

1956호

2020.07.22.

ISSN 1225-6447

Weekly ICT Trends

주간기술동향

- 「주간기술동향」은 과학기술정보통신부 「ICT 동향분석 및 정책지원」 과제의 일환으로 정보통신기획평가원(IITP)에서 발간하고 있습니다.
- 「주간기술동향」은 인터넷(<http://www.itfind.or.kr>)을 통해 서비스를 이용할 수 있으며, 본 고의 내용은 필자의 주관적인 의견으로 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.
- 정보통신기획평가원의 「주간기술동향」 저작물은 공공누리 “출처표시-상업적 이용금지” 조건에 따라 이용할 수 있습니다. 즉, 공공누리의 제2유형에 따라 상업적 이용은 금지하나, “별도의 이용 허락”을 받은 경우에는 가능하오니 이용하실 때 공공누리 출처표시 지침을 참조하시기 바랍니다.

(<http://www.kogl.or.kr/info/license.do> 참고)

예시) “본 저작물은 ‘000(기관명)’에서 ‘00년’ 작성하여 공공누리 제0유형으로 개방한 ‘저작물명(작성자:000)’을 이용하였으며, 해당 저작물은 ‘000(기관명), 000(홈페이지 주소)’에서 무료로 다운받으실 수 있습니다.”



공공누리

공공저작물 자유이용허락



기획시리즈

2

공항에서의 기술 융합 동향

[이재수/㈜지엘큐]

- I. 서론
- II. 공항 적용 기술 현황
- III. 시범운영 및 개발 예정 기술
- IV. 결론

ICT 신기술

17

데이터 주권 시대의 블록체인 기술 활용 가능성과 개발 현황

[권현영/정보보호대학원]

- I. 서론
- II. 해외 주요국의 데이터 주권 관련 정책 동향
- III. 자기정보통제를 위한 블록체인 기술 현황
- IV. 결론

ICT R&D 동향

28

다중 안테나 기반 동일 자원을 활용한 정보 및 전력 동시 전송시스템 개발 기술

[조동호/한국과학기술원]

버스 공공와이파이 제공을 위한 밀리미터파 Moving Network 기술

[김일규/한국전자통신연구원]

공항에서의 기술 융합 동향



이재수 || (주)지엘큐 대표

공항은 모든 국가의 출입문으로 많은 보안과 서비스가 필요로 하며, 대규모의 시스템과 많은 장비가 운영되는 곳이기도 하다. 더욱이 각 공항 간의 경쟁이 치열하여 타 공항에서 채용한 기술에 대한 관심이 높으며 고도화된 시스템 구축에 많은 투자를 하고 있다. 최근 가장 많이 대두되고 있는 것은 여객의 출입국 절차에 대한 시간의 단축과 각 리소스의 효율적인 운영, 가장 많은 수익원인 쇼핑에 대한 편리성에 대한 부분이다. 출입국 시간 단축을 위해 바이오산업과 영상인식 등이 주로 활용되고 있으며, 보다 플렉서블한 공항 자원(인력, 체크인카운터 배정, 주기장 배정 등)의 활용을 위해 정확한 운영상황 센싱, 공항 내외가 연계된 여객 서비스를 위해 블록체인, 생체기술 등을 활용한 시범운영이 진행되고 있다. 본 고에서는 이러한 공항에 적용되는 기술에 대한 이해를 돕고자 한다.

I. 서론

공항은 다양한 서비스를 단시간 내 많은 사용자에게 제공해야 하는 특성으로 인해 신기술이 많이 시도되고 있으며, 이를 위한 테스트베드 역할을 많이 하고 있다. 세계 공항 중에서 우선적으로 신기술을 도입하는 공항으로는 유럽공항이 대부분을 차지한다. 이는 쟁쟁조약으로 인해 서로 간의 이동이 자유로워 국제선과 국내선의 구분이 거의 없는 것과 비슷하게 운영되기 때문이며, 공항의 개수와 운항 횟수 및 운항 형태가 다양하여 테스트베

* 본 내용은 이재수 대표(☎ 070-7585-3028, ljs9643@gmail.com)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

드 역할을 제대로 하고 있다. 유럽에서는 이러한 환경으로 인해 한 곳만 적용되면 타 공항으로의 확대 보급이 용이하다. 특히, 네덜란드 스키폴공항, 영국 히드로공항, 독일의 뮌헨공항, 프랑스 드골공항이 새로운 아이디어를 선제적으로 운영하는 대표적인 공항들이다. 최근 중국 공항에서 기존 서비스 향상을 위한 신기술 적용에 대한 많은 관심을 가지고 있다. 다만, 대부분 중국업체의 기술을 우선 적용하고자 하고 있어서 진입장벽이 높은 편이다. 국내 공항의 경우 인천국제공항공사와 한국공항공사 간의 서비스 경쟁으로 다양한 기술이 적용되고 있다. 그러나 대부분 해외 공항에 적용된 기술에 의한 것으로 선제적 대응은 아니었다. 인천국제공항공사는 서비스 분야에서는 TOP3이나, 정시 출발에 대해서는 30~50위의 위치를 차지하고 있어서[1], 빅데이터 플랫폼 도입, AI PoC 등과 같은 사업을 진행하고자 하고 있다. 본 고에서는 [표 1]과 같이 현재 공항에서 운영 중인 기술에

[표 1] 국내외 주요 공항의 스마트 공항 추진 동향

구분	내용
칭이공항	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 스마트 공항에 적합한 신기술 개발 및 활용 강화로 글로벌 리딩 스마트 공항 추진 - 리빙랩 프로그램: 스타트업과 협력을 통한 혁신적인 공항 기술 솔루션 개발 및 시범 적용 추진 - 세부 실행 프로그램: ① Automation and robotics, ② Data analytics and Internet of Things, ③ Non-intrusive security technologies, ④ Smart infrastructure management
나리타공항	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 첨단 ICT 기술을 접목한 공항의 스마트화 추진 및 여객에게 편리한 공항 이용 경험 제공 - 최신 이미징 기술 활용 보안 검색 시스템, 양방향 디지털 사이니지, 셀프 백드롭 서비스, 안내/보조 로봇 서비스 등 도입(예정)
스키폴공항	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 공항혼잡 문제 해결을 위한 탑승수속 자동화를 중점적으로 추진 - 생체인식(지문, 안면인식) 및 셀프 서비스 기기 도입으로 탑승수속 전 프로세스의 자동화 시스템 구축
두바이공항	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 가상 수족관 터널의 출입국 보안 검색 시스템 도입 예정 ▶ 블록체인 기술을 적용한 생체인식 시스템 도입 추진
이스탄불공항	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 세계 최대 공항으로 유럽의 허브 공항을 목표로 첨단 IT 도입 ▶ 공항 내 수하물 추적 시스템 도입 ▶ 인천공항공사가 신공항 운영컨설팅을 맡음
인천공항	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 스마트 공항 구현을 위한 최신 IT 기술을 활용하여 이용자의 편리성을 극대화할 수 있는 공항 여객 서비스 제공 추진 - 최근 셀프 체크인, 생체인식 보안 시스템, 셀프 백드롭, 원형검색대, 병렬보안검색대 벨트, 로봇 안내 서비스 등 추진 - 향후 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 등 기술을 활용한 개인화 서비스 제공 및 데이터 중심의 효율적인 공항 운영 서비스 혁신 추진
김포공항	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 첨단 기술을 활용하여 미래공항 선도 추진 및 새로운 여객가치 수요 확대를 위해 스마트공항 추진 - 비전 2025: 스마트여객 프로세스, 스마트공항 서비스, 스마트 공항운영/안전, 스마트공항 생태계 전략 방향 제시 - 탑승수속 과정에서 손바닥 정맥과 지문 등 생체인식을 활용한 신원 확인 시스템 구축

(자료) 김민구, "스마트 공항 진화 동향과 유망 서비스 발굴-여객 니즈를 중심으로", ETRI, Insight Report 2019[2]

대해 알아보고, 구축이 예정되어 있는 기술의 형태도 살펴보고자 한다. 이를 위해, 먼저 II장에서는 현재 구현되어 적용되고 있는 기술에 대해 먼저 살펴보고, III장에서는 스마트 공항을 지향하며 운영 예정 또는 시범 적용을 하고 있는 기술에 대해 설명하고, IV장에서 본 고의 결론을 제시하고자 한다.

II. 공항 적용 기술 현황

현재 선진 공항은 모두 고객의 편리성과 공항 내 자원의 효율적인 운영, 유연한 공항 관리 등을 위해 스마트공항을 추진하고 있다. 보다 빠른 출입국과 수하물 분실율 감소, 공항 내 안전사고 감소를 목표로 첨단 IT 기술을 적용하고 시범운영하고 있다. 근래 코로나19로 인해 이러한 스마트공항 추진사업은 비대면 서비스와 공항정보의 가상화, 가상화 시킨 공항 데이터를 이용하여 방역, 보안을 위한 시뮬레이션 등을 통해 더욱 빠르게 진행 될 것으로 판단된다.

1. 여객을 위한 기술

먼저 공항에서 여객을 대상으로 한 서비스에 적용된 기술에 대해 살펴보면, 공항에서 가장 최우선으로 생각하는 과제는 출국과 입국 소요시간을 최소화시키는 것으로 [표 2]와 같이 여객의 수속 간소화를 위한 기술들이 공항에 적용되고 있다.

[표 2] 공항에서의 여객을 위한 기술 현황

서비스	적용 기술 내용
출입국 수속 간소화	- 여권인식 + 지문인식, 안면인식, 손바닥정맥(홍채인식 예정)
대기 시간 간소화	- 셀프체크인(여권인식, 안면인식) - 셀프백드랍(여권인식, 수하물 태그 인식, 무게 측정)
안내 및 지원	- 안내로봇(충돌방지 센서, 위치인식 기술-SLAM & TRLS, 음성인식 및 합성 기술, 자율주행 기술) - 카트로봇(안내로봇 기능 + 수하물 잠금기능, 여객추종기술) - 교통약자용 모빌리티(안내로봇 기능 + 여객수송)
유해물품 탐지	- 유해물질 영상판독 기능, 수하물 자동 배제 기능, 알람 기능
실내 네비게이션	- 지자체 센싱, BLE, WiFi 측위

<자료> 인천공항 스마트공항 100대 과제 발표 자료, 인천공항 발주 프로젝트 RFP 참조[3]

가. 스마트 서비스 - 안내로봇, 안내사이니지, 안내앱

[그림 1]과 같이 현재 공항에서 여객을 위한 스마트 서비스에서 볼 수 있는 안내로봇, 안내사이니지도 대표적인 융합 기술로 볼 수 있다. 안내로봇은 현재 부착된 센서를 이용하여 현재 위치를 상대적으로 파악하고 이동하는 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping, 동시적 위치추정 및 지도 작성) 기술과 각종 센서를 통해 이동 경로의 장애물이나 사람을 인지하여 회피 기동하는 기능과 다양한 언어를 인식하고 송출하는 기능, 사진 촬영 기능도 보유하여 촬영한 여객의 사진을 요청된 이메일로 전송하는 기능을 가지고 있다. 기존 단독 이동 로봇의 솔루션을 가진 상황에서, 현재는 RTLS(Real-Time Locating Service, 실내위치추적 서비스)까지 융합되어 통합 관제되고 있는 상황이다. BLE(Bluetooth Low Energy)를 이용한 위치측위 기술이 융합되어 실시간 위치 관제가 이루어지고 있으며, 카트나 이동장비, 고정장비, 보안장비에 대한 트래킹도 실시간으로 모니터링되고 있다. 안내사이니지는 3D로 원하는 목적지까지의 안내를 표시하거나, 탑승권을 스캔할 경우 해당 게이트까지 가는 길을 안내해주는 기능을 가지고 있다. 입국장 앞에 설치된 안내사이



<자료> 인천공항공사 배포자료 참조

[그림 1] 여객 안내를 위한 스마트 서비스

니지는 도착 항공기의 현재위치, 도착시간을 표시하는 것은 물론, 해당 항공기 도착 예정 여객의 위치의 경우에는 항공기 도착시간과 혼잡도 상황에 따른 예상 위치를 제공하고 있다. 향후에는 다국어 음성인식 기능을 탑재하여 사용자의 편리성을 더욱 도모할 예정으로 있다. 인천공항앱에는 실내 네비게이션 기능이 탑재되어 현재 위치 파악 및 이동목적지까지를 실시간 안내해주는 기능을 가지고 있다. 이 앱에서는 WiFi 핑거프린팅, BLE 비콘, 지자계 핑거프린팅 데이터를 이용하여 이용자의 위치를 측정하고 요청된 목적지까지 안내한다. 이용자의 현재 위치는 사전에 각 위치별로 측정된 WiFi AP의 신호세기, BLE 비콘과의 거리, 지자계 패턴을 종합적으로 측정하여 그 패턴과 동일한 패턴의 위치를 측위서버에서 전달받아 파악하고 있다. 그러나 iOS 기기에서의 백그라운드 운영의 차이로 인해 iOS 운영체제를 가지는 스마트폰은 BLE 비콘만을 이용하여 위치를 측정하고 있다.

나. 스마트프로세스 - 자동출입게이트, 셀프체크인, 셀프백드랍

[그림 2]와 같이 여객의 입출국 프로세스를 지원하기 위해 설치된 자동출입게이트에서는 지문인식, 안면인식이 동시 또는 각각 사용되고 있다. 사전에 등록된 생체정보를 바탕으로 여권과 해당 생체정보를 비교하여 게이트가 열리는 형태로 운영된다. 다만, 생체정보



<자료> 인천공항공사 배포자료 참조

[그림 2] 여객의 빠른 수속을 지원하기 위한 스마트 프로세스

판별의 경우 사전에 저장된 정보량과 비교 대상의 데이터 량에 따라 필요한 IT 리소스가 많아진다. 이로 인해 대체적으로는 지문인식을 활용하고 있으나, 지문인식은 장기간 비행으로 인해 발생하는 건조증으로 인해 지문인식률이 낮아지는 경우가 있어서 손바닥 정맥을 이용한 방식이나 홍채인식 등의 다양한 시도가 진행되고 있으며, 국내공항에서도 손바닥 정맥을 이용한 자동출입국기기를 운영 중인 곳도 있다.

요즘 공항에 가서 보면 여객이 직접 탑승권을 발급하는 셀프체크인 기기, 수하물을 직접 처리하는 셀프백드랍 기기, 질문에 대응하는 챗봇 서비스 등 공항직원을 대면하지 않고 일을 처리할 수 있는 솔루션이 계속 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 IT 기기를 능숙하게 활용하는 여객들이 증가함에 따라 체크인카운터에서 소요되는 시간을 최소화시킴으로써 여객 대기시간을 줄이기 위함이다. 대부분의 공항에서는 X-ray 투시 화면을 공항 운영 요원이 직접 판별하여 항공기 유해물품을 파악하고 있으나, 인천공항과 한국공항공사에서는 AI를 이용한 자동 판별 시스템을 구축하였으며, 고도화까지 진행하고 있다[4]. 현재 인공지능 데이터셋을 제공하는 AI허브 사이트(Aihub.or.kr)에 유해물품 엑스레이 이미지 데이터셋이 NIA의 데이터바우처 사업을 통해 제작 및 공개되어 있어서 해당 부분에 대한 장치나 기술개발에 활용할 수 있다.

2. 공항 운영을 위한 기술

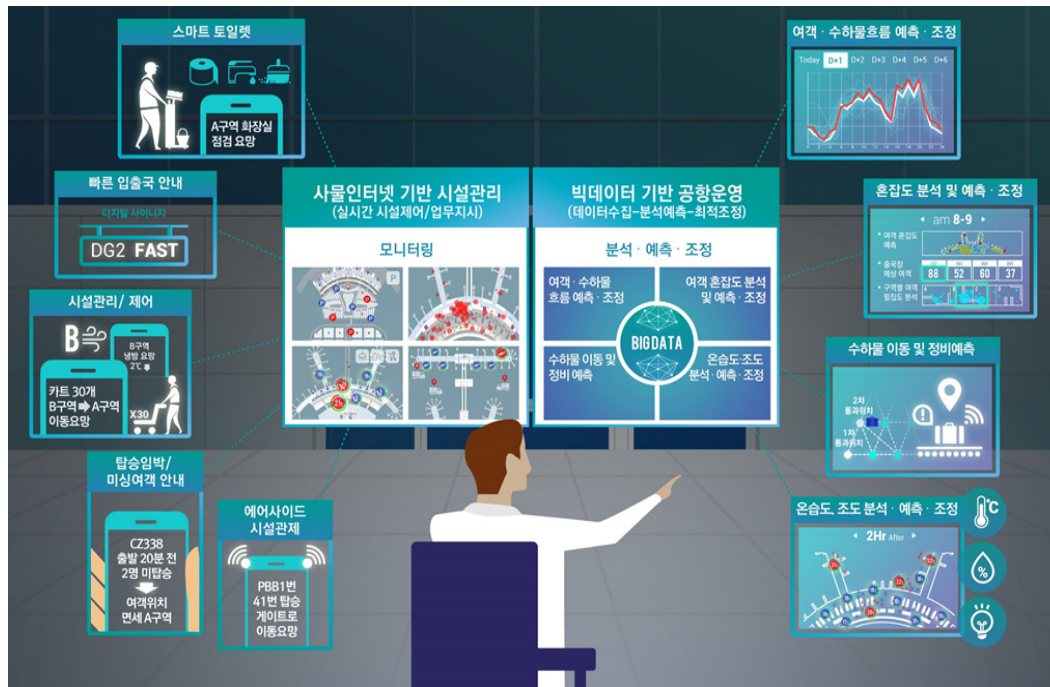
가. 수하물 자동 분류 및 이동

공항 운영 요원을 지원하기 위한 기술로는 RFID를 이용한 수하물 자동 분류 시스템이 있다. 여객의 수하물을 빠르게 항공기까지 이동시키기 위해 신속히 분류되어 대부분 시속 50km 이상의 속도로 각 항공기 이동 카트로 이동된다. 인천공항의 경우 약 5만 개 정도의 센서 데이터를 통해 운영되고 있으며, 제1터미널 88km, 제2터미널 42km 길이의 컨베이어 벨트를 이동한다. 더욱이 셀프백드랍 시스템 운영으로 인해 기존 전문 요원에 의해 태그가 부착되던 것에서 여객이 부착하는 형태가 추가되어 태그 인식의 범위가 더 넓어져서 난이도가 높아졌다고 볼 수 있다. 여기에는 컨베이어 벨트에서 이탈하는 수하물(또는 수하물이 올려진 수하물 수납박스)을 감지하는 레이저 센서, 주요 지점을 확인하는 CCTV, 각 분기점에서 벨트 간 이동을 위한 태그 감지시스템 등이 모두 융합되어 오류와 고장을 감지한다. 여기에 점차적으로 AI 기능이 추가되어 고장예지를 진행하고 있다. 모터

의 이상 전류, 진동 등에 대한 데이터, 영상분석을 통해 발생하는 문제의 원인 파악을 위한 센싱 기술이 적용되고 있으며 계속 고도화되고 있다.

나. 혼잡도 분석

[그림 3]과 같이 공항에서는 특정 지역의 특정 시간대 혼잡도 분석을 위해 모니터링 용역사업을 통해 데이터를 수집 및 분석하여 시뮬레이션을 통한 예측을 지속적으로 운영하고 있다. 이에 대한 수집 데이터의 질적 향상을 위해 공항 여러 곳에 여객의 수를 카운트할 수 있는 시스템을 설치/운영하고 있다. CCTV를 이용하여 감지되는 영역의 사람 수를 카운트하거나, 천장에 스테레오 비전을 설치하여 사람을 머리 위에서 카운트하고 이동 경로를 추적하는 것과 여객이 소지한 스마트 디바이스의 WiFi 신호를 추적하는 것이 제일 먼저 선행되었으나, 현재 개인정보보호 강화로 인해 스마트폰에서 개별 Mac-Address 확인이 어려워지고 있어서 정확한 위치 확인도 어려워지고 있다. WiFi를 이용한 추적 및 분석은 WiFi가 당초 여객 이용 서비스로 구축된 것이고 위치 측위를 위한 서비스로



<자료> 인천공항공사 배포자료 참조

[그림 3] 공항의 운영을 위한 스마트 오퍼레이션

진행된 것이 아니기 때문에, 정밀한 위치측위를 위한 튜닝 부분이 미흡하게 구축된 상황이다. 실제로 인천공항 체크인카운터 지역에서 동일위치에 고정시킨 스마트 디바이스의 WiFi 추적이 반경 25m 이상의 위치를 이동한 것으로 측정되는 것을 확인하였다. 이러한 여객의 위치 또는 지역별 수가 중요한 이유는 특정 지역에서 여객의 수와 이동 경로를 실시간으로 파악할 경우 동일 시간대의 혼잡이 예상되는 지점을 예측할 수 있으며, 이를 활용하여 공항 운영자가 혼잡 분산 대책을 마련하여 혼잡도를 낮춤으로써 이용객의 안전 사고와 미아발생 방지 대응력을 높일 수 있기 때문이다. 공항은 수집되는 정보를 이용하여 현재가 아닌 특정 시간에 대한 혼잡 여부를 사전에 예측하여 이용객에게 빠른 수속 유도 및 공항 전문 요원 투입 정책 설계 수립에 활용한다.

[표 3] 여객 수 및 혼잡도 측정을 위해 적용된 기술

공항이름	적용 기술
영국 런던 히드로공항	CCTV 영상인식, 영상으로 사람의 수와 방향인지
스위스 취리히공항 외 77개 공항	3D Vision 솔루션, 천장의 Stereo Camera를 이용하여 사람을 인지하고 매트릭스 연동형으로 객체 추적(인천공항도 2020년 출국장 모니터링 기술로 채택)
핀란드 헬싱키공항	여객 스마트폰의 WiFi 통신을 기반으로 여객의 위치 모니터링
미국 JFK공항 외 다수 공항	WiFi, BLE를 이용한 여객 추적

* 다수 공항이 WiFi 모니터링을 통한 여객 모니터링 솔루션을 운영하였으나 대략적인 수를 파악하기에는 유용하지만, 그 여객의 이동이나 정확한 위치를 산정하기에는 부족하여 직접 사람을 인지할 수 있는 영상인식(CCTV, 3D Vision Camera)쪽으로 추진하고 있음
 <자료> Measuring the customer's journey through London City Airport*, AIRPORT MANAGEMENT VOL 9, No. 2[5], XOVIS 자료 참조[6]

다. 환경 데이터 분석 및 자산관리

민원이 자주 발생하는 화장실과 같은 특정 지역에서의 오염 처리도 공항에서 매우 관심을 두는 부분이다. 화장실의 악취감지, 이용객 수 카운트, 비품 상황 모니터링 등을 통해 청소 시간에 대한 배분, 부족 비품에 대한 선제 대응, 화장실 리모델링 정책 수립 등에 활용될 수 있다. 또한, 현재 화장실별 이용 현황을 안내하여 화장실 사용을 분산시킬 수도 있다.

실내 자산은 앞서 여객의 실내 네비게이션을 위해 구축된 실내 측위 시스템을 활용하고, 실외 자산은 GPS를 이용함으로써 실시간으로 위치를 파악하여 관리 및 필요한 지역으로 이동시키는 데 편리성을 부여할 수 있다. 현재 인천공항은 이동통신사, 지자체, 버스회사, 철도회사와의 협력을 통해 현재 공항으로 진입하는 여객의 수를 사전에 파악하여 해당

위치에 여객에게 필요한 카트를 대기시키는 것도 검토하고 있다.

라. 보안

대부분의 공항에서는 보안 솔루션으로, CCTV의 영상분석을 활용하고 있다. CCTV망 전체를 통해 특정 인물을 추적하는 솔루션으로도 확장하여 추적도 가능하다. 일반 공간이 아닌 공항테러에 대한 특정 행동들에 대해 정의된 이상행동 분석 기능을 통해 실시간 모니터링이 진행되고 있으며, 장시간 방치된 물건에 대한 경고도 가능하다. 현재 공항에서는 주변에 소유자로 예상되는 사람이 없이 방치된 가방, 박스 등에 대해서는 신고 또는 파악을 통해 대테러요원이 이동형 X-ray 기기를 통해 확인한 후 처리하고 있다.

[표 4] 공항 운영 지원 기술 현황

서비스	적용 기술 내용
수하물 운반 및 분류	RFID, 레이저 센싱, 영상인식, 모터 온도/전압/전류 센싱, 진동감지
혼잡도 분석	3D Stereo Vision 센싱, 영상인식, WiFi, BLE, Ir 센싱, LiDar 센싱, UWB(Ultra-WideBand), Rader, 빅데이터 분석
화장실 관리	암모니아 센싱, Ir 센싱, 초음파 센싱, 압력 센싱, 움직임감지, 빅데이터 분석
자산 관리	GPS, BLE, RTLS, 대중교통결제 솔루션
보안 관리	영상분석, X-ray 투사기, 레이저 센싱
수하물 관리	영상분석, 협동로봇, 웨어러블 로봇
주차장 관리	GPS, 영상인식, 자율주행

* 공항은 보안이슈로 인해 WiFi에 대한 센서망으로의 활용 제약으로 LoRa나 LTE-M과 같은 이동통신망과 유선 네트워크를 활용하고 있으나, 그 대상 수와 설치/비용문제로 인해 대량의 접속과 처리가 가능한 5G망 운영을 준비하고 있으며, 이를 통한 무선 데이터 운영 시 네트워크망의 부하 절감과 보안성을 충분히 갖출 수 있음
(자료) 인천공항, 2015년부터 2020년까지 발주된 프로젝트 RFP 참조

III. 시범운영 및 개발 예정 기술

1. 스마트패스

스마트패스는 여객이 이동하는 도중에 비대면으로 보안수속이 진행되는 워킹스루(Walking Through) 보안검색대라는 형태로 멈추지 않고 출국 보안 수속이 가능해지는 것을 목표로 기술 개발이 진행되고 있으며, 시범 테스트를 진행하고 있다[7]. 체크인 시

촬영된 얼굴을 데이터로 하여 특정 포인트마다 안면인식을 거쳐 들어가는 형태가 우선 테스트되고 있는데, 조명에 의한 오차 문제로 인해 아직은 특정 지역에 서서 확인되어야 하는 형태인 자동 게이트를 통해 이동하는 형태가 시범·운영되고 있다. 두바이공항은 수족관을 만들고 그 안에 카메라를 내장한 물고기로봇을 이용하여 다양한 지역에서 여객을 파악하는 방법을 시도하려고 하고 있다. 또한, 여객이 항공기에 가지고 타려는 수하물의 원격검사에 있어서도 테라헤르쯔/밀리미터파를 이용한 가방 내부 검사가 검토되고 있으나, 지속적인 이동상황에서의 정확성 여부와 인체 유해성 등에 대한 확인이 선행되어야 하기 때문에 다수의 공항에서 적용 테스트를 준비하고 있다[8]. 현재 인천공항에서는 스마트패스 실시 설계 용역이 진행되고 있으며, 그 결과에 따라 본 사업의 규모와 사양이 제시될 것으로 예상하고 있다.

2. 빅데이터와 AI를 이용한 자동 주기장 배정

현재 공항은 빅데이터와 AI를 활용한 분석의 고도화 사업을 지속적으로 추진하고 있다. 정시 출발을 위해 항공기를 배정하는 문제(기상 정보를 활용한 항공기 이륙 가능성 여부에 따른 시간 배정, 미탑승 여객이나 항공기 이상 발생 등으로 인해 발생한 항공기 재점검 상황에 따른 재배정 등)에 대한 솔루션을 찾고자 한다. 항공기 이륙시간은 착륙하려는 항공기와도 연동되어야 하는 부분이라 고도의 분석과 즉각적인 분석 능력이 요구된다. 가변 요소가 매우 많은 관계로 개발에 대한 의지가 커서 작은 수준부터 시작하여 개발이 점차 고도화되는 장기 프로젝트로 운영될 필요가 있다.

3. 스마트계류장

관제사와 조종사 간의 메시지 전달을 위한 PDC(Pre-Departure Clearance, 출항허가업무), ATIS(Automatic Terminal Information Service, 공항정보 자동제공업무)를 통해 이륙 및 도착하는 항공기의 조종사에게 기상정보와 관제정보를 데이터 통신으로 문자화하여 실시간으로 제공하는 시스템이 운영되고 있다. 미국 공항에서는 기존 방식에서의 통신량 증가에 대한 대응과 보안성 강화를 위해 제안한 CPDLC(Controller-Pilot Data Link Communication)를 운영하고 있다. 이를 통해 관제탑과 항공기 간의 통화품질

질 불량에 의한 의사전달 오류를 최소화하고자 하고 있으나, 대다수는 기존 메시지 외에는 관제사와 조종사 간의 무선 음성 방식을 유지하고 있다[9]. 이러한 부분에서는 전투기나 자동차에서 선제적으로 적용하고 있는 HUD(Head-Up Display)의 운영이나, 해당 메시지를 음성합성(Text-to-Speech: TTS)으로 전달받아 대응할 수 있는 기술의 적용도 필요하다고 본다. 현재 음성통신 내용을 음성인식(Speech-To-Text: STT)을 통해 다시 그 이력을 남겨놓아 의사소통에서의 문제를 해결하고자 하는 사업이 예정되어 있다. 해당 항공기 기장의 국적을 알게 되는 경우에는 해당 국가 특유의 억양, 해당 국가언어에 대한 STT 기능이 추가 지원되어 무의식중의 의사 전달 내용에 대한 인식률도 높이는 형태로 운영될 수 있다고 본다.

항공기의 증첩, 추가 설치된 장치 또는 시설물로 인해 발생하는 관제사의 시야 사각지역에서의 움직임 확인할 수 있는 공항 에어사이드 가상화를 이용한 사각지역 제거 프로젝트도 진행 중에 있다. 관제사에게는 모든 공항의 상황이 디스플레이를 통해 제공되는 형태로 구축될 예정이다.

4. 드론 보안 관제

글로벌 공항에서는 드론 관련 기술에 대한 니즈가 점진적으로 커져가고 있다. 조류 퇴치, 공항의 특성상 넓은 지역에 대한 보안 문제, UAV(Unmanned Aerial Vehicle, 무인 항공기)를 이용한 테러 방지에 대한 필요성으로 인해 많이 제안되어 테스트되고 있다. 영국 게트윅공항 활주로에 나타난 드론, 아랍에미레이트 공항에 나타난 드론으로 인해 공항 전체 항공기 운항이 정지된 사례와 같이 허가받지 않은 드론이나 UAV에 대한 탐지 및 진입방지 기술을 도입하고자 하고 있다. 국방쪽에서는 “무인 비행장치의 불법 비행 감지를 위한 드론 감지 레이더” 프로젝트를 진행 중에 있으며, 현재 인천공항에서도 2019년 9월부터 “인천공항 드론탐지시설 구축 시범사업”이 진행되어 2020년 6월 완료 예정이다. 기존 항공레이더시스템과 상호 트러블이 없는 형태로 진행되어야 하기 때문에 개발보다도 검증에 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다. 레이더의 보완수단으로서, 보안용 드론 패트롤을 통해 수집된 영상의 실시간 분석에 의한 소형 드론이나 UAV의 감지도 시도되고 있다. 문제는 분석을 위한 컴퓨팅 파워를 해당 드론에서 옛지 처리하기에는 배터리에 대한 부담이 크기 때문에 향후 공항 내 5G 자가망이 구축될 경우에는 드론을 이용한 보안 솔루션

선의 퀀텀 점프가 이루어질 수 있다.

5. 블록체인을 이용한 데이터 공유

글로벌 항공관련 업체인 SITA로부터 공항에서의 블록체인 적용 프로젝트 사례에 대해서 들을 수 있었다[10]. 3차례 블록체인 프로젝트를 시도했으나, 현재까지는 공항이나 항공 분야에 적용하지는 못했다는 이야기를 전달받았다. SITA에서는 다수 공항 및 항공업체와 같이 진행했으나, 동일 공항 내에서 담당 부서 간의 데이터 공유가 원활하지 않아서 가장 큰 어려움이 있었다고 하였다. 대부분의 공항에서는 이미 수십 개의 시스템이 운영되고 있으나, 서로 간의 연동은 최소로 운영되고 있다. 해킹, 데이터 접근 등의 보안 문제, 개인정보에 대한 접근권 등으로 인해 서로의 책임을 최소화하기 위한 것이 제일 크다고 한다. 이로 인해 단시간 프로젝트로는 만족할 만한 결과를 만들기 어려웠으며, 블록체인을 적용하는 것에 대한 정책이 면밀하게 정의되어야 하는 문제가 제일 먼저 다가왔다고 한다. 블록체인 도입 시 개인정보 데이터의 관리(생성, 유지, 폐기)에 대한 정책을 면밀하게 만들고 진행해야 하는 문제가 가장 크게 대두된다. 한 가지 사례를 보면 현재 입출국 여객에 대한 개인정보는 시간을 기준으로 보통 수 시간 유지 후 무조건 폐기를 원칙으로 하고 있으나, 정보 폐기 후 정보 요청이 발생하는 경우에는 항공사와의 전화통화나 팩스를 통해 해결하고 있는 상황이기 때문에 이를 블록체인으로 진행할 경우 각각에 대한 정책을 사전에 협의를 통해 정의하고 그에 따른 프로세스도 만들어야 하는 장기 프로젝트가 되어야 한다. 공항의 대부분의 부서가 모인 전사적 정보 운영에 대한 정책을 도출해야 가능한 프로젝트인 것이다. 이를 통해 공항 데이터에 대한 거버넌스 정립과 각 데이터의 정책 수립, 블록체인을 이용하여 운영될 스마트계약의 정책이 명확하게 제시되고 그 정책이 서비스를 공유할 타 공항, 항공사와도 연동되어야 유의미한 프로젝트가 될 수 있다.

6. 카트로봇, 자율주행모빌리티

출국심사 이후 면세지역에서 탑승 게이트까지 이동 시 항공기에 가지고 탑승하려는 소형 수하물에 대해 기존 카트가 아닌 여객에 대한 추종제어가 가능한 카트로봇을 제공하려고 하고 있다. 카트를 면세점 앞에 놓고 쇼핑하는 과정에서 발생될 수 있는 도난상황 발생

을 방지하고, 교통약자들의 카트 운영 편리성을 제공하기 위해 진행되고 있다. 자율주행모빌리티는 카트로봇의 확장 형태로, 교통약자가 게이트까지 탑승하여 이동할 수 있는 자율주행이 가능한 차량 서비스로 진행되고 있다. 모빌리티로 명명된 것은 현재 차량 형태로 우선 진행되지만 향후에는 휠체어 형태 등과 같이 다양한 형태의 자율주행기기를 제공하고자 하기 때문이다. 이 두 가지 모두 2020년 인천공항에서 시범운영이 예정되어 있는 프로젝트로 현재 진행 중에 있다.

7. 주차로봇

주차로봇에 대해서 독일 뒤셀도르프공항, 영국 히드로공항, 프랑스 드골공항에서 시범운영이 있었으나 적극적인 실제 적용사업은 아직 이루어지고 있지 않다. 대당 1억 5,000만 원 가량의 가격 대비 효용성이 가장 큰 걸림돌인 것으로 보인다. 그러나 국내에서는 저렴한 제품을 개발해도 운영이 불가능하다. 현행 주차장법은 기계주차장치를 운영하거나 시험할 때도 안전도 인증을 의무화하고 있으나, 주차로봇 운영에 대한 안전기준이 마련되어 있지 않아 적용이 불가능하다. 이에 대해 규제 샌드박스를 통해 다수의 기업이나 지자체에서 진행하려고 하고 있으나, 최종적으로는 법이 개정되어야 상용화가 가능하다고 본다. 소규모 주차장의 경우에는 비용적인 문제가 적용에 어려움이 될 수 있으나, 공항의 경우에는 주차대수의 규모가 크고 대리주차로 인한 문제도 해결할 수 있다는 점에서 법이 개정될 경우 즉시 적용 가능할 정도로 현재 기술에 의해 충분히 구현 가능한 상황이다.

빅데이터와 연동된 사업은 난이도로 인해 사업의 추진이 다소 어렵게 구성하여 진행되고 있다. 앞서 언급한 항공기의 주기장 배정 문제(정상배정, 긴급 상황에 따른 배정 문제, 기상 정보에 따른 탄력적인 배정 등)가 주 관심 대상이며[11], 공항에서 인적 자원을 원활하게 공급하기 위한 특정일에 대한 공항 내 여객 수와 방문객 수 예측, 이번 코로나19와 같은 방역에 대한 대처 방안들이 공항 프로젝트로 추진될 것이며, 이미 기획 단계에 있는 것들도 있다. 문제는 단기성과 위주로 추진되고 있다는 것이며, 최소 3년 이상 소요될 주기장 배정 등과 같은 프로젝트는 실패해도 계속 시도해야 하는 사업이므로 해당 부서의 프로젝트가 아닌 공항 전사적 프로젝트로 지정하고 개발해 나가야 할 것이다.

IV. 결론

인천공항은 2019년에 인천국제공항공사법이 개정되어 항공정비(MRO)기업 유치와 항공정비단지 조성을 위한 지원사업, 주변지역 개발사업, 항공기취급업, 교육훈련사업 지원, 항행안전시설 관리·운영이 개정되었다. 이로 인해 에어포트시티 사업 추진이 활성화되어 앞서 언급된 기술 중 생체정보를 이용한 에어포트시티의 확대 운영이 가능해져 관련 프로젝트들이 지속적으로 도출될 것으로 보인다. 세종시, 부산시에서와 같이 스마트시티 사업 추진이 자체적으로도 가능해진 관계로 공항의 디지털 트윈 프로젝트도 염두에 둘 수 있다고 본다.

공항은 다양한 상황이 발생하는 몇 안 되는 공간이며, 매일 수만 명에서 수십만 명이 이용하는 거의 유일한 곳인 관계로 단위 공간에서 다양한 기술을 모두 적용해 볼 수 있는 조건을 가지고 있다. 한 가지 제안을 하자면, 공항에서는 내부 IT의 안전성을 위해 개발 공간을 별도로 구성하여 검증하고 공항 내 시스템으로 이식하고 있으며, 이와 마찬가지로 공항 주변에 공항과 유사한 시설을 구축하여 공항에 기술이 실제 적용되기 전에 검증할 수 있는 테스트베드 시설이 마련될 필요가 있다. 즉, 공기관의 특성상 실적용 가능한 기술보다는 상용 기술의 채택이 높은 상황이라, 그 검증을 공항에서 지원하는 테스트베드에서 진행하고 그 결과를 면밀히 검증하여 적용 가능성에 대한 판단을 직접 했으면 한다. 1km 정도의 수하물 이동 벨트의 구성을 통해 동일한 속도에서 각 감지 센서의 동작 검증, 공항 천장 높이로 인해 검증이 어려웠던 기술들에 대한 검증, 안내로봇의 추가기능(CCTV 사각 지역 이동을 통한 위험물질 감지 등)에 대한 검증, 자율주행에 대한 검증, 통신망 구성에 대한 검증, 단방향으로 제공되는 공항 내 정보의 연동을 통한 사이니지 운영 검증, 기타 솔루션의 공항자원과의 연동 테스트 등이 공항에서 자체적으로 검증되고 품질을 인증 받는 중소기업 상생협력 체계를 실질적으로 구축했으면 한다. 한국전력공사에서 여러 곳에 테스트베드를 구축하고 실적용 전 테스트를 하고 있는 것처럼, 공항에서도 기술 컨소시엄(출연연, 연구소, 대학 등)에게 테스트베드 운영 용역 사업을 발주하여 일정 기간씩 운영하면, 전문가 집단을 통한 보다 폭 넓은 기술적 조연과 검증방안을 얻을 수 있을 것으로 기대되며, 이를 통해 각종 R&D에 대한 기술 검증 지원 및 공항 대상 서비스에 대한 검증도 가능할 것이다.

[참고문헌]

- [1] FlyStats. "OAG Airport Monthly OTP," 2019.
- [2] 김문구, "스마트 공항 진화 동향과 유망 서비스 발굴-여객 니즈를 중심으로", ETRI, Insight Report 2019-12, 2018, p.21.
- [3] 인천국제공항공사, "스마트공항 100대과제", 2018.
- [4] 한국공항공사, "'X-ray 보안검색 자동판독 솔루션' 국내 최초 개발", 2018. 12. 27.
- [5] HENRY STEWART PUBLICATIONS, "Measuring the customer's journey through London City Airport", AIRPORT MANAGEMENT VOL 9, No.2, WINTER 2014~15, pp.103-108.
- [6] XOVIS, 2020.
- [7] 홍진우, 오정훈, 이한규, "스마트공항과 차세대 보안검색 기술", ETRI, 전자통신동향분석, 2019. p.73.
- [8] 한서대 산학협력단, "스마트공항 기술개발 기획연구 최종보고서", 국토교통과학기술진흥원, 2019. 9. 26.
- [9] 문봉섭, 최연철, "B747-8 항공기의 CPDLC-DCL 운영에 관한 설명적 연구(미국 내 운항을 중심으로)", 한국항공운항학회, Vol.27, No.2, 2019. 6.
- [10] SITA, "FlightChain: 'smart contracts' for shared control of data?," 2017. 11. 7.
- [11] 정종현, 이유진, 김병중, 김원규, 최동엽, 배영민, "인천공항 주기장 요구량 산정을 위한 실증 연구", 한국항공운항학회, Vol.26, No.3, 2018. 9.

데이터 주권 시대의 블록체인 기술 활용 가능성과 개발 현황



권현영 || 정보보호대학원 교수

I. 서론

데이터(Data)는 4차 산업혁명 시대의 혁신성장을 위한 경제적 자산으로 고도화된 데이터 처리·분석 기술과 결합되어 국가 데이터 경제에 새로운 활력을 가져다줄 것으로 기대되고 있다. 그러나 지능정보기술이 발전하고 데이터 기술(Data Technology)이 고도화되면서 각종 서비스 이용을 위해 수집하는 개인정보의 양이 방대해지고 정보의 처리 과정은 복잡해졌으며, 데이터 활용에 대한 논의도 기업을 중심으로 이루어지면서 4차 산업혁명 시대의 구성원 중 실제 정보의 주체인 개인이 소외되는 문제가 생겨나고 있다. 만약, 데이터의 주인인 정보주체가 본인의 정보에 접근하지 못하고 데이터의 처리 과정에 개입하지 못하게 되는 정보권력의 집중현상이 앞으로도 계속적으로 심화된다면 머지않아 데이터로 인해 창출되는 가치와 그로 인한 수익은 모두 거대 데이터 기업이 독점하게 될 것이며 소수의 특권층이 부와 권력을 모두 가져가게 되는 “데이터 식민주의(Data Colonialism)”가 현실화될 수 있다[1].

이에 높아진 데이터의 경제적, 사회적 가치를 정보의 주인인 개인도 함께 향유할 수 있도록 하여 데이터 경제를 민주화시키자는 “데이터 주권(Data Sovereignty)” 확보에

* 본 내용은 권현영 교수(☎ 02-3290-4888, khy0@korea.ac.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

대한 논의가 최근에 들어서야 적극적으로 이루어지고 있다. 데이터 주권이란 자신의 데이터를 보호하고 공정한 계약 하에 사용방법과 목적을 결정할 수 있는 권리[2]로, 개인 차원에서 정보주체가 직접 본인에 대한 정보를 확인하고 통제할 수 있는 권리를 보장해주는 개인정보자기결정권에 포괄되는 개념으로 이해되기도 한다.

이처럼 데이터의 가치가 증대되는 상황에서 개인정보의 적극적인 활용과 보호의 균형을 위해서는 정보주체에게 개인정보를 보호하고 통제할 수 있는 실질적 권한이 확대되는 것이 중요하다. 정보주체에게 데이터 주권이 확보되어야 개인이 안심하고 더 많은 데이터를 제공하게 될 것이고 이는 자연스레 데이터 산업의 활성화로 이어질 수 있을 것이다.

그러나 개인정보의 수집범위가 확대되고 개인정보가 제3국으로 다량 이전되고 있는 데이터 기술 환경 속에서 정보주체가 개인정보의 활용에 따른 영향을 명확히 이해하고 정보에 대한 통제를 요청한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 또한, 정보주체가 이용하고자 하는 서비스가 금융, 통신 등의 보편적 서비스이거나 관련 시장에서 독점적 지위를 갖는 경우 정보주체의 사전동의와 정보통제권은 형식적인 절차에 그칠 수밖에 없는 것이 현실이다 [3]. 사전동의제도의 효용이 지속적으로 떨어지는 상황 속에서 개인정보자기결정권 구현의 핵심은 개인정보에 대한 열람과 정정, 정보의 삭제 등 정보주체의 사후적 통제권을 실질적으로 보장해주는 방안을 찾는 것이다. 일찍이 이러한 시대적 흐름을 포착한 해외 주요국들은 최근 정보주체의 자기정보통제권을 보장하고 권익을 향상시키기 위한 법률 제·개정을 적극 진행하고 있으며, 권리의 실질적 구현과 적용을 위한 기술 및 서비스에 대한 논의들도 증가하고 있다. 특히, 블록체인의 기술은 탈중앙성과 접근성, 투명성 등의 속성으로 인해 데이터 주권의 새로운 지평을 열어줄 수 있는 신기술로 주목받고 있다.

이에 본 고에서는 데이터 주권 시대에 있어 정보주체의 자기정보통제권을 보장하기 위한 해외 주요국의 정책 동향을 살펴보고 향후 실질적 자기정보통제권 실현을 위한 대안적 기술로서 블록체인의 활용 가능성과 현재 개발 현황을 살펴보고자 한다.

II. 해외 주요국의 데이터 주권 관련 정책 동향

해외 주요국들은 데이터 활용 촉진과 정보보호라는 두 마리 토끼를 잡기 위해 데이터 주권 확보가 필수적이라는 판단 하에, 데이터 주권을 강화시키기 위한 다양한 정책을 추진

하고 있다. 가장 대표적인 움직임이 유럽 연합의 일반데이터보호규정(General Data Protection Regulation: GDPR) 제정이다. 유럽 연합은 데이터를 매개로 데이터 시장이 급격히 확산되는 동시에 개인정보 남용으로 인한 문제가 심화되자 GDPR을 제정·시행함으로써 EU 회원국 간 자유로운 데이터 이동을 보장하고 개인정보보호를 보다 강화하도록 하였다[4]. 특히, GDPR은 개인이 데이터 컨트롤러(프로세서)에게 개인정보 처리에 관한 정보와 데이터 이동·처분을 요구할 수 있도록 하고, 컨트롤러(프로세서)는 법적 요구가 있을 때마다 이를 수행할 수 있는 시스템을 강제로 보유하도록 하는 등 개인의 데이터 통제권을 상당한 수준으로 강화할 것을 회원국에게 강제하면서 개인의 데이터 주권 강화의 선도적인 흐름을 만들어내었다.

GDPR의 개발 조항을 살펴보면 개인에게 삭제권(Right of Erasure), 이동권(Right to Data Portability), 프로파일링에 대한 권리 등 정보주체의 권리를 강화할 수 있는 내용들이 새롭게 포함되었다. 정보주체는 컨트롤러가 수집한 데이터와 컨트롤러를 통해 제3자에게 공개된 개인정보에 대해 삭제를 요청할 수 있으며(삭제권), 정보주체가 데이터 처리 기업에게 제공한 개인정보를 다시 제공받거나 다른 기업에게 전송해줄 것을 요구할 수 있는 권리(이동권)가 있다. 나아가 개인의 의사와 상관없이 개인에 대한 자동화된 프로파일링이 실시되어 불이익을 받게 될 수 있는 “자동화된 처리에 의한 의사결정”을 거부할 수 있는 권리를 새롭게 명시하였다는 것도 큰 의의가 있다.

미국은 HIPAA(Health Insurance Portability and Accountability Act)를 통해 의료 데이터 사본에 대한 개인의 권리를 인정하고, 개인이 의료 데이터를 다양하게 활용하도록 권장하고 있으며, 지방정부 차원에서 사업자의 개인 데이터 처리를 규정하고 캘리포니아주의 「소비자 프라이버시법」 등 소비자의 데이터 권리를 강화하는 법률을 제정하기도 하였다. 또한, 미국은 인터넷과 모바일을 통해 자신의 의료 정보를 주체적으로 확인하고 다운로드하여 적극적으로 활용할 수 있는 Blue Button 프로젝트의 성공적 수행을 통해 실제 데이터 주권이 어떤 형태로 우리 삶에 녹아들 수 있는지를 보여주고 있다. Blue Button은 의료기관만이 조회하고 활용할 수 있는 개인의 온라인 의료기록에 대해 정보주체의 접근권을 높이고 데이터 이동권을 보장함으로써 개인 의료정보의 가치와 활용도를 높여주는 것을 목적으로 한다. 최근에는 애플, 구글, 마이크로소프트 등 글로벌 기업들이 힘을 합쳐 약 5,300만 명의 메디케어 가입자가 의료 정보를 주체적으로 활용할 수 있도록

하는 Blue Button 2.0 데이터 모델을 개발 중에 있다. 미국은 의료 분야의 Blue Button 외에도 전력, 에너지 분야의 Green Button, 교육 분야의 MyData Initiative, 금융 분야의 Mint.com 서비스 등 비슷한 형태의 서비스를 제공하고 있다.

한편, 일본도 최근 개정 개인정보보호법을 통해 개인정보의 정의를 명확히 하고 ‘익명가공정보’ 개념을 도입하여 보다 적극적인 데이터 활용을 촉구하고 있다. 개정 개인정보보호법은 제27조 제1항을 통해 개인정보처리자에게 보유 개인정보에 대해 정보주체에게 알 수 있는 상태로 개인정보에 대한 다양한 사항을 공표하도록 하고 있고, 제27조 제2항을 통해 정보주체가 개인정보 이용목적 통지를 요구하는 경우 지체 없이 해당 내용을 통지하도록 하는 등 정보주체의 알 권리를 보장하고 있다. 이 외에도 개인정보 열람권, 정정권, 이용정지요청권에 대한 권리를 법률에 명시함으로써 정보주체가 개인정보를 통제할 수 있는 다양한 장치들을 두고 있다.

최근 개인정보보호법 개정으로 관심을 받는 또 다른 국가는 브라질이다. 브라질은 유럽 연합의 GDPR을 수용하면서 개인정보와 프라이버시를 강력하게 보호하고 엄격한 정보 관리를 보장하고자 개정 개인정보보호법(Lei Geral de Protecao de Dados: LGPD)을 제정하여 2020년 8월 시행 예정에 있다. LGPD 제17조에 따르면 모든 정보주체는 데이터의 소유권과 프라이버시권을 가진다고 명시하여 보다 강력한 데이터 주권 보장을 위한 “데이터 소유권”이라는 개념을 선도적으로 도입하였다. 또한, 동법 제18조에 따라 정보주체는 개인정보처리자에게 자신에 관한 데이터 처리 여부의 확인, 데이터에 대한 접근, 데이터의 수정, 데이터의 익명화, 차단 및 삭제, 데이터의 이동 및 전송, 데이터를 제공 또는 공유 받는 주체, 동의를 철회 등을 요청할 수 있다. 동법 제20조에는 정보주체가 자동화된 정보의 처리 등이 있는 경우 그러한 의사결정을 검토할 수 있도록 선택 권한을 부여하고 있다.

III. 자기정보통제를 위한 블록체인 기술 현황

이처럼 자기정보통제권 보장을 위한 각국의 노력에도 불구하고 정책의 구체적 추진 방안 부재, 이용자의 권리 인식 부족, 기업의 정보통제권 제공 동인 부족 등의 이유로 인해 이용자의 실질적인 자기정보통제권 보장은 아직 갈 길이 먼 것이 현실이다.

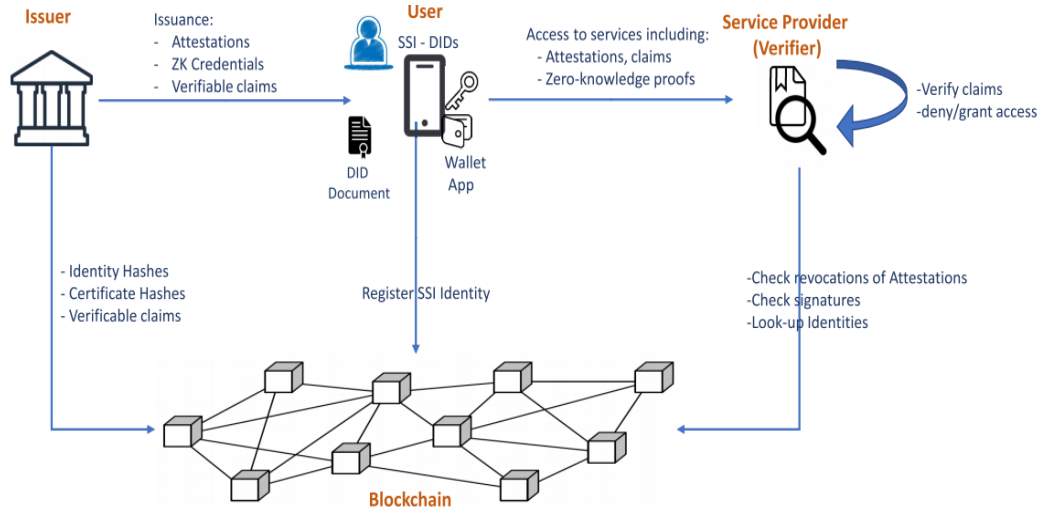
데이터 주권 약화의 핵심 원인은 중앙화되어 관리되는 개인정보, 불투명한 정보관리 체계 등에 있는데 최근 탈중앙성, 투명성, 가용성 등을 특징으로 하는 블록체인이 이용자에게 데이터 주권을 다시금 돌려줄 수 있는 기반 기술로 주목받고 있다. 이에 아래에서는 블록체인을 기반으로 한 자기정보통제 기술을 살펴보고 그 현황과 가능성을 검토해보고자 한다.

1. 블록체인 기반 자기주권신원 기술

자기주권신원(Self Sovereignty Identity)이란 나에 대한 정보를 다른 정보처리자가 아닌 내 자신이 직접 소유하고 관리하는 개념으로 정보 사용권한, 통제권한을 정보주체에게 되돌려주는 것이라고 할 수 있다. 자기주권신원 모델은 여러 기관에서 각각 자신의 신원을 증명해야 하는 개별 신원 모델(Siloed Identities), OpenID 및 OAuth 등을 기반으로 여러 서비스를 연동하여 단번에 신원을 증명할 수 있도록 한 연합 신원 모델(Federated Identities)에서 한 단계 더 진화한 모델로, 개인정보를 본인이 직접 관리할 수 있는 통제권이 극대화된 형태이다. 전통적인 접근 방식과는 달리 자기주권신원 모델은 개인정보보호를 실현하는데 중점을 두고, 중앙 집중식 기관을 대신하여 개인이 신원 데이터를 완벽하게 제어하고 관리할 수 있도록 한다[5].

2017년 크리스토퍼 앨런은 자기주권신원을 이루는 10가지 요소로 실존성(Existence), 통제권(Control), 접근성(Access), 투명성(Transparency), 지속성(Persistence), 이동성(Portability), 호환성(Interoperability), 동의(Consent), 최소화(Minimalization), 보호(Protection)를 제시하였다[6]. 분산 원장을 사용하는 블록체인은 이 중 모든 시스템과 알고리즘은 사용자에게 투명해야 한다는 ‘투명성’, 사용자의 개인정보는 장시간 보관되어야 한다는 ‘지속성’, 사용자의 개인정보는 호환이 가능해야 한다는 ‘호환성’의 성질을 만족시킬 수 있는 기술로, 최근 블록체인을 적용한 자기주권신원 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

블록체인 기반 자기주권신원 모델의 주요 구조는 [그림 1]과 같다[7]. 이용자는 DID(Decentralized ID, 분산형 디지털 ID)를 보유할 수 있으며, 개인키는 지갑(Wallet) 애플리케이션에 안전하게 보호된다. 자기주권신원 모델의 개인정보보호 기능을 향상시키기 위해 사용자는 블록체인을 통해 증명 및 서명을 확인하는 서비스제공업체에 대해 영지식



〈자료〉 J.Bernal Bernabe et al., 2019.

[그림 1] 블록체인 기반 자기주권신원 모델

(Zero-Knowledge) 암호화 증명을 제공할 수 있다.

블록체인 기반 자기주권신원 모델을 구현한 대표적인 서비스는 uPort이다. uPort는 신원 및 개인 데이터를 제어할 수 있는 안전한 자기주권신원 지갑을 제공하며, 이용자가 이더리움(Ethereum) 블록체인 네트워크에서 ID를 생성하여 비밀번호 없이 애플리케이션 내에서 안전하게 로그인하여 개인정보 및 검증을 할 수 있도록 해준다[8]. 해당 플랫폼을 통해 메시지 수신자는 중앙 집중식으로 서버 없이 메시지 송신자를 신뢰할 수 있도록 하며, 스마트계약의 특성을 이용하여 영구 ID를 생성하여 개인키 분실로 인한 신원 인증의 문제점을 보완하였다[9]. 현재 uPort 이외에도 Sovrin, Veres One 등 다양한 자기주권신원 시스템이 존재하며 각 시스템은 분산된 자주적 신원을 지원하면서도 주장을 발급하고 제시하는 방법을 다르게 구현하면서 각기 다른 방식의 자기주권신원 모델을 구축해 나가고 있다.

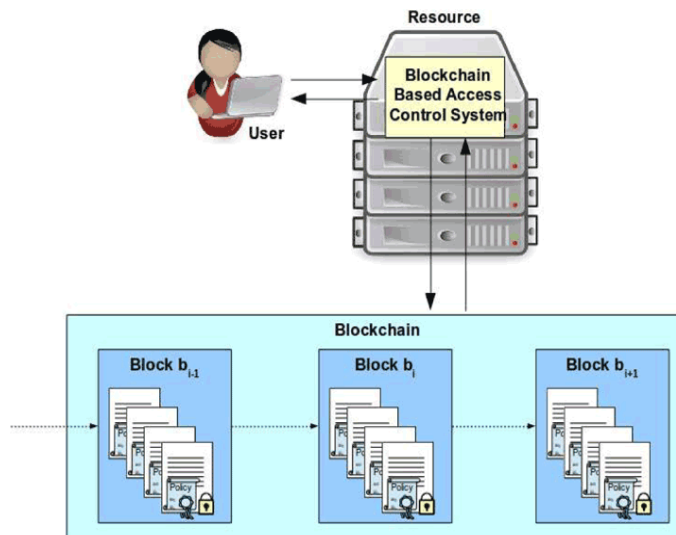
2. 블록체인 기반 접근제어 기술

데이터 활용이 늘어나고 데이터의 축적 범위와 규모가 확장됨에 따라 적절한 권한을 가진 인가자만 특정 데이터에 접근할 수 있도록 통제하는 데이터 접근제어(Data Access

Control) 기술의 중요성도 갈수록 높아지고 있다. 그러나 데이터 주권의 관점에서 보면 기존의 접근제어 모델은 중앙 집중적으로 관리되어 데이터 관리자의 취약점이 곧 정보주체의 위협으로 이어지고, 데이터 관리와 통제에 있어 투명하고 높은 접근성을 제공할 수 없다는 한계점을 가진다.

이에 블록체인이 가지는 탈중앙성과 접근성, 투명성 등의 속성은 기존 데이터 접근제어 방식이 중앙 집중적인 정보 관리 모델에서 탈피하여 각 정보들에 대한 정보주체의 높은 접근성과 신뢰성을 제공하도록 할 수 있다. 블록체인 기술을 활용하면 접근제어 시스템 사용자 간의 신뢰 관계를 별도로 검증할 필요가 없고, 분산 합의 알고리즘을 사용하여 신뢰할 수 있는 제3자와의 상호작용 없이도 변경 불가능하고 감사 가능한 데이터 제어를 구현할 수 있다([그림 2] 참조)[10]. 이는 신뢰할 수 있고 지속 가능한 데이터 주권 확보의 기반이 될 수 있다.

블록체인 기반 접근제어의 출발점은 데이터 저장소 계층 위에 블록체인 계층을 구축하는 것이다. 데이터 소유자는 스마트 컨트랙트를 통해 원하는 접근제어 목록(Access Control List: ACL)을 정의하고, ACL 및 데이터를 암호화한 뒤에 블록체인 트랜잭션에 게시한다. 조직은 전통적인 접근제어 모델에서처럼 데이터를 직접 소유하지 않고 블록체



〈자료〉 Damino Di Francesco Maesa et al., 2017.

[그림 2] 블록체인 기반 접근제어 프레임워크의 설계

인 네트워크의 일부가 되어 ACL이 허용하는 경우에 한해서 데이터를 처리하도록 한다. 데이터 접근을 정의하는 정책은 스마트 컨트랙트 또는 데이터 관리 메시지를 기반으로 한다[11].

실제 연구되고 있는 블록체인 기반 접근제어 서비스로는 IoT 보안 및 개인정보보호 요구사항을 충족시키기 위한 분산된 접근제어 프레임워크로 라즈베리파이장치와 로컬 블록체인을 활용하여 초기 구현 및 실행을 검증한 FairAccess 프레임워크[12], 블록체인 블록을 사용하여 데이터와 ACL을 저장하는 분산형 데이터 프라이버시 접근법을 제안하고 이론적으로 검증한 Zyskind의 연구[13], 블록체인과 신뢰할 수 있는 실행 환경(Trusted Execution Environment)을 결합하고 데이터 접근 정책 및 사용을 스마트 컨트랙트로 인코딩시킨 PrivacyGuard 프레임워크[14] 등이 있다[11].

3. 블록체인 기반 프라이버시 보존형 신원관리 플랫폼

블록체인 기술의 장점을 활용하여 정보주체의 프라이버시를 보호하고 데이터 주권 향상을 제공하는 블록체인 기반의 프라이버시 보존형 신원관리 플랫폼 솔루션도 빠른 속도로 발전되고 있다. uPort는 이더리움에 배포된 프록시 스마트 계약의 주소를 활용하여 사용자의 uPortID를 나타내는 식별자를 사용하며 ID 복구 기능, 요청 철회 검증 기능 등을 제공한다. Sovrin은 허가형 블록체인으로 운용되는 분산형 오픈소스 ID 네트워크로, 이용자와 관계된 모든 사이트에 대해 서로 다른 DID를 가질 수 있도록 지원한다. Sovrin은 uPort와 달리 이용자의 요청에 대한 증명 및 검증이 가능하며, 영지식 증명을 지원하고, 개인정보 최소 공개의 원칙을 준수할 수 있도록 설계되었다. Shocard는 Brute-Force 공격을 피하기 위한 코드와 함께 각 개인 데이터의 해시 서명을 유지하는 인증 저장소를 사용하며, 사이드체인(sidechains)을 사용하여 원장의 거래 속도를 높인 플랫폼이다. Shocard는 암호화 키를 보유한 앱을 제공하며, 인증 및 서명을 통해 사용자의 신원 요청을 확인할 수 있다. 그러나 민감 데이터를 서버에 저장하고, 이용자의 상호작용이 추적 가능하다는 점에서 위험성이 존재한다. Civic은 기존 전자 ID 문서에 의존하는 신원증명을 제공하는 분산형 신원 애플리케이션 프로그램으로, 다중 신원증명 서비스를 제공하고, QR코드를 이용한 사용자 동의 기능을 선보였다.

[표 1] 블록체인 기반 프라이버시 보존형 신원관리 플랫폼과 GDPR 원칙 준수 현황

GDPR 원칙	합법성, 공정성, 투명성	목적 제한	데이터 최소화	정확성	무결성 및 기밀성
uPort	- 개인정보에 대한 영향이 이용자에게 표시되지 않음	+ uPort ID의 소유권 부여 반출한 데이터에 대한 통제력 입증	+ 비연결성	+ 요청 철회 검증 가능	+ 데이터 속성 및 증명이 FIPS 저장소에서 암호화
			+ 검증 가능한 이용자 요청		
			+ 선택 가능한 데이터 노출		
			+ ID 키 복구 가능		
			+ ID 증명 없는 사용 제한		
Sovrin	+ 신원인증 기관간 동의공유에 대한 증명 가능	+ DID의 소유권 및 공개된 자에 대한 통제력 입증	+ 비연결성	+ 암호 기술을 사용한 비동기식 분산형 요청 철회	+ 허가된 분산원장 기술 활용. 관리자는 보안을 강화하고 BFP합의 프로토콜을 실행
	+ 지갑 제공자 및 에이전트를 변경할 수 있음				
	+ 증명 요청을 위해 동의를 받음	+ 데이터 요청 목적 검증	+ 검증 가능한 이용자 요청		+ 에이전트간 off 원장 기밀 통신
	- 개인정보에 대한 영향이 이용자에게 표시되지 않음	+ 영지식 증명			
ShoCard	+ 배포 전 이용자 동의 가능	+ 권한 기반 이용자 데이터 반출	+ ID 복구	+ 이용자 동의 철회 가능	- 암호화된 민감 정보를 서버에 저장
		+ 이용자 동의 증명	- 이용자 요청 가능		
Civic	+ QR코드를 사용한 이용자 동의 가능	+ 다중 신원 증명 서비스 제공	+ 비연결성 보장 불가	+ 인증기관에 의해 블록체인에서 신원 데이터 철회 가능	+ 개인정보는 앱 내에 암호화되고, 지문 인증을 통해 접근
			+ 증명		
	- 시스템 구현 및 세부 기술 부족	+ 제출된 개인 식별정보 검증	- SP에 대한 필수 정보만 반출		+ 멀티팩터 인증 제공
			- 불명확한 익명화 과정		

주) +는 긍정적 효과 및 이점, -는 한계점

<자료> Jorge Bernal Bernabe et al., 2019.

위와 같은 프라이버시 보존을 위한 신원관리 플랫폼들의 핵심 기능들은 블록체인을 활용함에도 [표 1]과 같이 GDPR에서 요구하는 합법성, 투명성, 목적 제한의 원칙, 데이터 최소화의 원칙, 무결성 및 기밀성 등을 충실히 구현해낼 수 있는 가능성을 보여주고 있

며[15], 아직까지 개발되지 못한 기능상 한계는 여전히 남아있는 상황이다.

IV. 결론

4차 산업혁명의 핵심기술 중 하나인 블록체인은 거래기록을 네트워크 참가자에게 투명하게 공개하고 거래 시 각 참가자들의 참여와 확인, 인증을 제공하면서 신뢰 구축이 필요한 사회의 다양한 분야에 근본적인 혁신을 가져오고 있다. 나아가 블록체인은 데이터의 주인인 정보주체가 본인의 정보에 대해 접근하고 통제하는 것이 점점 힘들어지는 최근의 기술환경 속에서 정보주체가 직접 본인에 대한 정보를 확인하고 검증하며, 통제할 수 있도록 실질적인 데이터 주권을 확보해줄 수 있는 기술 수단이 될 것으로 기대되고 있다.

본 고에서는 자기정보통제권 보장을 위한 해외 주요국의 법·정책 동향을 검토하고 데이터 주권 확보를 위한 블록체인 기술로서 블록체인 기반 자기주권신원 기술, 블록체인 기반 접근제어 기술, 블록체인 기반 프라이버시 보존형 신원관리 플랫폼의 개념과 기술 현황을 간략히 정리하였다. 블록체인은 데이터를 중앙 관리자가 아닌 데이터를 제공하는 주체들이 직접 관리하는 기술이기 때문에 관념상 데이터 주권 확보를 위한 다양한 모델 구현에 대한 시도가 가능하지만, 블록체인 속성상 삭제·파기가 힘든 문제, 정보보호책임자 지정 등 관리 책임 귀속의 어려움 등 현재의 개인정보보호법 체계와 상충되는 점이 많기 때문에 아직 해결해 나가야 할 숙제가 더 많다고 할 수 있다.

데이터 주권을 정보주체에게 돌려주기 위한 연구는 글로벌 데이터 기업의 데이터 독점과 정보의 권력화를 견제하고 데이터 민주주의를 실현해 나가기 위해 아주 중요하다. 블록체인 기술은 정보주체에게 자기정보통제권 확보를 위한 선택권을 최대한 보장해주고 사회 신뢰를 구축할 수 있는 기술로서 무한한 가능성을 가지고 있기 때문에 기술의 잠재력을 충분히 이끌어내어 4차 산업혁명 시대의 데이터 활용과 보호의 딜레마를 해결할 수 있는 해법이 될 수 있도록 아낌없는 연구와 투자를 지속할 필요가 있다.

[참고문헌]

- [1] Nick Couldry and Ulises Ali Mejias, "The costs of connection: how data is colonizing human life and appropriating it for capitalism," Stanford University Press, 2019.

- [2] European Commission, "European Data Economy," 2017.
- [3] 이제희, "4차 산업혁명 시대 개인정보자기결정권 보장을 위한 법적 논의", 「토지공법연구」 제80집, 한국토지공법학회, 2017, 1면.
- [4] EUR-Lex, "Regulation(EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC(General Data Protection Regulation)," OJ 2016/L 119/1, 2016.
- [5] A. Tobin and D. Reed, "The Inevitable Rise of Self-Sovereign Identity," The Sovrin Foundation, 2016.
- [6] C. Allen, "The path to self-sovereign identity," Christopher Allen, Blog, Berkeley, CA, USA, Tech. Rep., 2017.
- [7] Jorge Bernal Bernabe et al., "Privacy-Preserving Solutions for Blockchain: Review and Challenges," in IEEE Access, Vol.7, 2019, p.164913.
- [8] C. Lundkvist, R. Heck, J. Torstensson, Z. Mitton, and M. Sena., "Uport: A Platform for Self-Sovereign Identity," 2017.
- [9] Pelle Braendgaard, "What is a uPort identity?," Medium, 2017. 2. 28.
- [10] Damino Di Francesco Maesa et al., "Distributed Access Control Through Blockchain Technology," ERCIM News No.110: Blockchain Engineering, 2017. 7.
- [11] 김승현·김수형, "블록체인 기반 접근제어 기술 동향", 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석, 제34권 제4호, 2019, 122면.
- [12] A. Ouaddah et al., "FairAccess: A New Blockchain-Based Access Control Framework for the Internet of Things," Security Commun. Netw., Vol.9 No.18, 2016, pp.5943-5964.
- [13] G. Zyskind, O. Nathan, A. Pentland, "Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data," in IEEE Security Privacy Workshops, San jose, CA, USA, May 2015, pp.180-184.
- [14] N. Zhang et al., "PrivacyGuard: Enforcing Private Data Usage with Blockchain and Attested Execution," in Data Privacy Management, Cryptocurrencies and Blockchain Technology, Springer: New York, USA, 2018, pp.345-353.
- [15] Jorge Bernal Bernabe et al., "Privacy-Preserving Solutions for Blockchain: Review and Challenges," in IEEE Access, Vol.7, 2019, p.164932.

chapter 3-1

다중 안테나 기반 동일 자원을 활용한 정보 및 전력 동시 전송시스템 개발 기술



조동호 || 한국과학기술원 교수

I. 결과물 개요

개발목표시기	2021. 12. 31.	기술성숙도(TRL)	개발 전	개발 후
			TRL 3	TRL 4
결과물 형태	HW-Module, HW-System, SW-System, 기타(시제품)	검증방법	자체검증	
Keywords	무선 정보 전송, 무선 전력 전송, 빔포밍, 전송 효율, 사물회피			
외부기술요소	100% 개발기술, 상용보드/시스템 이용	권리성	특허, 논문, 설계도	

II. 기술의 개념 및 내용

1. 기술의 개념

➤ 무선 충전 패드를 사용하지 않고 안테나를 적용하여 충전하는 기술로, 충전기기는 다양

* 본 내용은 조동호 교수(☎ 042-350-3467)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

***정보통신기획평가원은 현재 개발 진행 및 완료 예정인 ICT R&D 성과 결과물을 과제 종료 이전에 공개하는 “ICT R&D 사업화를 위한 기술예고”를 2014년부터 실시하고 있는 바, 본 칼럼에서는 이를 통해 공개한 결과물의 기술이전, 사업화 등 기술 활용도 제고를 위해 매주 1~2건의 관련 기술을 소개함



[그림 1] RF 방식의 무선 전력 전송

한 위치에 두어도 충전이 가능하며, 전력뿐만 아니라 정보 전송도 동시에 가능

2. 기술의 상세내용 및 사업화 제약사항

➤ 기술의 상세내용

- 다중 안테나 활용 정보/전력 전송 안테나
- 10m 커버리지를 갖는 정보/전력 전송 RF 모듈
- IoT용 초소형 무선 정보/전력 수신부 안테나/RF 모듈
- 스마트 기기용 소형 무선 정보/전력 수신부 안테나/RF 모듈
- 사물 인지 및 회피 경로 기술
- In-band 정보/전력 동시 전송 프로토콜
- 정보/전력 전송 제어 송신 모듈
- IoT용 초소형 무선 정보/전력 수신부 제어 모듈
- 스마트 기기용 소형 무선 정보/전력 수신부 제어 모듈
- 정보 및 전력 전송 통합 PoC 시스템

➤ 기술이전 범위

- 원천기술 및 시제품 제작, 테스트베드

III. 국내외 기술 동향 및 경쟁력

1. 국내 기술 동향

- 2016년 한국과학기술원에서는 반 파장 거리 내에 두 개의 다이폴 안테나를 수직으로 배치하여 이중 편파를 송수신하는 배열 안테나를 개발하였으며, 64개의 입출력 포트를 갖는 배열 안테나를 이용하여 다수의 빔 자원을 생성하여 채널 용량의 증대를 달성
- 2015년 삼성은 27.925GHz에서 500MHz 대역폭을 갖는 세계 최초 빔포밍 mmWave 기술을 구현
- 2016년 한국전자통신연구원에서는 Switched Parasitic Array(SPA) 안테나를 사용하여 초소형 공간에 단일 액티브 안테나 및 단일 RF 체인만을 사용하여 빔포밍 성능을 얻을 수 있는 Compact MIMO 안테나 빔포밍 모듈을 구현

2. 해외기술 동향

- 2016년 미국의 Energous사는 Wi-Fi 주파수 대역(5.7~5.8GHz)을 사용하여 6m에서 1W 전송 가능한 중거리 'WattUp' 무선충전기술을 시연
- 2017년 중국 화웨이는 MWC에서 50Gbps 실현을 위한 Ultra Broadband 기술 64×64 /128×128 송수신 antenna 기술, adaptive UE specific beamforming 기술을 시연
- 2017년 미국 인텔은 Consumer Electronics Show(CES)에서 Multiple-Input Multiple-output(MIMO)과 beamforming technology를 28GHz 및 sub-6GHz 대역에서 지원 가능한 칩이 탑재된 시스템을 시연

3. 표준화 동향

- 본 기술/제품과 직접적으로 관련 있는 국내 표준화 현황
 - 5G 포럼은 2013년 창립되어 국내 업체와 학계 간 massive antenna를 포함한 기술의 표준화 선행 연구 활동을 진행 중
 - 삼성은 2013년 FD(Full Dimensional) MIMO 기술을 3GPP에 제시하고 표준 주도

를 위한 다양한 활동을 전개

- 한국정보통신기술협회(TTA)에서 무선전력전송 기술에 대한 표준화 활동을 수행하고 있으며 인체보호, EMC 평가방법, 이동단말 충전 표준 등의 표준화를 진행
 - 삼성전자, LG전자, 한림포스텍 등이 주도하여 2012년에 창립한 한국무선전력전송 포럼에서는 무선전력전송 표준화 관련 국내외 주파수 이용 현황 분석, 기술 분석 등을 수행하고 표준안을 도출하여 관련 기관에 제안하며, 제도개선 및 대정부 건의를 통해 무선전력전송 산업 활성화를 위해 활동 중이며, 2016년 무선전력전송 진흥 포럼으로 명칭을 변경
 - 2010년에 자기장통신융합포럼 산하에 무선에너지전송 기술위원회를 설립하고, 2011년에 산하에 모바일 충전과 응용 PG(PG709)를 설립하였으며, 다수 기기 무선전력전송을 위한 관리 인터페이스와 무선전력전송을 위한 in-band 통신 물리계층 및 매체접근제어계층 프로토콜을 단체표준으로 제정
 - TTA의 '무선전력전송 원스톱 종합지원센터'가 세계에서 2번째, 아시아에서 최초로 무선전력전송 민간국제표준인 WPC의 '상호호환성시험소'로 지정받았고 2013년 AirFuel 표준 인증 공인시험소로 지정되어 무선전력전송 분야의 양대 국제민간표준 인증 공인시험소 자격을 모두 보유
- 본 기술/제품과 직접적으로 관련 있는 국외 표준화 현황
- 3GPP는 2016년 기지국 안테나 수를 현재보다 더 늘리고, 기존의 수평 방향 2D MIMO/빔포밍을 수직 방향 빔포밍 및 FD MIMO(Full Dimensional 또는 3D MIMO/빔포밍)로 확장하여 LTE-Advanced 시스템의 성능을 개선하자는 제안을 승인
 - 3GPP는 수직 빔포밍과 FD-MIMO 기술을 평가하기 위한 3D 채널 모델과 평가 방법을 정의하는 SI를 먼저 진행하고 있으며, 이 작업이 완료된 후 수직 빔포밍과 FD-MIMO 기술에 대한 표준화가 진행될 예정
 - 2015년 11월 WPC에 공동으로 대응하기 위해 A4WP, PMA가 합병하여 AirFuel Alliance를 출범하였으며, 전송 최대 전력을 수신기 50W/송신기 70W까지 확대한 고출력 충전기의 출시를 공약
 - IEC는 2012년 Stage 0 Project로 무선전력전송 관련 PG를 설립하고 무선전력전송

- 기술 보고서를 작성했으며, 2013년 IEC TC100 산하에 무선전력전송 서브그룹 (TA15)을 설립하여, 무선전력전송 관리 프로토콜(IEC 62827-1,2,3)을 개발 중
- 2014년 ITU-R 전파관리기술연구반(SG1)은 무선전력전송 보고서 작성 후 2015년 주파수 공유 연구 결과 등을 추가하여 보고서를 개정하고 기술별 적합 주파수 대역 권고사항 개발을 진행 중
 - 2013년 CJK IMT WG 산하의 WPT-SIG에서 한·중·일 주파수 및 규제 현황 정보 등을 담은 무선전력전송 기술보고서 ver1.0을 개발 후에 CJK WPT WG을 설립하고 최신 현황을 업데이트하여 무선전력전송 기술보고서를 2차례 개정(2014년 ver 2.0, 2015년 ver 3.0)

4. 기술적 경쟁력

경쟁기술	본 기술의 우수성 및 차별성
정보 및 전력 동시 전송 안테나/RF 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 정보 및 전력 동시 전송 효율 극대화를 위한 집적 안테나 기술(세계 최초) - 정보 및 전력 동시 전송 효율 극대화를 위한 안테나 배열 구조 기술(세계 최초) - RF 신호의 자동 위상 검출 및 제어 기술(세계 최고) - 정보 및 전력 송수신을 동시 지원하는 RF transceiver 기술(세계 최고)
정보 및 전력 동시 전송 빔포밍/제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 다수의 안테나를 활용하여 채널 통계에 기반을 둔 빔포밍과 실시간 채널 특성을 반영한 정보 및 전력 전송을 동시에 지원하는 통신 프로토콜(세계 최고) - 채널 환경으로부터 수신 전력 이득을 획득하는 빔포밍 기술(세계 최고) - 정보 및 전력의 동시 최적화가 가능한 스케줄링 기술 - 동일 자원 활용 정보 및 전력 신호 간의 간섭 최소화 기술
정보 및 전력 동시 전송 PoC 통합 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 자유로운 위치와 방향으로 중거리에서의 정보 및 전력 동시 전송 가능한 시스템 기술 (세계 최초) - RF 무선 전력 전송 시 인체 안전성 보장 해결 시스템 기술(세계 최초)

IV. 국내외 시장 동향 및 전망

1. 국내 시장 동향 및 전망

- 무선전력전송/자기장 통신 분야의 국내 시장은 2015년에 1.3억 달러 수준에서 2020년에는 12.3억 달러로 연 평균 62.9% 급성장할 것으로 전망됨

2. 해외 시장 동향 및 전망

- 2014년에 판매된 전체 무선 충전 송/수신기는 5,500만 대 정도이며, 2024년에는 무선 충전 수신기만 20억 대 이상이 보급될 것으로 예상되고 있음
- 시장 규모도 2014년 1,500만 달러에서 2024년에는 150억 달러 규모에 달할 것으로 예상되고 있으며, 국내 시장은 전 세계 시장의 5%로 추정

3. 제품화 및 활용 분야

활용 분야(제품/서비스)	제품 및 활용 분야 세부내용
무선 충전	무선 정보 및 전력 동시 전송 기술을 이용하여 집안이나 건물 내 사물인터넷 기기의 정보 및 전력 전송에 활용 가능
스마트폰 무선 충전	실내 환경에서 스마트폰을 포함한 스마트 전자기기의 무선 충전 및 정보 전송 시스템에 활용 가능
5G 시스템	5세대 이동통신 시스템에 본 기술을 적용함으로써 Anywhere connectivity 확보와 모든 IoT 단말 및 스마트 기기 제품들의 정보 및 전력 전송에 활용 가능
무선 충전	기존 near-field 무선 충전 기술에서 벗어난 미래의 far-field 무선 충전 기술로 혁신적인 정보 전력 동시 전송 paradigm 제시 가능

V. 기대효과

1. 기술도입으로 인한 경제적 효과

- 기존 수십 cm 정도의 근거리 무선 충전 기술에서 벗어나 수~수십 m 중거리 무선 충전기술 개발로 혁신적인 무선 정보 및 전력 전송 패러다임을 제시

2. 기술사업화로 인한 파급효과

- 5세대 이동통신 시스템에 본 기술을 적용함으로써 Anywhere connectivity 확보와 모든 IoT 단말 및 스마트 기기 제품들의 무선 정보 및 전력 전송에 활용

chapter 3-2

버스 공공와이파이 제공을 위한 밀리미터파 Moving Network 기술



김일규 || 한국전자통신연구원 책임연구원

I. 결과물 개요

개발목표시기	2022. 12.	기술성숙도(TRL)	개발 후 TRL 6~7
결과물 형태	mmWave Moving Network 시스템 (기지국 및 차량용 단말)	검증방법	실 도로에서 버스를 이용한 실증
Keywords	mmWave, backhaul, Free Wi-Fi, eMBB, handover		
외부기술요소	100% 개발기술	권리성	특허, HW-IP, SW-IP, SW

II. 기술의 개념 및 내용

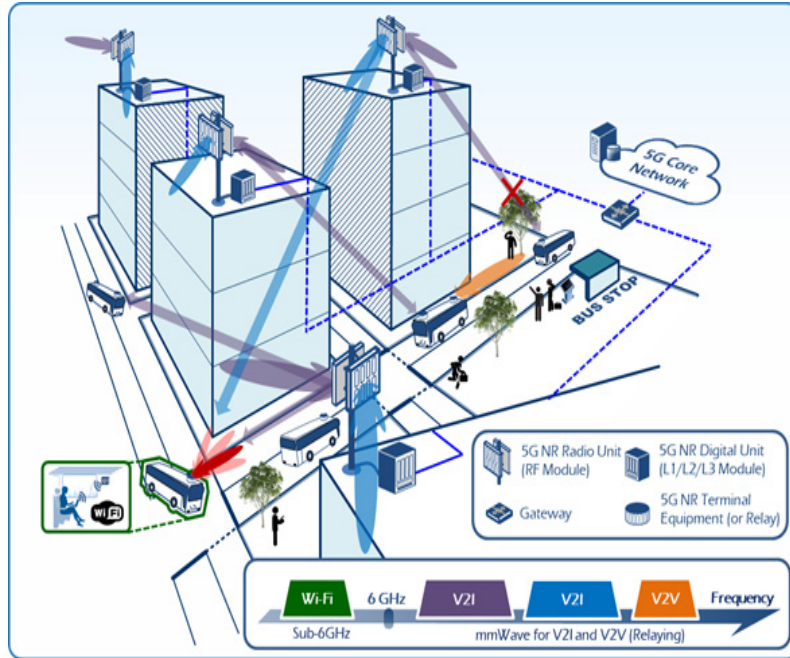
1. 기술의 개념

➤ 대도시 혼잡한 시내도로에서도 버스당 평균 1Gbps 공공와이파이 서비스 제공이 가능

* 본 내용은 김일규 책임연구원(☎ 042-860-5490)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

***정보통신기획평가원은 현재 개발 진행 및 완료 예정인 ICT R&D 성과 결과물을 과제 종료 이전에 공개하는 “ICT R&D 사업화를 위한 기술예고”를 2014년부터 실시하고 있는 바, 본 칼럼에서는 이를 통해 공개한 결과물의 기술이전, 사업화 등 기술 활용도 제고를 위해 매주 1~2건의 관련 기술을 소개함



[그림 1] 기술개념도

한 이동 네트워크(Moving Network) 시스템

- 과학기술정보통신부에서 4차 산업혁명을 위한 주파수 공급의 일환으로 2018년 1월 신규 할당된 초고주파 용도자유대역(22~23.6GHz)을 활용한 기지국과 차량 간 초고속 데이터 링크를 제공하는 이동무선백홀 시스템
- 차량(버스) 내부에서는 Giga급 와이파이 AP를 통해 탑승자에게 일반 스마트폰으로 초고속 와이파이 서비스 제공
- 도로변에 설치된 RU(Radio Unit) 당 다수의 버스에 대해 초고속 와이파이 서비스 지원(P2MP)
- 고속 핸드오버 기능을 제공하여 버스 승객에게 끊김 없는 초고속 인터넷 서비스 제공
- 시내버스 환경의 NLOS 극복을 위한 차량간(버스간) 멀티홉 Relaying 기능 지원
- 사용 주파수
 - ※ 차량 외부: 용도자유대역(22~23.6GHz) 주파수 활용
 - ※ 차량 내부: 와이파이 주파수(2.4GHz, 5GHz)

➤ End Product(TRL 6~7)

- 버스 공공와이파이 지원을 위한 MN 시스템(HW, SW)

➤ 주요 성능치

- 버스 이동환경에서 버스당 1Gbps 지원
- Latency: U-plane 4ms, C-plane 10ms 이내
- Handover Latency: 2ms 이내
- Relay 링크 용량: 1Gbps

2. 기술의 상세내용 및 사업화 제약사항

➤ 기술의 상세내용

- 밀리미터파 기반 점대다(Point-to-Multipoint) 이동무선백홀 기술
 - ※ 도로를 따라 설치될 기지국에서 다수의 버스를 지원하는 다중접속 기술
 - ※ 도로상의 다수의 버스를 지원하기 위한 대용량 네트워크 가상화 기술
 - ※ 차량 단말의 채널 환경과 서비스 요구조건에 최적화되며, 특히 차량 단말 간 자원할당 공정성을 고려한 자원할당/스케줄링 기술
 - ※ 점대다 통신환경에서 높은 신뢰성(Reliability) 및 효율적인 간섭제어를 위한 상향 링크 전력제어 기술
- 고속 빔 스위칭 Baseband/RF 및 안테나
 - ※ 하드웨어 추가 없이 고속 빔스위칭을 가능하게 하는 Baseband 및 RF 구조
 - ※ 40m 이상의 도로폭과 곡선도로를 효율적으로 커버하도록 차량 단말에서 제공할 수 있는 스위칭 빔 채널측정(Measurement) 알고리즘 기술
 - ※ 도로환경 및 차량(버스) 구조물에 최적화되며 용도자유대역(22~23.6GHz)을 사용하는 광대역 HW 플랫폼, RF/안테나
- 버스 이동경로에 최적화된 도로환경 고속 핸드오버 기술
 - ※ 도로환경에 최적화된 효율적인 핸드오버 알고리즘
 - ※ Zero Handover Interruption Time을 제공하는 Make-Before-Break 핸드오버 기술

- ※ Synchronous 기지국 구조를 활용한 단일연결(Single-Connectivity) 구조 기반의 단말 핸드오버 절차 기술
 - ※ 차량 단말의 스위칭 빔 구조와 결합한 효율적인 이웃(Approaching) 셀 탐색 알고리즘
 - ※ 핸드오버 시그널링 프로토콜 SW 개발
 - 고속 이동성(Fast Mobility) 지원 C-RAN 최적화 기술
 - 시내환경의 NLOS(non Line Of Sight) 극복을 위한 Relay 기술
 - ※ V2I 링크와 Relay 링크 호환성 제공 무선전송/무선접속 핵심 원천 기술
 - ※ 멀티홉 환경에서 인접한 Hop 간 주파수 효율을 최대로 늘리기 위한 효율적인 Duplexing 기술
 - ※ 멀티홉 환경에서 최적의 Mobility control을 위한 Relay 링크 동기채널 구조설계, Relay 링크 탐색 및 Synchronization 알고리즘
- ▶ 기술이전 범위
- 밀리미터파 기반 점대다(Point-to-Multipoint) 이동무선백홀 시스템 기술
 - ※ 백홀 기지국 및 차량 단말 모뎀 IP 및 관련 설계 문서
 - ※ 백홀 기지국 및 차량 단말 L2/L3 SW 및 관련 설계 문서
- ▶ 사업화 제약사항
- 본 과제에서는 모뎀의 경우 FPGA로 구현하여 Feild에서 feasibility를 검증하고, 향후 사업화를 위해서는 기술이전 업체에 의한 자체 ASIC화 필요

III. 국내외 기술 동향 및 경쟁력

1. 국내 기술 동향

- ▶ 현재 국내에서는 대부분의 지역에서 버스 와이파이 서비스는 제공되지 않고 있으며 일부지역에서 제공되는 버스 와이파이 서비스는 LTE/LTE-A 셀룰러 시스템의 일부를 버스 와이파이용 백홀로 사용하고 있음

- LTE/LTE-A 셀룰러 망을 일반 이동통신가입자와 버스 Wi-Fi용 백홀로 나누어서 사용하므로 Wi-Fi 서비스 용량 제한으로 인해 실제 버스에서는 서비스 품질이 좋지 않음

2. 해외 기술 동향

- ▶ 해외에서도 아직 버스에서 와이파이를 제공하는 경우는 흔치 않으며, 있다고 하더라도 국내에서와 같이 LTE/LTE-A 셀룰러 망을 백홀로 사용하므로 용량 제한이 있음

3. 표준화 동향

- ▶ 3GPP에서는 5G NR 표준화가 진행되고 있음
 - 5G NR은 6GHz 이하의 주파수 및 mmWave 주파수(국내의 경우 28GHz) 대역을 사용할 수 있도록 표준화가 진행 중이며, 6GHz 이하의 경우 전국망, mmWave의 경우 도심지 Hotspot 셀 혹은 실내 소형셀을 위한 액세스 링크를 위해 각각 사용할 것으로 전망

4. 기술의 경쟁력

경쟁기술	본 기술의 우수성 및 차별성
LTE 기반 백홀	본 기술은 22~23.6GHz(총 대역폭 1.6GHz)를 버스 공공와이파이를 위한 이동무선백홀로 사용하므로 버스 당 Gbps급의 대용량 전송이 가능함
5G NR	5G NR 중 6GHz 이하 대역은 본 기술에 비해 대역폭이 매우 작아서 버스당 1Gbps 백홀로 사용하기에는 역부족이며, 5G NR 중 mmWave 대역(국내의 경우 28GHz 대역)은 주로 도심지 hotspot 혹은 실내 소형셀을 위한 액세스 링크로 사용될 것으로 전망 반면, 본 기술은 상기 용도자유대역(22~23.6GHz)을 도로상의 이동무선백홀 전용으로 사용하여 버스 당 Gbps급의 대용량 전송이 가능함

IV. 국내외 시장 동향 및 전망

1. 국내 시장 동향 및 전망

- 현재 국내에서는 대부분의 지역에서 버스 와이파이 서비스는 제공되지 않고 있으며 일부지역에서 제공되는 버스 와이파이 서비스는 LTE/LTE-A 셀룰러 시스템의 일부를 버스 와이파이용 백홀로 사용하고 있는 상황이며, 향후 LTE/LTE-A 셀룰러 시스템 혹은 5G 셀룰러 시스템의 용량 일부를 백홀로 이용한 버스 와이파이 서비스가 점차 확대될 것으로 전망되고 있음

2. 해외 시장 동향 및 전망

- 해외에서도 대부분의 국가에서 버스 와이파이 서비스는 제공되지 않고 있으며 몇몇 국가의 일부 지역에서 LTE/LTE-A 셀룰러 시스템의 일부를 버스 와이파이용 백홀로 사용하고 있으며, 향후 외국에서도 LTE/LTE-A 셀룰러 시스템 혹은 5G 셀룰러 시스템의 용량 일부를 백홀로 이용한 버스 와이파이 서비스가 점차 확대될 것으로 전망되고 있음

3. 제품화 및 활용 가능 분야

활용 분야(제품/서비스)	제품 및 활용 분야 세부내용
버스 공공와이파이 서비스	버스당 1Gbps 지원하는 버스 공공와이파이 시스템
Enhanced C-ITS	전송용량이 매우 작은 기존의 C-ITS 대비 대용량 전송 가능한 Enhanced C-ITS

V. 기대효과

1. 기술도입으로 인한 경제적 효과

- 관련 중소/중견기업의 기술력 증대를 통한 국내 및 국외 사업화 지원 가능

- 밀리미터파 RF, 안테나, 모뎀 등의 5G 관련 부품 산업 활성화에 기여
- 시내버스, 고속버스 등 대중교통수단에서 무료 초고속 와이파이 서비스를 가능하게 함으로써 서민 통신비 절감


2. 기술사업화로 인한 파급효과

- 향후 버스 공공와이파이뿐만 아니라 화물차, C-ITS, 자율주행 등 미래 커넥티드카의 다양한 서비스를 위한 인프라로 활용 가능
- 밀리미터파 기반 대용량 V2X 시스템을 활용한 새로운 비즈니스 모델 창출에 기여

- 사업책임자: 문형돈(기술정책단장)
- 과제책임자: 이성용(융합정책팀장)
- 참여연구원: 이재환, 이효은, 권요안, 김용균, 박주혁, 김우진, 전영미(위촉)

주권기술동향

통권 1956호(2020-28)

발행년월일 : 2020년 7월 22일
발행소 :  정보통신기획평가원
편집인겸 발행인 : 석제범
등록번호 : 대전 다-01003
등록년월일 : 1985년 11월 4일
인쇄인 : (주)승일미디어그룹

 정보통신기획평가원

(34054) 대전광역시 유성구 유성대로 1548(화암동 58-4번지)
전화 : (042) 612-8296, 8210 팩스 : (042) 612-8209

 깨끗한 IITP, 신뢰받는 IITP

 정보통신기획평가원
<http://www.iitp.kr>



 부정비리 신고센터