



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0091879
(43) 공개일자 2017년08월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 4/02 (2009.01) G06Q 50/20 (2012.01)
H04W 24/08 (2009.01) H04W 4/00 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 4/021 (2013.01)
G06Q 50/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0012691
(22) 출원일자 2016년02월02일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
권태경
서울특별시 강남구 선릉로 221, 305동 801호
곽명철
서울특별시 관악구 남부순환로240길 40-10, 103호
천세린
서울특별시 영등포구 문래로 82, 105동 1601호
(74) 대리인
윤동열

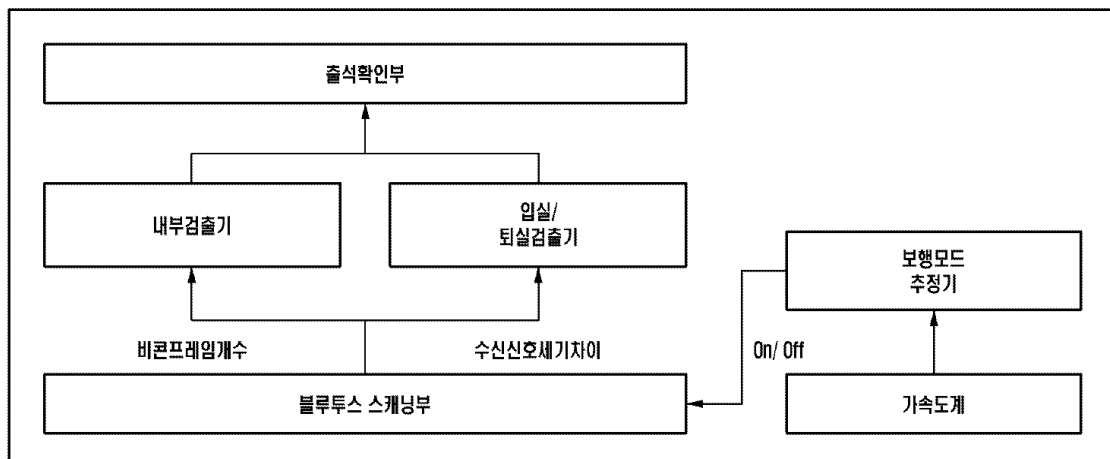
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 교실에서 학생의 출석을 자동으로 체크하기 위한 도구

(57) 요약

우리는 스마트폰을 이용하여 등록된 학생의 출석을 자동으로 체크할 수 있는 소프트웨어 툴을 디자인하고 시행한다. 학생은 그의 스마트 폰에 어플리케이션을 인스톨할 필요가 있다. 상기 소프트웨어 툴의 도전 이슈는, 우리는 학생이 교실의 안팎에 존재하는지 여부를 자동으로 찾을 필요가 있다. 이러한 목적을 위해, 학생의 스마트폰의 (뒷면에 계속)

대표도



어플리케이션은 교실 근처의 와이파이 및 블루투스 장치의 현재 신호 세기를 측정할 것이다. 그리고 측정 결과는 학생의 출석을 체크하기 위한 소프트웨어를 구동하는 서버로 보고된다. 서버는 상기 신호 세기들을 분석함으로써, 학생이 교실의 안 또는 밖에 위치했는지 여부를 결정할 수 있다. 와이파이 및 블루투스 신호의 세기의 종합적인 측정은 스마트폰의 와이파이 스캐닝이 비엘이(BLE) 스캐닝보다 더 많은 에너지를 소비한다는 것을 드러낸다. 그리고 와이파이 비콘의 수신된 신호는 간섭과 페이딩으로 인해ダイナミック하게 변할수 있다. 즉, 와이파이 신호 세기는 교실에서의 학생의 위치를 알아낼 수가 없다. 만약 우리가 블루투스 장치를 배치할 수 있다면, 우리는 전송 전력 레벨을 조정할 수 있다. 이것은 학생의 위치 측정의 정확도를 높이는데 도움이 된다. 블루투스 장치를 레버리징(leveraging)함으로써, 우리는 상당히 진보된 위치 측정을 수행할 수 있게 된다.

(52) CPC특허분류

H04W 24/08 (2013.01)

H04W 4/003 (2013.01)

H04W 4/008 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

이동 통신 시스템에서 단말을 발견하기 위한 방법에 있어서,

제1 장치로부터 제1 신호를 수신하는 단계;

제2 장치로부터 제2 신호를 수신하는 단계;

상기 제1 장치 및 상기 제2 장치로부터의 수신 신호 세기(RSS) 값들의 차이를 결정하는 단계; 및

상기 결정에 기초하여 상기 단말을 식별하는 단계;

를 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 교실에서 학생의 출석을 자동으로 확인하기 위한 도구에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사용자의 위치는 내비게이션, 헬스케어, 마케팅 등과 같이 위치 기반 서비스(LBS: location based service)로 불리는 지능형 서비스들을 제공하기 위한 가장 필수적인 컨텍스트(context) 데이터 중의 하나이다. 최근 스마트폰의 확산으로 인하여, 위치 기반 서비스에 대한 수요와 사용이 증가하고 있다. 그러나 GPS 신호의 사용이 불가능한 실내 공간의 경우, 사용자의 위치를 추정하기 위한 대안 기술이 요구된다. 현재 스마트폰은 와이파이나 블루투스 및 같은 다양한 센서들 및 가속도계나 자력계와 같은 관성 센서들을 구비하고 있다. 따라서 이러한 센서들을 활용함으로써 효과적인 실내 측위 시스템들과 서비스들을 설계하기 위한 노력들이 이어져 왔다.

[0003] 위치 기반 서비스는 교육 시장에서도 요구되고 있다. 대부분의 학생들은 스마트폰을 가지고 있으며 그들은 실내 공간(예를 들어, 교내 건물이나 교실)에서 대부분의 시간을 보내기 때문에, 학생들의 위치 정보에 기초하여 맞춤형 지능형 교육 서비스를 제공할 수 있는 기회가 존재한다. 내비게이션 시스템이나 위치 인식 헬스케어 솔루션과 같은 다목적 위치 기반 서비스 솔루션들이 있지만, 교내 장소들에 특화된 위치 기반 서비스는 찾아보기 어렵다. 이에 착안하여, 본 발명자는 학생들의 출석을 확인하기 위한 소프트웨어 도구를 창안하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 사용자가 교실 내부에 있는지 외부에 있는지 확인하기 위하여 제공된다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 이동 통신 시스템에서 단말을 발견하기 위한 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 장치로부터 제1 신호를 수신하는 단계; 제2 장치로부터 제2 신호를 수신하는 단계; 상기 제1 장치 및 상기 제2 장치로부터의 수신 신호 세기(RSS) 값들의 차이를 결정하는 단계; 및 상기 결정에 기초하여 상기 단말을 식별하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0006] 제안된 방법을 활용함으로써, 스마트폰을 구비한 사용자가 교실 내부에 있는지 외부에 있는지를 파악할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0007] 도 1은 블루투스(BLE) 및 와이파이(WiFi) 인터페이스 중 어느 하나가 스캐닝 목적으로 켜지는 경우 시간에 따른 스마트폰의 에너지 잔량 레벨을 도시한 도면이다.
- 도 2는 세 개의 액세스 포인트(AP)들이 각각 0분, 5분, 10분에 켜지는 경우 시간에 따라 변화하는 액세스 포인트들의 수신 신호 세기(RSS) 값들을 도시한 도면이다.
- 도 3은 측정 지점들의 위치와 블루투스(BLE) 비콘의 위치를 비롯하여 타깃 공간을 도시한 평면도이다.
- 도 4는 교실 내부와 외부의 장소들(각각 _in 및 _out으로 표시됨)에 대하여 평균을 낸 송신 파워별 블루투스(BLE) 신호들의 수신 신호 세기(RSS) 값들을 도시한 도면이다.
- 도 5는 송신 파워가 0 dBm로 설정되는 경우 각각의 위치에서 관측되는 비콘 프레임들의 개수를 도시한 도면이다.
- 도 6은 두 개의 블루투스(BLE) 비콘들과 타깃 문의 위치들을 도시한 평면도이다.
- 도 7은 학생이 입실하거나 퇴실하는 경우 내외부 비콘들의 수신 신호 세기(RSS) 값들의 변화를 도시한 도면이다.
- 도 8은 학생의 이동 여부 및 채질 여부 등을 산출할 수 있는 블루투스(BLE)와 가속도계와 같은 센서들에 기초하는 본 발명의 출석 확인 도구를 도시한 도면이다.
- 도 9는 학생이 걷는 동안 가속도 크기의 반복적인 패턴을 도시하고 유힘(idle) 모드 및 보행 모드에서 표준편차의 변화를 도시한 도면이다.
- 도 10은 교실에 이르는 세 개의 경로들과 하나의 실험용 가짜 경로(fake path)를 도시한 도면이다.
- 도 11은 학생이 입실하거나 퇴실할 때 10초 간격으로 측정된 비콘 개수 및 수신 신호 세기(RSS) 차의 변화를 도시한 예시도이다.
- 도 12는 실험 참가 학생이 가짜 경로를 위아래 방향으로 걷는 경우(각각 좌측과 우측에 도시됨) 수신 신호 세기(RSS) 및 수신 비콘 개수를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 블루투스 기술을 이용한 지오펜싱(Geofencing)
- [0009] 본 발명은 교실에서 학생의 출석을 확인하기 위한 소프트웨어 도구를 제공한다. 이는 “지오펜싱(Geofencing)”으로 불리며, 사용자가 관심 지역의 내부에 있는지 외부에 있는지 확인할 수 있음을 의미한다. 이러한 도구를 구현하기 위하여, 스마트폰의 무선 통신 인터페이스들 중의 하나를 이용하여 관심 지역의 경계를 나타내는 가상의 장벽을 구축한다. 무선 신호의 수신 신호 세기(RSS: received signal strength)는 학생과 기준 노드(예를 들어, 와이파이 액세스 포인트, 블루투스 비콘) 사이의 거리가 증가할수록 약해진다. 만약 거리가 소정의 임계치를 초과하면, 신호는 전혀 감지되지 않을 수 있다. 따라서 무선 신호의 수신 신호 세기를 측정함으로써 교실 주위에서 “지오펜싱”을 실행할 수 있고, 기준 노드의 신호 송신 파워를 조정함으로써 지오펜싱의 범위를 제어할 수 있다.
- [0010] 일반적으로, 최근의 스마트폰은 셀룰러(cellular; 3G 또는 LTE), 와이파이(WiFi), 블루투스(BLE: Bluetooth Low Energy), NFC(Near Field Communication)과 같은 다수의 무선 인터페이스들을 가진다. 이러한 기술들은 각기 다른 특징들을 가지므로, 지오펜싱을 위해서는 다수의 인터페이스들을 사용해야 할지도 모른다. 셀룰러 네트워크 인터페이스의 경우, 기지국(기준 노드로서의)의 정확한 위치를 알 수 없고 송신 파워와 같은 관련 정보에 쉽게 접근할 수 없다. 또한, NFC의 경우, 지오펜싱을 위해 사용되기에는 통신 범위가 너무 짧다. 따라서 지오펜싱을 목적으로 할 때, 위의 두 기술들은 제외한다.
- [0011] 와이파이의 경우, 와이파이가 신호는 블루투스 신호에 비해 여러 단점들을 가진다. 첫째, 와이파이는 스캐닝(scanning) 작용으로 인해 블루투스보다 더 빠르게 에너지를 소모한다. 도 1은 수신 신호 세기 값들을 얻기 위해 액세스 포인트(AP: Access Point)들의 비콘 프레임들을 지속적으로 수집함에 따라 스마트폰의 에너지 잔량이 얼마나 빠르게 감소하는지 보여준다. 와이파이 스캐닝은 블루투스 스캐닝보다 1.5배 더 많은 에너지를 소모하며, 스마트폰이 스캐닝을 하지 않는 “pure” 시나리오보다 거의 2배 많은 에너지를 소모한다. 이러한 결과는 스마트폰이 스캔해야 하는 와이파이와 블루투스 사이의 통신 채널들의 개수 차이로부터 기인한다. 블루투스 스펙에는 단지 3개의 애드버타이징(advertising) 채널들만 있는 반면, 스마트폰은 적어도 13개의 와이파이

채널들을 스캔해야 한다. 이러한 제한은 와이파이 스캐닝의 소요시간에도 영향을 미친다. 대부분의 스마트폰들에서, 와이파이 스캐닝은 대략 3~4초가 소요되는 반면에, 블루투스 스캐닝은 1초 미만만 소요될 수 있다.

[0012] 더욱이, 대부분의 와이파이 액세스 포인트 공급자들은 액세스 포인트들 사이의 간섭을 피하기 위하여 동적 송신 파워 제어 알고리즘을 채택한다. 도 2는 인접한 3개의 액세스 포인트들이 5분 간격으로 잇따라 성공적으로 켜질 때 액세스 포인트들의 수신 신호 세기 값들의 변화를 나타낸다. 결과는 액세스 포인트의 송신 파워가 수동적인 조정 없이도 동적으로 변할 수 있음을 보여준다. 이는 지오펜싱 메커니즘을 설계하기 위해 와이파이에 의존할 수 없는 이유이다. 또한, 애플 아이폰은 와이파이 스캐닝 동작을 위한 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API: Application Programming Interface)를 공식적으로 지원하지 않는다. 즉, 아이폰으로는 와이파이 액세스 포인트들의 수신 신호 세기 값들을 얻을 수 없다. 결국, 지오펜싱 시스템을 설계하기 위해 블루투스 신호들을 이용한다.

[0013] 블루투스 신호 측정

[0014] 본 항목에서는 블루투스 신호의 포괄적 측정에 대하여 설명한다. 이는 교실 출석 확인 시스템을 설계하기 위한 토대가 된다. 데이터 수집을 위해 교내 건물 내의 적당한 크기의 교실(9m~12m)을 타깃 공간으로 선정하고, 도 3에 도시된 바와 같이 교실 주위에서 9개의 측정 위치들을 선정한다. 그리고 적절한 통신 범위를 가지는 통상의 클래스 2 블루투스 비콘을 배치하고, 각각의 위치에서 1분간 수신 신호 세기 값들을 수집한다. 블루투스 신호의 음영 지역을 최소화함으로써 페이딩(fading)과 사람 몸의 영향을 완화하기 위해, 블루투스 비콘의 배치 위치는 교실 천장의 중앙(빨간 점으로 표시)으로 한다.

[0015] 기본적으로 블루투스 비콘과의 거리가 증가할수록 블루투스 신호는 감지할 수 없게 된다. 또한, 신호의 세기는 벽의 감쇠에 의해 저하된다. 이를 바탕으로, 수신 신호 세기의 변화 관측을 통해 학생(또는 학생의 스마트폰)이 교실 내부에 위치하는지 외부에 위치하는지 추정할 수 있다. 따라서 교실의 전체 영역에 이를 수 있는 최적의 송신 파워 레벨을 찾는 것은 중요한 단계이다. 최적의 송신 파워를 찾기 위해, 송신 파워를 변화시키면서 교실 내부(도 3의 지점들 0~4)와 외부(도 3의 지점들 5~8)로부터 수신 신호 세기 값을 수집한다. 또한, 블루투스의 수신 신호 세기에 대한 사람 몸의 영향을 관측하기 위해 비가시선(NLOS: non-line-of-sight)과 가시선(LOS: line-of-sight)을 채택한다. 비가시선 장소들에서, 수집하는 동안에 사람의 몸은 비콘과 스마트폰 사이에 있다. 클래스 2 블루투스 비콘의 이용 가능한 송신 파워 범위는 -23 dBm부터 4 dBm 사이이며, 비콘 애드버타이징 속도(beacon advertising rate)는 1 Hz이다.

[0016] 도 4는 각각의 경우의 평균 수신 신호 세기를 나타낸다. X축에서의 각각의 표식은 (i) 조정된 송신 파워들 중의 하나 및 (ii) 측정 위치가 교실 내부에 있는지 외부에 있는지를 의미한다. 송신 파워가 -23 dBm인 경우(최소 송신 파워), 수신 신호 세기는 너무 약하기 때문에 비가시선 장소들에서 블루투스 비콘 프레임은 관측되지 않는다. 이는 만약 교실이 혼잡하거나 학생이 스마트폰을 주머니에 넣고 있을 때 학생이 교실 안에 있음에도 불구하고 출석이 확인되지 않을 수 있음을 의미한다. 이러한 상황을 잘못된 네거티브 상태(false negative case)로 정의하며, -23 dBm은 잘못된 네거티브 상태를 피하기에 너무 약하다. 4 dBm의 경우(최대 송신 파워), 수신 신호 세기들은 모든 위치에서 명확하게 관측된다. 그러나 심지어 스마트폰이 비가시선 장소들에 위치할 때에도 블루투스 비콘 프레임들은 교실 밖에 도달하게 되고, 이는 지오펜싱 성능에 부정적인 영향을 줄 것이다. 이러한 상황에서는 잘못된 포지티브 상태(false positive case)가 발생하며, 이는 학생이 교실 밖에 있음에도 불구하고 출석이 확인됨을 의미한다.

[0017] 결국, 잘못된 네거티브 상태와 잘못된 포지티브 상태를 모두 피하기 위해 블루투스 장치의 적절한 송신 파워를 찾아낼 필요가 있다. 송신 파워를 0 dBm로 설정하면 잘못된 네거티브 상태와 잘못된 포지티브 상태를 모두 감소시킬 수 있음이 관명되었다. 0 dBm의 경우, 비콘 프레임들이 가시선 장소들에서 교실 밖의 학생에게 도달할 수 있음에도 불구하고, 이들은 비콘까지의 거리가 증가하면 곧바로 감지되지 않게 된다.

[0018] 진술한 바와 같이, 블루투스 비콘의 수신 신호 세기는 불안정하기 때문에, 도 3에 도시된 바와 같이 각각의 위치에서 관측된 비콘 프레임들의 개수를 측정한다. 도 5는 각각의 위치에서 1분의 시간 동안 관측되는 비콘 프레임들의 개수를 도시한다. 1분 동안에 관측되는 비콘 프레임들의 개수가 35개인 최악의 경우(위치 번호 2)를 고려하면, 비콘 프레임들을 수신하는 비율이 0.5를 초과하면 학생이 교실 내부에 있을 가능성이 높다고 여길 수 있다.

[0019] 다음 단계는 교실 밖의 가시선 장소들에서 발생할 수 있는 잘못된 포지티브 문제를 해결하는 것이다. 학생이 교실 밖에서 벽 바로 옆에 위치하거나 스마트폰을 가시선 장소에 둘 때 단지 관측되는 블루투스 비콘들의 비율에

만 기초하여 출석을 확인하는 것은 위험이 따른다. 이를 해결하기 위해, 통상적으로 적외선 센서에 기초하는 출입 검출기를 이용한다. 출입 검출기는 사람들의 입장과 퇴장을 감지함으로써 교실 내부에 있는 사람들의 숫자를 셀 수 있다. 적외선 센서가 아닌 블루투스 비콘을 사용하여 이와 유사한 과정을 실행할 수 있다.

$$RSS_{difference} = RSS_{inside} - RSS_{outside}$$

교실의 문을 통한 학생의 입실과 퇴실을 감지하기 위해서는 단순히 교실 밖의 적절한 장소에 또 하나의 블루투스 비콘을 설치하고 내외부 비콘들로부터의 수신 신호 세기 값들의 차이를 추적하면 된다. 위의 수식에서 표현된 바와 같이, 수신 신호 세기들의 차이는 내부 비콘의 수신 신호 세기에서 외부 비콘의 수신 신호 세기를 뺀 값으로 계산된다. 만약 차이가 증가하면(0 초과), 학생이 입실한 것으로 간주되고, 만약 차이가 감소하면(0 미만), 학생이 퇴실한 것으로 간주된다.

교실 외부 블루투스 비콘의 적절한 위치는 문으로 가는 모든 가능한 경로들을 포함하는 지점이다. 또한, 두 비콘들과 문 사이의 거리는 굉장히 가까워서 문을 통과할 때 수신 신호 세기의 차이가 거의 영에 가깝도록 해야 한다. 따라서 본 발명의 실험에서 교실 밖 비콘은 도 6에 도시된 바와 같이 위치한다.

교실 밖 비콘의 송신 파워를 0 dBm로 설정함으로써, 교실 안 비콘이 담당하는 영역과 유사한 크기의 영역을 담당할 수 있도록 한다. 각 비콘의 비콘 애드버타이징 시간이 일치하지 않고, 또한 그들의 신호가 독립적으로 페이딩을 겪기 때문에, 비콘 프레임들은 서로 다른 시점에 스마트폰에 의해 수신된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 마지막 5초 동안 내부 비콘의 프레임들의 수신 신호 세기들과 외부 비콘의 프레임들의 수신 신호 세기들 사이의 평균 차를 계산한다. 도 7은 문을 통해 입실하거나 퇴실할 때 수신 신호 세기 차이의 변화를 보여주며, 검정색 수직선은 학생이 문을 통과할 때의 시간을 의미한다. 수신 신호 세기 차이는 학생이 문을 통해 입실하거나 퇴실할 때 증감 패턴을 뚜렷이 보여주며, 학생이 문을 통과하는 순간 거의 0이 된다.

시스템 설계

본 항목은 출석 확인 시스템의 전반적인 시스템 설계 및 상세한 알고리즘을 설명한다.

도 8은 제안된 출석 확인 시스템의 구성 블록들을 보여준다. 이전의 측정으로부터의 통찰에 기초하여, 출석을 확인하기 위한 두 개의 구성요소들, 즉 내부 검출기와 입실/퇴실 검출기를 설계한다. 내부 검출기는 관측되는 비콘 프레임들의 비율에 기초하여 학생이 교실 내부에 있는지 외부에 있는지를 결정하며, 입실/퇴실 검출기는 수신 신호 세기 차이에 기초하여 학생이 문을 통해 입실하거나 퇴실하는 것을 감지한다.

내부 검출기의 경우, 관측되는 비콘 프레임들의 개수(또는 비율)가 소정의 시간 구간에서 임계치를 초과한다면, 학생이 교실 내부에 있는 것으로 간주한다. 이전의 측정에 기초하여 이 임계치는 1초당 0.5로 정의되며, 측정 구간의 길이는 10초로 설정된다. 따라서 임계치는 5가 된다. 즉, 만약에 마지막 10초 동안 관측되는 비콘 프레임들의 개수가 5를 넘는다면 내부 검출기는 학생이 교실 안에 있다고 추정한다. 시간 구간의 적절한 길이는 광범위한 실험들로부터 파악할 수 있다.

출입 감지를 위하여, 관측되는 수신 신호 세기의 차이에 기초하여 두 가지 상태들이 정의된다. 수신 신호 세기 차이가 0 초과이면, 이는 ‘내부’ 상태이며, 차이가 0 미만이면, 이는 ‘외부’ 상태이다. 기본적으로 입실/퇴실 검출기는 두 가지의 상태들(내부 또는 외부) 간의 상태 전이가 발생하는지의 여부에 기초하여 입실과 퇴실을 추정한다. 그러나 불안정한 수신 신호 세기의 변동으로 인해 문 주변의 상태 전이가 자주 일어날 수 있다. 따라서 본 발명은 상태 홀딩 임계치(state holding threshold)를 도입하며, 이는 잘못된 상태 판단을 피하기 위하여 두 가지 상태들 중 어느 하나를 결정하기 위한 최소의 홀딩 시간을 의미한다. 즉, 상태 전이는 오로지 새로운 상태를 위한 홀딩 시간이 상태 홀딩 임계치를 초과하는 경우에만 발생한다. 포괄적인 실험들로부터 상태 홀딩 임계치는 4초로 설정된다. 두 개의 비콘들의 통신 범위의 한계로 인해 수신 신호 세기 차이는 오직 문 주위에서만 관측될 수 있다는 점에 주목하면, 관측 시간은 적절한 보행 속도로 문을 통과하기 이전과 이후 대체로 8~10초이다. 따라서 상태 체류 시간(state sojourn time)의 절반을 포함할 수 있기 때문에 4초의 상태 홀딩 임계치는 적절하다. 또한, 패턴을 매끄럽게 하기 위하여 저역 필터(lower pass filter)가 수신 신호 세기 차이에 적용된다.

마지막으로, 오로지 내부 검출기와 입실/퇴실 검출기가 모두 학생이 교실 내부에 있다고 나타내는 경우에만 출석이 인정되며, 검출기들 중의 적어도 하나가 학생이 교실 외부에 있다고 나타내면 출석은 인정되지 않는다.

보행 모드 추정기는 시스템의 보조적 구성요소이다. 만약 스마트폰이 지속적으로 블루투스 신호들을 스캔한다면, 스마트폰의 배터리는 곧 소진될 것이다. 따라서 출석을 확인하기 위한 스마트폰 앱은 학생의 수업

시간 동안 주기적으로(예를 들어, 매 5분 간격으로) 활성화될 것이다. 수업 시간은 학생에 의해 기록되거나 학교 정보 기반시설로부터 얻어질 수 있다. 게다가, 본 발명은 (i) 걸음걸이의 검출 및 (ii) 진행 방향의 추정에 기초하여 학생의 보행 모드를 추정하는 보행 추측 방법(PDR: pedestrian dead reckoning) 메커니즘을 활용하며, 이 구성요소는 출석 확인 앱이 활성화되는 경우에만 동작한다. 상기 앱은 블루투스 스캐닝을 중단시키고 에너지 절약을 목적으로 휴면 모드로 전환된다. 이러한 휴면 과정은 학생이 일반적으로 수업시간 동안 움직이지 않는다는 가정을 전제로 한다.

[0031] 보행 모드를 검출하기 위하여, 본 발명은 ZEE에서 제안된 바와 같이 단계적 검출 모듈을 채택한다. 도 9의 좌측 그래프는 걷는 동안 스마트폰 가속도계의 크기들의 반복적 패턴을 나타낸다. 우측 그래프는 유희 모드 및 보행 모드에서 가속도계 크기의 표준편차 패턴이다. ZEE는 보행 모드를 검출하기 위하여 반복적 패턴 검출 및 표준편차 모니터링을 모두 조합하여 사용한다. Y축의 단위는 중력가속도에 의해 정규화된다.

[0032] 실행

[0033] 제안된 방식의 평가를 수행하기 위해 안드로이드 앱을 실행한다. 상기 앱은 모든 구성요소들, 즉 보행 모드 추정기, 블루투스 스캐닝부, 내부 검출기, 입실/퇴실 검출기, 및 출석 확인부를 동작시킨다. 차후에는 중앙집중식 방식으로 모든 학생들의 출석을 확인하기 위해 백엔드(back-end) 서버가 실행될 것이다. 블루투스 스캐닝부와 보행 모드 추정기를 제외하고, 출석 확인 알고리즘과 관련된 모든 구성요소들이 백엔드 서버로 이동될 것이다.

[0034] 평가

[0035] 시스템을 평가하기 위하여, 교실에 이르는 세 개의 경로들과 교실 주위의 복도를 따라 가는 하나의 가짜 경로에서 상기 앱을 실행하였다. 세 개의 진짜 경로들에 대하여, 손에 스마트폰을 들고 있는 실험 참가 학생이 도 10에 도시된 바와 같은 경로들을 따라 이동한 후 교실 안에서 15~20초 동안 머무른다. 가짜 경로의 경우, 학생은 교실에 입실하지 못한다. 역방향의 경로들 역시 실행된다.

[0036] 전반적으로, 세 가지 진짜 경로들에서는 모두 학생이 교실에 입실할 때 성공적으로 출석이 인정되며, 퇴실하는 모든 경우에는 출석이 인정되지 않는다. 예를 들어, 도 11의 좌측 그래프는 경로 1을 따라 교실에 입실할 때 수신 신호 세기 차이의 변화와 10초 동안 관측되는 비콘들의 개수를 나타낸다. 우측 그래프는 경로 1을 따라(역방향으로) 교실에서 퇴실할 때의 측정값들을 나타낸다. 검정색 수직선은 실험 참여자가 문을 통과하는 순간을 의미하며, 중앙의 검정색 수평선은 내부 검출기와 입실/퇴실 검출기에 대한 알고리즘 임계치를 의미한다.

[0037] 실험 결과로부터, (i) 내부 검출기는 실제 입실 순간보다 먼저 학생의 입실을 검출한다는 점과, (ii) 내부 검출기는 학생의 퇴실 시에 퇴실을 검출한다는 점을 알 수 있다. 이는 다음의 두 가지 사실에 의해 설명될 수 있다: (i) 내부 비콘의 보수적인(즉, 높은) 송신 파워, 및 (ii) 최악의 경우(즉, 가시선 장소의 학생)를 고려한 내부 검출기의 낮은 임계치. 이전의 측정에서 보인 바와 같이, 수신 비콘들의 비율에 대한 충분히 낮은 임계치를 채택하고, 학생들의 비가시선 장소들을 다루기 위해(또는 잘못된 네거티브 상태를 방지하기 위해) 내부 비콘의 충분히 높은 통신 범위를 채택한다. 이전의 실험들에 따르면 내부 검출기가 학생의 이동을 검출하는 시간 차이는 문 통과 순간으로부터 6~7초이다. 입실/퇴실 검출기의 검출 지연이 더 짧으며, 이러한 검출은 내부 검출기보다 더 정확하다. 그러나 학생이 매우 먼저 교실에 도착하는 것과 같은 여러 경우들을 위해 여전히 내부 검출기를 사용할 필요가 있다.

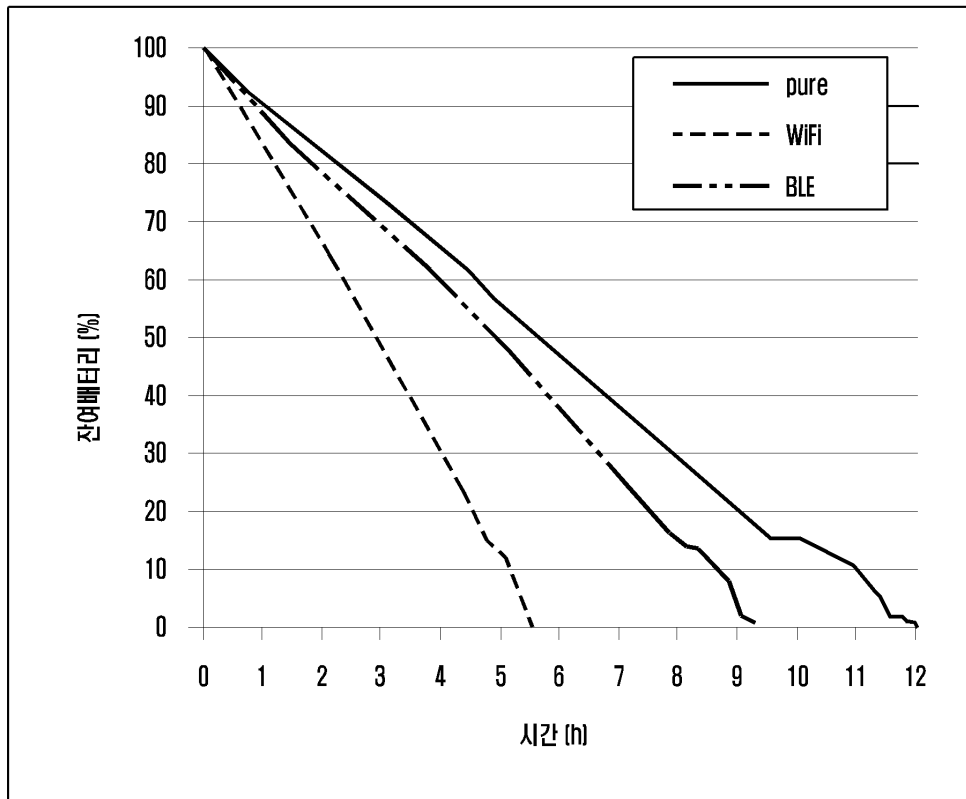
[0038] 학생이 교실에 입실할 때, 내부 검출기는 실제 통과 시간보다 먼저 학생의 입실을 검출한다. 그러나 출석은 오로지 내부 검출기와 입실/퇴실 검출기가 모두 학생이 교실 내부에 있다고 판단하는 경우에만 인정된다. 따라서 출석 확인 시간은 일반적으로 입실/퇴실 검출기의 검출 시간과 일치하게 된다. 학생의 퇴실하는 경우에도 시스템은 상기 입실의 경우와 유사하게 작동한다. 두 검출기들 중의 어느 하나라도 학생이 교실 외부에 있다고 간주하면 출석은 인정되지 않기 때문에 출석 확인 시간은 입실/퇴실 검출기의 검출 시간과 일치하게 된다. 입실/퇴실 검출기의 상태 홀딩 임계치에도 불구하고, 모든 경우들에서 출석 확인 시간은 문 통과 순간으로부터 5초 이내이다.

[0039] 도 12는 가짜 경로를 따라 갈 때 스마트폰의 측정 데이터를 도시한다. 상향 방향의 경우, 관측되는 비콘들의 개수가 임계치와 같거나 높기 때문에(임계치는 5), 내부 검출기는 학생이 14초에서 20초까지 내부에 있는 상태라고 결정한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 만약 학생이 상향 방향으로 이동하면, 학생이 교실에 가까워질 때 학생의 스마트폰은 내부 비콘으로의 가시선 장소에 위치할 수 있다. 따라서 내부 검출기는 몇몇 지점들에서 잘못된 포지티브 상태라고 보고한다. 그러나 입실/퇴실 검출기로 인해 출석은 인정되지 않는다. 이는 본 발명의 시스템이 입실/퇴실 검출기를 활용함으로써 잘못된 포지티브 상태를 효율적으로 구별해 낼 수 있음을 증명한다.

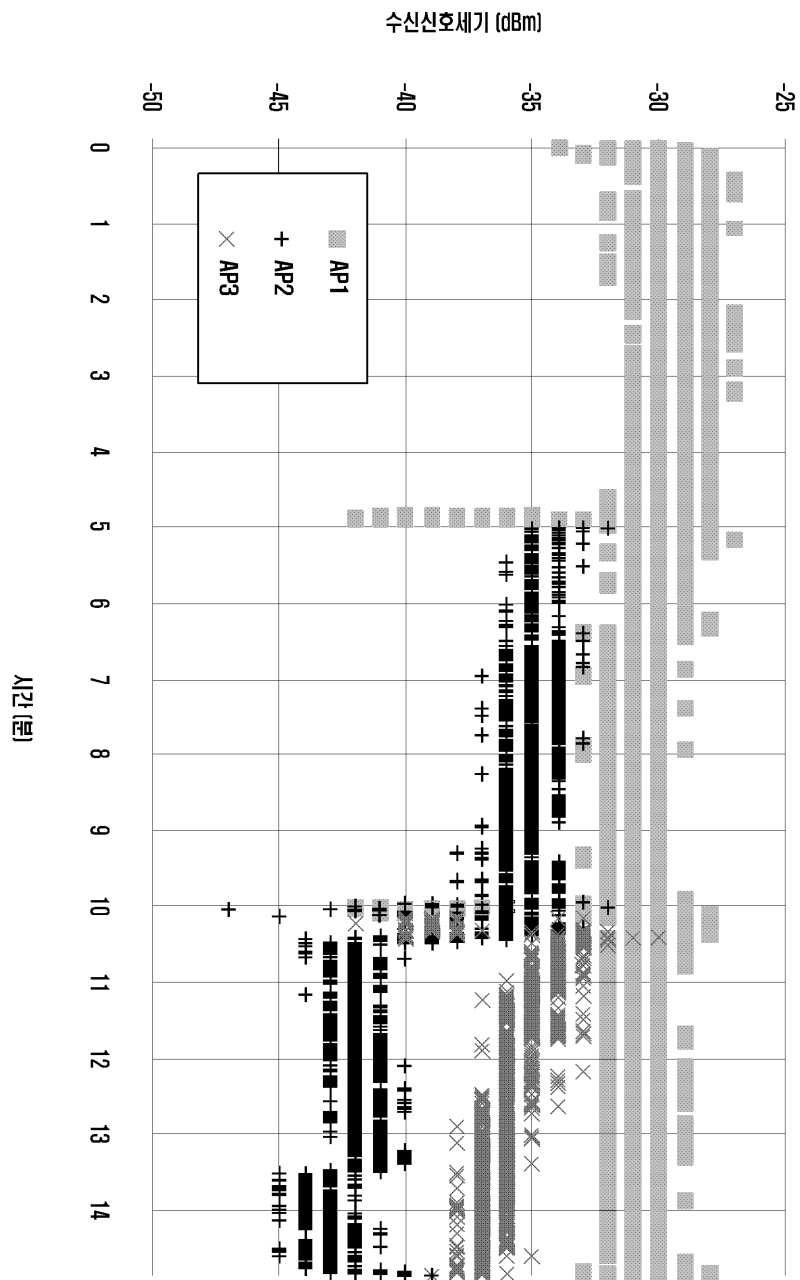
- [0040] 관련 연구
- [0041] 최근 몇 년 사이에, 기준 노드로의 거리를 계산하여 사용자 위치를 찾는 범위 기반 측위 방식에 대한 연구가 집중적으로 진행되고 있다. 범위 기반 측위 방식들 중에서, 하나의 접근 방식은 바로 거리가 증가할 때 수신 신호 세기가 감소하는 사실을 이용한 수신 신호 세기 기반 접근 방식이다. 와이파이, 무선 센서 네트워크(WSN: Wireless Sensor Network), 블루투스, 어쿠스틱 신호 등을 비롯한 다양한 무선 기술들에 의한 수신 신호 세기 기반 접근 방식과 관련된 연구들이 진행되어 왔다.
- [0042] 또 다른 접근 방식은 거리를 계산하기 위하여 시간 정보를 사용하는 것이다. 이러한 종류의 방식들은 거리를 추정하기 위해 ToD(Time-of-Departure), ToA(Time-of-Arrival) 등의 시간 관련 정보에 의존한다. 예를 들어, ToF(Time-of-Flight) 접근 방식은 클라이언트와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리를 추정하기 위해 두 개체 사이의 무선 신호의 전파 시간을 확보한다.
- [0043] 본 명세서에서 설명된 지오펜싱 방식은 범위 기반의 측위와 다소 다르다. 범위 기반 측위 방식은 사용자의 위치를 정확하게 추정하려고 시도하는 반면, 지오펜싱은 낮은 레벨에서 관심 지역 내의 사용자 위치를 구별하려는 시도를 한다. 지오펜싱 방식은 학생의 정확한 위치를 알아낼 필요가 없지만, 학생이 관심 지역 내에 있는지의 여부는 알 필요가 있다.
- [0044] 결론 및 후속 연구
- [0045] 본 명세서에서는 학생들의 출석을 자동으로 확인하기 위한 스마트폰 소프트웨어 도구가 제안되었다. 본 발명자는 학생의 스마트폰이 교실 내부에 있는지 외부에 있는지를 파악하는 블루투스 기반의 지오펜싱 시스템을 설계하고자 하였다. 블루투스의 포괄적 측정은 내부 비콘으로부터의 비콘 프레임들의 관측이 충분하지 않다는 것을 보여준다. 본 발명의 핵심 아이디어는 두 개의 블루투스 비콘들의 스마트폰 수신 신호 세기 값들 사이의 차이에 기반하여 입실/퇴실 검출기를 도입하는 것이다. 시스템을 평가하기 위해 본 발명자는 안드로이드 앱을 실행하였고, 교내 건물 환경 내에서 좋은 성과를 거두었다. 후속 연구로서, 본 발명자는 우선 다수의 입실/퇴실 검출기들을 활용한 실험을 수행하고, 제안된 방식의 에너지 효율성을 향상시키기 위해 노력할 것이다. 차후에 다양한 크기의 교실들과 스마트폰들에 대한 해결책을 일반화할 계획이다.
- [0046] 참고문헌
- [0047] a. Munson, Jonathan P., and Vineet K. Gupta. "Location-based notification as a general-purpose service." Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce. ACM, 2002.
- [0048] b. Cheng, Long, et al. "A survey of localization in wireless sensor network." International Journal of Distributed Sensor Networks 2012 (2012).

도면

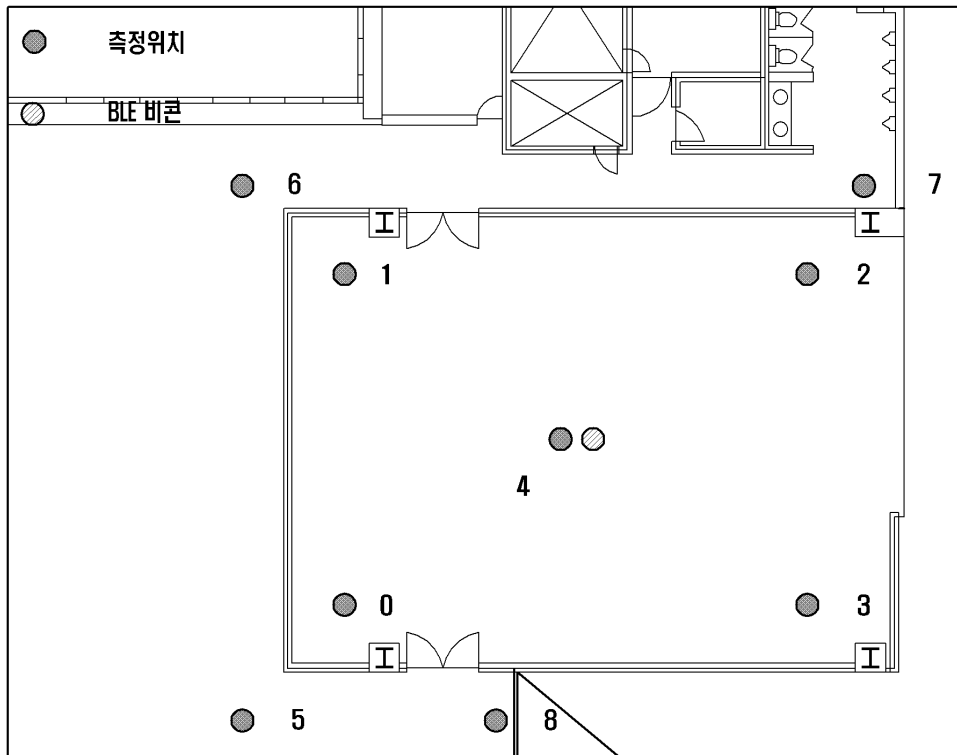
도면1



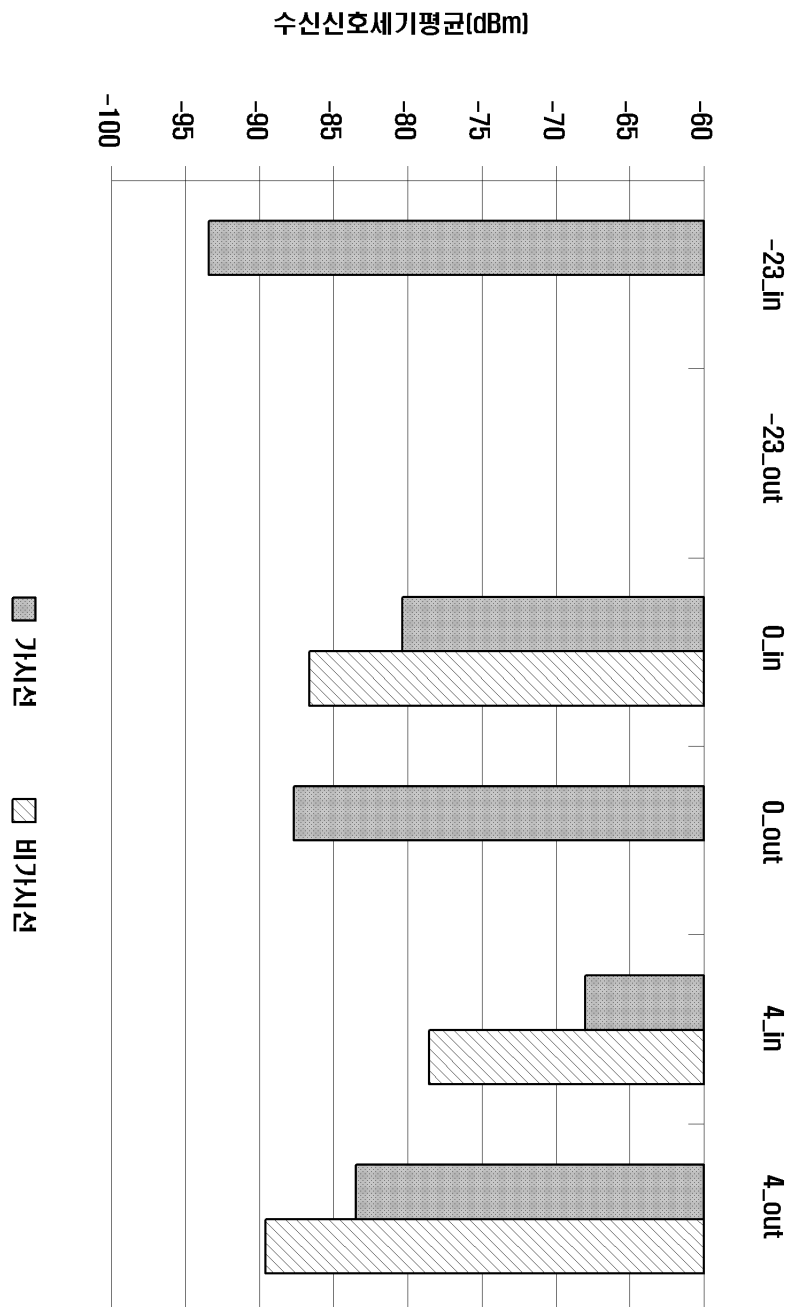
도면2



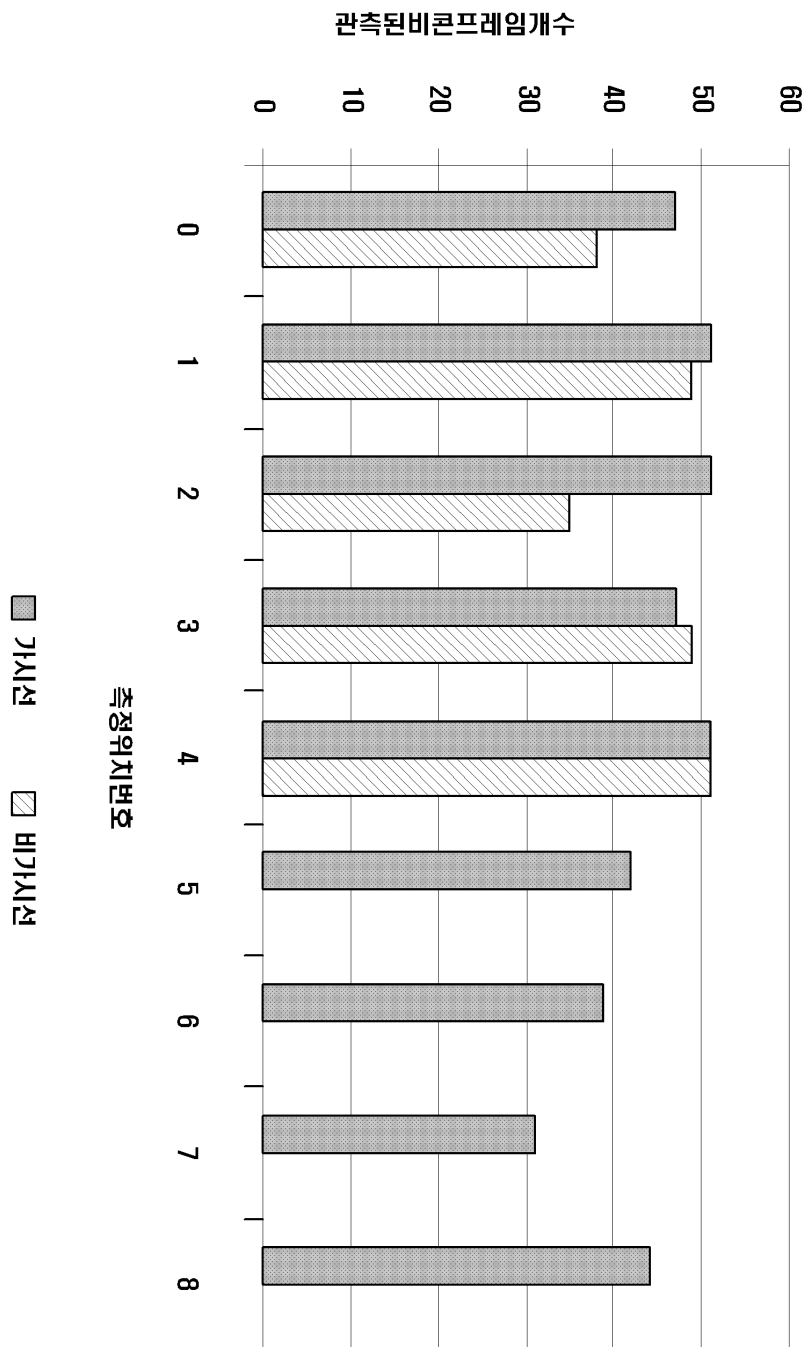
도면3



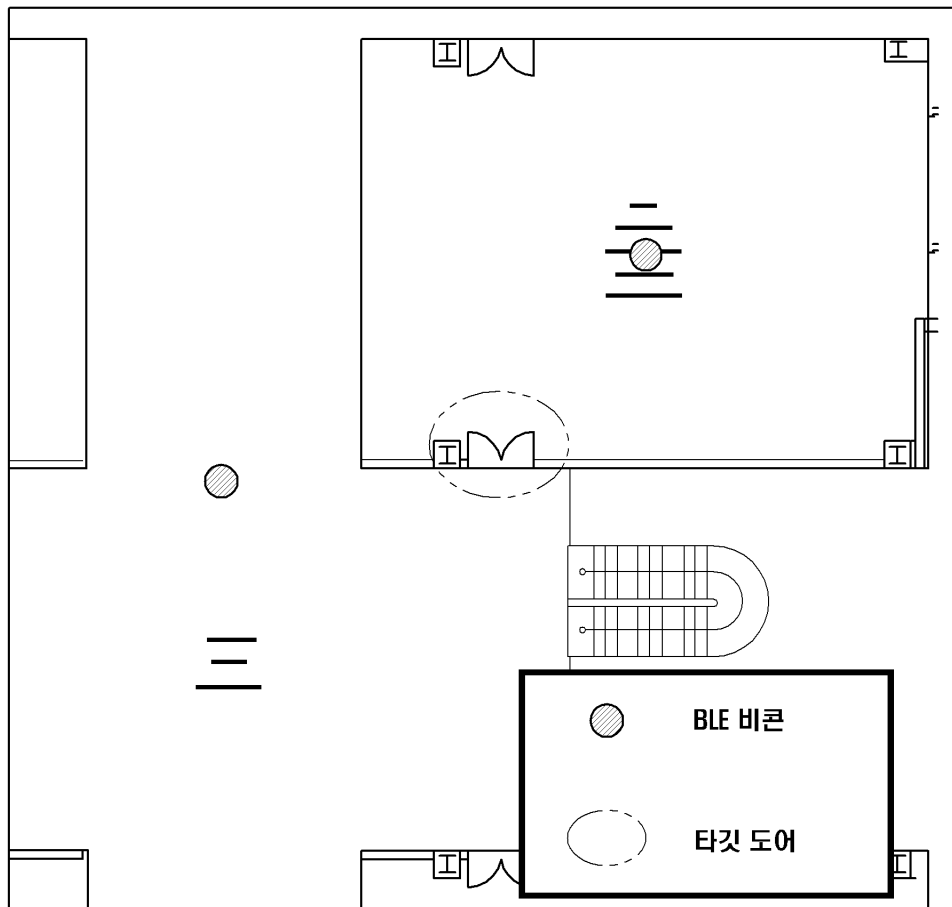
도면4



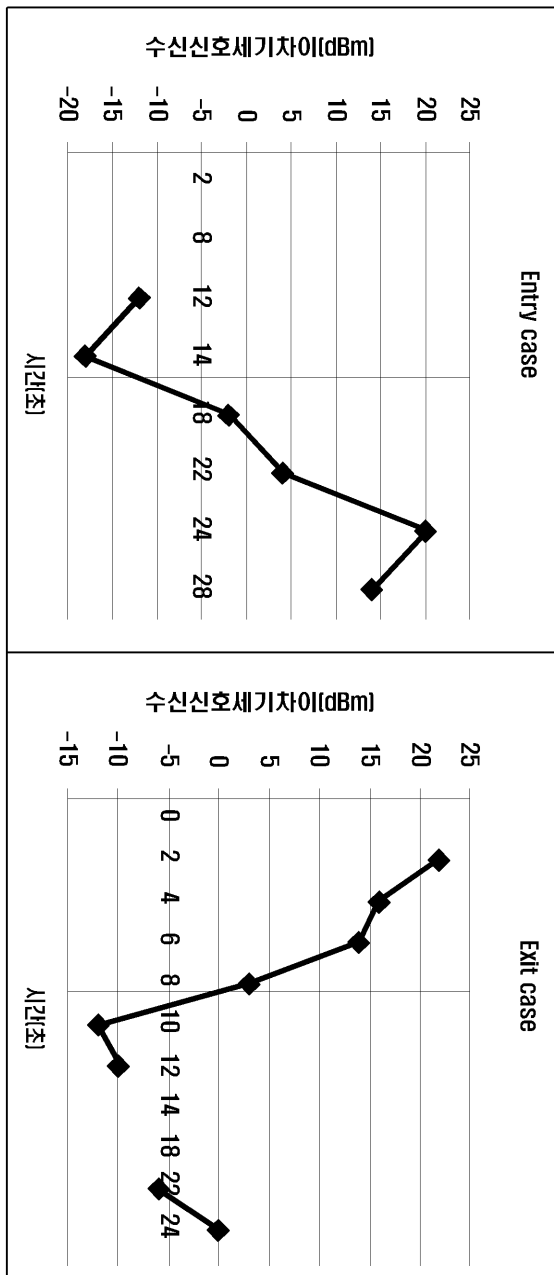
도면5



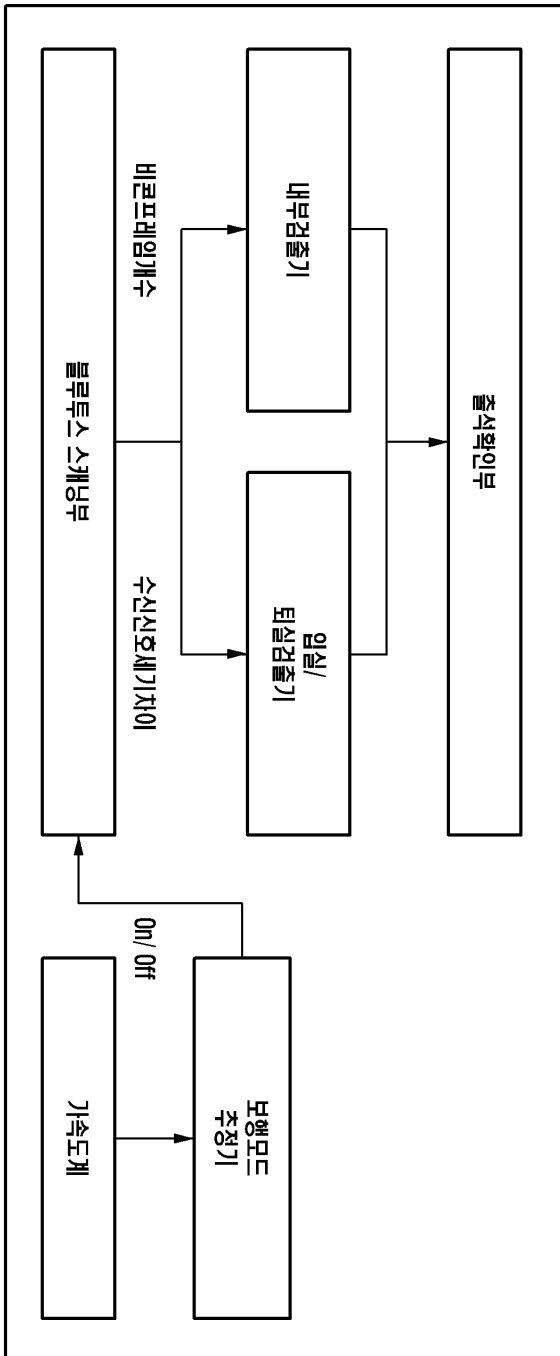
도면6



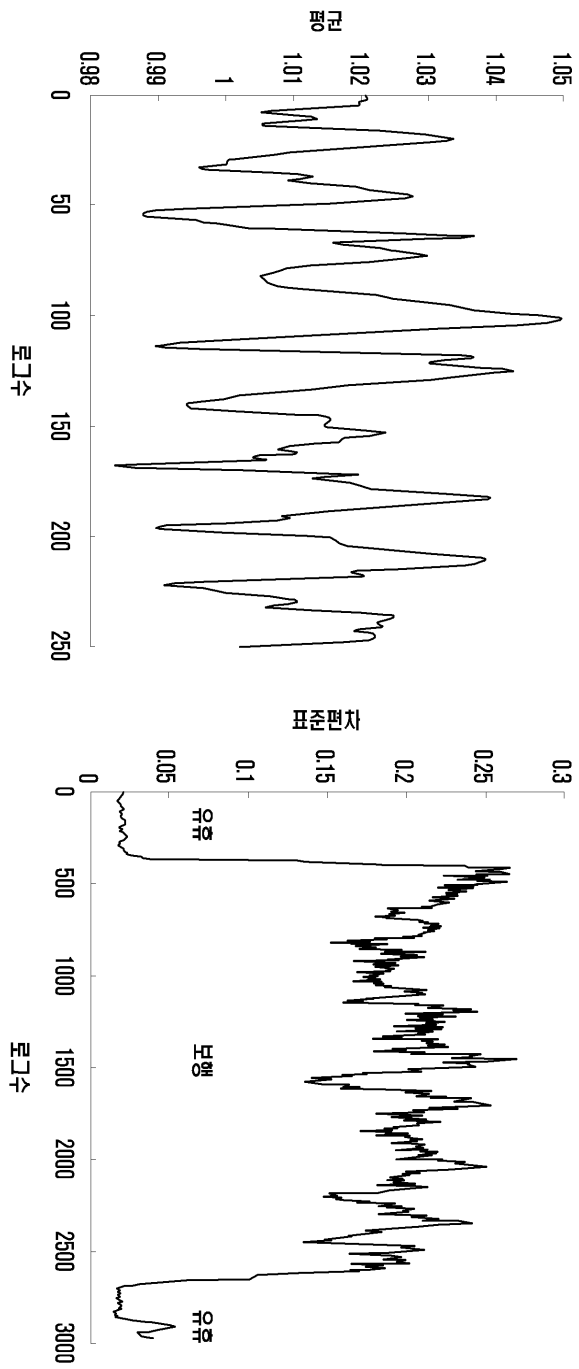
도면7



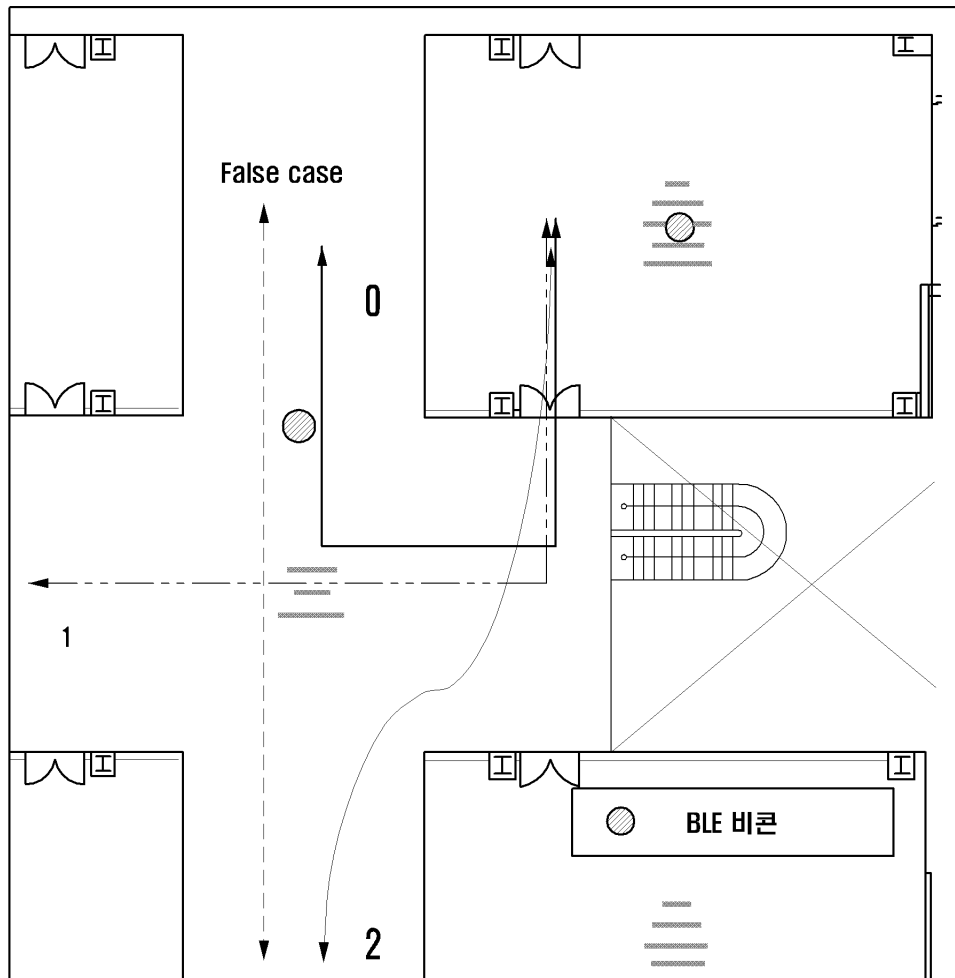
도면8



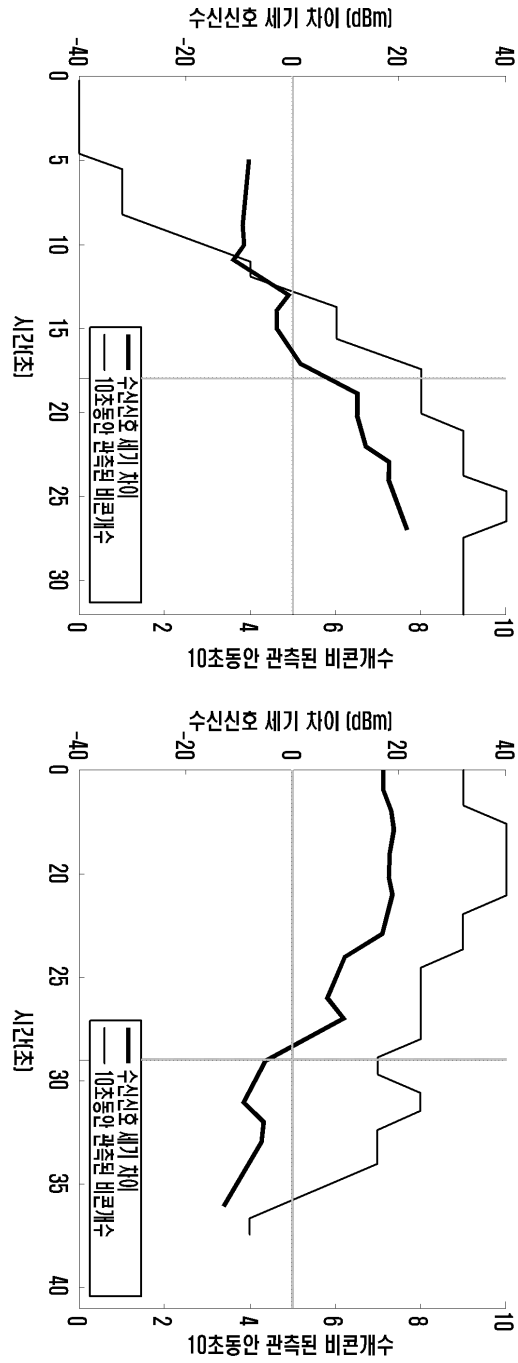
도면9



도면10



도면11



도면12

