



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년03월26일  
 (11) 등록번호 10-1120728  
 (24) 등록일자 2012년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H04B 7/26* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2004-0053416  
 (22) 출원일자 2004년07월09일  
 심사청구일자 2009년07월02일  
 (65) 공개번호 10-2005-0011684  
 (43) 공개일자 2005년01월29일  
 (30) 우선권주장  
 60/489,274 2003년07월22일 미국(US)  
 10/742,208 2003년12월19일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP11298946 A  
 JP2001051040 A  
 JP11178041 A  
 P. Bahl and V.N. Padmanabhan, "RADAR: an in-building RF-based user location and tracking system", INFOCOM 2000, 19th IEEE computer and communications Societies, Mar. 2000.

(73) 특허권자  
**마이크로소프트 코포레이션**  
 미국 워싱턴주 (우편번호 : 98052) 레드몬드 원  
 마이크로소프트 웨이  
 (72) 발명자  
**크롬존씨.**  
 미국 98052 워싱턴주 레드몬드 153번 애비뉴 노쓰  
 이스트 7215  
**써맥제랄드에프.**  
 미국 98011 워싱턴주 보텔 노쓰이스트 141번 스트  
 리트 8908  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**제일특허법인**

전체 청구항 수 : 총 16 항

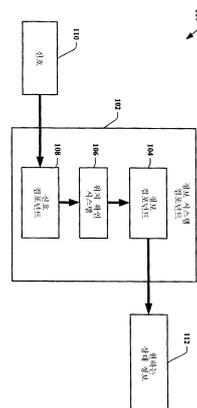
심사관 : 박성용

(54) 발명의 명칭 **주변 신호들로부터 장치의 근사 위치를 결정하는 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 장치의 위치를 결정하기 위해 다른 위치들에서 감지된 무선 신호들의 세기의 변화를 사용한다. 본 발명의 한 예에서, 추론 과정들은 위치나 장치의 위치들에 대한 확률 분포를 추정하기 위해, 주변 상용 무선 신호들을 처리하기 위해 사용된다. 본 발명의 한 예에서, 학습 및 추론 방법들은 신호 세기 벡터들의 순위 벡터에 적용된다. 그런 순위 순서화들의 접근법은 위치 계산들에서 절대 신호 세기들의 고려를 불필요하게 한다. 본 발명은, 위치들의 결정에 유용한 위치 추론들을 제공하면서 막대한 수의 주변 신호 세기들을 요구하지 않는 방법을 제공해서 장치의 근사 위치 추정을 용이하게 한다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**호르비츠에릭제이.**

미국 98033 워싱턴주 커크랜드 웨벌리 웨이 330

**밀러에드워드씨.**

미국 98006 워싱턴주 벨레뷰 173번 애비뉴 사우스  
이스트 5766

**유세프아델아민아브델아짐**

미국 20781 메릴랜드주 하얏츠빌 넘버 816 오글레  
소페 스트리트 4410

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

장치 위치를 결정하는 방법(a method for determining device location)에 있어서,  
 주변 신호 세기들 나타내는 복수의 수신 신호 세기 표시자(RSSI)들을 수신하는 단계;  
 상기 수신 신호 세기 표시자들의 수를 줄이기 위해 상기 수신 신호 세기 표시자들의 적어도 한 개의 서브셋(subset)을 최적화하는 단계 - 상기 최적화하는 단계는, 공간적으로 대응하는 신호 소스들에 기초해서 주변 신호들의 쌍들 간의 적어도 한 개의 피어슨 상관 계수(Pearson's correlation coefficient)를 계산하는 단계; 상관 임계값을 선택하는 단계; 상기 상관 임계값보다 크게 상관하는 신호들의 그룹들을 결정하는 단계; 및 가장 높은 평균 신호 세기를 갖는 각 그룹으로부터의 주변 신호를 선택해서 해당 그룹을 나타내는 단계를 포함함 - ; 및  
 상기 수신 신호 세기 표시자들의 적어도 상기 최적화된 서브셋의 상대적 신호 세기들에 부분적으로 기초하여 장치의 근사 위치를 결정하는 단계  
 를 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 상기 장치의 상기 근사 위치를 결정하는 단계는,  
 상대적 순위를 매기기 위해 상기 수신 신호 세기 표시자들의 적어도 한 개의 서브셋의 적어도 한 개의 순위 벡터(rank vector)를 계산하는 단계;  
 각 수신 신호 세기 표시자들의 각 순열에 대해 상기 순위 벡터로부터 고유 순위 해쉬 코드(unique rank hash code)를 생성하는 단계; 및  
 상기 장치의 상기 근사 위치의 클래스화를 용이하게 하기 위해 적어도 한 개의 순위 해쉬 코드의 적어도 한 개의 히스토그램을 컴파일하는 단계  
 를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서,  
 적어도 한 개의 히스토그램에 평활화(smoothing) 기법을 사용하는 단계  
 를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 4**

제3항에 있어서,  
 상기 평활화 기법은,  
 관심 영역에 대한 상기 수신 신호 세기 표시자들에 관련된 미세 그리드 셀 정보 (fine grid cell information)를 얻는 단계;  
 기본 미세 그리드 셀들에 기초해서 적어도 한 개의 조악한(coarse) 그리드 셀 히스토그램을 계산하는 단계;  
 상기 조악한 그리드 셀 히스토그램들을 정규화하는 단계;  
 평활화를 용이하게 하기 위해 상관 임계값  $\rho_s$  를 선택하는 단계;  
 상기 조악한 그리드 셀 히스토그램들의 어느 bin들(bins)이 상기 상관 임계값 이상의 스피어맨 상관 계수들(Spearman correlation coefficients)을 갖는지를 결정하는 단계;  
 상기 상관 임계값 이상의 스피어맨 상관 계수를 갖는 모든 상기 히스토그램 bin들(histogram bins)에서 최대치

를 찾는 단계; 및

상기 상관 임계값 이상의 각 히스토그램 bin의 히스토그램 bin 값을 상기 최대치로 대체하는 단계를 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

검색할 수 있는 공간에 상기 장치의 상기 근사 위치를 저장하는 단계;

이전(prior) 신호 세기 스캔(scan)들의 세트를 나타내는 상기 장치 위치에 대한 가변 평활화 값을 선택하는 단계; 및

상기 이전 신호 세기 스캔들의 상기 세트에 대해 가장 자주 추론된 위치를 상기 장치의 현재 근사 위치로서 사용하는 단계

를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 위치를 결정하는 단계는,

특정 위치로부터 얻은 신호 세기 정보의 이산 확률 분포를 근사화하는 단계

를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 위치를 결정하는 단계는,

상기 근사 이산 확률 분포에 부분적으로 기초해서 상기 장치의 근사 위치를 추론하는 단계

를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 8**

제6항에 있어서,

상기 이산 확률 분포를 근사화하는 단계는,

특정 위치에 장치를 위치시키는 단계;

적어도 한 개의 신호 방출기로부터 주변 신호 세기들을 나타내는 수신 신호 세기 표시자들을 얻는 단계;

얻어진 상기 수신 신호 세기 표시자들의 적어도 한 개의 서브셋의 순위 정보를 계산하는 단계; 및

상기 특정 위치에서의 상기 순위 정보의 정규화된 히스토그램을 결정하는 단계

를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 장치의 근사 위치를 결정하는 단계는 적어도 한 사용자로부터의 적어도 한 개의 입력을 사용하는 것에 적어도 부분적으로 더 기초하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 장치의 상기 근사 위치의 결정을 용이하게 하기 위해 신호 세기 시뮬레이션을 사용하는 단계를 더 포함하

는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 신호 세기 시뮬레이션의 특성들(characteristics)의 보상을 용이하게 하기 위해 통계적 분류자(statistical classifier)들을 채용하는 단계를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 특성들은 신뢰성, 실제 감지된 신호 세기들과 시뮬레이트된 값들 간의 바이어스(bias) 및 토폴로지 특징들(topological features) 및 구조들에 대한 동작으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 적어도 한 개를 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 장치의 상기 근사 위치의 결정을 용이하게 하기 위해 지속(persistence) 정보를 채용하는 단계를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 지속 정보는 상기 장치의 상기 근사 위치의 최종적으로 알려진 신뢰 추론(confident inference) 및 상기 최종적으로 알려진 신뢰 추론이 결정된 이후의 시간을 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 최종적으로 알려진 신뢰 추론 이후의 상기 시간이 임계 시간치 이하일 때, 상기 장치의 상기 근사 위치로서 상기 최종적으로 알려진 신뢰 추론을 사용하는 단계를 더 포함하는 장치 위치 결정 방법.

**청구항 16**

제1항의 방법을 사용하는 장치 위치 결정 장치(an apparatus for determining device location)로서, 컴퓨터, 서버, 착용식(wearable) 전자 장치, 부착 가능(affixable) 전자 장치, 및 핸드헬드(handheld) 전자 장치로 구성되는 그룹으로부터 선택된 적어도 한 개를 포함하는 장치 위치 결정 장치.

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- [0037] 본 출원은 2003년 7월 22일자로 출원된 발명의 명칭이 "SYSTEMS AND METHODS FOR APPROXIMATING A LOCATION OF A DEVICE"(장치의 위치를 근사화하는 시스템 및 방법)인 미국 가특허출원 제60/489,274호의 우선권을 주장한다.
- [0038] 본 발명은 일반적으로 위치 결정에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 주변 신호 세기를 사용해서 장치의 근사 위치를 제공하는 방법들에 관한 것이다.
- [0039] 극도로 시간 소모적인 것으로 생각되는 반복적인 작업을 하는 것을 돕기 위해 컴퓨터가 개발되었다. 초기 컴퓨터의 대부분은 복잡한 수학적 문제의 해결에 사용되었다. 최초의 컴퓨팅 기계는 현재 사용되는 컴퓨터에 비해 엄청나게 컸었다. 그의 거대한 크기에도 불구하고, 그 초기 기계들은 현재의 기계들에 비해 컴퓨팅 능력이 크게 떨어졌다. 일반적으로 말하면, 컴퓨팅 장치의 크기는 그 시대의 기존의 전자 부품의 크기에 의해 주도되었다. 이것은 대규모 연구 시설이나 대기업체에서만 컴퓨팅 기계를 사용할 수 있었음을 의미하였다. 새로운 기술이 소형 전자 소자의 개발을 가능하게 해줌에 따라, 컴퓨팅 장치도 역시 크기가 감소되었다. 현재의 기준으로 볼 때는 여전히 성능이 모자라지만, 컴퓨팅 기계의 크기는 통상의 책상에 놓일 수 있을 정도로 충분히 감축되었다. 이와 같이, "데스크톱 컴퓨터"가 탄생되었다. 이것은 사용자들이 중앙 컴퓨팅 센터 이외의 장소에서 컴퓨팅 기술을 이용할 수 있게 해주었다. 사람들은 그 자신의 작업 책상에서 컴퓨팅 기술을 이용할 수 있다는 것이 컴퓨팅 문제를 중앙 센터에 의뢰하는 것보다 그의 작업에 있어서의 생산성을 훨씬 더 높여줄을 알게 되었다. 결국, 작업을 하는 데 훨씬 더 많은 편의성을 제공하기 위해 데스크톱 컴퓨터를 자택 환경으로 옮겨가는

생각은 현실이 되었다.

[0040] 컴퓨터가 자택 내로 가져와졌을 때, 업무 이외에 컴퓨터의 다른 용도가 있음이 분명해지게 되었다. 이것은 사람들이 컴퓨터를, 작업 도구 뿐만 아니라 예를 들어 게임을 하는 것, 학업에 도움을 주는 것, 자택의 전기 통신을 처리하는 것, 및 심지어 가전 제품 및 조명을 제어하는 것에 사용될 수 있는 유익한 장치로서 볼 수 있게 해주었다. 그렇지만, 일반적으로 말하면, 사용자는 그 컴퓨터 상에서만 이용가능한 정보를 컴퓨팅하는 것으로 제한되어 있었다. 게임이 데스크톱 컴퓨터 상에 설치되어 그 컴퓨터 상에서 플레이될 수는 있었지만, 다른 장소에 있는 컴퓨터를 가지고 있는 다른 사람들과 플레이할 수가 없었다. 기술이 구원에 나서 전화 모뎀 기술을 사용하여 이들 컴퓨터를 연결시키려는 시도가 먼저 있게 되었다. 이것은 직접 다이얼업 전화 연결(direct dial-up telephone connection)을 통해 개별 사용자들이 연결될 수 있게 해주었다. 이것은 지역 전화 호(local telephone call)의 경우 훌륭하였지만 장거리 호(long distance call)의 경우는 엄청나게 비용이 많이 들었다. 그렇지만, 인터넷의 등장으로, 그 모든 것이 변화하였다. 인터넷은 전세계 모든 곳의 컴퓨터를 연결시키는 저렴한 수단을 제공한다. 이것은 사용자들이 전세계를 상대로 신속하고 용이하게 정보를 전송 및 수신할 수 있게 해준다. 기업체들은 이 새로운 기술을 전적으로 수용하여 "전자 상거래"를 탄생시켰다. 이제 사용자들은 정보를 전송 및 수신할 수 있고 심지어 온라인으로 제품 및 서비스를 구매할 수 있다. 엄청난 정보에 액세스하고 온라인으로 트랜잭션을 용이하게 처리하는 이러한 수단은 우리 사회의 기본적인 요소가 되었다.

[0041] 사람들이 인터넷과 같은 도구를 일단 이용해보았다면 그 자신들이 가는 곳 어디에서라도 그 도구를 이용할 수 있기를 원하는 것은 당연하다. 랩톱 컴퓨터의 개발은 인터넷에 대한 보다 이동성있는 액세스 포인트를 가능하게 해주는 데 도움이 되었다. 그렇지만, 랩톱은 여전히 유선이든 무선이든 인터넷에 연결시키는 수단으로의 어떤 유형의 연결을 필요로 한다. 이것은 항상 "바쁜" 통상의 사용자에게 대한 랩톱의 유연성을 크게 제한한다. 기술은 계속하여 대용량 배터리와 보기 화면(viewing screen)을 제공하는 안경과 함께 장치가 신체 상에 설치될 필요가 있는 컴퓨터를 개발함으로써 반응해왔다. 훨씬 더 휴대성은 있지만, 이들 장치의 크기가 그 장치의 유용성을 제한하고, (일반적인 데스크톱 컴퓨터에 비해) 장치 크기의 감소는 일반적으로 그의 컴퓨팅 성능을 제한하게 된다. 게다가, 그의 복잡성으로 인해, 사용자가 휴대하기 위해 선택해야 하고, 그의 한계 및 제한을 알고 또 정밀한 장비를 손상시키지 않도록 주의해야 하는 것이 장치이다.

[0042] 사회가 새로운 기술을 받아들임에 따라, 사회는 그 기술로부터 더 많은 것을 요구하기 시작한다. 컴퓨팅 장치의 초기 사용자는 그의 업무 부하로부터 반복적인 작업을 덜어 줄 수 있음에 감사하였다. 사용자들은 컴퓨팅 기계를 구축한 건물에 들어가는 것이 행복 이상이었으며, 따라서 사용자들은 반복적인 작업을 할 필요가 없을 것이다. 사회가 사무실 및 자택에서 컴퓨터를 용이하게 이용할 수 있음에 익숙해져 있기 때문에, 이제는 그 컴퓨팅 정보를 어느 곳에서라도 이용할 수 있기를 요구하고 있다. 어떤 곳에서는, 키오스크가 공항 및 쇼핑물에 등장하였으며, 따라서 사람들은 용이하게 정보에 액세스할 수 있다. 이것조차도 장치를 가지고 갈 수 있는 어디에서든지 사용자에게 액세스를 가능하게 해주는 최소 최경량 컴퓨팅 장치를 갖고자 하는 어떤 사용자에게는 충분하지 않았다. 개인 휴대 단말기(PDA) 및 초소형 랩톱 등과 같은 것은 종종 사용자들이 이동하고 있는 동안 그 사용자들에게 정보를 제공하려고 시도한다.

[0043] 현재 이용가능한 컴퓨팅 장치의 작은 크기에도 불구하고, 그 장치의 동작 개념은 최초로 발명된 컴퓨팅 장치와 일반적으로 동일하다. 사용자는 장치에게로 "다가가" 그 장치에 질문을 한다. 그러면, 그 장치는 사용자에게 정보를 제공하려고 시도한다. 사용자가 원하는 정보를 검색하도록 장치를 사전 프로그램하는 것인 "푸시 기술"(push technology)에 진보가 있었다. 그렇지만, 이것은 시간 소모적이며 일반적으로 그 프로그래밍은 사용자가 정지해 있는 것으로 가정하고 이루어진다. 사용자가 집에 있을 때 그가 살고 있는 도시의 시간 및 온도를 원할지라도, 그가 다른 도시로 여행할 때 그 정보는 그 당시의 사용자에게 무의미한 것이 된다. 이 문제를 극복하려고, 기술은 사용자의 위치를 찾아내는 문제를 해결하는 것에 초점을 맞추기 시작했다. 가장 명백한 선택은 글로벌 위치 확인 시스템(Global Positioning System), 즉 GPS를 이용하는 것이었다. 이것은 군대에서 병력 이동 및 장비 위치 확인에 도움을 주기 위해 설계된 군사용 위성 위치 확인 시스템이다. 정부에서는 그의 위성으로부터의 덜 확실한 버전의 추적을 공중에 제공하였다. 그것은 군사용 버전만큼 정확하지는 않지만, 종래의 수단에 비해 아주 정확하다. 위성 추적을 이용한 최초의 민수용 장치는 크고 사용하기 어려웠다. 마침내, GPS 유닛은 크기가 엄청나게 줄어들었고 용이하게 운반될 수 있다. 랩톱 등의 모바일 컴퓨터에 직접 플러그되는 유닛들까지 개발되었다. 이러한 결합은 사용자들에게 자신이 운전하고 있는 동안 그의 랩톱 상에 디스플레이되는 거리 지도와 같은 데에서 그의 진행을 추적할 수 있게 해준다. 불행히도, 랩톱을 가지고 다니는 것, 모든 연결을 GPS 안테나에 연결시키는 것, 및 모든 장비에 대한 전원을 찾아내는 것이 이러한 기술의 이용을 거주장스럽게 만들었다. 게다가, 그 기술의 특성상, GPS는 최소한도의 개수의 위성에 직접 액세스할 수 있을 때에만 동작

하며, 마천루가 있는 대도시에서와 같은 혼잡 지역에서와 특히 사람이 실내에 있을 때 그 사용에 제한을 받게 된다.

[0044] 사용자들은 거주장스런 장치를 필요로 하지 않고 언제라도 이용가능한 관련 정보를 갖기를 점차적으로 요구하고 있다. 예를 들어, 여행을 빈번히 하는 사람은 자신이 어디에 있든지간에 날씨 정보, 공항 정보, 또는 자동차 렌탈 정보를 이용할 수 있기를 원할 것이다. 주유소, 레스토랑, 및 기타 기업체는 이들 여행객에 연락하여 바로 그 순간 그 여행객이 어디에 위치하고 있는지를 알려주기를 원할 것이다. 이러한 정보의 전달은 사용자가 어떤 지역에 대한 사전 지식이 없음에도 불구하고 그의 시간 및 자원을 보다 유익하게 사용할 수 있게 해준다. 기업가도 새로운 고객에 대한 지역 자원을 신속히 확인할 수 있으므로 역시 이익을 볼 수 있다. 필요에 따라 정보를 제공하는 것은 사업을 확장시키는 가장 가격 효율적인 수단이다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

[0045] 이하에서는 본 발명의 어떤 측면들에 대한 기본적인 이해를 제공하기 위해 본 발명의 간략한 요약의 제공한다. 이 요약은 본 발명의 전반적인 개요는 아니다. 이 요약은 본 발명의 주된/중요한 컴포넌트를 식별해주거나 본 발명의 범위를 기술하기 위한 것이 아니다. 요약의 단 한가지 목적은 이후에 제공되는 보다 상세한 설명의 서두로서 본 발명의 어떤 개념들을 간단한 형태로 제공하는 데 있다.

[0046] 본 발명은 일반적으로 결정된 위치를 이용하는 것에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 예를 들면 기지국, 타워, 모바일 플랫폼(mobile platform), 빌딩 안테나 등과 같은 방출 엔티티로부터의 다수의 주변 신호 세기로부터 결정되는 장치의 근사 위치를 이용하는 것에 관한 것이다. 예를 들어, 마이크로소프트의 SPOT(Smart Personal Object Technology, 스마트 퍼스널 오브젝트 기술)등의 기술에 의해 제공되는 실제 신호 세기와 신호 세기 표시자 사이의 단조 증가 특성이 장치 위치를 결정하기 위해 사용된다. 이것은 개별 장치들을 교정(calibration)하고 그리고/또는 위치 결정을 위한 정의된 측정 단위를 요구할 필요 없이 위치 추적 수단을 제공한다. 주변 신호 주파수들의 관찰에 적용되는 추론을 사용해서 장치를 위치 추적하는 수단이 얻어진다. 본 발명의 한 측면에서, 순위 벡터는 측정 신호 세기 벡터들의 단조 증가 함수로부터의 결과를 분리하기 위해 사용된다. 이것은 위치들을 결정하기 위해 절대 신호 세기들을 얻을 필요로부터 본 발명을 해방시킨다. 본 발명은, 위치들의 결정에 높은 정확성을 제공하면서 막대한 수의 이용 가능 신호들을 얻는 것을 요구하지 않아서 계산 및 데이터 저장 요구들을 감소시키는 방법을 제공해서 장치의 근사 위치 추정을 또한 용이하게 한다.

[0047] 상기한 목적 및 그와 관련된 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 어떤 예시적인 측면들이 이하의 설명 및 첨부 도면과 관련하여 본 명세서에 기술되어 있다. 그렇지만, 이들 측면은 본 발명이 구현될 수 있는 여러가지 방식 중 단지 몇 개만을 나타낸 것이며, 본 발명에서 의도하는 바는 이러한 측면들 및 그의 등가물 모두를 포함하는 것이다. 본 발명의 다른 이점 및 새로운 특징은 도면과 연계하여 생각해볼 때 본 발명의 이하의 상세한 설명으로부터 명백하게 될 것이다.

**발명의 구성 및 작용**

[0048] 이제부터 그 전체에 걸쳐 유사한 컴포넌트를 나타내기 위해 유사한 참조 번호가 사용되는 첨부 도면을 참조하여 본 발명에 대해 설명한다. 이하의 설명에서는, 설명의 목적상 본 발명에 대한 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 구체적인 상세에 대해 기술된다. 그렇지만, 본 발명이 이들 구체적인 상세없이 실시될 수 있음은 명백할 수도 있다. 다른 일례들에서, 본 발명의 설명을 용이하게 하기 위해 공지 구조 및 장치가 블록도 형태로 도시되어 있다.

[0049] 본 출원에서 사용되는 바와 같이, "컴포넌트"라는 용어는 컴퓨터 관련 엔티티, 즉 하드웨어, 하드웨어와 소프트웨어의 조합, 소프트웨어, 또는 실행 중인 소프트웨어를 나타내기 위한 것이다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서 상에서 실행되는 프로세스, 프로세서, 오브젝트, 실행 파일, 실행 스레드, 프로그램, 및/또는 컴퓨터일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예로서, 서버 상에서 실행되는 애플리케이션과 그 서버 모두는 컴퓨터 컴포넌트일 수 있다. 하나 이상의 컴포넌트가 실행 프로세스 및/또는 스레드 내에 존재할 수 있으며, 컴포넌트가 하나의 컴퓨터 상에 로컬화되어 있거나 및/또는 2개 이상의 컴퓨터 사이에 분산되어 있을 수 있다. "스레드"(thread)란 운영 체제 커널이 실행을 위해 스케줄링하는 프로세스 내의 엔티티(entity)를 말한다. 당업계에 잘 알려져 있는 바와 같이, 각각의 스레드는 스레드의 실행과 연관된 소멸성 데이터인 연관 "컨텍스트"(associated context)를 갖는다. 스레드의 컨텍스트는 시스템 레지스터의 내용 및 스레드의 프로세스에 속하는 가상 어드레스를 포함한다. 따라서, 스레드의 컨텍스트를 포함하는 실제 데이터는 그 스레드가 실행될 때

변한다.

- [0050] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "추론"(inference)이라는 용어는 일반적으로 이벤트 및/또는 데이터를 통해 포착된 일단의 관찰로부터 시스템, 환경 및/또는 사용자의 상태에 대해 추측하거나 그의 상태를 추론하는 프로세스를 말한다. 추론은 특정의 컨텍스트 또는 액션을 식별하는 데 이용될 수 있거나 예를 들어 상태에 대한 확률 분포를 생성할 수 있다. 추론은 확률적일 수 있다, 즉 데이터 및 이벤트를 참작하여 관심의 상태에 대한 확률 분포를 계산하는 것일 수 있다. 추론은 또한 일단의 이벤트 및/또는 데이터로부터 상위 레벨 이벤트를 작성하는 데 이용되는 기술을 말하는 것일 수 있다. 이러한 추론의 결과 일단의 관측된 이벤트 및/또는 저장된 이벤트 데이터로부터 새로운 이벤트 또는 액션이 작성되는데, 이는 이벤트가 시간상 근접하여 상관되어 있는지 여부에 관계없이 또한 이벤트 및 데이터가 하나의 이벤트 및 데이터 소스로부터 온 것인지 몇개의 소스로부터 온 것인지에 관계없이 이루어진다.
- [0051] 본 발명은 예를 들어 상용 무선국 등과 같은 다수의 신호 방출기로부터의 주변 신호의 분석을 통해 실내 및/또는 실외에서의 대략적인 위치 정보를 식별하는 방법을 개시한다. 본 발명의 일례에서, 그것은 극히 소량의 전력으로 동작하여 예를 들어 마이크로소프트의 SPOT과 같은 일종의 신호 세기 표시를 제공하는 소형의 저전력 장치에 대한 실시가능한 위치 정보 소스가 된다. SPOT은 정규의 FM 라디오 방송에 인코딩된 디지털 데이터를 통해 통지를 수신하는 기능을 갖는 손목 시계 크기의 장치의 개발에 중점을 두고 있다. 본 발명을 이용하는 장치 및/또는 방법은 일례에서 FM을 수신하여 신호 세기를 측정하는 SPOT 장치의 기존의 기능을 이용하여 빌딩 위치 관련 통지 서비스를 가능하게 해준다. 일례에서, 본 발명은 "RightSPOT" 알고리즘이라고 하는 알고리즘을 이용한다. 본 발명은 또한 본 발명을 이용하는 장치의 제작에 있어서의 제조상의 차이에 의해 야기되는 변동에 민감하지 않다.
- [0052] 휴대형 장치에서의 위치 식별은 새로운 판매 및 마케팅 메카니즘을 가능하게 해준다. 예를 들어, 사용자는 자신이 있는 위치 또는 그 근방에 관련된 할인 및 판촉을 제공하는 서비스에 가입하고자 할 수 있다. 레스토랑 주인과 같은 소매업자는 한산한 저녁의 경우 비어있는 레스토랑을 채우려고 부하 분산을 행하기 위해 시간 제한된 특가 제공에 관한 이러한 위치별 경보(location-sensitive alert)를 이용하고자 할 수 있다. 위치별 필터링은 짧은 시간 동안 관련성이 있는 정보들만을 중계함으로써 경보의 수를 제한하면서 이러한 민감하게 반응하는 부하 분산을 제공하기 위해 사업 장소에 충분히 가까운 곳에 있는 고객들에게만 판촉을 한정할 수 있다.
- [0053] 도 1에, 본 발명의 일 측면에 따른 정보 시스템(100)의 블록도가 도시되어 있다. 정보 시스템(100)은 정보 컴포넌트(104), 위치 확인 시스템(106), 및 신호 컴포넌트(108)를 갖는 정보 시스템 컴포넌트(102)를 포함한다. 신호(110)는 신호 컴포넌트(108)에 의해 수신되고 처리되어 신호 세기 표시자로 된다. 이러한 프로세싱은 일반적으로 아날로그-디지털 프로세스를 필요로 한다. 신호 컴포넌트(108)는 주파수 변조된(FM) 신호(이에 한정되는 것은 아님)를 비롯한 주변 무선과 등과 같은 여러가지 신호를 처리할 수 있다. 신호가 일단 신호 표시자(signal indicator)로 변환되었으면, 그 신호 표시자는 위치 확인 시스템(106)으로 전달된다. 위치 확인 시스템(106)은 신호 표시자를 처리하여 정보 컴포넌트(104)에 위치를 제공한다. 정보 컴포넌트(104)는 그 위치를 이용하여 일단의 관련 데이터를 도출한다. 데이터의 적절성은 엄밀히 말하면 위치 및/또는 위치와 (도시하지 않은 사용자 입력을 통한) 사용자 선호도의 조합에 기반할 수 있다. 데이터는 또한 그 프로세스를 용이하게 해주는 다운로드가능한 록업 테이블로부터의 정보에 관련될 수 있다. 데이터가 일단 선택되면, 그 데이터는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI) 및/또는 텍스트 기반 사용자 인터페이스 등과 같은 사용자 인터페이스를 통해 사용자에게 "원하는 상대 정보"(desired relative information)(112)로서 제공된다.
- [0054] 본 발명의 또다른 일례에서, 위치 확인 시스템(106)은 위치를 저장한다. 이것은 위치 데이터가 나중의 시점에서 예를 들어 장치 배향으로 인한 위치의 민감도를 떨어뜨리기 위해(예를 들어, 마지막 "X"번의 위치 추론의 평균을 구하기 위해) 이용될 수 있게 해준다. 추적 시스템(예를 들어, 차량, 소포, 사람, 장비 추적 등)도 또한 이러한 유형의 이전의 위치 데이터(historical location data)를 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 예를 들어 차량 등의 도난 물품이 어디에 있는지를 결정하는 데 있어서 경찰을 돕거나 또는 소포 배달 서비스에서 배달의 지연이 발견된 후에 특정의 소포가 어떻게 운송되었는지를 결정하는 것을 돕기 위해 이용될 수 있다. 부모들도 또한 그의 자녀가 이전의 시간 동안 어디에 있었는지를 알아내기 위해 본 발명의 일례를 이용할 수 있다. 마찬가지로, 고용인은 실적을 향상시키기 위해 피고용인 및 장비를 추적할 수 있다. 본 발명은 또한 애완 동물 등과 같은 동물을 추적하기 위해 이용될 수 있다. 컴퓨터들도 또한 본 발명을 이용하여 그의 위치를 자동적으로 보고할 수 있다. 이것은 컴퓨터가 그의 위치에 기초하여 시간대, 국가 및 언어 등과 같은 것에 대해 그 자신을 자동적으로 설정할 수 있게 해준다.

- [0055] 본 발명의 또다른 일례에서, 위치에 기초하여 제한된 자원을 관리하는 수단이 제공된다. 제한된 자원으로는 메모리, 전력, 프로세싱 능력 등이 있을 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 데이터 저장 능력이 제한되어 있는 경우, 위치는 장치의 현재의 위치와 근접해 있지 않은 지역의 지도 등의 저장된 데이터를 폐기하는 데 사용될 수 있다. 이것은 그렇지 않았으면 저장되어 있지 않을 수 있는 현재의 위치에 관한 부가 정보를 위한 저장 공간을 가능하게 해준다. 본 발명의 또다른 일례에서, 위치 정보는 하드웨어 장치 및 소프트웨어 프로그램 등과 같은 다른 엔티티를 돕기 위해 이용될 수 있다. 이들 엔티티로는 내비게이션 시스템, 매핑 소프트웨어, 추적 소프트웨어, 및 위치 확인 소프트웨어 등이 있을 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이와 마찬가지로, 본 발명의 일례는 응급 처치, 화재, 홍수, 및 기반 시설 복구 등의 위기 상황에서 원조를 제공하기 위한 응급 기반 장치에서 이용될 수 있다. 화재 진압을 위한 물 공급원(water source), 빌딩 건축 배치도, 의료 서비스 장소, 지하 시설, 및 기상 예보 등의 정보가 제공될 수 있다. 본 발명은 또한 위치에 기반하여 시간에 민감한 정보, 광고, 기상 예보, 엔티티의 근접성 정보(proximity information) 등을 유포시키는 데 이용될 수 있다. 엔티티의 근접성 정보는 친구나 동료가 장치의 위치에 가까이 있을 때 통지받도록 하기 위한 친구 목록(buddy list) 유형 서비스를 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이와 마찬가지로, 장치는 또한 다른 차량이 그 지역 내에 있을 때 통지를 받을 수 있다. 이 정보는 객체들을 집단화(cluster)시키는 긍정적 효과로서 및/또는 거리 두기(distancing) 또는 분리(disassociation)가 일어날 수 있도록 객체들에 경고하는 부정적 효과 모두로서 이용될 수 있다.
- [0056] 본 발명의 또다른 일례에서, 이벤트의 타이밍보다는 이벤트 위치에 기초하여 아이템을 그룹화하는 수단이 제공된다. 예를 들어, 한 사람이 그랜드 캐년으로 간 다음에 라스베가스로 갔다가 다시 그랜드 캐년으로 오는 휴가 중인 동안 사진을 찍는 경우, 그 사람은 그 사진을 찍은 실제 순서가 아니라 장소별로(예를 들어, 그랜드 캐년 사진 모두를 한 곳에 모음) 그의 사진들을 자동적으로 정렬할 수 있다. 본 발명은 또한 실내에서 이용될 수 있기 때문에, 실외 이벤트 뿐만 아니라 실내 이벤트로부터의 아이템들을 그룹화할 수 있다. 이러한 응용에 있어서, 상세한 위도 및 경도 좌표를 갖는 것이 불필요하며 사진을 찍은 곳이 어느 도시인지 또는 도시의 어느 부분 인지를 알기만 하면 되는 경우가 있다. 이러한 응용은 심지어 개략적인 위치를 함축적인 것으로 유지하고 이들 속성을 사용하여 아이템들을 보기 및/또는 정렬을 위한 개별적인 세트에 집단화 및/또는 그룹화할 수 있다.
- [0057] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따른 위치 확인 시스템(200)의 블록도가 도시되어 있다. 위치 확인 시스템(200)은 위치 확인 컴포넌트(202)를 포함한다. 위치 확인 컴포넌트(202)는 위치 확인 컴포넌트(202)를 훈련시키는 데 이용되는 훈련 데이터(204)를 수신한다. 훈련 데이터(204)는 여러가지 지역성 관련 신호(locality specific signal) 등에 대한 해쉬 코드 순열(hash code permutation) 등으로 이루어질 수 있다. 이 데이터(204)는 신호 특성을 획득하기 위해 물리적으로 어떤 장소로 이동함으로써 및/또는 원하는 신호 특성을 제공하는 시뮬레이션 소프트웨어를 통해 획득된 정보로부터 계산될 수 있다. 본 발명의 다른 일례들에서, 훈련 데이터는 이용되지 않는다. 신호 세기 표시자 입력(206)에 의해 위치 확인 컴포넌트(202)는 신호 세기 표시자에 기초하여 그의 위치를 결정할 수 있게 된다. 이 표시자는 실제 신호 세기에 관하여 절대적인 것일 필요는 없다. 위치 확인 컴포넌트(202)는 위치(208)를 제공하기 위해 절대값에 관해 반응하지 않은 수단에서 신호 세기 입력(206)을 처리한다. 위치 확인 컴포넌트(202)는 일반적으로 절대값에 상관없이 신호 세기 표시자를 정렬시키는 수단을 제공하는 순위 벡터를 계산하는 분석 컴포넌트(도시 생략)를 포함한다.
- [0058] 도 3을 참조하면, SPOT 장치(300)의 일례가 도시되어 있다. SPOT 장치(300)는 착용형 장치(wearable device)(302), 기상 예보 디스플레이(304), 교통 상황 디스플레이(306), 레스토랑 디스플레이(308), 및 엔터테인먼트 디스플레이(310)를 포함한다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 전망 중 하나는 사용자가 전 세계를 돌아다니고 있을 때 그 사용자를 중요한 정보에 연결시키는 것이다. 본 발명의 일례는 SPOT 장치의 소형의 저전력 장치 플랫폼을 이용한다. SPOT은 도 3에 도시한 손목 시계 크기의 장치 상에서 중요한 통지를 수신하는 수단을 사용자에게 제공한다. SPOT 장치는 표준 FM 라디오 방송과 주파수를 통해 호스트 무선국으로부터 특별히 임대한 대역폭으로 전송되는 뉴스 기사, 기상 예보, 개인 메시지, 교통 상황 갱신, 및 소매상 인명록 등의 디지털적으로 인코딩된 데이터를 리스닝하도록 설계되어 있다. 이 장치는 수백만명의 사람들을 귀중한 통지 및 경보에 연결시킬 잠재력을 가지고 있다.
- [0059] 소형의 폼 팩터 이외에, SPOT 장치의 특징은 디지털 시계와 관련된 그런 종류의 긴 배터리 수명이며, 충전 사이의 시간을 최대로 해준다. 따라서, SPOT 장치는 크기 및 전력 소모를 최소화하도록 구성되어 있다. 본 발명은 일례에서 예를 들면 SPOT 장치 등의 장치의 위치를 확인하기 위한 극도로 저전력인 방법을 제공하는 데 이용된다. 본 발명을 이용하는 SPOT 장치가 위치 정보를 결정할 수 있기 때문에, 그 장치는 장치가 특정의 위치에 관련된 경보만을 리스닝할 수 있는 등의 새로운 종류의 경험을 지원한다. 특정의 장치로 전송하기 위해 데이터를

로컬화하기 위한 이전의 기본적인 방법은 제한된 범위의 FM 무선 신호에 의존하고 있었다. 따라서, 특정의 무선탐의 통달 범위 내의 장치들만이 그 무선탐의 서비스 지역에 관련된 데이터를 수신하였다. 그렇지만, 어떤 메시지의 경우, 이러한 위치 해상도(location resolution)는 너무나 개략적이다. 교통 상황 갱신, 제한된 시간의 할인 특가 제공, 및 근방의 가볼만한 곳의 목록은 FM 무선국 서비스 지역에 의해 제공되는 것보다 세밀한 위치 필터링을 필요로 한다. GPS가 보다 정밀한 위치 정보를 제공하기 위한 후보이지만, GPS 수신기는 귀중한 배터리 전력을 소모하고 이미 고밀도로 패키징된 장치의 크기와 단가를 증가시킨다. 게다가, GPS는 위성으로의 직접 경로가 설정될 수 있는 실외 사용으로 제한되어 있다.

[0060] 본 발명의 일례에서, 예를 들면 FM 라디오 방송국 등의 기존의 신호 주파수 방출기로부터의 주변 신호 세기의 분석에 기초하여 장치의 위치 측정을 하는 수단이 제공된다. "RightSPOT" 등의 알고리즘을 이용하는 본 발명의 시스템 및 방법은 FM 대역 내의 임의의 주파수에서의 신호 세기를 측정하는 하드웨어 및 소프트웨어를 비롯하여, 통지를 수신하기 위해 이미 개발되어 있는 SPOT 기술 상에 구축될 수 있다.

[0061] 일례에서, 본 발명은 위치를 식별하기 위해 서로 다른 주파수로부터 취출한 무선 신호 세기의 벡터를 이용한다. 위치가 추론될 때마다, 장치는 일단의 FM 주파수에 걸쳐 스캔하고 각 주파수의 신호 세기를 기록한다. 표준 SPOT 장치는 다수의 FM 무선국에 걸쳐 스캔하고 SPOT 데이터를 전송하는 충분히 강력한 무선국을 찾기 위해 신호 세기를 측정한다. 본 발명의 일례에서, SPOT의 RSSI(Received Signal Strength Indicator, 수신 신호 세기 표시자)가 장치 내의 아날로그-디지털 변환기(ADC)에 의해 본 발명으로 제공된다. 각 주파수에 대한 원시 디지털 측정치(raw digital measurement)는 스케일링된 다음에 예를 들면 13밀리초 동안의 20개 값에 대해 평균이 구해진다. ADC 및 관련 회로는 일반적으로 임의의 어떤 단위로 RSSI를 측정하기 위해 또는 장치마다 일관성이 있도록 하기 위해 캘리브레이션되지 않는다. 당업자라면 상기 예가 RSSI 등의 SPOT 기술을 이용하고 있지만 신호 세기 표시자를 획득하기 위한 다른 수단이 본 발명과 부합될 수 있음을 잘 알 수 있다. 본 발명은 단위를 갖든 단위를 갖지 않든지에 상관없이 상대 신호 세기를 제공하는 임의의 신호 세기 표시자를 이용할 수 있다.

[0062] 도 4에는, 본 발명의 일 측면에 따른 신호 세기를 나타내는 그래프(400)가 도시되어 있다. 수직축은 입력 신호 세기를 나타내고, 수평축은 예를 들면 RSSI를 제공하는 SPOT 장치 등의 장치로부터의 측정된 신호 세기(RSSI)이다. 곡선(402)은 작은 삼각형(404)로 표시된 측정된 데이터 점에 근사화된 수학적 함수를 나타낸다. RSSI의 측정을 위한 장치들 사이의 예상된 일관성 결여는 이러한 변동이 재사용을 위해 신호 세기와 위치 사이의 단일 매핑을 일반화하려는 시도를 어렵게 만들기 때문에 장애가 된다. 이러한 문제점에 대한 한가지 가능한 해결 방안은 기지의 FM 전송 세기의 소스를 사용하여 사전에 각 장치를 특별히 캘리브레이션하는 것이다. 이러한 테스트들 중 하나의 결과가 도 4에 도시되어 있으며, 특정의 장치의 RSSI 값이 기지의 전송 신호 세기에 따라 어떻게 변하는지를 나타내고 있다. 이 테스트를 위한 데이터는 파라데이 새장(Faraday cage)에서 취출되었지만, 그 과정은 대량 생산용으로는 너무 비용이 많이 드는 것으로 생각되었다. 다른 해결 방안은 각각의 장치를 서로 다른 위치에서 훈련시켜 나중에 동일한 장치에서 사용될, 기지의 장소에서의 신호 세기 벡터를 수집하는 것이다. 보통의 소비자는 이러한 훈련법을 너그러이 봐주지 않을 것이다.

[0063] 제조상의 변동 이외에, 신호 세기는 또한 장치의 방향, 그의 주위 환경, 및 신호 수신 안테나로서 기능할 수도 있는 손목 밴드 등의 부착 수단의 조정에 의해서도 영향을 받는다. 절대 신호 세기에 영향을 미치는 이들 가변인자 전부를 예견하는 것은 거의 불가능할 것이다. 절대 신호 세기가 예견될 수 있는 경우, A Statistical Modeling Approach to Location Estimation; IEEE Transactions on Mobile Computing, 2002; 1(1): p.59-69에서의 Roos, T., P. Myllymaki, 및 H. Tirri의 것과 같은 확률론적 체계가 적합할 것이다. 그렇지만, 각각의 장치의 응답 특성을 발견하는 것이 실현불가능한 경우, 신호 세기를 비교하는 대체 방법이 필요하다.

[0064] 본 발명은 위치의 표시자로서 절대 신호 세기에 의존하는 것보다는, 보다 안정된 추론을 제공하는 신호 세기의 변환을 이용한다. 일반적인 테스트에서, 예를 들어 RightSPOT 알고리즘 등의 본 발명을 사용하는 장치들은 이하에 기술되어 있는 바와 같이 일단의 무선국의 측정된 RSSI에 의해 그 무선국들의 순위의 결과를 제공하였다. 궁극적으로, 이 장치들은 일관성있는 절대 신호 세기를 제공할 것으로 신뢰할 수 없었다. 이러한 사실로 인해, 상대 신호 세기가 비교적 일관성이 있다(즉, 신호 세기에 의해 정렬된 무선국의 순서화된 목록이 주어진 위치에 대해 그다지 변동하지 않는다)는 사실에 기초한 대안적인 가정이 이용된다. 보다 구체적으로 말하면, 입력 신호 세기와 측정된 RSSI 사이의 관계가 단조 증가하는 것으로 가정된다. 도 5에, 본 발명의 일 측면에 따른 신호 세기의 단조성을 나타내는 그래프(500)가 도시되어 있다. 그래프(500)는 모바일 장치의 측정된 RSSI가 입력 신호 세기의 단조 증가 함수인 경우, 입력의 신호 세기 순서도 보존된다. 예를 들어,  $A < B < C$ 인 경우, 서로 다른 RSSI 측정 함수를 통해 변환된 이들 값은 거의 유사한 신호 세기 순서로 유지된다. 이것은 장치들이 신호 세기

를 측정하는 방법에 있어서의 장치간 변동에도 불구하고 본 발명이 광범위한 장치와 함께 동작할 수 있게 해준다.

[0065] 일례에서, 본 발명은 (FM 무선 주파수 등과 같은)  $n$ 개의 무선 주파수의 목록  $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$  을 스캔하고 그 결과 측정 신호 세기의 대응하는 벡터  $s = (s_1, s_2, \dots, s_n)$  가 얻어짐으로써 장치의 위치를 추론하는 알고리즘을 이용한다. 이어서, 신호 세기의 순위 벡터  $v = (r_1, r_2, \dots, r_n)$  를 오름차순으로 계산하기 위해 소트 루틴(sort routine)이 이용되며, 여기서 각각의  $r_i$  는  $s$  내의 대응하는  $s_i$  의 순위를 제공한다. 예를 들어, 신호 세기 벡터가  $s = (12, 40, 38, 10)$  인 경우, 대응하는 순위 벡터는  $v = (2, 4, 3, 1)$  가 된다. 순위 벡터가  $s$  의 원소의 임의의 단조 증가 함수에 영향을 받지 않으며, 이에 따라 서로 다른 장치가 신호 세기를 측정하는 방법의 변동에 대해 그 알고리즘이 안정하게 되는 것에 유의해야 한다. 따라서, 본 발명은 장치의 위치를 결정하기 위해 절대 신호 세기를 필요로 하지 않는다.

[0066] 또다른 일례로서, 무선 주파수는 인덱스  $[1 \dots n]$ 로 식별될 수 있는 서로 다른 무선국을 나타낼 수 있다. 각각의 무선국의 RSSI를 측정된 결과로서 무선국 인덱스 및 각각의 무선국의 신호 세기를 제공하는 일련의 순서쌍  $\{(1, s_1), (2, s_2), \dots, (n, s_n)\}$  이 얻어진다. 이러한 일련의 무선국 세기 쌍은 이어서 순위 벡터를 얻기 위해 신호 세기에 의해 소트된다. 예를 들어,  $n = 3$ 이고 스캔 결과가  $\{(1, 40), (2, 30), (3, 35)\}$  이라고 가정하자. 이러한 일련의 순서쌍을 신호 세기를 바탕으로 소트하면  $\{(2, 30), (3, 35), (1, 40)\}$  가 주어진다. 그러면, 순위 벡터는 신호 세기 순서로 취해진 무선국 인덱스, 즉  $v = (2, 3, 1)$  가 되며, 이는  $s_2 < s_3 < s_1$  임을 나타낸다. 같은 신호 세기는 예를 들면 임의 순서로 소트하는 것, 먼저 검출된 순서로 소트하는 것, 가장 빈번하게 검출된 순서로 소트하는 것 등에 의해 해결될 수 있다.

[0067]  $n$ 개의 무선국의 경우, 정수  $1, 2, \dots, n$ 의 순열인  $n!$ 개의 가능한 순위 벡터가 있다. 각각의 순위 벡터는 The Art of Computer Programming; 1981; Addison Wesley: Reading, Massachusetts; p.64(Algorithm P)에서 Knuth, D.의 Seminumerical Algorithm에 기술되어 있는 정수의 혼합 기수 표현(mixed-radix representation)을 사용하여 정수  $r \in \{0, 1, \dots, n! - 1\}$  로 매핑될 수 있다. 따라서, 각각의 신호 세기 순열에 대해 고유한 해쉬 코드가 생성된다.

[0068] 본 발명의 분류 방식은 서로 다른 장소가 서로 다른 상대 신호 세기를 나타낸다는 가정에 바탕을 두고 있다. 이상적으로는, 각각의 장소는 단 하나의 고유한  $r$  값으로 매핑된다. 실제로는, 예를 들어 SPOT 안테나 등의 수신 유닛의 로컬 틸트(local tilt) 및 위치, 서로 다른 구성에 기초한 주변 신호 방출기로의 상대 경로의 변화, 그리고 빌딩 및 지리학적 지형과 관련된 기하학적 형상 등의 인자로부터 도출되는 노이즈로 인해, 각각의 위치는 서로 다른  $r$ 의 분포를 나타낸다.

[0069] 사용자가 자동적으로 수행되기를 원하고 있는 액션을 예지 또는 추론하기 위해 본 발명의 여러가지 측면에 따른 분류가 확률론적 및/또는 통계학적 기반의 분석(예를 들어, 분석 유틸리티 및 비용을 고려함)을 이용할 수 있음을 잘 알 것이다. 분류기는 입력 속성 벡터  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  를, 입력이 어떤 부류(class)에 속할 신뢰도(confidence), 즉  $f(x) = confidence(class)$  으로 매핑하는 함수일 수 있다. 예를 들어, 서포트 벡터 머신(support vector machine, SVM) 분류기가 이용될 수 있다. SVM은 일반적으로 가능한 입력의 공간에서 동적으로 변하는 초곡면(hypersurface)을 찾아냄으로써 동작한다. 다른 방향성 및 무방향성 모델 분류 방법(directed and undirected models classification approach)은 예를 들어 나이브 베이즈(naive Bayes), 베이지안 네트워크(Bayesian network), 결정 트리를 포함하며, 서로 다른 독립성 패턴을 제공하는 확률론적 분류 모델이 사용될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 분류는 또한 우선 순위 모델을 개발하는 데 이용되는 통계적 회귀를 포함한다.

[0070] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따른 해쉬 코드 순열을 나타내는 3차원 그래프(600)가 도시되어 있다. 그래프(600)는 정규화된 히스토그램축(602), 위치축(604), 및 도출된 순열 해쉬 코드축(606)으로 이루어져 있다. 본 발명의 일례에서, 예를 들어 시스템을 훈련시키기 위해, 예를 들어 SPOT 장치 등의 수신 장치를  $L$ 개

의 위치 각각으로 가져와서 해쉬 코드  $r_i^{(l)}$  를 수집하며, 여기서  $l = 1, 2, \dots, L$  는 위치를 인덱싱하고,  $i = 1, 2, \dots, N_l$  는 위치  $l$ 에서 관찰된 해쉬 코드를 인덱싱한다. 각각의 위치에서, 해쉬 코드의 정규화된 히스토그램이 각 지점에서 보게 되는 해쉬 코드의 이산 확률 분포  $p(r^{(l)})$  를 근사화하도록 작성된다. 6개의 위치와 3개의 주파수에 대한 이러한 정규화된 히스토그램의 일례가 도 6에 도시되어 있다.

[0071] 관찰 확률(observation likelihood)  $p(r^{(l)})$  과 관찰(observation)  $R^*$  이 주어지면,  $L$ 개의 위치 중 임의의 것에 있을 확률은 수학적 식 1의 베이스 규칙(Bayes rule)을 사용하여 계산된다.

**수학적 식 1**

[0072] 
$$p(l|r^*) = \frac{p(r^*|l)p(l)}{\sum_{l'=1}^L p(r^*|l')p(l')}$$

[0073] 여기서,  $p(l)$  은 위치  $l$ 에 있을 선형 확률(a priori probability)이다. 장치의 위치에 대한 구체적인 선형적 지식이 존재하지 않기 때문에, 균등 분포(uniform distribution)가 가정되고,  $p(l) = 1/L$ 로 설정한다. 확률을 계산하기 보다는, 비정규화된 사후 확률(non-normalized posterior)이 직접 비교된다. 예를 들어, 베이스 분류기(Bayes classifier) 등의 분류기는 수학적 식 2로 나타낸 최대 사후 확률(maximum a posterior probability)로 부류를 식별한다.

**수학적 식 2**

[0074] 
$$l^* = \arg \max_{l=1..L} p(l|r^*) = \arg \max_{l=1..L} p(r^*|l)$$

[0075] 알고리즘적으로, 이것은 관찰  $r^*$  에 대해 정규화된 히스토그램이 조회되고(예를 들어, 도 6), 전 범위의 위치  $l \in \{1, 2, \dots, L\}$  에 걸쳐  $p(r^*|l)$  의 값을 검색하며,  $p(r^*|l)$  의 최대값을 갖는 위치  $l$ 을 취함을 의미한다.

[0076] 본 발명의 일례를 사용하는 예로서, 이하의 테스트에 대해 기술한다. 3개의 SPOT 시계가 실험실의 테스트 장치 저장소로부터 랜덤하게 선택되었다. 일관성있는 신호 세기를 제공하는 시계를 선택하려고 어떤 노력도 하지 않았으며, 절대 신호 소스에 대해서나 서로에 대해 그 시계들을 캘리브레이션하기 위해 어떤 노력도 하지 않았다. 이것은 이러한 장치를 캘리브레이션하기 위해 테스트를 수행하는 것의 경제적 비현실성을 고려하여 그 장치의 일반적인 생산 공정을 시뮬레이션한다.

[0077] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따라 이용되는 지도(700)의 일례가 도시되어 있다. 지도(700)는 시애틀의 교외를 나타내는 6개의 위치(701-712)로 이루어져 있다. 각각의 장치는 32개의 서로 다른 로컬 FM 무선국의 신호 세기를 측정하도록 프로그램되어 있다. 이어서 장치는 시애틀 지역의 6개의 서로 다른 교외로 운반되었고, 32개 신호 세기 모두를 로깅하여 매초마다 각 무선국을 한번씩 측정하였다. 각각의 교외에서, 그 교외의 상점가를 돌아다니면서 약 720개(대략 10분 동안) 측정값의 평균을 구하였다. 상점가는 본 발명의 일례에 대한 어쩔 수 없는 응용이 시간에 민감한 특가 제공 및 그 지역의 가볼만한 곳의 목록을 송출하는 소매 상점을 포함하기 때문에 선택되었다.

[0078] 도 8에, 본 발명의 일 측면에 따른 무선 신호 세기 표시자 값을 나타낸 그래프(800)가 도시되어 있다. 그래프(800)는 원시 RSSI 데이터(802)와 메디안 필터링된 데이터(804)로 이루어져 있다. 장치로부터의 원시 RSSI 데이터는 도 8에 도시한 바와 같이 노이즈가 많음을 알았으며, 따라서 윈도우 메디안 필터(windowed median filter)가 그 데이터에 적용되어 각각의 RSSI를 그 자신과 이전의 29개의 미필터링된 값의 중간값으로 교체한다. 당업자라면 윈도우 메디안 필터 대신에 다른 필터링 수단이 구현될 수 있음을 잘 알 수 있다.

[0079] 비정규화된 히스토그램의 기초로서 3개의 장치 중 하나로부터의 데이터를 교대로 선택함으로써 테스트가 행해졌고 나머지 2개의 장치로부터의 데이터를 가지고 테스트가 행해졌다. 궁극적으로 본 발명의 일례에서 장치들은

그의 위치를 결정하기 위해 사전 프로그램된 일련의 히스토그램에 의존하고 있기 때문에, 이것은 각각의 장치를 그 자신에 대해 단순히 테스트하는 것보다 현실적인 테스트이었다.

[0080] 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따른 분류 정확도의 일례(900)가 도시되어 있다. 이 일례(900)는 주변 신호 방출기 수량(902), 주변 신호 방출기 서브셋(904), 및 분류 정확도 결과(906)로 이루어져 있다. 이것은 장치가 테스트에 사용되는 6개의 교외 중 하나로 정확하게 분류된 빈도수를 나타낸다. 위치 결정의 저장 공간 및 계산 부담을 최소화하기 위해, 예를 들어 32개의 등록된 무선국의 훨씬 감축된 서브셋을 사용하는 것 등의 실험이 수행되었다.  $n$ 개의 무선국의 각각의 테스트에 있어서, 위치를 분류하기 위해 사용할 일련의  $\binom{32}{n}$ 개의 서로 다른 무선국 조합에 대해 검사를 행하였다. 분류 정확도에 대한 결과가 도 9에 도시되어 있다. 따라서, 본 발명은 더 적은 주변 신호 방출기를 가지고도 이용될 수 있으며, 장치의 위치를 알아내는 데 여전히 이용될 수 있다.

[0081] 보고된 정확도는 모든 테스트에 걸쳐 행해진 정확한 추론의 몇분의 1이고, 이 경우 하나의 장치는 히스토그램을 작성하는 데 사용되었고 나머지 2개는 테스트에 사용되었다.  $n \leq 5$ 인 경우, 모든 가능한 조합이 모조리 테스트될 수 있다.  $n > 5$ 인 경우, 10,000개의 조합 중 임의의 서브셋이 테스트되었다. 이것은 분류 정확도가  $n=5$ 개의 무선국에서  $n=6$ 개의 무선국으로 이동할 때 왜 떨어지는지를 설명해준다.  $n=6$ 에 대한 임의의 서브셋의 시뮬레이션 기반 선택을 통한 최상의 조합이 발견되지 않을 가능성이 있다. 최상의 분류 정확도는  $n=8$ 개의 무선국을 사용하여 81.7%이다. 이 수준의 위치 정확도 달성은 주변 신호 방출기(예를 들어, 무선 송신기 등)를 이용하고 위치 정보를 제공하기 위한 것이 아닌 수신기를 이용하여 최적의 방식으로 행해졌음에 유의해야 한다.

[0082] 이 예는 본 발명의 일례를 사용하여 장치를 어떤 교외로 국한시키기 위해 예를 들어 FM 무선 신호 등의 기존의 주변 신호 방출기를 사용하는 것의 실현가능성을 설명해준다. 본 발명에서 예를 들어, SPOT 장치 등의 기존의 기술을 사용함으로써, 기존의 하드웨어가 예를 들어 FM 무선 신호 세기 등의 신호 세기를 측정하는 데 이용될 수 있으며, 따라서 본 발명의 일례에서 위치 측정 기능은 소량의 소프트웨어를 기존의 구성에 부가하기만 하면 된다. 서로 다른 장치들은 신호 세기를 서로 다른 방식으로 측정하고, 신호 세기는 또한 많은 다른 변수들에 의해 영향을 받는다. 예를 들어 베이지안 분류 알고리즘을 이용하는 본 발명은 절대 신호 세기를 이용하지 않고 그 대신에 장치들 및 다른 변수들에 걸친 안정성의 보장을 용이하게 하기 위해 신호 세기의 순위를 이용한다.

[0083] 분명한 것은 순위 해쉬 코드로부터 위치를 추론하기 위해 위치와 해쉬 코드 사이의 관계가 필요하다. 전술한 바와 같이 이러한 관계를 확인하는 한가지 방법은 현장의 장소를 실제로 방문하여 신호 세기를 기록하는 것이다. 그렇지만, 일반적인 사용을 위해서는, 이것은 지겨운 일이고 무선국이 그의 송신기 전력 및/또는 위치를 변경하는 경우 유지 보수 작업을 필요로 한다. 따라서, 본 발명은 또한 신호 특성 또는 "훈련 데이터"를 획득하기 위해 실제로 그곳을 방문하지 않고 서로 다른 장소의 신호 세기 특성을 예견하는 데 이용될 수 있다. RadioSoft의 ComStudy 소프트웨어(일반적으로 인터넷 웹 사이트 <http://www.radiosoft.com>을 참조할 것) 등은 많은 수의 물리적 측정을 하기 보다는, 시뮬레이션된 FM 무선 신호 세기 지도를 생성하는 데 이용된다. 이러한 시뮬레이션은 또한 최상의 위치 측정을 위해 리스닝할 양호한 무선국 서브셋을 결정하는 것을 용이하게 할 수 있다. 무선 세기 지도의 최적 사용을 위한 방법은 시뮬레이션의 신뢰도 및 잠재적 편향이 토폴로지, 토폴로지 및/또는 송신기 사이의 기하학적 관계, 및 빌딩 및 다른 인공 구조물의 존재 등의 특징에 기초하여 실제의 수신 데이터로부터 어떻게 변하는지를 학습하기 위한 확률론적 방법의 이용을 포함한다. 예를 들어, 시뮬레이션된 무선 세기와 실제 검지된 무선 세기에서의 차이에 관한 데이터의 컬렉션에 기초하여 신뢰도 및 편향을 위해 통계적 분류기를 훈련시키고 또 무선 지도 테이블 및 무선 세기 순서 함수에서의 신뢰도 및/또는 정확성을 향상시키기 위해 이러한 분류기를 이용할 수 있다.

[0084] 또한, 나타날 수 있는 신뢰도에서의 갭을 채우기 위해 위치의 지속성(persistence of location)의 개념이 이용될 수 있다. 예를 들어, 장치가 특정의 위치에 자신이 없는 경우, 그 장치는 그 시간이 원거리 이동이 가능할 정도로 충분히 크지 않은 경우 확신을 갖고 마지막으로 감지된 위치에 가장 가까이 있는 것으로 가정한다.

[0085] ComStudy 소프트웨어는 FM 무선 지도를 예측하는 데 이용될 수 있는 많은 무선 전파 모델을 지원한다. 본 발명의 일 실시예의 이 예에서는 그의 공지의 정확도를 위해 Longley-Rice 모델[P.L. Rice, A.G. Longley, K.A. Norton, 및 Baris, A.P.; Transmission Loss Predictions for Tropospheric Communication Circuits; National Bureau of Standards Technical Note 101(1967년 1월)을 참조할 것]이 선택되었다. 그 모델은 반사, 굴절(전파가 대기를 통해 퍼질 때 휘어지는 것) 및 몇가지 유형의 회절(신호가 산을 넘어감)을 포함하기 때문에

일반적으로 선택의 범위 중에서 가장 정확한 것이다. 이 모델은 언덕 및 계곡의 효과를 시뮬레이션하기 위해 지형도를 이용한다.

[0086] ComStudy는 각각의 무선국 송신기를, 그의 주파수, 송신 전력, 및 위치(위도, 경도)를 파라미터로 하여 나타낸다. 각각의 송신기에 대해, 필드 세기 매트릭스(field strength matrix)가 생성된다. 이 매트릭스는 지상의 선택된 지역에 걸쳐 퍼져 있는 직사각형 셀의 격자이며, 각각의 셀은 문제의 송신기로부터의 신호 레벨 정보를 포함하고 있다. 셀의 폭은 6 아크 초(arc second)(남북으로 약 185 미터 동서로 약 124 미터)로 선택되었다. 이것은 제곱 킬로미터당 40개 점(셀)을 갖는 것과 동등하다. 이어서, ComStudy는 각각의 셀의 중앙에서의 필드 세기를 계산하기 위해 선택된 전파 모델을 적용한다. 이 예에서, 워싱턴주 시애틀 지역 내의 28개 지역 FM 무선국에 대한 지도가 생성되었다.

[0087] 위치 추론을 위해 시뮬레이션된 신호 세기 지도를 이용하기 전에, 그 지도가 순위 벡터를 정확하게 예측한 신뢰도 수준에 관한 결정이 행해졌다. 이를 달성하기 위해, SPOT 시계는 생성된 지도에 대한 동일한 28개의 FM 무선국의 신호 세기를 측정하도록 프로그램되어 있었다. 이어서, SPOT 시계는 그 지역 근방으로 운반되어 모든 28개 무선국의 신호 세기를 로깅하고 매초마다 28개 무선국을 한번씩 스캔한 결과 각 무선국마다 약 3920개 표시값이 얻어졌다. 위도 및 경도도 GPS 수신기로부터 로깅되었다. 시뮬레이션의 정확도를 평가하기 위해, 측정된 신호 세기로부터의 순위 정렬된 무선국과 시뮬레이션된 신호 세기로부터의 순위 정렬된 무선국 사이의 스피어만 순위 상관(William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, 및 Brian P. Flannery; Numerical Recipes in C; 1992, Cambridge Press를 참조할 것)이 지도로부터 얻은 시뮬레이션된 세기를 사용할지를 결정하기 위한 GPS 표시값을 이용하여 계산되었다. 순위가 더 많이 떨어져 있는 데이터 값들 사이의 차가 스피어만에서 더 많은 가중치를 부여받기 때문에, 스피어만 순위 상관인 Kendall의 순위 상관 대신에 이용되었다. 양쪽 상관 모두 [-1...1]의 범위에 있으며, 여기서 "1"은 동등 순위(equivalent ranking)를 나타내고 "-1"은 정반대 순위(opposite ranking)를 나타낸다.

[0088] 도 10에, 본 발명의 일 측면에 따른 측정된 신호 세기와 시뮬레이션된 신호 세기 사이의 스피어만 상관의 히스토그램(1000)이 도시되어 있다. 히스토그램(1000)은 [-1...1]의 스케일에서 적어도 0.6의 인자로 측정된 순위의 95% 이상이 시뮬레이션된 순위와 상관되어 있음을 보여준다. 이것은 시뮬레이션된 결과가 SPOT 시계의 위치를 결정하는 데 충분히 정확함을 나타낸다. 무선국의 수가 이하에 보다 상세히 기술하는 바와 같이 감축되는 경우 훨씬 더 양호한 상관이 획득가능하다.

[0089] 28개의 이용가능한 무선국이 있는 경우,  $28! \approx 3.05 \times 10^{29}$  개의 서로 다른 순위 벡터가 제공되며, 이는 엄청난 계산 및 저장 오버헤드를 요구한다. 그렇지만, 그 무선국 중 많은 무선국은 동일한 타워로부터 방송되며, 일부는 유사한 송신 전력을 갖는다. 동일 장소에 배치된 유사한 전력의 무선국으로부터의 신호 세기를 측정하는 것은 중복적인 것이다. 이들 중복성을 제거하기 위해, 28개의 무선국은 거의 유사한 무선국들의 그룹으로 분할된다. 이어서 유사성을 평가하기 위해 이하의 기준이 이용된다.

[0090] 1. 시뮬레이션된 신호 세기 지도 상의 공간적으로 대응하는 지점에 기초하여 모든 무선국 쌍 사이의 피어슨의 상관 계수(id를 참조)를 계산한다(주의: 피어슨의 상관 계수는 순위 상관인 아니라 표준 선형 상관 계수임).

[0091] 2. 어떤 임계값  $\rho$  이상으로 서로 상관되어 있는 무선국의 그룹을 찾아낸다. 본 발명의 일례의 이 예에서는,  $\rho = 0.95$  이 이용된다.

[0092] 3. 각각의 상관되어 있는 그룹에 대해, 그룹을 대표하는 최고 평균 신호 세기를 갖는 무선국을 선택한다.

[0093] 시애틀 지역의 시뮬레이션된 신호 세기에 상기 기준을 적용하여(이 기준은 또한 SPOT 시계로부터의 실제 측정에 적용되어  $r = 0.9$  를 갖는 거의 동일한 결과가 얻어짐), 적어도 0.95의 피어슨의 상관 계수를 갖는 상관된 무선국의 그룹이 7개 있음을 알았다. 도 11에, 본 발명의 일 측면에 따른 시애틀 지역에 있는 무선국에 대한 시뮬레이션된 신호 세기의 테이블(1100)이 도시되어 있다. 테이블(1100)은 7개 그룹의 무선국을, 각 그룹 내의 상관된 무선국의 주파수, 평균, 및 분산과 함께 보여주고 있다. 각 그룹으로부터 선택된 무선국이 굵은체로 나타내어져 있다.

[0094] 상기 기준을 적용하면, 무선국의 수가 28개에서 7개로 감소된다. 이것은  $28!$  개의 서로 다른 순위 벡터를 갖는 대신에 단지  $7! = 5040$  개의 순위 벡터만이 있게 되어 10의 25제곱만큼의 감소가 있다. 이것은 위치 결정에 이용되는 기술의 계산 및 메모리 성능에 상당히 긍정적인 효과를 갖는다. 이것은 자원이 한정된 장치의 경우에

특히 중요하다. 도 12에, 본 발명의 일 측면에 따른 7개의 선택된 무선국의 측정된 신호 세기와 시뮬레이션된 신호 세기 사이의 스피어만 상관의 히스토그램(1200)이 도시되어 있다. 히스토그램(1200)은 28개 무선국에서의 유사한 히스토그램(1000)(도 10)에 비해 상당한 개선을 보여주며, 측정된 신호 세기와 시뮬레이션된 신호 세기 사이의 상관성이 훨씬 더 높다. 측정된 신호 세기 순위 벡터의 95% 이상이 시뮬레이션된 신호 세기와 0.8 이상의 인자로 상관되어 있다. 이것은 또한 시뮬레이션된 결과가 SPOT 시계 및 유사한 장치 등의 위치를 결정하는 데 사용하기에 유효하다는 것을 강조한다.

[0095] 시뮬레이션된 신호 세기 지도의 각각의 셀은 순위 해쉬 코드로 변환되고, 이 순위 해쉬 코드는 중국에 측정된 순위 해쉬 코드로부터 위치를 추론하는 데 이용된다. 약 124 미터 폭(동서)과 약 185 미터 높이(남북)의 셀을 갖는 격자 상에 시뮬레이션된 신호 세기 지도가 생성된다. 이것은 ComStudy의 최대 시뮬레이션 해상도의 한계에 가까우며, 본 발명의 이 예에서 요구되는 것보다 훨씬 더 세밀하다. 게다가, 이 미세 해상도는 시애틀 근방의 테스트 지역을 표현하기 위해 442,806개(동서로 811개 × 남북으로 546개)의 셀을 제공한다. 순위 해쉬 코드는  $[0 \dots 7! - 1]$ 의 범위에 있으며, 이는 각각의 미세 셀이 그의 해쉬 코드를 나타내기 위해 13비트 정수를 필요로 함을 의미한다. 그러면, 이 무선 지도는 테스트 지역에 대한 해쉬 코드의 미세 격자를 표현하기 위해  $811 \times 546 \times 13/8 \approx 0.7 \text{ MB}$  를 필요로 하게 된다. 일반적으로 말하면, 이것은 소형의 자원이 한정된 장치에게는 너무 크다.

[0096] 이 저장 공간 문제를 해소하고 해쉬 코드를 적당한 해상도로 표현하기 위해, 거친 격자(coarse grid)가 미세 격자(fine grid) 상에 생성되고, 각각의 거친 셀(coarse cell)이 그의 하부의 미세 셀(fine cell)로부터의 순위 해쉬 코드의 히스토그램으로서 표현된다. 거친 셀의 크기가 변동되었지만, 일반적인 크기는  $16 \times 24 = 384$ 개의 미세 셀을 포함하는  $3\text{km} \times 3\text{km}$ 이다. 각각의 거친 셀의 히스토그램은 셀에 대한 순위 해쉬 코드의 확률 분포를 추정하기 위해 정규화된다. 수학적으로는, 이 확률 추정치는  $P'(r|c_i)$ 이며, 여기서  $r \in [0 \dots n! - 1]$  은 n개의 무선국의 순위 해쉬 코드를 나타내고,  $c_i, i \in [0 \dots m]$  는 m개의 거친 셀 중 하나를 나타낸다.

[0097] 실제로, 히스토그램은 많은 수의 가능한 순위 해쉬 코드로 인해 희박하게 분포되어 있다. 노이즈, 장치의 배향 및 시뮬레이션되지 않은 무선 전파 효과로 인해, 시뮬레이션된 확률  $P'(r|c_i)$  이 영인 셀에서의 순위 해쉬 코드가 종종 측정된다. 따라서, 확률 추정치는 갭을 채우기 위해 평활화된다. 불행히도, 인접 해쉬 코드가 반드시 유사한 순위 벡터를 나타내는 것은 아니기 때문에, 순위 해쉬 코드 r에 대한 단순한 평활화는 적합하지 않다. 그 대신에, 각각의 히스토그램 빈 내의 값을, 문제의 빈에서의 스피어만 상관 계수가 선택된 임계치  $\rho_s$  이상인 모든 빈에 걸쳐 최대값으로 교체함으로써 평활화가 달성된다. 방정식 형태로는, (비정규화된) 평활화된 확률은 이하의 수학식 3과 같이 계산된다.

**수학식 3**

[0098] 
$$P_u(r|c) = \max_{r': S(r,r') \geq \rho_s} P'(r'|c)$$

[0099] 여기서,  $S(r,r')$  은 해쉬 코드 r과 r'에 의해 표현된 순위 벡터 사이의 스피어만 상관 계수이다. 이어서,  $P_u(r|c_i)$  이 r에 대해  $P(r|c_i)$  로 정규화되어, 거친 셀의 경우 순위 해쉬 코드의 평활화된 확률 함수를 제공한다. 직관적으로,  $\rho_s$  는 평활화 파라미터로서 가능하며, 값이 클수록 더 많은 평활화를 제공한다.

[0100] 측정된 순위 해쉬 코드 r이 주어지면, 셀  $c_k$  내에 있을 확률은 수학식 4의 베이스 규칙에 의해 제공된다.

**수학식 4**

[0101] 
$$P(c_k|r) = \frac{P(r|c_k)P(c_k)}{\sum_{i=1}^m P(r|c_i)P(c_i)}$$

[0102]  $r$ 이 주어지면, 이 분모는 상수이고,  $P(c_k) = 1/m$  을 의미하는, 장치가  $m$ 개의 셀 중 어느 것에 있는지에 대한 선택적 가정이 행해지지 않는다. 따라서, 최대 확률 추정치는 수학적 5의 장치의 위치로서 선택된다.

**수학적 5**

$$c = \arg \max_{c_k: k \in \{1, \dots, m\}} P(r|c_k)$$

[0103] 실제로, 이들 결과는 마지막  $K$ 번의 신호 세기 스캔(시간 윈도우 크기)에서 가장 빈번하게 추론된 셀을 취함으로써 평활화된다. 비록 과도한  $K$  값이 그 추론을 너무 "어려운" 것으로 만들 수 있지만, 이것은 위치 추론이 장소에 따라 터무니없이 점프하는 것을 막는 데 도움이 된다.

[0105] 상기 예는 축소된 세트인 7개의 지역 FM 무선국의 신호 세기를 측정하도록 프로그램된 SPOT 시계를 가지고서 더 큰 시애틀 지역에서 수행되었다. SPOT 시계를 가지고 그 지역 여기 저기를 다니면서 7개 무선국 모두의 신호 세기를 로깅하고 매초마다 7개 무선국을 한번씩 스캔한 결과 GPS 위치 표시값과 함께 각 무선국에 대해 약 3920개의 표시값을 얻었다. 한편, 7개의 무선국에 대한 시뮬레이션된 무선 지도가 생성되었다. 도 13에, 본 발명의 일 측면에 다른 테스트 지역을 나타내는 지도(1300)가 도시되어 있다. 지도(1300)는 위치를 추론하는 데 사용되었던 셀 폭 7km의 거친 격자(1304)와 함께 운행 경로(1302)를 보여주고 있다. 운행 경로(1302)는 고속도로와 지방 도로를 모두 포함하고 있다.

[0106] 이 예는 시뮬레이션된 무선 지도 상에 작성된 간단한 히스토그램을 사용하여 장치의 위치가 본 발명에서 10마일(약 16km) 이하의 정확도까지 결정될 수 있음을 보여준다. 이하에서는 상관 임계값  $\rho_s$ , 시간 윈도우 크기  $K$ , 및 격자 셀 폭  $w$ 의 추정된 위치의 정확도에 대한 효과에 대해 설명한다.

[0107] 이 예는 거친 격자 셀 폭  $w$ 가 위치 추론의 정확도에 영향을 미치는 측면에서 중요한 파라미터임을 보여준다. 거친 셀 폭을 증가시키는 것은  $P'(r|c)$ 의 히스토그램 추정치에서 더 많은 미세 격자 셀을 가지며, 따라서 순위 확률 분포에 관한 더 많은 정보를 갖는 이점이 있다. 또한, 셀 폭을 증가시키는 것은 격자 내의 셀의 전체 개수를 감소시키며, 따라서 계산 오버헤드를 감소시킨다. 그렇지만, 셀 폭이 증가함에 따라, 위치 해상도는 당연히 감소된다. 도 14에, 본 발명의 일 측면에 따른  $\rho_s = 0.9$  및  $K = 5$ 에 대한 셀 폭과 메디안 오차 사이의 관계를 나타내는 그래프(1400)가 도시되어 있다. 그래프(1400)로부터, 10 마일(약 16km) 부근에 낮은 메디안 오차를 가져오는 3개의 값(1, 7, 11 km)이 있음을 알 수 있다. 도 15에서, 그래프(1500, 1502)는 본 발명의 일 측면에 따른 주어진 셀 폭에 대한 확률 밀도 함수와 누적 밀도 함수를 나타낸다. 오차 확률 밀도 함수(probability density function, PDF) 그래프(1500) 및 누적 밀도 함수(cumulative density function, CDF) 그래프(1502)는 셀 폭  $w = 1\text{km}$ ,  $\rho_s = 0.9$ , 및  $K = 5$ 에 대응한다.

[0108] 추론 알고리즘의 정확도에 영향을 미치는 두번째 인자는 상관 평활화 임계값(correlation smoothing threshold)  $\rho_s$ 이다. 전술한 바와 같이, 상관 임계값은 확률 추정치를 평활화하기 위해 도입되었다. 따라서,  $\rho_s$ 를 증가시키면  $P'(r|c_i)$ 의 히스토그램 기반 추정치에서 더 많은 갭을 채우게 된다. 그렇지만,  $\rho_s$ 를 어떤 값 이상으로 증가시키면 평활화가 너무 지나치게 되어 서로 다른 장소의 구별성을 떨어뜨리게 된다. 도 16에, 본 발명의 일 측면에 따른 상관 임계값과 메디안 오차 사이의 관계를 나타낸 그래프(1600)가 도시되어 있다. 그래프(1600)는  $\rho_s = 0.9$ (단,  $w = 1\text{km}$ 이고  $K = 5$ 임)에서 메디안 오차의 전체적인 최소값이 있음을 보여준다[그래프 보간 이상(interpolation anomaly)은  $\rho_s = 0.95$  부근에서의 잘못된 하락(false dip)을 일으킨다].

[0109] 정확도에 영향을 주는 다른 인자는 시간 윈도우 크기  $K$ 이다. 무선국들이 1Hz로 스캔되기 때문에,  $K$ 는 위치를 추론하는 데 이용되는 데이터를 초 단위로 계산한 수에 대응한다.  $K$ 를 증가시키는 것이 정확도를 향상시키지만 메모리 저장 공간 및 계산 능력 요구 사항도 증대시키는 분명하다. 도 17에, 본 발명의 일 측면에 따른 윈도우 크기와 메디안 오차 사이의 관계를 나타낸 그래프(1700)가 도시되어 있다. 그래프(1700)로부터 10 마일(약 16km) 이하의 메디안 오차는 윈도우 크기  $K \geq 10$ (단,  $w = 1\text{ km}$ 이고  $\rho_s = 0.9$  임)에서 얻어짐이 명백하다.

[0110] 본 발명은 FM 무선 신호 세기 등의 주변 신호 세기에 기초하여 장치의 위치를 추론하는 수단을 제공한다. 그의

이점으로는 FM 무선의 넓은 통달 범위, 실내 및 실외 위치를 포괄하는 것, 및 SPOT 장치 등의 목표 장치가 용이하게 무선 신호 세기를 측정하여 수 마일의 정확도를 제공하는 것이 있다. 본 발명은 주변 신호의 절대 신호 세기가 아닌 주변 신호의 순위에 기초한 추론에 의존하여 장치들 간의 측정 차이에 안정되어 있다. 시뮬레이션된 신호 세기를 이용하는 경우 위치의 함수인 신호 세기를 수작업으로 조사하는 일이 필요하지 않다. 순위 해쉬 코드의 평활화된 히스토그램을 이용함으로써, 장치의 위치가 10마일(약 16 km) 이하의 정확도까지 추론될 수 있다. 본 발명에 의해 이용되는 극히 적은 자원의 사용은 소형의 착용형 장치 등의 자원이 한정된 장치에 가능성을 제공할 수 있게 해준다.

[0111] 본 발명의 또다른 일례에서, 어떤 장치의 저장 용량이 한정된 경우, 어느 무선국 히스토그램을 장치로 전송할지를 식별하는 방법이 이용된다. 본 발명의 또다른 실시예에서, 분류 정확도는 위치 추론을 시간에 따라 평활화하고, 위치 주변에 관한 지식을 활용하고 장치가 위치들 사이를 얼마나 빨리 이동할 것으로 예상되는지에 관한 제약 조건을 준수함으로써 증대될 수 있다. 본 발명의 또다른 실시예는 위치에 대한 확률 분포가 주어진 경우 진단 오류를 최소화하는 결정 이론적 방법(decision-theoretic approach)을 사용한다. 다시 말하면, 본 발명의 또다른 실시예는 세기에 의해 집단화된 신호 방출기의 그룹들 사이의 관계 및 신호 세기를 포착하는 방법들을 비롯한, 순위 조사 이외에 상대 신호 세기의 특성을 포착하는 다른 기본적인 표현을 사용한다.

[0112] 이상에서 도시하고 설명한 예시적인 시스템을 고려하여, 본 발명에 따라 구현될 수 있는 방법들은 도 18 내지 도 23의 플로우차트를 참조하면 보다 잘 이해될 것이다. 설명의 간략함을 위해 이 방법들이 일련의 블록으로서 도시되고 기술되어 있지만, 본 발명에 따르면 어떤 블록들이 본 명세서에 도시되고 기술되어 있는 것과 다른 순서로 및/또는 다른 블록들과 동시에 행해질 수 있기 때문에, 본 발명이 그 블록의 순서에 의해 한정되지 않음을 이해할 것이다. 게다가, 도시된 블록들 모두가 본 발명에 따라 그 방법을 구현해야만 하는 것이 아닐 수 있다.

[0113] 본 발명은 하나 이상의 컴포넌트에 의해 실행되는 프로그램 모듈 등의 컴퓨터 실행가능 명령어의 일반적인 관점에서 기술될 수 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈은 특정의 작업을 수행하거나 특정의 추상 데이터 유형을 구현하는 루틴, 프로그램, 오브젝트, 데이터 구조 등을 포함한다. 일반적으로, 프로그램 모듈의 기능은 본 발명의 여러가지 실시예들에 있어서 원하는 바에 따라 결합 또는 분산될 수 있다.

[0114] 도 18을 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치를 알아내는 방법(1800)의 흐름도가 도시되어 있다. 방법(1800)은 단계 1802에서 시작하여 단계 1804에서 신호 세기 표시자를 제공한다. 이 표시자는 일반적으로 타워, 빌딩 안테나, 및 모바일 장치(지상 장치 및 항공 장치 등을 포함함) 등과 같은 신호 소스로부터의 주변 신호 등과 같은 신호의 표현이다. 이 신호들은 주파수 변조된 신호, 진폭 변조된 신호, 극초단파(ultra high frequency, UHF) 신호, 초단파(very high frequency, VHF) 신호 등과, 상위 마이크로파 신호(upper microwave signal) 등과 같은 훨씬 더 많은 방향성 신호(directional signal)를 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명은 또한 적외선, x-선 및 우주선(cosmic ray) 등의 신호 세기를 나타낼 수 있는 더 높은 주파수 수신 장치에서 동작하도록 구성될 수 있다. 이와 유사하게, 초음파(ultra-sonics), 음파(sonics), 및 초저음(infra-sonics) 등의 수신을 제공하는 더 낮은 주파수 수신 장치도 역시 본 발명에서 동작가능하다. 본 발명은 또한 시변 신호 및 모바일 플랫폼으로부터 방출된 신호에도 대응할 수 있다. 지형 장애물로 인한 신호의 변동에 대응하기 위해 지형에 민감한 전파 모델(terrain-sensitive propagation model)도 이용될 수 있다. 이와 마찬가지로, 빌딩, 기념물, 및 인공물 등과 같은 대형 구조물로부터의 반사와 같은 것에 대응하기 위해 다른 전파 모델도 이용될 수 있다. 본 발명은 속도 예측 모델을 이용함으로써 장치의 위치 뿐만 아니라 장치의 속도를 결정하기 위해 사용될 수도 있다.

[0115] 신호 세기 표시자는 정확한 세기를 절대값 스케일로 제공하는 그 표시자에만 한정되는 것은 아니다. 본 발명은 신호 세기 표시자와 관련된 단위가 없는 신호 세기 표시자를 채용할 수 있다. 신호 세기 표시자가 일단 제공되면, 제공된 신호세기 표시자에 기초하여 위치가 결정되고(단계 1806), 프로세스가 종료된다(단계 1808). 결정은 일반적으로 추론을 통한 위치 확인을 제공하기 위해 분포가 이용될 수 있게 해주는 알고리즘에 기초한다. 본 발명의 일 측면에서, 절대 신호 세기에 의존하지 않는 베이지안 분류 알고리즘이 사용된다. 그 대신에, 신호 검출 에러, 캘리브레이션 에러, 및 미지의 신호 세기 표시자 소스 등과 같은 변동이 위치 결정에 영향을 주지 않도록 하는 것을 용이하게 하기 위해 신호 세기의 순위가 이용된다.

[0116] 도 19에, 본 발명의 일 측면에 따라 장치의 위치를 확인하는 방법(1900)의 또다른 흐름도가 도시되어 있다. 방법(1900)은 단계 1902에서 시작하고, 단계 1904에서 예를 들어 상용 FM 무선 타워 및/또는 무선국 등의 소스로부터의 예를 들어 무선 주파수 신호 등의 주변 신호를 획득한다. 이어서, 단계 1906에서 무선 주파수의 목록이 스캔되고, 단계 1908에서 측정된 신호 세기 벡터가 결정된다. 이어서, 단계 1910에서 주파수들에 대한 상대 세

기가 정렬되고 순위 벡터가 계산된다. 이어서, 단계 1912에서 신호 세기의 순열에 기초하여 해쉬 코드가 생성된다. 이어서, 단계 1914에서 위치 확인 시스템을 훈련시키기 위해 각각의 원하는 위치로부터 해쉬 코드가 획득된다. 이어서, 단계 1916에서 해쉬 코드로부터 정규화된 히스토그램이 작성된다. 이어서, 단계 1918에서 예를 들어 베이스 규칙(Bayes rule)에 따라 확률이 계산된다. 이어서, 단계 1920에서 예를 들어, 베이저안 분류기 등의 분류기를 사용하여 장치가 그 특정의 위치에 있을 가능성이 가장 높음을 나타내는 최대 사후 확률(a maximum a posteriori probability)을 식별하고, 이어서 단계 1922에서 프로세스가 종료한다.

[0117] 도 20을 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따른 위치 확인 장치를 훈련시키는 방법(2000)의 흐름도가 도시되어 있다. 방법(2000)은 단계 2002에서 시작하고, 이어서 단계 2004에서 주변 신호를 수신하는 장치를 특정의 장소에 위치시킨다. 이어서, 단계 2006에서 무선 주파수 신호 등과 같은 주변 신호 각각을 여러번 스캔하여 그의 신호 세기를 획득한다. 이어서, 단계 2008에서 각각의 스캔에 대해 순위 해쉬 코드 등과 같은 순위 정보가 계산된다. 이어서, 단계 2010에서 특정의 위치에 대해 순위 해쉬 코드 등의 순위 정보의 정규화된 히스토그램이 생성되어 저장된다. 이어서, 단계 2012에서 또다른 위치로부터 데이터를 획득하길 원하는지 여부에 관한 결정이 행해진다. '예'인 경우, 단계 2004에서 그 장치는 또다른 위치로 이동되고, 방법(2000)이 다시 시작된다. 원하는 위치가 더 이상 없는 경우, 단계 2014에서 프로세스가 종료한다.

[0118] 도 21에서, 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치를 확인하는 데 이용되는 히스토그램을 평활화하는 방법(2100)의 흐름도가 도시되어 있다. 방법(2100)은 단계 2102에서 시작되어, 단계 2104에서 하부의 미세 격자 셀에 기초하여 거친 격자 셀 히스토그램을 계산한다. ComStudy 등과 같은 시뮬레이션 소프트웨어에 의해 제공되는 미세 격자 대신에 거친 격자를 이용함으로써, 기본 장치에 힘겨운 저장 및 처리 부담을 주지 않고 적합한 해상도가 획득된다. 이어서, 단계 2106에서 거친 격자 셀 히스토그램이 정규화된다. 이것은 셀에 대한 순위 해쉬 코드의 확률 분포의 추정치를 제공한다. 이어서, 단계 2108에서 상관 임계값이 선택된다. 이것은 희박하게 분포된 히스토그램의 평활화의 제어를 가능하게 해주며, 값이 클수록 더 많은 평활화를 제공한다. 이어서, 단계 2110에서 상관 임계값 이상의 스피어만 상관 계수를 갖는 히스토그램 빈이 결정된다. 이어서, 단계 2112에서 상관 임계값 이상인 모든 히스토그램 빈에 대한 최대값이 계산된다. 이어서, 단계 2114에서 상관 임계값 이상의 히스토그램 빈 각각은 그 값이 최대값으로 교체되고, 단계 2116에서 프로세스는 종료한다. 방정식 형태로는, 평활화된 확률은 수학적 식 3과 같이 계산된다.

[0119] <수학적 식 3>

[0120] 
$$P_u(r|c) = \max_{r': S(r,r') \geq \rho_c} P(r'|c)$$

[0121] 여기서,  $S(r, r')$  은 해쉬 코드 r과 r'에 의해 표현된 순위 벡터 사이의 스피어만 상관 계수이다. 이어서,  $P_u(r|c_i)$  은 거친 셀의 경우 순위 해쉬 코드의 평활화된 확률 함수를 제공하기 위해 r에 대해 정규화되어  $P(r|c_i)$  로 된다.

[0122] 도 22를 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따른 위치 추론을 평활화하는 방법(2200)의 흐름도가 도시되어 있다. 방법(2200)은 단계 2202에서 시작되고, 이어서 단계 2204에서 신호 세기 스캔의 이력을 획득한다. 이어서, 단계 2206에서 위치 추론 평활화 값 "K"(시간 윈도우 크기)가 선택된다. 이어서, 단계 2208에서 마지막 "K"번의 신호 세기 스캔에 대해 가장 빈번하게 추론된 위치가 결정되고, 단계 2210에서 프로세스는 종료한다. 가장 빈번하게 추론된 위치는 기본 장치에 사용되는 위치가 된다. 이것은 장치가 장치의 배향 이동 및 다른 환경적 영향으로 인해 위치에 따라 "점프"하는 것을 방지하기 위해 빈번하게 행해진다. 추론된 위치를 평활화함으로써, 장치에 의해 거의 일정한 값이 표시된다.

[0123] 도 23으로 이동하면, 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치를 확인하는 데 이용하기 위한 주변 신호 세트를 최적화하는 방법(2300)의 흐름도가 도시되어 있다. 방법(2300)은 단계 2302에서 시작하고, 이어서 단계 2304에서 주변 신호 세트와 그의 각각의 신호 세기를 획득한다. 이어서, 단계 2306에서 상기 세트 내의 모든 신호 소스 쌍들 사이의 피어슨 상관 계수가 계산된다. 본 발명의 일 실시예에서, 신호 소스들의 쌍을 형성하는 것은 시뮬레이션된 신호 세기 지도 등에서의 공간적으로 대응하는 지점들에 기초하고 있다. 피어슨의 상관 계수는 순위 상관이 아닌 표준 선형 상관 계수를 나타낸다. 이어서, 단계 2308에서 상관 임계값이 선택된다. 본 발명의 일 실시예에서의 이 상관 임계값의 전형적인 값은 대략 0.95이다. 이어서, 단계 2310에서 선택된 상관 임계값보다 크게 상관되어 있는 신호 소스는 함께 그룹화된다. 이어서, 단계 2312에서 각 그룹의 최고 평균 신호 세기를

갖는 신호가 그 그룹을 대표하는 것으로 선택되고, 단계 2314에서 종료된다. 이 방법(2300)은 장치의 위치를 확인하는 데 이용되는 순위 벡터의 개수를 10의 몇 제곱만큼 감소시킨다. 이 방법(2300)은 또한 주변 신호가 단일 소스로부터 나와서 소스 중복성이 제거되는 경우에 특히 유용하다.

[0124] 본 발명의 실시예들은 프로그래밍 장치 및/또는 엔드포인트 장치 자체 상에서 사용자로부터 입력 및/또는 피드백을 받는 수단을 포함할 수 있다. 이러한 입력은, 예를 들어 "다른 지역은 여행하지 않을 것이므로 이러한 대도시 지역 내의 이러한 특정의 지역 서브셋만을 고려할 것"과 같이, 사용자가 추론으로부터 배제시키고자 하는 지역을 포함할 수 있다. 이러한 제약 조건은 위치의 범위를 축소시킴으로써 시스템의 추론의 정확도를 향상시킬 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 사용자들은, 예를 들면 "이것은 틀린 것이고 이것이 맞는 것이다"와 같이, 예를 들어 간단한 버튼 누름을 통해 시스템의 정확도에 관한 피드백을 입력할 수 있다. 이러한 피드백은 장래의 추론의 정확도를 향상시키기 위해 사용될 수 있다.

[0125] 본 발명의 여러가지 측면들을 구현하기 위한 부가의 콘텍스트를 제공하기 위해, 도 24 및 이하의 설명은 본 발명의 여러가지 측면들이 구현될 수 있는 적합한 컴퓨팅 환경(2400)의 간단한 전체적인 설명을 제공하기 위한 것이다. 로컬 컴퓨터 및/또는 원격 컴퓨터 상에서 실행되는 컴퓨터 프로그램의 컴퓨터 실행가능 명령어의 일반적인 관점에서 본 발명에 대해 전술하였지만, 당업자라면 본 발명이 기타 프로그램 모듈과 결합하여 구현될 수도 있음을 잘 알 것이다. 일반적으로, 프로그램 모듈은 특정의 작업을 수행하고 및/또는 특정의 추상 데이터 유형을 구현하는 루틴, 프로그램, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 게다가, 당업자라면 본 발명의 방법들이 퍼스널 컴퓨터, 핸드헬드 컴퓨팅 장치, 마이크로프로세서 기반 및/또는 프로그램가능 가전 제품 등 뿐만 아니라 단일 프로세서 또는 멀티 프로세서 컴퓨터 시스템, 미니컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터(이들 각각은 동작 중에 하나 이상의 관련 장치들과 통신할 수 있음)를 비롯한, 다른 컴퓨터 시스템 구성에서 실시될 수 있음을 잘 알 것이다. 본 발명의 예시된 측면들은 또한 어떤 작업들이 통신 네트워크를 통해 연결되어 있는 원격 프로세싱 장치에 의해 수행되는 분산 컴퓨팅 환경에서 실시될 수 있다. 그렇지만, 그 전부는 아닐지라도 본 발명의 일부 측면들은 독립형 컴퓨터(stand-alone computer) 상에서 실시될 수 있다. 분산 컴퓨팅 환경에서, 프로그램 모듈은 로컬 및/또는 원격 메모리 저장 장치에 위치할 수 있다.

[0126] 본 출원에서 사용되는 바와 같이, "컴포넌트"라는 용어는 하드웨어, 하드웨어와 소프트웨어의 조합, 소프트웨어 또는 실행중인 소프트웨어 등의 컴퓨터 관련 엔티티를 지칭하기 위한 것이다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서 상에서 실행 중인 프로세스, 프로세서, 오브젝트, 실행 파일, 실행 쓰레드, 프로그램 및 컴퓨터일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예로서, 서버 상에서 실행 중인 애플리케이션 및/또는 그 서버는 컴포넌트일 수 있다. 게다가, 컴포넌트는 하나 이상의 서브컴포넌트(subcomponent)를 포함할 수 있다.

[0127] 도 24를 참조하면, 본 발명의 여러가지 측면들을 구현하는 예시적인 시스템 환경(2400)은 처리 장치(2404), 시스템 메모리(2406), 및 시스템 메모리를 비롯한 여러가지 시스템 컴포넌트를 처리 장치(2404)에 연결시키는 시스템 버스(2408)를 포함하는 종래의 컴퓨터(2402)를 포함한다. 처리 장치(2404)는 임의의 상업적으로 이용가능한 또는 독점적인 프로세서일 수 있다. 게다가, 이 처리 장치는 병렬로 연결될 수 있는 것 등의 2개 이상의 프로세서로 형성된 멀티-프로세서로서 구현될 수 있다.

[0128] 시스템 버스(2408)는 메모리 버스 또는 메모리 컨트롤러, 주변 버스와, 몇가지 열거하자면 PCI, VESA, 마이크로 채널, ISA, 및 EISA 등의 각종의 종래의 버스 아키텍처 중 임의의 것을 사용하는 로컬 버스를 비롯한 몇가지 유형의 버스 구조 중 임의의 것일 수 있다. 시스템 메모리(2406)는 판독 전용 메모리(ROM)(2410) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)(2412)를 포함한다. 시동 중과 같은 때에 컴퓨터(2402) 내의 요소들 사이에서의 정보 전송을 돕는 기본 입출력 시스템(BIOS)(2414)은 ROM(2410)에 저장되어 있다.

[0129] 컴퓨터(2402)는 또한 예를 들어 하드 디스크 드라이브(2416), 예를 들어 분리형 디스크(2420)로부터 판독하거나 그 디스크에 기록하기 위한 자기 디스크 드라이브(2418), 및 예를 들어 CD-ROM 디스크(2424) 또는 기타 광학 매체로부터 판독하거나 그 디스크에 기록하기 위한 광학 디스크 드라이브(2422)를 포함할 수 있다. 하드 디스크 드라이브(2416), 자기 디스크 드라이브(2418), 및 광학 디스크 드라이브(2422)는 각각 하드 디스크 드라이브 인터페이스(2426), 자기 디스크 드라이브 인터페이스(2428), 및 광학 드라이브 인터페이스(2430)에 의해 시스템 버스(2408)에 연결되어 있다. 드라이브(2416 내지 2422) 및 그의 관련 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터(2402)의 데이터, 데이터 구조, 컴퓨터 실행가능 명령어 등의 비휘발성 저장을 제공한다. 이상에서의 컴퓨터 판독가능 매체에 대한 설명은 하드 디스크, 분리형 자기 디스크, 및 CD에 대해 말하고 있지만, 당업자라면 자기 카세트, 플래쉬 메모리 카드, DVD, 베르누이 카트리지 등과 같은 컴퓨터에 의해 판독가능한 다른 유형의 매체도 예시적인 오퍼레이팅 환경(2400)에서 사용될 수 있고 또 임의의 이러한 매체가 본 발명의 방법을 수행하기 위한 컴퓨

터 실행가능 명령어를 포함할 수 있음을 잘 알 것이다.

- [0130] 운영 체제(2432), 하나 이상의 애플리케이션 프로그램(2434), 기타 프로그램 모듈(2436), 및 프로그램 데이터(2438)를 비롯한 다수의 프로그램 모듈이 드라이브(2416 내지 2422) 및 RAM(2412)에 저장될 수 있다. 운영 체제(2432)는 임의의 적합한 운영 체제 또는 운영 체제들의 조합일 수 있다. 예로서, 애플리케이션 프로그램(2434) 및 프로그램 모듈(2436)은 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치를 추론하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0131] 사용자는 키보드(2440) 및 포인팅 장치[예를 들면, 마우스(2442)] 등의 하나 이상의 사용자 입력 장치를 통해 명령 및 정보를 컴퓨터(2402)에 입력할 수 있다. 다른 입력 장치(도시 생략)로는 마이크로폰, 조이스틱, 게임패드, 위성 안테나, 무선 리모콘, 스캐너 등이 있을 수 있다. 이들 및 다른 입력 장치는 종종 시스템 버스(2408)에 연결된 직렬 포트 인터페이스(2444)를 통해 처리 장치(2404)에 연결되어 있지만, 병렬 포트, 게임 포트 또는 USB(범용 직렬 버스) 등의 다른 인터페이스에 의해 연결될 수 있다. 모니터(2446) 또는 다른 유형의 디스플레이 장치도 비디오 어댑터(2448) 등의 인터페이스를 통해 시스템 버스(2408)에 연결된다. 모니터(2446) 이외에, 컴퓨터(2402)는 스피커, 프린터 등과 같은 다른 주변 출력 장치(도시 생략)를 포함할 수 있다.
- [0132] 컴퓨터(2402)가 하나 이상의 원격 컴퓨터(2460)으로의 논리적 연결을 사용하여 네트워크 환경에서 동작할 수 있음을 잘 알 것이다. 비록 도 24에는 간결함을 위해 메모리 저장 장치(2462)만이 도시되어 있지만, 원격 컴퓨터(2460)는 워크스테이션, 서버 컴퓨터, 라우터, 피어 장치 또는 다른 통상의 네트워크 노드일 수 있으며, 일반적으로 컴퓨터(2402)에 대해 기술한 컴포넌트들의 대부분 또는 그 전부를 포함한다. 도 24에 도시된 논리적 연결은 LAN(2464) 및 WAN(2466)을 포함할 수 있다. 이러한 네트워킹 환경은 사무실, 기업 광역 컴퓨터 네트워크, 인트라넷 및 인터넷에서 통상적인 것이다.
- [0133] 예를 들어 LAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(2402)는 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(2468)를 통해 로컬 네트워크(2464)에 연결되어 있다. WAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(2402)는 일반적으로 모뎀(예를 들어, 전화, DSL, 케이블 등)(2470)을 포함하거나 LAN을 통해 통신 서버에 연결되어 있거나 또는 인터넷 등의 WAN(2466)을 통해 통신을 설정하기 위한 다른 수단을 가지고 있다. 컴퓨터(2402)에 대해 내장형 또는 외장형일 수 있는 모뎀(2470)은 직렬 포트 인터페이스(2444)를 통해 시스템 버스(2408)에 연결된다. 네트워크 환경에서, 프로그램 모듈[애플리케이션 프로그램(2434)을 포함함] 및/또는 프로그램 데이터(2438)는 원격 메모리 저장 장치(2462)에 저장될 수 있다. 도시된 네트워크 연결은 예시적인 것이며, 본 발명의 일 측면을 구현할 때 컴퓨터(2402, 2460) 사이의 통신 링크를 설정하는 다른 수단(예를 들면, 유선 또는 무선)이 사용될 수 있음을 잘 알 것이다.
- [0134] 달리 언급하지 않는 한, 컴퓨터 프로그래밍 분야의 당업자의 관례에 따라, 본 발명은 컴퓨터(2402) 또는 원격 컴퓨터(2460) 등의 컴퓨터에 의해 수행되는 작용 및 동작의 심볼 표현을 참조하여 기술된다. 이러한 작용 및 동작은 때로는 컴퓨터로 실행되는 것으로 말해진다. 작용 및 심볼로 표현된 동작은 데이터 비트를 나타내는 전기 신호를 처리 장치(2404)가 처리하여 전기 신호 표현의 변환 또는 변형을 가져오는 것, 및 신호의 다른 프로세싱 뿐만 아니라 컴퓨터 시스템의 동작을 재구성하거나 달리 변경하기 위해 데이터 비트를 메모리 시스템[시스템 메모리(2406), 하드 드라이브(2416), 플로피 디스크(2420), CD-ROM(2424) 및 원격 메모리(2462)를 포함함] 내의 메모리 장소에 보관하는 것을 포함함을 잘 알 것이다. 이러한 데이터 비트가 보관되는 메모리 장소는 데이터 비트에 대응하는 특성의 전기적, 자기적 또는 광학적 특성을 갖는 물리적 장소이다.
- [0135] 도 25는 본 발명과 상호작용할 수 있는 예시적인 컴퓨팅 환경(2500)의 또다른 블록도이다. 시스템(2500)은 또한 하나 이상의 클라이언트(2502)를 포함하는 시스템을 나타낸다. 클라이언트(2502)는 하드웨어 및/또는 소프트웨어(예를 들어, 쓰레드, 프로세스, 컴퓨팅 장치)일 수 있다. 시스템(2500)은 또한 하나 이상의 서버(2504)를 포함한다. 서버(2504)는 또한 하드웨어 및/또는 소프트웨어(예를 들어, 쓰레드, 프로세스, 컴퓨팅 장치)일 수 있다. 서버(2504)는 예를 들어 본 발명을 사용함으로써 변환을 수행하는 쓰레드를 내포할 수 있다. 클라이언트(2502)와 서버(2504) 사이의 한가지 가능한 통신은 2개 이상의 컴퓨터 프로세스 사이에서 전송되도록 구성된 데이터 패킷의 형태일 수 있다. 시스템(2500)은 클라이언트(2502)와 서버(2504) 사이의 통신을 용이하게 하기 위해 사용될 수 있는 통신 프레임워크(2508)를 포함한다. 클라이언트(2502)는 클라이언트(2502)에 로컬인 정보를 저장하기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 클라이언트 데이터 저장 장치(2510)에 연결되어 동작한다. 이와 유사하게, 서버(2504)는 서버(2504)에 로컬인 정보를 저장하는 데 사용될 수 있는 하나 이상의 서버 데이터 저장 장치(2506)에 연결되어 동작한다.

**발명의 효과**

- [0136] 본 발명의 일 실시예에서, 장치의 위치 확인을 용이하게 해주는 2개 이상의 컴퓨터 컴포넌트 사이에서 전송되는 데이터 패킷은 적어도 하나의 주변 주파수 신호 표시자에 기초하여 장치의 위치의 근사값을 결정하는 위치 확인 시스템에 관련한 정보를 적어도 부분적으로 포함한다.
- [0137] 본 발명의 또다른 실시예에서, 장치의 위치 확인을 용이하게 해주는 시스템의 컴퓨터 실행가능 컴포넌트를 저장하는 컴퓨터 관독가능 매체는 적어도 하나의 주변 주파수 신호 표시자에 기초하여 장치의 위치의 근사값을 결정하는 위치 확인 시스템을 적어도 부분적으로 포함한다.
- [0138] 본 발명의 또다른 실시예에서, 위치는 이동 및/또는 고정 신호 방출기를 바탕으로 한 신호 세기 표시자에 기초하여 결정된다. 모바일 유닛들로부터 전송되는 데이터는 위치 결정에 대한 안정성을 제공하기 위해 사용된다.
- [0139] 본 발명의 또다른 실시예에서, 신호 방출기의 방사 패턴은 위치의 결정에서 사용된다.
- [0140] 본 발명의 시스템 및/또는 방법이 컴퓨터 컴포넌트 및 비컴퓨터 관련 컴포넌트 둘다를 돕는 시스템의 위치 확인에 사용될 수 있음을 잘 알 것이다. 게다가, 당업자라면 본 발명의 시스템 및/또는 방법이 컴퓨터, 서버 및/또는 핸드헬드 전자 장치, 고정형 전자 장치(예를 들어, 자석 부착, 찍찍이 부착, 후크 부착, 접착제 부착 등), 착용형 전자 장치(예를 들어, 시계, 안경, 의류 물품, 보청기, 목걸이, 팔찌, 벨트, 발찌(ankle bracelet), 넥 타이 핀, 반지 등) 등(이에 한정되는 것은 아님)을 비롯한 광범위한 전자 관련 기술에서 이용가능함을 잘 알 것이다.
- [0141] 전술한 것은 본 발명의 일례들을 포함한다. 물론, 본 발명을 설명하기 위해 컴포넌트 또는 방법론의 생각할 수 있는 모든 조합을 기술할 수는 없지만, 당업자라면 본 발명의 많은 다른 조합 및 치환이 가능함을 잘 알 수 있다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항의 사상 및 범위 내에 속하는 이러한 수정, 변경, 및 변형 모두를 포함하는 것으로 보아야 한다. 게다가, "포함한다"는 용어가 상세한 설명 또는 청구항에서 사용되는 범위까지, 이러한 용어는 청구항의 트랜지션 구문(transitional word)으로서 사용될 때 "포함하는"이 해석되는 것과 같이 "포함하는"이라는 용어와 유사한 방식으로 포함적인 것으로 보아야 한다.

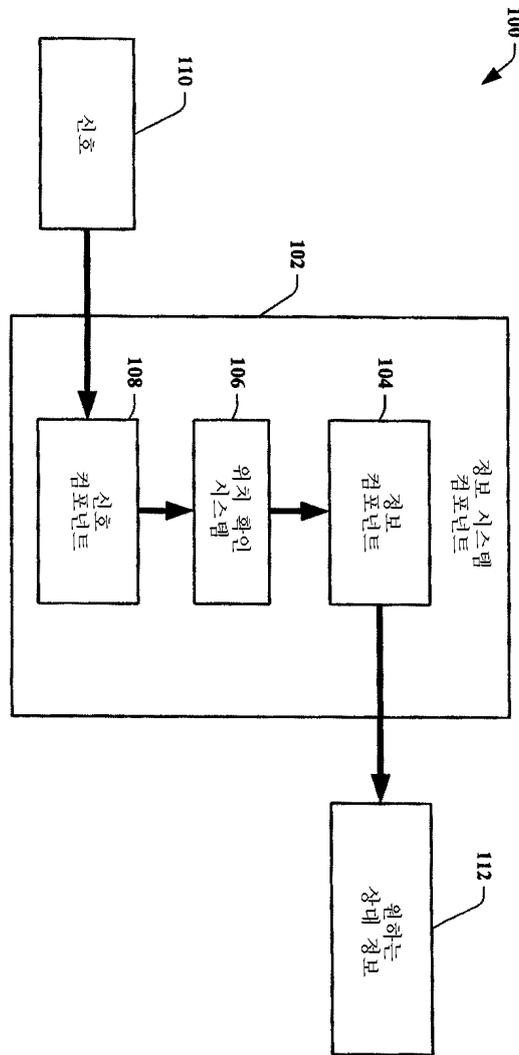
**도면의 간단한 설명**

- [0001] 도 1은 본 발명의 일 측면에 따른 정보 시스템의 블록도.
- [0002] 도 2는 본 발명의 일 측면에 따른 위치 확인 시스템의 블록도.
- [0003] 도 3은 본 발명의 일 측면에 따른 위치 확인 시스템을 이용하는 장치의 예시도.
- [0004] 도 4는 본 발명의 일 측면에 따른 신호 세기의 정확도(accuracy)를 나타낸 그래프.
- [0005] 도 5는 본 발명의 일 측면에 따른 신호 세기의 단조성(monotonicity)을 나타낸 그래프.
- [0006] 도 6은 본 발명의 일 측면에 따른 해쉬 코드 순열(hash code permutation)을 설명하는 3차원 그래프.
- [0007] 도 7은 본 발명의 일 측면에 따라 이용되는 지도를 나타낸 도면.
- [0008] 도 8은 본 발명의 일 측면에 따른 무선 신호 세기 표시자 값을 나타낸 그래프.
- [0009] 도 9는 본 발명의 일 측면에 따른 분류 정확도(classification accuracy)의 일례를 나타낸 도면.
- [0010] 도 10은 본 발명의 일 측면에 따른 측정된 신호 세기와 시뮬레이션된 신호 세기 사이의 스피어만 상관(Spearman's correlation)의 히스토그램.
- [0011] 도 11은 본 발명의 일 측면에 따른 시애틀 지역에 있는 무선국의 시뮬레이션된 신호 세기의 테이블을 나타낸 도면.
- [0012] 도 12는 본 발명의 일 측면에 따른 7개의 선택된 무선국의 측정된 신호 세기와 시뮬레이션된 신호 세기 사이의 스피어만 상관의 히스토그램.
- [0013] 도 13은 본 발명의 일 측면에 따른 테스트 지역을 나타낸 지도를 나타낸 도면.
- [0014] 도 14는 본 발명의 일 측면에 따른 셀 폭과 메디안 오차(median error) 사이의 관계를 나타낸 그래프.
- [0015] 도 15는 본 발명의 일 측면에 따른 주어진 셀 폭에 대한 확률 밀도 함수 오차와 누적 밀도 함수 오차를 설명하는 그래프.

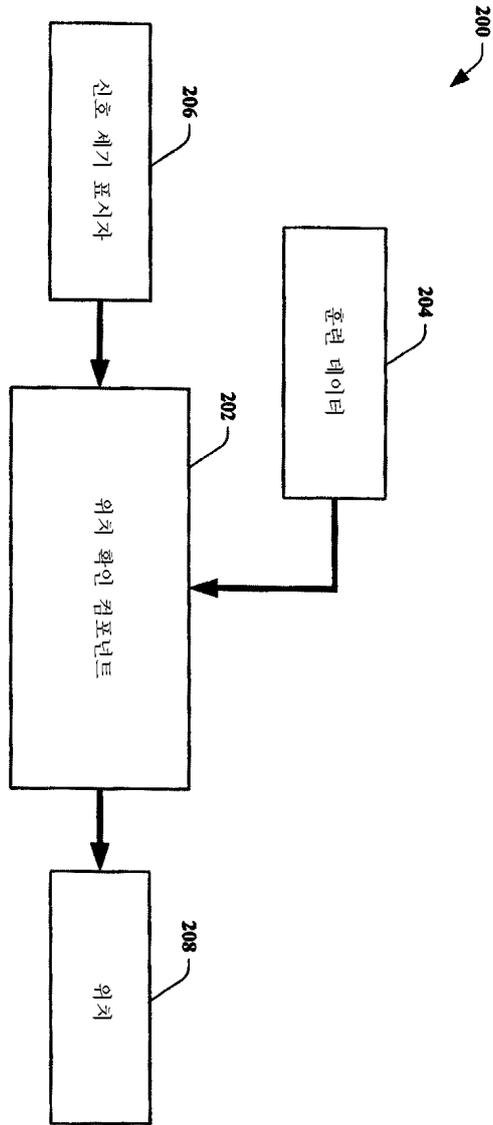
- [0016] 도 16은 본 발명의 일 측면에 따른 상관 임계값과 메디안 오차 사이의 관계를 나타낸 그래프.
- [0017] 도 17은 본 발명의 일 측면에 따른 윈도우 크기와 메디안 오차 사이의 관계를 나타낸 그래프.
- [0018] 도 18은 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치 확인 방법의 흐름도.
- [0019] 도 19는 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치 확인 방법의 또 다른 흐름도.
- [0020] 도 20은 본 발명의 일 측면에 따른 위치 확인 장치를 훈련시키는 방법의 흐름도.
- [0021] 도 21은 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치를 확인하는 데 사용되는 히스토그램을 평활화하는 방법의 흐름도.
- [0022] 도 22는 본 발명의 일 측면에 따른 위치 참조(location reference)를 평활화하는 방법의 흐름도.
- [0023] 도 23은 본 발명의 일 측면에 따른 장치의 위치를 확인하는 데 사용하기 위한 주변 신호 세트(ambient signal set)를 최적화하는 방법의 흐름도.
- [0024] 도 24는 본 발명이 기능할 수 있는 예시적인 동작 환경을 나타낸 도면.
- [0025] 도 25는 본 발명이 기능할 수 있는 또다른 예시적인 동작 환경을 나타낸 도면.
- [0026] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0027] 102: 정보 시스템 컴포넌트
- [0028] 104: 정보 컴포넌트
- [0029] 106: 위치 확인 시스템
- [0030] 108: 신호 컴포넌트
- [0031] 110: 신호
- [0032] 112: 원하는 상대 정보
- [0033] 202: 위치 확인 컴포넌트
- [0034] 204: 훈련 데이터
- [0035] 206: 신호 세기 표시자
- [0036] 208: 위치

도면

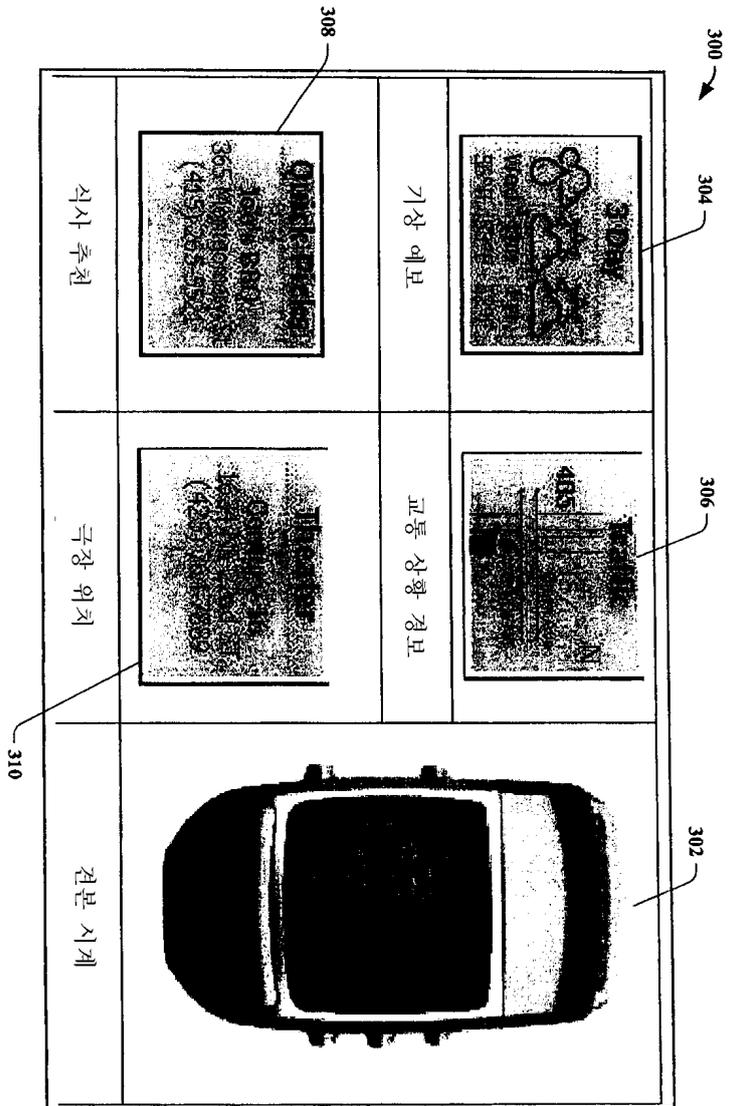
도면1



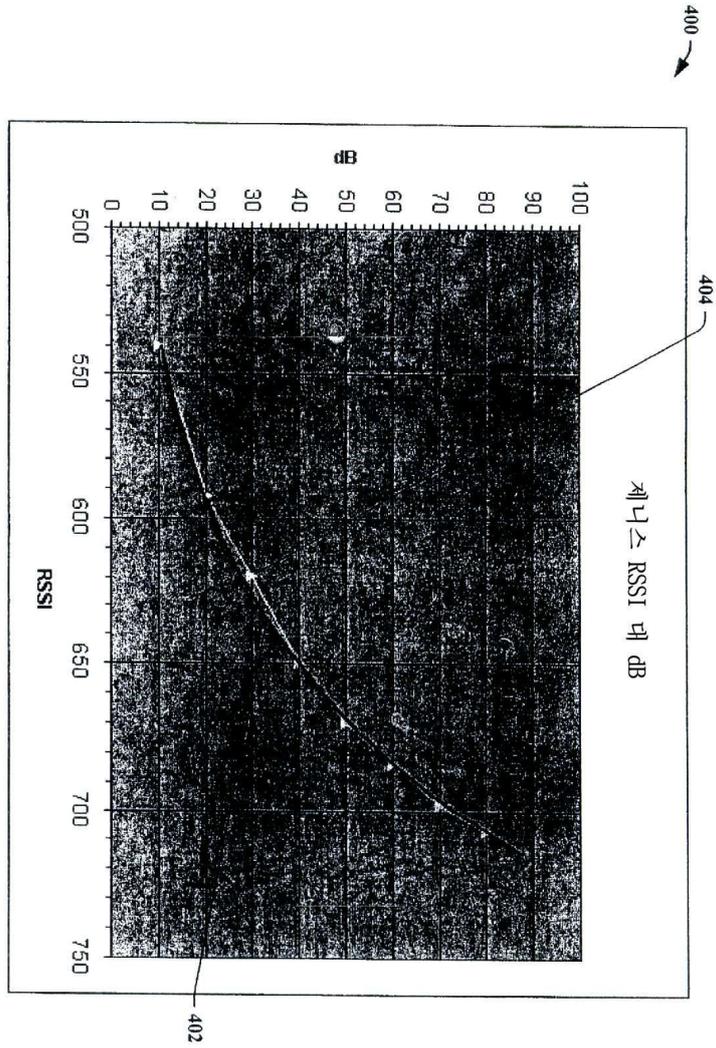
도면2



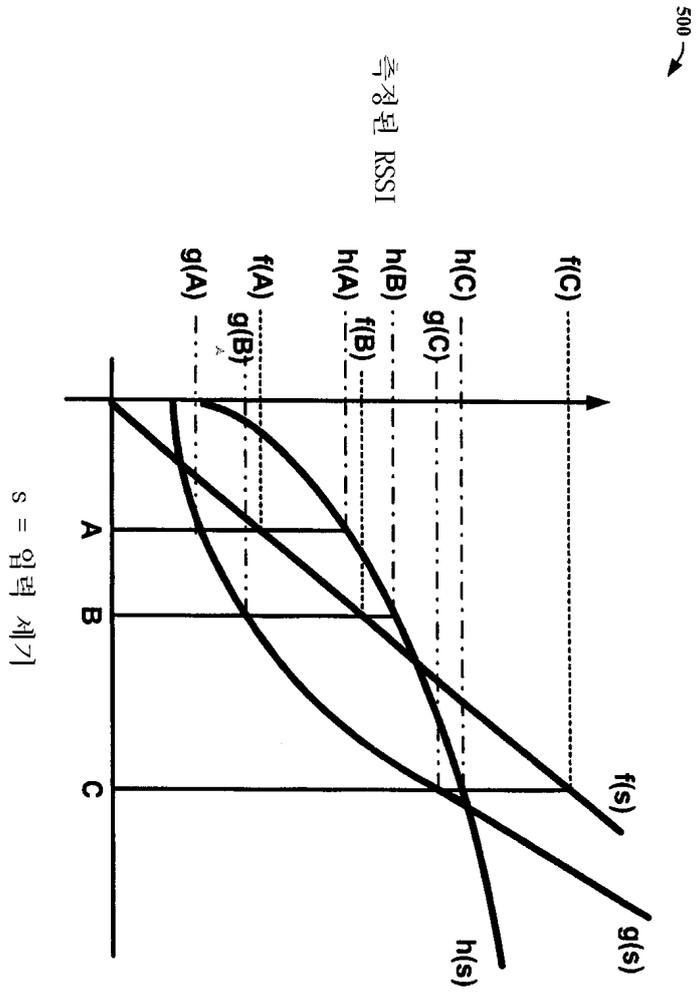
도면3



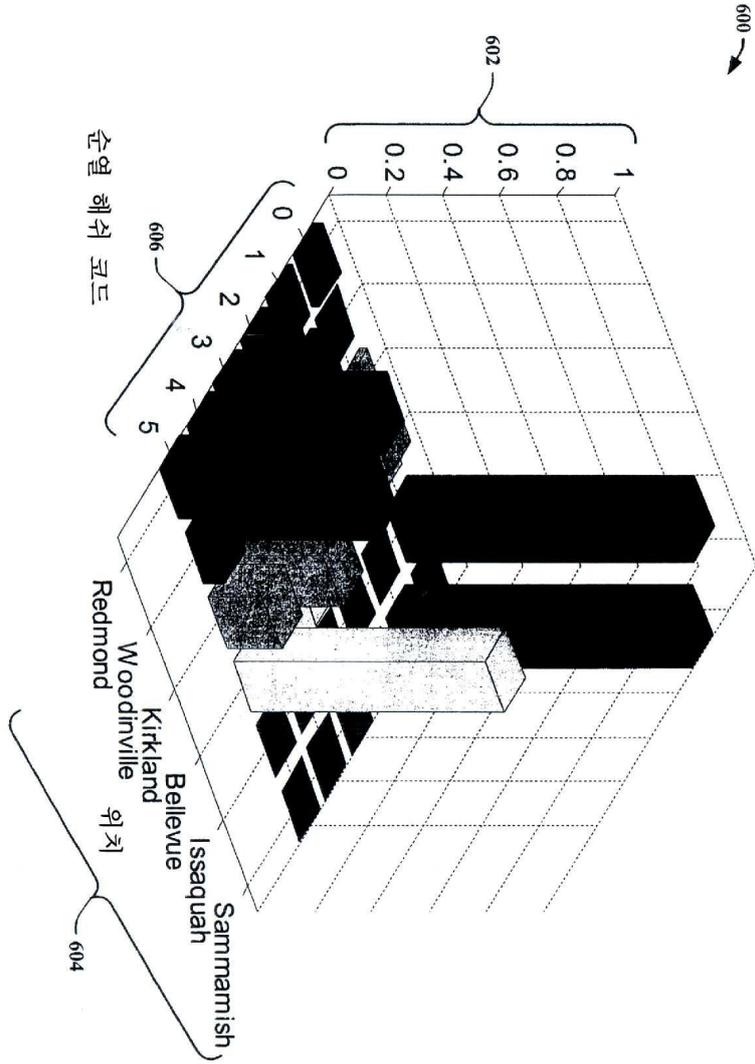
도면4



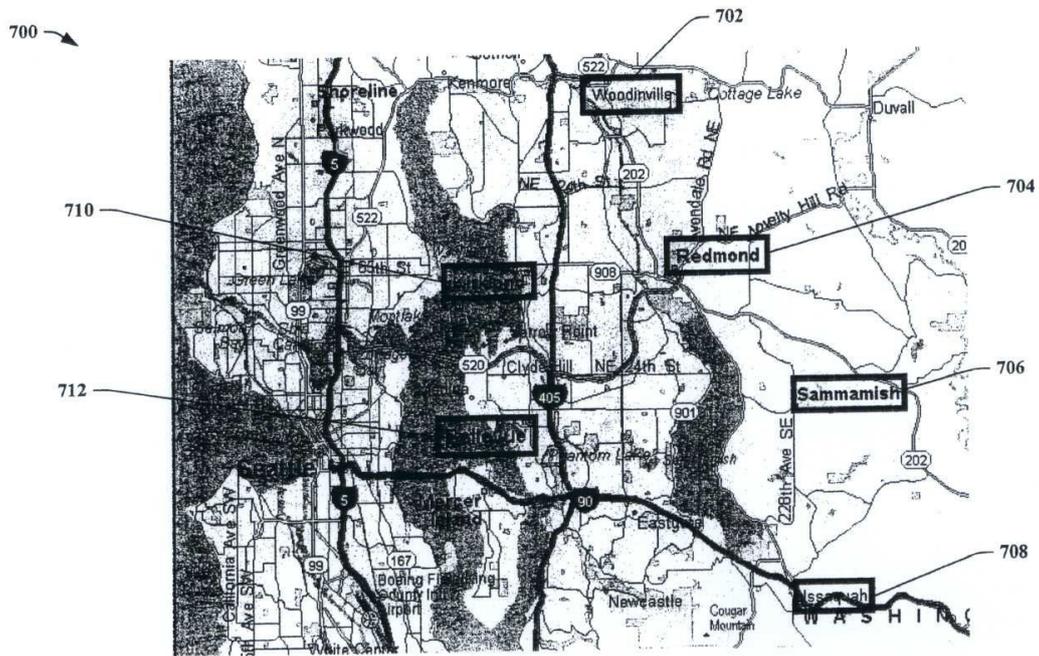
도면5



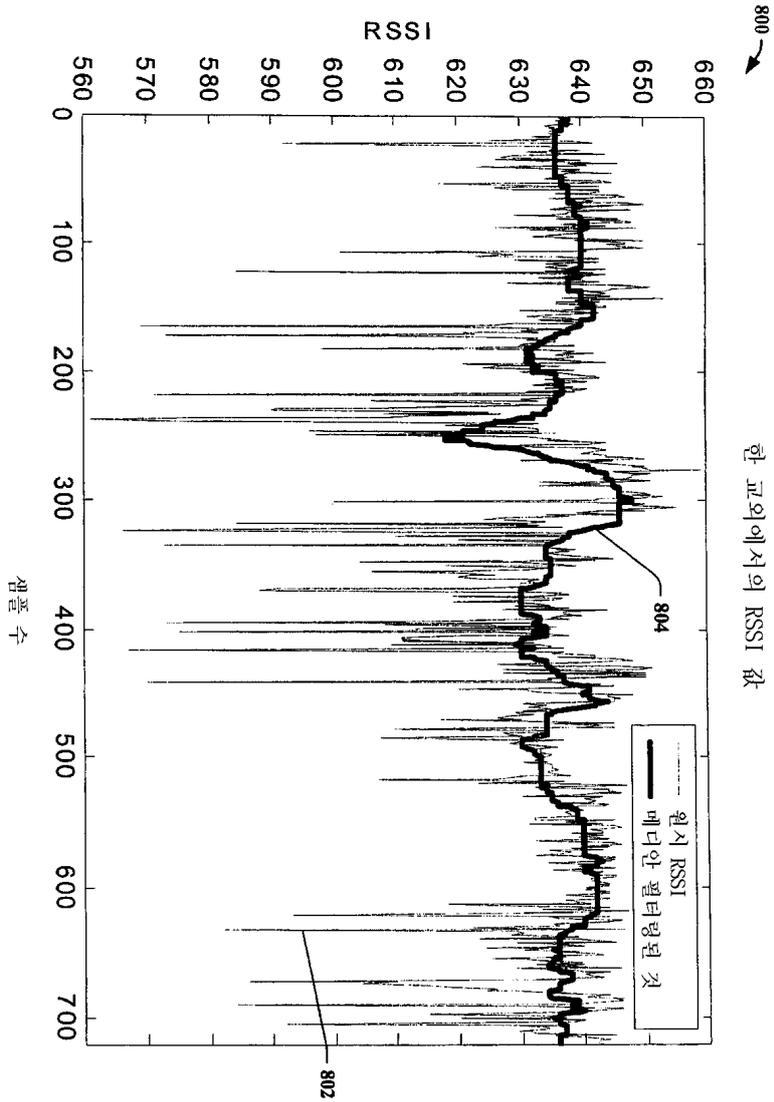
도면6



도면7



도면8

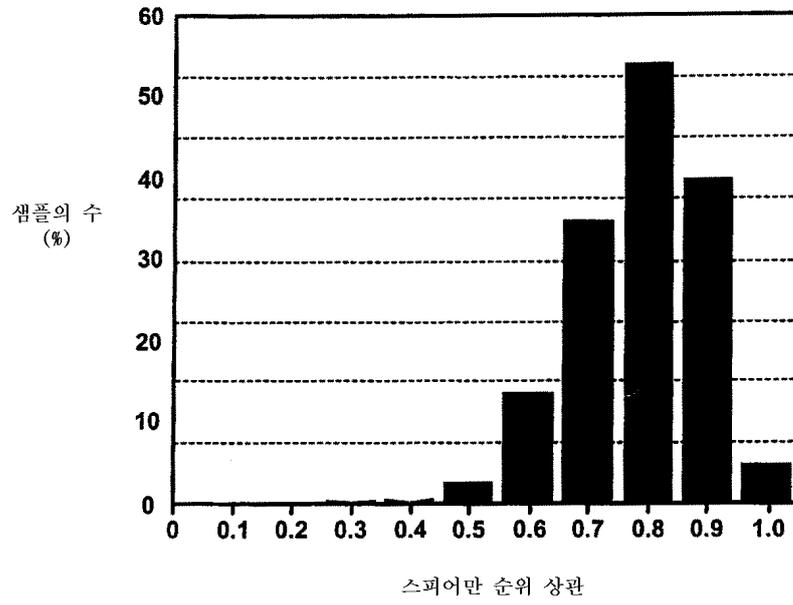


도면9

무선국의 수 = n	최상의 FM 무선국 세트	분류 정확도
2	{KPLU, KEXP}	34.3%
3	{KWFJ, KEXP, KVTI}	61.6%
4	{KWFJ, KEXP, KSER, KVTI}	72.9%
5	{KEXP, KSER, KVTI, KBCS, KLSY}	77.6%
6	{KVTI, KGHP, KRWM, KLSY, KEXP, KSER}	76.2%
7	{KBCS, KEXP, KUBE, KBSG, KVTI, KSER, KLSY}	79.7%
8	{KVTI, KSER, KBCS, KJR, KNHC, KEXP, KBSG, KUBE}	81.7%
9	{KVTI, KRXY, KPLU, KJR, KBCS, KLSY, KUBE, KSER, KEXP}	76.8%

도면10

1000 ↗



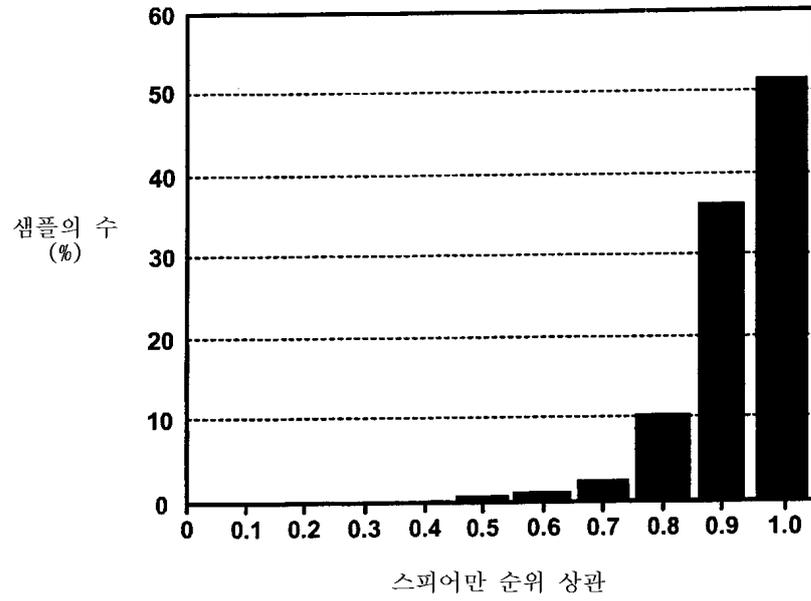
1100 ↗

그룹	{(주파수(MHz), 평균(dBμ 볼트), 분산)}
1 (12)	{{(88.5, 64.2, 18.8), (92.5, 66.3, 18.4), (94.1, 68.2, 17.4), (97.3, 67.1, 17.5), (98.1, 65.2, 18.8), (98.9, 65.2, 18.8), (99.9, 64.8, 19.0), (100.7, 65.2, 18.8), (102.5, 67.6, 19.0), (103.7, 64.2, 19.1), (106.1, 67.4, 17.9), (107.7, 64.7, 19.1)}}
2 (7)	{{(89.5, 52.9, 19.6), (93.3, 66.3, 19.1), (95.7, 66.0, 19.1), (96.5, 65.7, 19.3), (101.5, 65.6, 19.2), (105.3, 62.8, 19.4), (106.9, 61.2, 19.8)}}
3 (3)	{{(89.3, 8.5, 21.8), (91.3, 41.0, 21.2), (104.5, 13.8, 22.2)}}
4 (2)	{{(90.1, 12.9, 24.8), (91.7, 35.2, 27.5)}}
5 (2)	{{(90.3, 38.6, 22.0), (94.9, 61.8, 21.6)}}
6 (1)	{{(89.9, 10.0, 26.7)}}
7 (1)	{{(90.7, 33.9, 25.4)}}

도면11

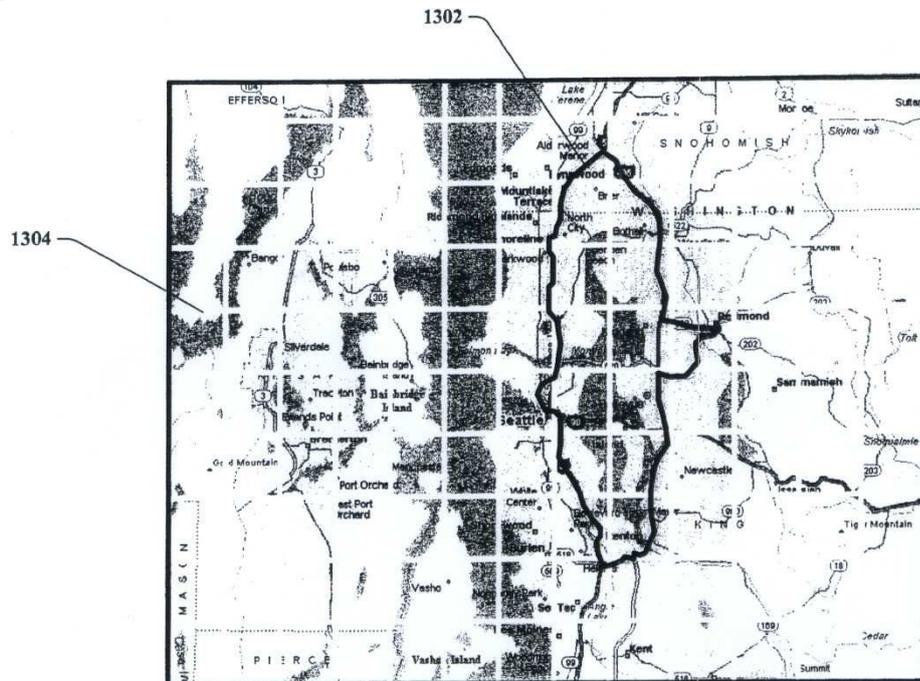
도면12

1200 ↗



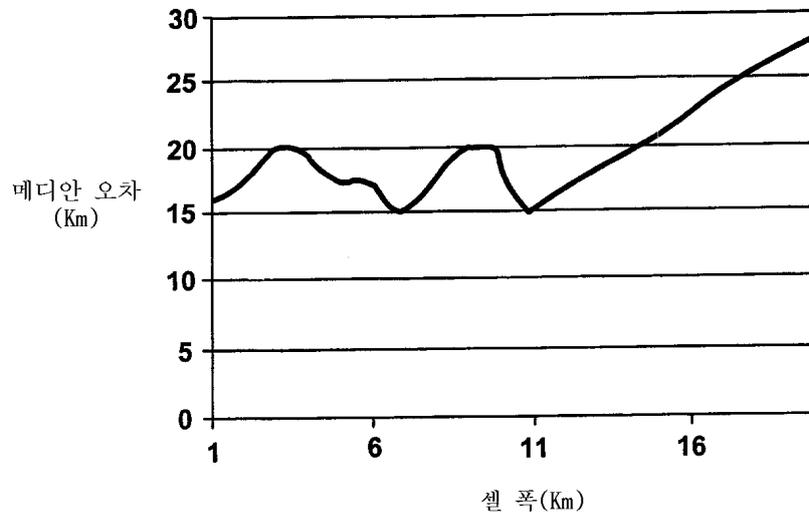
도면13

1300 ↗

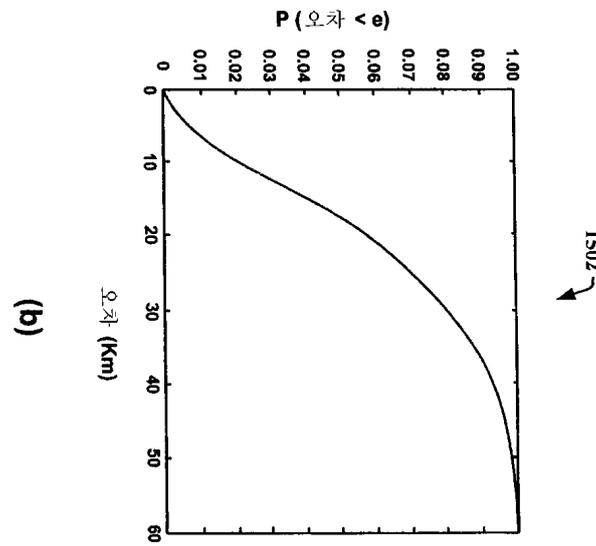
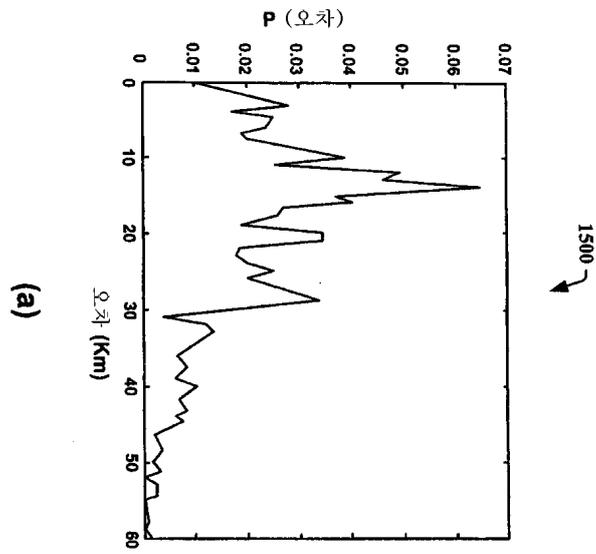


도면14

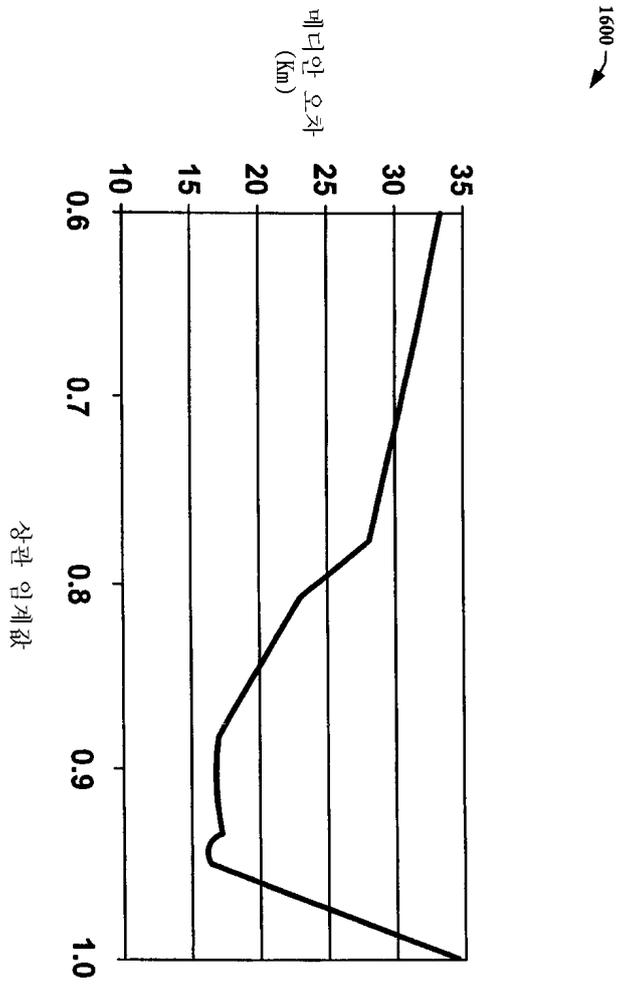
1400 ↗



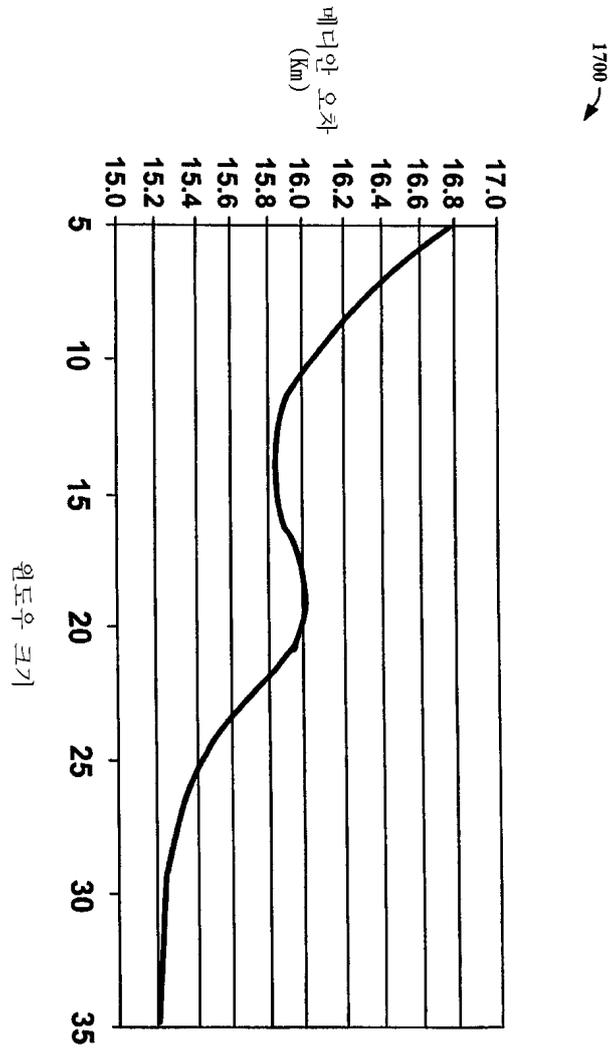
도면15



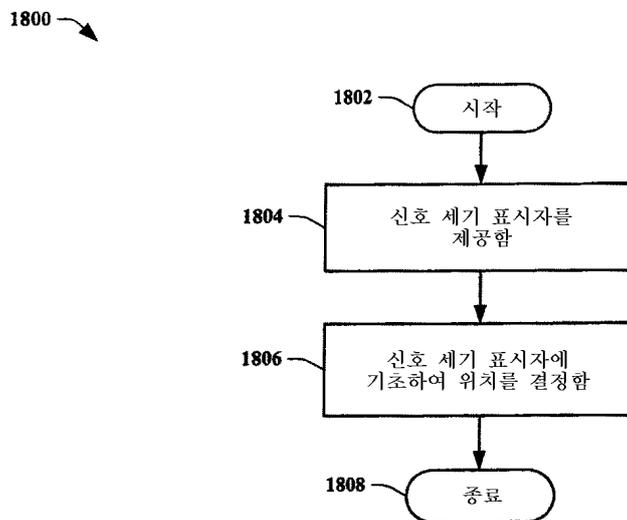
도면16



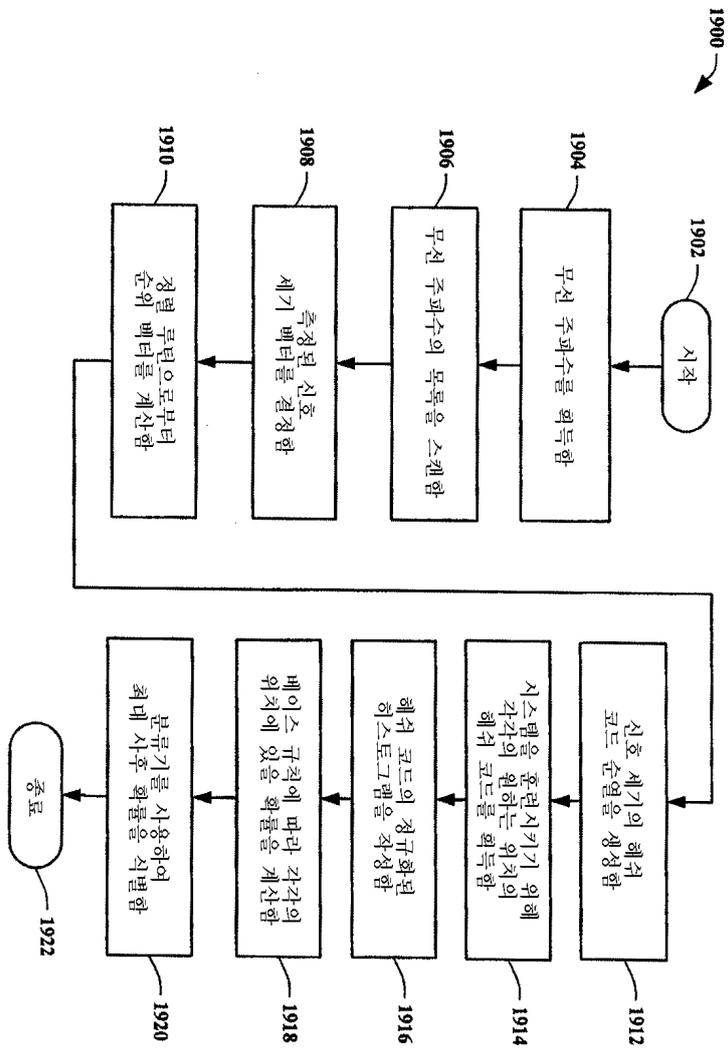
도면17



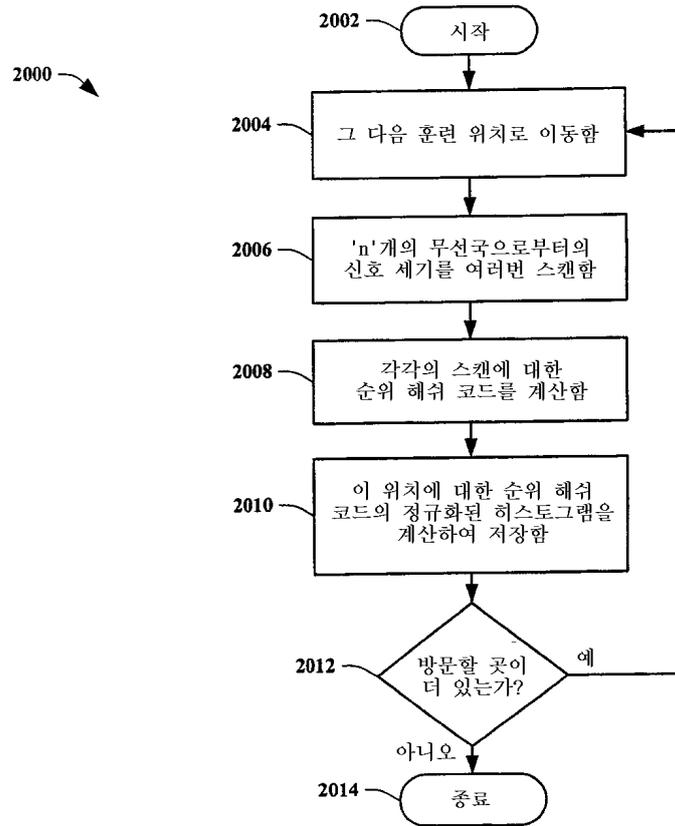
도면18



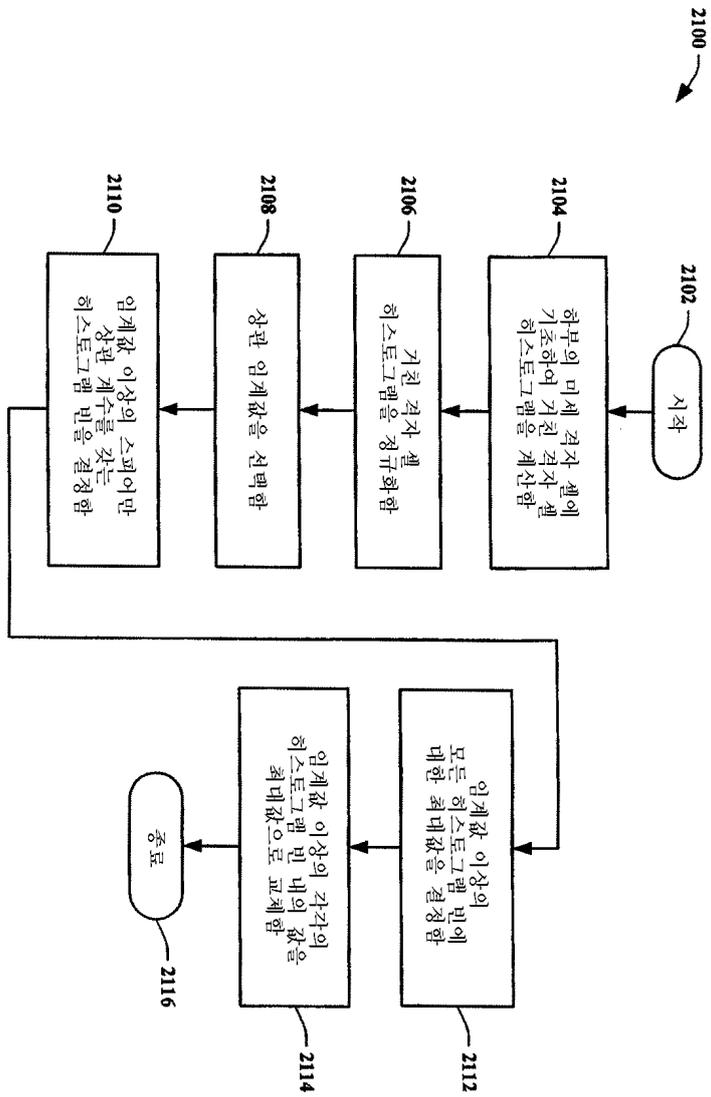
도면19



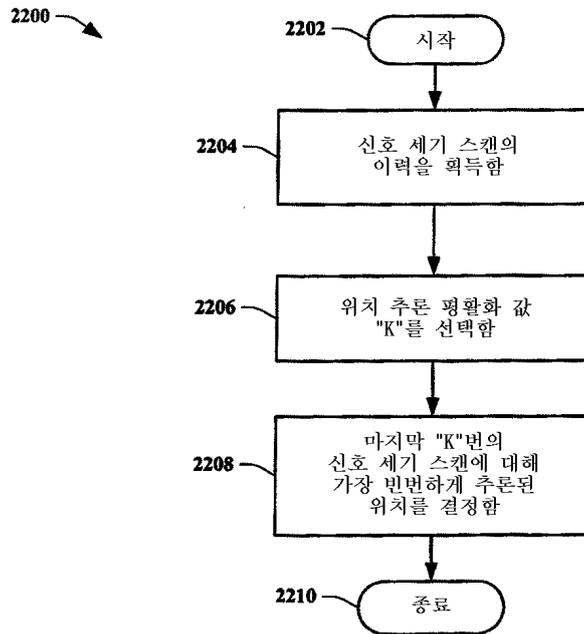
도면20



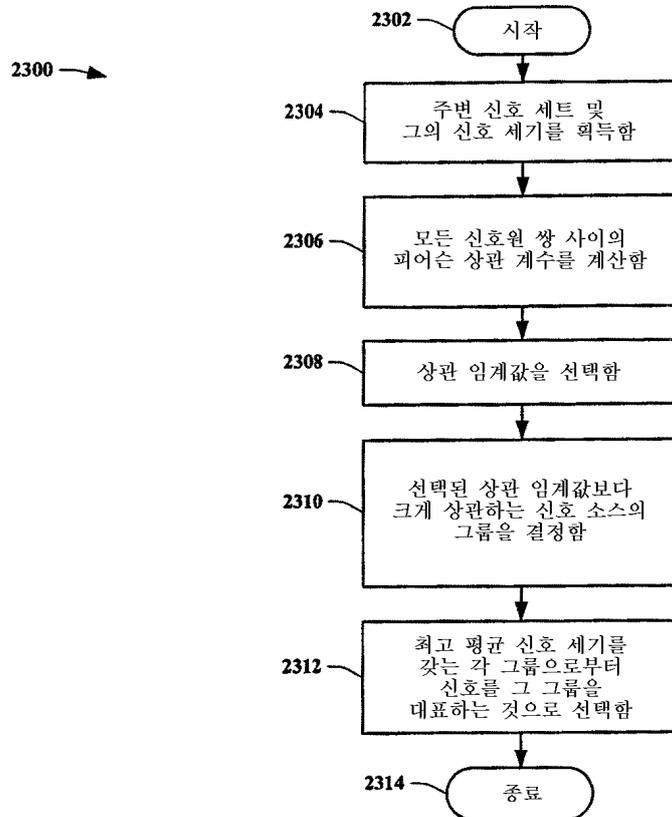
도면21



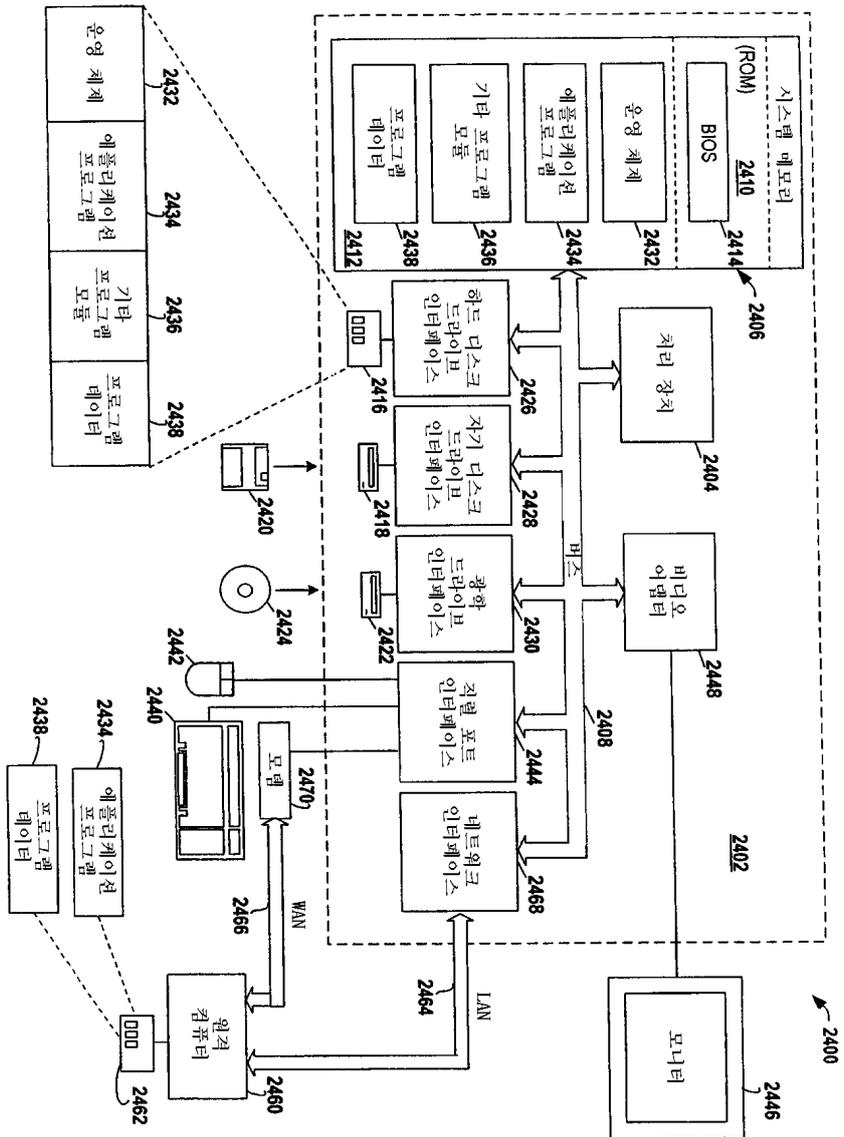
도면22



도면23



도면24



도면25

2500 →

