

비콘 기반의 실내 증강현실 길안내

*정승환 **김상균

명지대학교

*js.hwan90@gmail.com

Beacon based Augmented Reality Indoor Navigation

*Seung-Hwan Jeong **Sang-Kyun Kim

Myongji University

요약

본 논문은 비콘 기반의 실내 길안내(Indoor Navigation)기술에 증강현실을 적용하는 방법을 제안한다. 실내 길안내를 위하여 비콘으로 사용자의 위치를 확인하고 경로를 구성하는 방법에 대하여 설명한다. 또한 비콘을 통해 얻은 정보를 바탕으로 목적지까지의 경로 및 정보를 증강현실로 구현한다. 증강현실로 구현된 3차원 가상 이미지들의 역할을 통해 기존 실내 길안내와의 차별성과 필요성을 제시한다.

1. 서론

최근의 대형 쇼핑몰이나 고층 빌딩에 들어가게 되면 수많은 사람들과 미로처럼 얽혀있는 통로로 인해 원하는 장소를 찾아가는 것은 쉬운 일이 아니다. 이에 사람들이 실내에서 손쉽게 위치를 찾도록 도와주는 실내 위치 정보 서비스는 발전중이며, 관련된 기술로 실내 길안내(Indoor Navigation)기술이 주목을 받고 있다.

증강현실(Augmented Reality)은 현실의 이미지나 배경에 3차원 가상 이미지를 겹쳐서 실제로 존재하는 것처럼 보이게 해주는 기술이다. 증강현실을 실내 길안내 기술에 접목시키면 실제로 존재하지 않는 길을 가상 이미지를 통해 만들어서 보여줄 수 있다. 사용자는 증강현실을 통해 만들어진 가상의 길을 따라 손쉽게 목적지까지 손쉽게 도달할 수 있다.

증강현실을 이용하여 가상의 길을 제공하기 위해서는 실내에서 사용자의 위치를 파악하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 BLE(Bluetooth Low Energy) 비콘을 이용한 실내 측위를 통해 사용자의 위치를 추적한다. 실내 위치 추적 분야에서 기존의 유사한 시스템들과 비교하였을 때, BLE 비콘은 RFID에 비해 사용 가능거리가 넓고, WiFi보다 낮은 소비전력을 지녔다. 실내 측위 시스템에서 사용 가능거리와 낮은 소비전력은 중요한 요소이다. 사용 가능거리가 넓을수록 적은 수의 디바이스를 이용하여 사용자의 위치를 파악할 수 있고, 소비전력이 낮을수록 유지보수가 수월하기 때문이다.

따라서 본 논문에서는 비콘을 사용하여 사용자의 위치를 측위하고 증강현실을 이용하여 목적지의 정보와 경로를 제시하는 길안내 방법을 제안한다.

2. 관련연구

2-1. Marker 인식

Marker 기반 증강현실은 Marker로 지정된 특정 이미지를 스마트폰으로 인식할 때에 장소의 정보를 불러오는 방식이다[1]. 사용자가 증강현실 정보를 얻기 위해서는 Marker 이미지를 직접 찾아가야하는 점과 Marker 이미지가 훼손되면 기능을 상실한다는 단점이 있다.

2-2. Vision-Based 인식

사용자가 바라보는 공간의 이미지를 분석하여 현재 위치를 인식하는 방식이다[2]. 전파를 사용하여 위치를 측정하는 방식이 아니기 때문에 전파간섭이나 환경적 요인에 의한 오차가 줄어든다. 하지만 공간의 특징을 식별하기 어려운 어두운 환경에서 공간에 대한 인식률이 떨어지는 단점이 있다.

3. 비콘을 이용한 실내측위

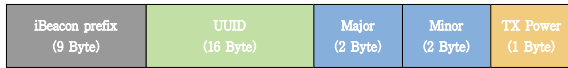
본 논문은 관련연구들과 다르게 비콘을 이용한 실내측위를 실시한다. 비콘은 사용자가 Marker 인식 방법처럼 직접 비콘을 찾아가지 않아도 되고, Vision-Based 인식 방법처럼 어두운 환경에서 제약을 받지 않기 때문이다.

3-1. 비콘

비콘은 '위치를 알리기 위해 일정한 신호를 전송하는 기기'를 말한다. 과거 비콘은 불빛을 이용해 신호를 보냈지만, 최근 주목 받는 비콘은 BLE 기술을 기반으로 신호를 보낸다. BLE는 사용 전력이 적고, 소형화가 가능하다[3]. 또한 물리적인 환경에 영향 받지 않고, 어느 곳이든지 설치가 용이하다는 장점을 가지고 있다.

비콘은 비콘 신호 송출 범위 내로 사용자가 들어오면 특정 ID 값과 함께 RSSI(Received Signal Strength Indicator)값을 전달한다. 비

콘의 데이터 구조는 그림 1과 같다.



<그림 1. 비콘의 데이터 구조>

비콘의 ID 값은 UUID, Major 그리고 Minor로 구성된다. 본 논문에서는 비콘의 ID 값을 실내 길안내 구현에 용이하도록 의미를 부여하여 사용하였다. UUID는 건물을 Major는 층수를 그리고 Minor는 같은 층에 있는 서로 다른 목적지들을 구분하는 용도로 사용하였다.

3-2. 비콘을 통한 거리 측정

증강현실 기술을 사용하여 실내 사용자에게 길을 안내하기 위해서는 실내에 있는 사용자의 위치를 추적할 수 있어야한다. 사용자의 위치를 추적하기 위해서 비콘과 사용자와의 거리를 측정하는 것이 우선되어야한다. 본 논문에서 비콘과 사용자 간의 거리를 측정하기 위해 TX Power와 RSSI를 사용하였다. TX Power는 비콘이 신호를 전송할 때의 신호 세기를 뜻하며, RSSI는 비콘이 발생시킨 신호를 사용자의 스마트폰이 받아들일 때의 신호 세기를 뜻한다. TX Power는 비콘에서 송출되어 스마트폰에 수신되기까지 거리에 비례하여 신호의 손실이 발생하게 된다. 이러한 RSSI와 TX Power의 관계를 다음과 같은 관계식으로 나타낼 수 있다[4].

$$RSSI = TXPower - 10n \log(d) \quad (1)$$

수식 (1)에서 d 는 비콘과 사용자간의 거리, n 은 환경 및 지리적 요인에 따라 발생하는 전파 손실에 대한 오차를 줄여주기 위하여 사용되는 경로 손실 지수이다. 물리적으로 흡수, 반사, 굴절 등과 같은 전파의 방해요소가 없는 공간을 자유공간이라고 부르는데, 자유공간에서 n 은 2로 지정된다[5]. 본 논문은 n 의 시작 값을 2로 지정해놓고 위치에 따라 발생하는 오차를 측정하여 n 값을 변경하였다.

위의 수식 (1)을 통해 신호세기로부터 거리를 추정하는 식(2)을 얻을 수 있다.

$$d = 10^{\frac{PL(d_0) - PL(d)}{10n}} \quad (2)$$

수식 (2)을 이용하면 비콘과 스마트폰 간의 거리를 측정할 수 있지만 측정된 값이 스칼라 값으로 방향에 관한 정보를 얻을 수 없다. 방향 정보를 얻기 위해서 비콘의 위치들을 건물의 실측값으로 만든 좌표계에 저장한다. 그리고 좌표계 안에서 사용자의 위치를 파악하는 방법으로 삼각측량법을 사용한다.

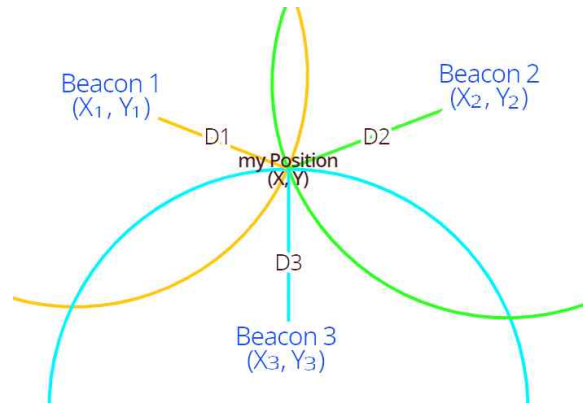
3-3. 좌표계

비콘 신호의 방향을 파악하고 삼각측량법을 사용하기 위해서는 비콘들의 위치좌표가 필요하다. 이를 위해 실제 건물크기와 일치되는 좌표계를 만들어 실내 길안내를 위한 좌표계를 구성하였다. 좌표계 안의 구성요소로 path_node, destination_node, myPosition_node,

extra_node 그리고 beacon_node가 존재한다. 비콘의 위치들은 beacon_node에 저장되어 있고, 비콘의 삼각측량법을 통해 확인된 사용자의 위치는 myPosition_node에 저장되게 된다. 사용자가 원하는 목적지에 대한 정보는 destination_node에 저장되어 있는데, myPosition_node와 destination_node 사이에 있는 path_node들을 연결하여 길안내 경로를 탐색하게 된다. extra_node의 경우, 사용자에게 추가로 제공하고 싶은 정보가 있을 때 사용한다.

3-4. 비콘의 삼각측량법

건물 안 사용자의 위치를 실시간으로 추적하기 위하여 비콘을 이용한 삼각측량법을 사용한다. 삼각측량법은 기하학적인 방법으로 2차원 평면상에서 이동하는 개체의 실시간 위치를 추정하는데 가장 보편적으로 사용되는 방법이다[6]. 이동하는 개체의 위치를 확인하기 위해서는 그림 2와 같이 최소 3개 이상의 기준점이 필요하다.



<그림 2. 비콘을 이용한 삼각측량법>

사용자의 중심거리에서 비콘을 탐색하여 가장 근접한 3개의 비콘을 선택하여 기준점으로 이용한다. 본 논문에서는 사용자에게 현재 건물의 층수를 물어보고 같은 층수에 있는 비콘 정보만을 읽어 들이는 방식으로 2차원 좌표계로 한정하였다.

3개의 기준점으로 정해진 각각의 비콘과 사용자 사이의 거리 D_1 , D_2 , D_3 는 피타고라스 정리에 의해 수식 (3), (4), (5)로 표현된다.

$$D_1^2 = (X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 \quad (3)$$

$$D_2^2 = (X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2 \quad (4)$$

$$D_3^2 = (X - X_3)^2 + (Y - Y_3)^2 \quad (5)$$

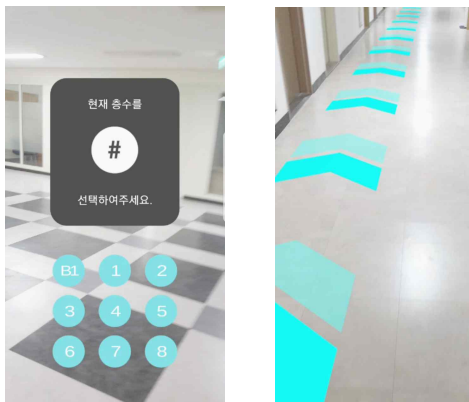
수식 (2)을 이용하여 각 기준점에 대한 거리 D_1 , D_2 , D_3 을 구하고, 수식 (3) ~ (5)에 대입하면 사용자의 현재 위치인 (X, Y) 의 좌표 값을 얻을 수 있다.

4. 증강현실 구현

증강현실은 현실을 배경으로 가상이미지를 전달하여 사용자에게 정보를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 길의 경로와 경로상의 위험요소에 대한 정보를 제공하였다.

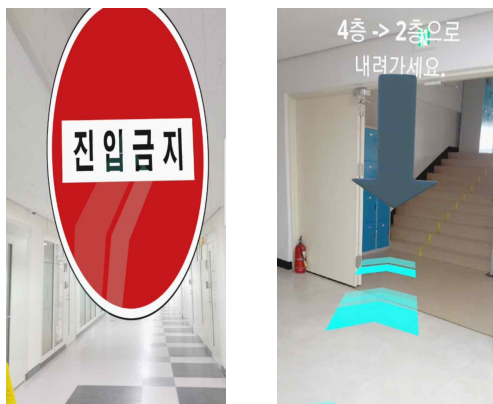
4-1. 가상이미지 배치

그림 3과 같이 사용자에게 건물의 층수를 입력 받아 목적지까지의 경로를 증강현실로 표현되도록 구현하였다. 우선 입력 받은 층수와 일치하는 Major 값을 지닌 비콘만을 탐색한 뒤, 가장 근접한 3개의 비콘을 선정한다. 선정된 비콘을 이용하여 삼각측량법을 실시하여 사용자의 현재 위치 좌표를 확인하게 된다. myPosition_node에 실시간으로 추적되는 사용자의 위치정보를 저장하고, myPosition_node를 기준으로 가상이미지를 배치한다. 목적지까지의 경로는 myPosition_node와 destination_node 사이의 2차원 좌표 평면상에 만들어 놓은 path_node를 사용한다. path_node는 사람들이 이동하는 통로에 30cm간격으로 구성하였다. 목적지까지의 경로는 myPosition_node에서 가장 가까운 path_node를 탐색하여 2개의 node를 이어주는 방식으로 목적지까지 경로를 표시하게 된다.



<그림 3. 층수 선택 및 경로 표시>

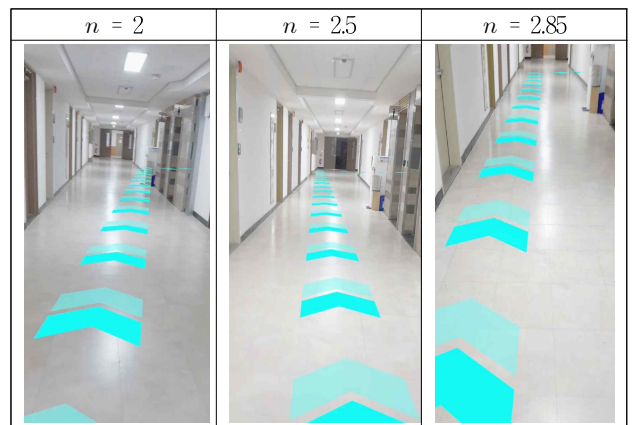
경로 상에 가상이미지를 통하여 사용자에게 경로 정보 이외에 부가적인 정보 제공이 가능하다. 예를 들어, 그림 4와 같이 사용자에게 위험 혹은 접근이 금지된 지역에 대한 정보를 표시해주거나 목적지에 대하여 보충 설명해주는 요소들을 extra_node를 이용하여 추가할 수 있게 구현하였다.



<그림 4. 경로 이외의 추가정보 표시>

4-2. 가상이미지 오차수정

비콘의 거리를 계산할 때 전파에 방해가 없는 자유공간에서의 경로 손실 지수 값을 사용하였다. 자유공간과 달리 실제 환경에서는 각종 기기에 의한 전파간섭 및 굴절 현상 등이 존재하기 때문에 오차가 발생하게 된다. 이러한 오차는 사용자의 위치를 잘못 파악하게 되는 원인이 되며 경로의 정확성에도 영향을 미치게 된다. 따라서 본 논문에서는 오차를 줄이기 위해 각각의 위치에 맞는 보정 연산을 실시하였다. 표 1과 같이 경로 손실 지수 n 의 값을 이용하여 오차에 대한 보정 연산을 실시하였다.



< 표 1. 경로 손실 지수 n 을 이용한 오차수정 >

5. 결론

본 논문에서는 비콘을 통한 실내 측위를 기반으로 증강현실 길안내를 설계하고 구현하였다. 증강현실은 구현된 실내 측위 기법을 기반으로 길 안내뿐만 아니라 서비스 제공자가 원하는 다양한 정보들을 제공하는 것이 가능하다. 백화점의 할인 정보, 긴급한 화재경보, 자연재해 경보 등이 있을 수 있다. 이처럼 측위 기술과 결합된 증강현실은 앞으로 무궁무진한 서비스 확대를 기대할 수 있다.

비콘 신호의 전파간섭 문제와 다양한 환경적 요인들로 인한 오차는 향후 개선이 필요하다. 또한 실내 장소마다 전파간섭의 정도가 다르므로 위치에 따른 정밀한 측정 및 보정에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2018년 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구임 (1415158863 미디어사물인터넷 거래 및 컴팩트 데이터 표현을 위한 표준 기술 개발)

참 고 문 헌

[1] Saito, S., Hiyama, A., Tanikawa, T., & Hirose, M. (2007, March). Indoor marker-based localization using coded seamless pattern for interior decoration. In Virtual Reality Conference, 2007. VR'07. IEEE (pp. 67-74). IEEE.

[2] Kim, J. and Jun, H. (2008). Vision-based location positioning using augmented reality for indoor navigation. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 54(3), pp.954-962.

[3] Faragher, Ramsey, and Robert Harle. "An analysis of the accuracy of bluetooth low energy for indoor positioning applications." *Proceedings of the 27th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+14)*. 2014.

[4] Xu, J., Liu, W., Lang, F., Zhang, Y., & Wang, C. (2010). Distance measurement model based on RSSI in WSN. *Wireless Sensor Network*, 2(08), 606.

[5] Seidel, S. Y., Rappaport (1992), T.S. 914 MHz Path loss Prediction Models for Indoor Wireless Communications in Multifloored Buildings. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 40(2):207-217.

[6] Lee, H. C., & Lee, D. M. (2011). A study on localization system using 3D triangulation algorithm based on dynamic allocation of beacon node. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 36(4B), 378-385.