

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2016.16.1.169>

IIBC 2016-1-23

3차원 지오펠스를 위한 실내외 위치 식별 메커니즘

A Mechanism to identify Indoor or Outdoor Location for Three Dimensional Geofence

엄영현*, 최영근*, 조성국**, 전병국***

Young-Hyun Eom*, Young-Keun Choi*, Sungkuk Cho**, Byungkook Jeon***

요약 지오펠스는 실세계 지리에서 구획된 가상의 반경으로, 필요에 의해 그때마다 생성될 수도 있거나 사전에 특정 영역을 지오펠스로 지정할 수도 있다. 기존의 지오펠스 애플리케이션들은 구글 지도 또는 웹 기반 지도를 바탕으로 사용자 정의에 의해 경도와 위도로 직접 지정한다. 그러나 대부분의 지오펠스 애플리케이션들은 실내외 동시 지원 및 3차원 공간에 대한 지오펠스를 지원하지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 3차원 지오펠스를 위해 실내외 위치 식별 메커니즘을 제안하고, 이를 스마트폰에 적용하여 3차원 지오펠스를 구현한다. 제안된 위치 식별 메커니즘은 위치 식별을 위해 다양한 유무선 네트워크를 사용하는 것이 아니라 단지 GPS와 WiFi 환경만으로 3차원 지오펠스에서 실내외 위치 식별하고, 더불어 건물의 실내에서는 몇 층에 있는가를 식별한다. 향후에는 3차원 지오펠스가 사물인터넷(IoT) 환경에서의 애플리케이션 개발에 필수적인 요소 기술이 될 것이다.

Abstract Geofence is a virtual perimeter for a real-world geographical area, which could be statically or dynamically established the specified area if necessary. Many geofencing applications incorporate 2D(two-dimensional) map such as the Google map, allowing administrators to define boundaries on top of a satellite view of a specific geographical area. But these applications do not provide 3D(three-dimensional) spatial information as well as 2D location information no matter where indoor or outdoor. Therefore we propose a mechanism to identify indoor or outdoor location for 3D geofence, and implement 3D geofence using smartphone. The proposed mechanism identifies the position information on 3D geofence regardless of indoor or outdoor, inter-floor with only GPS and WiFi. In the near future, 3D geofence as well as LBS are promising applications that become possible when IoT can become organized and connected by location.

Key Words : LBS, Geofence, 3D Geofence, Location-Awareness, IoT

1. 서론

지오펠스(Geofence)란 실세계 지리에서 구획된 가상의 반경(Virtual Perimeter)으로 정의되며, 위치 기반 서비스(LBS, Location Based Service)를 기반으로 한 원형

이거나 다각형 모양의 가상공간 구역으로서 여기에 이벤트를 제공할 수 있다^[1-6]. 대부분의 지오펠스 애플리케이션들은 구글 지도를 바탕으로 위성 측위에서 특정 지리 영역에 대해 정의하고 있거나, 웹 기반 지도 또는 사용자 정의에 의한 경도와 위도로 직접 구획을 지정한다. 그러

*정회원, 광운대 컴퓨터학과

**정회원, 강릉원주대학교, 멀티미디어공학과

***정회원, 강릉원주대학교, 정보기술공학과(교신저자)

접수일자: 2015년 12월 14일, 수정완료: 2016년 1월 14일

게재확정일자: 2016년 2월 5일

Received: 14 December, 2015 / Revised: 14 January, 2016 /

Accepted: 5 February, 2016

*Corresponding Author: jeonbk@gwnu.ac.kr

Dept. of Information Technology Engineering, GangneungWonju

Nat'l University, Korea

나 이들 모두는 3차원 공간 즉, 실외뿐만 아니라 실내에 대한 지오펜스를 지원하지 않고 있다^[4-7].

실외는 기본적으로 GPS를 이용하여 실외를 쉽게 구현하지만, 실내에서는 GPS가 수신이 안되기 때문에 3차원을 위한 실내의 위치 추적에 관한 연구들과 알고리즘은 매우 많이 발표되었다^[8-13]. 그러나 기존의 실내 위치 추적(location tracking) 알고리즘들은 실시간 위치 추적을 위해 많은 연산과 비용을 처리해야 하는 부담이 상존한다^[5, 6].

따라서 본 논문에서는 실내의 모두 적용되는 3차원 지오펜스를 위한 위치 식별 메커니즘을 제안하고, 스마트폰을 이용해서 제안된 메커니즘을 적용한 3차원 지오펜스를 구현한다. 제안된 메커니즘은 3차원 지오펜스를 위해 기존의 위치 추적을 연구하는 것이 아니라, 위치 인식(location awareness)에 주된 초점을 두고 있다. 위치인식이라 함은 임의의 건물내에서 같은 층간에서의 미세한 이동은 간과하지만 층간 이동이 일어났을 때는 위치 변동을 감지 처리하는 메커니즘이다. 이를 위해서 매 초단위로 추적하는 대신, 이벤트 유도 방식을 사용하여 이벤트가 발생했을 경우에만 적용하므로 많은 연산 비용을 필요하지 않는다. 더욱이 본 논문에서 제안하는 실내외 위치 식별 메커니즘은 GPS와 WiFi AP(Access Point)와 WiFi의 RSSI(Received Signal Strength Indication)만을 이용하여 실내에서는 몇 층에 있는지, 그리고 건물 내외 1층 창가 근처의 애매한 위치에 사용자가 있는 경우, 실내인지 실외인 지를 정확히 파악하기 힘든 상황에서도 식별할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 실내외를 식별하기 위한 관련 연구에 대해 알아보고, 3장에서는 제안하는 실내외 위치 식별 메커니즘에 대해 상세히 기술한다. 4장에서는 실험을 통해 제안한 기법을 적용한 결과를 보이며, 끝으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

II. 관련 연구

널리 보급된 스마트폰으로 인해 위치 정보 서비스(LBS, Location-Based Services) 시장 또한 빠르게 성장하고 있다. 스마트폰의 LBS는 필수 애플리케이션으로 자리 잡았으며, 과거의 단순히 위치와 경로를 찾아주는

역할에서 다양한 서비스로 진화하고 있다. 이러한 스마트폰의 높은 보급률은 근접 서비스(Proximity Service)의 도입을 가속화시키는 기폭제 역할을 하고 있다. 근접 서비스란 물리적으로 가까이 있음으로써 가능한 서비스를 일컫는다^[1-7]. 예를 들어, 사용자가 카페 앞을 지나갈 때 카페로부터 할인 쿠폰을 수신하거나, 공원에서 아이가 부모로부터 멀어지게 되면 경고음이 울리는 서비스이다. 즉, 서비스를 특정 위치들에 대한 사용자 접근 행위 자체로 시작하는 것을 의미한다. 이러한 서비스의 제공은 사용자의 근접 여부를 판단 혹은 인지할 수 있는 기술이 필수이다. 최근 근접 여부를 판단하는 기술과 서비스들이 지오펜스처럼 다양한 방식으로 활용되고 있으며, 스마트폰 기반 실내외 위치 인식을 위해 GPS 및 BLE(Bluetooth Low Energy) 비콘(Beacon), NFC(Near Field Communication), WiFi, 사운드(sound) 비콘, Zigbee 등이 있다. 다음 표 1은 근접 여부 인지에 활용 가능한 대표적인 무선 AP 장치들의 특성을 비교한 것이다.

표 1. 근접 인지에 활용 가능한 무선 AP들의 비교

Table 1. Comparison of available the wireless Access Point devices for proximity recognition

	BLE 비콘	NFC	WiFi	사운드 비콘
접촉방식	비접촉	접촉	비접촉	비접촉
인식거리	50M 이하	0.1M이하	100M이하	10M이하
주파수	2.4~2.5 GHz	13.56 MHz	2.4 GHz	18~20 KHz
Android	4.3이상	2.3이상	가능	가능
iOS	iOS7이상	불가	불가	가능

근접 인지에 사용되는 기술은 사용자의 현재 위치가 어디인지를 알려주는 것이지만, 이와는 달리 지오펜스는 가상의 경계로 구획된 영역에 대해 진입/진출을 감지하는 측위 기반 기술 서비스이다. 예를 들어 임의의 상점이 지오펜스를 통해 가상의 영역을 설정하면 쿠폰, 이벤트, 프로모션 등과 같은 마케팅을 자동으로 서비스할 수 있다. 또한 지오펜싱(Geofencing)을 활용하면 특정 지역의 주변 맛집, 지역 행사 안내, 특정 영역에 대한 방문 자동 체크인 등의 서비스를 제공할 수 있다^[1-6].

지오펜스 서비스의 구축은 다른 기술들의 비해 별도의 장비나 설비가 필요하지 않다는 장점을 지니고 있다. 현재 iOS와 안드로이드(Android) 모두 GPS기반의 정도

와 위도만의 2차원 지오펜스 기능을 API 수준에서 제공하고 있으며, 공통적으로 지오펜스 영역 설정과 진/출입 감지, 진/출입 이벤트에 대한 알림(Notification)을 전달하는 기능을 제공하고 있다^[7]. 그러나 iOS와 안드로이드 들은 3차원 영역에 대한 지오펜스 API를 제공하지 않는다. 즉, GPS 수신되지 않는 건물 실내에서, 그리고 건물내의 층간 이동에 대한 API를 지원하지 않는다는 의미이므로 이에 대한 서비스 지원이 필요하다^[5].

III. 실내외 위치 식별 메커니즘

본 장에서는 3차원 지오펜스를 위해 실내외 위치를 식별하기 위한 메커니즘에 대해서 자세히 기술한다. 제안된 알고리즘은 실내외를 위치 인식을 판별하기 위해 GPS와 건물내에 설치된 WiFi AP만을 이용하는 것으로 가정한다. 왜냐하면 정확성으로는 AP로서 비콘을 좋지만 아직 많이 보급되지 있지 않기 때문에 배제한다. 반면에 WiFi AP는 정확성이 비콘보다는 떨어지지만 개인 및 건물, 그리고 공공장소에도 많이 설치되어 있기 때문에 보편적이고 누구나 접근 가능하기에 본 논문의 알고리즘 개발 모델로 GPS와 WiFi 만으로 제한한 것이다. 아울러 임의의 건물 실내는 각 층마다 최소 한 개 이상의 WiFi가 설치되어 있다고 가정하며, 각각의 WiFi 맥주소(MaC Address)는 건물 각 층의 정보가 함께 맵핑된 데이터베이스가 있음을 전제로 한다. 한편으로 제안된 알고리즘은 WiFi 사용 인증이 안되어 있어도, 검색(scan) 범위내의 AP에 대한 RSSI만으로도 무인증 인식 서비스를 지원한다.

1. 실내외 위치 식별 알고리즘

실내외 위치 식별을 위한 가장 간단한 로직은 GPS가 수신되고 AP가 연결되지 않으면 실외이고, GPS가 수신 안되고 AP가 연결되면 실내로 판별할 수 있다. 예를 들어 스마트폰 사용자가 WiFi와 GPS를 동시에 탐색하여 AP가 연결되면, 데이터베이스에 저장된 해당 AP의 맥주소와 일치할 경우 실내로 식별하고, WiFi 연결이 안 될 경우는 실외로 식별한다.

이에 대한 간략한 알고리즘은 다음 그림 1과 같다. 또한 알고리즘_1은 같은 층내에서의 위치 이동은 AP를 기준으로 RSSI 강도에 따라서 가장 큰 RSSI 값이 주어지

는 영역에서 위치하고 있을 경우 해당 AP 영역내에 매칭을 하여 층간 이동이 없음을 식별한다. 반면에 실내의 다른 층으로 위치 이동은 층간 이동시에는 WiFi RSSI가 미치지 않는 음영지역이 대부분 존재하는 것을 감안하여 음영지역에 대한 Context 스위치가 일어나기 때문에 차후 RSSI가 가장 세게 감지되는 영역의 층에 대한 AP 정보를 접근하여 해당 층의 위치를 파악하도록 제공한다.

```

Algorithm_1 : Indoor/outdoor_location_awareness
BEGIN
receive the signals of GPS and WiFi simultaneously;
set the default coordinate of the building from GPS;
IF (GPS is available AND any WiFi AP are not
connected)
THEN notify "Outdoor";
ELSE IF (GPS is not available AND any WiFi AP
are connected)
THEN { set the default coordinate of the building on
the Google map;
notify "Indoor";
shows the floor number which a WiFi AP
of the strongest RSSI matches the MaC
address from the DB;
set the context_switch;
}
ELSE IF (GPS is available AND any WiFi AP are
connected)
THEN { set the context_switch;
call the Algorithm_2;
}
ELSE unavailable;
IF (context switch)
THEN { re-process a WiFi AP of the strongest RSSI;
shows the new floor number;
}
END
    
```

그림 1. 실내외 위치 식별 알고리즘
 Fig. 1. An algorithm to identify indoor/outdoor location

제안된 알고리즘_1은 실내외를 확실히 구분할 수 있지만, 실내외의 모호한 부분, 예를 들면 WiFi AP에 연결되고 GPS도 수신되는 1층 실내 창가와 1층 실외 건물 벽 쪽에 있을 때에는 실내인지 실외인지를 구분하는 것이 명확하지 않다. 그러므로 다음 절에서 AP 그룹화를 통하여 정확한 실내외를 식별하기 위한 알고리즘_2를 제안한다.

2. APGC(Access Point Grouping Context) 알고리즘

1절의 실내외 위치 식별 알고리즘을 1층 실내 창가와 1층 실외의 건물 벽쪽에 적용했을 경우 WiFi 연결 및

GPS 수신을 동시에 하기 때문에 실내외를 식별하는 것이 명확하지 않다. 이에 따라 앞서 언급한 실내와 실외를 정확히 식별할 수 없는 모든 상황을 시나리오별로 다음과 같이 예상 구분할 수 있다.

- 시나리오 1 : WiFi가 감지되지 않는 건물 외부에서 지오펜스를 실행한 뒤, 건물 1층 근처 창밖으로 이동할 때 - 실외이지만 실내로 인식 가능.
 - 시나리오 1-1 : 실내 1층 창가로 이동할 때 - 실외이지만 실외로 인식 가능.
 - 시나리오 1-2 : 건물 창밖을 따라서 이동할 때 - 실외이지만 실내로 인식 가능.
- 시나리오 2 : GPS가 감지되지 않는 건물 1층 실내에서 GPS가 감지되는 실내 1층 창가로 이동했을 경우 - 실외이지만 실외로 인식 가능.
- 시나리오 3 : GPS가 감지되지 않는 건물 1층 실내에서 GPS가 감지되고 WiFi를 수신하는 건물 1층 실외로 이동했을 경우 - 실외이지만 실내로 인식 가능.

이를 해결하기 위해 1층에서 WiFi 연결을 시도하는 경우에 WiFi의 RSSI를 이용하여 AP를 우선 순위(priority)로 그룹화하여 Context를 생성하는 알고리즘으로 그림 2와 같은 APGC 알고리즘을 제안한다.

```

Algorithm_2 : Access Point Grouping Context :
BEGIN
search the database to match for all the scanned APs;
set the Context;
IF (RSSI >= -75db)
    THEN the AP includes the priority group;
ELSE IF (RSSI < -75db AND RSSI >= -90db)
    THEN the AP includes the next ranking
        group;
    ELSE call the Algorithm_1;

/* In/outdoor location analysis */
IF (the priority group has one more APs AND the next
    group has one more APs)
    THEN notify "Indoor";
ELSE IF (the priority group has one more APs
    AND the next group has no one AP)
    THEN notify "Outdoor";
    ELSE set the default coordinate of the
        building on the Google map;

END
    
```

그림 2. APGC(Access Point Grouping Context) 알고리즘
 Fig. 2. An algorithm of Access Point Grouping Context

알고리즘_2에서 우선 순위와 차기 순위(next ranking)를 결정하기 위해, 실험대상의 건물에 설치된 WiFi AP

를 모두 검색하여 가장 강한 신호를 수신하며 접속을 시도하는 AP의 RSSI를 조사한 결과 약 5미터 범위에 있는 AP(약 -75db 이상)들이었으며, -76db 부터 -90db까지는 신호는 측정되나 연결을 시도하지 않았다. 여기서 RSSI의 범위 값은 실험대상의 건물에 설치된 LG U+와 SKT, Olleh 통신사의 WiFi AP를 실험하여 얻은 값으로서 절대적인 값이 아니다. 즉, 다른 건물에 설치된 성능이 좋은 AP에 적용할 때에는 범위가 달라 질 수 있음을 전제로 한다. 제안된 알고리즘_2의 핵심은 RSSI 범위가 정해지면 항상 1개 이상의 강한 신호를 수신하는 AP가 우선 순위 그룹으로 설정하고, 그 외의 신호가 약한 AP를 차기 신호 그룹으로 설정을 한다는 것이다. 즉, 건물 실내 창가에서는 항상 우선 신호 그룹과 차기 신호 그룹이 생성되어 실내로 식별할 수 있으며, 건물 실외 1층 창가에서는 차기 신호 그룹이 생성되지 않기 때문에 실외로 식별할 수가 있다. 그림 3은 건물 1층 창가에서 제안한 알고리즘을 적용했을 경우에 실내로 인식하는 상황을 보여준다.

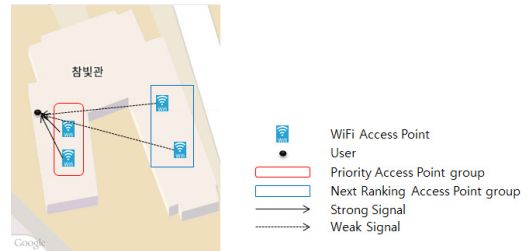


그림 3. 알고리즘을 적용한 건물 1층 창가
 Fig. 3. The window edge in the first floor by the APGC algorithm

앞서 제시된 시나리오에 APGC 알고리즘_2를 적용하면, 시나리오 1은 WiFi가 수신되지 않는 실외에서 건물 실외 창가에 근접했을 경우 WiFi 신호가 수신되고 그 AP에 대해 우선 신호 그룹이 생성된다. 이 경우에 AP 데이터베이스에서 우선 신호 그룹을 제외한 나머지 AP에 대해 차기 신호 그룹이 생성되지 않았기 때문에 실외로 판단한다. 시나리오 1-1은 GPS가 수신되는 상황에서 건물 입구에 들어갈 때 우선 신호 그룹과 차기 신호 그룹이 생성되므로 실외에서 실내로 이동한 상황으로 인식하여 실내로 식별한다. 시나리오 1-2는 건물 실외 창가를 따라 이동할 때마다 우선 신호 그룹의 AP와 AP의 개수만 달라질 뿐, 차기 신호 그룹이 생성되지 않기 때문에 실외로 판단한다.

시나리오 2는 GPS가 수신되지 않는 실내에서 건물 창가로 이동할 경우 GPS가 감지되지만, 우선 순위 그룹과 차기 신호 그룹도 생성되므로 여전히 실내로 판단한다.

시나리오 3은 GPS가 수신되지 않는 실내에서 건물 입구 앞에 있을 경우 또는 건물 실외 1층 창가로 이동했을 경우로서 GPS를 수신함과 동시에 우선 순위 그룹이 생성이 되지만, 차기 신호 그룹은 생성이 안되므로 실외로 판단한다. 이와 같이 시나리오 상의 애매모호한 상황에 대해 실내외를 정확히 식별할 수 있다.

IV. 실험 및 결과

본 장에서는 제안한 알고리즘들을 적용한 스마트폰 기반의 3D 지오펜스 플랫폼을 이용한 실험 결과를 기술한다. 실험에 적용한 건물은 우리대학교 모 건물이며, 삼성 Galaxy S4 기종의 스마트폰을 이용하여 위치 식별을 하였다.

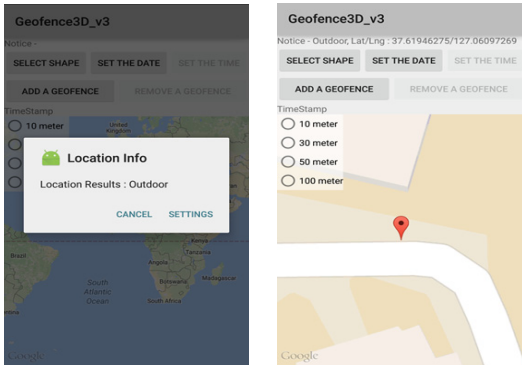


그림 4.(a) 초기 실행 화면 그림 4.(b) Settings 후 화면
 Fig. 4.(a) Initial screen Fig. 4.(b) Screen after click

그림 4 (a)는 초기화면으로 실외 실행 화면이다. 실행 시 기본적으로 실내외를 판별한 후 대화 상자로 보여주고, 대화상자의 Settings를 클릭하면 현재 위치를 구글 맵에 매핑하여 보여준다. 지도상의 매핑된 핀 위치는 GPS의 신호 음영지역 때문에 실제 실험한 위치보다 약 25미터 정도의 오차가 있을 수 있다. 그림 4 (b)는 그림 4 (a)의 Settings를 클릭한 후 화면이다.

그림 5 (a)는 실외에서 건물 근처로 이동했을 때의 화면이다. 화면 상단 우측의 스마트폰 상태표시줄을 보면 1

층의 AP가 잡힌 것을 볼 수 있으나, APGC 알고리즘에 의하여 WiFi에 연결되고 GPS가 수신되어도 실외로 판단하고 있다. 앱 화면의 Notice 부분에 Outdoor 상태와 위치 좌표가 표시되고, 현재 사용자의 실제 위치는 검은 점으로 표시되었다.

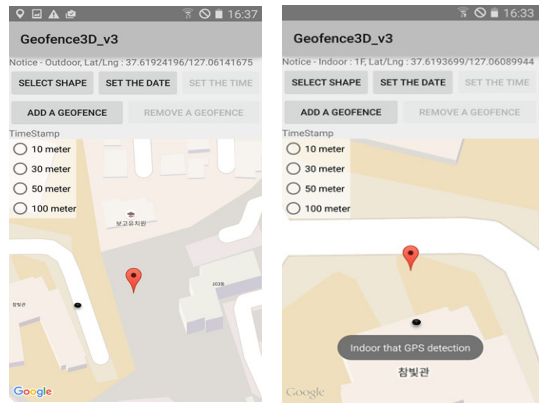


그림 5.(a) 건물 근처 화면 그림 5.(b) 1층 실내에서의 화면
 Fig. 5.(a) Screen of nearby the Building Fig. 5.(b) Screen in the 1F indoor

다음의 그림 5 (b)는 건물 1층 실내 입구 안의 실행 화면이다. 1층 입구 안에서는 WiFi에 연결되고 GPS도 수신되기 때문에 실내외 식별이 명확하지 않으나, 화면의 검은 점과 같이 실내 1층으로 식별한 결과이다.

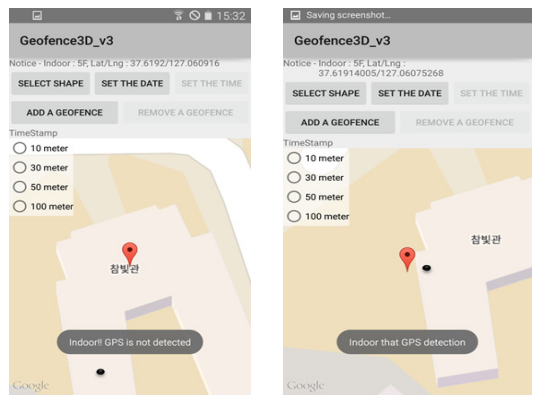


그림 6.(a) 5층 실내 화면 그림 6.(b) 5층 실내 창가 화면
 Fig. 6.(a) Screen of the 5F indoor Fig. 6.(b) Screen of the window edge in the 5F indoor

그림 6의 (a)와 (b)는 건물 5층에서 GPS가 수신되지 않는 위치와 수신되는 위치에서 실행한 화면을 보여준다. 그림 6 (a)는 GPS가 수신되지 않는 5층 실내 화면으로서 GPS가 측정되지 않기 때문에 구글 맵에 사용자의 위치를 표시할 수 없다. 그러나 제안된 알고리즘은 실내일지라도 건물 중앙에 기본 좌표값을 매핑하여 맵에 핀을 표시한다. 더불어 Notice 부분에 실내 5층이라는 정보와 함께 토스트 메시지로 GPS가 수신 안되고 있음을 보여준다.

반면에 그림 6 (b)는 GPS가 수신되는 5층 실내 창가에서 실행된 화면이다. 이 경우는 1층이 아닌 곳에서 GPS가 수신되어도 각 층별 AP의 맥 주소와 층에 대한 정보를 가지고 있으므로 무조건 실내로 식별하는 것을 보여준다.

V. 결론

본 논문에서는 3차원 지오펠스를 위해 실내외 위치 식별 메커니즘을 제안하고 이를 통해 스마트폰을 이용한 3차원 지오펠스를 구현하였다. 현재 지원하고 있는 대부분의 지오펠스는 3차원 공간에 대한 지오펠스를 지원하지 않는다. 그러므로 본 논문에서 제안한 실내외 위치 식별 메커니즘을 통해 건물 내에서도 실내의 어느 층에 위치하고 있는 지, 또한 실내외 구분이 애매한 상황을 정확히 식별할 수 있으므로써 3차원 지오펠스 서비스를 지원한다.

향후 초연결 지향적인 사물인터넷(IoT, Internet of Things)은 미래 인터넷 기술로서 각 구성요소인 인간, 사물, 서비스 등의 분산된 환경요소를 갖고 있기 때문에 사물 공간 연결망으로 LBS, 특히 3차원 지오펠스 기술이 필요하다. 그러므로 사물인터넷과 더불어 위치 정보 기반의 상황인식 및 인지기능을 갖춘 개선된 3차원 지오펠스에 대한 연구가 보다 더 필요하다.

References

- [1] Ulrich Bareth, Axel Kupper, Peter Ruppel "geoXmart - A Marketplace for Geofence- Based Mobile Services", IEEE 34th ACSAC, 2010, pp. 101-106
- [2] Küpper Axel, Ulrich Bareth, Behrend Freese. "Geofencing and Background Tracking - The Next Features in LBSs." Proc. the 41th Annual Conference of the Gesellschaft für Informatik eV, 2011.
- [3] Dmitry Namiot, "GeoFence services," IJOIT, 2013, pp. 23-29
- [4] Byungkook Jeon, R. Young Chul Kim, "A System for detecting the Stray of Objects within User-defined Region using Location-Based Services", IJSEA, Vol. 7, 2013, pp. 355-362
- [5] Byungkook Jeon, Sungkuk Cho, "Design of 3D Geofence Model by Location-aware Mechanism", Information, Vol. 18(7), 2015, pp. 3175-3180
- [6] Byungkook Jeon, DORJ Ulzii Orshikh, Sungjin Cho, Sungkuk Cho, 2015, "A Framework of the 3D Geofence System for Location Awareness", IJCC, 2015, pp. 37-39
- [7] Google, <http://developer.android.com/>
- [8] B. Li, J. Salter, A. G. Dempster, and C. Rizos, "Indoor positioning techniques based on Wireless LAN," in Proc. 2006 Auswireless Conf., pp. 1-7, Sydney, Mar. 2007.
- [9] B. Li, I. J. Quader, and A. G. Dempster, "On outdoor positioning with Wi-Fi," J. GPS, vol. 7, no. 1, 2008, pp. 18-26
- [10] Y. Gu, A. Lo, and I. Niemegeers, "A survey of indoor positioning systems for wireless personal networks," IEEE Comm. Surveys Tutorials, Vol. 11, No. 1, 2009, pp. 13-32
- [11] Jung Nam Bae, Young Hoon Choi, Jin Young Kim, "Performance Analysis of TH-PPM UWB System for Positioning in Indoor Environment", JIIBC, Vol. 10, 2010, pp. 153-158
- [12] Yvette Gelogo, Hye-jin Kim, "Context-Awareness for Location Based-Service for Ubiquitous Learning with underlying Principles of Ontology, Constructivism, Artificial Intelligence", IJIBC, Vol.4 No.2, 2012, pp. 7-11.
- [13] Nguyen Duc Hai, Nguyen Tan Phuc, DoanKhue, Ta Ho Thai Hai, Pham Tran Vu, "Improving

Utilization of GPS Data for Urban Traffic Applications”, IJIBC, Vol.7 No.1, 2015, pp. 6-9

저자 소개

엄 영 현(정회원)



- 2002년 : 광운대학교 컴퓨터 소프트웨어학과(공학사)
- 2004년 : 광운대학교 컴퓨터과학과(공학석사)
- 2006년 : 광운대학교 컴퓨터과학과 박사과정수료
- 2010년 ~ 현재 : (주)인스비전아이넷 연구원

<주관심분야 : LBS, 에이전트, 분산처리, IoT>

E-Mail : class76@kw.ac.kr

최 영 근(정회원)



- 1980년 : 서울대 수학교육과 졸업
- 1982년 : 서울대 대학원 계산통계학과 졸업(이학석사)
- 1989년 : 서울대 대학원 계산통계학과 졸업(이학박사)
- 1983년 ~ 현재 : 광운대 컴퓨터과학과 교수

<주관심분야 : 분산처리, 에이전트, IoT>

E-Mail : ygchoi@kw.ac.kr

조 성 국(정회원)



- 1986년 : 청주대 전자공학과(공학사)
- 1989년 : 청주대 산업대학원 전자계산학과(공학석사)
- 1999년 : 청주대 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1993 ~ 현재 : 강릉원주대 교수

<주관심분야 : LBS, IoT, 지오펜스, 모바일에이전트>

E-Mail : skc899@gwnu.ac.kr

전 병 국(정회원)



- 1985년 : 광운대 전산과(이학사)
- 1991년 : 광운대 대학원 컴퓨터과학과(이학석사)
- 2000년 : 광운대 대학원 컴퓨터과학과(이학박사)
- 1991 ~ 1993년 : KISTI 연구원
- 1993 ~ 현재 : 강릉원주대 교수

<주관심분야 : IoT, 지오펜스, LBS, 모바일 S/W, 에이전트 S/W>

E-Mail : jeonbk@gwnu.ac.kr

※ 이 논문은 2014년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음(The present Research has been conducted by the Research Grant of Kwangwoon University in 2014).

또한, 본 논문은 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학 육성사업의 연구결과임.

아울러 이 논문은 2015년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(NRF- 2014R1A1A2058667)