



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0018767
(43) 공개일자 2025년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 5/02 (2010.01) G06N 3/094 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G01S 5/02524 (2023.05)
G01S 5/021 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0099823
(22) 출원일자 2023년07월31일
심사청구일자 2023년07월31일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이형준
서울특별시 강남구 선릉로 221, 103동 1905호 (도곡동, 도곡렉슬아파트)
유예원
경기도 안양시 만안구 삼봉로 61, 102동 1103호 (박달동, 금호타운)
윤진이
인천광역시 남동구 구월로372번길 90, 108동 1401호 (만수동, 하우스토리 만수)
(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

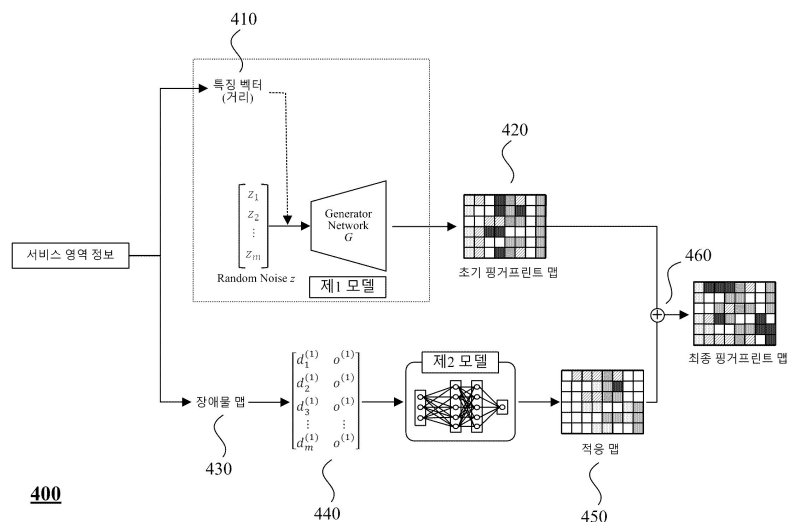
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법, 데이터 처리 장치 및 측정 장치

(57) 요약

장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법은 데이터 처리 장치가 서비스 영역에서 참조 지점들의 위치, 다수의 AP(access point)들의 위치 및 장애물의 위치를 입력받는 단계, 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대한 AP의 위치를 사전에 학습된 제1 학습모델에 입력하여 상기 서비스 영역에서 상기 AP들 각각에 대한 신호 세기를 생성하는 단계, 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 상기 거리 및 상기 서비스 영역에서의 장애 레벨을 사전에 학습된 제2 학습모델에 입력하여 신호 세기 보정값을 생성하는 단계 및 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 상기 제1 학습모델이 생성한 상기 신호 세기에 상기 신호 세기 보정값을 적용하여 상기 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06N 3/094 (2023.01)

G01S 2205/02 (2023.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711184759
과제번호	2021R1A2B5B01002906
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	불안정한 통신 상황에서 자생적 엣지 네트워크 구성을 통한 분산 학습 아키텍처 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	이화여자대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711179344
과제번호	00155966
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능융합혁신인재양성
연구과제명	인공지능융합혁신인재양성(이화여자대학교)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	이화여자대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

데이터 처리 장치가 서비스 영역에서 참조 지점들의 위치, 다수의 AP(access point)들의 위치 및 장애물의 위치를 입력받는 단계;

상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 포함하는 제1 특징 벡터를 추출하는 단계;

상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대한 상기 제1 특징 벡터의 정보를 사전에 학습된 제1 학습모델에 입력하여 상기 서비스 영역에서 상기 AP들 각각에 대한 신호 세기를 생성하는 단계;

상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 상기 거리 및 상기 서비스 영역에서의 장애 레벨을 포함하는 제2 특징 벡터를 추출하는 단계;

상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대한 상기 제2 특징 벡터의 정보를 사전에 학습된 제2 학습모델에 입력하여 신호 세기 보정값을 생성하는 단계; 및

상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 상기 제1 학습모델이 생성한 상기 신호 세기에 상기 신호 세기 보정값을 적용하여 상기 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 단계를 포함하는 장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 학습모델은 조건부 GAN(conditional Generative Adversarial Networks) 또는 AC-GAN(Auxiliary Classifier GAN)이고, 상기 제1 특징 벡터는 상기 제1 학습모델의 조건인, 장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 AC-GAN은 학습과정에서 (i) 생성 네트워크가 참조 지점의 신호 세기를 생성하고, (ii) 판별 네트워크가 상기 생성 네트워크가 생성한 신호 세기의 진성 여부를 판별하고, AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 분류하도록 학습되는 장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 학습모델은 특정 영역에서 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 입력받아 장애물이 없는 상기 특정 영역에서의 신호 세기를 생성하도록 학습되고,

상기 제2 학습모델은 상기 특정 영역에서 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리 및 장애 레벨을 입력받아 상기 특정 영역에 대하여 상기 제1 학습모델이 출력하는 상기 참조 지점의 신호 세기와 상기 특정 영역의 실제 핑거프린트 맵의 신호 세기의 차이값을 출력하도록 학습되는 장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 장애 레벨은 상기 AP들 각각에 대하여 상기 서비스 영역의 참조 지점들의 개수 및 상기 장애물이 위치하는 참조 지점들의 개수로 결정되는 장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법.

청구항 6

서비스 영역에서 참조 지점들의 위치, 다수의 AP(access point)들의 위치 및 장애물의 위치를 입력받는 입력장치;

특정 영역의 AP의 신호 세기를 생성하도록 학습된 제1 학습모델 및 상기 특정 영역에서 장애물로 인하여 발생하는 신호 세기의 차이값을 출력하도록 학습된 제2 학습모델을 저장하는 저장장치; 및

상기 AP들 각각에 대하여 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 상기 제1 학습모델에 입력하여 서비스 영역에서 상기 AP들 각각에 대한 신호 세기를 생성하고, 상기 AP들 각각에 대하여 상기 거리 및 상기 서비스 영역에서의 장애 레벨을 상기 제2 학습모델에 입력하여 신호 세기 보정값을 생성하고, 상기 AP들 각각에 대하여 상기 제1 학습모델이 생성한 상기 신호 세기에 상기 신호 세기 보정값을 적용하여 상기 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 연산장치를 포함하는 핑거프린트 맵을 생성하는 데이터 처리 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 학습모델은 조건부 GAN(conditional Generative Adversarial Networks) 또는 AC-GAN(Auxiliary Classifier GAN)이고, 상기 제1 특징 벡터는 상기 제1 학습모델의 조건인 핑거프린트 맵을 생성하는 데이터 처리 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제1 학습모델은 특정 영역에서 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 입력받아 장애물이 없는 상기 특정 영역에서의 신호 세기를 생성하도록 학습되고,

상기 제2 학습모델은 상기 특정 영역에서 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리 및 장애 레벨을 입력받아 상기 특정 영역에 대하여 상기 제1 학습모델이 출력하는 상기 참조 지점의 신호 세기와 상기 특정 영역의 실제 핑거프린트 맵의 신호 세기의 차이값을 출력하도록 학습되는 핑거프린트 맵을 생성하는 데이터 처리 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 장애 레벨은 상기 AP들 각각에 대하여 상기 서비스 영역의 참조 지점들의 개수 및 상기 장애물이 위치하는 참조 지점들의 개수로 결정되는 핑거프린트 맵을 생성하는 데이터 처리 장치.

청구항 10

서비스 영역의 현재 위치에서 AP(access point)들의 무선 신호를 수신하는 통신장치;

가상의 핑거프린트 맵을 저장하는 저장장치; 및

상기 가상의 핑거프린트 맵을 참조하여 상기 AP들의 무선신호의 세기를 기준으로 현재 위치를 추정하는 연산장치를 포함하되,

상기 가상의 핑거프린트 맵은 (i) 상기 특정 영역의 참조 지점들에서의 AP의 위치를 기준으로 추출한 제1 특징 벡터를 조건으로 입력받는 제1 학습모델이 생성하는 상기 특정 영역에 대한 신호 세기에 (ii) 상기 특정 영역의 참조 지점들에서의 상기 AP의 위치 및 장애물 위치를 기준으로 추출한 제2 특징 벡터를 입력받는 제2 학습 모델이 출력하는 보정값을 적용하여 생성되는 가상의 핑거프린트 맵을 이용하는 측위 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 특징 벡터는 상기 AP들 각각에 대하여 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 포함하고,

상기 제2 특징 벡터는 상기 AP들 각각에 대하여 상기 거리 및 상기 서비스 영역에서의 장애 레벨을 포함하는 가

상의 핑거프린트 맵을 이용하는 측위 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 장애 레벨은 상기 AP들 각각에 대하여 상기 서비스 영역의 참조 지점들의 개수 및 상기 장애물이 위치하는 참조 지점들의 개수로 결정되는 가상의 핑거프린트 맵을 이용하는 측위 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제1 학습모델은 특정 영역에서 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 입력받아 장애물이 없는 상기 특정 영역에서의 신호 세기를 생성하도록 학습되고,

상기 제2 학습모델은 상기 특정 영역에서 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리 및 장애 레벨을 입력받아 상기 특정 영역에 대하여 상기 제1 학습모델이 출력하는 상기 참조 지점의 신호 세기와 상기 특정 영역의 실제 핑거프린트 맵의 신호 세기의 차이값을 출력하도록 학습되는 가상의 핑거프린트 맵을 이용하는 측위 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 실내의 장애물을 고려한 핑거프린트 맵 자동 생성 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실내 측위는 실내와 같이 위성항법시스템의 신호를 수신하기 어려운 영역에서의 측위를 의미한다. 실내 측위는 Wi-Fi 또는 블루투스나 같은 무선 신호의 세기를 이용하는 핑거프린트(fingerprint) 기법이 대표적이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1625757호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 핑거프린트 기반 실내 측위는 사전에 구축한 핑거프린트 맵을 이용한다. 핑거프린트 맵은 서비스를 위한 실내 영역별로 구축되어야 한다. 따라서, 핑거프린트 맵 구축에는 많은 시간과 비용이 소요된다. 핑거프린트 맵을 자동으로 생성하기 위한 종래 기법들은 맵의 정확도를 보장하기 어려웠다. 특히 종래 기법은 실내에 위치하는 장애물에 의한 신호 전파 특성을 정확하게 반영하기 어려운 한계가 있었다.

[0005] 이하 설명하는 기술은 생성모델(generative model)을 이용하여 핑거프린트 맵을 자동으로 구축하는 기법을 제공하고자 한다. 또한, 이하 설명하는 기술은 실내 영역의 장애물을 고려한 핑거프린트 맵을 구축하는 기법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 장애물이 있는 미탐색 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 방법은 데이터 처리 장치가 서비스 영역에서 참조 지점들의 위치, 다수의 AP(access point)들의 위치 및 장애물의 위치를 입력받는 단계, 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 포함하는 제1 특징 벡터를 추출하는 단계, 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대한 상기 제1 특징 벡터의 정보를 사전에 학습된 제1 학습모델에 입력하여 상기 서비스 영역에서 상기 AP들 각각에 대한 신호 세기를 생성하는 단계, 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 상기 거리 및 상기 서비스 영역에서의 장애 레벨을 포함하는 제2 특징 벡터를 추

출하는 단계, 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대한 상기 제2 특징 벡터의 정보를 사전에 학습된 제2 학습모델에 입력하여 신호 세기 보정값을 생성하는 단계 및 상기 데이터 처리 장치가 상기 AP들 각각에 대하여 상기 제1 학습모델이 생성한 상기 신호 세기에 상기 신호 세기 보정값을 적용하여 상기 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 단계를 포함한다.

[0007] 핑거프린트 맵을 생성하는 데이터 처리 장치는 서비스 영역에서 참조 지점들의 위치, 다수의 AP(access point)들의 위치 및 장애물의 위치를 입력받는 입력장치, 특정 영역의 AP의 신호 세기를 생성하도록 학습된 제1 학습모델 및 상기 특정 영역에서 장애물로 인하여 발생하는 신호 세기의 차이값을 출력하도록 학습된 제2 학습모델을 저장하는 저장장치 및 상기 AP들 각각에 대하여 AP의 위치로부터 참조 지점까지의 거리를 상기 제1 학습모델에 입력하여 서비스 영역에서 상기 AP들 각각에 대한 신호 세기를 생성하고, 상기 AP들 각각에 대하여 상기 거리 및 상기 서비스 영역에서의 장애 레벨을 상기 제2 학습모델에 입력하여 신호 세기 보정값을 생성하고, 상기 AP들 각각에 대하여 상기 제1 학습모델이 생성한 상기 신호 세기에 상기 신호 세기 보정값을 적용하여 상기 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 연산장치를 포함한다.

[0008] 가상의 핑거프린트 맵을 이용하는 측위 장치는 서비스 영역의 현재 위치에서 AP(access point)들의 무선 신호를 수신하는 통신장치, 가상의 핑거프린트 맵을 저장하는 저장장치 및 상기 가상의 핑거프린트 맵을 참조하여 상기 AP들의 무선신호의 세기를 기준으로 현재 위치를 추정하는 연산장치를 포함한다. 상기 가상의 핑거프린트 맵은 (i) 상기 특정 영역의 참조 지점들에서의 AP의 위치를 기준으로 추출한 제1 특징 벡터를 조건으로 입력받는 제1 학습모델이 생성하는 상기 특정 영역에 대한 신호 세기에 (ii) 상기 특정 영역의 참조 지점들에서의 상기 AP의 위치 및 장애물 위치를 기준으로 추출한 제2 특징 벡터를 입력받는 제2 학습 모델이 출력하는 보정값을 적용하여 생성된다.

발명의 효과

[0009] 이하 설명하는 기술은 무선 신호 수집 과정 없이 실내에 배치된 AP(access point) 위치와 장애물 정보를 이용하여 자동으로 핑거프린트 맵을 구축할 수 있다. 따라서, 이하 설명하는 기술은 핑거프린트 맵을 구축하고자 하는 실내의 기본적인 정보만을 이용하여 핑거프린트 맵을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 핑거프린트 기반 측위 시스템의 예이다.
 도 2는 핑거프린트 맵 생성을 위한 학습모델 구축 과정의 개략적인 예이다.
 도 3은 초기 핑거프린트 맵 생성하는 학습모델의 구체적인 학습과정의 예이다.
 도 4는 적응 맵을 생성하는 학습모델의 구체적인 학습과정의 예이다.
 도 5는 데이터 처리 장치가 학습모델을 이용하여 핑거프린트 맵을 생성하는 과정의 예이다.
 도 6은 핑거프린트 맵을 생성하는 학습모델의 성능을 검증한 결과이다.
 도 7은 미탐지 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 데이터 처리 장치의 예이다.
 도 8은 가상의 핑거프린트 맵을 이용하는 측위장치에 대한 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하 설명하는 기술은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0012] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0013] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함

하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설명된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0014] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

[0015] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0017] 실내 측위 기술은 위성항법시스템의 신호를 수신하기 어려운 영역을 위한 측위 기술이다. 이하 설명하는 기술은 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 기법이다. 이하 서비스 영역은 실내로 한정되지 않고, 위성항법 신호가 수신되기 어려운 영역을 의미한다.

[0018] 이하 설명하는 기술은 생성모델을 이용하여 핑거프린트 맵을 생성한다.

[0019] 생성모델은 다양한 유형의 모델이 연구되고 있다. 예컨대, 생성모델은 오토인코더, GAN(Generative Adversarial Networks), 확산 모델(diffusion model) 등이 있다. 이하 설명하겠지만 연구자는 GAN 기반의 모델을 이용하였다. 따라서, 이하 설명은 GAN 모델을 중심으로 설명한다. 다만, 핑거프린트 맵 생성을 위한 모델은 다양한 유형의 생성모델 중 어느 하나가 이용될 수도 있다.

[0020] 이하 학습장치가 학습데이터를 이용하여 학습모델을 구축한다고 설명한다. 학습장치는 데이터 처리 및 모델 학습이 가능한 장치이다. 학습장치는 학습 데이터 구축도 할 수 있다. 예컨대, 학습장치는 PC, 네트워크상의 서버, 스마트 기기, 전용 프로그램이 임베딩된 칩셋 등으로 구현될 수 있다.

[0021] 이하 데이터 처리 장치가 생성모델을 이용하여 핑거프린트 맵을 생성한다고 설명한다. 예컨대, 데이터 처리 장치는 PC, 네트워크상의 서버, 스마트 기기, 전용 프로그램이 임베딩된 칩셋 등으로 구현될 수 있다.

[0022] 이하 설명에서 무선신호는 Wi-Fi, 블루투스 등 다양한 유형의 신호 중 어느 하나일 수 있다. 서비스 영역에서 단말이 무선 신호를 수신한다. 단말은 스마트 기기, 모바일 기기, 웨어러블 기기, 로봇 등 다양한 유형의 장치 중 어느 하나일 수 있다.

[0023] 이하 측위장치가 생성된 핑거프린트 맵을 이용하여 서비스 영역에서 측위를 한다고 설명한다. 측위장치는 상기 단말, 서버 등과 같은 장치일 수 있다.

[0025] 도 1은 핑거프린트 기반 측위 시스템(100)의 예이다.

[0026] 서비스 영역 S는 실제 3차원 공간이지만, 핑거프린트 맵은 일반적으로 2차원 평면에서의 정보로 구성된다. 핑거프린트 맵은 일반적으로 격자 형태(그리드 셀)로 분할되는 서비스 영역에서 각 셀(또는 그리드 지점)별로 무선 신호의 세기를 저장한다. 참조 지점은 서비스 영역에서 무선신호의 세기가 수집되는 지점을 말한다. 서비스 영역 S에서 일정한 좌표계를 기준으로 해당 영역(참조 지점들의 위치 포함) 및 AP(access point)의 위치가 정의될 수 있다. AP는 서비스 영역에서 Wi-Fi와 같은 무선 신호를 송신하는 장치이다. 또한, 서비스 영역 S는 일반적으로 해당 공간에 장애물(벽, 기둥, 물건, 기타 구조물 등)을 갖는다.

[0027] 데이터 처리 장치가 서비스 영역 S에 대한 핑거프린트 맵을 생성하기 위해서 서비스 영역 S에 대한 일정한 정보가 필요하다. 이 정보를 서비스 영역 정보라고 명명한다. 서비스 영역 정보는 서비스 영역에 대한 참조 지점들의 위치, AP(들)의 위치 및 장애물(들)의 위치를 포함할 수 있다.

[0028] 도 1에서 (A)는 데이터 처리 장치(50)가 핑거프린트 맵을 생성하는 과정을 도시한다. 데이터 처리 장치(50)는 서비스 영역 정보 중 AP 위치를 기준으로 벡터를 추출하고, 추출한 벡터를 사전에 구축된 생성모델에 입력하여

초기 핑거프린트 맵을 생성한다. 이후 데이터 처리 장치(50)는 서비스 영역 정보 중 장애물 정보를 기준으로 장애 레벨 정보를 추출하고, 추출한 장애 레벨 정보를 사전에 구축한 딥러닝 모델에 입력하여 적응 맵(adaptation map)을 생성한다. 데이터 처리 장치(50)는 적응 맵을 이용하여 초기 핑거프린트 맵의 신호 세기를 조정하여 최종 핑거프린트 맵 M을 생성한다. 구체적인 핑거프린트 맵 생성 과정은 후술한다.

[0029] 도 1에서 (B) 및 (C)는 측위 장치가 핑거프린트 맵을 사용하여 서비스 영역에서 측위를 하는 과정을 도시한다.

[0030] 스마트 기기와 같은 측위 장치(110)는 핑거프린트 맵을 참조하여 서비스 영역 S의 현재 위치에서 AP들로부터 수신하는 무선신호의 세기를 기준으로 자신의 현재 위치를 추정할 수 있다.

[0031] 단말(80)은 서비스 영역 S의 현재 위치에서 AP들로부터 수신하는 무선신호의 세기를 수집한다. 단말(80)은 무선신호의 세기 정보를 별도의 측위 장치(120)에 전달한다. 컴퓨터 장치 또는 서버와 같은 측위 장치(120)는 핑거프린트 맵을 참조하여 서비스 영역 S의 현재 위치에서 AP들로부터 수신하는 무선신호의 세기를 기준으로 단말(80)의 현재 위치를 추정할 수 있다. 측위 장치(120)는 측위 결과를 단말(80)에 송신할 수 있다.

[0033] 핑거프린트 맵 생성은 2개의 학습모델을 이용한다. 제1 모델은 서비스 영역에 대한 초기 핑거프린트 맵을 생성한다. 제2 모델은 서비스 영역의 장애물을 고려하여 적응 맵을 생성한다.

[0034] 도 2는 핑거프린트 맵 생성을 위한 학습모델 구축 과정(200)의 개략적인 예이다. 학습장치가 학습모델 구축 과정을 수행한다. 서비스 영역 데이터베이스(DB)는 서비스 영역들에 대한 서비스 영역 정보 및 핑거프린트 맵(정답)을 저장한다. 서비스 영역 정보는 서비스 영역에 대한 참조 지점들의 위치, AP(들)의 위치 및 장애물(들)의 위치를 포함할 수 있다. 학습장치는 다수의 서비스 영역들에 대한 학습 데이터를 이용하여 학습모델을 구축한다.

[0035] 학습장치는 특정 서비스 영역에 대한 AP 위치를 기준으로 일정한 특징 벡터를 생성한다(210). 학습장치는 생성한 특징 벡터를 제1 모델에 입력하고, 제1 모델을 이용하여 상기 특정 서비스 영역에 대한 초기 핑거프린트 맵을 생성한다(220). 제1 모델에 입력되는 특징 벡터는 제1 특징 벡터라고 명명한다. 초기 핑거프린트 맵은 상기 특정 서비스 영역에 위치하는 장애물을 고려하지 않고 AP 위치들만 고려한 핑거프린트 맵에 해당한다.

[0036] 학습장치는 상기 특정 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵(정답 핑거프린트 맵)과 제1 모델에 생성한 초기 핑거프린트 맵을 비교하여 제1 모델이 정답 핑거프린트 맵에 가까운 핑거프린트 맵을 생성하도록 제1 모델의 파라미터를 갱신한다(230). 정답 핑거프린트 맵은 상기 특정 서비스 영역에서 실측된 무선 신호 세기로 구축될 수 있다. 학습장치는 다수의 서비스 영역에 대한 학습데이터를 이용하여 제1 모델을 구축한다. 제1 모델 학습을 위한 정답 핑거프린트 맵은 장애물이 없는 서비스 영역에서 수집한 핑거프린트 맵이 바람직하다.

[0037] 학습장치는 상기 특정 서비스 영역에서의 장애물 위치를 기준으로 장애물 맵을 생성한다(240). 학습장치는 장애물 맵을 제2 모델에 입력하고, 제2 모델을 이용하여 상기 특정 서비스 영역에 대한 적응 맵을 생성할 수 있다(250). 학습장치는 장애물 맵을 서비스 영역에 대한 장애 정도를 나타내는 특징 벡터로 변환하고, 이 특징 벡터를 제2 모델에 입력하여 적응 맵을 생성할 수도 있다. 제2 모델에 입력되는 특징 벡터를 제2 특징 벡터라고 명명한다.

[0038] 적응 맵은 상기 특정 서비스 영역에서의 장애물을 고려한 신호 세기 보정값으로 구성된다. 적응 맵은 상기 특정 서비스 영역에서 장애물이 없는 상태의 핑거프린트 맵과 장애물이 존재하는 상태의 핑거프린트 맵의 차이값으로 정의될 수 있다.

[0039] 학습장치는 제2 모델이 생성한 적응 맵이 초기 핑거프린트 맵과 정답 핑거프린트 맵의 차이 값(참조 지점별 차이값)에 해당하도록 제2 모델의 파라미터를 갱신한다(260). 학습장치는 다수의 서비스 영역에 대한 학습데이터를 이용하여 제2 모델을 구축한다. 제2 모델 학습을 위한 정답 핑거프린트 맵은 상기 특정 서비스 영역에서 장애물이 배치된 상태에서 수집한 핑거프린트 맵이 바람직하다.

[0040] 제2 모델의 학습을 위한 학습데이터는 제1 모델의 학습 데이터(영역 A)와 다른 데이터(영역 B)를 사용할 수 있다. 제2 모델을 위한 정답 핑거프린트 맵은 장애물이 있는 영역 B에서 수집한 핑거프린트 맵일 수 있다. 따라서, 학습장치는 영역 B에서의 학습 데이터를 이용하여 초기 핑거프린트 맵을 생성하고, 생성한 초기 핑거프린트 맵과 영역 B에 대한 정답 핑거프린트 맵을 비교하여 제2 모델을 갱신할 수 있다.

[0042] 진술한 제1 모델은 서비스 영역에 배치된 AP(들)의 거리에 따른 신호 전파 특징을 반영한 초기 핑거프린트 맵을 생성한다. 제1 모델은 생성 모델을 이용할 수 있다. 예컨대, 제1 모델은 GAN 기반의 모델일 수 있다.

[0043] 실제 핑거프린트 맵 M은 아래 수학적 식 1과 같이 참조 지점별 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 벡터로 정의된다.

수학적 식 1

[0045]
$$M = \{(C_1, S_1), (C_2, S_2), \dots, (C_{n_{data}}, S_{n_{data}})\}$$

[0046] $C_i = \{x_i, y_i\}$ 는 서비스 영역의 참조 지점에 대한 xy 평면의 좌표이다.

[0047] $S_i = \{s_i^{(1)}, s_i^{(2)}, \dots, s_i^{(n_{AP})}\}$ 는 해당 참조 지점에서의 무선신호 세기이다. $s_i^{(j)}$ 는 j번째 AP의 해당 참조 지점에서의 신호 세기 벡터이다. n_{data} 는 핑거프린트 맵 M에서 참조 지점들의 개수이다. n_{AP} 는 서비스 영역에서 AP들의 개수이다.

[0049] 무선신호의 세기는 AP로부터의 거리에 따라 감쇄되기 때문에, 학습장치는 RSSI 벡터들을 AP 별로 참조 위치의 좌표에 따라 분해할 수 있다. j번째 AP에 대한 분해된 맵 $M^{(j)}$ 는 아래 수학적 식 2와 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 2

[0051]
$$M^{(j)} = \{(d_1^{(j)}, s_1^{(j)}), (d_2^{(j)}, s_2^{(j)}), \dots, (d_{n_{data}}^{(j)}, s_{n_{data}}^{(j)})\}$$

[0052] $d_i^{(j)}$ 는 좌표 c_i 로부터 j번째 AP까지의 거리이다. 거리 정보는 서비스 영역 정보에 포함될 수 있다. 또는 학습장치가 학습데이터에 포함된 핑거프린트 맵의 신호 세기로부터 참조 지점과 AP의 거리를 추출할 수도 있다.

[0053] 제1 모델의 학습데이터는 AP별 참조 지점들에 대하여 상대 거리 및 신호 세기 벡터이다. 상대 거리는 입력 데이터이고, 신호 세기 벡터는 출력값이다. 아래 수학적 식 3은 n_{AP} 개 AP 및 n_{data} 개 참조지점에 대한 상대 거리 $d_i^{(j)}$ 및 신호 세기 벡터 $s_i^{(j)}$ 로 구성된 입력 데이터를 나타낸다.

수학적 식 3

[0055]
$$M_U = \{(d_1^{(1)}, s_1^{(1)}), (d_1^{(2)}, s_1^{(2)}), \dots, (d_1^{(n_{AP})}, s_1^{(n_{AP})}), \\ (d_2^{(1)}, s_2^{(1)}), (d_2^{(2)}, s_2^{(2)}), \dots, (d_2^{(n_{AP})}, s_2^{(n_{AP})}), \\ \vdots \\ (d_{n_{data}}^{(1)}, s_{n_{data}}^{(1)}), (d_{n_{data}}^{(2)}, s_{n_{data}}^{(2)}), \dots, (d_{n_{data}}^{(n_{AP})}, s_{n_{data}}^{(n_{AP})})\}$$

[0057] 도 3은 초기 핑거프린트 맵 생성하는 학습모델의 구체적인 학습과정의 예이다. 도 3은 초기 핑거프린트 맵을 생성하는 제1 모델의 학습 과정의 예이다. 도 3은 조건부(conditional) GAN 모델(cGAN)의 예를 도시한다. 보다 구체적으로 도 3은 AC-GAN(Auxiliary Classifier GAN)을 도시한다.

[0058] AC-GAN(300)은 서로 적대적인 생성자 네트워크(generator network, G, 310) 및 판별자 네트워크(discriminator network, D, 320)로 구성된다.

[0059] 생성자 네트워크 G(310)는 실제 핑거프린트 맵 x_{real} 의 분포를 학습하여 임의의 노이즈 z 로부터 가상(fake)의 핑거프린트 맵 $x_{fake} = G(z|c)$ 을 생성할 수 있다. 이때 생성자 네트워크 G(310)는 전술한 제1 특징 벡터를 조건으로 입력받는다. 제1 특징 벡터는 참조 지점들에서 AP까지의 거리를 포함한다. 경우에 따라서 제1 특징 벡터는 참조 지점들에서 AP까지의 거리 및 각도를 포함할 수도 있다. 실제 핑거프린트 맵 x_{real} 는 해당 서비스 영역에서 장애물이 없는 상태에서 수집한 무선신호 세기로 구성된 라벨값일 수 있다.

[0060] 판별자 네트워크 D(320)는 생성자 네트워크 G(310)가 생성한 핑거프린트 맵 $G(z|c)$ 과 실제 핑거프린트 맵 X 을 입력받아 $G(z|c)$ 가 실제(real)인지 생성된 것(fake)인지 판별한다. 이때 판별자 네트워크 D(320)는 무선신호 특징벡터인 조건도 입력받는다.

[0061] 생성된 핑거프린트 맵 $G(z|c)$ 의 분포가 실제 핑거프린트 맵 X 의 분포와 유사해질수록, 판별자 네트워크 D(320)가 출력하는 판별값 $D(G(z|c))$ 는 1에 가까워진다. AC-GAN(300)의 목적 함수는 아래 수학적 식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 4

$$\min_G \max_D V(D, G) = \mathbb{E}_{x \sim p_{data}(x_{real})} [\log D(x|c)] + \mathbb{E}_{z \sim p_z(z)} [\log(1 - D(G(z|c)))]$$

[0063] $p_{data}(x_{real})$ 은 실제 핑거프린트 맵의 분포이고, $z \sim p_z(z)$ 는 생성된 핑거프린트 맵의 분포를 의미한다.

[0065] 판별자 네트워크 D(320)가 생성한 핑거프린트 맵 $G(z|c)$ 이 실제 데이터인지 분류(샘플 손실, sample loss)하고, 또한 클래스(거리)를 예측하는 분류(클래스 손실, class loss)한다. AC-GAN(300)은 판별자 네트워크 D(320)에서 샘플 손실 및 클래스 손실을 모두 최소화하는 방향으로 학습된다.

[0069] AC-GAN(300)은 하나의 AP에 대한 참조 지점별 거리 벡터를 입력받아 해당 AP에 대한 핑거프린트 맵을 생성하도록 학습될 수 있다. 이 경우 학습장치는 AC-GAN(300)을 이용하여 전체 AP들에 대하여 각각 핑거프린트 맵을 생성하고, 전체 핑거프린트 맵을 결합(merge)하여 다수의 AP들이 위치하는 서비스 영역에 대한 초기 핑거프린트 맵을 생성할 수 있다.

[0070] 나아가, AC-GAN(300)은 AP j 에 대한 거리 벡터 $d_i^{(j)}$ 를 입력받아 신호 세기 $s_i^{(j)}$ 값을 생성하도록 학습될 수 있다. 이 경우 학습장치는 AC-GAN(300)을 이용하여 각 거리별 신호 세기를 생성하는 과정을 $n_{data} \times n_{AP}$ 번 반복하여 전체 서비스 영역에 대한 초기 핑거프린트 맵을 생성할 수 있다.

[0072] 도 4는 적응 맵을 생성하는 학습모델의 구체적인 학습과정의 예이다. 도 4는 적응 맵을 생성하는 제2 모델의 학습 과정의 예이다. 제2 모델은 CNN(Convolution Neural Network) 기반의 딥러닝 모델일 수 있다.

[0073] 학습장치는 특정 서비스 영역에 대한 참조 지점별 AP까지의 거리를 기준으로 제1 특징 벡터를 추출하여 제1 모델의 생성자 네트워크 G에 입력한다. 제1 특징 벡터는 도 3에서 설명한 조건에 해당한다. 생성자 네트워크 G는 도 3의 과정을 통해 학습된 모델이다. 학습장치는 생성자 네트워크 G를 이용하여 특정 서비스 영역에 대한 초기 핑거프린트 맵을 생성한다.

[0074] 학습장치는 학습 데이터의 서비스 영역 정보 중 장애물 정보를 기준으로 장애물 맵을 생성할 수 있다. 장애물

맵은 서비스 영역에 위치한 장애물의 위치를 나타낸다. 장애물 맵은 서비스 영역에서 참조 지점별로 장애물이 있는지 여부를 나타내는 이진 맵(binary map)일 수 있다. 즉, 장애물 맵은 도 4와 같이 이진 정보(0 또는 1)로 해당 셀의 장애물 여부를 나타내는 맵일 수 있다.

[0075] 서비스 영역 정보가 서비스 영역의 장애물 위치를 포함할 수 있다. 이 경우 학습장치는 장애물 위치를 기준으로 장애물 맵을 생성할 수 있다. 또는 서비스 영역 정보가 서비스 맵 형태로 장애물 정보를 보유할 수도 있다. 이 경우 학습장치는 서비스 영역 정보로부터 장애물 맵을 추출할 수 있다.

[0076] 학습장치는 장애물 맵을 기준으로 서비스 영역에 대한 장애 레벨(obstacle level)을 포함하는 제2 특징 벡터를 생성할 수 있다. 제2 특징 벡터는 AP별로 생성될 수 있다. 장애 레벨은 아래 수학적 식 5와 같이 AP별로 전체 영역에서 장애물이 위치한 영역의 비율로 정의될 수 있다.

수학적 식 5

$$o^{(j)} = \frac{\text{\# of obstructed points}}{\text{\# of total points}}$$

[0078]

[0079] $o^{(j)}$ 는 서비스 영역에서 j번째 AP에 대한 장애 레벨을 나타낸다. $o^{(j)}$ 는 서비스 영역의 전체 참조 지점들에서 장애물이 위치한 지점들의 비율로 정의된다.

[0080] 한편, AP에 매우 근접한 영역은 신호 세기가 강하기 때문에 해당 영역은 신호 감쇄에 대한 신호 감쇄를 고려하지 않을 수 있다. 연구자는 AP 중심으로 일정 반경 밖에 위치한 영역에 대해서만 신호 세기 적응이 되도록 하였다. 이 경우 장애 레벨은 AP의 일정 반경 밖에 있는 지점들만 고려할 수 있다. 장애 레벨 고려를 위한 일정 반경은 무선 신호의 주파수 내지 전력 세기에 따라 적응적으로 결정될 수 있다. 장애 레벨을 연산하는 예를 설명한다. 예컨대, 서비스 영역의 전체 참조 지점들이 81개이고, 특정 AP 기준으로 일정 반경 밖에 위치한 참조 지점들이 60개이고, 장애물이 위치한 지점들이 12개라면, $o^{(j)} = 12/60 = 0.2$ 이다.

[0081] 제2 특징 벡터는 도 4와 같이 서비스 영역에서 참조 지점별로 AP로부터 거리 및 장애 레벨로 정의될 수 있다.

[0082] 제2 모델은 제2 특징 벡터를 입력받아 적응 맵을 생성한다. 이때 적응 맵은 생성된 초기 핑거프린트 맵과 정답 핑거프린트 맵의 차이로 정의될 수 있다. 초기 핑거프린트 맵과 정답 핑거프린트 맵에서 참조 지점 i에 대한 신호 세기 차이는 아래 수학적 식 6과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 6

$$\delta_i^{(j)} = s_i^{(j)} - \hat{s}_i^{(j)}$$

for $i \in \{1, 2, \dots, n_{data}\}$ and $j \in \{1, 2, \dots, n_{AP}\}$

[0084]

[0085] $\delta_i^{(j)}$ 는 제1 모델이 생성한 신호 세기 $\hat{s}_i^{(j)}$ 와 정답 핑거프린트 맵의 신호 세기 $s_i^{(j)}$ 의 차이이다.

[0087] 제2 모델은 제2 특징 벡터의 ($o^{(j)}$ 및 $d_i^{(j)}$)를 입력받아 $\delta_i^{(j)}$ 를 출력하도록 학습된다. 제2 모델은 아래 수학적 식 7과 같은 정보를 이용하여 참조 지점별로 신호 세기 차이를 출력하도록 학습된다.

수학식 7

$$M_A^{(j)} = \{(d_1^{(j)}, o^{(j)}, \delta_1^{(j)}), (d_2^{(j)}, o^{(j)}, \delta_2^{(j)}), \dots, (d_{n_{data}}^{(j)}, o^{(j)}, \delta_{n_{data}}^{(j)})\}$$

이하 데이터 처리 장치가 학습모델을 이용하여 핑거프린트 맵을 생성하는 과정을 설명한다. 아래 표 1은 미탐지 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하여 측위를 수행하는 과정에 대한 수도코드의 예이다.

표 1

```

1: Input:  $O$ : skeleton map of the obstacle distribution,  $AP$ : the location of
   APs,  $S_{user}$ : signal strength vector collected from the user in the target
   place
2: Output:  $\hat{C}_{target}$ : estimated position of the user

// Offline phase to generate the radio map
3:  $M_U = universal\_map\_generation(listOfAPs)$ ;
4:  $M_A = adaptation\_map\_generation(O, listOfAPs)$ ;
5: for  $\hat{s}_i^{(j)} \in M_U$  where  $j \in listOfAPs$  do
6:   for  $\hat{p}_i^{(j)} \in M_A$  with all data point  $i$  in the target place do
7:      $\hat{M}_{target}^{(j)} = \hat{M}_{target}^{(j)} \cup \{(C_i, \hat{s}_i^{(j)} + \hat{\delta}_i^{(j)})\}$ ;
8:   end for
9: end for
10:  $\hat{M}_{target} = integration(\hat{M}_{target}^{(1)}, \hat{M}_{target}^{(2)}, \dots, \hat{M}_{target}^{(n_{AP})})$ ;

// Online phase to find the user's position
11:  $\hat{C}_{target} = localization(\hat{M}_{target}, S_{user})$ ;

12: Function  $universal\_map(listOfAPs)$ 
13:   for  $j \in listOfAPs$  do
14:      $\hat{M}_U^{(j)} = AC\text{-}GAN.generate(j)$ ;
15:   endfor
16: end Function

17: Function  $adaptation\_map(O, listOfAPs)$ 
18:   for  $j \in listOfAPs$  do
19:      $o^{(j)} = calculate\_level\_of\_obstruction(O, j)$ ;
20:      $\hat{M}_A^j = DNN.predict(o^{(j)})$ ;
21:   endfor
22: end Function

```

도 5는 데이터 처리 장치가 학습모델을 이용하여 핑거프린트 맵을 생성하는 과정(400)의 예이다. 상기 표 1의 수도코드와 함께 데이터 처리 장치가 핑거프린트 맵을 생성하는 과정을 설명한다. 전술한 제1 모델 및 제2 모델은 학습이 완료된 상태라고 가정한다.

데이터 처리 장치는 핑거프린트 맵을 생성하고자 하는 서비스 영역에 대한 서비스 영역 정보를 입력받는다(410). 입력되는 정보는 장애물 분포를 나타내는 장애물 맵 O (또는 장애물 위치), AP들의 위치 및 서비스 영역에 대한 위치 정보를 포함한다. 위치 정보는 2차원 좌표계에서 서비스 영역의 위치 및 참조 지점들의 위치를 포함한다.

데이터 처리 장치는 서비스 영역 위치 정보 및 AP 위치를 기준으로 AP별로 AP와 참조 지점 사이의 거리로 정의되는 제1 특징 벡터를 생성한다(410).

데이터 처리 장치는 제1 특징 벡터의 참조 지점별로 벡터를 제1 모델에 입력하여 신호 세기를 생성할 수 있다. 데이터 처리 장치는 하나의 AP에 대한 전체 제1 특징 벡터를 제1 모델에 입력하여 하나의 AP에 대한 초기 핑거프린트 맵을 생성할 수도 있다. 데이터 처리 장치는 전체 AP 별로 참조 지점에 대한 신호 세기를 생성할 수 있다(표 1의 라인 5, 라인 12-16). 이 과정을 통해 데이터 처리 장치는 서비스 영역에 대한 초기 핑거프린트 맵을 생성할 수 있다(420).

- [0098] 데이터 처리 장치는 AP별로 장애물 맵과 AP 위치를 이용하여 제2 특징 벡터를 생성할 수 있다(430). 데이터 처리 장치는 제2 특징 벡터의 참조 지점별로 벡터를 제2 모델에 입력하여 신호 세기 차이를 생성할 수 있다.
- [0099] 데이터 처리 장치는 하나의 AP에 대한 전체 제2 특징 벡터를 제2 모델에 입력하여 하나의 AP에 대한 적응 맵을 생성할 수도 있다. 데이터 처리 장치는 전체 AP 별로 참조 지점 각각에 대한 신호 세기 차이(적응 맵)를 생성할 수 있다(표 1의 라인 6, 라인 17-22). 이 과정을 통해 데이터 처리 장치는 서비스 영역에 대한 적응 맵을 생성할 수 있다(440).
- [0100] 데이터 처리 장치는 초기 핑거프린트 맵과 적응 맵을 이용하여 최종 핑거프린트 맵을 생성할 수 있다(460). 데이터 처리 장치는 AP 별로 서비스 영역에 대한 신호 세기를 생성하고, 전체 AP에 대한 신호 세기를 결합하여 최종 핑거프린트 맵을 생성할 수 있다.
- [0101] 데이터 처리 장치는 AP별로 참조 지점에 대한 초기 핑거프린트 맵의 신호 세기에 적응 맵의 신호 세기 차이를 적용하여 신호 세기를 보정할 수 있다. 데이터 처리 장치는 핑거프린트 맵의 신호 세기와 적응 맵의 신호 세기 차이를 더하여 해당 참조 지점에 대한 최종 신호 세기를 연산할 수 있다(표 1의 라인 6-7). 아래 수학적 식 8은 j 번째 AP의 타겟 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 나타낸다.

수학적 식 8

[0103]
$$\hat{M}_{target}^{(j)} = \{(C_1, \hat{s}_1^{(j)} + \hat{\delta}_1^{(j)}), (C_2, \hat{s}_2^{(j)} + \hat{\delta}_2^{(j)}), \dots, (C_{n_{data}}, \hat{s}_{n_{data}}^{(j)} + \hat{\delta}_{n_{data}}^{(j)})\}$$

- [0105] 데이터 처리 장치는 AP별로 생성한 핑거프린트 맵 $\hat{M}_{target}^{(j)}$ 을 모두 더하여 최종 핑거프린트 맵 $\hat{M}_{target}$ 을 생성할 수 있다(표 1의 라인 10).

- [0107] 이후 측위 장치는 서비스 영역에 대하여 생성된 최종 핑거프린트 맵 $\hat{M}_{target}$ 과 사용자 단말이 수신한 신호 세기 S_{user} 을 이용하여 단말의 위치를 측위할 수 있다(표 1의 라인 11).

- [0109] 연구자는 다양한 환경에서 전술한 학습모델의 성능을 검증하였다. 도 6은 핑거프린트 맵을 생성하는 학습모델의 성능을 검증한 결과이다. 도 6은 10개의 AP가 배치되고, 평균 0.232 장애 레벨 및 756개의 참조 지점들을 갖는 $6.3 \times 10.8m^2$ 크기의 (장애물이 많은) 서비스 영역에 대한 검증 결과이다. 도 6(A)는 해당 서비스 영역의 실제 핑거프린트 맵이고, 도 6(B)는 제1 모델을 이용하여 생성한 초기 핑거프린트 맵이고, 도 6(C)는 초기 핑거프린트 맵에 적응 맵을 적용하여 생성한 최종 핑거프린트 맵이다. 도 6(D)는 AP 중 1번, 4번 및 6번을 이용하여 수행한 측위 결과에 대한 CDF(Cumulative Distribution Function)이다. 도 6(D)를 살펴보면, 적응 맵을 이용하여 신호 세기가 보정된 최종 핑거프린트 맵이 초기 핑거프린트 맵보다 성능이 높다는 것을 알 수 있다. 도 6(D)를 살펴보면, 최종 핑거프린트 맵을 이용한 측위 결과가 실제 핑거프린트 맵을 이용한 측위 결과보다 조금 성능이 낮지만, 최종 핑거프린트 맵을 이용한 측위 성능도 충분히 유의하다는 것을 알 수 있다.

- [0111] 도 7은 미탐지 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 데이터 처리 장치(500)의 예이다. 데이터 처리 장치(500)는 전술한 학습모델을 이용하여 새로운 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 생성하는 장치이다. 데이터 처리 장치(500)는 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예컨대, 데이터 처리 장치(500)는 PC와 같은 컴퓨터 장치, 스마트기기, 네트워크의 서버, 데이터 처리 전용 칩셋 등의 형태를 가질 수 있다.

- [0112] 데이터 처리 장치(500)는 저장장치(510), 메모리(520), 연산장치(530), 인터페이스 장치(540), 통신장치(550) 및 출력장치(560)를 포함할 수 있다.

- [0113] 저장장치(510)는 전술한 학습 모델을 저장한다. 즉, 저장장치(510)는 전술한 제1 모델 및 제2 모델을 저장한다.

각 학습모델은 전술한 과정을 통하여 학습데이터로 학습이 완료된 모델이다.

- [0114] 저장장치(510)는 서비스 영역 정보를 저장할 수 있다. 서비스 영역 정보는 해당 영역의 위치, 참조 지점들의 위치, AP 각각의 위치, 장애물 위치(내지 장애물 맵) 등을 포함할 수 있다.
- [0115] 저장장치(510)는 학습모델을 이용하여 핑거프린트 맵을 생성하는 과정을 제어하는 프로그램을 저장할 수 있다.
- [0116] 저장장치(510)는 생성한 핑거프린트 맵을 저장할 수 있다.
- [0117] 메모리(520)는 데이터 처리 장치(500)가 핑거프린트 맵을 생성하는 과정에서 생성되는 데이터 및 정보 등을 저장할 수 있다.
- [0118] 인터페이스 장치(540)는 외부로부터 일정한 명령 및 데이터를 입력받는 장치이다.
- [0119] 인터페이스 장치(540)는 물리적으로 연결된 입력 장치 또는 외부 저장장치로부터 학습모델을 입력받을 수 있다.
- [0120] 인터페이스 장치(540)는 물리적으로 연결된 입력 장치 또는 외부 저장장치로부터 서비스 영역 정보를 입력받을 수 있다.
- [0121] 인터페이스 장치(540)는 생성한 핑거프린트 맵을 외부 객체에 전달할 수도 있다.
- [0122] 인터페이스 장치(540)는 통신장치(550)가 수신하는 데이터 내지 정보를 데이터 처리 장치(500) 내부로 전달하는 구성을 포함하는 의미이다.
- [0123] 통신장치(550)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 일정한 정보를 수신하고 전송하는 구성을 의미한다.
- [0124] 통신장치(550)는 외부 객체로부터 학습모델을 수신할 수 있다.
- [0125] 통신장치(550)는 외부 객체로부터 서비스 영역 정보를 수신할 수 있다.
- [0126] 통신장치(550)는 생성한 핑거프린트 맵을 측위 장치와 같은 외부 객체에 송신할 수도 있다.
- [0127] 출력장치(560)는 일정한 정보를 출력하는 장치이다. 출력장치(560)는 데이터 처리 과정에 필요한 인터페이스, 핑거프린트 맵 등을 출력할 수 있다.
- [0128] 연산장치(530)는 서비스 영역 정보를 이용하여 AP별로 서비스 영역의 각 참조 지점들과 AP 사이의 거리를 연산한다.
- [0129] 연산장치(530)는 AP별로 참조 지점 i 에 대하여 제1 특징 벡터 (d_i^j) 를 생성한다. 연산장치(530)는 어느 하나의 AP에 대한 제1 특징 벡터를 제1 모델에 입력하여 초기 핑거프린트 맵을 생성한다. 연산장치(530)는 각 AP별로 초기 핑거프린트 맵을 생성한다.
- [0130] 연산장치(530)는 서비스 영역 정보를 이용하여 장애물 위치를 이용하여 장애물 맵을 생성할 수 있다. 연산장치(530)는 장애물 맵을 기준으로 AP별로 수학적 5의 장애 레벨을 연산한다. 연산장치(530)는 AP별로 참조 지점에 대한 거리 및 장애 레벨로 구성되는 제2 특징 벡터 $(d_i^j, o(j))$ 를 생성한다. 연산장치(530)는 어느 하나의 AP에 대한 제2 특징 벡터를 제2 모델에 입력하여 적응 맵을 생성한다. 연산장치(530)는 각 AP별로 적응 맵을 생성한다. 이 과정은 도 5에서 설명한 바와 같다.
- [0131] 연산장치(530)는 AP별로 참조 지점의 초기 핑거프린트 맵에 적응 맵을 적용하여 신호 세기가 보정된 핑거프린트 맵을 생성한다. 연산장치(530)는 각 참조 지점별로 초기 신호세기에 신호세기 차이를 더하여 신호 세기를 보정할 수 있다.
- [0132] 마지막으로 연산장치(530)는 AP별로 생성된 보정된 핑거프린트 맵을 결합하여 최종 핑거프린트 맵을 생성한다. 최종 핑거프린트 맵은 참조 지점 별로 각 AP와의 무선 신호 세기를 보유하게 된다.
- [0133] 연산장치(530)는 데이터를 처리하고, 일정한 연산을 처리하는 프로세서, AP, 프로그램이 임베디드된 칩과 같은 장치일 수 있다.
- [0134] 경우에 따라서, 데이터 처리 장치(500)가 측위 장치일 수도 있다. 이 경우, 데이터 처리 장치(500)는 생성한 핑거프린트 맵을 이용하여 서비스 영역에서 수신되는 무선신호 정보를 기준으로 측위를 할 수 있다.

- [0136] 도 8은 가상의 핑거프린트 맵을 이용하는 측위장치(600)에 대한 예이다.
- [0137] 측위장치(600)는 자신이 위치하는 서비스 영역에 대한 정보를 수집할 수 있다. 측위장치(600)는 서비스 영역 정보를 데이터 처리 장치에 전달할 수 있다. 측위장치(600)는 데이터 처리 장치가 생성한 서비스 영역에 대한 핑거프린트 맵을 수신할 수 있다. 이하 설명에서 측위장치(600)는 현재 위치한 서비스 영역에 대한 가상의 핑거프린트 맵을 보유한 상태라고 전제한다.
- [0138] 측위장치(600)는 다양한 유형의 장치 중 어느 하나일 수 있다. 예컨대, 측위장치(600)는 스마트 기기, 웨어러블 기기, 로봇, 청소기 등 다양한 유형의 장치 중 어느 하나일 수 있다.
- [0139] 측위장치(600)는 저장장치(610), 메모리(620), 연산장치(630), 인터페이스 장치(640) 및 통신장치를 포함할 수 있다.
- [0140] 저장장치(610)는 전술한 가상의 핑거프린트 맵을 저장한다. 가상의 핑거프린트 맵은 데이터 처리 장치가 서비스 영역 정보를 이용하여 생성한 핑거프린트 맵을 말한다.
- [0141] 저장장치(610)는 핑거프린트 맵을 이용하여 현재 위치를 추정하는 프로그램을 저장할 수 있다. 예컨대, 해당 프로그램은 NN(Nearest Neighbor) 알고리즘에 기반하여 위치를 추정하는 프로그램일 수 있다.
- [0142] 메모리(620)는 측위장치(600)가 핑거프린트 맵을 이용하여 측위하는 과정에서 생성되는 데이터 및 정보 등을 저장할 수 있다.
- [0143] 인터페이스 장치(640)는 외부로부터 일정한 명령 및 데이터를 입력받는 장치이다.
- [0144] 인터페이스 장치(640)는 물리적으로 연결된 데이터 처리 장치 또는 다른 외부 객체로부터 가상의 핑거프린트 맵을 입력받을 수 있다.
- [0145] 인터페이스 장치(640)는 통신장치(650)가 수신하는 데이터 내지 정보를 측위장치(600) 내부로 전달하는 구성을 포함하는 의미이다.
- [0146] 통신장치(650)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 일정한 정보를 수신하고 전송하는 구성을 의미한다.
- [0147] 통신장치(650)는 데이터 처리 장치 또는 다른 외부 객체로부터 가상의 핑거프린트 맵을 수신할 수 있다.
- [0148] 통신장치(650)는 서비스 영역에서 AP들이 송신하는 무선 신호를 수신할 수 있다.
- [0149] 연산장치(630)는 현재 위치에서 AP들이 송신하는 무선 신호의 세기를 결정할 수 있다.
- [0150] 연산장치(630)는 가상의 핑거프린트 맵과 현재 위치의 무선 신호 세기를 비교하여 현재 위치를 추정할 수 있다. 무선 신호 세기는 다수의 무선 신호들 각각의 세기 정보를 포함할 수 있다.
- [0151] 연산장치(630)는 데이터를 처리하고, 일정한 연산을 처리하는 프로세서, AP, 프로그램이 임베디드된 칩과 같은 장치일 수 있다.
- [0153] 또한, 상술한 바와 같은 학습모델 구축 방법, 학습모델 기반 핑거프린트 맵 생성 방법 내지 측위 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0154] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM(read-only memory), PROM(programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0155] 일시적 판독 가능 매체는 스태틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(Synclink DRAM, SLDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양

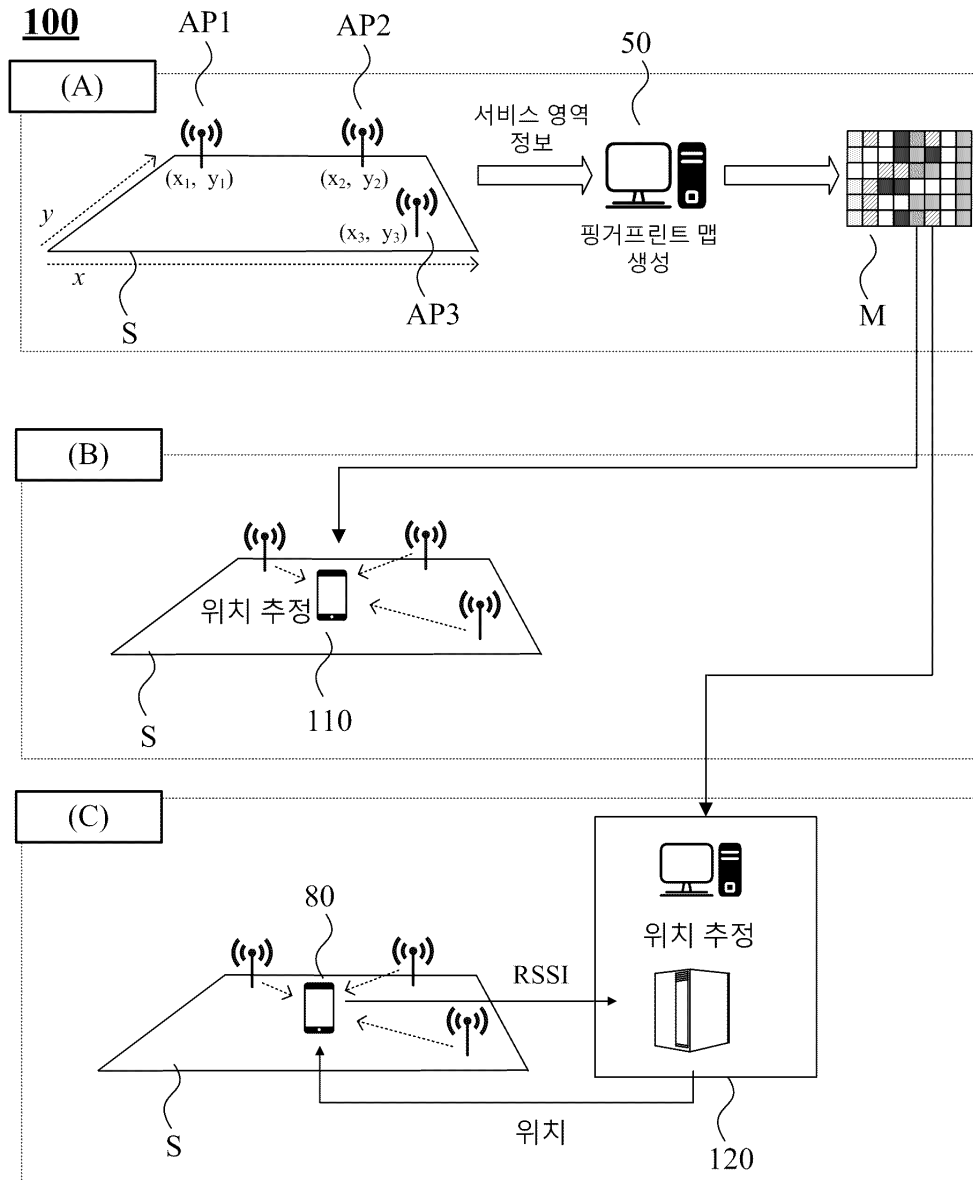
한 RAM을 의미한다.

[0156]

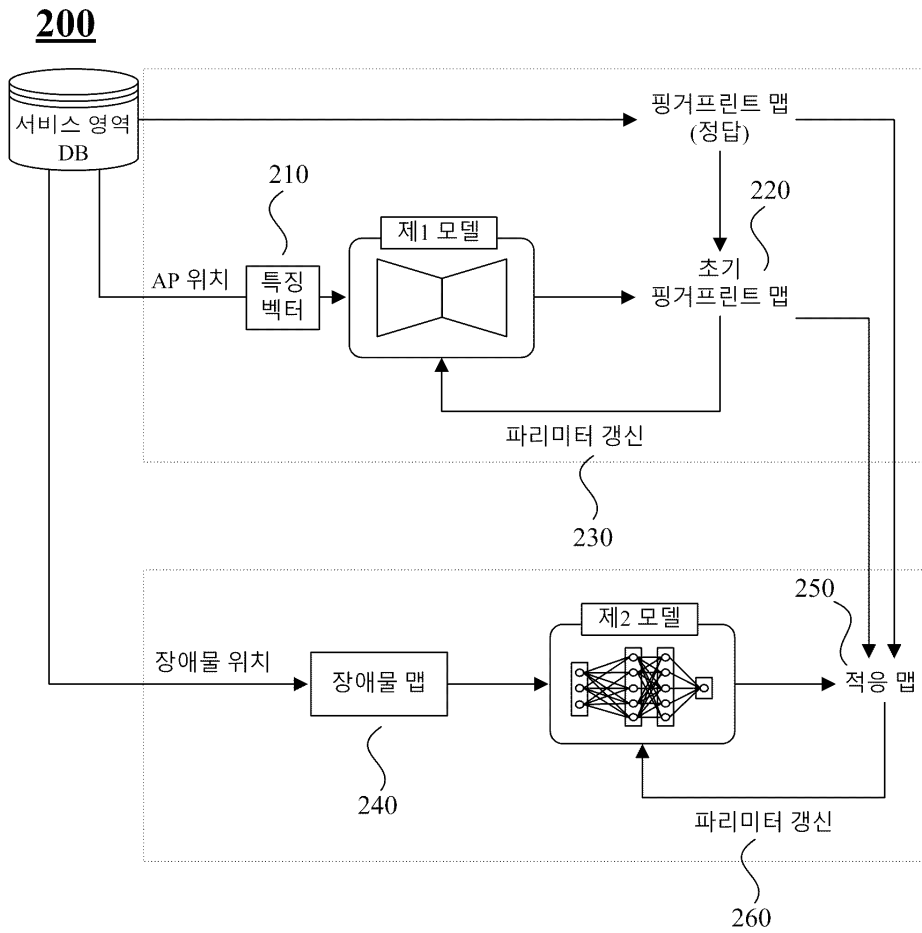
본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

도면

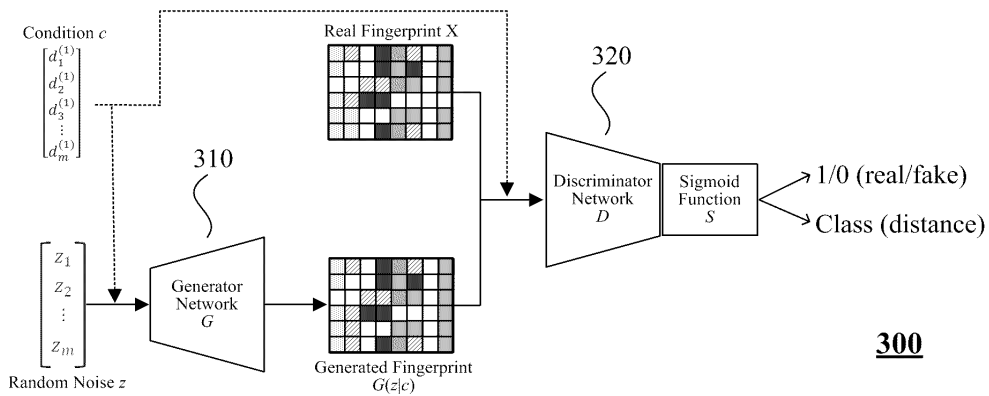
도면1



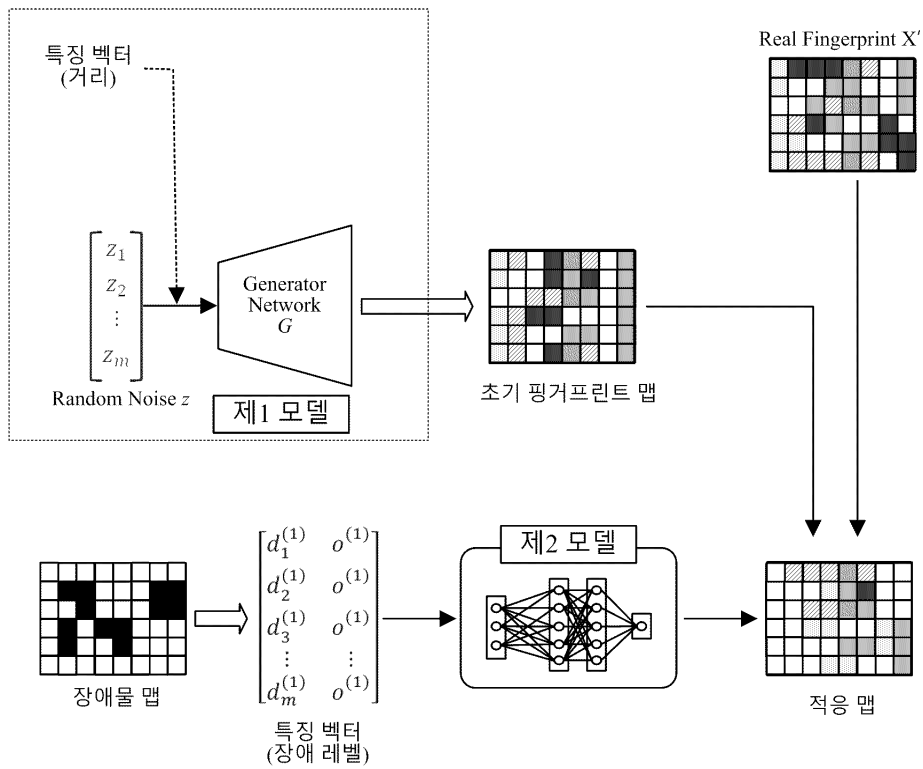
도면2



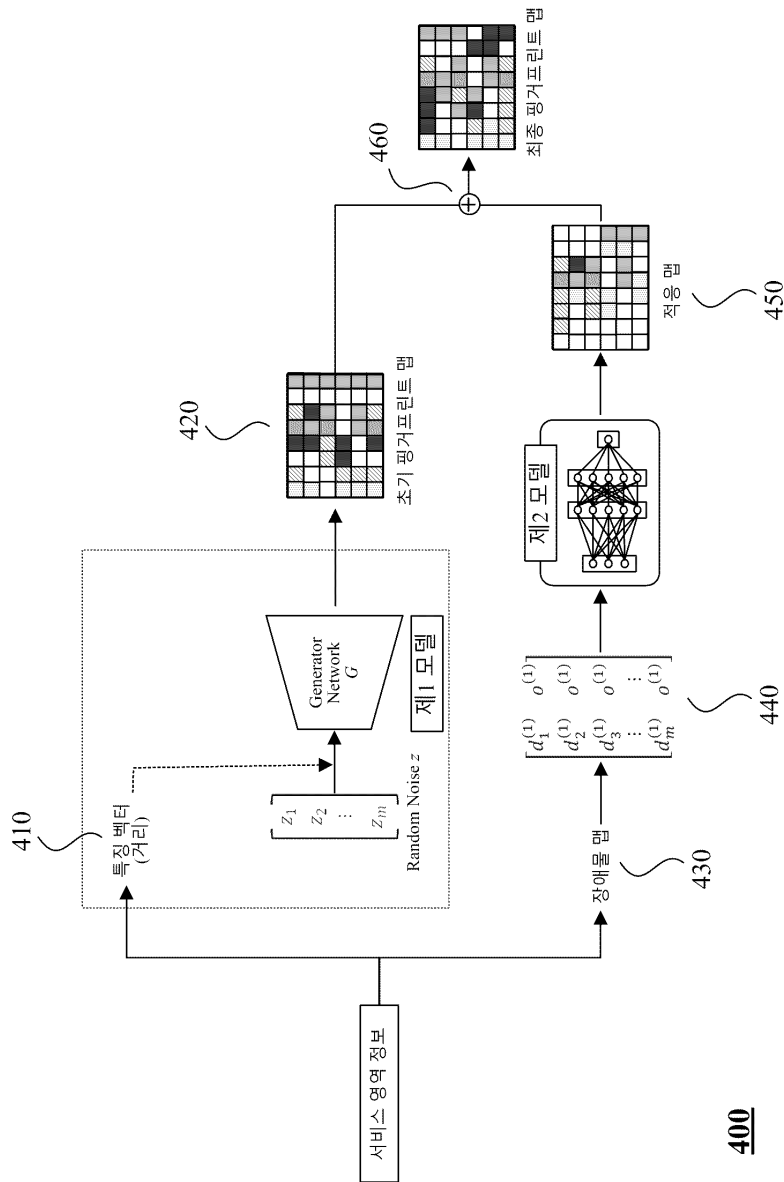
도면3



도면4

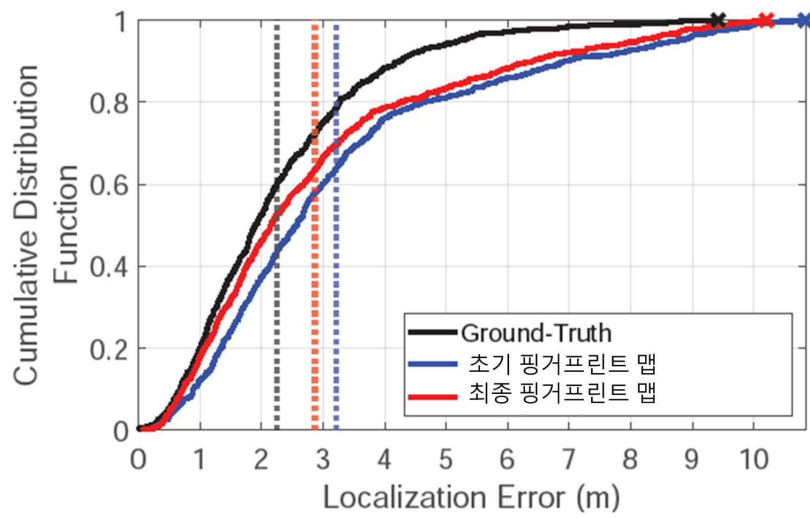
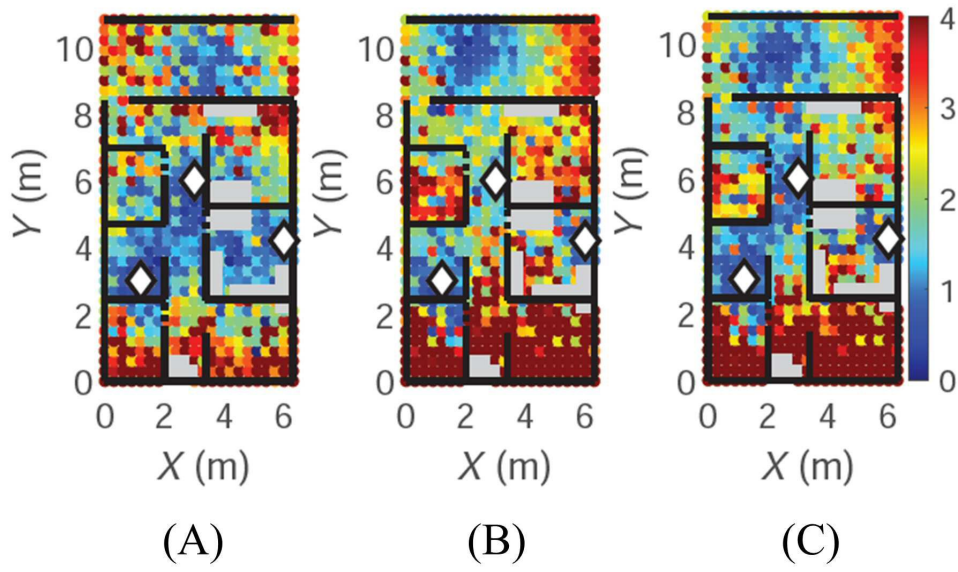


도면5



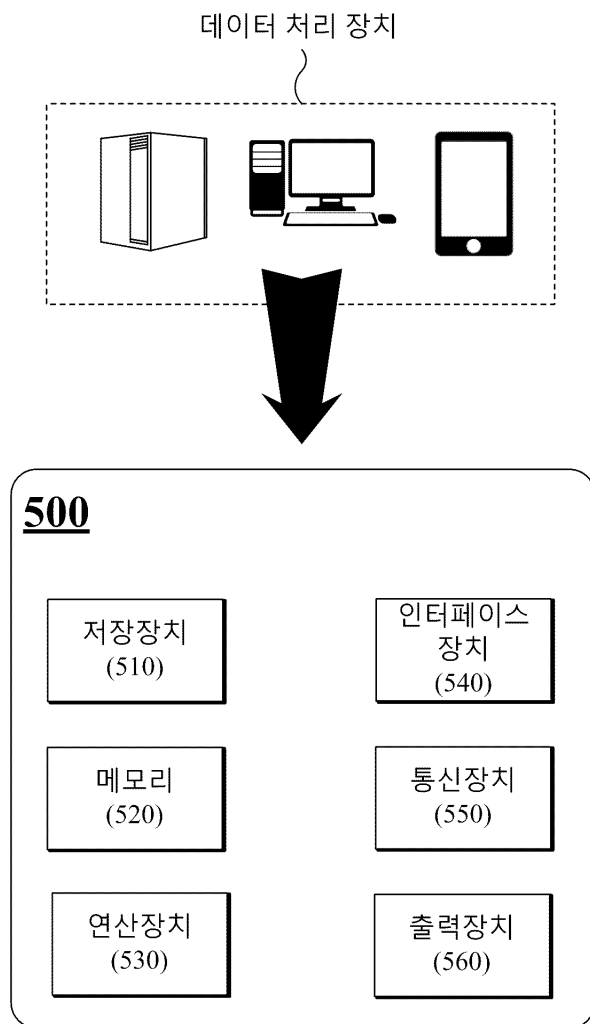
400

도면6



(D)

도면7



도면8

