

실내 렌티큘러 스티커를 이용한 위치기반 시스템 개발

정승혁*

Development of Location Based System using Indoor Lenticular Sticker

Seung-Hyuk Jeong*

요 약

렌티큘러 위치기반 시스템은 지상 및 실외중심의 지역, 건물, 선박, 지하 등 실내에 있는 사용자가 스스로 자신의 위치를 실시간으로 알릴 수 있는 위치정보 기술이다. 본 논문에서는 이전의 실내 위치 인식기술의 한계성과 문제점을 분석하고, 이용자 중심의 위치서비스 방법을 제안한다. 제안된 방법은 렌티큘러 스티커, 데이터베이스(DB) 수집 및 분석기술, 측위시스템으로 구성되어 있고, 측위오차기반 서비스를 실행하기 위한 기반 인프라로 활용될 수 있을 것이며, 실내 렌티큘러를 이용한 위치기반시스템 개발을 통하여 사용자 중심의 측위 정확도 향상뿐만 아니라, 각종 재난안전 상황에서 신속한 구조활동에 사용자 중심의 위치기반 시스템으로 활용할 수 있을 것이다.

ABSTRACT

The lenticular Location Based System is related to a location information technology. The system enables users to inform their location in real time wherever in a room, a building, a ship, a basement. In this paper, we analyze limitations and problems of the existing indoor Positioning System and propose a method of user-oriented location service. The proposed method consists of a lenticular sticker, a database(DB) acquisition and analysis technology. The proposed system can be used as an infrastructure to implement various indoor location-based services. In addition to improve user centered positioning accuracy through the development of location-based systems using indoor lenticular systems, it can be used in a disaster situation.

키워드

Indoor, Lenticular, Location Determination Technology, New Tech, LBS
실내, 렌티큘러, 측위, 신기술, 위치 기반 시스템

1. 서 론

오늘날 지구온난화로 인한 자연재해뿐만 아니라 대규모의 피해를 동반하는 각종 재난과 사고가 증가하고 있으나, 이를 사전에 체계적으로 예방하고, 실제적인 재난이 발생할 시 신속하게 대응하기 위한 대책은

상당히 미흡한 실정이다. 2018년 소방청 업무보고 자료에 따르면, 최근 5년간(연평균) 전국 화재건수는 43,057건으로 매년 화재 사망자가 300명이 발생되고 있어, 화재로부터 국민의 안전과 생명을 보호하기 위한 화재예방, 소방시설의 설치/유지 및 안전관리에 관한 사항이 법률로 관리 및 요구되고 있다.

* 교신저자 : 한국전기통신기술연구조합
• 접수일 : 2019. 05. 17
• 수정완료일 : 2019. 05. 31
• 게재확정일 : 2019. 06. 15

• Received : May. 17, 2019, Revised : May. 31, 2019, Accepted : Jun. 15, 2019
• Corresponding Author : Seung-Hyuk Jeong
Email : 0162010993@naver.com

또한, 행정안전부에 따르면 2016년 9월 원전 밀집 지역인 동남권의 지진발생과 2017년 9월 규모 5.8의 지진이 발생한 이후 16일간 441회의 여진이 발생하였고, 부상자와 시설피해도 상당한 수준이었다. 아울러, 2017년 12월 제천 스포츠센터 화재사건, 2018년 6월 서울 용산의 상가 건물 붕괴 등 최근 전국적으로 대형참사가 지속적으로 발생되고 있다.

이와 같이 빌딩 화재가 대형참사로 이어지고 있는 것은 화재상황에 대한 정보 확인 및 재난자의 현장 위치추정의 한계와 화재 진압 및 인명 구조를 위한 현장지휘통제시스템인 주파수공용통신망(TRS)을 이용한 위키토키 통신의 문제점으로 인해 재난자의 위치 파악의 어려움이 있기 때문이다. 특히, 실내에서 발생한 재난의 경우에는 문제가 더욱 심각해 질 수 있다.

이러한 배경에서, 본 논문에서는 재난이 발생한 실내에서도 피해자의 실제 위치확인을 위하여 일반인이 소지하고 있는 스마트폰을 활용한 사람 중심의 저비용, 초고정밀 위치 알림 시스템을 구현하고자 한다. 이는 렌티큘러 스티커를 실내에 부착한 후 사고위치에서 사용자가 이를 촬영하여 사용자의 위치를 초고정밀하게 측위할 수 있어, 기존 실내측위 방식보다 현저히 오차를 줄여 측위 정확도를 향상시킬 수 있다.

II. 관련 연구

2.1 렌티큘러 측위 시스템

기존의 실내측위 기술은 측위를 위한 별도의 전원 장치가 필요하고, 대중화되지 않은 실내측위기반의 서비스를 위해 추가적인 시설비용과 운용비용이 발생한다. 또한, 유지보수를 위한 별도의 인력과 기술개발 및 서비스 제약사항이 많은 상태임에도 불구하고, 실내에서의 위치정확도 역시 만족할 만한 결과를 주지 못하고 있는 실정이다[1-5].

이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서 제안하는 렌티큘러 측위 시스템은 위에서 언급한 많은 제약 사항을 거의 다 해결할 수 있으며, 신축건물뿐만 아니라 기축건물에 상관없이 렌티큘러 스티커를 부착함으로써 기반시설 구축은 완료되며, 타 실내측위방식에 비해 비용이 거의 들어가지 않고, 기존의 소방법, 위

지정보보호법, 개인정보보호법과 같은 법규제 등에도 저촉이 되지 않는 것이 최대 장점이다.

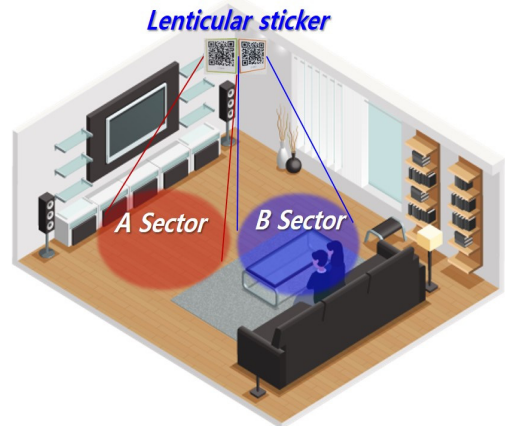


그림 1. 렌티큘러 측위 서비스 영역
Fig. 1 Service area of lenticular positioning system

제안된 시스템의 서비스 구역은 그림1과 같이 렌티큘러 스티커를 실내의 천장, 기둥, 벽 등에 부착한 후 사용자의 스마트폰으로 촬영하여 해당 정보를 렌티큘러 측위 시스템 서버에 전달하고 전송된 정보에 해당하는 해당 건물, 층, 호실, 방위, 구역 정보를 이용하여 사용자 위치 정보를 추출하는 알고리즘을 적용하여 초고정밀 실내 측위정확도를 제공한다.

본 논문에서 제안한 렌티큘러 측위 시스템은 기존의 공급자 중심이 아닌 사용자 중심으로 측위 패러다임을 전환하여 사용자의 요청(의사)에 따라 측위 정보를 제공해 주는 방식이므로, 개인정보보호법과 위치정보보호법에 저촉되지 않는 사용자 중심의 측위 기술이다.

2.2 기존 기술과 차별성

기존 운용중인 근거리 무선통신기술을 활용한 위치 측위 기술은 많이 있는데, 그 중 대표적이고 범용적으로 사용하고 있는 실내 측위 기술은 와이파이(WiFi) 무선공유기(Access Point)를 이용한 와이파이 측위 시스템(WiFi Positioning System)이나 블루투스(Bluetooth) 방식을 이용한 비콘 측위 방식 등이 있다.

일반적으로 실내측위 기술은 복잡한 알고리즘으로 구현되고 있으며, 측위 알고리즘을 처리하기 위한 기

반 시설 데이터가 필수적으로 필요하고, 빌딩 안에 시설된 와이파이(WiFi), 블루투스(Bluetooth), 무선주파수(RFID), 지자계 센서 등의 시설정보를 수집하여 데이터베이스에 정규화된 포맷으로 저장 및 관리되고 있다[6-9].

표 1. 실내측위 기술 비교 표
Table 1. Technical comparison chart

	WiFi	Beacon	Lenticular
Type	Producer	Producer	User
Error	10m	5m	1~2m
Power	Battery	Battery	Non Power
Cost	High	Medium	Low

표1은 기존의 범용 측위 방식인 와이파이나 블루투스 방식에 비해, 사용자 중심, 초고정밀 측위, 무전원 방식 및 저가 비용으로 효율적인 구축 및 운영이 가능한 방식을 제시하고 있다.

또한, 측위를 위해서는 단말기의 센서를 동작시키고, 시설된 정보에서 나오는 신호를 받아서 측위 알고리즘을 구동해야 하므로, 신호의 전송특성 열화요인인 감쇠, 반사, 굴절, 간섭, 페이딩 등으로 인해 동일한 위치에서 측위를 진행해도 동일한 결과를 추정 및 결정하기 어려운 기술적인 취약점에 노출되어 있다.

반면에, 본 논문에서 제안한 방법은 사용자가 스마트폰 카메라를 이용하여 실내·외에 부착된 렌티큘러 스티커를 촬영하고, 그 이미지를 기반으로 미리 구축된 사용자의 위치를 인식하는 것으로, 건물의 층, 호실 및 실내 공간의 층고(높이)를 기반으로 사용자의 거리정보까지 제공이 가능하다.

기존 실내측위 서비스는 개인의 위치정보를 획득하여 사용해야 하므로, 개인정보보호법과 위치정보보호법에 저촉이 되지 않는지 서비스 전·후에 법률검토는 필수로 따라가야 하는 불편함과 범 위반이라는 측위 위험성이 항상 존재하였다.

본 논문에서 제안한 방법은 사용자가 원할 경우에만 스스로가 정보를 획득 및 제공하는 주체가 되므로 범 위반에 대한 위험이 사라져 그동안 침체되어 있는 실내 위치측위 시장에 활력을 불어 넣을 수 있는 큰 이점이 있다. 아울러, 기존 와이파이 무선공유기(AP) 등 전원으로 구동되는 방식의 경우 발열현상의 문제

점 등이 있지만, 렌티큘러 측위용 스티커는 무전원 방식으로 사용되고 있다.

2.3 제안 시스템의 구성

렌티큘러 시스템의 구성은 크게 3계위로 구성되어 있는데, 첫 번째는 실내 건물에 부착된 렌티큘러 스티커를 부착 및 데이터베이스화하고, 운용 관리하는 서버 등으로 구성된 인프라 시스템 영역이다. 사용자가 거주 및 이용하는 건물은 그 모양과 구조가 제각각으로 다양하다. 이 다양한 환경을 실제 분석하여 사용자 이동 동선중심으로 서비스 커버리지 정보를 구축하는 것이 이 영역의 핵심기능이다.

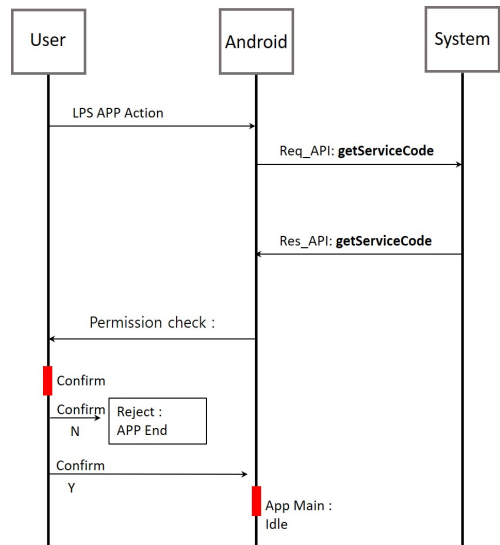


그림 2. 호처리 절차
Fig. 2 Call Flow of lenticular positioning system

그림2는 사용자의 사용자, 사용자가 소지하고 있는 스마트폰 어플리케이션과 렌티큘러 측위 시스템 간 호처리 절차로 사용자가 인근에 부착되어 있는 렌티큘러 스티커를 전용 스마트폰 어플리케이션으로 촬영하면 렌티큘러 측위 시스템은 사용자의 위치를 결정하여 제공하는 위치 측위 프로세스를 나타내고 있다.

측위의 정확도 향상을 위해서는 사용자가 움직이는 이동 동선을 기준으로 렌티큘러 스티커를 설계 및 부착하는 것이 가장 중요하며, 현장 수집요원은 실제 실내 환경에 부착된 스티커의 위치 데이터를 수집하고

관리하는 것이 가장 중요하다.

두 번째는 외부 콘텐츠 공급자인 CP(Contents Provider)나 서비스 제공자(Service Provider)에 대한 정확한 측위 정보값을 제공 및 연동하는 인터페이스 영역이다. 다양한 형태의 지도 서버(Map Server), 서비스 서버(Service Server), 모니터링 서버(Monitoring Sever), 연동 인터페이스 등 위치 및 관리서버가 이 영역에 포함된다.

세 번째는 인터넷망을 이용하여 스마트폰과 연동되는 어플리케이션 영역이다. 사용자는 어플리케이션 구동을 통해 주변에 설치되어 있는 렌티큘러 스티커를 촬영하면, 해당 정보값이 스마트폰 어플리케이션에서 해당 서비스의 사용자 인터페이스(UI)에 정확한 위치 결과값이 제공된다. 따라서, 실내 측위는 이동자의 정확한 위치 확인이 가장 중요한 요소인데, 이 결과값을 지리정보시스템(GIS)과 연동하여 어플리케이션의 사용자 화면에 표시해 줄 수 있다.

이를 통해, 기존 위치기반 서비스나 증강현실(AR) 및 가상현실(VR) 등의 4차 산업혁명 기술의 서비스 어플리케이션과 연동을 통해 다양한 위치 정보 제공이 가능하다. 따라서, 사용자가 요청한 장소를 기준으로 정확한 측위값을 전송할 수 있게 된다.

렌티큘러 측위를 이용한 측위 호처리 절차는 건물에 위치한 이용자가 보유하고 있는 스마트폰과 이용자 주변에 부착되어 운용중인 렌티큘러 스티커를 촬영 시 측위 프로세스가 구동된다. 측위 요청을 받은 위치 서버는 스마트폰에서 촬영된 위치 관련 값(층, 커버리지, 섹터, 영역번호 등)이 위치서버에 전송되어 측위가 진행되고, 위치 서버는 프로세스 구동 후 측위 결과 값을 최초 요청한 스마트폰의 서비스 단에 전송함으로써 이용자의 정확한 위치 정보값을 제공해 줄 수 있다. 이는 서비스 어플리케이션과 연동하여 실내 이용자의 현재 위치를 정확하게 표시해 주게 된다.

렌티큘러 측위 시스템의 결과값은 스마트폰의 어플리케이션에 전달함과 동시에 안전 관계기관(소방서, 경찰서 등)의 모니터링 서버 및 디스플레이로 전송할 수 있다. 모니터 상에서는 실내 지도와 연동을 통해 실제 위치한 곳을 초고정밀하게 표시해 줄 수 있다.

III. 인식을 실험환경 구축

제안한 시스템의 시뮬레이션 및 분석을 위해 그림3과 같이 지상면 기준 높이 4m 상단 이하로 각 영역별 29도 간격으로 전혀 다른 이미지 표시가 가능하도록 렌티큘러 스티커를 제작하여 천장에 부착한 후 측위 정확도에 대한 인식을 실험환경을 구성하였다.

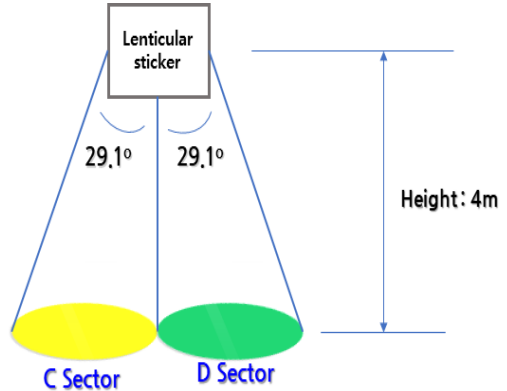


그림 3. 실험 환경
Fig. 3 Experiment environment

실험 준비방법으로는 사용자 동선 별로 렌티큘러 스티커의 설치위치를 확인 및 측위 인식을 테스트를 하기 위해 안드로이드폰(S8플러스 스마트폰)을 이용하여 C 섹터와 D 섹터를 동선 내 각 100회씩 촬영(총 200회)을 하여 측위 결과값을 도출하였고, 인식도 구로는 테스트 전용 어플리케이션을 이용하여 진행하였다.

IV. 모델 및 성능평가

렌티큘러 스티커의 출력 선명도, 주변의 조도에 따라 오차는 약간 상이할 수 있지만, 일반적인 실내 사무실 환경을 기준으로 실험을 진행하였다. 표2는 안드로이드 스마트폰을 기준으로 렌티큘러 전용 어플리케이션을 이용하여 인식 결과값을 도출한 결과이다.

총 200회 인식을 실험을 통해 198회의 정확성을 도출하였고, 이는 인식 성공률 99.0%에 해당되는 측정값에 해당된다.

표 2. 인식을 실험 결과값
Table 2. Result of performance evaluation
(positioning recognition rate)

	Total	Accuracy	Error
C Sector	100	99	1
D Sector	100	99	1
Sum	200	198	2

표2는 천장에 부착한 렌티큘러 스티커의 섹터 내 커버리지안에 위치한 실험자가 위치 측위 요청을 통한 실제 사용자 측정 결과값을 나타낸 것이다.

스마트폰 카메라를 이용하여 렌티큘러 스티커의 인식과정에서 사용자가 위치한 C 섹터와 D 섹터의 중첩영역 부분에서 이미지가 서로 겹치면서 선명도가 떨어지기 때문에, 측위 시간이 지연되는 현상으로 인식을 저하가 발생하였고, 이를 해결하기 위해서는 해상도가 높은 스티커 출력과 스티커 촬영 가이드를 작성 및 배포를 통해 인식을 개선이 가능할 수 있다.

위 실험에서와 같이 렌티큘러 스티커의 부착위치는 천장, 벽, 기둥 등 실내 환경에 최적화하여 설치 및 운용하는 것이 중요하다. 사용자 측면에서 가장 찾기 쉬운 위치에 렌티큘러 스티커를 부착하기 위해서, 천장을 기준으로 아래 수식1과 같이 최적의 설치 조건을 만족하기 위한 설치 높이 범위 권고안을 도출하였다.

$$P < A + 4m(\text{height}) \quad (1)$$

실내 건물 내의 거주자 및 재난자 등의 실제 위치를 정확하게 판독하기 위해서는 렌티큘러 스티커의 부착 높이(P)를 현장의 지형지물 간 상호관계를 고려하여, 이용자의 평균키 높이(A)를 기준으로 최대 4m 이하가 되는 높이에 렌티큘러 스티커를 부착 및 운용하는 것이 가장 최적의 인식률과 측위 정확도를 제공할 수 있다.

특히, 음식점이나 도서관 등 테이블 위주의 실내 공간에서는 천장이나 벽면에 부착하는 것과 더불어, 테이블 위에 탈·부착식 방법으로 설치 및 운용할 수도 있다. 다만, 렌티큘러 스티커의 부착위치는 실내 환경에서 이용자 중심의 동선을 기준으로 설계 및 운영하는 것이 렌티큘러 측위 시스템의 핵심 포인트라고 할 수 있다.

V. 결론 및 향후개선 방향

본 논문에서는 기존 실내 측위 기술의 한계점인 전 원장치 필요 사항, 고가의 시설 및 운영 비용 문제 등의 제약사항을 해결하기 위해 실내의 일정 장소에 렌티큘러 스티커를 부착하여 실내 위치 정보를 제공하는 렌티큘러 측위 시스템을 제안하였다.

이를 위해 렌티큘러 스티커를 이용한 사용자 중심의 렌티큘러 측위 시스템을 상세 설명하였고, 시뮬레이션 및 분석을 실행하였으며, 이를 활용한 시스템 구성 및 호처리 절차에 대하여 살펴보았다.

제안한 시스템은 차세대 실내 초고정밀 측위방식을 이용하여 실내 건물의 재난 피해자와 현장 지휘센터 및 지휘통제실과 실시간 위치정보를 공유할 수 있어, 제 2의 골든타임 확보를 통한 소중한 생명과 재산을 보호하는 기반 시스템으로 활용이 가능할 것이다.

아울러, 렌티큘러 스티커를 사용자의 스마트폰 어플리케이션으로 촬영하여 사용자 중심의 초고정밀 위치 측위가 가능하도록 하여, 기 구축한 지식재산을 기반으로 추가 특허 포트폴리오를 통하여 국내 및 글로벌 수출화로 진행할 수도 있다.

또한, 결제서비스, 가상현실 위치정보서비스, 경찰 출동서비스 등 4차 산업혁명 기술 전반에 시민 중심의 측위 기반 인프라로 확대 적용 및 사업화 될 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 정부(행정안전부_국립재난안전연구원)의 2018년 재난안전 기술사업화 과제의 지원을 받아 수행된 논문임(No.2018-295)

References

- [1] T. Kim and S. Hwang, "Cascade Estimation Using Uniform Rectangular Array Antenna," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 91, no. 5, 2018, pp. 923-930.
- [2] B. Kim and B. Kim, "Biosignal-based Driver's

- Emotional Response Monitoring System," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 3, 2018, pp. 677-683.
- [3] B. Jeong, T. Lee, Y. Lee, and C. Choi, "Method of Forewarning Display for Hacking Risk in the Open WiFi," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 6, 2017, pp. 1143-1150.
- [4] FCC, "Spectrum Policy Task Force Report," *Technical Report*, Nov. 2009.
- [5] TS. 22.071, "Location Services(LCS), Service description, Stage1," *3GPP*, 2002.
- [6] Open GIS, "OpenGIS Simple Features Specification For OLD/COM Rev. 1.1" *Project Doc*, 1999.
- [7] P. Bahl and V. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System," *In Proc. of IEEE*, vol. 2, 2000, pp. 775-784.
- [8] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons "The Active Badge Location System," *KACM Trans. on Information System*, vol. 10, no. 1, 1992, pp. 91-100.
- [9] M. Addlesee, R. Curwen, S. Hodges, J. Newman, P. Steggles, A. Ward, and A. Hopper "Implementing a Sentient Computing System," *IEEE Computer Magazine*, vol. 34, no. 8, 2001, pp. 50-59.

저자 소개



정승혁(Seung-Hyuk Jeong)

1999년 전북대학교 전자공학과
학사 졸업

2009년 고려대학교 전자 및 컴
퓨터 공학과 석사 졸업

2013년 전남대학교 전자통신공학과 박사 졸업
관심분야 : 이동통신, 위치기반서비스, 렌티큘러
측위