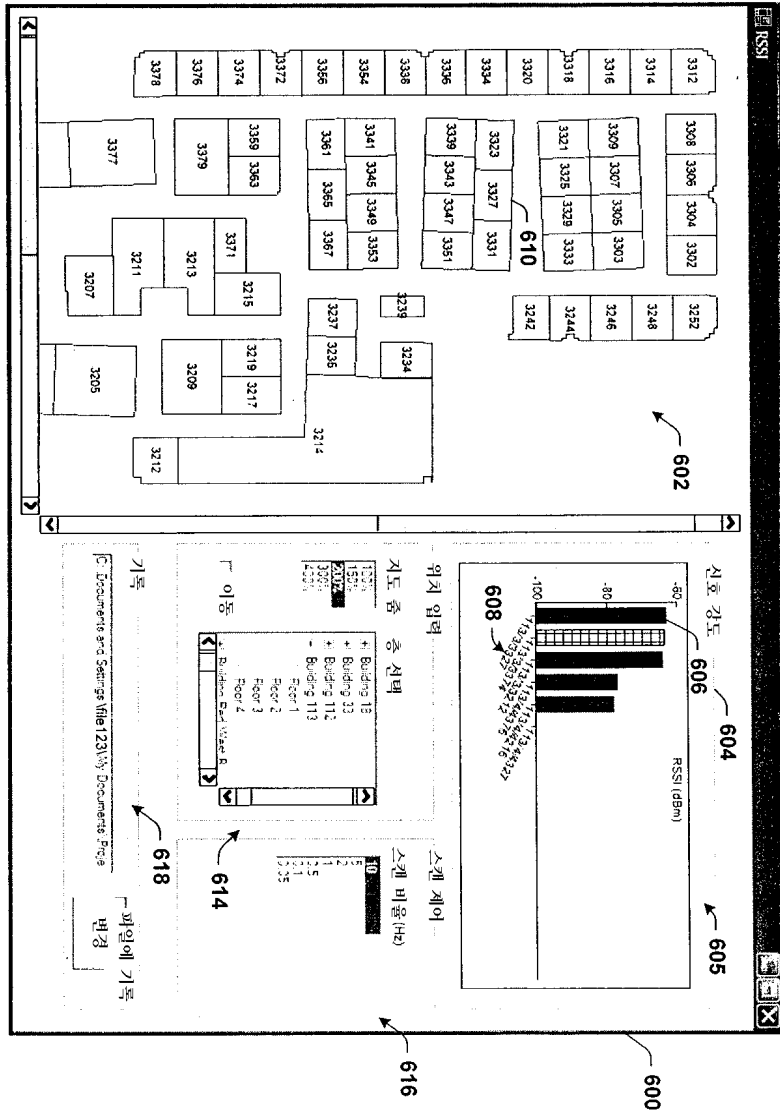
도면4



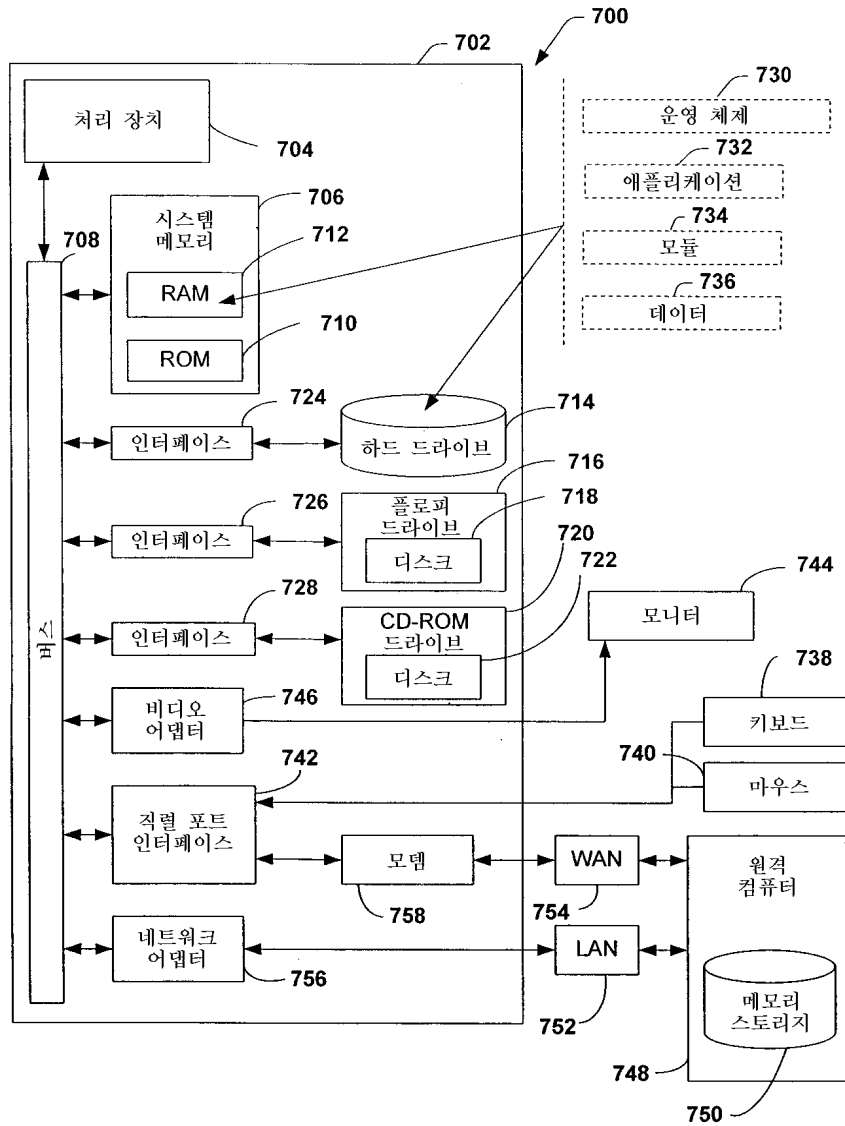
도면5



도면6



도면7



도면8

