JPNT 13(1), 15-23 (2024)
https://doi.org/10.11003/JPNT.2024.13.1.15

JPNT Journal of Positioning, Navigation, and Timing

E-Healthcare와 AI & IoT 분야의 위성항법시스템 최신 활용 동향

김태윤[1], 박희선[2], 임종원[3], 황석승[4†]

Trends in Utilization of GNSS for E-Healthcare and AI & IoT Field

Tae-yun Kim[1], Heui-Seon Park[2], Jongwon Lim[3], Suk-seung Hwang[4†]

[1]Institute of AI Convergence, Chosun University, Gwangju 61452, Korea

[2]Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Department of Electronic Engineering, Chosun University, Gwangju 61452, Korea

[3]Korea Aerospace Research Institute, Daejeon 34133, Korea

[4]Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, School of Electronic Engineering, Chosun University, Gwangju 61452, Korea

ABSTRACT

One of the core keywords in the fourth industrial revolution is convergence, and the convergence of the production, distribution, and consumption processes of services is particularly important. The convergence of user services is underway in various industrial fields including mobile communications, healthcare, mobility, artificial intelligence, etc. In order to offer these converged services efficiently, it is necessary to provide accurate user-centric location information, which can be obtained by employing the global navigation satellite system (GNSS). In addition, as we have entered the post-COVID era, the demand for various fields such as a healthcare, customized tourism services, and aviation services based on accurate location information is exploding. In this paper, we present the results of a case study on the current research trends of GNSS used in telemedicine services and AI & IoT fields, and also analyze these results.

Keywords: GNSS application, e-healthcare, AI & IoT, 4th industrial revolution
주요어: 위성항법시스템 활용, e-헬스케어, AI & IoT, 4차 산업혁명

1. 서론

인공지능(Artificial Intelligence: AI), 사물인터넷(Internet of Thing, IoT) 등을 포함하는 첨단 정보통신기술을 기반으로 서비스의 생산, 유통, 소비 과정이 융합되는 차세대 산업혁명을 4차 산업혁명이라 정의한다 (Mykhailychenko 2019). 4차산업혁명으로 인해 이동통신, 헬스케어, AI 및 IoT 등의 첨단 산업에 커다란 변화의 바람이 불고있으며, 포스트 코로나 시대로 접어들면서 위성항법시스템(Global Navigation Satellite System, GNSS)이 접목된 원격의료 서비스와 관광 및 항공산업에 대한 수요가 증가하고 있다. 원격의료 서비스는 E-healthcare라고도 정의되며 (Kim & Jung 2019), E-healthcare 분야에서 위성항법시스템은 정밀한 위치 정보 제공을 위한 핵심적인 기술로 활용된다. GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, QZSS 등 다양한 항법 위성으로부터 위치 정보를 제공받을 수 있지만, 항법 신호는 대부분 전력이 낮아 간섭, 재밍(jamming), 스푸핑(spoofing)과 같은 왜란이 존재할 경우 정확하지 않은 위치를 제공할 수 있으며, 이로 인해 환자 케어를 위한 골든 타임을 놓칠 수 있다 (Kim et al. 2023). 이에 전 세계적으로 고성능/고정밀 위성항법시스템 기술에 대한 관심이 집중되어 왔고, 이와 관련된 연구가 활발히 진행 중이다 (Kim 2013, Son et al. 2021, Bong & Jeong 2022).

또한 COVID-19로 인해 폐쇄되었던 하늘길이 열리면서 항공과 관광사업이 크게 확장되었으며, 위성항법시스템의 위치 정보를 AI 및 IoT 기술과 연계하여 사용자에게 제공하는 편의 서비스

Received Nov 16, 2023 **Revised** Nov 30, 2023 **Accepted** Dec 11, 2023
†**Corresponding Author**
E-mail: hwangss@chosun.ac.kr
Tel: +82-62-230-7741 Fax: +82-62-230-6596

Tae-yun Kim https://orcid.org/0000-0003-1696-8967
Heui-Seon Park https://orcid.org/0000-0002-0278-8933
Jongwon Lim https://orcid.org/0009-0006-7115-6469
Suk-seung Hwang https://orcid.org/0000-0002-0482-6868

Copyright © The Institute of Positioning, Navigation, and Timing

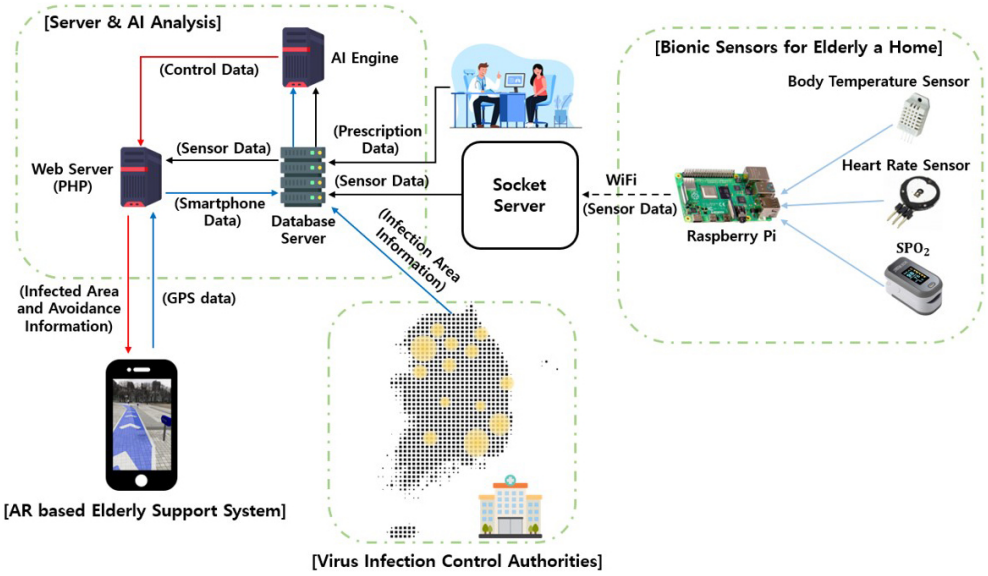


Fig. 1. Structure of augmented reality-based real-time infected area avoidance service for the elderly (Cho 2023).

의 수요가 증가하고 있다. IoT 기술 기반의 개인 맞춤형 관광 서비스에서 관광지와 관광객의 위치 정보 수집과 관련된 일련의 과정은 매우 중요한데, 위치 정보가 활용되는 사례로는 가장 덜 붐비는 시간에 대한 정보, 근처의 대중교통 서비스 제공, 특정 호텔 예약 정보 등을 지역 명소 관련 메시지로 제공하는 서비스를 들 수 있다. 이와 같은 개인 맞춤형 관광 서비스에서 위성항법시스템 기반의 위치 정보는 필수적이다.

항공은 날이 갈수록 전 세계적으로 중요한 운송 수단으로 자리매김하고 있는데, 이에 따라 항공산업과 공항은 고객 서비스를 개선하고 원활한 운영을 위해 다양한 최신 기술을 도입하고 있으며, 특히 인공지능의 활용을 통해 항공 교통 관제, 공역 항공기 수요 예측, 항공기 유지 보수 등의 항공산업 분야에서 기능적 향상을 도모하고 있다 (AlishaS 2023). 항공 산업에서 인공지능은 효율적인 항공기 운항을 위해 비행경로, 거리, 고도, 연료 사용, 기상 조건 등을 포함하는 다양한 비행 데이터를 분석하는데 이를 위해 위성항법시스템의 활용은 필수적이다.

따라서, E-healthcare, 항공산업, 관광산업 분야에 정밀한 위치 정보 제공을 위한 핵심기술로 활용되는 위성항법시스템의 최신 기술 동향을 세밀하게 분석할 필요가 있다. 본 논문은 E-healthcare 분야 중 의료사물인터넷(Internet of Medical Thing) 기반 의료지원 서비스와 긴급 차량 지원 서비스에 적용된 최신 위성항법시스템 기술 활용 사례들과 항공 및 관광산업에서 위성항법시스템을 기반으로 AI와 IoT 기술을 접목한 최신 연구 동향 조사 결과를 제시하고, 이를 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 위성항법시스템 기술이 접목된 의료 사물 인터넷 기반 의료서비스를 소개하고, 3장에서는 위성항법시스템의 위치 정보를 기반으로 하는 긴급 차량 지원 시스템에 대한 연구를 소개한다. 4장에서는 관광산업에 위성항법시스템이 적용된 연구에 대해 소개하고, 5장에서 위성항법시스템이 활용된 항공산업에 대해 소개한다. 마지막으로 6장에서 결론을 제시하고 논문을 마무리 짓는다.

2. 의료사물인터넷 분야의 위성항법시스템 활용

이번 장에서는 의료사물인터넷 분야에 위성항법시스템이 활용된 사례를 소개한다.

2.1 고령자 맞춤형 AI 통합관리 시스템

통계청에서 제공한 2022년 고령자 통계에 따르면, 대한민국은 2022년 기준 65세 이상 인구 비중이 17.5%로 대부분의 지역에서 고령 혹은 초고령 사회가 진행되고 있다. 고령 인구 증가와 더불어 핵가족화의 가속화로 단독으로 거주하는 고령자 가구가 증가하여 공중 보건에 큰 공백이 생기고 있다. 사스(SARS-CoV), 메르스(MERS-CoV), 코로나(COVID-19)와 같이 호흡기를 통해 감염되는 감염성 질환이 지속적으로 출현중이고, 면역력이 떨어지는 영유아, 특정 질환을 앓고 있는 환자, 고령자에게 쉽게 감염되며, 증상이 심할 경우 사망으로 이어지고 있다 (Al Hajjar et al. 2013).

각종 전염병의 예방 및 확산 방지, 심혈관 질환자 모니터링, 지병을 가지고 있는 고령 환자의 원격케어 등을 위해 위성항법시스템과 다양한 IT 기술이 접목되고 있는데, 대표적인 IT 기술로 의료사물인터넷, 웨어러블 디바이스, 인공지능 기술을 들 수 있다. 앞서 언급한 IT 기술들은 감염병 확산 방지를 위해 검역체계를 강화하는 수단으로는 강력한 솔루션이 될 수 있으나, 감염병 확산 이후, 감염자의 생체 데이터를 적용하여야 하는 문제점이 있다. 또한, 감염병이 급속히 확산되는 상황에서 실시간 질병 대응 센터의 구축이 불가능하거나 지연되는 경우, 지역간 감염고리를 효율적으로 차단하지 못해 실효성이 떨어질 수 있다. 이러한 문제들을 보완하기 위해 신종 감염병에 취약한 고령자 맞춤형 AI 기반 통합 질병관리 시스템이 Cho (2023)에 의해 제안되었다 (Fig. 1). 해당 시스템은 데이터베이스에 의료용 생체 센서 데이터, 건강검진 데이터, 질병 관련 데이터 및 사용자의 위치정보 등을

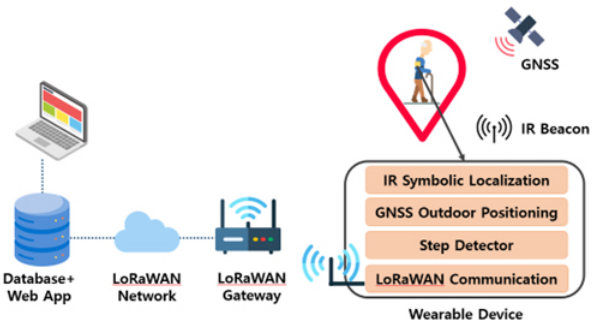


Fig. 2. Patient monitoring integration solution structure (Garcia-Requejo et al. 2022).

저장하는데, 위치정보(동선 및 방문정보)는 위성항법시스템이 탑재된 사용자의 스마트폰으로부터 수집된다. 저장된 데이터를 AI 엔진으로 분석하여 사용자의 건강 상태 및 질병 확산 상황을 예측하여 회피지역에 대한 정보를 제공하며, 사용자가 감염지역을 방문한 경우, 방역당국에 사실을 알리고, 사용자에게 질병 감염 여부를 판단하는 일련의 병원 진료 서비스를 요청한다.

2.2 웨어러블 디바이스 기반 환자모니터링 통합 솔루션

통신 및 의료 기술의 비약적인 발전은 의료 접근성을 개선하여 인간의 기대 수명을 늘리는데 일조하고 있다. 하지만, 기대 수명이 늘어나면서 인지 장애를 포함한 다양한 노령화 관련 질병의 발병 역시 증가할 것으로 예측되고 있다 (Broda et al. 2017). 기대수명이 연장되면서 전 세계적으로 노령 인구의 증가 추세가 뚜렷하게 나타나고 있고, 대표적인 노령화 관련 질병인 치매 환자도 증가하고 있다.

치매는 조기 발견 및 치료가 매우 중요한데, 환자 케어를 위해 다양한 솔루션이 제시되고 있지만, 보편적으로 IoT를 접목한 헬스케어 솔루션이 사용되고 있다. IoT 기반 헬스케어 솔루션은 치매 환자의 독립성을 보장하면서 효과적으로 환자를 케어하고, 보호자 및 간병인에게 보다 나은 알람 서비스를 제공할 수 있다. 하지만, 도심지에 비해 통신 인프라 및 각종 IoT 설비 지원이 열악한 농촌지역에서는 이러한 서비스 제공이 어려울 수 있어, Garcia-Requejo et al. (2022)는 환자 모니터링을 위한 웨어러블 디바이스 및 웹사이트가 포함된 통합 솔루션을 제안하였다. 제안된 통합 솔루션은 위성항법시스템, 적외선 기반 심볼릭 측위 시스템, 가속도계 및 Long Range Wide Area Networks (LoRaWAN) 등을 포함한다. Fig. 2는 Garcia-Requejo et al. (2022)에서 제안된 통합 솔루션의 구조를 나타내고, Fig. 3은 통합 솔루션에 적용되는 웨어러블 디바이스 프로토 타입이다.

스페인 알칼라 대학 과학기술 캠퍼스의 공과대학(환자의 자택으로 가정)과 의료 및 보건과학 학부(의료시설로 가정) 간의 경로에서 5일 동안 웨어러블 디바이스를 팔에 착용하고 통합 솔루션의 성능을 평가하였는데, 그 결과는 Fig. 4에 나타나 있다 (Garcia-Requejo et al. 2022). Fig. 3의 웨어러블 디바이스가 적용된 적외선 기반 심볼릭 포지셔닝 시스템의 실내 재실 감지 정확도는 91%, 위성항법시스템 기반의 실외 측정 오차는 최대 2.5 m,

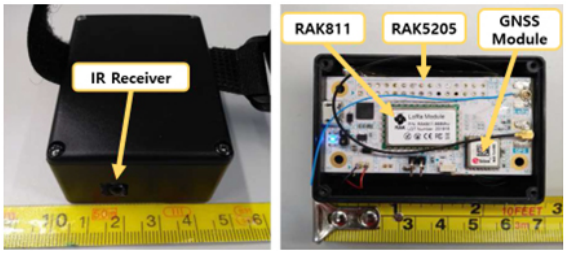


Fig. 3. Wearable devices for integrated solutions (Garcia-Requejo et al. 2022).

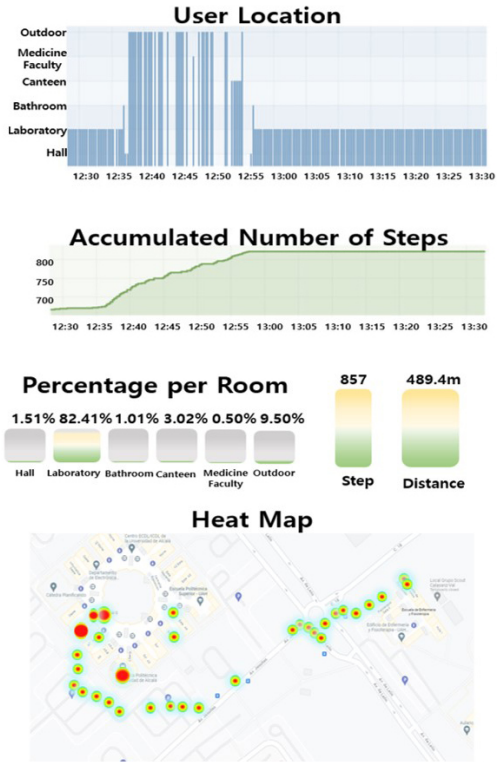


Fig. 4. Patient gait and positioning results (Garcia-Requejo et al. 2022).

걸음수 감지기 정확도는 일반적인 경우 93%, 불규칙한 움직임이 있는 경우 89%로 나타났다. 제안된 통합 솔루션은 높은 정확도로 환자의 Activities of Daily Living 확인이 가능하여, 환자의 상태에 대한 효율적인 모니터링 서비스를 제공할 수 있다.

3. 위성항법시스템이 활용된 긴급 차량 지원 시스템

이번 장에서는 위성항법시스템이 활용된 긴급 차량 지원 시스템 사례를 소개한다.

3.1 HALI-Berlin 프로젝트

전 세계적으로 지능형 교통 시스템(intelligent transportation systems)을 도입하려는 움직임이 활발해지고 있으며, 지능형 교

Fig. 5. Signal preemption process in HALI systems (Oertel et al. 2022).

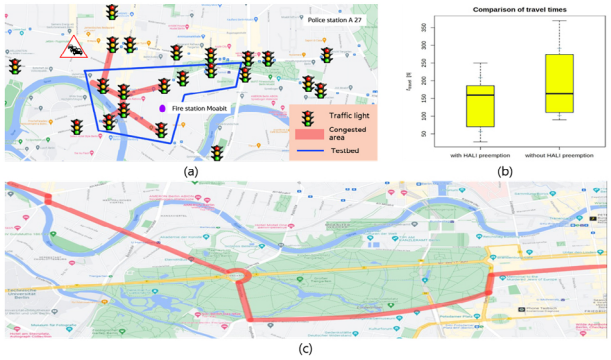


Fig. 6. Test of HALI-Berlin project (Oertel et al. 2022). (a) HALI-Berlin testbed (Berlin city center), (b) Compare emergency vehicle arrival times (c) Emergency vehicle location estimation based on Galileo PRS.

통 시스템의 대표적인 예로 긴급차량을 위한 신호 우선 시스템을 들 수 있다. 독일에서는 비상시 운영 가능한 신호 선점 시스템이 있었지만, 복잡한 설계방식과 트래픽의 흐름에 관계없이 긴급차량이 최우선 되는 합리적이지 않은 운영방식 등의 문제점이 있어 핀란드의 HALI 시스템을 도입하였다. HALI-Berlin 프로젝트는 복잡한 도심 환경에서 발생한 실제 응급상황에서 Galileo Public Regulated Service (PRS)를 사용하여 응급 차량의 위치를 결정한다 (Oertel et al. 2022). Fig. 5는 HALI 시스템의 신호 우선 선점 과정을 나타내며, 다음의 절차를 거치게 된다.

① 소방 및 경찰 통제 시스템으로부터 긴급 차량의 목적지 정보를 수신
② 긴급 차량의 현재 위치 결정
③ 목적지까지 긴급 차량이 주로 이용하는 권장 경로 설정
④ 권장 경로를 따라 이동하는 긴급차량 도착 시간에 맞추어 동적으로 신호등 제어
⑤ 긴급 차량 통과 후 비상 작동 중지 및 일반 차량 통행 우선순위 지정

HALI-Berlin 프로젝트 테스트가 Fig. 6a와 같이 베를린 도심부에서 진행되었으며, Fig. 6b는 긴급차량의 도착 시간 비교 결과이고, Fig. 6c는 위치 추정 결과이다. 결과로부터, HALI 시스템 적용 시 긴급차량의 목적지 도착 시간이 개선되었고, 차량 이동 경로를 따라 정밀하게 긴급차량의 위치를 추정하는 것을 확인하였다.

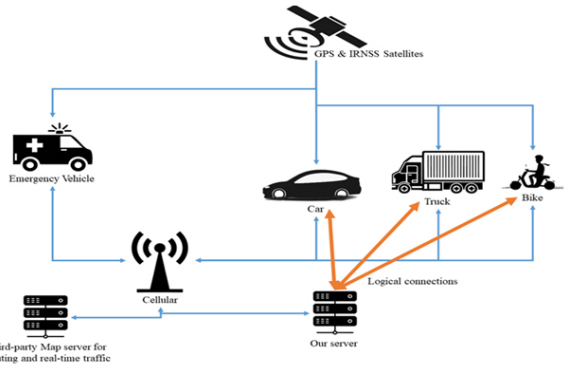


Fig. 7. Basic structure of an emergency vehicle assistance system (Hiremath et al. 2022).

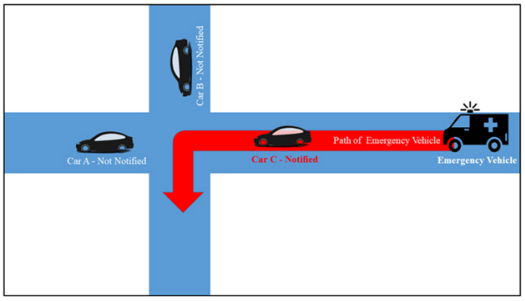


Fig. 8. Operation example of an emergency vehicle assistance system (Hiremath et al. 2022).

3.2 긴급 차량 접근 알람 시스템

교통 체증이 심한 인도의 경우, 도로 교통 사고 사망자의 30%가 응급 도착 지연으로 인해 발생하였으며, 교통체증으로 응급차량이 현장에 제시간에 도착하지 못하는 경우가 자주 발생한다 (Hiremath et al. 2022). 심각한 교통난 해소를 위해 인도 정부는 지능형 교통 운영 시스템(intelligent traffic management system) 도입을 추진하였다 (Padiath et al. 2009). 지능형 교통 운영 시스템 기술로 Wi-Fi 라우터를 이용하는 방법 (Rocha et al. 2020), 셀룰러 망을 이용하는 방법 (Rocha et al. 2020), Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS)를 이용하는 방법 (Bagali et al. 2016), Radio Frequency Identification를 이용하는 방법 (Roopashree et al. 2020), 머신러닝 (Nellore & Hancke 2016, Sahu et al. 2021)을 이용하는 방법 등 다양한 기술들이 제안되었다. 하지만 상기 기술들은 응급 차량의 경로에 방해가 되는 차량에 직접적인 알람을 보낼 수가 없어, 응급 차량의 경로를 운전자들이 인지하지 못한다.

이러한 문제를 개선하기 위해 셀룰러망과 위성항법기술을 이용한 긴급차량 지원 시스템이 Hiremath et al. (2022)에서 제안되었다 (Fig. 7). 제안된 시스템은 패킷 손실이 낮은 셀룰러 통신을 기본적으로 사용하고, 응급 차량이 주행을 시작하면 서버로 경로상에 있는 차량에 알람을 보내도록 요청한다. 서버는 응급 차량의 요청이 수신되면 유효성 검토를 통해 인증 절차를 거치고, 요청이 승인되면 응급 차량은 위성항법시스템의 위치정보에 기반

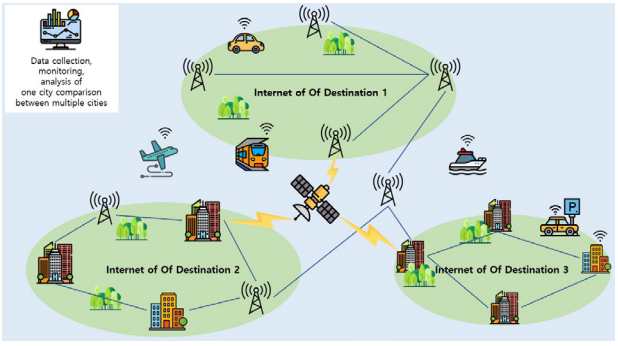


Fig. 9. Examples of tourism industry using IoT (Verma et al. 2021).

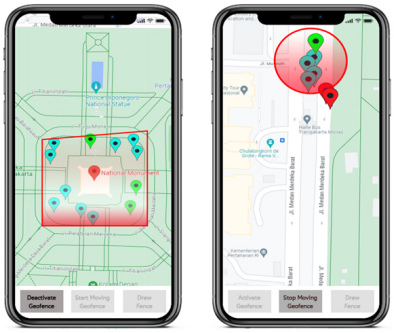


Fig. 10. Application design for Geofence technology (Wahyutama & Hwang 2022).

하여 응급 차량의 위치를 지속적으로 서버에 전송한다. 해당 경로에 있는 차량의 Onboard Unit (OBU), 혹은 디스플레이를 통해 응급 차량이 접근하고 있다는 것을 알리게 되고, 차량의 회피 기동을 유도하여 응급 차량이 신속하게 목적지에 도착할 수 있도록 한다. 상기 과정의 개념도는 Fig. 8과 같다. 이와 유사한 국내 연구로, 긴급차량 접근 시 센서 데이터 융합을 통한 효율적인 차량 유도 연구가 있다 (Oh 2023).

4. 위성항법스시템이 활용된 관광 산업

이번 장에서는 관광 산업 분야에 위성항법시스템 기술이 접목된 사례를 소개한다.

4.1 가상 울타리 기술을 이용한 패키지 투어 관리

Fig. 9는 IoT를 활용한 관광 산업 예시를 보여주는데, IoT 기술을 사용함으로써 관광객 간 상호 연결이 가능하고 이를 통해 얻어지는 다양한 정보를 기반으로 개인 맞춤형 관광서비스를 제공할 수 있다 (Verma et al. 2021). 이와 같이 IoT 기술을 관광 산업에 효율적으로 접목시키기 위해서는 위성항법시스템 기반의 위치정보가 필수적이다

투어 상황에 일부 관광객이 단체에서 이탈하여 길을 잃거나, 다른 장소로 이동 시 낙오하는 경우가 발생할 수 있는데, 이러한

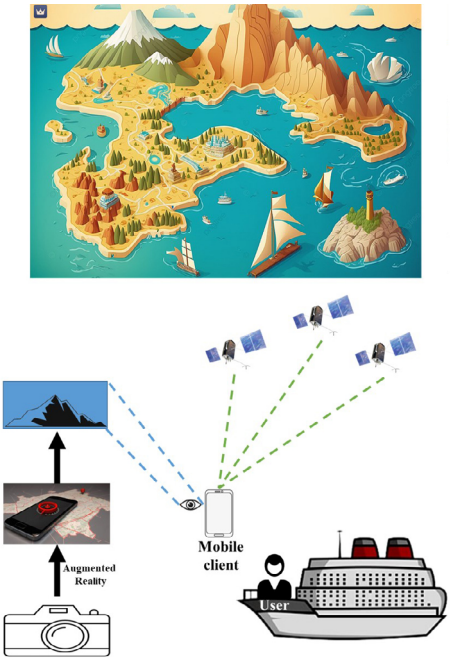


Fig. 11. Diagram of the ocean education travel system (Kaźmierczak et al. 2021).

경우를 대비하여 관광객과 투어 가이드에게 도움이 되는 가상 울타리 기술을 이용한 관리 시스템을 (Wahyutama & Hwang 2022)에서 제시하였다. Fig. 10의 투어 관리 애플리케이션을 통해 여행지 방문 시 투어 가이드가 정한 가상 울타리 범위 내에 여행자들이 위치하는지 실시간으로 모니터링하고, 여행지 간 이동 시에도 투어 가이드를 중심으로 일정 범위의 가상 울타리가 자동으로 생성되어 여행자들의 관리가 가능하다. 또한, 여행 스케줄 관리와 더불어, 투어 가이드와 여행자의 현재 위치 정보를 정확하게 제공한다. 제안된 시스템은 특정 위도, 경도 및 반경을 할당하여 사용자가 정의한 가상 울타리를 생성한 후, 모바일 장치에 장착된 GPS 수신기를 통해 사용자의 위치 정보를 수집하고 이를 정의된 가상 울타리와 실시간으로 비교하여 관광객의 이동을 추적하고 모니터링한다.

4.2 해양 교육 여행 모델

위성항법시스템 기술의 발전, 항법 위성 개수 증가, 측위를 위한 수학적 모델의 개선 등으로 모바일 기기의 측위 정확도가 지속적으로 향상되고 있다. 정확한 측위 데이터를 활용한 데시미터 정확도의 포지셔닝은 증강현실 애플리케이션의 성장에 중요한 역할을 하고 있으며, 증강현실에 정보를 표시하기 위해 위성항법시스템을 활용하는 경우, 알고리즘의 계산이 간단해져 하드웨어의 요구 사항을 낮출 수 있다.

현재, 해양 산업에서 증강현실을 활용하는 주요 영역은 선박 항법 지원 시스템 및 선원 교육을 위한 내비게이션 시스템에 집중되어 있어, 관광 분야에서의 활용성은 상대적으로 미흡한 실정이다. 관광 분야 활용의 한 예로, Kaźmierczak et al. (2021)의 수상 관광 환경에서 위성항법시스템 포지셔닝, 모바일 장치 및 증

강현실에서 생성된 3D 이미지 표시 기술을 결합한 해양 교육 여행 모델을 들 수 있다. 수상 관광에서의 증강현실을 통해, 특정 위치에 대해 축적된 자료와 지리 위치 정보를 연결하여 선박 침몰을 포함한 과거의 사건, 다양한 동식물종 등에 대해 직접 접해볼 수 있으며, 개인화된 관광 경로를 생성하여 자신이 방문한 장소에 대한 자세한 정보를 표시할 수 있다 (Fig. 11).

5. 위성항법스시템이 적용된 항공 산업

이번 장에서는 공항 시설의 유지 및 관리에 위성항법시스템과 AI 및 IoT 기술을 접목한 사례를 소개한다.

5.1 활주로 균열 식별 알고리즘

항공 산업에서 인공지능은 효율적인 항공기 운항을 위해 다양한 비행 데이터를 분석하는데, 이를 위해 위성항법시스템의 활용은 필수적이다. Fig. 12와 같이 위성항법시스템은 항공기의 공항 접근 및 착륙 작업을 위한 항공 교통 관제, 활주로 내 교통상황 인식, 충돌 방지 지원, 항공기 상호 작용 관리 등 항공기 운항과 관련된 다양한 안전 애플리케이션에 적용된다 (Lohan et al. 2019, Inside GNSS 2022).

활주로 균열은 항공기의 안전 운항에 심각한 영향을 미치며, 대형 항공사고를 유발할 수 있는 원인이 된다. 활주로 표면을 육안(도보 또는 차량을 이용)으로 식별하는 방법이 많이 사용되고 있으나, 수십 km에 달하는 활주로 전 구역에 적용하기에는 무리가 있고, 균열의 중복 식별을 포함한 다수의 오차 요인으로 인해 정확한 균열 발생 구역에 대한 추적과 관리가 용이하지 않다. 상기 문제점을 개선하기 위해, Kim & Ha (2022)는 주기적이고 체계적인 활주로 점검을 위한 딥러닝 기반의 활주로 균열 식별 방법을 제시하였다. 제안된 방법은 활주로의 균열을 식별하기 위해 Fig. 13과 같이 드론을 이용하여 활주로 영상을 촬영하고, 데이터 라벨링 과정을 통해 데이터 세트를 생성한다. 활주로 균열의 위치를 정확하게 식별하기 위해 드론의 카메라 각도는 직하방(-90°)을 유지하고, 위성항법시스템(GPS+GLONASS+GALILEO) 활용을 위해 16개 이상의 위성들에서 정보를 수신받는다. 수신된 위성항법시스템 정보를 이용하면 촬영 영상마다 위도, 경도의 소수점 아래 16자리까지 구분되어, cm급의 정확도로 활주로의 균열 위치 식별 및 균열 크기 파악이 가능하다. AI 모델은 Convolution Neural Networks (CNN) 기반 모델 중 하나인 Mask R-CNN이 사용되었으며, 학습 데이터는 드론으로 촬영된 데이터 세트가 적용된다.

Kim & Ha (2022)에서 제안한 시스템의 성능평가를 위해, 실제 활주로에서 드론을 활용해 계산된 위성항법시스템의 좌표 정보를 매칭하고 10개의 균열에 대해 테스트를 실시한 결과, 균열의 위치를 정확히 추정하였으며, 균열 크기에 대한 오차는 cm의 정확도를 보였다. 제안된 시스템의 1회 활주로 점검 시간은 약 9분으로, 기존 방식(육안 점검, 1회 수행 시 약 60분 소요) 대비 85% 개선되어 매우 효율적인 점검이 가능하며, 신속한 유지 보수를 통해 항공 안전에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

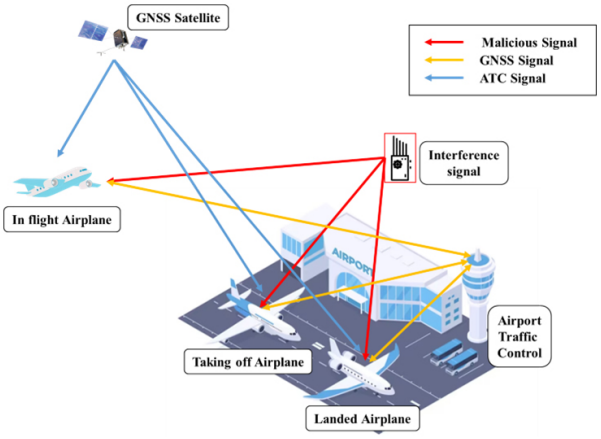


Fig. 12. Air traffic control scenarios using GNSS (Lohan et al. 2019).

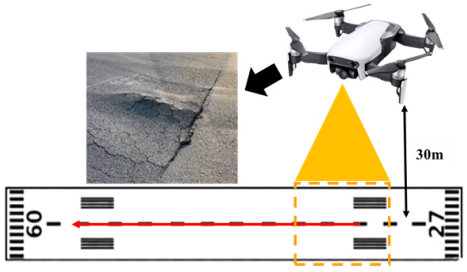


Fig. 13. Runway data collection using drones (Kim & Ha 2022).

5.2 Ground Eye

공항 이용객 대상의 서비스 제공을 위한 공항 내 지상 작업에는 다양한 지원 자산이 필요한데, 그 예로 계단, 수하물 캐리어, 중소형 차량과 컨테이너 로더 등과 같은 대형 및 특수 장비들을 들 수 있다. 일반적으로 중간 규모의 공항에서 운용되는 자산의 수는 수백 가지이며, 공항 규모가 커질수록 동시 항공 서비스를 위해 더 많은 지상 장비의 수용이 가능하여야 한다. 현재 이러한 자산 운용을 위해 많은 공항에서 다변 측위 포지셔닝(multilateration positioning) 방식을 사용하고 있는데, 이는 위성항법시스템 방식만큼 유연하지 않으며, 많은 수의 자산에 유기적으로 연결하기 어렵다. 또한, 공항에서는 40분 미만의 짧은 처리시간을 요구하므로, 지상 지원 장비의 작업 지연을 최소화해야 한다.

이를 위한 대책으로, Piech et al. (2022)는 공항에서 요구하는 짧은 처리시간을 충족하면서 수많은 자산을 효율적으로 운용할 수 있는, 공항 내의 IoT 인프라 구축을 위한 Ground Eye를 제안하였다. 제안된 시스템에서 자산추적을 위한 하드웨어는 위성항법시스템 내비게이션 및 Long Term Evolution (LTE) 통신 하위 시스템이 탑재된 STM32M4 플랫폼을 사용하여 개발되었으며, 위성항법시스템의 하위 시스템은 추측 항법(dead reckoning) 기능이 탑재된 uBlox의 Neo M8U 칩을 사용하여 충분한 위치 정확도를 확보하였다. 폴란드의 그단스크 공항에서 한 달간 총 9개의 프로토타입 장치를 사용하여 테스트를 진행하였는데, 2.5 m 이하의 오차 정밀도로 위치를 추정하는 것으로 확인되었다. 수집된 정보

https://doi.org/10.11003/JPNT.2024.13.1.15

를 활용하여 지상 자원에 대한 실제 활동 시간, 거리 분석 결과 등을 얻을 수 있으며, 제안된 LTE/위성항법시스템 혼합 방식이 공항 내에서 사용되는 IoT 시스템 구현에 적합한 것으로 판단된다.

6. 결론

본 논문에서 4차 산업혁명 분야 중 원격의료, AI와 IoT에 위성항법시스템이 적용된 최신 연구 동향에 대해 조사한 결과를 제시하였다. 효율적인 위치 정보 서비스 제공을 위해 위성항법시스템이 필수적인 요소 기술로 사용되고 있으며, 포스트 코로나 시대에서 고령자 맞춤형 헬스케어 시스템과 응급 차량 서비스 지원에서 위성항법시스템을 활용한 다양한 연구와 기술 개발이 진행되고 있음을 확인하였다. 또한, 관광 및 항공의 수요가 증가함에 따라 관광자원 확보와 공항 유지/관리에 위성항법시스템을 활용하여 효율적인 서비스를 제공하는 사례가 증가하고 있음을 확인하였다. 하지만, 위성항법시스템을 통해 제공되는 위치정보는 민감한 개인 정보를 포함할 수 있어, 위치 정보 제공과 활용에 대한 추가적인 제도 및 대책이 마련되어야 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2023년도 조선대학교 연구비의 지원을 받아 연구되었음.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization, T. Kim, H. Park, J. Lim and S. Hwang; methodology, T. Kim, H. Park, J. Lim and S. Hwang; validation, T. Kim. and H. Park, formal analysis, T. Kim and H. Park, investigation, T. Kim, H. Park and S. Hwang; writing—original draft preparation, T. Kim, H. Park, and J. Lim writing—review and editing, S. Hwang; supervision; S. Hwang.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

Al Hajjar, S., Memish, Z. A., & McIntosh, K. 2013, Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV): A Perpetual Challenge, Annals of Saudi Medicine, 33, 427-436. https://doi.org/10.5144/0256-4947.2013.427

AlishaS 2023, How artificial intelligence is used in air traffic control (ATC), [Internet], cited 2023 Jan 26, available from: https://towardsai.net/p/l/how-artificial-intelligence-is-used-in-air-traffic-control-atc

Bagali, M. U., Reddy, N. K., Dias, R., & Thangadurai, N. 2016, The positioning and navigation system on latitude and longitude map using IRNSS user receiver, 2016 International Conference on Advanced Communication Control and Computing Technologies (ICACCCT), Ramanathapuram, India, 25-27 May 2016, pp.122-127. https://doi.org/10.1109/ICACCCT.2016.7831613

Bong, J. H. & Jeong, S.-K. 2022, A Study of GNSS Performance Enhancement using Correction Estimation and Visible Satellites Selection, The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, 17, 995-1002. https://doi.org/10.13067/JKIECS.2022.17.5.995

Broda, A., Bieber, A., Meyer, G., Hopper, L., Joyce, R., et al. 2017, Perspectives of policy and political decision makers on access to formal dementia care: Expert interviews in eight European countries, BMC Health Services Research, 17, 1-14. https://doi.org/10.1186/s12913-017-2456-0

Cho, M.-G. 2023, A Study on the Smart Elderly Support System in response to the New Virus Disease, Journal of Industrial Convergence, 21, 175-185. https://doi.org/10.22678/JIC.2023.21.1.175

Garcia-Requejo, A., Perez-Rubio, M. C., Villadangos, J. M., & Hernandez, A. 2022, Indoor-Outdoor Tracking and Activity Monitoring System for Dementia Patients, 2022 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), Messina, Italy, 22-24 June 2022, pp.1-6. https://doi.org/10.1109/MeMeA54994.2022.9856450

Hiremath, H., Gagan, B., Gowda, S., Harshavardhana, K., & Vineeth, N. 2022, Emergency Vehicle Aid using Cellular and GNSS Technologies—A Review, 2022 Sixth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), Dharan, Nepal, 10-12 Nov. 2022, pp.1090-1095. https://doi.org/10.1109/I-SMAC55078.2022.9987368

Inside GNSS, Protecting GNSS for safe aviation, [Internet], cited 2022 Aug 8, available from: https://insidegnss.com/protecting-gnss-for-safe-aviation/

Kaźmierczak, R., Szczepańska, A., Kowalczyk, C., Grunwald, G., & Janowski, A. 2021, Using AR Technology in Tourism Based on the Example of Maritime Educational Trips—A Conceptual Model, Sustainability, 13, 1-22. https://doi.org/10.3390/su13137172

Kim, K.-Y. 2013, Analysis of Anti-Jamming Techniques for Satellite Navigation Systems, The Journal of Korean Institute of Communications and Information

Sciences, 38C, 1216-1227. https://doi.org/10.7840/kics.2013.38C.12.1216

Kim, T. & Ha, Y. 2022, Deep Learning based Runway Crack Identification, The Journal of Korean Institute of Information Technology, 20, 1-11. https://doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.10.1

Kim, T.-Y., Joo, J.-M., Hwang, J.-H., & Hwang, S.-S. 2023, Trend in utilization of Global Navigation Satellite System for diseases and E-health, The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, 18, 545-554. https://doi.org/10.13067/JKIECS.2023.18.3.545

Kim, Y. & Jung, J.-J. 2019, A Study on e-Healthcare Business Model: Focusing on Business Ecosystem Approach, Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship, 14, 167-185. https://doi.org/10.16972/APJBVE.14.1.201902.167

Lohan, E. S., Ferre, R. M., Richter, P., Falletti, E., Falco, G. et al. 2019, GNSS Navigation Threats Management on-Board of Aircraft, INCAS BULLETIN, 11, 111-125. https://doi.org/10.13111/2066-8201.2019.11.3.10

Mykhailychenko, R. 2019, The 4th industrial revolution: Responding to the impact of artificial intelligence on business, Foresight, 21, 318-319. https://doi.org/10.1108/FS-04-2019-109

Nellore, K. & Hancke, G. P. 2016, Traffic Management for Emergency Vehicle Priority Based on Visual Sensing, Sensors, 16, 1-22. https://doi.org/10.3390/s16111892

Oertel, R., Nippold, R., Rügamer, A., Schmidt, W., Schuster, J. et al. 2022, HALI-Berlin: Emergency vehicle preemption with Galileo PRS, 14th ITS European Congress, Toulouse, France, 30 May-1 June 2022, pp.1-9. https://elib.dlr.de/186924/

Oh, S. 2023, Study on Efficient Vehicle Guidance for Emergency Vehicle Driving Scenario using Sensor Fusion of Vehicle Sensors and Road Side Units Data in Virtual Environment, Master Dissertation, Hanyang University.

Padiath, A., Vanajakshi, L., Subramanian, S. C., & Manda, H. 2009, Prediction of traffic density for congestion analysis under Indian traffic conditions, 2009 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Louis, MO, USA, 04-07 Oct. 2009, pp.1-6. https://doi.org/10.1109/ITSC.2009.5309716

Piech, A., Kwapiński, M., Mickiewicz, M., & Kanawka, K. 2022, LTE/GNSS IOT technology as a backbone for airport ground handling operations, Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, 114, 131-142. https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.114.11

Rocha, F., Luis, M., Zuquete, A., & Sargento, S. 2020, Complementing Vehicular Connectivity Coverage through Cellular Networks, 2020 27th International Conference on Telecommunications (ICT), Bali, Indonesia, 05-07 Oct. 2020, pp.1-6. https://doi.org/10.1109/ICT49546.2020.9239489

Roopashree, V., Nikitha, B. E., Dr. Shashikala, Malavika, D. N., & Suman, A. 2020, Traffic Congestion Detection and Alerting Ambulance using IoT, International Journal of Engineering Research And, 9, 1339-1343. https://doi.org/10.17577/IJERTV9IS070590

Sahu, S. P., Dewangan, D. Kr., Agrawal, A., & Sai Priyanka, T. 2021, Traffic Light Cycle Control using Deep Reinforcement Technique, 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), Coimbatore, India, 25-27 March 2021, pp.697-702. https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9395880

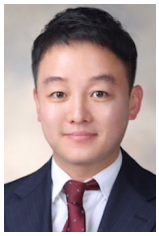
Son, P.-W., Park, S. G., Park, S. H., Shin, Y., Song, J., et al. 2021, Analysis on the Integrity Monitoring Methods of High Accuracy Service of Global Navigation Satellite Systems, Journal of Advanced Navigation Technology, 25, 143-149. https://doi.org/10.12673/JANT.2021.25.2.143

Verma, A., Shukla, V. K., & Sharma, R. 2021, Convergence of IOT in Tourism Industry: A Pragmatic Analysis, Journal of Physics: Conference Series, 1714, 12037. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1714/1/012037

Wahyutama, A. B. & Hwang, M. 2022, Implementation and Performance Evaluation of Package Tour Management Application using Geofence Technology, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 26, 85-93.

Tae-yun Kim was born in Gwangju, Korea, and received the B.S. degree in Mechatronic Engineering for Chosun University, Gwangju, Korea, in 2014. The M.S. and Ph.D. degrees in Electronic Engineering from the Chosun University, in 2016 and 2022. Since 2022, he has been working as a postdoctoral researcher at the Institute of AI Convergence and his interests include adaptive signal processing and low complexity AOA estimation algorithms for massive array antenna.

Heui-Seon Park received the B.S. and M.S. degrees in Electronic Engineering from Chosun University, Gwangju, Korea, in 2021 and 2023, where she is currently pursuing the Ph.D. degree with the Department of Electronic Engineering. Her current research interests include adaptive signal processing and signal number estimation algorithms.



Jongwon Lim received the M.S. degrees in Industrial & Systems Engineering from Korea Advanced Institute of Science & Technology in 2012, and the Ph.D. in Industrial Engineering from Hannam University in 2021. From 2017 to 2021, he was with Agency for Defense Development, and he joined Korea Aerospace Research Institute in 2021.

Suk-seung Hwang was born in Seoul, Korea, and received the B.S. degree in Control and Instrumentation Engineering from Kwang-Woon University, Seoul, in 1997, and the M.S. and Ph.D. degrees in Electrical and Computer Engineering from the University of California, Santa Barbara (UCSB), in 2001 and 2006, respectively. At UCSB, his interests included adaptive signal processing applied to wireless communications, interference cancellation for GPS, and adaptive algorithms for an optical switch. He was a Teaching Assistant and a Graduate Student Researcher from 1999 to 2006. From 2006 to 2008, he was a Senior Engineer with the Telecom-munication R&D Center, Samsung Electronics Company, Ltd., Suwon, Korea. At Samsung, his research interests included smart antennas and MIMO, channel estimation, and location-based service algorithms. From 2008 to 2014, he was with the Department of Mechatronics Engineering, and since 2014, he has been with the Department of Electronic Engineering, Chosun University, Gwangju, Korea, where he is currently a professor. His current research interests include adaptive signal processing for wireless communications and interference suppression, location detection technology (LDT) based on GPS and non-GPS, and wireless communications for a tire-pressure monitoring system (TPMS).