



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0105680
(43) 공개일자 2021년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 4/029 (2018.01) G06Q 50/20 (2012.01)
H04W 12/00 (2021.01) H04W 12/12 (2021.01)
H04W 4/02 (2018.01) H04W 4/80 (2018.01)

(52) CPC특허분류

H04W 4/029 (2020.05)
G06Q 50/205 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0020455

(22) 출원일자 2020년02월19일

심사청구일자 2021년04월19일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

소재우

서울특별시 마포구 백범로 35, R관 709호

이성준

서울특별시 송파구 위례광장로 121, 2401동 108호(장지동, 위례24단지)

(74) 대리인

특허법인충현

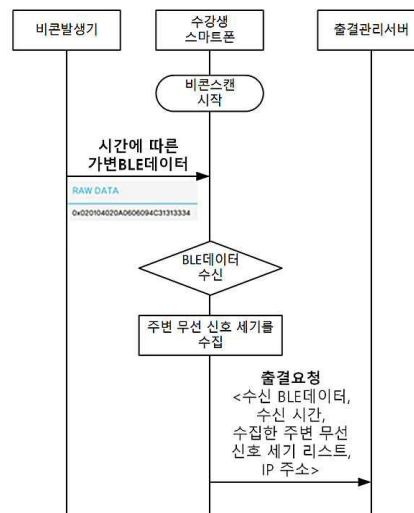
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 비콘 신호 및 주변 무선 신호 분포를 이용한 전자 출결 관리 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 강의실에서 수강생의 출석을 확인하는 기술에 관한 것으로, 비콘 신호를 기반으로 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단하는 방법은, 강의실에 설치된 비콘발생기가 시간에 따라 다른 비콘 신호를 방송하고, 수강생 스마트폰이 주변 무선 신호세기를 수집하고, 출결관리서버가 수강생 스마트폰이 전송한 주변 무선 신호세기 간의 공분산을 계산하여 근접 거리를 추정하며, 수강생이 전송한 비콘 신호와 추정한 근접 거리를 기반으로 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단한다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류

H04W 12/122 (2021.01)

H04W 12/63 (2021.01)

H04W 4/023 (2020.05)

H04W 4/80 (2018.02)

청구범위유예 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 공간 내에 설치된 비콘발생기가 시간에 따라 비콘 신호를 다르게 방송하는 단계;
- (b) 상기 공간에 위치한 수강생 단말기가 비콘 스캔을 통해 상기 비콘 신호를 수신하고 주변 무선 신호 세기를 수집하여 출결관리서버에 출결을 요청하는 단계; 및
- (c) 출결관리서버가 상기 출결 요청에 따라 상기 공간에 위치한 다른 수강생 단말기와의 인접성 검사를 수행함으로써 수강생이 출석하였는지 여부를 판단하는 단계;를 포함하는, 전자 출결 관리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

비콘 신호의 탈취에 의한 복제를 방지하기 위해 시간의 흐름에 따라 가변하는 비콘 신호를 방송하되,

전자출결강의실인덱스, 암호키 및 시간을 사용하여 대칭키 기법에 기반한 암호화된 비콘 신호를 생성하는, 전자 출결 관리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(b1) 비콘 스캔을 통해 상기 비콘 신호를 수신하는 단계;

(b2) 무선 채널에서 공간적인 상관관계를 갖는 채널 파라미터의 특성을 고려하여 정규분포에 따르는 주변 무선 신호 세기를 수집하는 단계; 및

(b3) 수신한 비콘 신호, 주변 무선 신호들의 수신 세기 리스트 및 IP 주소를 사용하여 출결관리서버에 출결 요청을 전송하는 단계;를 포함하는, 전자 출결 관리 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c1) 다른 수강생 단말기와의 인접성 검사에 실패한 경우 출결담당자에게 확인을 요청하고, 상기 다른 수강생 단말기의 수가 임계치보다 작은 경우 출결 요청에 대한 처리를 보류하는 단계;를 더 포함하는, 전자 출결 관리 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c2) 상기 출결 요청에 포함된 주변 무선 신호 세기 간의 공분산을 계산하여 상기 공간에 위치한 다른 수강생 단말기와의 근접 거리를 추정하는 단계; 및

(c3) 수강생 단말기로부터 수신한 상기 비콘 신호 및 추정된 상기 근접 거리에 기반하여 수강생이 상기 공간에 출석하였는지 여부를 판단하는 단계;를 포함하는, 전자 출결 관리 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c4) 상기 출결 요청에 포함된 주변 무선 신호 세기로부터 수강생 단말기들 간의 상관도 분석(correlation analysis)을 수행하는 단계; 및

(c5) 수강생 단말기로부터 수신한 상기 비콘 신호 및 상기 상관도 분석 결과에 기반하여 수강생이 상기 공간에 출석하였는지 여부를 판단하는 단계;를 포함하는, 전자 출결 관리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 강의실에서 수강생의 출석을 확인하는 시스템 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수강생이 강의실에 참석하고 있는지를 판단하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 과거에는 학교 강의실에 수강생이 참석하고 있는지를 파악하기 위해 호명, 지정좌석제 등이 실시되었다. 이후, 수강생의 출결을 전자식으로 확인하기 위해 전자 출결 시스템이 발명되었다. 전자 출결 발명은 OTP를 이용하여 수강생을 인식하는 방법, 블루투스를 이용하여 특정 고유 정보를 방송하고, 특정 고유 정보를 수신한 수강생의 스마트폰은 서버로 수강생 정보를 전송하여 수강생을 인식하는 방법, Wi-Fi를 이용하여 특정 고유 정보를 방송하고, 특정 고유 정보를 수신한 수강생의 스마트폰은 서버로 수강생 정보를 전송하여 수강생을 인식하는 방법 등이 활용될 수 있다.

[0003] 현재 일부 대학교(서강대학교, 명지대학교, 세종대학교, 울산대학교 등)에서 운영중인 전자 출결 시스템은 수강생 스마트폰은 강의실에 설치된 블루투스 저에너지(Bluetooth Low Energy) 장치에서 방송되는 특정 데이터를 수신함으로써 수강생이 강의실에 참석하고 있는지를 판단한다. 이러한 비콘 기반 위치 확인은 종래의 박물관, 지하철 등에서 단말기의 위치를 판단하는데 널리 사용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1340619호, "근거리 무선통신을 이용한 위치기반 출석체크 시스템 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 종래의 블루투스 비콘 신호에 기반한 전자 출결 시스템 기술에서 해당 비콘 신호를 탈취하고 재생성함으로써 강의실 밖의 수강생이 강의실 안에 있는 것과 동일하게 판단되도록 하는 악의의 공격이 가능하다는 문제를 해소하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 신호를 기반으로 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단하는 방법은, 강의실에 설치된 비콘발생기가 시간에 따라 다른 비콘 신호를 방송하고, 수강생 스마트폰이 주변 무선 신호세기를 수집하고, 출결관리서버가 수강생 스마트폰이 전송한 주변 무선 신호세기 간의 공분산을 계산하여 근접 거리를 추정하며, 수강생이 전송한 비콘 신호와 추정한 근접 거리를 기반으로 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단한다.

[0007] 나아가, 이하에서는 상기 기재된 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단하는 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명의 실시예들은, 수강생이 전송한 비콘 신호와 주변 무선 신호세기 간의 공분산을 계산하여 추정된 근접 거리를 기반으로 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단함으로써, 공격자가 비콘발생기가 방송하는 특정BLE데이터를 복제하여 출석하는 공격을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 블루투스 비콘을 이용한 전자출결 방법을 도시한 도면이다.
 도 2는 비콘발생기로부터 방송되는 비콘데이터를 예시한 도면이다.
 도 3은 블루투스 비콘을 이용한 전자출결 시스템에서 출결 요청을 공격하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 신호 및 주변 무선 신호 분포를 이용한 전자 출결 방법을 도시한 도면이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수강생 스마트폰의 주변 무선 신호 세기 수집 과정을 설명하기 위한 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수강생 스마트폰의 Wi-Fi 무선 신호 세기 수집 과정을 도시한 흐름도이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 출결관리서버의 출석 판단 과정을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하기에 앞서, 본 발명이 구현되는 환경에서 지적되는 기술적 한계와 문제점을 간략히 소개하도록 한다.

[0011] 도 1은 블루투스 비콘을 이용한 전자출결 방법을 도시한 도면이다. 종래의 블루투스 비콘 신호에 기반한 전자출결 시스템 방법 및 장치는 비콘발생기에서 항상 동일한 특정 BLE데이터가 발송된다는 것이 문제이다. 도 2를 참조하면, 종래의 비콘발생기로부터 방송되는 비콘데이터를 예시하였다. 또한, 도 3은 블루투스 비콘을 이용한 전자출결 시스템에서 출결 요청을 공격하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 3과 같이, 종래의 블루투스 비콘 신호에 기반한 전자 출결 시스템 방법 및 장치는 해당 비콘 신호를 탈취하고 재생성함으로써(비콘 신호의 복사) 강의실 밖의 수강생이 강의실 안에 있는 것과 동일하게 판단되도록 하는 악의의 공격이 가능하다.

[0012] 따라서, 이하에서 제시되는 본 발명의 실시예들은, 비콘발생기가 방송하는 특정BLE데이터를 시간에 따라 가변하는 장치, 수강생 스마트폰은 출결관리서버에 수강생 정보와 함께 강의실 참석여부를 판단하는 <수신한 비콘데이터, 주변 무선 신호들의 수신 세기 리스트, IP 주소> 정보를 전송하는 것을 특징으로 한다. 그리고 출결관리서버는 수강생 스마트폰이 전송한 정보들을 기반으로 수강생이 비콘 신호를 제대로 수신하였는지의 여부, 다른 수강생들이 전송한 주변 무선 신호 분포와의 공분산을 계산하여 수강생이 해당 강의실에 출석하였는지를 판단하는 장치를 특징으로 한다. 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 공격자가 비콘발생기가 방송하는 특정BLE데이터를 복제하여 출석하는 공격을 해결하는 효과가 있다.

[0013] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0014] 또한, 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성 요소는 제 2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성 요소도 제 1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0015] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0016] 특별히 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0017] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 신호 및 주변 무선 신호 분포를 이용한 전자 출결 방법을 도시한 도면이다.

[0018] 본 발명의 핵심은 첫째, 시간에 따라 비콘데이터를 다르게 방송하는 비콘발생기이다. 따라서, 공격자는 실시간으로 비콘발생기의 비콘데이터를 탈취하지 않는다면, 출석 공격을 성공할 수 없다. 시간에 따라 다른 비콘데이터를 생성하는 방법은 여러 가지가 있으며, 일례로, <전자출결강의실인덱스, 암호키, 시간>을 사용하여 대칭키 기법으로 암호화된 비콘을 생성하면 된다.

[0019] 둘째, 주변 무선 신호 세기를 수집하는 것이다. 무선 채널에서 지역 확산, 쉐도우 페이딩 등의 채널 파라미터들은 공간적으로 상관관계가 있다. 일례로 무선 신호가 Wi-Fi인 경우를 가정한다. Wi-Fi 채널 n 에서 AP m 으로부터 수신하는 신호의 세기를 $h_{m,n}$ 이라 하고, $h_{m,n}$ 의 평균과 분산을 각각 $\mu_{m,n}$ 와 $\sigma_{m,n}$ 로 표현한다. 그러면 다음과 같이 변환된 신호 세기 $x_{m,n}$ 는 평균이 0이고 분산이 1인 정규분포 $N(0, 1)$ 을 따른다.

수학식 1

$$x_{m,n} = \frac{h_{m,n}}{10\sigma_{m,n}} - \frac{\mu_{m,n}}{\sigma_{m,n}}$$

[0021] 여기서, $h_{m,n}$ 의 단위는 데시벨이다. AP는 동작 중에 Wi-Fi 무선 채널을 변경하지 않으므로 첨자 n 은 생략하여 사용한다.

[0022] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수강생 스마트폰의 주변 무선 신호 세기 수집 과정을 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수강생 스마트폰의 Wi-Fi 무선 신호 세기 수집 과정을 도시한 흐름도이다.

[0023] 도 5와 같이 수강생 스마트폰 주변에 여러 개의 Wi-Fi AP들이 존재할 수 있다. 수강생 스마트폰은 도 6의 순서도에 따라 N 개의 무선랜 채널들에 대해 변환된 신호 세기들의 집합 X 을 각각 구축한다.

수학식 2

$$X^{(i)} = \{x_1, x_2, \dots, x_M\}$$

[0025] 여기서, 위 첨자 (i) 는 수강생 i 를 의미하고, M 은 수강생 스마트폰이 관측한 AP들의 개수이다.

[0026] 셋째, 출결관리서버는 본 발명의 일 실시예에 따른 출결관리서버의 출석 판단 과정을 도시한 흐름도인 도 7의 절차에 따라 수강생의 강의실 출석 여부를 판단한다. 출석 여부는 "출석", "결석", "확인필요", "보류" 로 구분된다. "확인필요"는 수강생이 보낸 주변 무선 신호 세기 리스트에 근거한 다른 수강생과의 인접성 검사가 실패된 것으로 이러한 경우 출결담당자(또는 교수)에게 해당 사항을 전달하여 확인토록 한다. 그리고 "보류"는 수강생의 무선 신호 세기 리스트를 검사할 수 있는 대상이 부족하므로 다른 수강생들의 정보를 수신 대기하는 상태이다. 수강생들의 정보가 N 명 이상 수집되면 공분산을 계산하여 인접성을 검사한다.

[0027] 수강생들이 보낸 $X^{(i)}$ 값을 사용하여 수강생들 간의 인접성을 확인하는 방법은 다음과 같다. 일례로, AP m 의 무선 채널에서 수강생 1의 스마트폰이 수집한 신호 세기들을 $x_m^{(1)}$ 이라 하고, 다른 수강생 2의 스마트폰이 수집한

신호 세기들을 $x_m^{(2)}$ 이라 하자. 그러면 수강생 1의 스마트폰과 수강생 2의 스마트폰의 거리 d 와 $(x_m^{(1)}, x_m^{(2)})$ 의 공분산 사이의 관계는 다음과 같다.

수학식 3

$$\rho_m = E(x_m^{(1)} x_m^{(2)}) = e^{\left(-\frac{d}{d_0}\right)}$$

여기서 d_0 는 무선 채널 환경에 따라 결정되는 상수이다. 위 수식으로부터 수강생 1의 스마트폰과 수강생 2의 스마트폰 간의 거리는 다음과 같이 추정할 수 있다.

수학식 4

$$\tilde{d} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \ln \rho_m^{-d_{ref}}$$

모든 수강생들이 전송한 위의 정보를 기반으로 특정 수강생의 위치 거리가 사전에 정의된 δ 보다 크면 해당 수강생은 강의실 밖에 있다고 판단할 수 있다.

요약하건대, 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 신호를 기반으로 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단하는 방법은, 강의실에 설치된 비콘발생기가 시간에 따라 다른 비콘 신호를 방송하고, 수강생 스마트폰이 주변 무선 신호세기를 수집하고, 출결관리서버가 수강생 스마트폰이 전송한 주변 무선 신호세기 간의 공분산을 계산하여 근접 거리를 추정하며, 수강생이 전송한 비콘 신호와 추정한 근접 거리를 기반으로 수강생이 강의실에 출석하였는지를 판단한다.

다른 방법으로 수강생들의 인접성을 확인하는 방법은 수강생들이 전송한 주변 신호 세기 분포를 수강생들간에 상관도 분석을 하는 방법이다. 상관도 분석(Correlation analysis)으로는 단순상관분석(cross correlation analysis), 피어슨 상관 계수(Pearson correlation coefficient), 스피어만 상관 계수(Spearman correlation coefficient), 켄달의 상관 계수(Kendall rank correlation coefficient), 크론바흐 알파 계수 신뢰도(Cronbach's alpha), 그리고 최근의 인공지능 기법을 이용한 상관도 분석 방법을 사용할 수 있다.

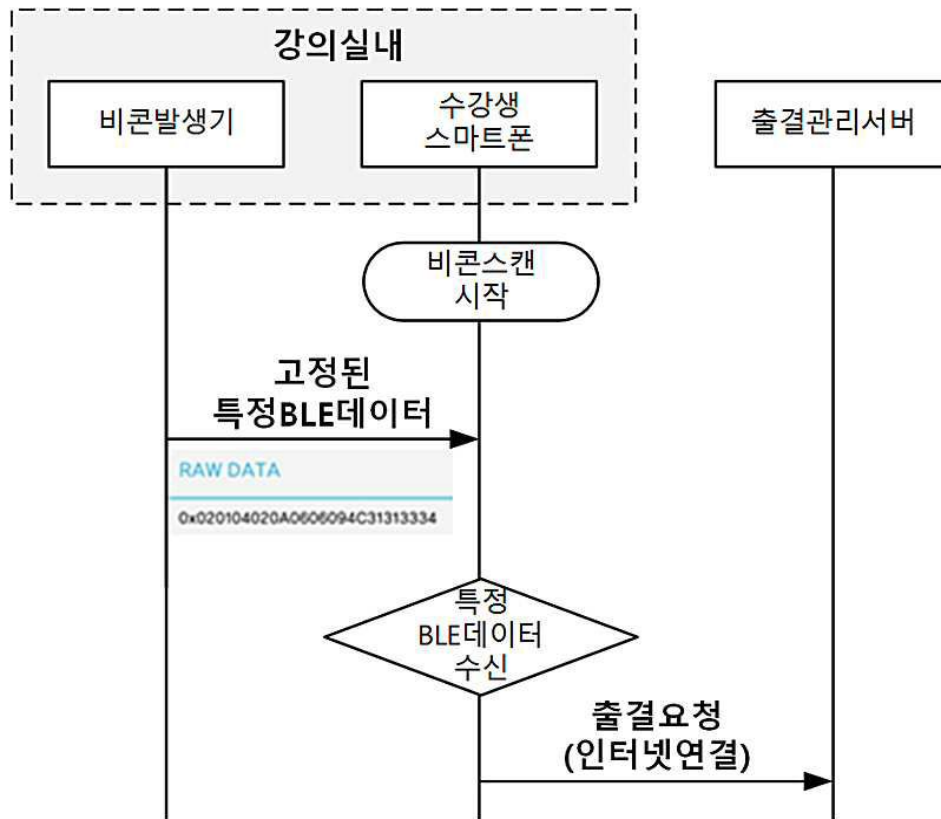
한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

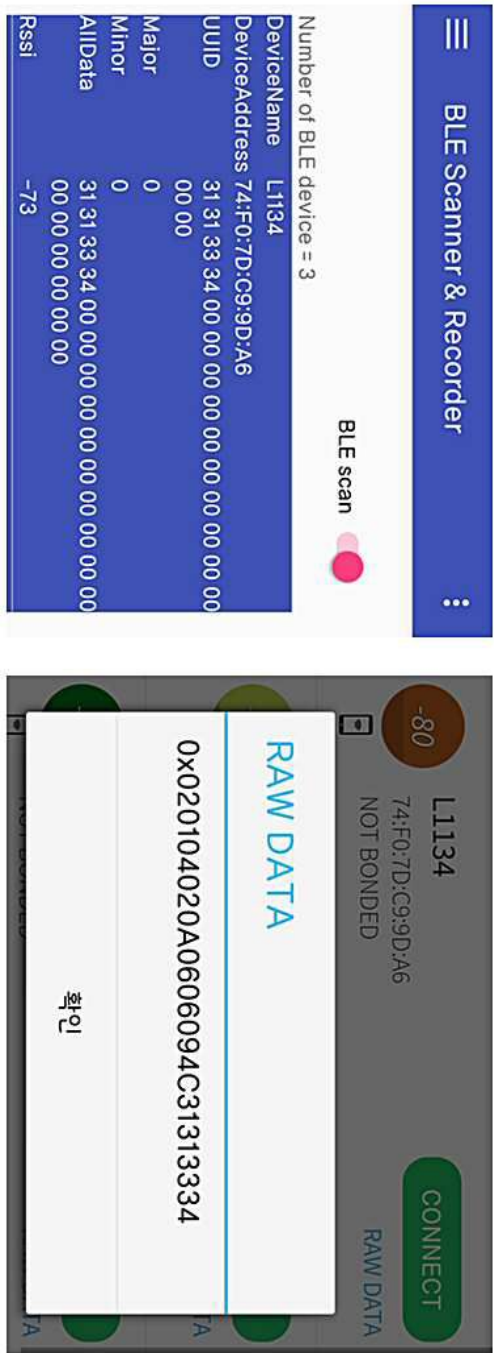
이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

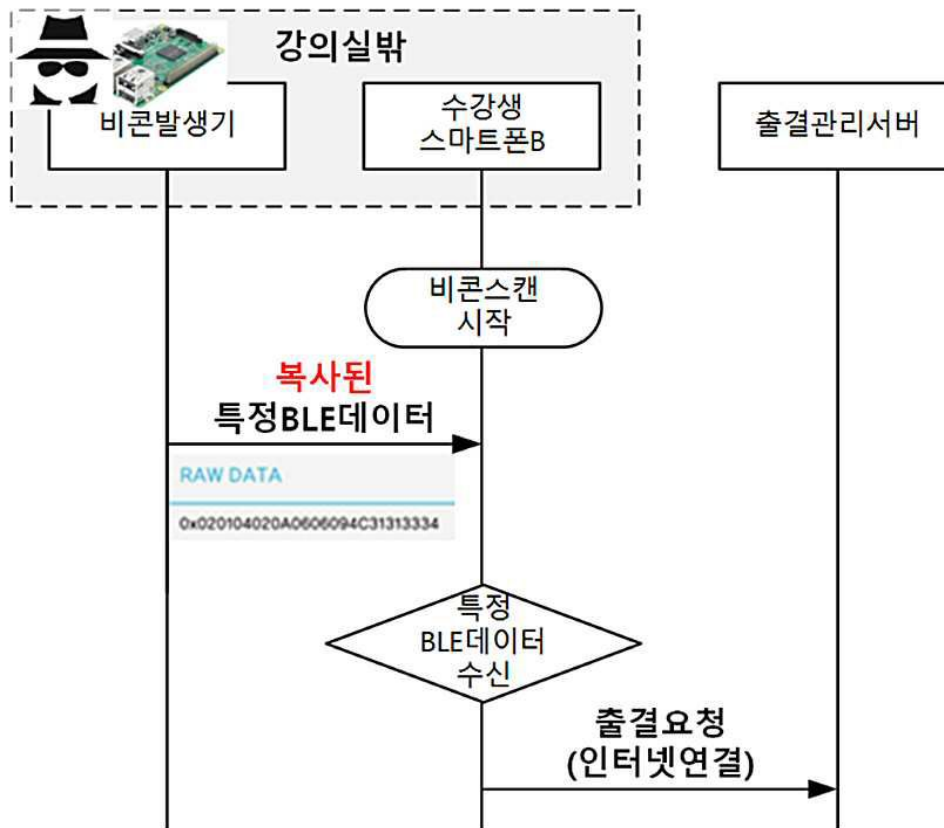
도면1



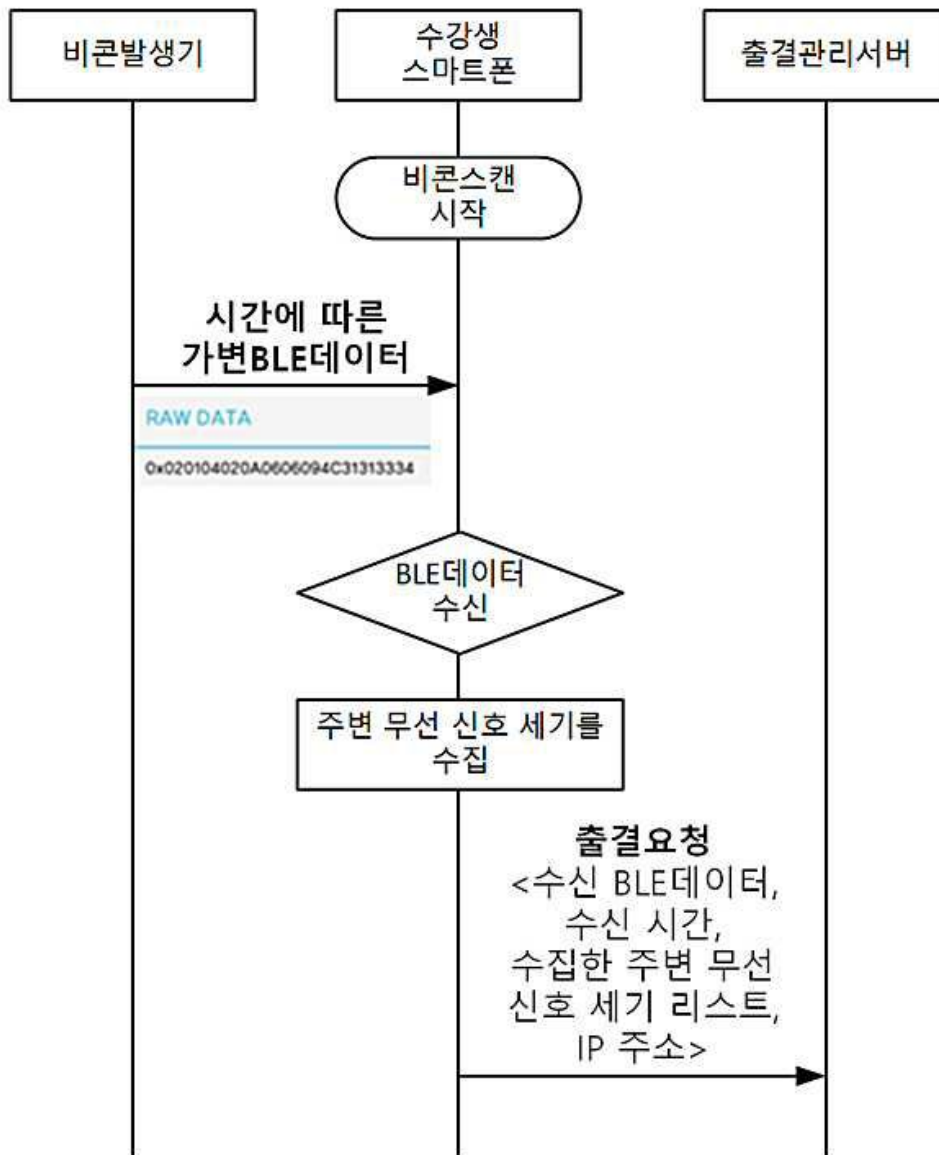
도면2



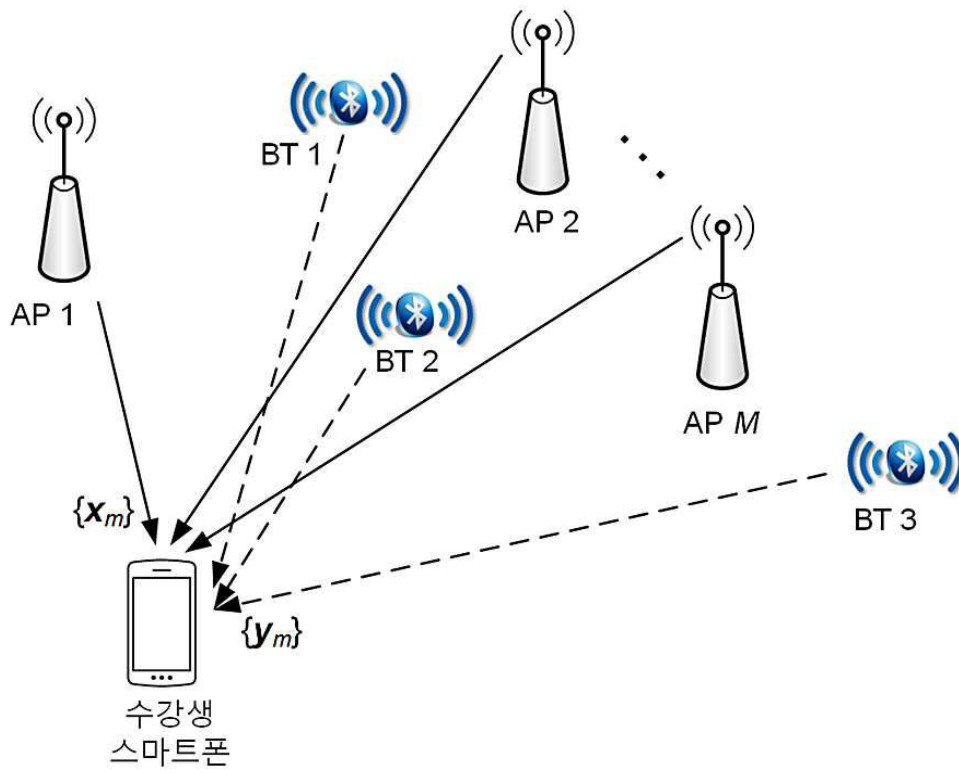
도면3



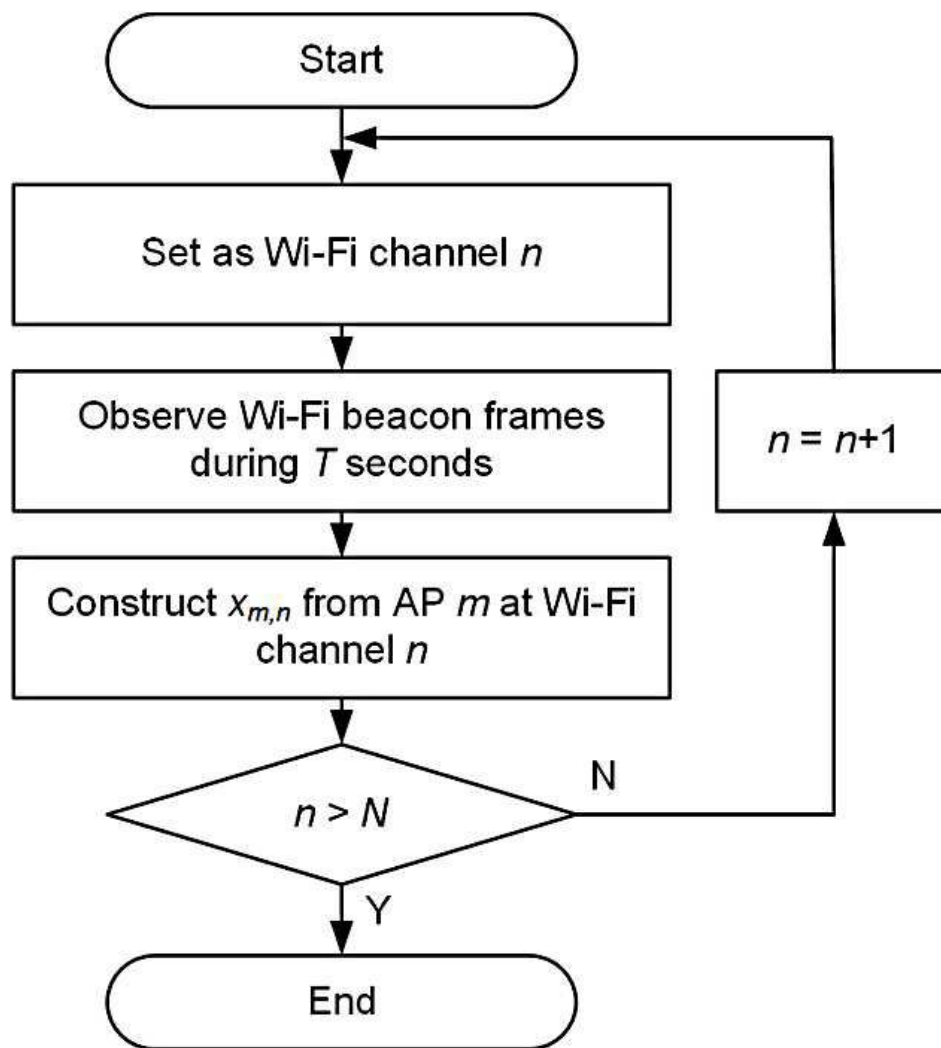
도면4



도면5



도면6



도면7

