

Commercial Indoor Navigation System Technology Movement

Jae-Min Seo*, Beakcheol Jang**

Abstract

In this paper, we introduce commercial indoor navigation systems being deployed and serviced in many fields of industry focusing on their indoor positioning technologies. Indoor positioning technology is a technology that locates people or targets in the interior of a building. To do that, it utilizes radio waves such as WiFi, and bluetooth, magnetic fields, or other sensory information from smart phones. We present indoor navigation systems categorizing them into their indoor positioning technologies. We define important performance issues for indoor positioning technologies and analyze them according to the performance issues. We believe that this paper provide wise view and necessary information for recent indoor navigation systems.

▶ Keyword : Indoor Navigation, Indoor Positioning System, Wifi Lifi, Bluebooth, Beacon

I. Introduction

건축기술 등이 발달함에 따라 실내 공간이 점차 대형화되면서 기존에 실외 공간에서 주로 이루어지던 많은 생활들이 실내 공간에서도 이루어질 수 있게 되었다[1]. 구글의 조사에 따르면 평균적으로 사람들은 90%의 시간을 실내에서 보낸다. 이로 인해 실외 공간에서 제공되던 서비스들의 적지 않은 부분들이 실내 공간에서도 제공하기 위해 끊임없는 노력과 연구가 진행되고 있다.

또한 실외 공간보다 공간이 제한적인 실내 공간에서 더 많은 서비스를 할 수 있는 사물인터넷(IoT)의 발전과 함께 실내공간에서의 다양한 서비스들이 생겨나고 있다. 본 논문에서 우리는 실내 공간을 대상으로 서비스되고 있는 실내 내비게이션에 대해서 고찰한다. 실내 공간은 실내 공간에 특화된 내부 구조 및 시설물, 실내에서만 활용 가능한 다양한 측위기술, 실외 공간에 비해 다양하고 동적인 제약사항, 그리고 각 공간에 고유하게 의도된 공간적 의미 등과 같은 여러 가지 특징을 포함한다[12]. 실내 공간에서의 특정 위치모델 및 좌표체계와 이를 기반으로

한 실내 측위정보를 이용하여 제공되는 서비스를 실내 위치기반 서비스라고 하며 그 중 하나를 실내 내비게이션이라 한다 [1].

본문에서는 실내 내비게이션에 사용되는 기술 중 실내 측위를 하는 방법에 따른 기술들을 다음과 같이 분류하고 소개한다. 실내 측위 기술 중에 가장 많이 사용되고 있는 와이파이 측위 기술을 설명하고 해당 기술을 기반으로 서비스하고 있는 산업들의 사례들을 소개한다. 이어서 와이파이 통신 속도에 100배가 빠르며 LTE의 속도보다 66배 빠른 라이파이 통신 기술을 소개하고 해당 기술을 기반으로 서비스하고 있는 산업들을 소개한다. 또 애플과 SKT에서 개발하고 연구한 비콘 기술을 소개하고 사례를 들어 기술한다. 마지막으로 대표적인 기술들 외에 실내 측위를 하는 다른 기술들을 기술한다.

분석에서는 앞에서 살펴본 다양한 측위 기술들을 Cost, Accuracy, Practicality 측면에서 평가한 결과를 기술한다.

• First Author: Jae-Min Seo, Corresponding Author: Beakcheol Jang

*Jae-Min Seo(animomin@daum.net), Dept. of Media Software, Sangmyung University

**Beakcheol Jang (bjang@smu.ac.kr), Dept. of Media Software, Sangmyung University

• Received: 2016. 05. 09, Revised: 2016. 06. 30, Accepted: 2016. 10. 17.

• This work was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2016R1D1A1B03930815)

II. Commercial indoor navigation systems

실내 공간의 특정 위치 모델 및 좌표 체계를 측정하는 실내 측위 기술에는 매우 다양한 것들이 있다. 본론에서는 정리된 기술들은 가장 많이 사용되고 있는 기술들을 정리한다. 이곳에서는 실내 측위를 하는 기술들에 대해 와이파이, 라이파이, 비콘, 그 밖의 기술들로 분류하여 설명한다. 또한 각각의 기술들의 장 단점을 정리하여 기술하고 산업들이 서비스하고 있는 사례들을 제시한다.

1. WiFi -based indoor positioning technology

와이파이 Access Point(AP)를 이용하여 실내에서 이용자가 와이파이에 접속해 있으면 끊임없이 위치정보를 제공받을 수 있는 기술이다.

와이파이 AP란 무선 랜을 구성하는 장치 중의 하나로서, 유선인터넷 망 종단에 유선을 무선으로 전환 시켜주는 장치이다. 기존에 설치된 와이파이 AP를 이용하여 단말의 위치를 결정하므로 인프라 비용이 거의 들지 않는 장점이 있으며, 정확도가 열악한 지역에 대하여 와이파이 AP를 최소로 설치하여 요구되는 정확도를 충족할 수 있도록 개발되었다[2].

하지만 일본, 미국 등 다른 국가에서는 와이파이가 잘 보급되어 있지 않고, 수신이 안되는 곳도 많다. 단점으로는 라디오 맵을 구축하는 비용이다. 장비를 밀집하여 설치할수록 위치의 정확도는 높아지지만 비용은 지수함수적으로 증가하게 된다. 또한 AP가 교체되거나 이동하는 변화가 발생하면 라디오 맵 구축을 다시 수행하여야 하기 때문에 유지보수 비용을 초래하게 된다[4].

1-1. mycoex - COEX (Mobile Application)



Fig. 1. mycoex (<http://blog.coex.co.kr/97>)

마이코엑스는 코엑스몰에서 출시한 모바일 어플리케이션이다. 실내 내비게이션 서비스를 세계 최초로 상용화하였다. 마이코엑스는 코엑스 내부에 설치된 약 3400여개의 와이파이 AP

를 이용해 위치를 확인한다[3].

와이파이 기반의 실내 내비게이션은 AP설치 변화가 많은 환경에서도 관리가 가능한 일부 AP만을 사용해도 지하 쇼핑몰에서는 3~5미터, 지상 1~4층의 전시장에서는 5~8미터의 평균 오차를 허용하는 위치 추정 정확성을 달성했다. 또한 코엑스몰이 매우 넓은 대규모 실내 공간임에도 평균 0.5초의 위치 추정 속도를 보인다. 이는 AP 설치의 변화가 많은 실제 환경에서도 와이파이 기반의 실내 내비게이션 시스템이 큰 문제없이 사용될 수 있을 것으로 예측된다[7].

또한 주차장에서는 자신의 주차 위치를 확인한 뒤 용무를 마치고 주차 위치로 되돌아가는 서비스도 제공하고 있어, 백화점이나 쇼핑몰과 같이 넓고 복잡한 주차장에서 자신의 차량을 쉽게 찾을 수 있다[7].

1-2. KAILOS - KAIST indoor locating system

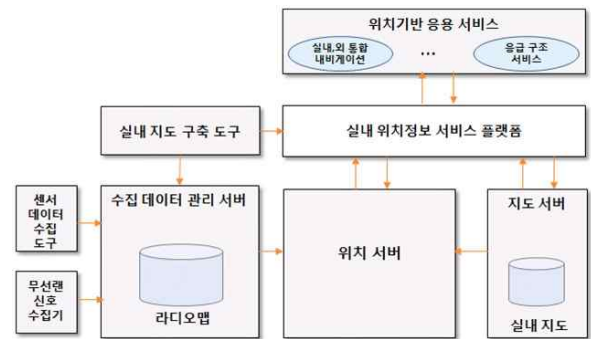


Fig. 2. KAILOS System Configuration (<http://www.kaist.ac.kr/Upl/se2/201403201.jpg>)

카이스트 전산학과 한동수 교수 연구팀이 무선랜 신호를 기반으로 한 실내 내비게이션 시스템 'KAILOS, KAIST Location System'를 개발했다. 카이로스는 복합 실내 측위 엔진을 이용하여 사용자의 위치를 측위한다. 복합 실내 측위 엔진이란, 와이파이, 블루투스, 지자기센서와 스마트폰에 장착된 여러 가지 센서, 데이터를 이용한 Pedestrian Dead Relocking(PDR) 기법을 통합한 정확도 높은 측위 시스템을 말한다. 또한 클라우드 소싱 라디오맵을 구축하여 이용자가 직접 참여하여 자료를 축적하여 실내공간 지도를 서비스한다. 클라우드 소싱이란, 실내 공간을 채워공간과 이동공간으로 나누고 각각의 공간에 적합한 데이터를 수집하는 기법을 말한다[7].

2. Li-fi based indoor positioning technology

라이파이는 2011년 영국 에든버러대의 Harald Haas 교수가 '정보를 전달하는 매개체로 빛의 파장을 전파처럼 사용할 수 있다.'는 이론을 바탕으로 개발한 통신 기술이다.

와이파이, 블루투스는 라디오 전자기파를 이용한다. 라디오 전파를 안테나에 보내면 전자기장이 형성되어 공간으로 퍼져 나가는 방식이다. 반면에 라이파이는 고효율의 발광다이오드(LED) 조명에서 나오는 가시광선을 사용한다.[13]

라이파이는 LED에서 발산하는 가시광선을 이용해 초당 10 기가바이트의 속도로 데이터를 주고받는 근거리 무선통신이다. 와이파이의 통신 속도에 비해서 100배가 빠르며 LTE의 속도 보다는 66배 빠른 통신기술이다[3].

이 기술을 이용한 내비게이션은 LED 조명에 있는 반도체를 이용해 스마트폰의 위치정보를 전송하는 시스템이다. 사용자가 스마트폰을 들고 이동하게 되면 LED 조명과 통신을 통해서 실시간 위치를 파악하게 된다. 기존의 와이파이는 호텔이나 공항 등 사람이 많이 모인 곳에서는 속도가 느려진다. 이런 곳이라면 라이파이가 와이파이의 통신 속도보다 빠르기 때문에 사용하기 편리하다. 뿐만 아니라 바다 속처럼 무선통신이 곤란한 곳에서도 LED 광원 케이블을 가지고 들어간다면 통신이 가능해진다 [13]. 경제적인 측면에서 본다면 라이파이는 통신을 위해 새로운 네트워크와 통신 장비를 설치할 필요가 없다. 라이파이는 전 세계 집집마다 달려있는 전등의 가시광선을 활용하기 때문에 추가 시설 구축비용이 거의 들지 않는다. 유지비용 또한 저렴하다. LED 전등을 이용하기 때문이다. LED 조명은 전력 소비가 아주 적은 것으로 알려져 있다. 전력 소비가 적은 만큼 와이파이에 비해 효율을 높일 수 있기 때문에 앞으로 모바일 기기에 널리 적용될 것으로 예측된다[13].

그러나 라이파이에게는 치명적인 단점이 있다. 그것은 바로 빛이 닿는 곳에서만 통신이 가능하다는 점이다. 가시광선은 벽을 통과할 수도 없고, 심지어 손바닥으로 수신기만 가려도 통신이 되지 않는다. 반드시 LED 조명이 있는 실내 공간에서만 가능한 통신 기술이다[13].

2-1. Emart Sale Navigation



Fig. 3. emart sale navigation (https://sites.google.com/site/heavenlydesigner/works)

ETRI와 이마트가 함께 개발한 쇼펍센터 실내 측위 서비스이다. 본 서비스를 통해서 추구했던 가치는 실패 측위로 고객들이 원하는 물건을 쉽게 찾고 해당 상품의 쿠폰이나 상품 정보를 제공하도록 하는 것이다. 측위를 위해 필요한 하드웨어는 쇼펍 카드에 설치되어 있는 LED 센서이다[11].

- 이마트 세일 내비게이션의 작동방식은 아래와 같다[10].
1. 스마트폰 상의 애플리케이션을 실행하면 해당 매장의 내

비게이션 맵을 표시

2. 카트와 LED 조명 간의 데이터 통신을 통해 실시간으로 현재 위치와 방향을 전달

3. 할인 상품이 표시된 위치에 도착하면 '라이팅 쿠폰'이 발급되어 스마트폰에 전달

4. 발급된 쿠폰은 상품 구매 시 바코드 인식을 통해 할인 혜택이 적용

2-2. ByteLight

바이트라이트는 미국의 스타트업 기업으로 LED 조명을 이용한 Indoor Positioning System(IPS)기술을 개발했다. 바이트라이트가 개발한 주파수 감지 기술은 LED 조명이 지속적으로 깜빡이며 보내는 신호를 감지한다.

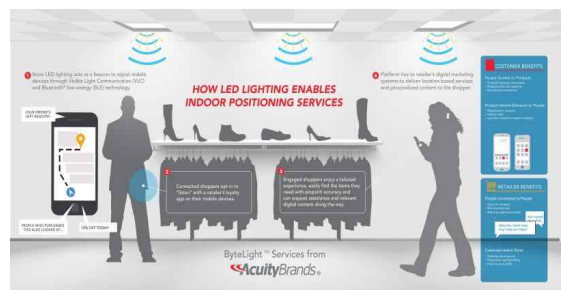


Fig. 4. ByteLight Services: Indoor Positioning (http://www.acuitybrands.com/products/lighting)

VLC 즉 가시광 통신(Visible Light Communication)이라 불리는 이 기술을 통해 스마트폰이나 태블릿에서 정보의 내용을 이해할 수 있다. 또한 저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy) 즉 BLE 나 다른 플랫폼으로 정보를 보낼 수도 있어 IPS 뿐만 아니라 다양한 용도로 활용될 수 있다. 이 기술은 고객의 위치를 불과 몇십 센티미터의 오차로 정확하게 실시간으로 파악할 수 있게 된다. 이를 통해 눈앞에 진열된 상품의 특징과 장점을 소개하는 등의 'Hyper targeting'도 가능해진 것이다[9].

3. Beacon based indoor positioning technology

애플사의 iBeacon의 출시로 인해 비콘 기반의 측위 기술이 새롭게 주목 받고 있다. 비콘은 사전적 의미로 신호등 또는 무선 송신소 등을 의미하며, 측위 관점에서는 형상, 빛, 소리, 전파 등 약속된 신호로부터 위치 등을 제공하는 장치로 정의할 수 있다. 또한 국내에서도 SK텔레콤이 Bluetooth Low Energy(BLE) 기반의 비콘 제품을 출시하고 분당 서울대 병원의 실내 정보 안내 및 가이드 서비스 등에 적용하고 있다[1].

BLE란 블루투스4.0에 포함된 실패 측위에 적용할 수 있는 대표적인 기술이다. 원래는 Nokia가 Wibree 라는 기술을 개발하였고 그것이 새로운 블루투스 표준에 반영되었다. 현재는 거의 대부분의 블루투스 기기에서 BLE를 지원하고 있어 앞으로가 기대되는 분야이다[4].

BLE 측위의 원리는 주변 임의의 단말들에게 Advertising Packet을 전송하며, 본 packet내에 장치 ID, 서비스 장소명, 송신 신호 세기 등의 데이터를 포함한다. 이를 수신한 단말은 BLE 장치의 ID 또는 수신단말과 송신단말과의 거리를 이용하여 기준점 측위 또는 다변측위로 위치를 계산한다[1].

BLE는 사운드 비콘과 비교 시, 단말의 소형화, 저전력, 벽과 같은 실태환경의 영향을 최소화라는 장점을 가지며, Near Field Communication(NFC)와 비교 시 전송거리가 약 50미터 까지 넓어 측위 기능을 통한 모바일 광고와 결제 서비스를 통합할 수 있는 장점을 가진다[1].



Fig. 5. BLE Beacon -Estimate (<http://blog.estimate.com>)

Bluetooth Low Energy(BLE)를 이용한 측위기술은 ±0.5m 오차 범위와 저전력 시스템 기반이다. 유지비용까지 저렴하여 기술의 활용범위 역시 넓을 것으로 판단된다. 블루투스가 연결된 상태에서는 스마트폰의 블루투스 수신율이 비교적 안정적이다. 하지만 연결되지 않은 상태에서는 Advertising Packet와 스캔을 통한 RSSI의 경우 모듈에 비해, 스마트폰의 RSSI 수신율이 매우 떨어지며, 스마트폰에 탑재되어 있는 다양한 센서의 영향을 받아 RSSI 값이 매우 불규칙하다는 단점이 있다[14].

또한 비콘의 신호 도달 범위가 짧아 공항이나 대형 쇼핑몰의 전체 공간에서 실내 측위를 원하는 경우에는 엄청난 양의 비콘을 설치해야 하기 때문에 적합하지 않다[4].

3-1. iBeacon - Apple

아이비콘은 실내 측위 시스템을 위한 애플사의 등록상표로서, 애플사에서 밝힌 내용에 따르면 “IOS 7 기기들에게 자신의 위치를 알릴 수 있는, 새로운 형태의 저전력, 저비용의 전파발신장치”이다[17]. 블루투스 4.0에 포함된 BLE를 이용한 아이비콘은 Proximity 기법을 사용하였다.

Proximity 기법은 비콘이 매우 약한 신호를 발생시키고 사용자가 비콘 가까이에서 근접하여 신호를 수신하면 비콘이 있는 위치에 있다고 추정하는 것이다[4].

라이파이 기술과 마찬가지로 비콘을 이용하면 ‘Hyper targeting’이 가능해진다. 비콘이 설치된 매장에 방문한 고객이 제품 진열대 앞에 서면 자동으로 스마트폰에 제품 관련 정보가 수신되어 편리한 쇼핑이 가능해진 것이다. 또한 매장에서 발행되는 할인쿠폰을 방문 고객에게 즉시 제공할 수 있고, 제품 자체에 적용할 수 있는 다양한 쿠폰들도 즉시 제공될 수 있다[3].

3-2. Smart Hospital Solution - SKTelecom

경기도 성남에 있는 분당 서울대 병원을 찾는 사람들은 신기한 경험을 할 수 있다. 로비에서 스마트폰으로 병원 앱을 실행하면 화면에 건물 내부 평면도가 펼쳐지면서 길 안내 서비스가 시작된다. '이비인후과'라고 목적지를 입력하자, 현재 위치에서 에스컬레이터를 타고 어디로 가야 하는지 이동 경로가 화살표



Fig. 6. SKT telecom Smart Hospital Solution (SK Telecom)

로 나타난다[6].

이는 병원 건물 내부에 '등대'란 의미를 가진 비콘(Beacon·무선송신기) 200여개를 설치해놓았기 때문에 가능한 일이다. 비콘은 방문객의 스마트폰과 무선으로 연결돼 위치를 파악하고 길 안내를 하는 장치다. SK텔레콤은 지난해 분당 서울대병원과 '스마트 병원' 솔루션 작업을 완료했다[6].

3-3. Location Based Services for Indoors - AbilitySystems



Fig. 7. Indoor LBS - AbilitySystems (<http://www.abilsys.com/>)

어빌리티시스템즈는 사물인터넷(IoT) 기술의 총아로 각광받고 있는 저전력 블루투스(BLE) 4.0 기술인 비콘을 활용해 경북대학교병원에 실내 위치 측위 및 길찾기 시스템을 구축했다. 이는 SK텔레콤에서 분당서울대병원에 적용한 ‘스마트 병원’ 솔루션보다 일찍 구축되어 최초의 대학병원 실용사례로 꼽힌다.

어빌리티시스템즈의 A-비콘 SW 플랫폼은 가변적인 비콘 신호를 보정하는 신호보정엔진(Signal Calibration Engine)과 상황에 맞는 다각측량 엔진(Dynamic Polygonal Surveying

Engine)을 1년간 개발해 실내 위치 측위의 오차율을 2m 내외로 개선해 경북대병원에 적용했다. 아울러 웹 기반의 관리 시스템에서 비콘의 배치와 노드, PoL(Point of Interest), 경로 등을 자유롭게 조정할 수 있는 기능을 제공해 건물의 시설물 위치 변경, 응용 서비스 확산 등에도 효율적으로 대처할 수 있게 하여 실제 경북대병원의 경우 비콘의 설치와 실내 위치 측위 검증이 이를 만에 완료됐다.

경북대병원에 구축된 A-비콘 서비스는 실시간 진료예약 확인 및 진료내역 조회와 차량번호 등록 시 자동 출차 서비스, 번호표 발급과 진료대기 알림, 원내 길 찾기 내비게이션 기능 등을 스마트폰으로 해결할 수 있도록 도와준다. 비콘 기술을 이용한 이 서비스가 활성화되면 환자와 보호자의 편의성이 한층 높아질 전망이다.

4. other new technologies without additional devices

본 절에서는 대표적으로 실내 내비게이션 구축을 위한 측위 기술들 외에 새로운 기술들을 소개한다.



Fig. 8. KyungPook National University Hospital – IndoorPlus (<http://www.abilsys.com/>)

와이파이, 라이파이, 비콘과 같은 기술은 실내 공간에서 측위 기술을 적용하기 위한 수단으로 사용된다. 이는 실내 위치 정보 서비스를 위해서 별도의 수신기를 구축해야하고, 그로 인한 비용이 발생하며 실내 공간이 대형화될수록 비용은 비 하급수적으로 증가하게 된다. 또한 수 많은 수신기들의 배터리 수명관리와 고장으로 인한 교체에 드는 비용으로 유지비용이 발생된다. 아래에 소개하는 기술들은 수신기를 사용하지 않고 실내에서 측위를 하는 산업들을 소개한다.

4-1. Inside - ShopCloud

인사이드는 삼성전자가 인수 협상중인 이스라엘의 실내 내비게이션 스타트업 샵클라우드가 개발 중인 실내 내비게이션으로 필수적으로 사용되어오던 무선 기술을 사용하지 않는 독특한 기술을 이용한다.

인사이드는 와이파이를 이용한 삼각 측량보다 사용자의 위치 정확도를 높이기 위해서 스마트폰에 장착된 카메라, 자이로 센서와 같은 하드웨어와 스마트폰의 각종 센서들을 이용한다.



Fig. 9. Inside – Shopcloud (<http://www.directionsmag.com/>)

이는 스마트폰이 비행기모드로 변경되어도 실내 측위가 가능하며, 별도의 수신기를 구매하여 설치할 필요도 없다.

인사이드의 위치 정확도는 와이파이 등을 이용한 실내 내비게이션 기술이 1~6m 정도의 오차를 보이는데 비해 1m 이하의 높은 정확도를 보이고 있다.

4-2. IndoorAtlas



Fig. 10. IndoorAtlas (<https://www.indooratlas.com/our-platform/>)

SK플래닛과 전략적 파트너십을 체결한 실내 위치정보기술 업체 인도어아틀라스는 지구 자기장을 이용해 건물 내부의 위치를 알려주는 기술을 보유한 스타트업이다. 2012년 안 하버리넨(Janne Haverinen) 핀란드 올루(Oulu)대학 교수와 과학자들이 설립한 회사다.

지구 자기장은 장소에 따라 자기장의 세기나 방향 등이 미묘한 차이를 보인다. 건물 내 배관, 전자기기 등의 영향으로 지구 자기장은 조금만 다른 위치에 있어도 쉽게 변화를 나타낸다. 지구 자기 센서는 이러한 지구 자기장의 변화를 감지하는 센서로 위치별로 고유 정보를 읽어 이를 실내 지도에 적용하면 실내측위가 가능하다.

인도어아틀라스는 해당 기술을 활용해 건물별 실내 지도를 매핑하여 내비게이션 서비스를 시작했다. 대형 쇼핑센터의 경우, 관계자가 실내 지도를 갖고 스마트폰의 지구 자기 센서를 활성화한 상태에서 해당 층의 실내를 돌아다니면 해당 층의 고유한 지구 자기 지도가 구축된다. 이를 실내 지도에 매핑 함으로써 일반

사용자들은 인도어아틀라스 어플리케이션을 통해 쉽게 실내 내비게이션 서비스를 제공받게 된다. 해당 기술은 별도의 인프라 없이, 실내 내비게이션을 제공하려는 사업자가 지구 자기장 지도를 스마트폰과 제작 어플리케이션만 갖고 돌아다니기만 하면 쉽게 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 앞서 말한바와 같이 전자기나 실내 배관 등에 지구 자기장이 쉽게 영향을 받아 오차가 발생할 수 있고, 다양한 외부 요인에 따라 변경되므로 주기적인 업데이트가 필요하다는 단점이 있다.

III. Analysis

본 절에서는 본문에서 소개한 실내 공간 측위 기술인 와이파이, 라이파이, 비콘, inside, 지자기 센서를 Cost, Accuracy, Practicality 측면에서 평가하고 분석한다. 평가는 본문에서 제시된 각 측위 기술을 기준으로 하였으며 평가 기준에 대한 설명은 다음과 같다.

- **Cost** : 실내 위치 서비스하기 위해서 설치해야하는 수신기, 센서, 그리고 유지관리 비용이 얼마나 드는지 평가한다. (용산 전문쇼핑몰 다나와(www.danawa.com) 기준 와이파이 AP수신기의 최저단가는 8,100원, LED 전구(5W) 최저단가는 5,700원, Beacon 최저단가는 14,460원을 기준으로 계산)
- **Accuracy** : 각 기술들이 실내 공간에 배치되었을 때 사용자들의 위치를 얼마나 정확하게 표시하는지를 오차 범위를 통해서 평가한다.
- **Practicality** : 현재도 서비스되고 있는 기술들 이지만 대중화, 실용화가 가능한지 여부를 평가한다.

하단의 표 2는 각각의 기준에 따라 1~5등으로 평가한 표이다.

Table2. Evaluation of each technologies

	Wi-Fi	Li-Fi	Beacon	Inside	geomagnetic sensor
Cost	4	3	5	1	1
Accuracy	4	1	3	1	5
Practicality	2	3	3	1	4

먼저 Cost 측면에서 평가한다. Inside와 지자기 센서를 이용한 실내측위 기술은 스마트폰만 있으면 되기 때문에 별도의 인프라 비용이 없다. 따라서 가장 높은 점수를 받았다.

Wi-Fi, Li-Fi, Beacon은 수신기를 설치해야하기 때문에 코엑스에 설치된 Wi-Fi AP 수신기를 기준으로 정하여 라이파이

와, 비콘을 같은 수로 설치하였을 때 비용을 계산하였다.

1. Wi-Fi AP 수신기 구축비용

$$3400(\text{AP 수신기수}) \times 8100 = 27,540,000\text{원}$$

2. Li-Fi LED 전구 교체비용

$$3400(\text{LED 전구수}) \times 5700 = 19,380,000\text{원}$$

3. Beacon 수신기 구축비용

$$3400(\text{Beacon 수신기수}) \times 14460 = 49,164,000\text{원}$$

위의 결과는 정확한 비용이 아닌 코엑스에 설치된 약3,400개의 AP 수신기수를 기준하여 계산한 예측값이다. LED 전구의 경우는 코엑스에 설치된 조명시설을 전부 LED로 교체하지 않고 측위 계산을 위해 설치된 Wi-Fi AP 수신기와 같은 지역에만 설치한다고 가정하였다. 결과를 보면 LED 전구의 교체비용이 가장 적고 그 다음 Wi-Fi, Beacon 순으로 구축비용이 많이 든다는 것을 알 수 있다.

두 번째로 정확도의 측면에서 살펴보면, 앞서 말한바와 같이 와이파이, 라이파이, 비콘은 설치 밀집도가 높아지면 높아질수록 오차범위가 줄어들게 된다. 그 중에서 차이를 살펴보면 와이파이는 평균적으로 오차범위가 1~5m, 라이파이, 비콘 1m 이내이다. 또한 응답 속도를 비교해 보면 와이파이는 비콘이 비콘 보다는 라이파이가 빠르다. 즉 오차범위에 응답속도까지 고려한다면 라이파이 > 비콘 > 와이파이 순으로 예측된다. ShopCloud의 Inside는 와이파이의 오차범위에 비해 1m이하의 오차범위를 보여주고 있어 정확도 또한 뛰어난을 알 수 있다. 마지막으로 지자기 센서를 이용한 실내 측위는 실내 공간 내의 배관, 전자기기 등의 영향으로 오차가 발생할 수 있으며 그 값 또한 안정적이지 못하다. 따라서 정확도 측면에서 본다면 지자기 센서는 정확도가 낮은 것으로 예측된다.

마지막으로 실용성, 즉 대중화 가능성 측면에서 살펴본다면 와이파이와 Inside의 기술이 가장 대중화 가능성이 높다. 그 이유는 와이파이의 경우 대형마트, 쇼핑몰과 같은 대형 실내 공간에서 와이파이를 켜면 각 통신사의 와이파이와 그 건물만의 와이파이, 휴대용 와이파이 기기 등 많은 와이파이를 접할 수 있다. 즉 이미 대중화가 많이 되어있다는 뜻이다. Inside의 기술은 실내 측위를 위한 별도의 수신기가 필요가 없고, 사용자의 스마트폰만 있으면 서비스가 가능하기 때문에 실용성에서 가장 좋은 기술로 보인다. 하지만 와이파이의 경우 일본, 미국 등 다른 국가에서는 국내 만큼 와이파이가 잘 보급되어 있지 않고, 수신이 안되는 곳도 많다[4]. 그 다음으로는 라이파이와 비콘이다. 라이파이와 비콘은 현재 국내의 시장에 대중화 되어있는 기술은 아니지만 높은 정확도와 저전력의 기술이기 때문에 앞으로 대중화에 많은 노력을 기울인다면 충분히 가능할 것으로 예측된다. 마지막으로 지자기 센서 이다. 지구 자기장은 실내외 공간의 다양한 외부적인 요인으로 인하여 그 값이 매우 불안정하게 변화한다. 실내공간내의 전자기기 변화가 거의 없고, 실내

외 건축물의 배관 등의 구조가 변화가 없는 곳에서는 사용하기 때문에 대중화의 가능성은 희박하다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 실내 내비게이션을 구축하기 위한 기술들로 와이파이, 라이파이, 비콘 그리고 그 외에 새로운 기술들을 실제 서비스하고 있는 사례들을 설명하고 분석하였다. 또한 3장에서는 각각의 기술들을 비용, 정확도, 실용성의 측면에서 평가한 결과를 기술하였다.

분석을 통해서 알 수 있듯이 실내 내비게이션의 측위 기술에서 가장 적합한 기술은 Shopcloud의 inside이다. 인프라 비용이 없고, 정확도 또한 우수하며, 스마트폰은 현대인의 필수품이 되어버린 지금 대중화는 이미 이루어졌다. 하지만 스마트폰의 각종 센서를 계속 이용한다면 배터리가 빠르게 소모될 것이기 때문에 이용자들은 보조배터리를 항상 소지하고 있어야 할 것으로 예측된다. 수신기가 필요한 실내측위에서 가장 뛰어난 기술은 LED를 이용한 Li-Fi이다. 빛이 통하지 않는 곳에서는 이용이 불가능하지만 대형쇼핑몰, 지하동굴과 같이 조명이 꼭 필요한 곳에 구축하면 조명시설과 실내 내비게이션 서비스를 동시에 제공할 수 있다는 장점이 있다. 국내의 경우 Wi-Fi가 이미 대중화되었다. 서울 구로디지털단지 내 구로구 관내인 1단지 44만7922㎡ 전역에 무료 와이파이존을 구축하여 서비스하고 있다. 이러한 환경에서는 Wi-Fi를 이용한 측위 서비스를 제공하는 것이 적절하다. 이처럼 각 기술이 비용, 정밀도, 대중성에서 차이를 보이지만 실내 내비게이션을 구축하려는 실내공간의 환경에 따라서 적합한 기술이 달라진다. 따라서 실내공간의 특성과 환경을 파악하여 적절한 기술을 채택하는 것이 좋다.

위의 기술들 외에도 실내 측위를 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 이는 건축기술의 발달로 인해 실내 공간이 대형화가 되면서 실내에서도 사용자들의 위치를 확인하고 원하는 목적지를 빠르게 찾을 수 있는 내비게이션에 대한 요구가 증가하고 있기 때문이다. 또한 대형건물에서의 재난발생시 구조자와 피난자에게 실내 공간의 구조와 위치를 공유할 수 있다면 최소한의 피해로 사고를 피할 수 있다는 점에서 실내 내비게이션은 반드시 대중화 되어야 하는 서비스이다.

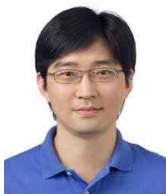
REFERENCES

- [1] Yu Jae Jun, "Trends in Technical Development and Standardization of indoor Location Based Services", *Electronics and Telecommunications Trends*, 2014, p53-56
- [2] ETRI, "WiFi -based Indoor and outdoor location finding technology", <https://www.etri.re.kr/kor/main/main.etri>, October 2010
- [3] Jo Young Yeon, "Spotlight indoor navigation technology", <http://platum.kr/archives/21956>, June 2014
- [4] "Indoor positioning technology for SmartPhones", <https://niklaus.wordpress.com/>, October 2014
- [5] Natasha Lomas, "Inside Is A New Indoor-Location Platform That Uses Your Phone's Camera To Figure Where In The Mall You Are", <http://techcrunch.com/2014/02/04/inside-shopcloud/>, February 2014
- [6] "SK Telecom, Smart Hospital to build ICT integrated solutions for patient-centered", <http://blog.sktworld.co.kr/5349>, October 2014
- [7] "Development of public participatory indoor navigation system", http://www.kaist.ac.kr/_prog/_board/?mode=V&code=kaist_news&no=16702&site_dvs_cd=kr&menu_dvs_cd=0601&gubun=&site_dvs=, March 2014
- [8] Shin Dong Heun, "Navigation drilling walls", http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2014/05/29/2014052902579.html, May 2014
- [9] "Lighting and SmartPhone Communication", <http://www.gereports.kr/indoor-location-technologies-with-ge-led-lighting/>, July 2014
- [10] Shin Kiheon, "Emart Sale Navigation", <https://sites.google.com/site/heavenlydesigner/works>, February 2014
- [11] Lee Seyon, "Sensor-based positioning technology and The evolution of LBS services", *TTA Journal* v.148, p.29-32, July 2013
- [12] Yu Jae Jun, Lee So Yeon, Ha Su Ok, "Telecommunication Technology, Policy and Industry", *Week Technology Trends*, v.1571, p.14-26, November 2012
- [13] Kim June Rae, "'Wi-Fi' is going to come is 'Li-Fi'", <http://www.sciencetimes.co.kr/>, January 2015
- [14] Kim Moon Soo, Shim In Bo, Lee Hui Soo, "Identifying Location of Object Using RSSI of Beacon Signal", *School of Information and Communication Engineering, Inha University*, p.23, June 2015

Authors



Jaemin Seo is expected to receive the B.S. degree in Media Software from Sangmyung University, Seoul, Korea in 2017. He is interested in Internet of Things.



Beakcheol Jang received the B.S. degree from Yonsei University in 2001, the M.S. degree from Korea Advanced Institute of Science and Technology in 2002, and the Ph.D. degree from North Carolina State University in 2009, all in Computer Science. Dr. Jang joined the faculty member of the department of Media software at sangmyung University, Seoul, Korea, in 2012. He is currently an assistant professor in the Department of Media Software, Sangmyung Univerisy. He is interested in wireless networking with an emphasis on ad hoc networking, wireless local area networks, and mobile network technologies.