

NIA-OECD 공동기획

사물인터넷 시장 발전 및 정책 동향

: 의료 및 운송 부문





NIA-OECD 공동기획
사물인터넷 시장 발전 및 정책 동향
: 의료 및 운송 부문

목차

서문	6
개요	10
요약문	13
제1장 정의, 요소 및 측정	18
제1절 사물인터넷의 진화	18
1. IoT 정의	18
제2절 IoT의 요소 및 가능 요인	20
1. IoT의 잠재력 활용: 빅 데이터, 데이터 분석 및 클라우드 컴퓨팅	21
제3절 IoT의 규모는 어느 정도인가? 측정 및 추정	24
제2장 기회 및 도전의 분석	28
제1절 IoT 가능성의 이해	28
1. 민간 부문의 이점	28
2. 공공 부문의 이점	31
제2절 해결되지 않은 문제: IoT의 위험 관리	36
1. 프라이버시 및 정보 보호	36
2. 보안 고려사항	40
3. 상호운용성 및 개방 표준	44
4. 주파수 고려사항	50
5. 경쟁 및 혁신: 록인 방지	54
6. 통신사 기반시설의 신뢰성 및 요구	55
7. 일자리의 미래	56
제3장 IoT를 위한 기술 발전	58
제1절 기술 발전	58
1. 연결성 요건 및 관련된 상충관계	58
2. IoT를 위한 통신 기술	59
3. 근거리 네트워크 및 홈 네트워크	60
4. 원거리 네트워크 및 모바일 네트워크	64
5. IPv6와 사물인터넷	66
제2절 시장 발전	67
1. 무선 프로비저닝 및 임베디드 SIM 규격	67
2. 이종 IoT 세계를 위한 다중 무선 장치	68
3. 기반시설 설치 전략	69
4. IoT 대응 모바일 네트워크 기술	69
5. 모바일 네트워크의 대체 솔루션: 기술의 확산	71
6. 의료용 MVNO 서비스가 미래의 추세인가?	72
7. 중국의 IoT 상용화: 규모의 문제	73

8. 애플 및 구글의 IoT 심층 참여	74
제3절 정책 및 규제 발전	76
1. IoT 사용 촉진을 위한 입법 변경	76
2. IoT 시장 성장을 촉진하기 위한 변호할당 정책 변경	77
3. E.212 이동 통신망 부호(MNC)의 지정 기준 완화	79
4. IoT를 위한 번호의 영토의 사용이 가지는 의미	81
5. 디지털 단일 시장을 위한 EU 통합 표준화 계획	82
6. IoT에 대한 전략적 접근: 한국의 스마트 국가 전략	83
7. 영국의 주파수 고려사항	84
제4장 의료 부문의 IoT 발전	86
제1절 경제적·사회적 기회	86
1. 회피 가능한 재입원의 감소	87
2. 예방 및 조기 발견	89
3. 웨어러블 기기와 생활 방식	89
제2절 상용화를 위한 주요 정책 과제	90
1. 데이터 보안 및 소유권	90
2. 하드웨어 보안 및 상호운용성	91
3. 변화 관리	91
4. 의료 특정적 표준 및 인증	92
제3절 시장발전	93
1. 스마트 헬스케어의 가파른 성장	93
2. 최초의 OneM2M 상호운용성 시험	93
3. 스마트폰, 의료 연구 및 상호운용 가능한 프레임워크의 중요성	94
4. IBM이 지원하는 대규모 의료 분석	95
5. IoT를 활용한 치매 환자 치료 개선 연구	95
6. 무선 송신 장치를 활용한 심장병 환자 치료 추적	96
제4절 정책 및 규제 발전	97
1. 전문가 및 전략적 고객 역할을 수행하는 정부	97
2. 개방형 데이터 프레임워크 마련 및 그 사용 촉진	98
제5장 운송 부문의 IoT 발전	99
제1절 경제적·사회적 기회	99
1. 자율주행 차량의 등장	100
2. 이동성 및 대중교통 서비스 개선	101
3. 드론 사용의 이점	102
제2절 상용화를 위한 주요 정책 과제	103
1. 전기차를 위한 에너지 공급 과제	104
2. 커넥티드 카의 안전성, 프라이버시 및 보안	105
3. 자율 주행과 법적 책임	106

제3절 시장 발전	107
1. 커넥티드카의 발전과 기술 동향	107
2. 자율주행 차량 기술의 동향 및 보험과 관련된 과제	107
3. 파리의 차량 웨어링 서비스	108
4. 테슬라, 구글, 애플과 자율주행 차량	111
5. 차량의 연결: 사안 요약	112
6. 독일 자동차 제조사들의 지도 사업 투자	113
7. 정부 차원의 드론 상용화	114
제4절 정책 및 규제 발전	114
1. 자율주행 차량과 스마트 시티: 미국의 혁신 전략	114
2. V2V 통신을 위한 주파수 할당	115
3. 드론 산업의 지오펜싱 기술 및 규제	116
4. 커넥티드 카 규제 및 자율주행 차량 관련 업데이트	117
결론	120
참고문헌	124
주석	127

표

표 1.	Kickstarter의 자전거용 도시 네비게이션 솔루션 선정	12
표 2.	IoT를 위한 몇 가지 대리 측정의 범위 및 제약	25
표 3.	통신 기술 요건 및 관련된 상충관계	58
표 4.	분산 및 이동성에 따른 M2M 애플리케이션 및 기술	59
표 5.	부문 특정적 MVNO의 주요한 차별 요인	73
표 6.	특정한 M2M 번호할당 정책이 있는 국가	78

그림

그림 1.	사물인터넷의 요소 및 가능 요인	20
그림 2.	M2M/임베디드 모바일 이동통신 가입자 수(단위: 백만)	26
그림 3.	주민 100명당 M2M/임베디드 모바일 이동통신 가입자 수	27
그림 4.	단편화된 사물인터넷 생태계	47
그림 5.	장치 유형에 따른 유럽의 인터넷 트래픽	56
그림 6.	IoT를 위한 주파수 요건의 고려를 위한 프레임워크	84
그림 7.	Velib 도킹 스테이션의 초기화 절차	109
그림 8.	도킹 스테이션 이용 가능 여부를 보여주는 Velib 스마트폰 애플리케이션	110

Box

Box 1.	환경, 공유 경제와 IoT	23
Box 2.	디지털 의료 피드백을 제공하는 삼킬 수 있는 센서	33
Box 3.	스마트 미터링과 스마트 그리드	34
Box 4.	EU 관점의 프라이버시 및 데이터 보호 과제	37
Box 5.	Privacy by Design: 전 세계적으로 인정되는 프라이버시 프레임워크	38
Box 6.	예방 수단으로 활용되는 독일의 인식제고 프로그램	40
Box 7.	산업용 인터넷 내 중요 기반시설 소프트웨어의 취약성	41
Box 8.	EU 전역의 네트워크 및 정보 보안 강화	43
Box 9.	이중 IoT 기술을 위한 이중 식별자	45
Box 10.	표준 사이의 상호운용성	46
Box 11.	다양한 IoT 표준 실행계획	49
Box 12.	비인가 주파수의 혼잡 및 서비스 품질에 관한 조사	52
Box 13.	IoT 성공 가능성에 긍정적인 영향을 미치는 무선 기술 발전	53

Foreword

The Internet of Things has transcended its initial exploratory phase and its increasing application in diverse areas is beginning to yield evidence of its ability to address challenges. A substantive part of its importance lies on the fact that the IoT is a phenomenon bridging the digital and the physical world. As a bridge technology, it is creating opportunities in economies and societies in ways not widely anticipated: tiny wireless temperature sensors for energy efficient buildings, miniaturised spectrometers creating a molecular encyclopaedia of materials, smartphones used to detect serious heart conditions, driverless vehicles tested on public roads in several countries and much more.

The adoption rate of IoT will differ according to areas. While some of the applications, such as wearable devices or connected vehicles will be visible and their benefits easily measurable in the coming years, adoption of automation and robotics in manufacturing and heavy industry, for instance, will be much more pervasive but behind the scenes. Privacy and consumer protection are areas in which industry and policy makers require further collaboration to ensure interoperability of frameworks for goods and services that will have a global market. Some key areas for future consideration are:

- Several areas of the IoT such as UAV flight regulation present the characteristics of markets with early-mover advantages. The first significant market to produce simple UAV flight regulation will attract chip-makers, who will sell compliant components to manufacturers. In turn, production of high volumes of UAVs will enable them to compete globally, imposing their regulatory conditions to other countries.
- Things with connectivity will be increasingly crossing borders and national regulators should be aware of the roaming implications for their public networks. Several working groups on standardisation bodies are currently discussing roaming topics, but more understanding into the effects of global value chains for connected objects is required (i.e. a connected car manufactured in China, assembled in Germany and used in the United States). There will also be a first mover advantage for countries that are making changes to support global solutions in areas such as numbering to make usage seamless across borders.

- As IoT things are connected to the physical world, there will be unforeseen challenges in the area of safety and consumer protection. Take, for instance, a connected boiler or bathtub, and the question is raised of what could be the effect of a malfunction in the IoT module.
- Policy makers should also research the effects of the IoT in current networks. Some IoT applications will have peculiar traffic patterns, such as a vast number of simultaneous sessions with very limited data exchange. This could place different demands on existing access infrastructure, which could compromise reliability.
- Policy makers should consider whether the IoT will generate new reliability requirements for existing or future networks. In the case of autonomous vehicles, for instance, does current regulation offer reliable networks or should roads used by autonomous cars have specific requirements when the application is mission-critical.

This document was prepared by the Secretariat of the OECD with contributions made by Gael Hernandez, Sam Paltridge, Sukham Sung, Jorge Infante and David Glance (University of Perth). The views expressed here may or may not reflect those of the OECD and its member countries.

서문

사물인터넷은 초기의 모색 단계를 넘어 다양한 분야에서 확대되는 과정에서 까지 다양한 문제 해결 방안을 제시하고 있다. 사물인터넷이 가지는 주요한 부분은 IoT가 디지털 세계와 물리적 세계를 연결하는 현상이라는 사실에 근거한다. 연결 기술로서, 사물인터넷은 예상하지 않았던 방식으로 경제와 사회에 기회를 창출하고 있다. 여기에는 에너지 효율적 빌딩을 위한 초소형 무선 온도 센서, 재료의 분자단위 분석을 제공하는 초소형 분광계, 중대한 심장 질환을 감지하는 데 사용되는 스마트폰, 몇몇 국가의 도로에서 시험된 자율 주행 차량 등이 포함된다.

IoT의 활성화의 속도는 지역별로 다를 것이다. 웨어러블 기기 또는 커넥티드 카와 같은 분야가 각광받고 있으며 이 혜택은 향후 쉽게 측정 가능할 것이다. 제조 및 중공업 분야의 자동화 및 로봇 기술 활성화는 훨씬 더 유행하겠지만 물밑에서 이뤄질 것이다. 프라이버시 및 소비자 보호는 산업·정책 입안자들이 글로벌 시장을 목표로 하는 상품 및 서비스를 위한 프레임워크들의 상호운용성을 보장하기 위해 추가로 협력해야 하는 사안들 중 하나이다. 향후 이를 위한 몇 가지 주요 영역은 다음과 같다.

- UAV 비행 규제와 같은 몇몇 IoT 영역은 얼리 무버에 이점이 있는 시장의 특성을 제공한다. 간단한 UAV 비행 규제의 마련을 필요로 하는 최초의 상당규모의 시장은 반도체 제조사들의 관심을 끌 것이며 이들은 제조업체들에게 규격을 준수하는 부품을 판매할 것이다. 다음으로, 대량의 UAV 생산은 이들이 다른 국가에 규제 조건을 부과하면서 전 세계적으로 경쟁할 수 있게 해준다.
- 연결성이 있는 사물은 점차 국경을 넘어서고 있으며 국가 규제기관은 로밍이 자국의 공중 통신망에 가지는 의미를 이해해야 한다. 몇몇 표준화 기구의 작업반이 현재 로밍 주제를 갖고 논의하고 있지만 전 세계적 가치 사슬이 연결된 사물에 미치는 영향에 대해 더 많은 이해가 필요하다(즉, 중국에서 제조되고 독일에서 조립되며 미국에서 사용되는 커넥티드 카의 경우). 또한, 국경을 넘어서는 매끄러운 사용을 위한 번호할당과 같은 영역에서 글로벌 솔루션을 지원하기 위한 변경을 진행 중인 국가들에게는 퍼스트 무버의 이점이 있을 것이다.
- IoT 사물은 물리적 세계에 연결되어 있기 때문에 안전 및 소비자 보호 영역에서 예기치 못한 상황이 발생할 것이다. 연결형 보일러 또는 욕조를 예로 들면 IoT 모듈 고장의 영향과 관련된 질문이 제기된다.

- 또한, 정책 입안자들은 현재 네트워크에 대한 IoT의 영향을 조사해야 한다. 일부 IoT 애플리케이션은 데이터 교환이 매우 제한적인 막대한 수치인 동시 세션과 같은 특정한 트래픽 패턴을 가질 것이다. 이것은 기존의 액세스 망에 다른 요구를 부과할 수 있으며 이로 인해 신뢰성이 약화될 수 있다.
- 정책 입안자는 IoT가 기존 또는 미래의 네트워크에 새로운 신뢰성 요건을 부과할 것인지 여부를 검토해야 한다. 예를 들면 자율주행 차량의 경우 현행 규제가 신뢰성 있는 네트워크를 제공하는가 아니면 애플리케이션이 필수적인 경우 자율주행 차량이 특정한 요건을 가져야 하는가?

이 문서는 OECD 사무국에서 작성했으며 Gael Hernandez, Sam Paltridge, Sukham Sung, Jorge Infante, David Glance(피스대학교)가 도움을 제공했다. 이 문서에 표명된 의견은 OECD 및 회원국들의 관점을 나타내거나 나타내지 않을 수 있다.

개요

정책 입안자 및 규제기관들은 고정망과 이동망의 융합 그리고 통신과 방송의 융합에 지대한 관심을 가져 왔다. 이제 이들은 사물인터넷(IoT)이 전혀 없는 규모의 ICT와 경제간 융합의 다음 단계를 나타낼 것임을 인식하고 있다. IoT라는 용어는 대부분의 장치 및 사물이 시간이 흐르면서 인터넷에 연결되는 것을 암시한다. 이 프로세스를 설명하는 데 사용되는 다른 용어로는 “만물인터넷“, “산업 인터넷“, “기계 간 통신(M2M)”이 있다. 인터넷에 연결된 센서 및 작동기가 사물에만 연결되는 것이 아니라 사람 및 동물의 건강, 위치 및 활동, 자연환경의 상태, 식품의 품질 등을 모니터링 할 것이기 때문에 “만물인터넷”이라는 용어가 가장 정확한 것으로 인정되고 있다.

사물인터넷은 산업 및 상업 프로세스, 소비자 및 홈서비스, 에너지, 운송 시스템, 의료, 정보, 엔터테인먼트 및 공공 서비스를 포함한 경제의 모든 측면 및 부문에 중대한 의미를 가진다. 프로세서 및 메모리가 있는 장치를 삽입하면 이러한 자원이 제한될 경우에도 어디서나 애플리케이션을 사용할 수 있다. 예를 들면, 도시 계획, 제조 및 환경 감시 분야에서는 애플리케이션을 통해 빌딩, 공장 및 자연 생태계에서 데이터를 수집할 수 있다. 최종 결과는 클라우드, 빅 데이터 및 기계 학습과 결합되어 자율형 기계 및 지능형 시스템을 구축한다.

IoT의 중요성에 관한 예측은 십년 전에 예상했던 것보다 느린, 무선 주파수 식별(RFID) 또는 근거리 자기장 통신(NFC)과 같은 기술의 활성화 속도에 부분적으로 근거한 회의적인 주장 또한 제기된다. RFID의 제한적인 사용은 주로 표준 부족, 보안 부족 및, RFID 리더와 태그의 비교적 높은 비용에 따른 것이다. 그러나 장치가 근접해 있을 때 통신을 제공하는 NFC 기능이 탑재된 스마트폰의 확산은 이러한 장애를 극복하는 데 도움이 될 수 있다. NFC에서 저에너지 블루투스(Bluetooth LE)에 이르는 스마트폰의 다양한 기능과 매우 짧은 기간 동안의 높은 진행률은 이제 IoT를 읽을 수 있고 IoT와 상호 작용할 수 있는 장치가 최초로 일정한 규모로 제공된다는 것을 의미한다.

스마트폰은 점차 IoT 애플리케이션을 위한 가시적인 허브가 되고 있다. IoT를 위한 한 가지 대표적인 구조는 하나 이상의 센서를 포함하는 기능 장치, 장치를 제어하는 스마트폰 애플리케이션 및 컴퓨팅 파워를 제공하는 클라우드 기반의 서비스로 구성된다. 도시 내비게이션과 같은 일부 영역에서는 전 세계의 기업가들이 제품 및 서비스를 개발할 수 있는 새로운 기회를 찾아내고 있다. 2016년 캐나다와 영국에서 도시 자전거 이용자를 위한 세 가지 이상의 내비게이션 장치(Smarthalo, Beeline, Haize)가 출시될 예정이다(표 1). 전체적으로, 이러한

장치들은 Kickstarter를 통해 수개월 만에 70만 달러 이상을 모았다. 세 제품 모두 비슷한 접근 방식(창조적 엔지니어링, 신속하고 진보적인 프로토타입 제작)을 사용하지만 이러한 문제를 해결하기 위한 IoT 접근 방식의 적합성을 입증하고 있다는 점은 우연의 일치가 아니다.

의료 및 운송 영역의 IoT 응용은 의료 서비스 개선 및 혼잡한 도시의 환경오염 감소와 같은 공공정책 과제를 해결할 수 있는 기회를 제공한다.

표 1. Kickstarter의 자전거용 도시 네비게이션 솔루션 선정

이름	설명	추가 정보	약속된 기금 (USD)
SmartHalo - Turn your bike into a smart-bike	SmartHalo는 가장 중요한 것-도로-에 집중하게 해주는 스마트 바이킹 시스템이다.	https://www.kickstarter.com/projects/1106460188/smarthalo-turn-your-bike-into-a-smart-bike/description	400,000
BeeLine -smart navigation for bicycles, made simple	BeeLine은 자전거 이용자들이 자신의 여정을 통제하도록 설계된 뒷부분이 벗겨진 네비게이션 장치다.	https://www.kickstarter.com/projects/1411369083/beeline-smart-navigation-for-bicycles-made-simple	225,000
HAIZE - minimalist urban bike navigation	HAIZE는 여정을 안내한다. 이 장치는 더 단순하고 안전한 주행을 가능하게 해주며 길을 따라 탐색할 수 있는 자유를 제공한다.	https://www.kickstarter.com/projects/onomo/haize-a-compass-reinvented-navigation-for-urban-cy	95,000

출처: OECD, Kickstarter 자료에 근거함

이 보고서는 연결형 장치의 응용 사례를 제시함으로써 민간 부문 및 공공 기관의 IoT 응용 노력에 초점을 맞춘다. 동시에, 규제 업데이트를 강조하고 이들이 활성화 프로세스에 미칠 수 있는 영향을 분석한다.

요약문

□ 정의, 요소 및 측정

- 인터넷에 연결된 사물의 개념은 새로운 것이 아니지만 IoT가 정말로 무엇인가에 대한 인식이 변화하는 중이며 IoT에 대한 정의 또한 점차 진화 중인 상태
 - IoT가 개인의 능동적 개입 여부와 상관없이 인터넷을 통해 변경될 수 있는 모든 장치 및 객체를 포함한 의미로 확대
 - 클라우드 컴퓨팅, 빅 데이터 분석, 기계간 통신, 센서 및 작동기 등의 필수 요소 인정
- IoT의 진화는 빅 데이터, 클라우드, M2M 통신 및 센서와 같은 ICT 발전의 네 가지 주된 추세에 의해 뒷받침
 - 각 요소의 기초를 이루고 IP 네트워크의 기반구조는 IoT가 구축되는 투명한 요소
 - IoT는 빅 데이터, 데이터 분석 및 클라우드 컴퓨팅과 결합하여 잠재력을 훨씬 높일 수 있음

□ 기회 및 도전의 분석

- IoT는 의료, 제조, 농업, 자동차 등 사회 전반적인 분야에 사회적·경제적 이점 제공
 - 민간 부문에서는 고객들에게 맞춤형 솔루션을 제공할 수 있으며 실제 기능이 동적으로 조정될 수 있도록 제작
 - 공공 부문에서는 공공재들이 보다 효율적으로 관리하여 공공 서비스를 제공
- IoT 활성화를 위해서는 강력한 장벽으로 작용하는 문제에 대하여 공통 프레임워크 구축을 통한 조정이 필요
 - IoT 애플리케이션 및 서비스 제공자는 데이터 사용 및 프라이버시와 관련하여 정보 보호를 위해 투명한 접근 방식 제공
 - IoT의 보안 범위는 장치부터 서비스 및 애플리케이션 등 초광역적인 범위이므로 기업, 정부, 개인에 대한 철저한 보안 조치 필요
 - 무선 연결 솔루션, 소프트웨어 플랫폼 및 애플리케이션 등 수많은 경쟁 표준들을 초래했으며, 경제 및 사회를 위한 IoT 활성화의 경제적 이익을 약화시킬 수 있는 상호운용성 문제 야기
 - 비인가 주파수와 인가 주파수를 고려하여 효율적인 주파수 공유 기술 필요

□ IoT를 위한 기술 발전

- IoT 기술 발전을 위해서는 모든 기술 요건들에 대한 상충관계가 존재함
 - 이러한 상충관계가 모든 프로젝트 수준에서 프로젝트의 성공 가능성에 영향을 준다는 점을 분명히 인식해야 함
 - 사물인터넷은 장치 및 센서와의 연결 기능에 의존하기 때문에 지리적 분산 및 장치가 지원하는 지리적 이동성에 따라 유형이 구분됨
 - 근거리 네트워크는 무선 주파수 식별(RFID), 근거리 자기장 통신(NFC), Zigbee, 6LowPan, 블루투스, Wi-Fi와 같은 기술이 전 세계적 무선 표준으로 개발되었음
 - 원거리 네트워크는 지리적으로 분산되어 있는 경우에 용이하며 2G, 3G, 4G 통신망을 주로 활용
 - IPv6와 IoT는 상호 의존적인 관계로서 IoT는 IPv6가 단독으로 제공할 수 있는 확장된 프로토콜 주소 공간을 필요로 하며 IPv6는 프로토콜의 폭넓은 배치와 관련된 추가 비용에 대한 실질적 근거 제공

- IoT 시장에서도 관련 기술 개발을 통해 발전이 이루어짐
 - 사업자 록인은 대형 IoT 참여자들에게 주된 장애물이었지만 무선 프로비저닝 및 삽입 SIM 규격을 통해 보다 유연한 IoT 시장을 지원
 - 무선 장치 및 센서는 여러 가지 연결 표준을 가지며 어떤 기술이 우세할 것인지는 불분명하기 때문에 여러 가지 기술이 공존될 것이라고 예측
 - 이로 인해 여러 규격을 지원하는 복수 무선 장치 설계를 하여 기업들은 장비에 보다 안심하고 투자하며 제조업체의 경우 단가를 줄일 수 있는 규모의 경제를 활용함
 - 통신 프로젝트에서 기반시설 배치 및 운용과 관련된 비용은 사업에 큰 영향을 미치게 됨
 - 신규 시장 참여자들의 경우 투자를 줄이고자 하며 규제기관은 전통적으로 기반시설 공유 관행을 선호하며 네트워크의 일부 구성 요소에 대한 접속을 규제
 - IoT 대응 모바일 네트워크 기술로는 LTE Cat-0 및 LTE-M 등 4G LTE 기술의 진화 버전이 존재하며 향후 차세대 모바일 기술인 5G는 IoT 기술 요건(속도, 소비 전력, 장치 지원, 기대 수명 등)을 지원하도록 설계될 것으로 전망
 - 모바일 네트워크에 대한 잠재적 록인 및 커버리지 달성의 어려움으로 인해 대규모 IoT 공급업체 및 사용자들은 대안적인 네트워킹 옵션을 검토해왔으며 이러한 발전은 큰 커버리지를 가지는 넓게 분산된 지역에서의 통신에 대한 많은 사용자 측의 필요성을 강조

- IoT와 관련하여 미국, 영국, 일본, 중국, 한국 등 수많은 국가의 전략적 접근을 통해 정책 및 규제와 관련한 발전이 이루어지고 있는 상황임

- 유럽 지침 및 국가 법규의 스마트 미터의 사용을 의무화, ECC/CEPT 검토 안을 반영한 번호할당 정책 변경 등 IoT 사용 촉진을 위한 정책이 변경되고 있는 상황
- EU 집행위는 디지털 단일 시장(DSM)에 중요한 것으로 간주되는 기술 및 영역에 초점을 맞춰 표준화를 위한 핵심 우선과제를 식별 및 정의하기 위해 통합된 표준화 계획을 시작하는 디지털 단일 시장(DSM) 전략을 제안

□ 의료 부문의 IoT 발전

- IoT를 활용하여 환자 중심적 의료 서비스 생태계를 구축함으로써 현재의 치료 패러다임에서 예방으로 전환
 - 생명 징후와 혈당 수치와 같은 기타의 필요 정보를 모니터링할 수 있는 연결형 장치, 커넥티드홈, 처방약 모니터링을 통해 환자 퇴원 후 회피 가능한 재입원율을 감소시킴
 - 혈압, 심박동수, 혈당치와 같은 환자의 생명 징후를 실시간 모니터링을 통해 예방 및 조기 진단을 용이하게 함
 - 의료 서비스 IoT에서 최대의 잠재력을 지닌 웨어러블 기기는 개선된 생활 방식을 강화하여 일반 대중의 활동을 촉진
- IoT 솔루션을 의료 서비스 관행에 통합할 수 있는 기회가 식별되더라도 IoT 활성화를 위해서는 필요한 정책 과제들이 존재
 - IoT를 통해 수집되는 데이터는 환자 기밀 유지 규칙이 적용되어야 하며 환자 이력은 암호화되어야 함
 - 의료 서비스 제공자들은 IoT 기능 장치 제조업체들과 긴밀히 협력하여 필요한 보안 기능이 구축되어 있는지 확인해야 하며, 정보를 안전하게 유지하기 위해 환자들에게 관련 정보를 제공하고 장치에 최신 보안 업데이트를 설치해야 함
 - IoT를 활용한 의료 서비스는 의료 서비스 전문가가 새 시스템에 대한 연구와 조언을 제공할 수 있는 교육이 준비되어야 하며 구체적인 논의를 통해 보다 정교하게 애플리케이션이 개발되어야 함
 - 의료 특정적 표준 및 인증이 대부분의 공중 안전 및 장치 작동을 보장하는 것에 준수하지만 IoT 혁신에 장애물로 작용할 수 있음
- 이처럼 의료 부문에서의 IoT 활용을 위해 시장, 정책 및 규제 발전이 활발히 진행되고 있음
 - 스마트 헬스케어는 2013년 608억 달러의 시장 규모를 기록했으며 이러한 스마트 헬스케어 산업의 주요 성장 동력은 의료기기 가격하락, 3D프린팅 확대, 스마트폰 보급 확대 등 기기측면의 동인과 원격의료 기술, 스마트홈 허브 도입 등 서비스 측면의 요인들이 작용되었음
 - 2015년 9월 IoT 부문의 주요 조직 및 회사 30곳이 자사 장비들 상호간에 OneM2M

- 표준 테스트가 성공적인 결과를 창출하여 연결형 진료 기술의 폭넓은 확장에 기여
- 의료 전문가들은 스마트폰을 사용해 동의를 얻어 질병을 보다 용이하게 연구할 수 있는 소프트웨어 프레임워크를 개발 중인 상태
- IBM의 경우 대규모 의료 분석을 통해 생산 및 소비의 대량 모델에서 보다 개별적이고 맞춤형 접근방식으로의 의료 서비스를 제공할 수 있는 방안 발표
- 정부는 세금 인센티브, 보조금을 통하거나 ‘전문가 및 전략적 고객’ 역할을 수행함으로써 IoT 산업 발전을 위한 기금제공에 역할 수행
- 개방형 데이터 프레임워크를 마련하여 그 사용을 촉진하고 데이터를 공유할 수 있도록 함

□ 운송 부문의 IoT 발전

- 자동차 산업의 변화는 진행 중이며 더 많은 기능을 가진 새로운 유형의 자동차를 제조할 수 있는 경제적·사회적 기회가 점차 확대되어 가고 있음
 - 자율주행 차량은 전 세계적으로 경제적 절감액이 5조 6천억 달러, 미국만으로 1조 3천억 달러로 추정될 만큼 소비자, 기업 및 경제에 상당한 이점을 제공할 것으로 예상
 - 실시간으로 도로 위 모든 차량의 정확한 위치 및 속도를 측정하는 센서를 사용해 보다 정교한 교통 관리로 이동성 및 대중교통 서비스를 개선 할 수 있음
 - 드론은 수년 간 군대에서 사용되어 왔지만 점진적으로 농업, 안전 등 민간 부문까지 확장되는 상황
- 운송 부문의 IoT 가능 솔루션 상용화는 자동차 산업의 열띤 경쟁으로 인해 다른 부문들보다 빠르게 발전하고 있으며 상용화를 위해서는 여전히 풀어야할 과제들이 존재
 - 전기차 도입을 위해서는 주차장에는 충전소가 설치되어야 하며 이 충전소는 빌딩 메커니즘을 지원할 수 있어야 함
 - 전기차 사용은 전력망에 막대한 부담을 지울 수 있기 때문에 에너지 공급에 대한 구체적인 대책이 필요
 - 지능형 교통 시스템(ITS) 분야를 활용한 커넥티드 카의 발전은 협력적 인지를 위해 차량이 그 위치가 포함된 메시지를 지속적으로 알려야하며 이러한 메시지는 누구나 수신할 수 있기 때문에 위치 개인정보를 위협함
 - 자율 주행에 관련한 책임은 IoT가 확대됨에 따라 보다 정교한 부문별 접근 방식이 필요하며, 여전히 책임의 문제가 논란의 여지가 많은 상황
- 운송 부문의 IoT에 많은 관심이 있는 만큼 시장, 정책 및 규제 발전이 빠르게 진행되고 있는 상황임
 - 커넥티드카는 지속적으로 발전하고 있으며 스마트폰(앱실행단말, 테더링 도구),

음성컨트롤(클라우드기반 음악재생 및 전화, 문자 연결), 인포테인먼트(엔터테인먼트, 정보앱), 차량 간 통신(V2V), 자체모니터링 진단, 차량-인프라간 통신(V2I) 등의 서비스 제공되고 있음

- 자동비상제동(AEB), 차선 이탈 경고 시스템, 액티브 크루즈 컨트롤, 자동 주차 등 새로운 시스템들이 자동차 모델에 상당한 수준의 자율성을 추구하고 있음
- 커넥티드 카는 차량 기술을 통해 실시간으로 다른 차량 및 도로변에 설치된 기반시설과 통신할 수 있으며 이를 통해 혼잡, 사고, 사기 감소 및 연비를 개선함
- 기술은 반자율주행 차량에서 완전 자율주행 무인차로 발전하고 있기 때문에 보험업계에 새로운 기회와 도전을 제시할 것으로 전망 됨
- 미국은 자율주행 차량, 커넥티드 카, 자동주행 차량을 위한 성능 및 안전 기준을 개발하고 이러한 기술을 도심, 고속도로 및 상업 환경에서 종합적으로 테스트하기 위한 자율주행 차량 기술 연구 및 투자를 적극적으로 진행함
- 또한 스마트 시티 분야에서는 시민 리더, 데이터 과학자, 기술 전문가 및 기업들의 활발한 공동체가 데이터의 수집, 취합, 사용을 개선함으로써 주민들의 삶을 개선하기 위한 기반구조를 이루는 공동체를 구축하기 위해 힘쓰는 등 혁신적인 전략을 취하고 있음
- 운송 부문 IoT 관계기관들은 미래의 자율주행 차량 혁신을 활용 및 보장하기 위해 차량을 보다 안전하게 만들 수 있는 잠재력을 가진 차량 대 차량(V2V)을 위한 다른 주파수 대역을 검토하는 중임
- 드론 기술 분야의 한 선도기업이 실시간으로 드론 사용자에게 규정에 따라 비행이 제한되거나 안전 문제가 제기될 수 있는 위치에 관한 최신 정보를 제공하는 지오펜싱 시스템을 소개하며 드론의 안전 또는 보안의 문제와 관련한 제한 사항이 마련 됨
- 여러 자동차 회사들이 자율주행을 가능하게 하는 기술에 손을 대고 있지만 운전자 없이 완전하게 작동하는 차량은 아직 연구 단계에 있기 때문에 커넥티드 카 규제 및 자율주행 차량 관련 업데이트가 진행되어야 함

제1장 정의, 요소 및 측정

제1절 사물인터넷의 진화

IoT는 계속 진화하고 있기 때문에 IoT의 정의는 간단한 문제가 아니다. 따라서 인터넷에 연결된 사물의 개념은 새로운 것이 아니지만 사회의 통합 정도는 IoT가 정말로 무엇인가에 대한 우리의 인식을 변화시키고 있다. 예를 들면, 기술적 관점에서 IoT는 RFID 및 기계간 통신(M2M)과 같은 기계들 사이의 무선 통신이라는 이전의 개념과 연관된다. 그러나 새로운 기회를 만들어 낸 클라우드 컴퓨팅 및 빅 데이터와 같은 ICT 산업의 몇 가지 중요한 추세로 인해 새로운 용어가 발생되었다. 또한, 전자적인 것뿐만 아니라 “웨어러블 기기“ 분야에서의 센서 및 작동기 발전은 새로운 용어의 사용에 결정적 영향을 미쳤다.

M2M 통신에 관한 이전의 OECD 보고서는 이 용어가 주로 RFID를 수반하는 애플리케이션과 연관되었다는 점을 발견했다(OECD, 2012a). RFID는 이른바 태그-전자계와 접촉 시 데이터를 전송하는 안테나가 딸린 작은 칩-를 사용한다. 이들은 배터리와 같은 전원에 액세스할 때 전송을 수행하는 액티브 장치와 반대로 패시브 통신 장치로 알려져 있다. “M2M“이라는 용어는 다음을 위해 사용되었다.

유무선 네트워크를 사용하여 능동적으로 통신하고 전통적인 의미의 컴퓨터가 아닌 어떠한 형태로든 인터넷을 사용하는 장치인 M2M 통신은 스마트 미터, 시티 및 조명의 한 가지 요소에 불과하다. 이러한 유형의 애플리케이션이 “스마트화“되는 것은 클라우드 서비스, 원격 작동 및 상호작용의 로직과 결합될 때다. RFID는 M2M 통신 및 클라우드 서비스와 함께 사용된다면 보다 스마트한 환경의 또 다른 요소가 될 수 있다(OECD, 2012a).

그러나 2011년 이후 “M2M“이라는 용어는 얼마간 중요성을 상실했으며 인터넷에 “사물“이 연결되는 광범위한 발전에서 “IoT“라는 용어가 우위를 차지했다. IoT를 사용하는 것은 클라우드 컴퓨팅, 빅 데이터 분석, 기계간 통신과 함께, 최종적으로 센서 및 작동기와 같은 다른 필수 요소가 있다는 것을 인정하는 것이다.

1. IoT 정의

가장 순수한 정의에서의 IoT는 인터넷을 통해 통신할 수 있는 객체들로 제한될 것이다. 그러나 이 정의는 많은 단점이 있다. 이 정의는 사물로 제한되고 영향을 고려하지 않으며 새롭게 등장하는 특성을 고려하지 않는다. 우선, 정의상, 인터넷에

직접 연결된 모든 것은 사물이어야 한다. 사람은 사물의 중개를 통하지 않고 인터넷을 통해 통신할 수 없다. 따라서 모든 인터넷 연결이 사물 사이에 일어나기 때문에 사물의 인터넷은 부적절한 용어가 될 것이다. 그러나 많은 정의가 스마트폰, 태블릿 및 기타의 컴퓨터와 같이 사람에게 의해 조작되거나 제어되는 장치를 명시적으로 제외한다. 예를 들면, 스마트폰 앱과 통신하는 세탁기는, 이 정의에 따르면, 사람이 조작하기 때문에 IoT의 일부로 간주되지 않는다. 이것은 실제적인 의미를 가질 수 있다. 예를 들면, 브라질에서는 장치 모니터링, 측정 및 제어를 위한 사람의 개입 없이 통신이 발생할 경우 장치 간의 M2M 통신이 특정한 과세로부터 면제된다.¹ 스마트폰과 태블릿이 IoT의 많은 부분을 위한 주 작동 장치 역할을 수행한다는 점을 고려할 때 이 정의는 너무 협소한 것일 수 있다. 예를 들면, 스포츠용 심박동수 측정기 및 만보기와 같은 건강 모니터링 장치는 작동을 위한 플랫폼으로 스마트폰이 필요할 수 있기 때문에 이 정의의 범위를 벗어날 수 있다.²

그 영향을 고려할 경우 IoT를 정의하는 것은 훨씬 더 힘든 일이 된다. 예를 들어, 자동차가 주차장에 주차되어 있는지 여부를 확인하기 위해 센서를 사용할 수 있지만, 온보드 주차 카메라 및 센서가 장착된 오늘날의 차량은 옆으로 주행하기만 해도 비어 있는 주차 공간의 위치 및 크기를 결정할 수 있다. 이 정보는 도로에 내장된 센서 없이 도시 주차장에 대한 실시간 개관을 제공할 수 있다. 사용자들에게 주차장은 인터넷과 연결된 것처럼 보인다. 그러나 어떠한 공간이 사물로 정의될 수 있는가?

복수의 센서가 차량과 같은 시스템에 통합될 경우 인터넷에 연결된 사물의 정확한 숫자를 명시하는 것은 어려울 수 있다. 어떤 계산은 센서 및 작동기를 개별 사물로 간주한다. 그러나 차량에는 30~200개의 다른 센서가 포함될 수 있다. 이 차량은 사물로 간주되어야 하는가 아니면 개별 센서들로 간주되어야 하는가? 게다가, 다양한 센서 및 작동기를 조합하여 새로운 특징들이 개발된다. 다시 말해, 센서는 시간에 따라 목적이 변경되거나 기능이 확장될 수 있다. 스마트 서모스탯은 조명 스위치 또는 보안 경보 요소로 작동하도록 목적이 변경되거나 확장될 수 있는 동작 센서이다. 주택 소유자는 도난 경보를 구매하지 않았을 수 있지만 센서, 작동기 및 홈 클라우드에 있는 소프트웨어의 조합은 경보 시스템을 구성할 수 있다.

정의의 다른 요소 - 언제 어떤 것이 인터넷의 일부가 되는가 - 역시 똑같이 어렵다. 일부 정의에 따르면, 인터넷에 연결된 사물은 IP 통신에서 작동할 수 있어야 한다. 이것은 장치와 인터넷 사이의 중개자 역할을 수행하는 게이트웨이를 통해서만 인터넷에 연결할 수 있는 RFID 태그, 블루투스 가능 장치 및 연결형 전구와 같은 장치를 제외할 것이다. 이 보고서에서는 이러한 장치를 IoT의 일부로

간주한다. 따라서 전구가 IP 프로토콜을 지원하지 않지만 인터넷에 연결된 게이트웨이를 통해 주소가 지정될 수 있으면 인터넷에 연결된 것으로 간주된다. RFID 태그, 피트니스용 모니터링 장치 또는 연결형 신발도 마찬가지다.

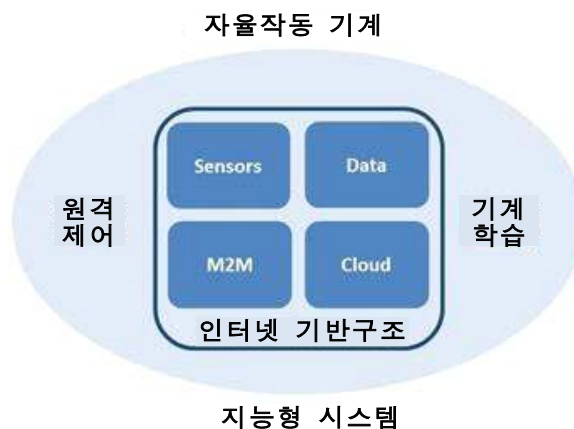
이 문서에서 IoT는 그 상태가 개인의 능동적 개입이 있든 없든 인터넷을 통해 변경될 수 있는 모든 장치 및 객체를 포함한 광의의 의미로 정의된다. 여기에는 흔히 “전통적 인터넷“의 일부로 간주되는 랩톱 컴퓨터, 라우터, 서버, 태블릿 및 스마트폰이 포함된다. 그러나 이러한 장치는 IoT 장치의 작동, 상태 판독 및 분석에 필수적이며 자주 시스템의 “심장과 두뇌“를 구성한다. 따라서 이들을 제외하는 것은 옳바르지 않을 것이며 기술의 변화는 IoT에 정보를 제공할 수 있는 사물의 잠재적 범위를 급속히 확대하고 있다.³

제2절 IoT의 요소 및 가능 요인

IoT의 진화는 빅데이터, 클라우드, M2M 통신 및 센서와 같은 ICT 발전의 네 가지 주된 추세에 의해 뒷받침되고 있다(그림 1). 각 요소의 기초를 이루고 IP 네트워크의 전 세계적 상호 운용성을 촉진하는 인터넷 기반구조는 IoT가 구축되는 투명한 요소다.

클라우드 컴퓨팅과 빅데이터 분석의 조합은 새로운 차원의 인공지능으로 작동하는 기계학습 애플리케이션의 발전의 기반이 된다. 이 조합은 기계학습 및 원격제어를 더욱 발전시킨다. 후자는 아직 사람의 개입이 필요하지만 기계는 모든 주요한 작동 기능을 관리하고 있으며 사람의 개입은 특정한 작업으로 제한된다. 원격제어 되는 기계 및 시스템이 기계학습과 결합될 경우 궁극적으로, 특히 로봇 기계의, 자율작동 기계 및 지능형 시스템을 초래할 것이다.

그림 1. 사물인터넷의 요소 및 가능 요인



이전의 OECD 보고서에서는 “녹색 성장“에 대한 센서 및 작동기의 기여를 분석한 바 있다(OECD, 2010: 227-256). 이 보고서는 센서가 복수의 물리적 특성을 측정할 수 있고 센서에 전자 센서, 바이오센서 및 화학 센서가 포함될 수 있다고 언급했다. 이러한 센서는 “물리적 세계와 컴퓨터와 같은 전자 장치 세계 사이의 인터페이스“로 간주될 수 있다(Wilson, 2008). 역으로, 작동기는 전기 신호를 물리적 현상으로 변환하는 방식으로 작동한다. 예를 들어 속도계 및 서모스탯을 위한 디스플레이(그 데이터가 센서에 의해 측정됨)와 기계 동작을 제어하는 디스플레이가 있다.

차량 엔진과 같은 초기의 센서 및 작동기 시스템은 데이터를 측정, 처리하고, 그에 따라 작업을 수행하거나, 폐기했다. 오늘날, 생성되는 데이터가 점차 다른 기계 및 중앙 컴퓨터로 전달되며 추가적인 상관 및 분석을 위해 저장된다. 데이터는 다양한 수단-유무선, 장단 거리, 고저 출력, 고저 대역폭-을 통해 전달될 수 있다. 두 가지 OECD 보고서, 기계간 통신: 수십억 개 장치의 연결(2012a) 및 스마트 네트워크를 위한 빌딩 블록(2013a) 은 이러한 옵션을 다양하게 논의한다.

중앙 처리 장치에 의해 제어되는 센서들 사이의 통신은 기계가 그 주변 환경을 더 잘 인식하게 했으며 점점 더 많은 기능을 실행하는 새로운 작동기의 발전을 촉진했다. 그 결과, 원격 작동은 이전에 불가능했던 방식이 가능하게 되었으며 기계가 대부분의 작업을 담당하고 사람의 개입을 최소화 했다. 예를 들면, 광업의 경우 원격 작업자 1인이 복수의 광석 운반기를 관리할 수 있다.

1. IoT의 잠재력 활용: 빅 데이터, 데이터 분석 및 클라우드 컴퓨팅

대용량의 데이터 흐름을 수집, 정리, 연결 및 분석하려면 필요한 데이터 처리 작업의 규모 및 복잡성을 처리할 수 있는 강력하고 새로운 분석 기술 및 데이터 공유 모델이 필요하다. 새로운 기술의 가용성 및 이러한 작업 조직의 연관된 변화는 흔히 “빅 데이터“라는 용어 아래에서 논의되는 데이터 주도적 또는 데이터 중심적 사회경제 모델을 향한 변화를 촉발한다. 이러한 데이터 주도적 세계에서, 데이터는 혁신, 새로운 산업 및 애플리케이션, 경쟁 우위를 위한 중요 자원을 구성하는 핵심 자산이다. 컴퓨팅 파워 및 데이터 스토리지를 비롯한 분석 비용의 급속한 감소와, 브로드밴드의 지속적 확장이 이러한 데이터에 대한 접근을 가능하게 했다. 예를 들어 스토리지 비용은 데이터를 무한정은 아니라도 오랫동안 보관할 수 있는 수준까지 감소했다.

빅데이터는 특히 대량 병렬 처리(MPP)가 선호되는 솔루션에 적합하다. 데이터는 작은 단위로 분할되어 처리되며 다양한 결과가 나중에 조합된다. 이것은 더 빠른 프로세서 및 메모리가 필요한 속도 향상을 제공하는 전통적 컴퓨팅과 다르다. MPP를 지원하는 시스템은 기본적으로 공통 네트워크에 연결되는 다수의 서버 및 이 서버들을 처리 및 저장을 위한 공통 범위로 간주하는 소프트웨어이다. 클라우드 컴퓨팅은 “낮은 관리 비용으로 유연하고 탄력적으로 필요할 때 접근할 수 있는 일련의 컴퓨팅 자원에 기반한 컴퓨팅 서비스를 위한 서비스 모델”로 정의된다(OECD, 2013b).

센서, M2M 통신 및 클라우드 컴퓨팅은 방대한 데이터를 생성하며 그에 대한 통계적 분석은 과학, 기업 및 소비자에게 막대한 가치를 제공한다. 그러나 빅데이터, M2M 및 클라우드 컴퓨팅은 기계학습이다. 이전에 초기 컴퓨팅 시대의 실패한 꿈으로 간주되었던 인공지능이 통계분석의 활용을 통해 부활했다. 이것은 사전 모델 대신에 이전의 경험에 근거한 확률 분포와 함께 “기계 학습”이라는 용어로 더 잘 설명되는 새로운 도구들을 사용한다.⁴

기계학습 및 차량과 같은 원격제어형 기계의 조합은 제어하는 사람 없이 작동할 수 있는 자율작동 기계 및 지능형 시스템을 초래할 수 있다. 대신에, 기계는 내부적으로 또는 다른 곳에 있는 컴퓨터를 통해 원격으로 제어된다. 이들이 그 일부를 구성하는 기계 및 지능형 시스템은 빅 데이터 분석, 클라우드 컴퓨팅, M2M 통신, 센서 및 작동기를 활용해 작동 및 학습을 수행한다.

Box 1. 환경, 공유 경제와 IoT

내 자전거를 타인에게 빌려줄 수 있게 해주는 연결형 자전거 잠금 장치인 AirDonkey 스마트 락과 키트는 자전거를 임대 자전거로 바꾸주며 소유자는 돈을 벌고 다른 사람들은 자전거를 활용할 수 있다. 이것은 Kickstarter 프로젝트를 통해 거의 4만 달러를 모금한 코펜하겐 소재 자전거 광들의 집단인 Donkey Republic의 가치 제안이다.

AirDonkey 시스템은 온라인 플랫폼, 스마트 락 키트 및 스마트 락에 있는 지리 위치 모듈을 통해 AirDonkey 자전거를 찾기 위한 스마트폰 애플리케이션을 사용한다. AirDonkey 사용자는 자전거를 예약할 수 있고 스마트폰을 통해 잠금을 해제할 수 있다. 같은 방식으로 목적지에 도착했을 때 자전거를 잠금 후 앱을 통해 여행비용을 지불할 수 있다.

AirDonkey 뒤에 있는 회사 DonkeyRepublic이 임대료의 20%를 가져가며 고객 지원, 마케팅 및 시스템의 지속적 개선을 제공한다. 이들의 계산에 따르면 상태가 좋은 Donkey의 경우 1년에 100일의 임대일을 기대하는 것은 현실적이다. 이것은 잠금장치 및 수리를 포함한 자전거 관련 비용을 감당할 수 있다.

이 사업의 창업자들은 도시에서 자동차보다 자전거를 더 많이 사용하게 만들어 환경과 시민들에게 혜택(배기가스 및 대기오염 감소, 신체 활동 증가를 통한 생활 방식 개선, 지역 경제 활성화 및 안전 제고)을 제공하는 것이 목표라고 말했다.

출처: OECD, <https://airdonkey.com>에 근거함

IoT의 많은 부분이 도시에 집중되어 있으며 많은 IoT 애플리케이션이 도시 생활, 도시 기반시설 및 서비스 과정, 계획 및 관리에 유용하다. 예를 들어 지능형 교통 시스템 또는 스마트 홈 및 그리드는 도시에 거주하는 사람들이 시간, 에너지 및 금전을 절감하도록 해줄 것이다(Box 1 참조). 해당 도시는 더욱 영리하게 계획 및 투자하고 운송, 에너지, 폐기물 및 수도 시스템을 더 효율적으로 관리하는 데 활용될 수 있는 점증하는 데이터에 접근하게 될 것이다. 또한, 도시들은 여태까지 대부분 고립적으로 수행되었던 분야에서 연결된 사물, 기계, 시스템 사이의 상호작용을 촉진하고 그로부터 이익을 얻게 될 것이다.

예를 들어, 자원 재활용 촉진 및 각 시스템의 여분 용량 및 낭비 제거를 위해 수도, 에너지, 운송 및 폐기물 시스템을 연결함으로써 시너지 효과를 달성할 수 있다. 그러나 도시를 변화시키려면 IoT의 잠재력을 최적화하기 위한 장치, 기계, 시스템 사이의 상호운용성이 필수적일 것이며 부문 간에 기술, 표준, 프로토콜 및 규칙이 통일되어야 할 것이다.

제3절 IoT의 규모는 어느 정도인가? 측정 및 추정

IoT의 규모에 대한 예측은 다양하게 수행되어 왔다. 가장 널리 인용되는 것 중 하나는 2020년까지 500억 개의 장치가 연결될 것이라는 2010년도 에릭슨의 예측이다. 그전에는, 2009년에 인텔이 50억 개의 장치가 이미 인터넷에 연결되었다고 추정했으며 이 숫자가 2015년까지 150억 대로 증가할 것이라고 예측했다(GigaOm, 2014). 시스코의 비주얼 네트워크 지수 2014 역시, 2018년에 대한 것이지만, 150억 개의 장치가 연결된다고 예측했으며 2013년에는 시스코 인터넷 사업 부문에서 2020년까지 500억 개의 사물이 연결된다고 추정했다.⁵ 현실이 선전에 도전하고 있기는 하지만 다양한 부문의 IoT 상용화에 대한 추정치는 보다 낙관적인 예측치에 미치지 못하고 있다.

이러한 수치는 지나친 것으로 판단할 수 있으며 시기 역시 수년 늦을 수 있다. 그러나 OECD가 장치 대수에 대한 기초 계산을 평가한 결과 타당해 보였다. 주된 결정 요인은 고정·이동 브로드밴드 배치 및 장치 비용 감소다.

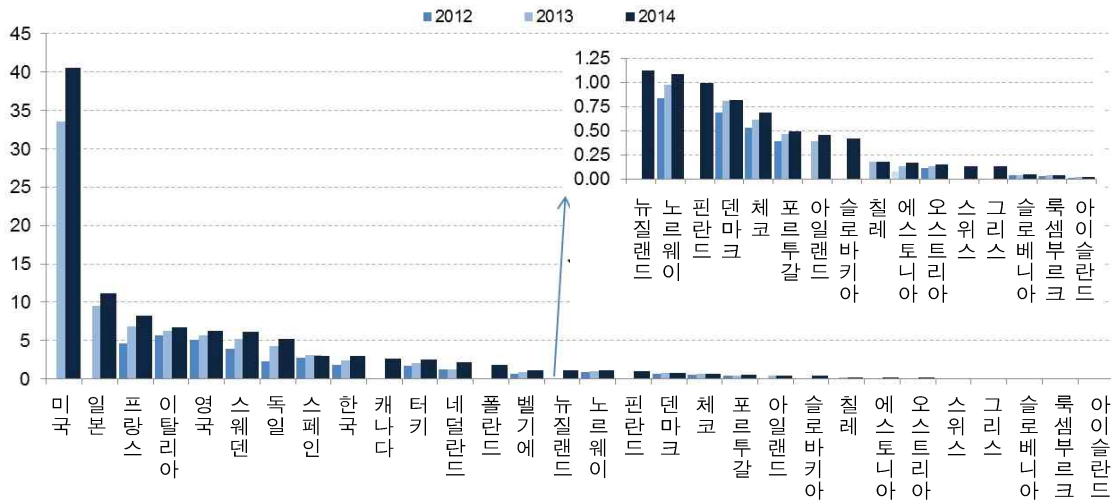
정부 및 규제기관은 자국의 IoT 규모 및 상용화율을 추정하기 위한 도구 및 방법을 설계해 왔다. 광의의 IoT 정의와 작동 및 연결성에 대한 기술적 대안들로 인해 적절한 지표를 도출하기가 매우 어렵다. 그러나 그 범위 및 제약을 인정할 경우 몇 가지 대리 측정을 식별할 수 있다(표 2).

표 2. IoT를 위한 몇 가지 대리 측정의 범위 및 제약

대리 측정	추정	범위	제약
가구당 IoT 장치	2022년까지 140억 대	OECD 가구 자료에 근거한 사람들의 주거 내 IoT 사용 규모 계산	OECD 국가 및 주거 사용만 다루며 농업, 산업, 기업과 같은 다른 부문의 장치, 기계 및 기타 사물은 평가하지 않음.
M2M SIM 카드 및 M2M 이동통신 가입자 수	1억 7백만의 M2M 사용 숫자	국가 규제기관이 제공한 자료에 근거한 모바일 네트워크상의 M2M 통신 장치에 할당된 SIM 카드 및 전화번호 숫자	장치가 한 국가에서 등록된 후 다른 국가에서 사용될 수 있음. 전 세계적인 측정치로서만 유용함.
IP 주소 공간 내의 활성 객체	3억 6천 3백만 개의 연결된 객체	IP 주소들에 대하여 인터넷에 연결되는 장치의 유형 조사(이 작업을 위해 Shodan과 같은 회사의 자료를 사용할 수 있음)	요청 시 모든 장치가 자신을 식별해 주는 것은 아님. NAT 뒤에 있는 장치. IPv6 장치. 장치 분류 부족.
전 세계적으로 출하된 통신 칩 개수	10억 대의 무선 장치(랩톱 컴퓨터, 태블릿, 스마트폰 제외)	출하된 블루투스, 이더넷, IEEE 802.15.4, Wi-Fi 및 2G/3G/4G 칩 개수.	방법이 투명하지 않으며 장치 당 복수의 칩셋으로 인해 데이터 수집이 복잡함.

OECD 전체적으로, 규제기관들은 2013년에 8천 3백만 개 이상의 M2M 번호가 사용 중이라고 보고했다. 당시에 21개국의 데이터가 제공되지 않았기 때문에 모든 국가가 포함된 것은 아니었다. 2014년, M2M/임베디드 모바일 이동통신 가입자 숫자는 1억 7백만에 달해 전년 대비 26% 증가했다(그림 2). 오스트레일리아와 헝가리에 대해서만 데이터를 확보할 수 없었다. 전년 대비 21% 증가와 비교하여 26%의 지속적 성장률은 IoT 산업의 긍정적 전망을 나타낸다. 그러나 소비자 가입을 통해 연결하는 알려지지 않은 숫자의 사용자들이 M2M 사용자와 구별되지 않기 때문에 이 데이터가 모두 모바일 네트워크를 통해 연결되는 M2M 장치를 나타내는 것은 아니라는 점을 기억하는 것이 중요하다. 같은 방식으로, IoT 장치는 M2M SIM 카드 외의 다른 기술을 사용해 인터넷에 연결할 수 있다.

그림 2. M2M/임베디드 모바일 이동통신 가입자 수(단위: 백만)



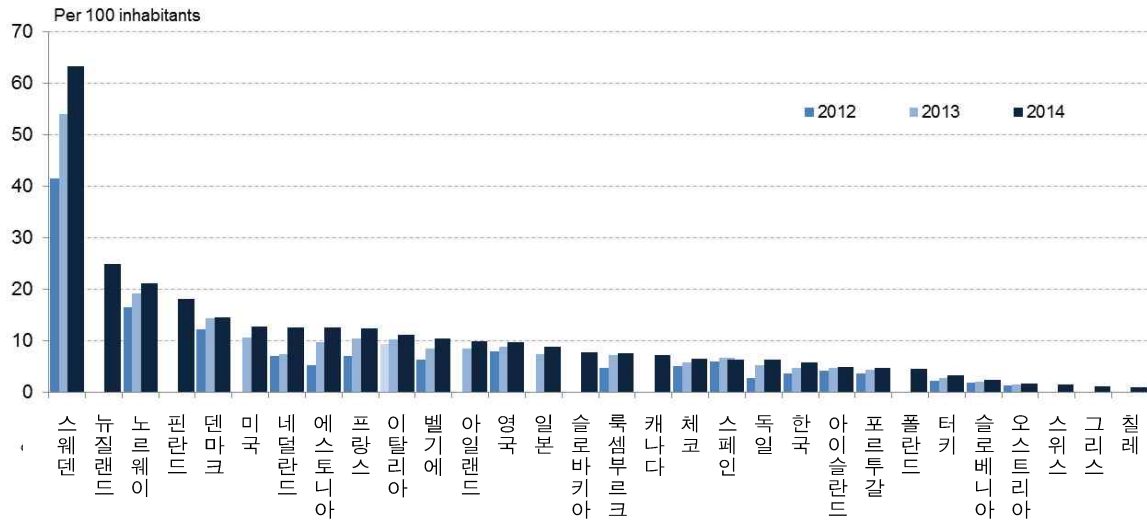
출처: OECD 자료

미국은 2013년 측정치에서 21% 증가한 4천만 개의 M2M 가입자로 절대 숫자에서 앞서고 있다. 예를 들면 미국의 AT&T는 2014년 2분기에 자사 이동통신망을 통해 130만 대의 장치가 연결되고 있으며 이 중 50만 대가 차량이었다고 밝혔다. 2015년 3분기까지 이 회사는 신규 이동전화보다 더 많은 차량을 SIM 카드에 연결하고 있었다.

일본이 1천 1백만 가입자로 뒤따르고 있고 프랑스가 825만 가입자로 3위를 차지하며 이 두 국가는 OECD 평균과 비슷한 성장률 수치를 나타낸다. 네덜란드는 125만에서 212만으로 70%라는 급격한 증가를 나타내고 있다. 이 범위의 반대쪽을 보면 칠레, 덴마크, 스페인은 가입자 숫자에서 거의 제로에 가까운 성장률 또는 상대적 감소를 나타냈다. 미국 앞에는 2013년에 5천만의 모바일 M2M 가입자를 나타낸 중국이 위치하고 있다.

상대적 관점에서 수치를 검토할 경우 이야기가 완전히 달라진다. 스웨덴은 일인당 연결된 장치 숫자에 근거할 경우 63.32로 계속해서 선두를 차지하고 있다. 2013년에 자료를 제출하지 않은 뉴질랜드가 주민 100명당 25개의 가입자로 2위를 차지하고 있다. 노르웨이는 21개의 가입자로 3위, 다음으로 역시 처음으로 이 통계에 합류한 핀란드가 18개의 가입자로 4위를 차지하고 있다(그림 3).

그림 3. 주민 100명당 M2M/임베디드 모바일 이동통신 가입자 수



출처: OECD 자료

다양한 측정값이 상당히 다른 결과를 제공할 수 있다는 점을 강조하는 것이 중요하다. 한국의 경우, IP 주소 공간을 조사하면 총 1천 8백만 개의 장치가 확인된다(OECD, 2015). 미래창조과학부가 최근 발표한 분석에 따르면 한국은 2015년 9월까지 408만 개의 사물인터넷 가입자에 도달할 것이라고 한다. 그러나 한국 규제기관에 따르면 국가 간 비교를 가능하게 하는 OECD가 사용하는 정의인 M2M SIM 카드 숫자는 2014년 12월까지 294만 대였다.

웨어러블 기기, 특히 스마트 워치는 한국의 IoT 숫자를 확대하고 있다. 미래창조과학부에 따르면 2015년 1월과 9월 사이에 웨어러블 기기 숫자는 77,500대에서 294,000대로 증가했다. 408만 대의 IoT 장치는 스마트 그리드 및 원격 모니터링 솔루션(170만), 모바일 결제 및 기타(130만), 위치 기반 텔레매틱스 서비스(734,000), 웨어러블 기기 가입자(294,000)로 구분할 수 있다.

IoT 규모 추정은 진행 중인 작업이며 지표는 앞으로 진화할 것이다. 위에서 본 대로 분명한 제약이 있지만 M2M SIM 카드의 활용은 유효한 근사치를 제공한다. OECD는 국가 간 비교를 가능하게 하는 장기적 측정 가능 데이터를 허용할 수 있는 통일된 정의를 위해 적극적으로 노력하고 있다.

제2장 기회 및 도전의 분석

제1절 IoT 가능성의 이해

IoT가 민간·공공 부문에 제시하는 사회적·경제적 이점은 막대하다. 최근 연구에서, 맥킨지 글로벌 연구소는 IoT가 의료, 제조, 광업과 같은 주요 관련 산업의 운영비용 측면에서 36조 달러 상당의 경제적 가치를 제공할 수 있는 기술이라고 밝혔다.

시스코 예측에 따르면 유럽만으로도 IoT 구현의 경제적 가치는 6조 3천억 달러이며 이 중 민간 부문이 4조 3천억 달러를 차지한다. 비교 자료로, 공공 부문의 추정치는 2조 1천억 달러다. 이러한 추정은 60건 이상의 사례 연구에 근거하여 입증한 것이지만 항상 신중하게 고려해야 한다.⁶

1. 민간 부문의 이점

IoT 기술은 IoT 서비스가 보고하는 보다 상세한 데이터 덕분에 기업들이 고객의 자사 제품 사용 방식을 더 잘 평가할 수 있는 민감한 비즈니스 모델을 지원한다. 그 다음, 기업들은 고객들에게 맞춤형 솔루션을 제공할 수 있으며 공급업체와 고객 사이의 계약은 서비스의 실제 기능이 기업의 주된 초점이 되도록 동적으로 조정될 수 있다. 이러한 변화가 수십 년간 지속적이었지만 IoT 기술은 이 프로세스를 촉진할 수 있다.

IoT 접근 방식은 기업들이 자사 계약을 모니터링할 수 있는 새로운 방법을 제공함으로써 초기 구매 비용에서 총 소유 비용으로 초점을 변화시킨다. 이를 통해 품질, 유연성, 유지관리, 교육비용과 같은 총 소유 비용 요인이 모두 표현된다. 통신 기반시설 및 서비스와 같은 일부 부문의 경우 이것은 장비 작동을 책임지는 제조업체를 넘어선다. 에릭슨, 화웨이, 노키아와 같은 회사들은 현재 제조업체라기보다 서비스 제공업체에 더 가까우며 복수 이동통신 사업자의 장비를 관리하고 있다. 그 결과 새로운 비즈니스 모델은 보다 유연해질 수 있다. 값비싼 장비를 구매하는 대신에 필요 시 임대할 수 있다. 이것은 작은 기업들이 높은 자본 지출로 인해 이전에는 접근할 수 없었던 시장에 진입할 수 있게 해준다. 동시에, 비용이 보다 투명해짐으로써 마진을 줄이고 규모 확대에 따라 어떤 시장에서 활동하는 기업들의 숫자를 제한할 수 있다.

또한, IoT 접근 방식을 활용하면 기업들이 이러한 방식이 자사의 비즈니스 모델에 미치는 영향을 추적할 수 있다. GE는 향후 20년간 전 세계 GDP에 대한 10-15조 달러의 기여를 추정했으며 “산업 인터넷“이라는 용어를 사용한다.⁷ 기계에 예방적 유지보수가 가능한 다양한 센서를 설치하는 방향으로 움직이면서, 기업들은 프로세스를 스마트하고 보다 효율적으로 개선하고 있다. 이러한 효과는 눈에 떨 정도로 큰 규모일 필요는 없다. 예를 들어 항공 산업의 1% 효율 증가는 상업 항공사들에게 전 세계적으로 매년 20억 달러의 비용을 절감해 준다.⁸

보다폰 연구에 따르면 산업 전반의 평균 비용 절감은 18%이며 거의 10%의 M2M 사용자들이 비용을 25% 이상 절감했다.⁹ 또한, IoT 활성화는 프로세스 및 생산성, 고객 서비스, 의사결정의 속도 및 민첩성, 경쟁 우위, 혁신, 모든 시장의 일관된 제공, 지속 가능성, 원가의 투명성/예측 가능성, 매출, 신규 시장의 성과와 같은 분야에서 개선을 제공할 것이다.¹⁰

GSMA는 IoT 이익을 2조 달러로 평가했으며 이 중 1조 달러는 스마트 미터의 사용과 같은 비용 절감으로 인한 것이며(2022년까지 11억 대의 장치가 사용된다는 추정에 근거함¹¹) 나머지 1조 달러는 만성질환자의 원격 모니터링과 같은 개선된 서비스로부터 나올 수 있다고 평가했다.¹²

제조

제조 및 기타 부문에서는 자율작동 기계 및 지능형 시스템이 IoT 도약을 통해 촉진될 경우 이른바 “차세대 생산 혁명“(NPR)이 다가올 수 있다. 세 가지 주요 추세-글로벌 가치 사슬(GVC)의 확산, 소프트웨어, 데이터, 지적재산권, 기업별 기술 및 조직 자본과 같은 지식 기반 자본(KBC)의 중요성 증가 및 주류화, 디지털 경제의 부상-가 NPR을 예고하는 것으로 확인되었다(OECD, Forthcoming). 이것은 전 세계적으로 제품 및 서비스가 생산되는 방식의 큰 변화 가능성을 암시하며 다양한 와해성 기술이 생산성 향상, 녹색 제조, 전 세계적 도전에 대처하는 데 도움을 줄 수 있는 새로운 상품, 서비스 및 비즈니스 모델의 가능성을 뒷받침한다.

이미 제조업은 사람이 수동으로 조작하는 방식에서 점차 로봇화되고 있다. 오늘날, 제조업은 로봇 의존성을 주로 자동차 제조와 같이 잘 정의되고 세심하게 프로그래밍된 분야로 제한하고 있지만 보다 유연한 재프로그래밍 가능한 로봇이 제작될 수 있다면 소비자 가전으로 확대될 수 있다. 120만 명 이상을 고용하며 애플 제품의 조립업체로 잘 알려진 다국적 전자 제조업체인 Hon Hai Precision Industry는 향후 수년간 현장에 백만 대 이상의 로봇을 배치할 계획이라고 밝혔다.¹³

창고 설계 및 운영을 위한 IoT 활용과 관련하여 제품 보관 및 유통 분야에서도 상당한 변화가 진행되고 있다. 오늘날의 창고는 작업자가 어떤 선반으로 가서 어떤 물품을 선택할 것인지 지시하기 위해 바코드와 같은 디지털 기술을 사용한다. 또 다른 창고들은 작업자가 제품을 올려놓을 컨베이어 벨트를 사용하며 이러한 직원들은 컴퓨터로부터 자신이 수행할 업무를 지시받는다. 예를 들어, 아마존의 창고에서는, 이제 직원은 움직이지 않고 선반의 위치가 변하는 작은 자동 주행 로봇에 의해 선반이 운반된다. 시스템이 작동할 수 있기 전에 창고 내 모든 제품의 위치 및 가장 효율적인 경로를 모델링해야 하지만 상품의 위치가 연속적으로 최적화되기 때문에 가장 인기 있는 제품이 가장 짧은 거리를 이동해야 하는 선반에 위치하게 된다.

아직 모든 작업이 대체된 것은 아니지만 최적화된 창고에서는 더 적은 숫자의 작업자가 동일한 양의 주문을 처리할 수 있다. 예를 들어, Baxter 연구 로봇은 연구자들이 다양한 로봇 애플리케이션을 맞춤화할 수 있도록 해주는 오픈 소스 플랫폼으로 로봇 혁신을 주도하고 있다.¹⁴ 가까운 미래에는, 유지보수, 품질관리, 로봇 교육 및 생산 프로세스의 다른 많은 측면을 위해 여전히 사람이 필요할 것이다. 제조 분야의 로봇 발전과 결합될 경우 이러한 현실이 언젠가는 설계에서 배송까지 완전히 자동화된 생산 프로세스로 나타날 수 있다. 그러나 이러한 기술적으로 실현 가능한 시나리오가 경제적 관점에서 볼 때는 최적이거나 가장 그럴듯한 접근 방식이 아닐 수 있다. 또한, 로봇이 반복 작업 수행과 같은 육체노동을 대체할 수 있는 분야를 고려하는 것이 중요하다.

농업

자율작동 기계 및 빅 데이터 사용이 훨씬 더 많이 진행되고 있는 한 가지 분야는 농업이다. 수많은 사례가 존재한다. 로봇은 이미 광학 인식에 근거해 작물을 선별하고 상추를 수확하며 썩은 사과를 골라내고 있다. 스스로 조종하며 최소한의 조작자 개입만 필요한 트랙터가 들판에 분무를 수행하고 있다. 이전 연도의 수확 자료에 근거한 알고리즘으로 살충제 및 비료의 분무를 변화시킨다. 콤팩트는 반자율적으로 작동하거나 리드 하베스터와 함께 작동할 수 있다. 센서가 장착된 기계는 작업 과정을 독립적으로 개선하고 작업 과정 도중에 인터넷 플랫폼에 실시간 데이터를 제공할 수 있다. 수확 과정에 관련된 모든 장치가 네트워크로 연결될 경우 이들은 자신들 사이에 데이터를 교환하고 현재의 수확 프로세스를 조정할 수 있다.¹⁵ 오늘날의 세계에서는, 심지어 소마저 스스로 우유를搾다.¹⁶ 로봇이 외양간을 치우고 낭비되지 않도록 먹을 풀을 소에게 제공한다.¹⁷ 로봇형 트랙터는 먼 미래의 이야기가 아니다. 로봇과 IoT 기술은 분명히 구분되지만 대규모의 분산된 지능형 시스템에서 클라우드에 연결된 자율작동 로봇이 IoT 센서

또는 작동기로 간주될 수 있다는 점에서 둘은 중첩되는 부분이 있다.

자동차

자동차 산업은 초기의 기계적 프로세스에 더 많은 자동화 및 제어를 제공하는 소프트웨어 요소들의 도입을 통해 IoT와 가장 많은 관련성이 있는 부문 중 하나이다. 대표적인 예로, 높은 수준의 자동화된 커넥티드 카의 개발이다. 모건스탠리는 발전된 연결 기술에 근거한 차량이, 반자율작동 또는 완전 자율작동의 형태로, 5조 6천억 달러 이상의 전 세계적 비용 절감을 제공할 수 있다고 전망했다.¹⁸

최근의 연구들에 따르면 자동화되고 연결된 주행이 향후 20년간 전 세계 자동차 시장을 극적으로 변화시킬 것이라고 했다. 현재는 수천만 대의 차량만 인터넷에 연결되어 있다고 하지만 가까운 장래에 수억대가 될 것으로 예측된다.¹⁹ 한편, 프라이스워터하우스쿠퍼스에서 시스코에 이르는 기업들은 자동화/자율작동 차량의 시장 및 시장점유율이 향후 수십 년간 급격히 증가할 것으로 예측한다(예: 시스코의 경우 2020년의 0.1%에서 2040년에는 35% 이상으로 증가할 것으로 전망).²⁰

2. 공공 부문의 이점

공공 기관들은 도로 및 공공장소, 비상 서비스, 안전 및 보안을 수행 및 유지하기 위해 필요한 다양한 역할, 절차 및 기반시설을 보유하고 있다. 많은 국가에서, 이들은 직간접적으로 의료, 에너지 공급, 대중교통, 쓰레기 수거 및 하수 관리와 연계된다. 이러한 역할은 IoT를 통해 보다 효율화될 수 있으며 공공기관들은 IoT가 자신들의 목표를 더 잘 달성하는 데 어떠한 도움을 줄 수 있는지를 적극적으로 연구해야 한다.

의료 서비스의 IoT 활성화

오늘날 의료 시스템은 대부분 급성환자 치료보다 만성질환을 치료하고 있다. ‘노령화 및 동반 질환의 도전에 대처하는 의료 개혁’이라는 간행물의 소개 부분에서는 다음과 같이 언급하고 있다.

“1961년 OECD가 창설되었을 때 의료 시스템은 급성환자 치료를 제공하는 데 맞춰져 있었다. 환자를 병원에서 치료한 다음 퇴원시켰다. 의료 교육은 병원에 초점이 맞춰져 있었다. 혁신은 새로운 치료 방법을 개발하는 것이었다. 지불 체계는 단일 진료 케이스에 집중되었다. 그 이후 의료 시스템이 크게 발전되었지만 새로운

도전에 대처하기에는 여전히 느릴 수 있다. 특히, 오늘날에는 대부분의 질환이 '치료'가 어려운 만성질환이다. 이에 대응해 어느 정도 의료 정책이 개선되었으나 미래의 도전은 전형적인 의료 서비스 수혜자가 노령화될 것이며 동반 질환을 나타낼 것이라는 점이다.” (OECD, 2011)

이 간행물에 따르면, 질병의 원인 및 영향이 생활 방식 선택, 환경 등의 결과일 수 있기 때문에 위의 내용은 예방 및 질병관리에 초점을 맞추는 의료 서비스 접근 방식을 요구한다. 따라서 의사의 역할은 치유자에서 원인 및 영향을 관리하는 조언자의 역할이 더 많이 강조될 수 있다.

IoT는 의료 서비스 제공의 변화를 뒷받침할 수 있다. 소형화된 센서, 스마트폰 지원형 판독 장치, 빅 데이터 분석 및 연속적인 원격 모니터링은 새로운 진료 관리 방법을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 알약과 함께 삼킨 후 참여자의 약 복용을 모니터링 및 관리함으로써 임상시험 정확도를 개선하는 데 사용되는 센서를 예로 들 수 있다(Box 2).²¹ 이러한 디지털 의료 피드백 시스템에는 함께 작동하여 복용, 활동 및 휴식 패턴에 관한 정보를 수집이 가능한 센서가 포함된다. 체중 관리 역시 정기적 모니터링으로부터 이익을 얻을 수 있다.²² 또 다른 장치들은 의사가 환자를 모니터링하는 데 필요한 척도인 시간에 따른 개인의 수면량, 활동량, 혈압, 혈당치 및 심박동수를 측정할 수 있다.

이러한 신기술을 의료 시스템에서 구현하는 것은 아직 힘들 수 있다. 의료 관리 사슬 및 이 분야의 규제는 잠재적 이점을 활용할 수 있도록 조정되어야 한다. 한 가지 예는 집적 방문에 대한 정산을 치료 패키지에 대한 지불로 전환하는 것이 될 수 있다.²³

Box 2. 디지털 의료 피드백을 제공하는 삼킬 수 있는 센서

삼킬 수 있는 센서 기술은 완전히 식품에서 발견된 성분으로 구성되며 섭취 후 활성화된다. 환자는 약과 함께 복용하며 정확한 섭취 시간을 기록한다. 환자의 몸이 섭취형 센서를 작동시킨다. 배터리 및 안테나 없이 위액이 전원을 구성하며 환자의 몸이 센서가 발생시키는 고유한 숫자를 전송한다. 몸에 착용하는 일회용 패치가 환자 몸의 생리적 반응 및 움직임을 포착하여 중계한다. 이 패치는 섭취형 센서로부터 정보를 수신하고 심박동수, 활동량 및 휴식을 감지하며 환자의 모바일 장치에 정보를 전송한다. 환자는 블루투스 가능 장치를 사용해, 자신의 데이터를 맥락을 통해 보여주고 다양한 방식으로 치료를 지원하는 안전한 애플리케이션에 접속할 수 있다.

또한, 이 정보는 환자가 복용하는 약제의 양과 복용 시간에 대한 직접적이고 신속한 검증을 제공함으로써, 복용 이행 문제의 조기 식별, 복용량 결정 개선 및 의약품 안전 강화를 통해 임상 시험 실패 가능성을 줄이는 데 도움을 줄 수 있다.

출처: Proteus Digital Health at <http://www.proteus.com/technology/digital-health-feedback-system> and <http://propellerhealth.com>

의료 시스템에 의한 의료 관련 IoT 장치의 확산 및 수용으로 인해 모든 환자에게 한때는 전문 병동의 응급 환자만 가능했던 실시간 모니터링이 제공될 것이다.²⁴ 이것은 임상의 및 기타의 의료 전문가가 각각의 환자에 맞게 치료를 조정할 수 있게 해줄 것이다. 또한, 장치에서 치료에 이르는 의료 서비스의 모든 분야가 자신만의 디지털 ID를 갖게 된다면 이러한 데이터가 상호 호환됨으로써 프로세스 및 이용 가능한 결합 데이터를 개선하고 이는 의료 시스템 간 호환 부족과 같은 기술적 문제를 극복할 수 있다.²⁵

의료 부문의 IoT 사용과 관련된 '빅 데이터' 활용의 이점은 상당할 수 있다. 질병 예방, 전염병 예측, 맞춤형 치료, 특정 질환이 퍼진 위치 등과 관련된 결론을 도출하기 위해 건강 문제 및 질병에 관한 정보가 익명으로 활용될 수 있으며 이는 원인 조사를 위해 사용될 수 있다. 의료 전문가가 환경만이 아니라 특정한 위치의 의료 장치 사용에 대해서도 더 많은 정보를 얻을 수 있다. 스마트폰과 연계된 IoT 장치를 통해 사람들은 자신의 상황을 더 잘 모니터링할 수 있을 뿐만 아니라 다른 사람들이 특정한 위치를 피하거나 관계기관이 특정한 지역에서 사건이 더 많이 발생하는 이유를 파악하는 데 사용할 수 있는 방식으로 이러한 정보를 공유할 수 있다.

공공 기반시설의 관리

IoT를 통한 유틸리티 및 서비스는 도시를 보다 효율적이고 환경 친화적으로 관리할 수 있도록 해준다. 스마트 시티는 비디오카메라, 주차 센서, 대기질 감시 장치와 같은 장치에서 수신되는 대량의 정보를 처리하여 지방정부가 공공 안전 강화, 환경 개선 및 삶의 질 개선 측면의 목표를 달성하도록 지원할 수 있는 능력의 탐색을 목표로 한다. IoT 관리 공공 기반시설 및 서비스의 예로는 조명, 대중교통, 주차, 쓰레기 수거 등과 주거용 스마트 미터가 있다(Box 3).

Box 3. 스마트 미터링과 스마트 그리드

현재의 전력망은 대부분의 경우 에너지가 한 위치에서 발생된 다음 도시로 전송된 후 다시 소비자에게 배분되는 계층적으로 조직된 네트워크다. 소비자의 사용량에 관한 정보는 계량기 판독값을 회신할 때 매년 한 번 거꾸로 흐른다. 전문가들은 에너지 생산 및 배분이 보다 국소화될 것이며 훨씬 더 많은 정보 교환이 필요할 것으로 예상된다. IoT는 고정 또는 무선 네트워크를 통한 M2M 통신을 통해 이 목표에 기여할 것이다.

스마트 미터링은 스마트 그리드의 첫 단계 중 하나다. 미터는 에너지 사용에 관한 실시간 정보를 전송할 수 있으며 소비자는 이 정보를 가정에서 확인할 수 있고 에너지 회사는 이 정보를 전력망을 관리하는 데 활용할 수 있다. 피크 사용에 대한 차별화된 가격을 도입하고 소비자들에게 피크 발생 시점을 알려 줌으로써 소비자들의 행동 변화를 유도할 수 있다. 또한, 스마트 미터는 소비자가 자체적으로 생산한 에너지를 제공하도록 할 수 있다(즉, 여분의 태양전지 발전량이 전력망으로 환류됨).

소비자가 생산한 에너지 및 기타 형태의 자체 발전(태양열, 풍력, 열병합 발전)은 그 성능이 간헐적일 수 있기 때문에 새로운 전력망 불균형 요인을 초래할 수 있다. 따라서 효율적인 운용을 위해, 전력망 사업자는 전력망에 얼마나 많은 전력이 공급되는지를 더 잘 알아야 한다. 이를 위해서는 수요가 있는 위치와 생산이 제공되는 위치를 파악하기 위한 지속적인 통신이 필요하다. 에너지 회사가 소비자들의 집에 태양열 발전설비를 설치하고 이를 한데 모아 하나의 발전소로 관리하는 새로운 형태의 비즈니스 모델도 등장하고 있다. 소비자는 요금 할인을 제공받으며 여분의 에너지는 전력망에서 판매된다.

스마트 그리드를 위한 M2M 통신 솔루션은 이동성이 거의 없거나 불필요한 형태로 고정된 위치에서 작동해야 한다. 사용되는 솔루션은 수백만 대의 장치를 지원할 수 있어야 할 것이다. 가구/사업체당 하나의 미터기 및 가구 차량 및 방문객 차량의 충전을 위한 1~3대의 추가 미터기가 필요하다(사업체, 차량 정비소 겸 주유소 등 제외). 새 비즈니스 모델이 도약할 경우 로컬 발전을 위해 추가 통신 장치가 필요할 수 있다. EU는 2006/32/EC 지침을 통해 2020년까지 스마트 미터 사용을 의무화했으며 이는 가구당 한 대의 비율에 근거하여 약 1억 8천만 대의 스마트 미터 시장이 있을 것임을 의미한다. 대부분의 OECD 국가가 이를 따른다고 가정하면 이 시장만으로도 약 4억 대에 달할 수 있다(가구당 한 대 기준). 전기차가 미래에 선택되는 자동차가 될 경우 이러한 차량의 충전을 위해 OECD 지역에서만 약 10억 대의 M2M 통신 장치가 필요할 것이다.

아일랜드 더블린, 노르웨이 오슬로, 미국 테네시주 채터누가는 스마트 가로 조명 시스템을 사용하기 시작했다.²⁶ 흔히 도시 조명을 에너지 비용을 절감할 수 있는 LED 솔루션으로 바꾸는 것으로 시작되는²⁷ 스마트 가로 조명은 각 램프의 상태가 실시간으로 확인되고 필요 시 유지보수를 계획할 수 있기 때문에 매년 가로등 당 최대 100달러의 결합 절감액을 제공할 수 있다. 양방향 통신을 통합할 경우 날씨, 교통흐름, 일중 시간 또는 응급 서비스 요청에 따라 가로등을 선택적으로 어둡게 하거나 밝히는 것과 같은 새로운 기능을 제공할 수 있다. 가로등은 주차 공간 센서, 쓰레기통 센서, 소음 오염 센서와 같은 센서가 장착되거나 근처에 있는 이러한 센서와 통신하는 통신 허브가 될 수 있다.

동일한 방식으로 대도시의 스마트 신호등은 교통흐름을 최적화하는 데 중요한 역할을 수행할 수 있다. 런던 교통국이 개발한 SCOOT 시스템은 도시 신호등의 실시간 제어와 함께 도로 사용량에 대한 데이터를 사용하여 평균 12%의 교통흐름 개선을 제공한다.²⁸ 베이징, 상파울루, 토론토, 프레스턴과 같은 다른 대도시들은 SCOOT를 도입했으며²⁹ 시내 교통흐름을 개선하기 위해 비슷한 시스템들이 점차 개발될 것이다. 과학자들은 더 앞을 내다보고 있으며 자율주행 차량의 경우 신호등 없이 교차로를 운용할 수 있다고 생각하고 있다. 대신에, 차량들은 중앙 제어 시스템으로 교차로 상의 경로를 예약한다. 이는 미래에 차량들이 속도를 상당히 줄이거나 정지하지 않고 교차로를 횡단할 수 있게 하여 교통흐름을 촉진하고 가속으로 낭비되는 연료 및 온실가스 배출량을 줄일 수 있다.³⁰

일부 '스마트 시티'의 경우 공공기관들이 기반시설 및 서비스가 작동하는 방식을 완전히 이해하고 잘 활용하고 있다. 한국의 경우, 송도 스마트 시티에 도시를 움직이는 다양한 컴퓨터 시스템의 저지연 통신을 보장하는 고대역폭 광섬유 연결망이 설치되어 있다. 가정, 사무실, 병원, 쇼핑센터에 원격 영상회의 기능이 설치되어 사람들이 원할 때마다 영상 통화를 걸 수 있다. 거리와 빌딩에는 센서가 내장되어 온도에서 도로 상태에 이르는 모든 것을 모니터링한다. 주민들은 도시 내 모든 거리의 오염농도를 모니터링할 수 있다. 관계기관에서 주차장 또는 도시 조명을 최적화할 수도 있다. 누수를 손쉽게 탐지하거나 차량 통행 소음을 모니터링하여 도시 조명을 동적으로 변경할 수 있다. 가장 가까운 주차장을 탐색하여 시간과 연료를 절감해 주는 시스템을 통해 교통량을 줄일 수 있다. 마지막으로, 쓰레기통은 상태 보고가 가능하기 때문에 필요할 때만 보다 효율적으로 쓰레기를 수거할 수 있다.

처음부터 새로운 도시로 건설된 송도와 달리 대부분의 기존 도시는 소규모 실험 및 기계학습 시스템 매개변수의 최적화를 통해 점진적으로만 스마트화될 것이다. 신호등, 도로 상태 및 기타의 정보원은 IoT 요소를 통합하고 조정하기

때문에 도시 내 “스마트성“의 유기적 성장을 가능하게 할 것이다. 도시들은 조명 수준으로 비슷한 실험을 진행하여 범죄 및 사고율이 증가하거나 감소하는지 확인할 수 있을 것이다. 어떤 도시에 가장 잘 맞는 방법은 도시의 고유한 특성에 따라 다를 수 있다.

제2절 해결되지 않은 문제: IoT의 위험 관리

산업, 도시, 가정의 IoT 상용화는 강력한 장벽으로 작용하는 문제해결에 달려 있을 것이다. 이번 부분에서는 산업·정책 입안자 사이의 조정된 노력과 공통 프레임워크의 구축이 필요할 다양한 미해결 과제를 분석한다.

1. 프라이버시 및 정보 보호

데이터 주도형 경제 촉진과 시민들의 사생활권은 잠재적인 상충관계에 있는 두 가지 목표다. 정책입안자들과 규제기관은 즉각적인 관심이 필요한 문제들을 잘 파악해야 할 것이다.

대부분의 컴퓨터 시나리오에서와 마찬가지로, 최종 사용자의 지식 및 정보에 입각한 동의는 최초의 데이터 수집 기관 또는 다른 목적으로 해당 데이터를 재사용하는 후속적 애플리케이션에 의한 적절한 데이터 사용에서 중심적 역할을 수행한다. 부적절한 데이터 사용 또는 차별적 목적을 위한 데이터 사용 가능성을 방지하도록 기존의 정보보호 정책이 적용되어야 한다. IoT 장치의 작동 방식이 개인 정보에 근거하는 경우에는 정보에 입각한 명시적인 동의가 필요하다. 건강 관련 정보와 같은 특히 민감한 데이터는 부적절한 사용을 방지해야 한다.

IoT 애플리케이션 및 서비스 제공자는 데이터 사용 및 프라이버시와 관련하여 투명한 접근 방식을 제공해야 한다. 예를 들어, 소비자들이 저장되는 데이터에 대하여 동의를 표시할 수 있어야 하며 자신의 의견을 변경하거나 정보를 보유할 단 하나의 시장 참여자를 선택할 수 있도록 가능한 모든 용도를 확인할 수 있어야 한다(이차 사용/원 처리의 목적 변경 문제). 또한, 소비자들에게 데이터 세트가 결합되는 방식 및 이러한 데이터를 사용하는 회사들에 대한 투명성이 제공되어야 한다.

Box 4. EU 관점의 프라이버시 및 데이터 보호 과제

프라이버시 및 데이터 보호와 관련하여 규제기관이 처리해야 할 문제는 여러 가지 일 수 있다.

29조 정보보호 작업반은 최근의 IoT 발전에 관한 2014년 8월자 의견서에서 중요한 프라이버시 및 정보 보호 과제를 다수 언급한 바 있다. IoT의 진화하는 속성으로 인해 이러한 과제 중 일부는 전통적인 것이고 일부는 새로운 것이지만 IoT 진화와 관련된 데이터 처리의 기하급수적 증가로 인해 과제가 크게 확대되었다.

EU 정보보호 법적 기본 틀 및 실무 권고안 적용의 중요성은 다음 과제의 맥락에서 검토되어야 한다.

- 통제 부족 및 정보 비대칭성: IoT 제품은 눈에 띄지 않는 방식으로 편재형 서비스를 제공할 것이기 때문에, 실제로 사용자가 모니터링될 수 있다. 더 나아가, 사용자는 정보 수집 및 처리의 투명성에 따라서는 자신의 정보에 대한 통제력을 상실할 수 있다.

- 사용자 동의의 질: 많은 경우, 사용자는 특정한 객체에 의해 수행되는 데이터 처리를 인식하지 못할 수 있다. 데이터 주체에 정보가 제공되어야 하기 때문에 이러한 정보 부족은 EU 법규에 따른 유효한 동의의 입증에 상당한 장벽이 된다. 이러한 경우 EU 법에 따른 해당 데이터 처리의 법적 근거로 동의에 의지할 수가 없다.

- 정보로부터 도출된 추론 및 원 처리의 목적 변경: IoT에 의해 생성되는 정보량의 증가가 데이터 분석 및 교차 매칭과 관련된 오늘날의 기술과 결합될 경우 데이터가 원 처리에 지정된 목적에 관계없이 이차적 용도를 위해 사용될 수 있다.

- 행위 패턴의 침해적 도출 및 프로파일링: 다양한 객체가 데이터의 분리된 부분을 수집하더라도 충분한 데이터 수집량과 추가 분석이 개인적 습관의 구체적 양상을 제공할 수 있는 경우가 있을 수 있다.

- 서비스 사용 시 익명성 유지 가능성의 제한: IoT 능력의 완전한 배치는 현재의 익명 서비스 사용 능력을 저해하고 익명성 유지 가능성을 전반적으로 제한할 수 있다.

- 보안 위험: 보안 대 효율성. 자원 제약은 IoT 장치의 보안 측면을 약화시킬 수 있다. 장치 제조업체가 어떻게 처리 시퀀스의 모든 수준에서 기밀성, 무결성, 가용성 수단의 구현과 계산 자원(가장 중요하게는 에너지 또는 배터리 수명) 활용의 최적화 필요성 사이에서 균형을 잡을 것인지는 분명하지 않다.

-

출처: 29조 정보보호 작업반의 최근의 IoT 발전에 관한 2014년 8월자 의견서

독일은 각각의 자동차에 데이터 전송을 끌 수 있는 가능성(이른바 “끄기 버튼”)을 제공하는 방식을 제안한 바 있다.³¹ 이것은 데이터 통제자가 사물의 “연결” 기능을 비활성화하여 원래의 비연결 항목으로 작동하게 할 수 있는 옵션을 제공해야 한다는 29조 정보보호 작업반의 제안과 일치한다.³² 라이어슨대학교의 Ann Cavoukian 박사가 개발한 Privacy by Design 프레임워크와 같은 프라이버시 프레임워크는 업계에서 개발하는 제품 및 서비스를 개선할 수 있다(Box 5 참조).

Box 5. Privacy by Design: 전 세계적으로 인정되는 프라이버시 프레임워크

Privacy by Design 인증은 Privacy by Design의 7가지 기본 원칙에 근거한 혁신적인 프라이버시 인증 프로그램이다. 라이어슨대학교는 잘 정의된 일련의 평가 기준 및 프라이버시 보호 수단을 사용해 독립된 제3자인 딜로이트와의 협력을 통해 Privacy by Design의 7가지 기본 원칙에 비추어 어떤 조직의 제품 또는 서비스를 평가한다.

Privacy by Design은 Ann Cavoukian 박사가 고안한 기본틀로 정보 기술, 네트워크화된 기반시설 및 비즈니스 관행의 설계 사양에 프라이버시를 사전적으로 포함시켜 가능한 최고 수준의 보호를 달성하는 것을 목표로 한다. 라이어슨대학교에서 만든 인증 절차는 Privacy by Design 기준 및 보호 수단을 만족하는 제품 및 서비스를 인증할 것이며, 독립 평가 기관인 딜로이트로부터 전반적으로 “만족스럽다”는 평가를 받았다. 이 인증 프로그램은 다음과 같은 7대 기본 원칙에 근거한다.

- 반응적이 아니라 사전적일 것: 문제를 해결하는 것이 아니라 예방할 것
- 프라이버시가 기본 설정일 것
- 프라이버시가 설계에 내포될 것
- 완전한 기능 - 제로섬이 아닌 포지티브 섬이 될 것
- 단 대 단 보안 - 완전한 수명 주기 보호
- 가시성 및 투명성 - 열린 상태로 유지할 것
- 사용자 프라이버시에 대한 존중 - 사용자 중심으로 유지할 것

Privacy by Design 인증을 취득한 조직은 자사의 인증된 제품 및 서비스가 국제적으로 인정되는 프라이버시 프레임워크의 최고 기준을 만족한다고 확신할 수 있다.

출처 : Privacy by Design (www.privacybydesign.ca)

국경 간 데이터 전송 및 그 법적 의미

많은 IoT 서비스에는 국경을 넘어서는 데이터 전송이 수반되며 EU와 미국 사이에 있었던 최근의 진행상황은 이 문제의 복잡성을 증명했다.

2000년도 EU 집행위의 “세이프 하버 결정“은 적절한 수준의 정보보호 보장에

근거하여 이 프로그램을 준수하는 EU 지역과 미국 소재 회사 사이의 개인 정보 전송을 허용했다.³³ 거의 4천 곳에 달하는 미국 기업들이 자체 사용 또는 다른 유럽 기업들에 대한 서비스 제공을 위해 이 협정에 근거하여 유럽 사람들의 정보를 처리했다.

그러나 유럽사법재판소는 2015년 10월 이 협정이 무효라고 선고했으며 그에 따라 국가 정보보호 기관들은 미국이 그러한 개인정보 보호수준을 제공하고 있는지 여부를 판단해야 한다.³⁴ 이 재판소 명령은 미국의 입법이 EU 법에서 요구하는 동등한 프라이버시 보호수준을 제공하지 않는 여러 가지 방식을 강조했다.

새로운 세이프 하버 협정에 대한 현재의 협상은 유럽 사람의 개인정보 접근을 위한 미국 정보기관 요청의 보고 유형 및 깊이에 초점을 맞추고 있다. EU 집행위는 이러한 보고를 의무화하고자 하며 미국은 자발적 조항으로 유지하고자 한다.³⁵

개인 정보 접근 통제에 대한 적극적인 사용자 참여

IoT 프라이버시 고려사항에는 제3자가 수집 및 관리하는 개인정보에 대한 접근 통제에 사용자를 적극적으로 참여시킨다는 개념이 포함된다. 또한, 사용자 중심적 접근 방식은 사용자가 보다 적극적인 역할을 수행하도록 해주는 개방 표준 및 도구를 적용해야 한다. 또한, 이것은 정보 거버넌스 및 정책, 사용자 교육, 보안 지침 프레임워크 등과 같은 기타의 고려사항으로 보완되어야 한다. 사용자 참여만으로는 IoT 프라이버시 고려사항을 해결하기 위한 묘책이 아니지만 사용자 참여는 최대의 선을 위해 IoT 이익을 극대화하는 데 필요할 (기존 및 개발 중인) 다양한 해결책 가운데 하나다.

IoT 성장의 많은 부분이 소비자와 접하지 않는 제조 및 산업 용도를 통해 이뤄지겠지만 커넥티드 홈과 같은 개인적 공간의 성장은 초기 기술에 대한 신뢰를 구축하는 과정에서 직접적인 사용자 참여가 필요할 것이다. 또한, 사람들은 이러한 프로그램에서 혜택을 얻어야 하며 일부 국가는 이미 시민들, 특히 취약계층의 ICT 역량을 강화하기 시작하고 있다(Box 6 참조).

Box 6. 예방 수단으로 활용되는 독일의 인식제고 프로그램

프라이버시 및 보안 침해에 대한 보다 엄격한 제재 외에 예방적 수단 역시 점점 더 많은 의미를 가질 것이다.

독일 정부의 몇몇 프로그램은 시민, 특히 아동, 청소년, 노인 및 소수인종 집단과 같은 취약계층의 미디어 및 기술 역량을 강화하는 것을 목표로 하고 있다. 사례로는 젊은이를 대상으로 하는 특수한 사이트를 포함해 다양한 계층에 인터넷에서의 사람들의 권리, 스마트폰 및 태블릿 사용과 관련된 보안 문제에 대해 알려 주는 웹사이트의 기금 지원 및/또는 구축이 있다.

또 다른 프로그램들은 중소기업 직원들을 대상으로 한다. 독일의 경우 IoT 신뢰 구축을 목표로 하는 실행계획 중 하나가 "믿을 수 있는 클라우드" 프로그램(www.trusted-cloud.de)이었다. 이 프로그램의 목표는 혁신적이고 안전한 클라우드 컴퓨팅 솔루션을 개발하고 클라우드 컴퓨팅과 관련된 법적 문제를 다루는 것이었다.

2. 보안 고려사항

IoT 공간의 보안 고려사항은 장치별 문제로 시작하여 서비스 및 애플리케이션이 상주하는 기반시설 영역으로 확장된다. 산업, 공적 공간, 개인 생활에 걸친 IoT의 전례 없는 범위는 사이버 보안 위협 및 기업, 정부, 개인에 대한 의미의 자세한 분석을 요구한다.

IoT 장치별 문제 및 고려사항

IoT 장치의 보안을 보장하려면 하드웨어 및 소프트웨어 설계업체 및 제조업체가 기존의 보안 지침을 수용하고 제품에 업계의 최고 관행을 통합해야 한다. 그러나 한 가지 복잡한 부분은 센서 및 작동기가 보다 안전하지만 컴퓨팅 측면에서 구현하기에 복잡하고 비용이 많이 드는 하나의 암호화 알고리즘 또는 키 길이의 선택과 같은 특정한 보안 레벨을 제공하기 위해서는 효율성이 저하된다는 점이다.

이전에 연결되지 않은 네트워크가 인터넷에 연결될 경우, 의도적이든 아니든, 기본/비보안 비밀번호, 전송 암호화 부족 및 구식 소프트웨어에 몇 가지 중대한 위험이 존재한다. 미연방수사국(FBI)은 2015년 9월 자국 시민과 기업들에게 IoT의 사이버보안 위험을 경고하는 공익 광고를 발표했다. FBI는 소비자 인식 부족과 함께, 보안 역량 부족 및 장치 취약성 패치의 어려움으로 인해 범죄자들이 개인 정보 및 비밀번호를 훔칠 수 있다고 밝혔다. 특히 감시제어 데이터 수집(SCADA)

시나리오에서 이러한 사건의 실례들이 존재한다(Box 7). 네덜란드의 국가 중요 기반시설 시스템은 사이버 보안 취약성 데이터베이스에 등재되었으며 원격으로 접속할 수 있었다.³⁶

접근성이 떨어지는 제한적 관리 인터페이스와 메모리, CPU 전력 효율적 사용이 네트워크 주소 변환(NAT) 또는 보안을 약화시켜서는 안 된다.

Box 7. 산업용 인터넷 내 중요 기반시설 소프트웨어의 취약성

산업용 인터넷의 IoT 장치 사용을 조사할 경우 IoT 장치의 보안은 기정사실이 아니다. 에너지 네트워크 및 공장의 운영을 담당하는 스마트 시스템의 초기 사례에 대해 최근 수년간 보안 취약성이 조사되고 있다. 유명한 SCADA 시스템 제조업체 및 운영업체들은 종종 보안 표준 및 정책을 무시하곤 했다.

일단의 연구자들이 2012년 중요 기반시설 및 제조 설비에서 사용되는 상위 6곳의 산업용 제어 시스템에서 중대한 보안 약점을 발견했다.

General Electric, Rockwell Automation, Schneider Modicon, Koyo Electronics, Schweitzer Engineering Laboratories와 같은 5대 주요 산업용 시스템 제조업체들이 만든 폭넓게 사용되는 프로그래머블 로직 컨트롤러(PLC)에서 취약성이 발견되었다. PLC는 수도, 발전소, 화학공장, 가스 파이프라인, 원자력 시설과 같은 중요 기반시설 및 식품 가공 공장, 자동차 및 항공기 조립라인과 같은 제조 시설의 산업용 제어 시스템(ICS)에서 각종 기능을 제어하는 데 사용된다.

조사한 제품별로 다양한 취약성에는 공격자의 시스템 접속을 허용할 수 있는 백도어, 인증 및 암호화 부족, 약한 비밀번호 저장이 포함된다.

유명한 SCADA 시스템 제조업체 및 운영업체는 종종 보안 표준 및 정책을 무시하곤 한다. 이들의 시스템에는 악용 가능한 백도어, 웹 접근 및 기록되지 않은 "특징"이 포함되었다. 보안 약점 역시 장치에 악성 명령을 전송하여 장치를 다운시키거나 정지시키고 밸브 개폐와 같이 장치가 제어하는 특정한 중요 프로세스를 방해하도록 할 수 있다.

출처: Hoping to Teach a Lesson, Researchers Release Exploits for Critical Infrastructure Software. Wired, Sep 2012. <http://www.wired.com/2012/01/scada-exploits/>

SCADA 시스템은 대개 대기업들이 개발한다. 반면에, IoT 시스템은 전 세계에 걸친 훨씬 더 일반적인 용도를 위해 다양한 참여자들이 개발한다. 예를 들어 모든 장치는 한 회사의 프로세서, 다른 회사들의 센서 및 또 다른 회사들의 작동기를 결합한 빌딩 블록의 조합일 수 있다. IoT 시스템에서는 복수의 소프트웨어 레벨이 작동하며 임베이드 소프트웨어가 Wi-Fi, USB, 센서 모듈을 작동시킨다.³⁷ 여기에

더해 글로벌 가치 사슬을 통해 복수의 팀, 그룹 또는 회사들이 만든 다양한 모듈로 구성될 운영체계가 있다. 무엇이 어디서 누구에 의해 무슨 목적으로 사용되는지 모를 수 있기 때문에 이러한 사실은 규제기관이 대규모의 보안 문제 또는 오작동 관리를 매우 힘들게 만든다. 특히 장치가 보안 상태가 아닐 때 소유자가 그 영향을 알아채지 못할 수 있다. 예를 들어 공격자들은 DSL 모뎀으로 봇넷을 구성한다고 알려져 있다.³⁸ 인터넷을 통한 차세대 악성 공격은 NEST 학습형 서모스탯에서 시작될 수 있다. iPhone 3s와 유사한 그 중앙처리장치는 이전보다 훨씬 더 많은 처리 능력 및 대역폭을 가질 것이다.

IoT 장치 보안 기술의 현재 상태는 다소 걱정스럽다. 2015년 한 보안회사에 속한 연구자들이 8곳의 제조업체가 만든 9개의 베이비 모니터 모델을 검토하여 보안에 대해 250점 만점으로 점수를 매겼다.³⁹ 그 다음, 연구자들은 점수를 표준 학점으로 바꿨다. 8개 모델이 F를 받았고 한 모델은 D를 받았다. 이 회사에 따르면, 제품들이 근본적으로 안전하지 않았으며 가장 단순한 공격에도 취약했다. 이 보고서는 누군가 자신들의 베이비 모니터를 해킹했다고 보고한 커플의 사례와 함께 미디어의 많은 관심을 끌었다.⁴⁰

게다가 인터넷에 연결되는 유명한 바비 인형과 관련된 추가적인 사이버 보안 사건도 보고되었다.⁴¹

2015년에는 또 다른 수백만 건의 데이터 침해가 아동용 장난감에 영향을 미쳤던 사례가 있다. 2015년 11월, 해커들이 VTech의 Learning Lodge 웹사이트에서 480만 건 이상의 부모 계정과 22만 7천 건의 아동 계정을 유출했다.⁴²

이 홍콩 소재 회사는 해킹된 웹사이트를 통해 판매되는 소프트웨어를 포함한 아동용 학습 제품을 제조한다. 이 데이터 침해는 집 주소, 보안 질문 및 답변, 약한 MD5 해시에 저장된 비밀번호와 같은 광범위한 개인정보를 노출시켰다. 또한, 이름, 나이, 성별, 부모 기록과의 연관성과 같은 아동의 상세정보가 노출되었다.

보안 침해의 의미는 단순한 데이터 침해보다 훨씬 더 심각할 수 있다. 해커가 고속도로 조명, 병원과 같은 시설 및 가정에서 사용되는 수백만 대의 장치를 통제하게 될 경우 어떤 일이 벌어질 것인가 하는 질문이 제기될 수 있다. 동시에, 누군가 수만 또는 수십만 곳의 가정에서 에어컨을 켜거나 난방을 끈다면 에너지 그리드에 대한 무단 접근 및 통제는 어떤 의미를 가질 것인가?

예를 들어, 에너지의 맥락에서 에너지 발생 장치와 같은 IoT 장치의 신원에 대한 사기 및 흉내 내기 공격은, 특히 공격이 그리드로의 에너지 공급에 대한 보상을 훔치려 한 경우 형사 기소를 초래할 수 있다.

일반 네트워크 및 컴퓨팅 기반시설 문제 및 고려사항

높은 비율의 IoT 관련 작업이 고정·이동 통신 사업자가 운영하는 기존의 네트워크 및 컴퓨팅 기반시설에 의존한다. 이러한 산업에서는, 적절한 조치를 실행하지 않을 경우 장치 수의 증가가 보안 침해 숫자의 증가로도 나타나겠지만, IoT가 직접적으로 추가적인 보안 취약성을 나타내지는 않는다.

Box 8. EU 전역의 네트워크 및 정보 보안 강화

EU 전역에서 높은 수준의 네트워크·정보 보안을 보장하기 위한 조치와 관련된 EU 제안서가 현재 집행위에서 논의되고 있다. 이것은 우리 사회와 경제의 기능을 뒷받침하는 인터넷과 사설망 및 정보 시스템의 보안을 개선하는 것을 의미한다.

지침을 위한 EU 제안서는 다음 조치를 제안한다.

- 회원국들은 NIS 국가 관할기관 구축, 원활히 작동하는 컴퓨터 비상 대응 팀(CERT) 조직, 국가 NIS 전략 및 국가 NIS 협력 계획의 활성화를 통해 최소한의 국가 역량 수준을 배치해야 할 것이다.
- NIS 국가 관할기관은 NIS 위협 및 사건에 대응하기 위해 정보를 교환하고 협력해야 할 것이다.
- (에너지, 운송, 금융, 주식매매, 의료 등과 같은) 중요 기반시설의 운영자들, 주요 인터넷 인에이블러(전자 상거래 플랫폼, 소셜 네트워크 등) 및 행정기관은 자신들이 직면하고 있는 위협을 평가하고 NIS를 보장하기 위한 적절한 비례적 조치를 취해야 할 것이다. 또한, 이러한 조직은 핵심 제공 서비스에 대한 영향을 관할기관에 보고해야 할 것이다.

출처 : COM(2013) 48 final, 2013/0027 (CDO),

http://eeas.europa.eu/policies/eu-cyber-security/cybsec_directive_en.pdf

새로운 제공업체들이 Sigfox 또는 LoRa 네트워크와 같은 IoT 전용 통신 기반시설을 배치함에 따라 규제기관은 이러한 제공업체들이 사적·공적 사용 모두에 관한 기존의 보안 규정을 준수하는지 확인해야 할 것이다. EU의 경우 높은 수준의 네트워크·정보 보안을 보장하기 위한 조치와 관련된 제안서가 마련되고 있다(Box 8).

3. 상호운용성 및 개방 표준

상호운용성

상호운용성은 그 인터페이스가 향후 접속 또는 구현의 제약 없이 다른 제품 또는 시스템과 함께 작동하기 위해 완전히 호환되는 것을 의미한다. 이 용어가 원래 정의된 정보 기술 영역에서는 다양한 제조업체가 만든 컴퓨터 시스템들이 일관적이고 효율적으로 정보를 교환할 수 있게 해준다.

상호운용성이라는 용어는 시스템 엔지니어, 제품 설계자, 기업 및 소비자에게 다른 것을 의미한다. 소비자의 경우 상호운용성은 제품 및 서비스의 기능 및 호환성에 초점을 맞출 것이며 다른 역할들은 가장 흔하게는 개방 표준의 개발을 통해 기술적 상호운용성에 관여할 것이다.

IoT가 인터넷 상의 객체에 고유한 주소를 할당해야 할 경우 사물의 식별은 개방 표준에서 더 많은 실질적 작업이 필요한 분야 중 하나다. IPv6가 궁극적으로 이러한 목표를 달성하지만 당분간은 기존 기술들 사이의 게이트웨이 및 브리지가 필요할 것이다. 이러한 수단을 통해서도 모든 장치에 고유한 주소를 할당할 수 있는 것은 아닐 것이며 보안상의 이유로 그것이 바람직하지도 않을 것이다(Box 9).

Box 9. 이중 IoT 기술을 위한 이중 식별자

IoT 시스템이 어느 단계에서는 인터넷에 접속할 가능성이 높다는 점을 고려할 때, 사용되는 기반 기술(무선 RFID, 센서 무선 기술, 전력선 통신(PLC), WiFi 등)에 따라 IP 주소 외에 많은 식별자가 필요하다. 대부분의 경우 이중 시스템의 상호운용성을 위해서는 각 기술이 상호 운용을 위해 설계되지 않은 자체 식별자를 가지기 때문에 게이트웨이 또는 브리지 기능이 필요할 것이다.

물리적 환경은 태그, 센서, 작동기, 모바일 폰, 스마트 임베디드 장치, 소프트웨어, 데이터, 문서 등과 같은 다양한 형태의 논리 객체를 가진다. IoT는 이러한 객체들과 개발될 새로운 객체를 포함할 것이다. 현재, 다양한 애플리케이션 유형별로 다양한 식별 계획이 존재한다.

- IPv4, IPv6 및 IPv6 over low power personal area network(6LoWPAN)과 같은 변종.
- E.164 전화 번호 및 E.212 IMSI 번호.
- Universal Product Codes(UPC, 통일상품코드) 또는 RFID와 같은 태그 식별자.
- Object Identifiers(OID, 객체 식별자) 및 Digital Object Identifiers(DOI, 디지털 객체 식별자).

관할기관에서 고려해야 할 주된 분야 중 하나는 번호할당 자원에 대한 IoT의 영향이며 규제기관은 식별자가 IoT 배치의 제약이 되지 않도록 번호할당 정책을 관리 및 조정해야 한다.

EU 지역의 OECD 국가들 사이에 관찰되는 정책 관행은 특정한 기계 대 기계 E.164 전화번호의 할당이며, 사람이 기억할 필요가 없기 때문에 일부 경우에는 더 많은 자리가 추가된다. E.212 IMSI 번호는 주요한 정책 발전이 관찰되고 있는 또 다른 분야이다.

IoT는 기존 인터넷 또는 IP에 기반을 둔 관리형 네트워크의 일부가 되면서 수십억 개의 고유하게 주소 지정 가능한 객체를 가질 것으로 예상된다. 이러한 방대한 네트워크에서는 특정한 객체의 식별 문제 및 그 주소 지정 메커니즘이 중요한 역할을 수행한다.

기능적 상호운용성

사용자가 다른 제조업체 및 공급업체의 IoT 장치/애플리케이션을 사용할 경우 기능적 상호운용성 문제가 발생할 것이다. 여기에는 이동성 및 소비자 로그인과 같은

문제가 포함될 수 있다. 예를 들면 다른 지리적 영역 내에 있는 다양한 시스템 또는 네트워크상의 IoT 장치/애플리케이션 사용 또는 기존 서비스 제공업체에 록인되어 있을 때 소유한 장치를 새로운 서비스 제공업체로 이동하는 문제가 있다.

스마트 객체 통신 및 관리를 위한 특허 기술의 사용 역시 또 다른 형태의 소비자 록인을 초래할 수 있으며 사용자들이 컨트롤러 및 인터페이스를 개별로 가져야 하는 결과를 초래할 수 있다. 사용자들이 상호 운용될 수 없는 복수의 시스템을 필요로 하는 이러한 단편화된 생태계는 소비자 구매를 촉진할 수 없으며 호환되는 시스템의 필요성을 강조한다. 예를 들어 한 조사에 따르면 74%의 프랑스 국민이 IoT 객체들을 제어하기 위한 다수의 애플리케이션이 장애물이라고 밝혔다.⁴³

2015년 3월, EU 집행위는 유럽 국가들 사이의 장애물을 해소하기 위해 사물인터넷혁신연합을 발족했다. 작업반 중 한 곳에는 표준 연구 및 상호 운용 가능한 아키텍처 개발 책임이 부여되었다(Box 10).

Box 10. 표준 사이의 상호운용성

2015년 3월, EU 집행위는 사물인터넷혁신연합(AIOTI)을 발족했다.

AIOTI는 EU 집행위의 지원 및 적극적 참여를 통해 IoT 생태계 내의 이러한 장애물을 해소하기 위해 협력하는 IoT 가치 사슬의 전 부문을 망라하는 개방된 이해관계자 플랫폼이다. AIOTI 작업반(WG3)은 표준화에 초점을 맞추며 장래 프로젝트의 IoT 배치를 위해 표준에 기반한 솔루션을 사용하도록 권고한다.

WG3는 SDO 및 기업을 지원하기 위해 상호운용성 문서를 발표했다.

- 전 세계적 동태 및 풍경을 제시하는 IoT 풍경 및 IoT LSP 표준 프레임워크 개념
- 대규모 파일럿 프로젝트에 적용할 수 있는 IoT 고수준 아키텍처(HLA). HLA는 기존 SDO 및 연합들의 아키텍처 명세를 고려한다
- IoT LSP를 위한 IoT의 의미적 상호운용성 권고안

IoT 표준들의 복잡성 및 상호의존성은 IoT를 위한 주요 IETF 표준들에 대하여 ETSI가 수행하는 상호운용성 "플러그 테스트"에 의해 잘 설명된다.

출처: Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI).

개방 표준

IoT 기술을 위한 표준을 고려할 때 IoT가 단일한 기술이나 새로운 현상을 가리키지 않는다는 점을 기억하는 것이 중요하다. 엄청나게 다양한 응용 분야 및 감지, 작동, 데이터 통신, 데이터 분석과 관련된 목표 및 요건의 이질성으로 인해 수많은 IoT 기술이 개발될 것이며 각각은 거의 무제한적인 설계 공간의 다양한 측면들을 다룰 것이다. 잠재적 IoT 애플리케이션 및 장치 기술의 다양성만으로도 부담스럽거나 상충되는 표준들에 얽매는 것이 이 생태계에 해로울 것이라는 결론을 내릴 수 있다.

이러한 맥락은 무선 연결 솔루션, 소프트웨어 플랫폼 및 애플리케이션 측면에서 수많은 경쟁 표준들을 초래했으며 이는 경제 및 사회를 위한 IoT 상용화의 경제적 이익을 약화시킬 수 있는 상호운용성 문제를 야기하고 있다(그림 4).

그림 4. 단편화된 사물인터넷 생태계



출처: Matt Turk, Sutan Dong, First Capital 2013

IoT 표준들이 잠재적으로 긍정적인 것으로 간주될 경우는 표준이 - 특허 솔루션과 반대로 - 대규모 배치와 관련하여 록인 방지 및 보안 강화라는 순 긍정적 효과의 가능성을 제공할 때다. 자발적 표준들은 상호운용성 보장 및 신규 시스템의 등장 촉진, 혁신 제고 및 경쟁력 강화에서 핵심적 역할을 수행할 수 있다. 예를

들어 표준화 노력은 안전하지 않은 특허 솔루션이 시장에 진입할 위험성을 제한할 수 있다. 반면에, 특허 솔루션은 사용자들을 다른 모든 벤더를 제외한 특정한 벤더에 묶어둔다. 단기적으로는 이 솔루션이 효과적일 수 있지만 업계 내의 경쟁 부족으로 인해 해당 솔루션은 구매 및 유지하기에 값비싼 솔루션이 될 수 있으며 다른 제품과 상호 운용될 수 없어 특인 문제를 초래할 수 있다. 그러나 특허 솔루션은 연결성과 같은 시장에서 경쟁 우위를 제공할 수 있다.

정부는 소비자와 기업들이 물리적 위치에 관계없이 인터넷 연결을 통해 자신의 IoT 장치를 효과적으로 사용할 수 있도록 민간 부문 및 국제 사안들이 IoT 표준을 개발하고 상호운용성을 촉진하도록 지원할 수 있다. 그러나 IoT는 의료, 생활 방식, 커넥티드 홈, 운송 및 산업용 인터넷과 같은 매우 다양한 분야에 걸쳐 다수의 참여자(하드웨어/장치 제조업체, 소프트웨어, 플랫폼 제공자, 통신 서비스 제공자, 애플리케이션 개발자 및 클라우드 제공자)를 망라하기 때문에 상호운용성을 위한 표준화는 매우 어려운 것으로 입증되었다.

연결 요건 정의 및 상호운용성 보장에 관련된 조직에는 ITU, ETSI, ATIS, TTA, ISO, IEC와 같은 표준 기구와 W3C, IEEE, IIC, IETF와 같은 국제 포럼 및 컨소시엄이 포함된다. 업계 또한 자체적으로 몇 가지 실행계획을 수립했다(Box 11).

Box 11. 다양한 IoT 표준 실행계획

국제 표준 개발 조직(SDO) 및 통신·인터넷 분야와 관련된 기타의 기술 표준화 기구 역시 IoT에 참여하고 있다.

- ETSI는 애플리케이션에 독립적인 M2M 수평 서비스 플랫폼 개발에 초점을 맞추고 있다.
- IETF는 사물인터넷용 아키텍처 프레임워크를 위한 P2413 표준을 통해 약간의 관련 작업을 진행하고 있다.
- ITU-T의 연구반 20은 M2M 통신 및 유비쿼터스 센서 네트워크를 포함한 IoT 기술의 조정된 개발을 가능하게 할 국제 표준을 개발하고 있다. 이 연구의 중심적 부분은 IoT를 위한 단 대 단 아키텍처의 표준화 및 다양한 수직 지향적 산업 부문에서 사용하는 IoT 애플리케이션 및 데이터세트의 상호운용성을 위한 메커니즘이다.
- IETF는 특히 Authentication and Authorization for Constrained Environments(ace) 및 이미 결론이 내려진 IPv6 over Low power WPAN(6lowpan)을 통해 IoT 표준화에 참여하고 있다.
- World Wide Web Consortium(W3C)은 사물 웹을 통해 "플랫폼 사이의 서비스 식별, 발견 및 상호운용을 위한 표준"을 개발하고 있다.

선도적인 업계 참여자들 역시 IoT 기능의 다양한 아키텍처 모드를 가능하게 할 수평 표준들을 적극적으로 개발하고 있다.

- ① OneM2M 실행계획은 230곳 이상의 ICT 기업들과 ETSI를 포함한 7곳의 SDO에 의해 2012년에 시작되었다. OneM2M은 수많은 장치를 전 세계의 M2M 애플리케이션 서버와 연결하기 위해 다양한 하드웨어 및 소프트웨어에 임베딩될 수 있는 보안 및 프라이버시에 초점을 맞춘 공통 M2M 서비스 계층을 위한 명세를 개발하고 있다. OneM2M은 3GPP, BBF, HGI, TTA, ITU-T와 같은 다른 표준 기구들과의 연락 관계에 의지하고 있다.
- ① 산업용 인터넷 컨소시엄 공익을 위해 지능형 산업 자동화를 개발하고 널리 보급하기 위해 2014년에 AT&T, IBM, 시스코, GE, 인텔 및 학계와 미국 정부 기관에 의해 조직되었다. IIC의 활동에는 국제 표준 개발 프로세스에 대한 영향력 행사 및 전력, 가스 파이프라인 및 용수 공급 시스템의 보안과 제조 장비의 유지관리에 대한 새로운 접근 방식을 개발하는 것이 포함된다. IIC는 현재 200곳 이상의 회원이 참여하고 있다.
- ① AllSeen 연합 사물인터넷을 위한 지능형 체험을 주도하는 오픈 소스 프레임워크(AllJoyn)로 제품 및 브랜드 사이의 업계 표준 상호운용성을 가능하게 하는 실행계획이다. 이 실행계획에는 주요 소비자기전 제조업체, 가전기기 제조업체, 자동차 회사, 클라우드 서비스 제공업체, 칩셋 제조업체 및 소매업체를 비롯한 185곳 이상의 회원 기업이 참여하고 있다. 주요 회원은 마이크로소프트, LG, 캐논, 일렉트로룩스, 퀄컴, 소니, 필립스 등이다.
- ① Open Interconnect 컨소시엄: 상호운용성을 개선하기 위한 규격을 작성했으며 오픈 소스 구현을 추진하는 업계 선도업체 그룹. 이 컨소시엄에는 50곳 이상의 회원이 참여하며 시스코, GE 소프트웨어, 인텔, 미디어텍 및 삼성이 포함된다.

표준들이 상호운용성 문제에 대한 해결책을 제공하는 것만큼 기업들은 특정한 표준 채택에 복잡한 이해관계를 갖고 있다. 이것은 기업들이 시장에서 최적의 위치를 확보하기 위해 여러 표준화 활동에 참여한다는 것을 의미한다. 높은 수준의 지속적 활동을 고려할 때 세심한 주의가 없을 경우 활동 중복의 위험성이 높을 수 있다. IoT 기술이 타 기술에 대한 자연스러운 확장성으로 인해 어떤 새로운 정책 또는 표준화 활동은 거의 틀림없이 기존 활동과 상당 부분 중복될 것이다. IoT 관련 표준화에 관한 활동의 일부를 여기에 제시한다.

개방 표준은 IoT의 상호운용성에 필수적이다. 동시에, 선택할 수 있는 표준 집합이 너무 많아서 어떤 표준이 어떤 상황에 적합한지 여부 또는 장래에 업계 전체적으로 지원될 것인지 여부를 판단하는 것이 거의 불가능하다. 이것은 기업 및 소비자용 애플리케이션 모두와 네트워크에서 서비스에 이르는 모든 계층에 대하여 사실이다. 표준화 연구의 추진은 하나의 표준 대신에 더 많은 표준들을 초래하는 것으로 보인다. 어느 정도는 IoT를 위한 표준들의 넓은 범위가 폭넓은 응용 분야 및 다양한 요구들에 의해 설명될 수 있지만 동시에 다양한 표준화 시도 이면에는 수많은 비즈니스 이해관계가 존재한다.

4. 주파수 고려사항

IoT의 다양한 부분들은 목적에 적합한 다양한 주파수 자원이 필요하다. 전자기 스펙트럼의 모든 부분이 사용되고 있기 때문에 새로운 애플리케이션이 요구 사항에 맞는 주파수를 확보하기가 어렵다. 규제기관은 모든 용도를 위한 주파수 공급의 전반적 희소성 및 주파수를 가용하기 위한 노력을 잘 인식하고 있지만 기존 사용자들은 주파수를 비우거나 공유하는 데 타당한 반대를 제기하곤 한다. 주파수 필요는 주로 이동통신망에 할당되는 인가 주파수와 비인가 주파수의 두 가지 유형을 통해 해결할 수 있다.⁴⁴

규제기관의 과제는 IoT 애플리케이션을 위해 경쟁적인 조건으로 이용할 수 있는 추가 주파수를 시장에 제공하는 것이다. 이동통신망은 경쟁적 조건에서 항상 접근할 수 있는 것이 아니기 때문에 일부 사용자들은 비인가 주파수 또는 대체 대역을 사용해 자신의 필요를 충족하는 규제 차익거래를 추구하고 있다. 비인가 주파수는 모든 참여자에게 개방되기 때문에 경쟁적 접근을 제공하지만 혼잡해질 위험성이 있다.

2015년 6월에 수행된 CEPT 분석에서 언급한 바와 같이 현재 존재하거나 예측되는 대부분의 IoT 애플리케이션은 상용 모바일 브로드밴드 네트워크를 통해 수행될 수 있기 때문에 IoT를 위한 특정 주파수 대역의 지정에 강력한 근거가 있어

보이지는 않는다.⁴⁵ 그러나 영국의 Ofcom은 IoT 애플리케이션을 위한 비인가 주파수 대역을 제공했다.⁴⁶

비인가 주파수

2.4GHz 대역은 아마도 모든 종류의 애플리케이션을 위한 가장 포화된 대역일 것이며 IoT에 필수적이다(Box 12). 이 대역은 Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Thread 및 기타의 많은 네트워킹 프로토콜을 지원한다. 원래 산업, 과학 및 의료(ISM) 애플리케이션을 위한 주파수로 할당된 이 대역은 가장 가치 있는 주파수 대역 중 하나로 입증되었다. 이 때문에 관계기관들은 이 대역의 비인가 사용을 허용하기로 결정했으며 많은 경우 더 많은 주파수를 제공하고자 할 것이다. IoT 장치의 제조업체 및 열렬한 팬에게 있어, 비인가 주파수의 이점은 새 혁신 도입의 낮은 거래비용에 있다. 접속을 협상하거나 제3자의 선불 비용을 지불할 필요가 없으며 이러한 사실은 IoT를 기술 신생기업, 창업가 및 기존 기업 모두를 위한 혁신 플랫폼 및 그린필드 공간으로 자리매김한다. 비인가 주파수는 공평한 경쟁의 장을 만든다.

IoT 애플리케이션의 예측된 성장은 기존의 비인가 대역, 특히 근거리 무선 장치(SRD)에 할당된 1 GHz 아래의 주파수 대역(예를 들면 유럽의 433MHz 대역 및 900MHz)에 있는 비인가 대역을 압박할 것이다⁴⁷.

일부 IoT 애플리케이션을 위한 예측 가능한 공유 환경의 필요성 및 보다 효율적인 주파수 공유 해법 모색의 필요성은 이미 보다 정교한 기술 및 애플리케이션 중립적인 주파수 접속·완화 기법에 관한 CEPT 조사를 초래했다. SRD 규제 진화는 공유 연구들의 결과를 세심하게 고려해야 한다.

Box 12. 비인가 주파수의 혼잡 및 서비스 품질에 관한 조사

비인가 대역이 해당 대역에서 작동하는 기술을 사용하는 IoT 장치가 늘어날 경우 문제가 될 수 있는 혼잡 또는 서비스 품질 저하를 나타내고 있는 정도와 관련하여 의문이 제기된다. 900MHz 부근 대역(유럽의 868MHz SRD 대역, 미국의 915MHz ISM 대역)은 Z-Wave(근거리/저전력), Wi-SUN(근거리/저전력), LoRa(원거리/저전력), Sigfox(원거리/저전력), Weightless-N(원거리/저전력)과 같은 다양한 기술이 이 대역에서 공존 및 경쟁하는 방식의 일례를 보여준다. 사용자 숫자가 증가함에 따라 기술들이 평화롭게 공존할 수 있는지 여부를 모니터링해야 할 것이다.

2009년, Ofcom을 위해 수행된 한 컨설팅 보고서에 따르면 2.4 GHz 대역의 Wi-Fi 사용자가 경험하는 문제의 대부분이 주파수 관련 문제가 아니며 주로 설정 문제 또는 유선 인터넷과 관련된 문제였다. 그러나 이 보고서는 런던 중심부와 같은 일부 도심 위치에서는 혼잡 및 간섭 징후가 나타났으며 이는 앞으로 증가할 것으로 예상된다고 밝혔다. 5 GHz 대역의 Wi-Fi는 덜 혼잡하며 훨씬 더 많은 대역폭을 가지고 있어 중첩되지 않은 채널과 높은 처리량을 제공할 수 있으며 Ofcom은 이러한 비인가 대역의 사용을 지속적으로 모니터링하고 있다.

네덜란드의 경우, 한 연구에 따르면 도심, 쇼핑몰, 주거 밀집 지역의 Wi-Fi 사용자는 동시에 50곳의 작동 중인 AP를 발견할 수 있었다. 이것은 이 주파수의 작동을 간섭하고 처리량을 상당히 감소시킬 것이다. 보고서는 현재의 광범위한 사용을 고려하여 향후 2.4GHz 대역의 용도에 대한 우려를 표명했지만, 동시에 부분적으로는 5GHz 대역이 덜 사용되고 있으며 2.4GHz보다 더 짧게 그리고 더 비효율적으로 벽과 같은 물체를 통과하기 때문에, 5GHz 대역이 훨씬 더 나은 성능과 더 적은 간섭을 제공한다고 밝혔다.

추가로, 외부 업계 전문가 그룹인 FCC 기술자문위원회는 비인가 주파수(주로 5 GHz 대역) 추가 계획이 IoT 진화에 충분하겠지만 이미지 및 비디오가 저렴한 센서로 널리 사용된 경우 이것이 변할 수 있음을 시사했다. 따라서 주파수가 충분한지 모니터링하기 위해 진화를 지속적으로 관리하도록 권고한다.

출처: Mass Consultants Limited and Radiocommunications Agency Netherlands - Ministry of Economic Affairs.

비인가 대역에는 장치가 유해한 간섭을 초래하거나 간섭으로부터의 보호를 기대해서는 안 되기 때문에 완화 기법과 같은 요구 조건이 수반된다. 2.4/5 GHz 대역의 Wi-Fi 기술 및 800/900 MHz 대역의 애플리케이션은 가장 중요한 사례다. 무선 마이크, 무선 주파수 식별(RFID) 시스템, 의료 장비 또는 스마트 그리드 통신은 비인가 주파수를 사용한다. Wi-Fi의 개발 및 사용은 비인가·공유 주파수 사용의 가장 성공적인 사례 중 하나다. 현재, Wi-Fi는 전 세계적으로 수백만 명의 사용자가 사용하고 있을 뿐만 아니라 모바일 트래픽의 부담을 고정망으로 덜어내는

것과 같은 분야에서 역할이 확대되고 있다.⁴⁸ 오스트레일리아에서는, 이러한 유형의 주파수 규제를 “등급 인가 주파수”라고 부른다. 비인가 주파수가 인터넷의 미래에 대하여 가지는 경제적 의미에 대해서는 이론이 없다.⁴⁹

인가 주파수

넓은 지역에 걸친 커버리지가 필요한 IoT 애플리케이션은 전통적인 이동통신망을 사용한다. 그러나 모바일 폰의 시그널링 및 이동성 요건 때문에, 이러한 네트워크는 저전력 IoT 애플리케이션에 최적화되어 있지 않다. 일부 모바일 장치는 데이터 통신을 시작할 때 높은 에너지 오버헤드를 부과하며 이는 일부 IoT 애플리케이션에 공통적으로 나타나는 간헐적인 저 데이터 속도 전송이 과거에 필요한 것 이상으로 배터리 소모를 초래했다는 것을 의미한다. LTE-M과 같이 IoT에 더 적합한 전송 접근 방식을 만들기 위한 무선 기술 및 표준 개발이 진행되고 있다(Box 13).

900 MHz에서 2G 망에 연결되는 신용카드 기계와 같은 수많은 M2M 서비스가 현재 모바일 2G/3G/4G 네트워크를 통해 서비스되고 있다. 그러나 많은 장치를 운영하고 있는 사용자들은 이러한 네트워크가 항상 M2M에 대한 경쟁력 있는 옵션을 제공하는 것은 아니라는 점을 발견하고 있다. 보편적 커버리지를 달성하는 것이 어렵기 때문에, IoT의 대규모 공급자 및 사용자들은 대안적인 네트워킹 솔루션을 검토해 왔다. Telefonica와 스웨덴 회사 Connode는 IEEE 802.15.4 IPv6 기반 메시 네트워킹과 이동통신망 연결의 조합을 사용하는 영국 스마트 미터링 솔루션 공급을 위한 15년 계약을 따냈다. 메시 네트워킹에서는 스마트 미터가 다른 스마트 미터를 사용해 이동통신망 연결이 가능한 허브에 접속할 수 있으며 한 노드에서 커버리지를 상실할 경우 또 다른 노드가 허브 역할을 수행할 수 있다.

Box 13. IoT 성공 가능성에 긍정적인 영향을 미치는 무선 기술 발전

무선 송수신기 기술이 발전함에 따라 더 나은 정밀도와 더 낮은 비용으로 보다 높은 주파수들이 활용될 것이다. 현재, 기지국은 40% 미만의 효율로 무선 전력을 전송한다. 이것은 소비 전력의 60%가 송신기, 더 구체적으로는 전력 증폭기에서 열로 낭비된다는 것을 의미한다.

현재의 시장 발전은 소프트웨어 정의 무선(SDR) 기술로 증폭기 설계를 개선함으로써 이동통신망에서 가장 값비싸고 전력 소모적인 구성 요소인 이동국이 신호를 전송하는 데 필요한 전력을 낮추고 있다.

출처: <http://www.radio-electronics.com/articles/rt-topics/utilizing-sdr-for-greener-wireless-communication-157>

기존 모바일 기술의 용량을 크게 넘어서며 IoT 대응이 가능할 5G 모바일 무선 기술의 발전에서 추가적인 기회가 나올 수 있다. 미국의 경우, FCC가 질의답변서를 통해 5G는 매크로 셀, 마이크로셀, 장치 대 장치 통신, 새로운 구성 요소 기술 및

비인가·인가 송수신기와 같은 다양한 유형의 무선 접속 기술을 사용해야 할 것이라고 밝혔다. FCC 문서에 표명된 대로, “아직 5G의 합의된 정의는 없지만 일부에서는 5G가 최종적으로 트래픽 수요의 1000배 증가, 10Gb/s 이상의 고대역폭 콘텐츠 지원, 0.001초미만의 단 대 단 전송 지연(레이턴시), 동일한 네트워크에서의 “사물인터넷“ 간의 산발적인 저 데이터 속도 전송을 수용해야 할 것으로 생각하고 있다 - 이 모든 것이 상당히 개선된 주파수·에너지 효율로 달성되어야 한다.”⁵⁰

5. 경쟁 및 혁신: 록인 방지

경쟁적이고 혁신적인 IoT 환경의 핵심적 특징은 고객들이 서비스 제공자를 바꾸거나 다양한 제공자들 사이에서 선택할 수 있는 가능성이다. IoT 가치사슬의 경우, 경쟁이 큰 이익을 제공할 수 있는 연결형 장치 또는 스마트 서비스의 제조업체, 기술 제공업체, 연결 서비스 제공업체의 세 가지 인터페이스 레벨이 존재한다. 서비스 제공자 전환의 장애물, 즉 경쟁의 장애물은 여러 곳에서 나올 수 있다.

현재, 고객의 이러한 전환을 방해할 수 있는 여러 가지 시나리오를 관찰할 수 있다. a) 상호운용 불가능한 시스템 및/또는 제품의 “록인“ 사례, b) 소비자의 데이터를 새로운 서비스 제공자(예: 클라우드 서비스)로 이전할 수 없을 경우 고객이 서비스 제공자 전환을 주저하는 데이터 “록인“ 사례, c) 연결 서비스 제공자 전환. 한 모바일 사업자에서 다른 사업자로 전환할 경우 서비스의 비용 및 생존 능력에 중대한 영향을 받을 수 있기 때문에 이 문제는 공중이동망을 이용하는 IoT 사용자들의 경우일 가능성이 높다. 더 정확하게는, 이 문제는 수백 또는 수천 대의 하드웨어 장치의 SIM 모듈을 수작업으로 교체하는 비용과 관련된다.

이러한 다양한 “록인“ 시나리오 및 서비스 제공자 전환을 용이하기 위한 잠재적 수단은 현재 몇몇 정책·규제 기관에서 논의되고 있으며 이미 시장의 솔루션을 통해 해결될 수 있거나 조만간 그러한 솔루션이 제공될 수 있다.

첫째, 상호운용성 문제는 이전 섹션에서 논의한 바와 같이 표준화를 통해 해결될 수 있다. 향후 표준화 활동의 많은 부분은 이러한 제품 또는 서비스의 상호운용성을 제공하는 것을 목표로 한다.

둘째, 데이터 호환성의 부족으로 인한 “록인“은 데이터 이전 권리를 통해 해결될 수 있다. 이 문제를 해결하기 위한 국제 프레임워크의 일례가 EU 일반 정보보호 규정 초안이다.

연결 기능이 공중이동망 상에서 SIM을 통해 제공될 경우 연결 서비스 제공자 전환은 IoT 서비스 발전 및 시장 작동과 관련된 핵심적 문제가 된다. 현재, 연결 서비스 제공자를 전환하려면 장치 연결 기능 모듈의 하드웨어 변경이 필요하며, 이를 위해서는 기사가 SIM 카드 또는 통신 모듈을 교체해야 한다. M2M 사용자의 기대를 만족하고 이 문제를 해결할 수 있는 다음과 같은 두 가지 솔루션이 업계 및/또는 번호할당 관리자들에 의해 연구되고 있다.

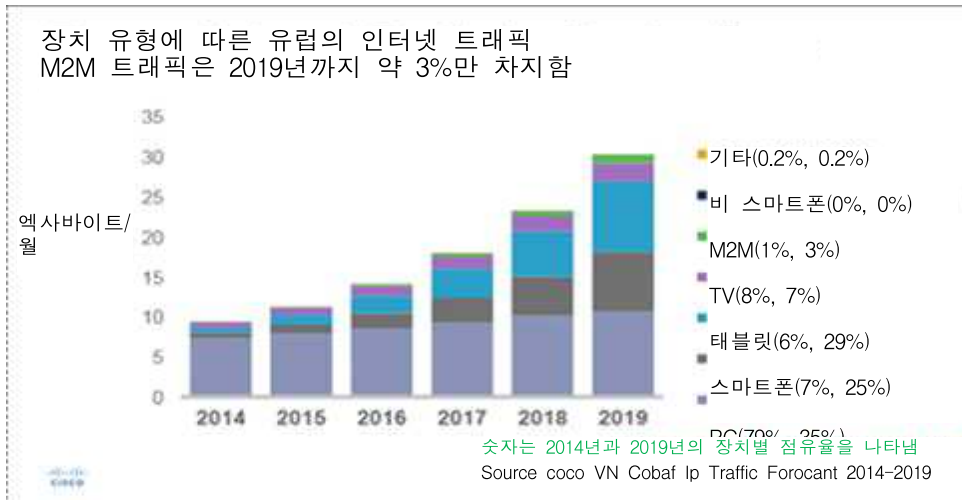
- 자동차 제조업체 또는 유틸리티 회사(에너지, 수도 등)와 같은 대규모 IoT 사용자에게 대한 E.212 이동 통신망 부호(MNC) 지정. 이 솔루션은 “E.212 이동 통신망 부호(MNC)의 지정 기준 완화“ 부분에서 논의한다.
- 재프로그램 가능한 eUICC의 사용이 필요한 가입자 식별 모듈(SIM)의 무선(OTA) 프로비저닝. 이 솔루션은 “무선 프로비저닝 및 임베디드 SIM 규격“ 부분에서 논의한다.

6. 통신사 기반시설의 신뢰성 및 요구

IoT가 자율작동 기계 및 지능형 시스템을 경제에 통합할 수 있는 가능성을 확대함에 따라, 신뢰성 있는 장치의 연결에 대한 의존성이 기하급수적으로 증가할 것이다. 자율주행 차량, 산업용 로봇 및 무인 항공기는 이전에 필요하지 않았던 방식으로 신뢰성 있는 연결에 대한 수요를 확대할 것이다. 시스템 구성 요소(센서, 작동기, 허브) 가운데 어느 한 부분의 불안정한 연결은 관할기관의 안전 우려를 초래할 수 있으며 이는 신규 서비스 속도를 늦출 것이다.

일부 업계 전문가에 따르면, 가정, 도시, 산업의 IoT 활성화는 단기적으로는, 현재의 네트워킹 기반시설 수요를 극적으로 증가시키지 않을 것으로 예상된다. 향후 5년간의 인터넷 트래픽 증가에 관한 시스코 예측에 따르면 M2M 트래픽은 통신 기반시설에 매우 제한된 영향을 미칠 것이다. 트래픽은 현재의 1%에서 2019년에는 3%로 증가할 것이다(그림 5).⁵¹

그림 5. 장치 유형에 따른 유럽의 인터넷 트래픽



출처: 시스코 전 세계 IP 트래픽 예측

IoT 활성화로 인한 트래픽 증가는 망 개선 투자주기에 들어선 연결 서비스 제공자들에 의해 점차 흡수될 것이다. 센서 기술 개발, 에너지 절감 기술 및 상호운용 가능한 소프트웨어 플랫폼과 같은 몇몇 분야에 대한 지속적인 투자를 보장해야 한다.

7. 일자리의 미래

IoT와 관련하여 제기되는 한 가지 질문은 IoT가 고용에 대하여 가지는 의미에 관한 것이다. Brynjolfsson과 McAfee는 자신들의 저서 “기계와의 경쟁”에서 기계학습으로 인해 로봇이 많은 저숙련 일자리에서 사람을 대체하는 미래를 언급한다. 이들의 저작은 실업 및 전 세계적 경기 침체에 관한 논의에 기술을 포함시키기 위한 것이었다. 제레미 리프킨의 책 이름을 본뜬 “일자의 종말”이라는 이 가정은 과거에 많은 경제학자들이 제시한 바 있지만 기술 변화는 일반적으로 서비스 경제 및 IT 산업과 같은 다른 경제 부문의 고용 증가를 수반했기 때문에 많은 관심을 받지 못했다. 따라서 이 문제는 많은 경제학자에게 신기술 반대자의 오류로도 알려져 있다.⁵²

옥스포드대학교의 연구자들인 Carl Benedikt Frey와 Michael A. Osborne은 인공지능의 추세를 검토한 후 2013년 발표된 논문에서 미국 일자리의 47%가 자동화의 위협에 노출되어 있다고 추정했다.⁵³ 그러나 최근의 맥킨지 보고서는 다른 종류의 영향을 제시한다.⁵⁴ 이 연구에서는 직업 대신에 과제 수준에 초점을 맞췄다. 이에 따르면 자동화와 인공지능은 거의 모든 일자리에 영향을 미치겠지만 현재의 기술로는 5%만 대체될 것이라고 한다.

독일 시장에 관한 최근 연구에 따르면 대다수의 기업들이 자신의 사업이 제공하는 일자리 숫자에 대하여 디지털화가 미치는 부정적 영향을 예상하지 않고 있다.⁵⁵ 인용된 연구에서 인터뷰 대상 기업의 23%는 디지털 변화를 관리하기 위한 신규 채용을 예상하기도 했다. 이것은 중단기적으로는 디지털 기술의 도입이 더 많은 일자리를 창출할 것으로 예상할 수 있지만 일자리에 대한 장기적 영향은 불분명하다는 결론으로 연결될 수 있다.

어떤 경제의 시장 경쟁력은 가장 효율적인 도구 및 프로세스를 가지고 있는가에 따라 결정된다. 따라서 기계학습 및 자율작동 시스템에 더 많이 투자하는 국가들이 그로부터 더 많은 이익을 얻을 가능성이 높다. 이것이 경제성장으로 연결되거나 일자리에 영향을 미칠 것인지 여부는 경제학자들 사이의 논란거리다. 예를 들면 다음 자료를 참조할 수 있다(OECD, Forthcoming a). 그러나 그럴듯한 시나리오는 로봇형 창고가 그것을 만든 사람들이 주장하는 만큼 좋은 성과를 나타낼 경우 창고 부문 일자리는 감소할 것이며 기업들은 보다 효율적인 창고를 구축하려고 할 것이다.⁵⁶ 이것은 효율성으로 연결되고 효율성은 비용 및 가격을 낮춰 소비자의 구매력 증가를 초래할 것이다. 또한 경제의 일자리 감소와 마찰을 초래할 수 있다.

향후 수년간 감소할 수 있는 다른 많은 “단순 반복“ 업무가 있다. 자율주행 차량이 성공적일 경우 자율주행 택시, 버스 및 트럭이 고용 감소의 유력한 후보가 될 것이다. 예를 들어 한 자동차 제조업체는 2025년의 자율주행 트럭에 대한 투자 수익이 24개월 이내 또는 이러한 차량의 경제적 수명보다 상당히 더 짧은 기간에 발생할 것으로 추정했다.⁵⁷ 그 영향은 과거에 비숙련 또는 저숙련 근로자를 흡수했던 일부 일자리가 미래에는 동일한 정도로 존재하지 않을 수 있다는 것이다. 물론, 이러한 기능의 제공과 관련된 일자리는 여전히 존재할 것이다. 그러나 이들 중 많은 부분이 로봇 기능의 수리 및 프로그래밍과 같은 숙련된 기술을 필요로 할 것이다. 따라서 역시 전통적 일자리의 일부가 사라질 수 있겠지만 숙련된 노동력을 확보하는 것이 중요하다(OECD, Forthcoming b). 반면에 자율작동 기계와 관련된 비용 절감도 있을 것이며 이는 경제의 다른 부문에서 인력의 재고용을 가능하게 할 수 있다. 추가로, 운송 부문의 효율성 제고는 이러한 이익으로 가능해진 경제 전반에 걸친 수요 증가를 뒷받침할 수 있다.

제3장 IoT를 위한 기술 발전

제1절 기술 발전

1. 연결성 요건 및 관련된 상충관계

이상적인 M2M 통신 기술은 전 세계 어디서나 임의의 속도로 인터넷에 대한 즉각적인 보안 접속을 허용할 것이다. 실내 및 실외에서 동일하게 작동할 것이며 무제한적 거리, 무지연, 무제한적 처리량을 보장하고 사실상 제로비용이 가능하며 에너지를 소모하지 않을 것이다. 또한 효율적인 M2M 사용에 필요한 데이터 접근 및 관리를 제공하고 프라이버시 보호를 보장할 것이다. 불행히도 실재는 그렇지 않기 때문에 모든 기술 선택이 상충관계에 있다. 네트워킹 기술 선택을 어렵게 만드는 것은 바로 이러한 상충관계다(표 3).

표 3. 통신 기술 요건 및 관련된 상충관계

기술 요건	관련된 상충관계
도달 거리 및 침투율	도달 거리가 길고 벽, 창문, 나뭇잎 침투율이 좋을수록 더 넓은 지역에 배치하기가 쉬워진다. 단, 도달거리는 소비 전력 및 처리량과 역의 상관관계를 가진다.
소비 전력	배터리로 구동되는 장치의 경우 낮을수록 좋다. 그러나 전력 사용량이 낮을수록 일반적으로 처리량 및 도달거리가 줄어든다.
처리량	처리량이 높을수록 좋다. 단, 이것은 배터리 수명 및 커버리지와 일반적으로 역의 관계를 가진다.
지원되는 장치 대수	특정 지역에 있는 장치가 많을수록 자원 공유 필요성이 증가하며 이는 성능에 영향을 미친다.
지원되는 네트워크 유형	스타, 메시, 트리, 피어 투 피어 토폴로지가 있으며 각각은 사용성, 처리량, 도달거리 등의 측면에서 장단점을 가진다.
사용자 상호작용	사용자가 장치 및 장치가 통신하는 방식을 설정해야 할 경우 이것이 장애물이 될 수 있다. 이상적일 경우 M2M은 켜면 작동해야 한다.
개방형/폐쇄형	데이터가 장치 소유자에게만 제공될 것인가 아니면 다른 사람들도 상호 작용할 수 있어야 할 것인가.
기대 수명	M2M이 설치된 장치는 20년 이상의 수명을 가질 수 있으며 이상적일 경우 M2M 솔루션의 수명도 동일해야 한다.
지역적/국제적 사용 지원되는	일부 기술은 규제 또는 기술적 문제로 인해 일부 국가에서만 사용될 수 있다. 대부분의 기술은 특정한 용도를 염두에 두고 설계된다. 그러나 M2M은 한 달에 한 번 전
애플리케이션 유형 이동성	송되는 단문 메시지에서 음성 및 동영상에 의해 지원되는 복잡한 상호작용을 망라한다. 모든 속도에서 또는 세계 각지의 모든 위치/환경에서 작동할 것인지 여부.
대체 작동 기능	네트워크 고장이 발생할 경우 사용자들은 백업 솔루션을 원할 것이다.
복수 프로토콜 지원	복수 네트워크 지원은 상황에 가장 적합한 네트워크를 선택할 수 있게 해준다.
보안 및 프라이버시 사례 연구 및 규모에 대한 경험	M2M은 편재적인 방식으로 개인 및 그 사생활과 관련된 데이터를 생성할 것이다. 모든 기술이 대규모의 구현 사례가 있는 것은 아니며 프로젝트 규모에 따라 제약이 증가한다.
벤더 솔루션	신기술은 일반적으로 만족스러운 특질을 갖지만 적은 공급업체 숫자를 대가로 하며 이는 록인 장기화를 초래할 수 있다.
손쉬운 배치 및 유지관리	수많은 장치의 배치, 운용 및 유지를 위한 간단한 방법이 가능한지 여부.

위의 목록은 장황하며 더 길어질 수도 있다. 이 목록이 나타내는 바는 적합한 M2M 솔루션을 선택하는 것이 기계에 통신 장치를 끼워 넣은 것만큼 쉽지 않다는 것이다. 시스템이 작동하는 방식, “미래에 대비되어 있는지” 여부 및 변화하는 요구를 수용할 수 있는지 여부는 이러한 선택들에 의존한다. 어떤 IoT 프로젝트는 중요한 매개변수를 선택하는 단계에서 이미 실패하고 있으며 또 다른 프로젝트는 요구 변경으로 과거의 선택이 무효화될 때 그렇게 된다. 예를 들어 스마트 미터링은 많은 숫자의 파일럿 프로젝트가 있었지만 어떤 통신기술이 최적인가에 대해서는 시장 합의가 없다. 기업들은 어떤 스마트 미터링 프로젝트에 필요한 모든 요구 사항을 만족시키는 단일한 기술 또는 기술 집합을 찾아내는 것이 어렵다는 것을 발견했다.

정책입안자 입장에서는, 정책을 지원하기 위해 어떠한 형태의 M2M에 의존할 경우 상충관계가 존재하며 이러한 상충관계는 모든 수준에서 프로젝트의 성공 가능성에 영향을 준다는 점이 분명히 인식되어야 한다.

2. IoT를 위한 통신 기술

사물인터넷은 장치 및 센서와의 연결 기능에 의존한다. 지리적 분산 및 장치가 지원하는 지리적 이동성에 따라 다양한 연결 유형을 설명할 수 있다(표 4).

표 4. 분산 및 이동성에 따른 M2M 애플리케이션 및 기술

지리적으로 분산됨	애플리케이션: 스마트 그리드, 스마트 미터, 스마트 시티, 원격 모니터링 필요한 기술: PSTN, 브로드밴드, 2G/3G/4G, 전력선 통신	애플리케이션: 차량 자동화, eHealth, 물류, 휴대용 소비자 가전 필요한 기술: 2G/3G/4G, 위성
지리적으로 집중됨	애플리케이션: 스마트 홈, 공장 자동화 필요한 기술: 무선 개인 통신망(WPAN), 유선 통신망, 실내 전기 배선, Wi-Fi, RFID, 근거리 자기장 통신(NFC)	애플리케이션: 현장 물류 필요한 기술: Wi-Fi, WPAN
지리적으로 고정됨		지리적으로 이동함

애플리케이션이 요구하는 지리적 분산 및 이동성이 높을수록 애플리케이션을 유지하는 데 필요한 에너지 사용량이 늘어나며 필요한 안테나가 커진다(장치가 무선일 경우). 그 다음, 에너지 사용량 및 안테나 크기는 폼팩터(즉, 컴퓨터 하드웨어 객체의 크기, 구성 또는 물리적 배치) 및 장치 애플리케이션을 정의한다. 가장 작은 센서 및 작동기는 RFID 태그와 같이 자체 무선 회로를 통해 전자기 에너지를 수집하거나 전원 및 통신망에 유선으로 연결된 것들이다. 불행히도

집적회로의 기하급수적 발전에 비해 배터리 기술의 발전은 선형적이며 크기 축소 및 기능 개선은 에너지 사용량 증가와 상충관계에 있다.

2. 근거리 네트워크 및 홈 네트워크

유선 및 무선 네트워크 모두 IoT에 필수적이다. 유선 네트워크는 용량을 제공하지만 위치 측면에서 유연하지 않다. 무선 네트워크는 위치 및 이동성 측면의 유연성을 제공하지만 일반적으로 대역폭 및 에너지가 제한된다. 유선 네트워크는 이더넷(사내망 및 광섬유망), GPON(광섬유망), DSL(공중전화망), Docsis(케이블망)와 같은 표준 네트워킹 기술을 사용한다. 전력선 통신을 위한 일부 표준이 있고 기업에서는 VoIP 전화 및 기타 장비를 위해 Power over Ethernet이 사용되지만, IoT를 위한 유선 프로토콜은 개발된 것이 거의 없다. 유선 연결을 사용할 수 있는 경우에는 일반적으로 기존 표준을 적용할 수 있다.⁵⁸

따라서 가장 덜 성숙되어 있고 가장 빠르게 변하는 분야는 가정 및 공장의 근거리 무선 표준이다(표 4의 우측 하단). 무선 주파수 식별(RFID), 근거리 자기장 통신(NFC), Zigbee, 6LowPan, 블루투스, Wi-Fi(복잡도 순)와 같은 기술은 모두 전세계적 표준으로 개발되었으며 각자의 틈새 영역을 가진다.

RFID 기술은 작은 태그(칩)가 자신의 위치를 브로드캐스트할 수 있는 단방향 통신 프로토콜이다. 2003년 월마트가 주요 공급업체들에게 모든 펠릿 및 케이스를 위한 RFID를 사용하도록 요구할 것이라고 발표했을 때 RFID가 소매 분야의 멋진 미래로 자리매김 되었다. 많은 분석가들은 조만간 모든 우유에 RFID 태그가 달릴 것이며 냉장고는 내용물 목록을 조사하여 제공할 수 있을 것이라고 예측했다. 일부 분석가들은 10년 안에 매년 1000억 개의 태그가 사용될 것이라고 예측했다. 이러한 전망은 현실화되지 않았으며 이는 부분적으로 태그 가격이 충분히 떨어지지 않은 데 따른 것이지만 한편으로는 무선 주파수가 은박지로 제조된 포장재나 (부분적으로) 액체로 구성된 제품을 손쉽게 통과하지 못하기 때문이기도 하다. 따라서 RFID는 대용량, 저마진의 빠르게 움직이는 소비재에서만 제한적으로 사용되었다.

2014년 무렵에는 RFID 태그가 의류 매장에서 점점 더 많이 사용됨에 따라 RFID 시장이 성숙되었다. 여기서 RFID의 이점은 쌓여 있는 의류를 스캔하여 특정한 사이즈가 아직 있거나 아니면 창고에서 가져와야 하는지를 판단할 수 있는 능력에 있다. 또한, RFID는 항공 및 제조 부문에서 부품 및 도구의 위치를 추적하고 올바른 부품의 사용 여부 및 부품의 정확한 나이를 확인하는 데 사용된다. 의료 부문의 경우에는, RFID가 상품, 의약품 및, 환자와 직원의 손 씻기 위생을 추적하는

데 사용된다. RFID로 제어되는 물비누 통의 사용은 병원의 비누 사용을 증가시켰으며 감염 건수를 줄였다. 운송 부문의 경우, RFID에 단일 사용 또는 복수 일자 티켓이 내장된다. RFID는 수명 동안의 동물의 추적성에 관한 정부 요건을 준수하기 위해 가축 식별에도 사용된다. 한 분석 회사는 2013년에 58억 개의 태그가 판매되었다고 추정했으며 이 수치가 2014년에는 69억 개로 증가할 것으로 전망했다(Das and Harrop, 2014).

NFC는 결제 또는 시설 입장 등의 상호작용을 위해 개발된 양방향 기술이다. 작동을 위해서는 NFC 가능 장치 두 대가 서로 근접한 위치에 있어야 한다. NFC는 빌딩 접근 및 대중교통을 위한 전자카드에 통합되어 있다(예: 파리의 Navigo, 런던의 Oyster 카드, 일본의 Suica 카드). 그 용도는 현재 무접촉 결제로 확장되고 있으며 점점 더 많은 은행이 NFC가 탑재된 신용카드 및 직불카드를 도입하고 있다. 애플의 iPhone 6 도입과 함께, 모든 주요 스마트폰 플랫폼은 이제 NFC를 지원한다. 동시에, 서울시의 T 카드 및 일본의 Suica 카드와 같은 일부 대중교통카드는 식료품, 과자 구입, 택시 이용 등의 목적을 위해 사용할 수 있다.

NFC의 주된 어려움은 표준화와 관련된다. NFC를 사용하는 대부분의 시스템은 이른바 폐쇄 루프 시스템이다. 이것은 어떤 기관에서 발급한 카드만 해당 조직이 승인한 거래 유형을 위해 사용될 수 있다는 것을 의미한다. 이 점은 사용을 제한한다. 예를 들어, 어떤 대중교통기관이 자신이 발급한 교통카드만 허용하고 인접 지역의 카드 또는 은행카드를 허용하지 않을 수 있다(파리의 Navigo 시스템은 파리 도심 외에는 사용할 수 없다). 개방 루프 시스템은 고객들이 다른 대중교통기관, 은행, 모바일폰 벤더와 같은 다른 조직이 발급한 카드를 사용하도록 허용한다. 표준화의 주된 장애물은 자신의 고객으로 간주하는 대상에 대한 접근을 보장하려는 각 조직의 의향이다. 어떤 고객이 은행 Q, 대중교통기관 X, 모바일 사업자 Z가 제공하는 스마트폰 브랜드 Y를 사용할 때만 작동하는 시스템을 도입하는 것은 어렵다. 이러한 오버랩은 작은 인구 부분만을 커버한다. 초기의 많은 NFC 시도는 한 은행과 한 모바일 사업자로 제한되었기 때문에 실패했다.

현재 개방 루프 시스템에 대한 관심이 증가하고 있다. 2014년 9월부터 런던시 교통국은 EE의 “Cash on Tap” 및 보다폰 Smartpass를 통해 스마트폰을 통한 결제를 지원하기 시작했다. 선불형 현금카드 또는 신용카드의 사용은 은행/신용카드 회사의 협력이 필요함을 의미한다.⁵⁹ 런던시 교통국 시스템은 출시 첫 주에 여행 중 5%가 개방 루프 카드시스템을 통해 지불됨으로써 인기를 입증했다. 그러나 개방 루프 시스템의 한 가지 문제는 교통비 결제와 같은 작업을 수행하는 데 복수의 카드를 사용할 수 있을 때 발생할 수 있는 “카드 충돌”의 가능성이다. 사용자의 지갑이 출구에 접촉할 때 시스템은 탐지되는 각각의 카드에서 청구액을 공제할 수 있다.

스마트폰은 NFC 기술을 다른 용도로도 활용하게 만들었다. 예를 들면 폰을 스피커에 탭하여 스마트폰을 무선 스피커와 페어링할 수 있다. 이러한 기능은 많은 안드로이드 폰과 대부분의 블루투스 무선 스피커 및 헤드폰에 통합되어 있으며 현재 키보드, 프린터, TV 및 기타의 장치로 확대되고 있다. 이 기능은 사용자가 기반이 되는 무선 기술(Wi-Fi/Bluetooth)을 알거나 이해할 필요 없이 장치를 페어링하거나 장치의 키를 모르는 상태에서 인증을 수행할 수 있게 해준다. NFC 스티커를 이용하면 예를 들어 전화가 차량에 도킹되어 있을 때 스티커를 탭하여 폰 설정이 자동으로 변경되도록 할 수 있다.

블루투스는 처음에 헤드셋 및 키보드와 같은 주변장치를, 근거리에서 모바일 폰 및 컴퓨터에 연결하기 위한 무선 개인 통신망(WPAN)으로 설계되었다. 90% 이상의 폰, 태블릿, 랩톱 컴퓨터가 블루투스 기능이 있으며 일부 차량에도 포함된다. 블루투스는 NFC와 비교하여 중앙 컨트롤러에 대한 스타 토폴로지를 통해 최대 10-20m 거리에서 작동하는 더 높은 대역폭과 더 먼 도달거리를 가지는 기술로, 모든 장치가 서로 연결된다.⁶⁰ 최신 버전은 블루투스 4.0이다. 그러나 블루투스 4.1을 위한 현재 발전에 따르면 메시 네트워킹과 IPv6를 도입할 것으로 예상되고 있다. 이 경우 각 장치가 중앙 컨트롤러를 통하는 대신 서로 직접 연결할 수 있으며 IPv6를 통해 인터넷에 연결할 수 있다. 이 경우 블루투스는 IEEE 802.15.4 기반 네트워크(아래 참조)의 직접적 경쟁자가 될 것이다.

블루투스 4.0은 저에너지 프로파일의 지원을 통해 IoT 기능을 확대했다. 이것은 애플의 iBeacon과 같은 다양한 저에너지 센서 및 태그와 관련된 혁신을 초래했다. 온도, 움직임, 위치 및 기타의 기능을 결합하는 센서를 비롯해, 가정 내의 많은 용도가 식별되었다. 이러한 기능은 자동차 키와 같은 물체의 위치를 찾거나 (주류 또는 총기 보관용) 벽장 또는 창문이 열려 있는지 여부를 알려 주는 데 사용될 수 있다. 또한, 블루투스는 가정 외의 매장 및 쇼핑몰에서 사용된다. 암스테르담 및 마이애미 공항에서, 블루투스 비컨은 전용 앱을 통해 스마트폰 소유자들에게 올바른 게이트를 안내해 준다. SITA(공항용 IT 및 통신 솔루션 전문 조직)는 공항들이 비컨 및 앱 메이커를 등록하여 서비스 상호작용 및 개발을 수행할 수 있도록 해주는 오픈 인덱스를 관리한다.⁶¹ 수년 내로 항공사들이 비컨을 이용해 승객을 찾고 여행객들이 태그를 이용해 항공기를 찾는 일이 일반화될 수 있다. 관련 정보를 포함하는 비컨은 버스 정류장과 같은 모든 장소에 배치될 수 있으며 스마트폰을 통해 접속할 수 있다. 비슷한 사례로, 마이크로소프트는 시각장애인을 위해 음성으로 정보를 전달해 주는 헤드셋을 개발했다.

IEEE 802.15.4(저속 무선 개인 통신망)는 저전력 애플리케이션을 위해 스타 토폴로지 및 메시 토폴로지를 모두 지원함으로써 차별화하는 네트워킹 표준이다.

이 표준은 매우 적은 전력을 사용하도록 설계되어 있어서 장치가 휴면 모드에 있을 때도, 수년간 배터리 구동 상황에서 작동할 수 있다. 이 표준은 250 Kbit/s로 제한되며 이는 가정 및 산업 환경의 IoT 애플리케이션에 이상적이다. IEEE 802.15.4는 장치가 브로드캐스트 및 연결하는 방법을 지정하지만 장치가 의미 있는 방식으로 상호작용하는 데 필요한 일부 고수준 상호작용을 지정하지 않는다.⁶² WirelessHart, MiWi, ISA100.11A, Zigbee, Thread와 같은 다양한 개방·특허 표준들이 IEEE 802.15.4를 기반으로 구축되며 이들 각각은 다른 용도를 다룬다.

그러나 IEEE 802.15.4는 표준 IP 스택과 잘 작동하지 않으며 이 때문에 Internet Engineering Task Force(IETF)에서 네이티브 IPv6를 가능할 수 있도록 6LowPan 표준을 개발하게 되었다.⁶³ 어려운 부분은 표준 IP 스택을 유지하기에는 이 표준이 너무 작다는 패킷 사이즈 측면과 인터넷의 상시 켜짐 가정과 관련된 에너지 소모에 있다. 그러나 블루투스과 달리, 802.15.4는 모바일 폰, 태블릿, 랩톱 컴퓨터에서 잘 지원되지 않기 때문에 작동을 위한 전용 게이트웨이가 필요하다.

Zigbee는 IEEE 802.15.4를 사용하는 가장 잘 알려진 표준이다. 그러나 시장에는 호환되지 않는 Zigbee 구현이 다수 존재하며 이는 IoT 활성화를 더디게 만들었다. Zigbee는 GE와 필립스가 만든 전구 및 컴캐스트의 셋톱박스에서 발견할 수 있다. 일부는 IP 기반 네트워킹을 네이티브하게 지원하지만 대부분의 Zigbee 변종은 그렇지 않다. 네이티브 IP 지원 부족의 한 가지 이유는 전력 요건이다. 예를 들어, Zigbee Green Power는 배터리 또는 기타의 전기적 연결과 같은 상시 전원이 없는 장치의 Zigbee 네트워킹 사용을 허용한다. 대신에, 이러한 장치는 조명 스위치 누름과 같은 동작으로부터 에너지를 수집할 수 있다.

2014년, 구글 네스트, 삼성, ARM과 다른 여러 기업들이 Zigbee의 대안으로 가정 내 및 주변 사용을 위한 표준인 “Thread”를 발표했다. Thread는 802.15.4를 사용하며 네이티브 6LowPan 지원을 제공한다. Zigbee와 호환되지는 않지만, 이 표준은 동일한 칩 및 무선을 사용할 수 있도록 설계되었다. 이 표준이 성공할 것인지 여부는 아직 지켜봐야 한다.

ANT, Peanut, Z-Wave와 같은 IEEE 802.15.4 기반 기술에 대한 대안적 특허 기술들이 존재한다. 이 중에서, Z-Wave는 가장 널리 구현되는 기술이다. 예를 들면, GE는 다양한 Z-Wave 기반 제품을 제공한다. 특허 기술로서, 이 표준은 (특정한 조건 하에서) 모든 사람의 표준 사용을 허용하는 개방 표준과 달리 한 회사 또는 회사 집단에 의해 통제된다. 더 많은 벤더가 이 기술을 중심으로 패키지를 제작할 수 있겠지만 아직은 제한된 숫자의 벤더가 칩 및 무선 장치를 제공하고 있다.

Wi-Fi(IEEE 802.11x)는 이 분야에서 관심을 가져야 할 마지막 네트워킹 프로토콜이다. 이 표준은 가정 내부 및 주변의 수많은 IoT 장치를 위한 기반을 구성하며 거의 모든 ISP가 고객들에게 Wi-Fi가 내장된 모뎀/스위치를 제공하고 있다. 비인가 주파수를 사용하는 Wi-Fi는 많은 고객들이 인터넷에 연결하기 위해 선호하는 방식으로 자리 잡았다. 이 표준은 LAN에 있는 컴퓨터에 사용되도록 최적화되었기 때문에 802.15.4와 같이 에너지 효율을 우선하는 대신에 최대 1 Gbit/s의 속도를 달성할 수 있다.⁶⁴ 이 때문에 음성 및 비디오 애플리케이션과 같은 고대역폭 및 저지연 애플리케이션을 위해 선택되는 기술로 자리매김 된다. 그 결과, Wi-Fi는 더 많은 에너지가 필요하며 배터리로 구동되는 기술을 충분히 지원하지 못한다. 따라서 Wi-Fi는 주 전원에 (정기적으로) 연결되는 모든 유형의 장치를 연결하는 데 사용된다.

기술들의 상충되는 요건들로 인해 승자를 예측하기가 어렵기 때문에 근거리 네트워킹 기술은 가장 경쟁이 치열한 IoT 네트워킹 분야다. 어떤 기술이 한 번의 비용으로 수년간 작동해야 할 경우 IEEE 802.15.4 기반 기술 또는 블루투스 기반 기술이 승자가 될 것이다. 높은 속도가 필요할 경우에는 Wi-Fi가 선택될 것이다. 그러나 어떤 기술이 선택되더라도, 상충관계가 발생한다. 가능한 솔루션은 IoT 솔루션을 대상으로 하는 자사 칩셋에 복수의 네트워킹 기술을 통합하는 것이다. 이것은 칩셋 비용을 증가시키겠지만 배치의 유연성을 제고하고 록인을 방지할 수 있을 것이다.

3. 원거리 네트워크 및 모바일 네트워크

지리적으로 분산된 네트워크의 경우, 유선 표준은 유선 연결이 이미 있는 위치 또는, 전체 기반시설의 일부로 도로 및 철도를 관리하는 조직과 같은 특정 조직에 대해서만 성공할 수 있다. 다른 경우에는, 필요한 토목공사와 관련된 비용으로 인해 종종 먼 위치로의 배선 비용이 너무 높아진다. 이러한 이유로 지리적으로 분산된 IoT 애플리케이션에 대해서는 이동무선망의 사용이 필수적이다. 신호등 관제나 펌프 또는 차량의 원격 모니터링에 사용될 경우 이들을 연결하는 유일한 비용 효과적인 방법은 무선망을 사용하는 것이다.

3GPP2에서 개발한 2G/3G/4G 네트워크는 IoT 배치를 위한 주된 통신망이다.

- 2G(GSM) 네트워크는 실내외에서 전 세계적 커버리지를 제공하기 때문에 미래 대응이 가능한 것으로 간주된다. 일부 모바일 사업자는 2G 망 철수를 계획하고 있지만(예: AT&T의 경우 2017년 철수) 그 커버리지는 보통 3G 및 4G 망보다 우수하며 특히 유럽의 경우 설치된 GSM 기반이 너무 대규모이기

때문에 철수가 까다로울 것이다.

- 3G(UMTS/HSDPA)는 주로 우수한 실내 커버리지를 제공하지 않는 2100MHz를 사용하기 때문에 업계 일부에서 덜 유용한 것으로 간주되고 있다. 그러나 일부 국가는 다른 대역에서 3G를 사용하며 일부 M2M 모듈은 3G를 지원한다.
- 4G 네트워크는 1 GHz 이하를 비롯한 광범위한 주파수 대역에서의 사용 가능성, 높은 처리량 및 낮은 지연으로 인해 점차 좋은 평가를 받고 있다. 4G 망은 현재 2G 및 3G를 지원하는 대역에서도 작동할 수 있다. 가격이 떨어지고 있지만 4G IoT 모듈은 아직 비싸다. 분석가들은 2022년까지, 70%의 M2M 모듈이 4G를 사용할 것으로 예상된다. 그러나 이것은 여전히 2G 모듈에 기반을 둔 시장의 30%에 불과할 것이다. 10~20년의 M2M 수명을 고려할 때 이 사실은 2030년 이후에도 2G 망이 운용되어야 할 것임을 의미한다(Connected World, 2014).

그러나 대규모 IoT 배치를 위해 2G/3G/4G 망을 사용하는 데는 단점이 존재한다. 주된 장애물은 SIM 카드 록인이다. 사업자 변경에는 SIM 카드의 물리적 교체가 필요하기 때문에 장치의 수명 도중에 모바일 사업자를 변경하는 것이 불가능하지는 않더라도 힘들 것이며 이로 인해 장치가 단일한 사업자로 록인된다. 이것은 경쟁을 저해한다. 게다가, 인구가 밀집한 도시에서도 한 네트워크가 완전한(실내) 커버리지를 주장할 수 없기 때문에 이것은 커버리지 달성의 어려움을 초래한다. 경쟁업체들의 네트워크가 한 위치를 커버할 경우 대규모 사용자들은 동시에 복수의 네트워크를 사용하는 것을 선택할 수 있다. 또한, 이동통신망은 정적이 아니며 망부하에 따른 요구 및 유지보수와 같은 작업에 따라 운영 특성이 변한다. 노르웨이의 연구에 따르면 중요한 네트워크 장애를 제외하고, 인구 밀집 지역에서도 최대 20%의 장치가 하루에 10분 이상 오프라인 상태로 유지되고 있다(Kvalbein, 2012).⁶⁵

추가로, 일부 사이트는 바쁜 시간대에 혼잡에 직면할 수 있다. 이것은 데이터 전송 일정을 재조정할 수 있는 스마트 미터에게는 문제가 안 될 수 있지만 전기차, 신호등 및 직접적 상호작용이 필요한 지불 단말의 충전 시에는 문제가 된다. 일부에서는 자율주행 차량 또는 eHealth와 같은 중요 IoT 애플리케이션을 지원하기 위해서는 인터넷의 최선 노력 속성을 다루기 위해 추가적인 QoS 메커니즘이 필요하다고 제안한다. 그러나 다른 사람들은 변화를 가져오는 데 따른 기반 네트워크의 고유한 비신뢰성 및 IP와 같은 상위 수준 네트워킹 프로토콜의 불안정성으로 인해 보다 근본적인 접근 방식이 필요하다고 주장한다. 여기에는

애플리케이션을 보다 탄력적으로 만들고 사업자 독립적인 SIM 카드를 사용해 기반 네트워크의 고속 스위칭을 허용하는 것이 포함된다. 또한, 국제적 모바일 로밍은, 잘 지원되고 있지만, 값비싸며 어떠한 이동통신 사업자 또는 사업자 연합도 특정한 고객 요건을 위해 우수한 커버리지 및 속도를 제공하기 위한 충분히 넓은 풋프린트를 보유하고 있지 않다.

4. IPv6와 사물인터넷

IPv6와 IoT는 상호 의존적인 정도까지, 잘 정렬되어 있는 것으로 인식되곤 한다. IoT는 IPv6가 단독으로 제공할 수 있는 막대하게 확장된 프로토콜 주소 공간을 필요로 하며 IPv6는 이 새 프로토콜의 폭넓은 배치와 관련된 추가 비용을 정당화할 실질적 근거를 제공해야 한다. 일부에서는 IPv6 사용이 전화번호 및 IMSI 부족 문제를 완화해 줄 것이라고 주장한다. 그러나 이들은 IPv6가 실행되는 모바일 네트워크에 있는 장치를 식별하기 위해 여전히 필요하다.⁶⁶

그러나 장치 배치에 관한 현재까지의 증거는 설득력 있는 근거를 제공하지 않는다. 기존의 센서 네트워크, 모바일 장치 및 기타 형태의 마이크로파 배치는 모두 IPv4를 사용한다. 이것은 가용성에 따른 실용적 선택으로 보인다. 추정치는 다르지만, 합의된 의견에 따르면 2012년에 80~100억 개의 장치가 인터넷에 연결된 것으로 나타난다. 이 시기에, 인터넷은 25억 개의 주소로 구성되었으며 이는 이러한 장치의 대다수가 하나의 IPv4 주소를 복수의 장치에서 동시에 공유할 수 있게 해주는 기존의 NAT 장치 뒤쪽에 배치되었음을 의미한다.

이로 인해 IoT가 기본적 전제조건으로 IPv6를 필요로 하는가 아니면, 지속적으로 확장되는 마이크로 장치들이 계속해서 현재의 IPv4 상의 주소 공유 프레임워크 또는 동일한 네트워크에 있는 각 부분 사이의 주소 변환이 가능한 IPv4와 IPv6의 혼합 구조에 배치될 수 있는가 하는 의문이 제기된다. 또한, 이 질문은 임베디드 장치의 속성 및, 이러한 장치가 외부 환경과 통신하는 방식과 관련된다.

“폴링 모델” 장치는 데이터를 수집하여 로컬 메모리에 저장한 다음 폴링될 때 컨트롤러로 데이터를 전송한다. 이 데이터 수집 모델에서 장치는 연결 요청의 대상이며 일반적으로 고유하게 할당된 공개 IP 주소가 필요하다. IoT에서 고려되는 대량의 장치를 고려할 때, 폴링 모델은 IPv6가 제공하는 확장된 주소 공간을 필요로 할 것이며 IPv4에서는 유지될 수 없을 것이다.

교대 센서 보고 모델은 “기지보고” 모델로, 장치가 데이터를 수집한 다음 주기적으로 컨트롤러 연결을 개시하여 데이터를 전송한다. 장치가 연결 요청을 시작하며 연결되는 동안에만 공개 주소 사용이 할당되기 때문에 이 두 번째 모델은 IPv4 및 NAT 환경에서 적절히 작동한다. 동시에, NAT 기능이 외부 에이전트가 어떠한 형태의 장치 통신을 시작하는 것을 방지하기 때문에 이 모델은 기본적으로 센서 장치를 외부 인터넷으로부터 감춘다.

센서 네트워크 및 임베디드 자동화 장치를 위한 비슷한 애플리케이션 환경에 대해 현재까지 수행된 작업 중 많은 부분은 이 “기지보고” 연결 모델을 사용하며 장치가 NAT 및 기존의 IPv4 네트워크 뒤쪽에 위치할 수 있다. 이러한 장치는 폭넓은 IPv6 배치의 근거를 추가하지 않는다. 그러나 “저스트 인 타임” 우발 데이터 수집 형태와 함께 연속적인 센서 모델(예: 비디오 스트림 또는 연속적 환경 센서)이 고려될 경우, 필요할 때 센서를 폴링할 수 있는 능력은 중요한 자산이 되며 NAT는 장애물이 된다. 이 경우, IPv6 사용은 일반적으로 필요한 전제조건으로 간주된다. 그러나 NAT를 사용하지 않으면 무인 마이크로 장치가 인터넷에 노출될 것이다. 이것은 이러한 주소 지정 가능 장치가 다양한 형태의 대량 분산 서비스 거부(DOS) 공격에 포함될 위험성을 비롯해, 보안 및 남용과 관련된 부대적 문제를 초래한다. IPv6의 확장된 주소 공간이 센서 장치의 우발적 발견을 방지할 것인지 아니면, 신중한 운용을 위해 이렇게 노출되는 센서에 견고한 보안과 지속적 모니터링 및 유지관리를 추가해야 하는지 여부가 현재 센서 업계의 공개된 문제다.

제2절 시장 발전

1. 무선 프로비저닝 및 임베디드 SIM 규격

IoT 공간의 혁신은 경쟁에 의해 주도될 것이며 사업자 록인은 대형 IoT 참여자들에게 주된 장애물이 될 것이다. 커넥티드 카, 스마트 미터, 모바일 기술을 통해 인터넷 연결이 필요한 기타의 객체를 제조하는 기업들은 연결 서비스 제공자를 변경하는 것이 어렵다는 것을 인지하고 있다.

그러나 최근의 시장 발전은 무선(OTA) 프로비저닝을 통해 서비스 제공자 변경을 가능하게 하는 ETSI/3GPP 표준화 기관들이 채택한 솔루션이 다가오고 있음을 시사한다. MNO들의 업계 모임인 GSM 협회는 2015년 10월 임베디드 SIM 규격을 발표했다.⁶⁷ 이 규격에는 사업자가 SIM 프로파일을 생성한 다음 제조업체에 관계없이 호환되는 eUICC로 다운로드할 수 있는 “프로파일 상호운용성”이라고 하는 기능이 포함된다. 이 “무선(OTA)” 솔루션은 MNO가 손쉽게 많은 숫자의 M2M 장치를 연결할 수 있게 해주기 때문에 OEM 및 M2M 서비스 제공업체를 위한

시장을 열어주고 단편화를 줄이며 추가적인 상업적 유연성을 제공한다. 현재 Global M2M Association(GMA) 및 M2M World Alliance의 회원들을 비롯해 23곳의 모바일 사업자들이 임베디드 SIM 규격을 지원하고 있다.

GSMA의 규격은 오랫동안 기다려 온 표준화의 진일보이지만 아직 전 세계적인 솔루션은 아니다.⁶⁸ 2016년에 ETSI 표준이 예상되고 있지만 일부 국가는 이미 보다 유연한 IoT 시장을 허용하기 위해 자국의 정책을 변경했다. OTA 솔루션은 eUICC라고 부르는 재프로그램 가능한 SIM 카드의 사용을 요구한다. 이러한 솔루션은 SIM의 IMSI 번호 및 관련된 보안 자격증명의 무선 업데이트를 통해 대규모 IoT 사용자들에게 모바일 사업자를 변경할 수 있는 능력을 제공할 것이다. 이러한 접근 방식은 사업자 주도적일 것이며 복수 네트워크의 자격증명이 SIM에 저장되는 복수 IMSI 솔루션과 결합될 수 있을 것이다.

많은 대규모 IoT 사용자들이, 서비스 제공자를 변경할 때 이미 설치된 연결형 장치 기반을 손쉽게 업데이트하거나, 비즈니스 관계를 유지하지 않고 어떤 사업 부문 및 관련된 모든 IoT 장치와 서비스 계약을 매각하는 것과 같은 자체적인 비즈니스 목적을 위해 OTA를 사용하고자 할 것이다. 이러한 맥락에서, 표준화된 OTA 프로세스를 위한 개발이 업계(예: 애플, 자동차 산업 등)에 의해 주도되고 ETSI 내에서 개발될 가능성이 존재한다.

2. 이종 IoT 세계를 위한 다중 무선 장치

무선 장치 및 센서는 여러 가지 경쟁하는 연결 표준을 가지며 어떤 기술이 우세할 것인지는 분명하지 않다. 일부에서는 IoT가 균일하지 않을 것이며 각각이 일련의 요구 사항을 충족해야하기 때문에 여러 가지 기술이 공존할 것이라고 예측한다.

이러한 방향을 가리키는 한 가지 시장 발전은 여러 규격을 지원하는 복수 무선 장치의 설계다. 스페인의 무선 장치 제조업체인 Libellium은 자사 제품 중 하나인 Wasp mote에 대해 원거리(3G / GPRS / LoRaWAN / LoRa / Sigfox / 868 / 900MHz), 중거리(ZigBee / 802.15.4 / WiFi), 근거리(RFID / NFC / Bluetooth 4.0)와 같은 17가지 무선 인터페이스에 대한 지원을 제공하고 있다. 인터페이스는 단독으로 사용하거나 무선 확장 모드를 사용해 두 가지를 조합할 수 있어 보다 견고한 접근 방식을 제공한다.

복수 무선 장치 및 모듈형 설계를 통해 기업들은 사용되는 기술에 관계없이 배치에 사용될 수 있는 장비에 보다 안심하고 투자할 수 있다. 장치 제조업체의

경우, 이것은 단가를 줄일 수 있는 규모의 경제를 활용할 수 있으며 기술을 더 많은 시나리오에 제공할 수 있음을 의미한다.

3. 기반시설 설치 전략

통신 프로젝트에서는, 기반시설 설치 및 운용과 관련된 비용이 사업의 성공 가능성에 영향을 미치는 핵심 요인이다. 신규 시장 참여자들에게 요구되는 투자를 줄이기 위해, 규제기관은 전통적으로 기반시설 공유 관행을 선호했으며 네트워크의 일부 구성 요소에 대한 접속을 규제했다.

IoT 기반시설의 설치 가속화는 IoT 솔루션의 상용화에 필수적이며 IoT 사용자가 위치하는 가치 사슬의 입장에 따라 다양한 전략이 관찰되고 있다. 현재 활용되고 있는 다양한 전략을 이해하기 위해 몇 가지 사례를 검토해 보기로 한다.

Sigfox와 같은 신규 시장 참여자는 최대한 빨리 자사망을 확대하기 위한 제휴 전략을 개발했다. Sigfox Network Operator(SNO)가 되면 M2M/IoT를 위한 연결 서비스 확장을 통해 차별 요인 및 경쟁 우위를 제공하는 IoT/M2M 비즈니스 기회가 보장된다. 프랑스에서, Sigfox는 배치 및 운용을 촉진하기 위해 TDF와 협력하고 있다. TDF는 Sigfox에 전국적 통신 기반시설에 대한 무선 에너지링, 배치, 운용 및 유지관리 전문성을 제공한다. 2015년 10월, Sigfox는 샌프란시스코시와의 협력을 통해 자사의 공개 라이브러리 시스템을 사용하여 스마트 시티 프로그램 및 복수의 수직 영역에 있는 기업들을 위한 전용 IoT 네트워크를 설치할 계획이라고 발표했다. 샌프란시스코는 Sigfox가 2016년에 네트워크를 설치할 10곳의 미국 대도시 중 첫 번째 도시다.

그러나 전통적인 모바일 네트워크 사업자 역시 IoT 애플리케이션에 대응할 수 있는 저전력 기술을 지원하기 위해 망개선에 투자하고 있다. 단기적으로, 몇몇 모바일 네트워크가 LoRa Alliance가 지원하는 특허 복수 밴더 솔루션인 LoRaWAN 기술을 통합하고 있다. Orange와 Bouygues Telecom은 프랑스에서 LoRa 네트워크를 운용하고 있다. Telstra는 멜버른에서 시험 운용을 시작할 계획이며 Proximus는 2016년에 벨기에와 룩셈부르크에서 네트워크를 운용할 계획이다. 그러나 중기적으로는 현재 모바일 기술의 새로운 최적화를 통해 IoT 장치가 직접 공중무선망에 연결할 수 있을 것으로 전망된다.

4. IoT 대응 모바일 네트워크 기술

원거리 통신을 연결성 요건으로 하는 애플리케이션은 새로운 기술 또는 기존의

모바일 네트워크를 선택할 수 있다. 저전력 장치를 서비스하는 맞춤형 기술은 물리적 기반시설(기지국, 안테나, 백홀 링크 등)의 배치가 필요하기 때문에 비용을 증가시킨다. 기존 모바일 네트워크의 기반시설을 재사용하면 보다 손쉽고 값싸뿐만 아니라 애플리케이션 전체에 대하여 비즈니스 케이스를 실행 가능하게 만들 수 있다.

IoT 애플리케이션을 효율적으로 지원하기 위해서는 현재 모바일 기술을 강화하는 것을 목표로 하는 몇 가지 쟁점이 존재한다.

LTE Cat-0 및 LTE-M은 낮은 데이터 속도 및 덜 복잡한 사용자 장치를 지원하기 위한 4G LTE 기술의 진화 버전이다. 3GPP 기관들이 표준을 주도하고 있다. 이 두 표준은 특히 3G & 4G 장치에 비해 훨씬 더 낮은 전력을 소모하며 비용이 더 낮은 배터리 구동 장치의 필요성에 대응하기 위해, 자체적인 특성을 가지는 M2M & IoT 장치 시장을 직접적으로 다룬다.

LTE Cat-0은 3GPP 릴리스-12 표준 버전과 관련되며 LTE-M은 다가오는 릴리스-13 표준(구체적으로 “TR 36.888”)과 관련된다. LTE Cat-0은 비록 초기 구현이긴 하지만, 표준을 지원하는 실제 칩셋을 이용할 수 있다는 점에서 이미 '현실'이다. LTE-M은 활발히 개발되고 있으며 통신사 백엔드 Rel-13 소프트웨어와 최신 칩 제작 설계가 필요하다.

그러나 강화된 기술들이 Sigfox 및 LoRa와 같은 현재 및 부상하는 GHz 이하 대역 무선 기술들과 경쟁할 것이다. 일부에서는 대다수 통신사의 이동통신망 계획 및 배치가 2020년까지 추정되는 IoT 장치 400억 대의 2~4%만 처리할 수 있을 것이기 때문에 Sigfox 및 LoRa 기술이 가까운 미래에는 여전히 중요한 역할을 수행할 것으로 예측한다. 모바일 네트워크는 현재 '사물'이 아닌 사람에 맞춰져 있으며 이 때문에 LTE-M 지원을 권 후에도 성숙한 통신 시장으로 이행하는 데는 어느 정도 시간이 걸릴 것이다. Sigfox 및 LoRa는 퍼스트 무버의 이점을 가질 것이다.

IoT를 위한 LTE 진화에 대해 작업 중인 기업들은 노키아, 에릭슨, 화웨이, Sierra Wireless, Telit, u-blox다. 프랑스의 Sequans 및 이스라엘의 Altair Semiconductor와 같은 다른 참여자들 역시 칩셋 시장에 진입했으며 영국의 NextG-Com과 같은 OTT 사업자도 독립적인 LTE M2M 프로토콜 스택 및 온칩 개발 도구를 제공하고 있다.

GERAN 릴리스 13은 모바일 네트워크와 동일한 주파수 할당을 사용하면서

매우 낮은 데이터 속도 및 장치 복잡성을 지원하기 위한 2G GSM 기술의 강화 버전이다. 3GPP는 낮은 데이터 속도 및 지연 허용 전송을 위한 새로운 UE 범주를 통해 사업자들이 2G에서 LTE 네트워크로 이행하기 위한 기술 규격을 개발했다.

릴리스 13은 다음과 같은 성능 개선을 제공할 것이다.

- Cat-1 UE 대비 75%의 모뎀 복잡도 감소
- 1.4 MHz로 축소된 UE 수신 대역폭
- 10년 이상의 배터리 수명
- 15-20 dB의 커버리지 강화

장기적으로, 차세대 모바일 기술인 5G는 틀림없이 IoT 기술 요건(속도, 소비 전력, 장치 지원, 기대 수명 등)을 지원하도록 설계될 것이다.

5. 모바일 네트워크의 대체 솔루션: 기술의 확산

모바일 네트워크에 대한 잠재적 록인 및 커버리지 달성의 어려움으로 인해 대규모 IoT 공급업체 및 사용자들은 대안적인 네트워킹 옵션을 검토해 왔다. 자동 미터 관독/스마트 그리드에 사용되는 다양한 솔루션을 검토해 보는 것이 유익할 것이다.

예를 들면 Telefonica는 스웨덴의 Connode와 함께 802.15.4 IPv6 기반 메시 네트워킹과 이동통신망 연결성의 조합을 사용하여 영국에 스마트 미터링 솔루션을 공급하기 위한 15년 계약을 따냈다. 메시 네트워킹은 스마트 미터가 다른 스마트 미터를 사용해 이동통신망 연결성이 있는 허브에 도달하도록 해준다. 한 노드에서 커버리지가 상실될 경우 또 다른 노드가 허브 역할을 수행할 수 있다.

네덜란드에서는 Alliander(에너지 네트워크를 관리하는 규제 대상 유틸리티 회사)가 자신의 운영 회사(스마트 그리드 목적) 및 제3자들에게 네트워크 서비스를 제공하기 위해 기존 피인가자로부터 CDMA450 라이선스를 구매했다. CDMA450은 더 높은 주파수 네트워크보다 더 나은 커버리지를 제공하며 일부 기업들이 농촌 지역에 무선 전화를 배치하는 데 사용하고 있다. 이 기술은 음성통화를 위해서는 제한된 용량을 가진다. 그러나 CDMA450 또는 LTE450은 기존의 무선 기술보다 더 나은 커버리지를 가지는 데이터 통신을 제공할 수 있다.

영국에서는 Neul이라는 회사(최근 화웨이에 매각됨)가 TV 대역 중 사용되지 않는 주파수인 화이트 스페이스 대역의 사용을 지지하고 있다. 이 회사의 기술은

470 MHz~790 MHz 대역에서 작동한다. 프랑스에서는, Sigfox가 Ultra Narrow Band(UNB) 네트워크와 함께 산업·과학·의료(ISM) 비인가 대역(유럽의 868 MHz 및 미국의 902 MHz)을 사용하는 것을 목표로 하고 있다. 장치 한 대가 12바이트 페이로드의 메시지를 매일 140건까지 전송할 수 있다. 현재는 소수의 국가에서만 이용할 수 있지만, 이 기술은 위치 확장을 위해 2015년에 1억 천 5백만 달러의 기금을 모았다. 또 다른 프랑스 회사인 Semtech은 IoT 장치와의 원거리(최대 15km) 로우 비트 레이트 통신을 위해 LoRa를 추진하고 있다.

이러한 발전은 큰 커버리지를 가지는 넓게 분산된 지역에서의 통신에 대한 많은 사용자 층의 필요성을 강조한다. 2G/3G/4G의 대체 솔루션이 개발되고 있지만 단지 몇 개만 전 세계적으로 표준화된 주파수 대역을 사용할 수 있을 것이며 이용 가능한 주파수 대역폭이 좁아 사용이 제한될 것이다.

6. 의료용 MVNO 서비스가 미래의 추세인가?

eDevice는 의료 부문에 대한 흥미 있는 제안-전적으로 의료 기기 산업에 초점을 맞춘 MVNO 서비스 제공-을 가진 프랑스 회사로, 규제가 계속 발전됨에 따라 의료 회사들을 위한 특별한 제안을 만들어내고 있다(표 5).

모바일 사업자가 대량 사용 애플리케이션을 위한 솔루션을 제공하는 데 초점이 맞춰진 광범위한 전 세계적 네트워크를 구축한 세계에서는, 현재의 표준 무선망 가입은 잘 맞지 않는다. eDevice는 의료 서비스 애플리케이션의 특수한 제약 및 요건을 만족하는 일련의 맞춤형 솔루션으로 이러한 네트워크를 활용하는 것을 목표로 하고 있다. MVNO 솔루션에는 전 세계적 모바일 접속 및 이 회사가 운영하는 기술 기반시설을 제공하기 위한 서비스 계약이 포함된다.

표 5. 부문 특정적 MVNO의 주요한 차별 요인

차별 요인	핵심 사항
전담 네트워크 운용 센터(NOC)	트럭 또는 경보 시스템 추적에 사용될 수 있는 일반적인 고객 센터 서비스를 대체한다. 전담 NOC 확보는 의료 기기가 다른 장치와 동일한 신뢰성 수준으로 취급되지 않도록 보장한다
맞춤형 품질 계약 및 감사	제공되는 서비스가 외부 의료 품질 보증에 대한 준수가 필요할 수 있는 의료 기기 시스템의 일부인 경우 이 내용이 종종 필요하다
24/7 서비스 수준 합의서 및 지원	많은 의료 서비스 조직은 무중단 지원 및 보장된 대응 시간을 요구한다
배치 관리	매끄러운 의료 기기 배치를 가능하게 하는 장치 관리 기능.
장치 추적	의료 기기의 지리적 위치, 실시간 트래픽 및 고장해결 도구.
동적 로밍	필요할 때 로밍 계약을 추가하여 국제적으로 분산된 장치들의 복잡성을 줄인다.
데이터 풀링	서비스 비용을 관리하기 위한 전체 장치 그룹에 대한 데이터 풀링으로 값비싼 데이터 커버리지를 제거한다.
동적 활성화	SIM 활성화가 자동으로 수행되어 분산된 가치사슬이 관련된 배치 작업을 관리할 때 유연성을 보장한다.
물류 관리	종종 전 세계적으로 분산된 장치들에 대해 필요한, 라벨링, 브랜딩 및 배송을 포함한 고객 물류.
복수 통신사	커버리지를 보장하기 위한 국가별로 복수의 MNO.

출처: OECD, eDevice 자료에 근거함.

또한, 이 회사는 원격 의료 및 모니터링을 위한 연결 기능이 있는 2G/3G 모델에서 의료용 제품에 이르는 다양한 제품을 개발한다. 어떤 의미에서, MVNO 서비스는 이러한 제품을 서비스하는 것이며 의료 부문의 다른 기업들에게 개방되어 왔다. 부문 특정적 MVNO는 일반적인 연결 서비스 제공자와 반대되는 일련의 주요한 차별 요인을 가진다.

의료 부문은 이러한 특수한 요건을 가진 틈새 영역으로 보이지만 다른 부문 역시 자율주행 차량을 위한 연결 기능에 신뢰성을 제공하기 위한 목적 등의, 부문 특정적 MVNO를 정당화하는 차별 요인을 개발할 수 있다.

7. 중국의 IoT 상용화: 규모의 문제

중국은 모바일 M2M 연결성 상용화의 전 세계적 선두주자다. 2013년 말 현재, 중국은 5천만 대의 모바일 M2M 연결로 3천 2백만 대의 미국과 930만 대의 일본을 앞서고 있다. 에너지 및 운송 산업의 수요가 이러한 빠른 성장의 많은 부분을 주도했으며 자동차, 스마트 시티, 의료, 교육 및 소매 부문에서도 IoT 솔루션이 추동력을 얻고 있다.

차이나 유니콤은 2013년 말 현재 2억 8천만 명의 모바일 접속자와 8천 8백만 명의 고정회선 접속자를 가진 중국 내 2위 통신 사업자다. 이 회사는 전 세계 각지의 수백 곳의 모바일 사업자와 동일한 3G 및 4G 기술을 사용하고 있기 때문에 모바일 산업의 전 세계적 규모의 경제로부터 이익을 얻고 있으며 다국적 장비 제조업체들과 복수의 계약을 체결할 수 있었다.

2013년 말까지, 차이나 유니콤은 비디오 감시, 지능형 운송, 커넥티드 카, 스마트 미터 및 건강 모니터링을 비롯한 다양한 애플리케이션을 지원하는 약 1천만 개의 M2M 접속을 제공하고 있었다. 사물인터넷은 솔루션 및 기획, 시스템 통합, 운용을 망라하는 이 회사 사업 제안의 중요한 부분이다. 이 회사는 공공부문의 요구를 만족시키고 특히 시 당국 및 정부 부처에 필요한 프로젝트 컨설팅을 제공하기 위해 전문적인 “기업고객부“를 조직했다고 밝히고 있다. 이 회사에 따르면 차대 관리, 원격 점검, 옥외 매체, 비디오 감시 및 기타의 산업용 애플리케이션이 현재 중국 M2M 시장의 대부분을 차지한다.

차이나 유니콤은 Gelly, Chang’ an, Roewe, Dongfeng, Yulong, D Partner, BMW와 같은 몇몇 자동차 제조사와의 파트너십 체결을 통해 자동차 부문에도 진입했다. BMW와의 협력 프로젝트에서는 MNO가 몇 가지 역할을 수행한다.

- 자동차 회사의 차량을 자사의 3G 망(3G 신호를 이용할 수 없을 경우 2G 망으로 전환)을 통해 BMW ConnectedDrive 서비스로 연결한다.
- 차량 내부의 임베디드 모바일 모듈에 영구 설치되는 특수하게 설정된 SIM 카드를 제공한다.
- BMW 운전자의 통화를 처리하는 고객 서비스 센터를 운영한다.
- ConnectedDrive 정보 서비스를 실행하는 데이터 센터를 관리한다.

또한, 차이나 유니콤은 의료 부문에서도 활동하고 있으며 베이징시 보건국과의 협력을 통해 베이징 시내 백여 곳의 병원을 위한 온라인 예약 및 건강 정보 서비스를 지원하고 있다. 또한, 이 회사는 112곳의 응급 센터 및 병원과 협력하여 임베디드 3G 연결 및 비디오 감시가 가능한 ECG 모니터가 설치된 스마트 앰블런스를 개발하고 있다. ECG 모니터에서 수집된 데이터는 직원들이 환자의 도착에 맞춰 준비할 수 있도록 이 회사의 3G 망을 통해 실시간으로 병원에 전송된다.

8. 애플 및 구글의 IoT 심층 참여

구글 및 애플과 같은 거대 기술 기업의 IoT 심층 참여는 그러한 참여가

네트워크에서 서비스 계층으로 그리고 매우 다양한 산업에 걸쳐 확산되기 때문에 주목할 만하다.

일부 전문가에 따르면, 단기적으로 가정 자동화 또는 “커넥티드 홈“ 환경을 위한 IoT 상용화는 이 두 기업에 의해 주도될 것이다. 애플의 HomeKit는 HomeKit Accessory Protocol을 지원하는 액세서리와 iOS 장치 사이의 매끄러운 통합을 제공하여 가정 자동화의 새로운 발전을 가능하게 한다. HomeKit는 가정 자동화 장치를 위한 공통 프로토콜을 추진하고 이러한 장치를 설정하고 그와 통신하기 위한 공개 API를 제공함으로써, 다양한 벤더가 만든 앱과 액세서리로 가득 찬 중개자가 필요 없는 시장을 가능하게 하며, 벤더들이 서로 직접 조정할 필요 없이 다양한 벤더의 액세서리가 하나의 일관된 전체로 매끄럽게 통합된다.

구글의 홈 시장 포지셔닝은 Brillo와 Weave의 두 가지 쟁점을 적극적으로 추진함으로써 약간 다른 접근 방식을 나타낸다. Brillo는 저전력 메모리 제한 장치에서 실행되도록 설계된 안드로이드 기반의 임베디드 운영체제 플랫폼이다. Brillo와 함께, 구글은 Weave 통신 프로토콜 및, 모바일 폰을 통한 장치 설정, 장치 사이 및 장치에서 클라우드로의 통신, 모바일 장치 및 웹을 통한 사용자 상호작용을 가능하게 하는 기반구조를 소개했다. Brillo와 Weave 모두 초대 모드로만 작동한다.

2014년 6월, 구글은 커넥티드 홈을 위한 학습형 서모스탯의 모태인 Nest Labs를 인수하고 스마트 홈 기기를 위한 IPv6 기반의 공개 프로토콜인 Thread를 개발하기 위해 삼성, ARM, Freescale 등과 작업반을 구성하면서 근거리 연결성 시장에 진입하기로 결정했다. 이후, 구글은 IoT 홈 환경의 표준으로 Thread의 개발 및 채택을 적극적으로 추진하고 있다.

또한, 구글과 애플은 연결성에 대한 사용자 체험의 일대 혁신을 목표로 하는 애플 SIM과 구글 Project Fi의 두 가지 플래그십 프로젝트를 추진하고 있다. 애플의 쟁점은 신형 iPad가 SIM 카드 변경 없이 무선 통신사를 변경할 수 있도록 함으로써 소비자들이 통신사를 이동하기가 수월해진다. 이 서비스는 일본에서는 AU, 미국에서는 T-Mobile, Sprint, AT&T, 영국에서는 EE 및 GigSky를 통해 90개국 이상에서 제공된다. iPad에 복수 통신사 SIM을 제공하는 것은, 일부 의견에 따르면, 동일한 종류의 SIM을 iPhone에 장착하는 과정의 전조다. 애플 SIM은 2015년 11월 일본으로 확대되었으며 현재 오스트레일리아, 캐나다, 프랑스, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 미국에 있는 애플 스토어에서 카드 판매가 제공된다.

구글의 Project Fi는 사용자가 신뢰성 있는 Wi-Fi 핫스팟과 T-Mobile에서 Sprint에 이르는 4G 서비스 사이를 전환했다가 더 강한 신호를 이용할 수 있으면 복귀할 수 있게 해주는 무선 서비스다. 이 서비스는 120곳 이상의 국가에서 이용할 수 있으며 매월 20달러의 가격으로 제공된다. 많은 이통사가 장기 계약을 중단함에 따라 시장은 소비자들이 매월 또는 더 자주 통신사를 옮기게 해줄 수 있는 가능성을 모색하고 있으며 여기에 구글과 애플이 참여하고 있다. 또한, 구글은 2005년 이후 자율주행 전기차를 위한 기술을 개발해 왔으며 법규에서 국토 시험을 허용하기 위한 활동을 진행해 왔다. 이 내용은 “테슬라, 구글, 애플과 자율주행 차량” 부분에서 자세히 설명한다.

제3절 정책 및 규제 발전

1. IoT 사용 촉진을 위한 입법 변경

유럽의 에너지 부문은 유럽 지침 및 국가 법규가 스마트 미터의 사용을 의무화한 것이 가장 대표적인 사례이다. 지능형 미터링의 상용화는 소비자들에게 에너지 사용량 및 패턴을 알려주기 위한 큰 전략의 일부다. 따라서 이러한 경제적 인식 제고는 소비자의 전력 사용 및 요금을 줄이고 환경을 위한 에너지 절감을 촉진할 것으로 기대된다.

3차 에너지 패키지는 유로존 국가들이 소비자들의 장기적 이익을 위해 지능형 미터링 시스템의 실행을 보장하도록 요구한다. 이 실행은 장기 비용 및 편익에 관한 긍정적인 경제적 평가(비용 편익 분석-CBA)를 조건부로 할 수 있다. 전력 부문의 경우 2020년까지 긍정적으로 평가된 사례의 80% 이상 배치라는 목표가 존재한다.

추가로, 3차 패키지의 정신을 준수하고 그 조항을 보완하기 위해 에너지 효율성 지침은 스마트 미터 데이터에 근거한 에너지 서비스 개발, 수요 대응 및 동적 요금 책정을 지지한다. 이 지침은 EU 기본권 헌장(이하 헌장) 제8조에 명시된 개인정보보호권을 존중 및 촉진하고 높은 수준의 소비자 보호를 보장(헌장 제38조)하면서 이를 실행한다.

분석에 따르면 주목할 만한 발전이 있었다. 전력 부문의 3분의 2 이상의 사례에 대한 긍정적 CBA에 따라, 각국은 이제 스마트 미터링의 배치를 약속했거나 이미 완료했다. 세 국가(핀란드, 이탈리아, 스웨덴)에는 이미 4천 5백만 대의 스마트 미터가 설치되었으며 이는 2020년까지 계획된 EU 내 설치의 23%에 달한다. 우리의 추정에 따르면, 배치 약속은 2020년까지 전력 부문의 스마트 미터 2억 대(모든 유럽

소비자의 약 72%에 해당)와 가스 부문의 미터 4천 5백만 대(소비자의 약 40%) 설치를 위한 약 450억 유로의 투자에 해당한다. 이 숫자들은 고무적이다. 이 숫자들은 스마트 미터링 배치가 긍정적으로 평가된 경우 이러한 국가들의 전력 부문에 대한 예상 보급률이 3차 에너지 패키지 목표 80%를 넘어서지만 EU 전체 보급률 80%에는 못 미침을 입증한다. 또한, 이것은 스마트 미터링 배치의 사업 효율이 아직 유럽 전역에서 압도적이지 않으며 가스 부문의 경우 약간 더 난제임을 나타낸다.

전력 부문의 비용 편익 분석 결과는 다음과 같았다.

- 16개국(오스트리아, 덴마크, 에스토니아, 핀란드, 프랑스, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 몰타, 네덜란드, 폴란드, 루마니아, 스페인, 스웨덴, 영국)이 2020년까지 대규모 스마트 미터 배치를 진행할 계획이거나 이미 배치를 완료했다. 이 중 폴란드와 루마니아의 두 국가에서는, CBA가 긍정적 결과를 나타냈지만 공식적 배치 결정이 아직 미정 상태에 있다.
- 7개국(벨기에, 체코, 독일, 라트비아, 리투아니아, 포르투갈, 슬로바키아)에서는 2020년까지의 대규모 배치에 대한 CBA가 부정적이거나 결정적이지 아니었지만 독일, 라트비아, 슬로바키아에서는 스마트 미터링이 특정한 고객 그룹에 대해서는 경제적으로 타당한 것으로 확인되었다.
- 4개국(불가리아, 사이프러스, 헝가리, 슬로베니아)의 경우 평가 수행 시점에 CBA 또는 배치 계획을 입수할 수 없었다.
- 대부분의 국가에서 배치 및/또는, 배치 일정, 미터 기술 사양 지정과 같은 구체적 사항의 규제를 위한 법적 기본 틀을 제공하는 전력 스마트 미터를 위한 입법이 준비된 상태였다. 5개국(벨기에, 불가리아, 헝가리, 라트비아, 리투아니아)만 이러한 입법이 마련되지 않았다.

2. IoT 시장 성장을 촉진하기 위한 번호할당 정책 변경

기계는 호출될 필요가 없기 때문에 ITU 권고안 E.164에서 정의하는 전화번호는 일반적으로 IoT에는 필요하지 않은 것으로 생각된다. 그러나 이것은 정확하지 않다. 전화번호는 그 가용성이 가정될 정도로 이동·위성 통신망 운용에 단단히 자리 잡고 있다. 빌링 시스템, 고객 관계 관리 시스템, 네트워크 관리 시스템 및 로밍 관리 시스템은 모두 전화번호의 존재를 가정한다. 또한, 종종 휴면 장치를 깨우는 데 사용되는 SMS는, 특히 장치가 로밍 중인 상황에서 전화번호를 가정한다. 따라서 번호할당 정책이 IoT에 맞게 변경되어야 할 수 있다.

유럽우편전기통신주관청회의(CEPT) 내의 전자통신위원회(ECC)는 2020년의

전망이 포함된 M2M으로 인한 E.164 번호의 부족에 관한 보고서를 발표했다.⁷⁰ 이 보고서는 다양한 가정에 근거하여 2020년에 한 국가 내에서 주민 1인당 1.4개의 전화번호가 사용될 것이라는 추정을 사용하기로 결정했다. 이 보고서는 연구가 수행된 29개국 중 7개국이 기존 E.164 번호의 소진 문제에 직면할 것이며 또 다른 2개국 역시 비슷한 시나리오에 직면할 수 있다는 결론을 내렸다. 이것은 각국에서 번호가 완전히 소진되는 것이 아니라 현재의 모바일 번호 범위를 고려할 때 각국이 충분히 가용한 번호를 갖지 못하게 된다는 것을 의미한다. 이 때문에 각국은 새로운 범위를 제공하거나 번호할당 계획을 재정비해야 할 수 있다. 특정한 M2M 번호할당 범위를 마련해야 하는 또 다른 이유는 M2M 서비스와 기존 모바일 서비스를 구분해야 할 필요성일 수 있다.

어떤 국가가 전용 M2M 번호할당 범위를 유지할 것인지 여부는 번호 소진과 관련된 국가별 상황에 따라 다르다. 네덜란드 규제기관은 통신 사업자 Tele2에게 고정 위치 장비와 이동전화 사이에 06-번호를 할당했다고 결정한 후 이 사업자가 이동전화 통화가 아닌 다른 목적을 위해 모바일 번호를 사용하지 못하게 했다.⁷¹ 06-번호 소진을 방지하기 위해 2011년 11월 스마트 에너지 미터 또는 내비게이션 시스템과 같은 자동화된 애플리케이션을 위한 097-번호가 제공되었다.

표 6. 특정한 M2M 번호할당 정책이 있는 국가

국가	M2M 번호 할당 정책 유무	접근 방식 설명	도입일
벨기에	있음	비지리적, 고정-이동 여부에 관계없는 망 부호, M2M 전용	2012년 1월 10일
덴마크	있음	M2M을 위해 사용되는 IMSI only 식별자. 전용 번호 범위는 지정되지 않음	2009년 1월 12일
핀란드	있음	세부 계획 마련 중	
일본	있음	세부 계획 마련 중	
룩셈부르크	있음	세부 계획 마련 중	
네덜란드	있음	모바일 전용 M2M 번호 범위	2011년 1월 12일
노르웨이	있음	모바일 전용 M2M 번호 범위	2009년 이전
스페인	있음	모바일 전용 M2M 번호 범위	2012년 1월 4일
스웨덴	있음	고정 및 이동용으로 각각 따로 할당된 전용 M2M 번호 범위	2011년 이전

국가	국가 코드	코드 유형	일련 번호			블록 크기	최대 블록
			코드	숫자 길이	총 할당		
벨기에	32	NDC	11	11	1천억	1백만	10,000
덴마크	45	MNC	n/a	6	n/a	확인되지 않음	n/a
일본	81	MNC	20	13	n/a	확인되지 않음	n/a
네덜란드	31	MNC	97	11	1천억	확인되지 않음	n/a
노르웨이	47	MNC	59	6	1백만	확인되지 않음	100
스페인	34	MNC	59	11	1천억	확인되지 않음	n/a
스웨덴	46	MNC	719	10	1천억	확인되지 않음	n/a
		NDC	378	10	1천억	확인되지 않음	n/a

유럽의 몇몇 국가는 ECC/CEPT 검토안을 반영하여 자국의 번호할당 정책을 변경했다(표 6). 예를 들어, 노르웨이 및 스페인은 모바일을 위한 전용 M2M 번호 범위를 도입했다. 스웨덴 역시 고정 및 모바일을 위한 별도의 전용 M2M 번호 범위를 도입했으며 벨기에는 비지리적이고 고정-이동에 관계없는 M2M 전용 망 부호를 도입했다. 일본은 2016년 4월 M2M 통신을 위한 전용 블록을 할당할 것으로 예상되며 사람들이 기억할 필요가 없기 때문에 번호 길이를 13자리로 늘릴 계획이다.

3. E.212 이동 통신망 부호(MNC)의 지정 기준 완화

네덜란드에서는 플랫폼 전환 및 록인 문제를 해결하기 위한 규제 접근 방식이 마련되었으며 이 국가는 세계 최초로 비MNO와 비MVNO가 이동 통신망 부호(MNC)를 받을 수 있도록 허용했다. 이 해결책은 단일망으로의 장기적 록인 없이 2G/3G/4G 연결성 시장의 경쟁을 촉진할 수 있다. 고객들은 자신의 필요에 따라 영토별로 하나 이상의 네트워크를 선택할 수 있다. 고객들은 Wi-Fi 네트워크와 같은 대체 네트워크를 사용하거나 SIM 카드를 인증 메커니즘으로 활용할 수도 있다.

IMSI 번호의 자유화는 대규모 기업 사업자에게 상당한 영향을 미칠 수 있다. 예를 들면 자동차 산업의 경우 차량 수명 15년 동안 매월 1달러의 추정 절감액은 매년 제조되는 차량 백만 대당 1억 8천만 달러의 이익을 제공할 수 있다. 일본 또는 미국에서 제조되는 모든 자동차에 대해, 이것은 매년 20억 달러에 해당한다.⁷²

CEPT ECC 네이밍·번호할당 작업반은 SIM 카드용 IMSI 번호에 관한 보고서에서 CEPT 국가들이 E.212 이동 통신망 부호(MNC)의 할당 기준을 검토하고 다음을 위한 MNC 할당과 관련하여 유연성 제고를 고려해야 한다는 결론을 내렸다.

- MVNO, MVNE, 재판매업자와 같은 전통적 시장 참여자
- M2M 서비스 제공자 및 SMS 서비스 제공자와 같은 새로운 비즈니스 모델(ECC, 2014).

IoT 참여자에게 MNC를 할당하면 이들이 자신의 E.212 IMSI 번호 범위를 관리하고 여러 MNO 사이를 전환하거나 스스로 MVNO가 될 수 있다. 에릭슨은 이러한 네트워크를 Private Mobile Network Operator(PVNO)라고 부르며 전 세계적인 작동을 위해 원칙상 한 사용자는 단 하나의 IMSI 범위만 필요하다. 몇몇 자동차 제조업체, 소비가전 회사 및 에너지 회사들이 이러한 록인 문제 해법에 관심을 나타냈다.

몇몇 정부는 IMSI 번호 및 관련 번호에 사설 통신망 접속을 제공하려면 관련된 ITU 권고안의 변경이 필요하다는 의견을 제시한다.

- 네덜란드는 2014년 3월 규제를 변경했다.⁷³ 네덜란드국방부는 자체 통신을 위한 범위를 사용하고 있으며 유틸리티 회사인 Enexis는 260만 대 규모의 스마트 미터 배치를 위해 자신의 범위를 사용했다.⁷⁴
- 벨기에 규제기관은 공개 의견수렴을 통해 MNC를 대규모 기업 사용자에게 할당하는 문제와 관련된 긍정적 입장을 나타냈다. 이 규정은 2016년 비준되어야 한다.⁷⁵
- 독일은 MNO 외에 MVNO와 MVNE도 IMSI 번호 블록을 신청할 수 있도록 번호할당 계획을 개방하고자 한다. 그러나 네덜란드처럼 대규모 IoT 사용자에게 IMSI 범위를 제공할 의향은 없다.⁷⁶
- EU 집행위는 COCOM15-3 문서 초안에서 이러한 측면에서 ITU E.212 권고안이 최종적으로 변경되지 않더라도 이 경로를 따라 진행할 수 있다고 밝혔다. 차기 ITU 연구반 2는 2016년 1월에 관련 규정의 제안된 변경을 논의할 계획이다.

4. IoT를 위한 번호의 영토의 사용이 가지는 의미

IoT는 특히 운송, 중장비, 소비자가전 부문에서 국경을 넘나드는 다양한 애플리케이션을 제공할 것이다. 이러한 기계가 사용하는 번호는 종종 장시간 동안 기계와 함께 국경을 넘게 될 것이다. 규제기관에게 이것은 국경을 넘어서는 자국 국가번호의 사용을 허용할 것인지 아니면 영구적으로 자국 영토 관할 내의 외국번호 사용(“영토의 사용”)을 허용할 것인지에 관한 질문을 제기한다. M2M 서비스를 위해 번호의 영토의 사용이 허용되어야 하는지 여부가 꽤 오랫동안 국제적 수준에서 논의되어 왔다. 대규모 IoT 사용자들은 법적 확실성을 원할 경우 해결책이 발견될 때까지 번호의 영토의 사용에 앞서 각 국가 규제기관의 확인을 거쳐야 할 것이다. 어떤 국가가 이러한 영토의 사용을 허용하지 않을 위험성도 존재한다. 이 경우 하나의 모바일 사업자 솔루션을 사용해 여러 국가에서 대규모 IoT 배치를 운용하는 것을 매우 어려울 것이다.

번호의 영토의 사용 문제는 E.164 번호(M2M 모바일 번호) 및 E.212 번호(IMS) 모두에서 발생하며⁷⁷ 일반적으로 둘 다 IoT 서비스를 위해 사용된다. IoT 맥락이 아닌 경우에는 현재까지 번호의 영토의 사용은 제한적이였다. 모바일 로밍은 가장 잘 알려진 예이지만 이것이 단기적이라는 점을 고려할 때 규제기관의 정밀 조사가 필요하지 않았다. E.164 전화번호의 휴대 이동 사용을 허용하는 일부 VoIP 서비스가 존재한다. 규제기관은 일반적으로 이러한 사용에 난색을 표해 왔으며 예외적인 경우에만 허용해 왔다.⁷⁸ 실무적으로 기업들은 지역적 존재감을 주장하기 위해 종종 외국의 E.164 번호를 사용하곤 한다.

IoT와 관련해서는, 번호의 영토의 사용이 증가하는 것으로 보인다. 실무적으로, 사업자들은 이미 해외에서 국제번호를 사용하고 있다. OECD가 수집한 통계에 따르면 스웨덴이 일인당 배치된 M2M 장치 숫자에서 OECD를 선도하고 있다. 그러나 이러한 번호를 조사한 결과 Telenor가 국제적으로 배치된 자사의 M2M 장치를 위해 사용하고 있는 것으로 보인다. 또한, 몰타, 룩셈부르크 및 일부 섬 지역의 번호도 M2M 목적을 위해 국제적으로 사용되고 있다고 보고되고 있다. 이것은 국가번호 사용과 달리, 이러한 장치가 사용되는 국가에서 해당 장치에 대한 국가 로밍 및 대체 작동을 구매하는 것이 가능하기 때문이다.

그러나 당국들은 자신들의 입장을 재고하여 이러한 번호의 영토의 사용을 개방하는 것이 가능한지 여부를 평가할 수 있다. 각국은 국가번호 소진 위험성과 같은 입증 가능한 피해가 있는 경우에만 번호가 사용되는 방식을 제한해야 한다. 현재, CEPT 내의 “미래 번호할당 문제 작업반”에서 IoT/M2M을 포함한 E.164-번호의 영토의 사용에 관한 작업이 진행되고 있다.⁷⁹

5. 디지털 단일 시장을 위한 EU 통합 표준화 계획

EU 집행위는 기술 및 영역에 초점을 맞춰 표준화를 위한 핵심 우선과제를 식별 및 정의하기 위해 통합된 표준화 계획을 시작하는 디지털 단일 시장(DSM) 전략을 제안했다. 그 목표는 국가 사이의 단편화를 방지하고 다양한 애플리케이션 영역 사이의 상호 교류를 허용하며 규제 기본 틀이 국경을 넘어서는 매끄러운 활용을 뒷받침하도록 보장하는 것이다.

실제로 표준은 업계, 공공기관, 연구소 및 사용자들에 의해 자발적으로 개발된다. EU 집행위의 의도는 업계, 기타의 이해관계자 및 표준화 조직과 협력하여 산업의 디지털화를 위해 가장 중요한 표준들을 식별하고 2016년 상반기까지 업계 및 사회의 일관된 표준 사용을 가능하게 할 계획을 이사회에 제시하는 것이다.

이 제안은 EU의 우선과제를 만족시키기 위해 유럽 표준화 조직(ESO), 국가 표준화 기관, 위원회 조직, 기타의 ICT 표준화 개발 조직, 포럼 및 컨소시엄, 산업, 연구소 및 국가들의 활동을 조정하는 것이다. 이 제안은 적합한 표준들의 시기적절한 개발을 보장할 것이다.

몇 가지 영역이 식별되었으며 이 중 일부는 완전히 작동하기 위해 IoT 기술이 필요한 애플리케이션이다.

- 5G 통신,
- 클라우드 컴퓨팅,
- 사이버보안,
- 데이터 주도형 서비스 및 애플리케이션,
- 유럽 산업의 디지털화,
- eHealth,
- 지능형 교통 시스템(ITS),
- 사물인터넷,
- 스마트 시티 및 효율적인 에너지 사용.

우선과제에 관한 의견 수렴 절차가 2015년 12월까지 진행된다. 2016년 상반기에 우선 ICT 표준화 계획을 위해 식별된 조치들이 제시되어 이사회에 승인을 거칠 것이다.

6. IoT에 대한 전략적 접근: 한국의 스마트 국가 전략

한국은 동아시아 3위의 경제대국이다. 한국은 “창조적 국가, 스마트 국가”라는 전략적 비전에 따라 글로벌 경쟁에 활용할 수 있는 차세대 스마트 장치를 제조하기 위해 착용형 사물인터넷 장치와 같은 기술 산업 성장 엔진을 발굴하고 있다.

창조 경제를 위한 한국의 노력은 미국의 ‘Startup America Initiative’, 영국의 ‘Creative Britain’, 독일의 ‘Industry 4.0’, 이스라엘의 ‘Startup Nation’, 중국의 ‘Created in China’ 와 같은 세계 주요 국가의 성장 전략과 궤를 같이한다. 각 국가는 자국 경제의 강점 및 미래 비전에 근거한 기회를 식별하는 전략을 고안했다. 한국은 고유한 강점을 극대화하고 성장 엔진을 활용하여 자국만의 창조적 경제 전략을 실행함으로써 급속한 인구 통계적 변화, 빠른 기술 발전, 신규 일자리 창출 필요성과 같은 전 세계적 추세에 대응하고 있다.

사물인터넷은 중요한 연구개발 분야다. 제조업은 다수의 국내 일자리를 담당하는 한국의 주요 산업이었다. 따라서 변화를 위해 가장 중요한 부문이다. “창조적 대한민국” 전략의 중심으로, 한국은 글로벌 경쟁력 확보를 위한 스마트 작업장과 혁신적 가치사슬을 개발함으로써 제조업과 ICT의 융합을 촉진하고자 한다. 2014년에는 사물인터넷 기본계획을 발표하여 생태계(SPNDSe) 참여자 간 협업 강화 및 개방형 플랫폼 개발을 통해 오픈 이노베이션 생태계로 전환을 추진하고 사물인터넷 시장규모 및 특성을 고려한 맞춤형 전략을 수립했다.

또한, 한국은 IoT를 통해 스마트 농업을 육성하고, 융합 및 창조적 변화를 통해 대규모 실증단지 및 가전, 제조, 보건, 자동차 등 7대 전략 분야 실증사업을 추진했다. 한국정부는 국가 내 사물인터넷 생태계를 육성하기 위해 향후 4년간 글로벌 경쟁력이 있는 300곳의 기업에 3억 5천만 달러를 투자하기로 결정했다.⁶⁹

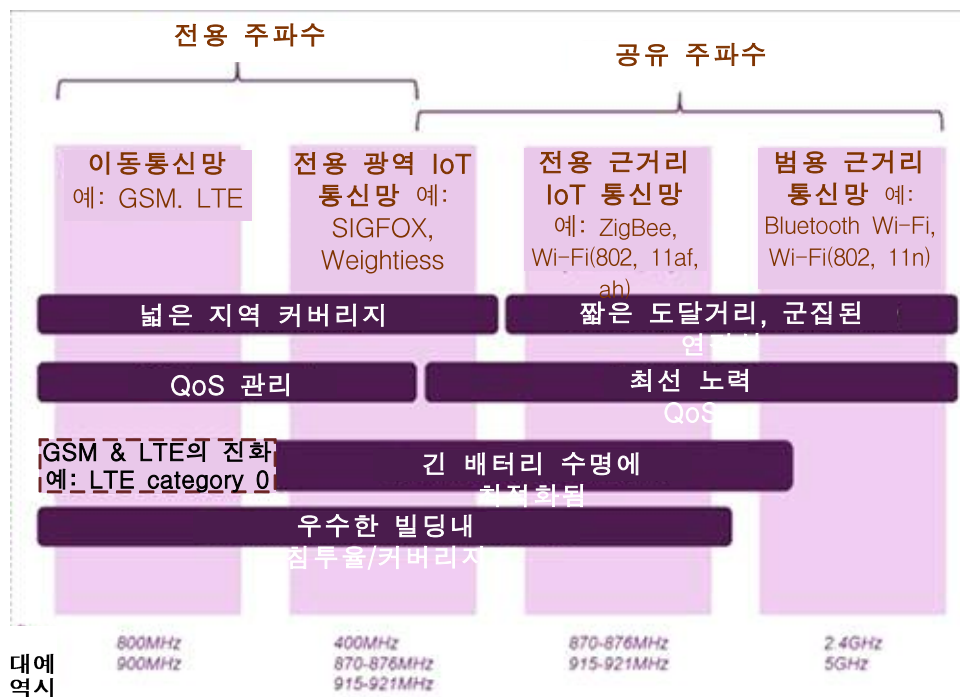
새 비전 선포의 효과는 빠르게 확인되었다. 2015년 실증사업에 150개 기관이 참여했으며 151억 원의 민간 투자 유치, 76개의 서비스 실증을 진행했다. 또한 2015년 4월, 구글은 서울에 세 번째 캠퍼스를 열었다. 독일의 SAP 그룹 역시 조만간 서울에 Design Thinking Center를 열 계획이다. 스타트업 및 중소기업의 신제품, 서비스, 개발 및 검증을 지원함으로써 한국의 창조 모델에 대한 관심을 제고하고 수많은 한국 신생기업이 글로벌 시장에 도전할 수 있도록 투자를 유치하고 있다.

7. 영국의 주파수 고려사항

2015년 1월 간행된 “사물인터넷의 투자 및 혁신 촉진“이라는 보고서에서, Ofcom은 중단기적으로 주파수 가용성이 IoT 배치의 장애물이 되지 않을 것이라는 결론을 내리고 있다. 새롭게 등장하는 IoT 애플리케이션이 일반적으로 사용하는 낮은 데이터 속도는 최근에 사용할 수 있게 된 870/915 MHz 대역을 포함한 기존 애플리케이션에 의해 지원될 수 있음을 의미한다. 그러나 이것은 동시에 장기적인 주파수 요건이 불분명하며 기존 용량의 상당한 변화를 예측하기 위해 IoT 시장의 진행상황을 모니터링 하는 것이 중요할 것이라는 점을 시사한다.

애플리케이션 및 장치의 다양성을 고려할 때, IoT 서비스를 제공하기 위해 광범위한 기술 및 주파수 대역이 사용될 것이다. 다양한 요인들이 도달거리 및 침투율, 서비스 가용성 및 품질, 소비 전력과 같은 주파수 요구 사항에 영향을 미칠 것이다. 이러한 요인을 고려하는 프레임워크가 Ofcom 보고서에 포함되어 있다(그림 6).

그림 6. IoT를 위한 주파수 요건의 고려를 위한 프레임워크



출처: 사물인터넷의 투자 및 혁신 촉진, Ofcom.

주파수가 IoT의 핵심 가능 요인이지만 영국 대부분의 응답자는 중단기적으로 주파수 가용성이 IoT 개발의 장애물이 될 것이라고 생각하지 않았다. 최근의

논의들은 IoT를 포함한 다양한 용도를 위한 주파수를 제공하고 있다. 2014년 6월, 870 - 876MHz 및 915 - 921MHz 대역이 비인가 형태로 제공되었으며 870-876 MHz 대역에서의 보다 높은 작동주기를 가지는 네트워크 릴레이 포인트 사용을 허가하기 위한 제안이 추진되고 있다.

부문별 IoT가 발전함에 따라 차세대 IoT 장치는 대량 데이터 전송으로 진화할 수 있기 때문에 추가 주파수가 필요할 수 있다. 또한, 미래 IoT의 정확한 규모 및 범위와 장기적 주파수 요건을 예측하기는 힘들다. Ofcom은 미래의 추가 용량 수요를 만족하기 위한 세 가지 방법을 제안한다.

첫째, GERAN 릴리스 13과 같은 IoT에 최적화된 모바일 기술을 위해 700MHz 대역 주파수를 할당한다. 모바일 브로드밴드 서비스를 위한 700MHz 대역의 장래 할당에 대한 듀플렉스 갭의 일부로서의 2x3MHz 할당 제안. CEPT 내 작업반이 기계 대 기계 IoT 통신을 위한 733-736 MHz 및 788-791 MHz 대역사용에 관한 연구를 수행하고 있다.

둘째, 비인가 사용을 위한 1 GHz 아래 대역의 추가 주파수. 1 GHz 아래 주파수는 원거리 커버리지 및 우수한 물체 침투율을 고려할 때 IoT 애플리케이션을 위해 특히 매력적이다. Ofcom은 화이트 스페이스 사용을 포함한 사용을 위한 신규 대역 확보 또는 현재 사용 중인 대역의 기술 조건 완화와 같은 응답자들이 제안한 두 가지 가능성을 모색하고 있다.

셋째, 공유 형태의 주파수 사용 확대. 낮은 연결성 요건(소량 데이터, 간헐성, 특정한 위치)을 가지는 IoT 애플리케이션은 특정한 위치 및 시간에 적게 사용되거나 사용되지 않을 주파수를 공유할 수 있는 가능성을 가진다.

제4장 의료 부문의 IoT 발전

제1절 경제적·사회적 기회

의료 부문은 공공기관이 IoT 상용화의 경제적·사회적 기회를 모색함에 있어 가장 큰 관심을 갖고 있는 분야 중 하나다. 환자 중심적 의료 서비스 생태계를 구축하는 것은 제대로 작동하는 의료서비스 시스템의 기본적 특징이며 IoT는 최적화된 의료 관행 및 환자와 의료 서비스 제공자 사이의 상호작용을 위한 튼튼한 토대를 제공한다.

의료 부문의 IoT 상용화는 의료 서비스를 현재의 치료 패러다임에서 예방으로 전환시킴으로써 사람들에게 자신의 행복에 영향을 미치는 결정에 대한 더 많은 통제권을 제공하는 데 기여할 수 있다. 또한, 의료 서비스에 통합된 IoT 기술은 국가 의료 시스템에 상당한 비용 효율을 제공할 수 있다.

의료 서비스 제공을 분석할 경우 IoT 장치는 광범위한 적용 가능성 및 관련성을 가진다. 장치는 다음과 같은 역할을 수행할 수 있다.

- 기존 의료 방식의 대안 역할. 가정 방문은 대다수 OECD 국가의 현재 표준이다. IoT 사용화는 점차 가정 방문을 대체하고 원격 모니터링을 도입할 수 있다.
- 의료 방식의 보강 역할. 심박조율기와 같은 다양한 전자 장치는 이미 일반적으로 처방 및 사용되고 있다. IoT는 이러한 장치의 통신 능력을 강화하고 원격 모니터링 등을 제공할 수 있다.
- 새로운 환자 중심적 의료 방식. 자가 진단 및 관리 또는 착용형 장치를 통한 예방과 같은 의료 방식은 IoT가 혁신적인 잠재적 영역이다.

원격 모니터링은 의료 서비스 품질에 대해 상당한 잠재적 이점을 가진 새롭게 부상하는 IoT 애플리케이션이다. Berg Insight에 따르면, 미국과 유럽에는 원격 모니터링이 의료를 크게 개선하는 동시에 비용을 줄일 수 있는 질환을 가진 환자가 2억 명을 넘고 있다.⁸⁰ 2012년 말까지, 전 세계적으로 280만 명의 환자만 자신의 거주지에서 이러한 유형의 원격 의료 지원 시스템을 사용하고 있었다.

미국질병관리예방센터에 따르면, 만성질환 비용은 2조 4천 9백억 달러로 미국

연간 의료 지출(2조 9천억 달러)의 86%를 차지한다. 천식 및 만성 폐쇄성 폐질환(COPD)은 각각, 연간 500억 달러의 비용으로 추정되는 5번째와 6번째로 가장 많은 비용이 드는 질환이다. 예를 들어 IoT 사용을 통한 개선된 자가 관리는 불필요한 입원 또는 기타의 의료 목적 방문을 제거함으로써 치료비용을 줄일 수 있다. 또한, 증상, 유발 요인 및 약물 사용에 관한 정보를 수집하고 이를 스마트폰과 같은 장치에 즉시 제공함으로써, 환자가 자신의 행동에 대해 더 잘 알 수 있고 이러한 정보를 간병인과 임상자에게 더 잘 전달할 수 있다.

또 다른 만성질환인 치매는 미국의 많은 성인에게 영향을 미치고 있으며 이 숫자는 계속 증가하고 있다. 뉴잉글랜드 의료 저널에 발표된 2013년도의 한 연구 보고서는 치매가 이미 심장질환 및 암과 비슷한 재정적 부담을 유발하고 있다는 결론을 내렸다.⁸¹ 치매 환자의 돌봄 및 치료는 2010년도에 1590억~2150억 달러의 총 연간 사회적 비용을 초래했다.

메디케어에서 이 비용 중 약 110억 달러를 지불했다. 미국의 인구 노령화는 2040년까지 성인 1인당 총사회적 비용의 80% 증가를 초래할 것이다.

만성질환은 의료 서비스에 대한 미래의 요구를 결정할 것이다. 영국 내 치료의 범위 및 비용에 대한 몇몇 예측은 미래 세대를 위한 의료비용 감소의 중요성을 입증한다.

- NHS 자료에 따르면 향후 25년간 당뇨병의 직접 치료비용이 연간 150억 달러에서 259억 달러로 증가할 것이다.⁸²
- NHS 추정치에 따르면 2030년까지 영국 아동과 성인의 절반이 비만일 것으로 예상된다.⁸³
- 치매 치료비용 추정치는 연간 350억 달러로 지출이 꾸준히 증가하는 추세를 나타낸다.⁸⁴

1. 회피 가능한 재입원의 감소

미국에서는, 적정가보장법(ACA)이 환자 퇴원 후 회피 가능한 재입원 감소에 초점을 맞춰 환자 체험을 새로운 방식으로 강조한다. 재입원은 환자 건강에 해로울 뿐만 아니라 의료 서비스 제공자에게도 막대한 비용을 초래한다. 의료 서비스 전문가들은 2013년에 약 170억 달러가 회피 가능한 재입원에 지출되었다고 추정한다.⁸⁵

환자 재입원 맥락에 IoT 관행을 통합하면 환자 건강 상태를 개선하고 의료 서비스 비용을 낮출 수 있다. 다음과 같은 몇 가지 응용 및 활용 사례가 있다.

- 웨어러블 기기: 최근 병원에서는 퇴원한 환자에게 생명 징후(심박동수, 호흡, 혈압, 체온)와 혈당 수치와 같은 기타의 필요 정보를 모니터링할 수 있는 장치를 발급할 수 있다. 클라우드 기반 서비스를 통해 데이터를 환자의 의료 서비스 제공자에게 전송하여 관독 값이 허용 가능한 범위를 벗어나면 경보를 발생시킨다. 환자들이 웨어러블 기기를 사용하게 만들기 위한 열쇠는 웨어러블 기기를 환자가 통제하도록 만드는 것이다. 환자는 자신이 원하지 않는 한 하루 중 내내 장치를 착용할 필요가 없어야 한다. 환자 개인이 장치를 켜고 끌 수 있어야 하며 공유되는 데이터를 통제할 수 있어야 한다.
- 커넥티드 홈 장치: 비슷한 방식으로, 가족 구성원은 연결형 장치를 집 안에 유지하고 필요할 때 사용할 수 있다. 보다 정교한 인터넷 가능 서모스탯을 생각해 보자. 아이가 아플 경우 부모는 아동을 장치에 연결하여 생명 징후 정보를 의사에게 보냄으로써 병원 예약이 필요한지 여부를 판단할 수 있다.
- 처방약 모니터링: 처방약 제조업체는 이미 IoT 기술을 사용해 처방약의 무결성을 모니터링하고 있다. AdhereTech는 약병에 센서를 설치하고 있는 회사로, 약에 문제가 없는지 확인하기 위해 약병이 약국에 도착할 때까지 모니터링 한다. 모니터링이 환자의 집까지 계속될 경우 약을 처방대로 복용하지 않은 환자에게 경보를 전송할 수 있다.

2. 예방 및 조기 발견

영국에서는, 현재의 인구 통계적 추세가 향후 수년간 NHS의 어려움을 암시한다. 2050년까지 영국의 인구는 장수하는 사람들이 증가함에 따라 유럽 내 최대가 될 것이다. 인구 노령화는 불가피하게 공공 서비스를 압박할 것이다. 한 연구에 따르면 2008년에 은퇴한 가구의 평균 NHS 서비스 가치는 8천 달러로 이는 은퇴자가 없는 가구와 대비하여 186% 높은 수치다.⁸⁶

임상의들이 계속해서 진단에 중요한 역할을 수행하더라도 저렴한 연결형 의료 장치는 원격 모니터링을 뒷받침할 수 있다. 예를 들어 혈압, 심박동수, 혈당치와 같은 환자의 생명 징후를 실시간에 가깝게 모니터링하면 이상 발생 시 사용자에게 경고할 수 있다. 조기 진단을 효과적으로 지원할 수 있도록 웨어러블 기기에 스마트 기능을 제공하기 위한 진일보가 일어날 것이다.

센서 기술의 발전은 스마트폰을 적정한 비용으로 즉각적이고 정확한 심장 판독을 제공할 수 있는 이동식 심전도 장치로 만들었다. AliveCor는 특히 센서를 사용하는 스마트폰 애플리케이션의 일례다.⁸⁷ ECG를 내과의와 즉시 공유할 수 있다. 낮은 판독 당 수수료 덕분에 미국, 영국, 아일랜드의 협회 공인 심장 전문의로부터 ECG 분석 보고서를 받아볼 수도 있다.

한 이스라엘 회사는 물체가 반사하는 빛을 잡아내는 과학용 장치인 초소형 분광계를 기반으로 하는 분자센서를 개발했다. 이 장치는 클라우드 기반 백과사전을 사용해 주변에 있는 물질의 화학적 조성에 관한 정보를 즉시 제공할 수 있다. 의료 부문의 한 응용 사례는 의약품 식별을 지원하고 있다.⁸⁸

이러한 시스템을 일정 규모로 배치하는 것과 관련된 과제에는 데이터를 해석할 수 있는 숙련된 전문가와, 환자 및 전문가를 위한 견고한 보안·프라이버시 보호 장치가 포함된다.

3. 웨어러블 기기와 생활 방식

의료 서비스에서 최대의 IoT 장치 사용 분야 중 하나는 착용형 센서 장치이다. 병원 환경에서는, 점차 인터넷 가능 장치에 의해 수행되고 있는 일반적인 생명 징후 모니터링과 별도로, 입원환자에 대한 전문화된 모니터링에 대한 관심이 증가하고 있다. 이것의 실례로는 강직성 척추염 환자의 움직임을 추적하기 위한 동작 센서의 사용과, 다양한 임상 환경의 낭포성 섬유증 환자, 화학 요법을 진행 중인 암 환자, 재활을 진행 중인 심부전 환자에 대한 활동 추적 장치 사용이 있다.⁸⁹

웨어러블 기기의 최대의 잠재력 및 정부의 역할은 개선된 생활 방식을 강화하는 방식으로서의 일반 대중의 활동을 촉진하기 위한 사용에 있다. 이것은 걷기 운동을 촉진하기 위한 미국 의무감의 행동 요청에서 설명된 바 있다.⁹⁰ 다양한 영역에서 웨어러블 기기의 활동량 증가 효과를 입증하는 충분한 연구들이 존재한다.

제2절 상용화를 위한 주요 정책 과제

IoT 솔루션을 의료 서비스 관행에 통합할 수 있는 기회가 분명히 식별되더라도 통일과 추가 경험이 필요한 정책 과제들이 있다. 여기에는 다음이 포함된다.

- 각국이 어떻게 기술에 의해 보조되는 진찰 및 원격 모니터링의 상용화를 촉진할 수 있는가? 법에서 의사들이 IoT 장치를 사용해 환자의 건강 상태를 모니터링하는 것을 막고 있는가? 정부가 어떻게 이러한 시스템의 사용을 장려할 수 있는가?
- 프라이버시 및 소비자 보호는 IoT를 가능하게 하는 요인이다. 그러나 의료 부문에서는, 이러한 솔루션을 사용하고 싶지만 데이터 보관 또는 제3자 사용 등과 관련하여 프라이버시 보장에 대한 확신이 부족한 개인 또는 기관에 대한 장벽으로 작용할 수도 있다. 프라이버시 및 소비자 보호를 보장하기 위해 정부는 어떤 메커니즘을 사용해야 하는가?
- 병원 및 클리닉의 새로운 IoT 관행 상용화는 업무 흐름을 개선하고 기술을 업무 환경에 도입할 수 있는 능력에 달려 있다. 공공 서비스에서 수행되는 역할들을 개선하기 위한 충분한 능력이 제공되도록 보장함에 있어 정부의 역할은 무엇인가?
- 의료 서비스의 IoT 솔루션 이점과 관련하여 수집된 증거는 아직 적은 편이지만 가능성은 상당하다. 민간 및 공공 부문에 대하여 사업 효율 및 전략이 구축될 수 있도록 필요한 증거를 제공하고 정책입안자들의 의사결정을 보조함으로써, 연구가 어떻게 공공 의료 정책 목표를 지원할 수 있는가?

1. 데이터 보안 및 소유권

건강보험이전책임법(HIPPA) 및 기타의 규정에 따라, 현재 네트워크를 통해 수집

및 공유되는 환자 정보에 이미 적용되고 있는 것과 마찬가지로, IoT 장치 또는 네트워크에 의해 수집되는 정보에는 엄격한 환자 기밀 유지 규칙이 적용되어야 한다. 의료 시설의 시험 결과와 마찬가지로 저장된 환자 이력은 암호화되어야 한다.

IoT 장치와 관련하여, 환자들은 다른 모든 의료 정보와 마찬가지로, 더 이상 제공하고 싶지 않은 데이터를 삭제하고 확인된 동의를 통해 자신의 정보에 대한 접근을 통제할 수 있어야 한다. 기본적으로, IoT를 통해 수집되는 데이터와 의료 시설에서 수집된 데이터 사이에는 차이가 없다.

2. 하드웨어 보안 및 상호운용성

의료 서비스 기기에 대한 접근성은 몇 가지 중요한 보안 문제를 제기한다. 2015년 8월, 미국식품의약국은 사이버 공격자의 원격 제어를 허용할 수 있는 취약성 때문에 병원에서 주입펌프 시스템을 사용하지 말도록 권고했다.

FDA는 미국국토안보부(DHS)가 의약품을 환자의 혈류 내로 직접 주입하는 데 사용되는 주입펌프의 취약성을 경고한지 한 주 후 이와 같이 권고했다. FDA와 DHS 모두 원격 공격이 병원 네트워크에 접속하는 환자들에 의해 시작될 수 있다는 것을 발견한 한 독립 사이버보안 전문가의 조사를 인용했다.

의료 서비스 제공자들은 이와 같은 IoT 가능 장치 제조업체들과 긴밀히 협력하여 필수적인 보안 기능이 제대로 구축되어 있는지 확인해야 하며, 정보를 안전하게 유지하기 위해 환자들에게 관련 정보를 제공하고 장치에 최신 보안 업데이트를 설치해야 한다.

3. 변화 관리

원격 모니터링 및 기타 형태의 IoT 가능 의료 서비스는 사람들과 임상의 사이의 관계를 변화시킬 것이다. 의사들이 보다 정확한 정보에 접근할 것이기 때문에, 이들의 역할이 변화하고 심화될 수 있으며 사람들을 더 나은 건강한 삶으로 안내할 것이다.

그러나 많은 환자들이 새로운 장치 및 시스템을 신뢰하지 않을 것이며 믿을 수 있는 전문가의 조언에 의지할 것이다. 의료 서비스 전문가는 새 장치 및 시스템의 실질적 기회 및 위험에 관한 조언을 제공할 수 있도록 교육 및 준비되어야 한다.

IoT를 병원, 클리닉, 관행에 통합하면 교육, 기술 및 업무 패턴에 영향이 있을

것이며 이는 추가적인 연구 조사가 필요하다. 자금지원 우선순위도 변경될 수 있다. 이러한 장치를 사용하고 지원할 사람들(환자 및 임상의)과의 논의를 통해 구체적인 애플리케이션이 세심하게 개발되어야 할 것이다.

4. 의료 특정적 표준 및 인증

IoT 가능 제품 및 서비스의 급속한 발전에 대한 잠재적 장애물은 법에 따라 기업들이 준수해야 하는 인증 및 표준의 숫자다. 인증은 설계 및 제조가 특정한 수준의 표준- 대부분이 공중 안전 및 장치 작동을 보장하는 것과 관련된-을 준수하도록 보장하지만 신생 기업의 혁신에 장애물이 될 수도 있다.

한 가지 예로 진단을 수행한 다음 이동통신망을 통해 결과를 전송하는 의료 장치가 있다. 제품을 유럽과 미국에서 상업화하려는 기업의 경우, 다음과 같은 여러 가지 통신·의료·제조 인증을 준수해야 한다.

- 통신 인증: FCC, IC, CE, 기타(요청 시)
- 의료 인증: FDA 클래스 I(MDDS) 및 클래스 II 목록을 위한 설계
- 설계 및 제조 표준: CE 60601, ISO 9001:2008, ISO 13485:2012
- 미국의 경우 HIPAA 규정 및 요건 준수
- CE 의료 표준(클래스 I)에 따른 설계
- Continua 의료 산업 표준
- 기타의 의료 표준

위의 목록은 철저하지 않으며 필요한 인증의 예를 보여주는 것이다.

예를 들면 미국의 HIPAA 프라이버시 규정은 해당되는 기관 및 그 사업 관계자가 보유하는, 개인으로서 식별 가능한 건강 정보에 대해 연방법에 따른 보호를 제공하며 환자들에게 이러한 정보에 관한 일련의 권리를 부여한다. 이러한 계획의 준수를 위해서는 기업들이 특수한 지식을 가져야 한다.

더 나아가, 다른 국가 규정 및 규제가, 새로운 기술의 기본적으로 빠르게 변화하고 시장 주도적인 적응적 속성에 추가적인 부담을 지울 수 있다. 예를 들어, 프랑스에는 이러한 정보의 안전하고 은밀한 저장 및 관리를 위한 프레임워크를 제공할 목적으로 개인 건강 정보의 관리를 위한 특수한 입법이 존재한다. 건강 정보 시스템을 위한 프랑스 기관인 ASIP Santé가 다른 이해관계자와의 협의를 통해 건강 정보 보호와 관련된 정책 수립을 담당하고 있다.⁹¹

제3절 시장 발전

1. 스마트 헬스케어의 가파른 성장

스마트 헬스케어는 2013년 608억 달러의 시장 규모를 기록했다. 특히 스마트폰이나 웨어러블 기기 등을 활용한 모바일 헬스케어 시장은 2013년부터 2020년까지 연평균성장률(CAGR) 36%를 기록하며 전체 스마트 헬스케어 시장 성장을 주도할 것으로 기대하고 있다. 네트워크 기반의 헬스케어 서비스 역시 2020년 1,032억 달러의 시장 규모를 기록하며 전체 스마트 헬스케어 시장 내에서 가장 큰 비중을 차지할 것으로 예상된다.

이러한 스마트 헬스케어 산업의 주요 성장 동력은 의료기기 가격하락, 3D프린팅 확대, 스마트폰 보급 확대 등 기기측면의 동인과 원격의료 기술, 스마트홈 허브 도입 등 서비스 측면의 요인들이 작용했다. 특히 기술 및 서비스와 관련하여 원격의료기술, 인공지능 및 빅데이터 기술 등 새로운 기술과 서비스 도입 등으로 헬스케어 시장에 다양한 기회요인이 적용된 것이다.

전 세계의 스마트 헬스케어용 웨어러블 기기 시장도 빠르게 성장하며 전체 웨어러블 시장을 견인하고 있다. 헬스케어, 피트니스, 엔터테인먼트 등 다양한 목적의 웨어러블 기기 중 스포츠 및 피트니스 웨어러블 기기는 2013년 전 세계 웨어러블 단말 출하량의 약 72%를 차지했다. 이를 통해 2018년 웨어러블 기기는 2013년의 9배에 달하는 1억 6천만대에 이를 것으로 전망되며 스마트 헬스케어관련 기기는 9,300만대(약 60%)에 달할 것으로 예상된다.

2. 최초의 OneM2M 상호운용성 시험

2015년 9월, IoT 분야의 주요 조직 및 회사 30곳이 자사 장비들 상호간에 OneM2M 표준을 테스트하기 위해 프랑스 Sophia-Antipolis에 모였다. ETSI와 TTA가 이 행사를 주최했으며 EU 집행위에서 후원했다. 상호운용성은 대규모 IoT 솔루션 배치의 주된 장애물 가운데 하나이며 호환성 시험은 이러한 문제를 해결하기 위한 기술 관련 모임이다.

OneM2M은 기계 간(M2M) 통신 및 사물인터넷(IoT)을 위한 여러 가지 표준 사안 가운데 하나다. 다양한 애플리케이션 및 요구 사항이 존재하는 부문에서는 기업들의 표준에 대한 약속이 표준화를 앞당기는 열쇠다.

몇 가지 연결형 의료 기기 모델을 생산하는 프랑스 기업인 eDevice도 이 행사에 참석했다. 현재 20만 대 이상의 장치를 배치한 eDevice는 최초의 OneM2M

테스트에 참가한 원격의료 업계의 중요한 대표자였다.

HealthGO Mini 모델은 의료 정보를 수집, 모니터링하고 원격 환자 모니터링(RPM) 애플리케이션을 위한 클라우드 서버로 전송하여 의료 전문가가 만성질환자 및 일회성 진료 환자를 효율적으로 관리할 수 있는 간단한 방법을 제공하는 의료용 센서 허브다. HealthGo Mini는 블루투스4와 호환되기 때문에 의료용 주변장치와의 손쉽고 안전한 페어링/페어링 해제 프로세스 및, 혈압, SpO2, 체중, 혈당과 같은 건강 정보를 수집하기 위한 유연한 방법을 제공한다.

시험 결과에 따르면 eDevice의 HealthGO Mini 의료용 허브와 시스코, 화웨이, LG, 퀄컴, HP 및 프라운호퍼 등의 OneM2M 서버 사이의 상호운용성이 입증되었다. 이 성공적인 테스트 결과는 연결형 진료 기술의 폭넓은 확장을 위한 표준이 필요한 eHealth 산업에 중요한 진일보를 의미한다. OneM2M은 Continua, BLE, HL7과 같은 업계의 의료용 표준을 서로 연결함으로써 표준화된 단 대 단 원격 환자 모니터링 솔루션을 촉진한다.

3. 스마트폰, 의료 연구 및 상호운용 가능한 프레임워크의 중요성

스마트폰은 장치의 가용성, 비교적 저렴한 애플리케이션 개발 비용, 일상생활에 대한 사용 통합의 용이성과 같은 다양한 이유로 IoT 공간의 기본 허브로 자리매김 되었다.

의료 연구 분야의 스마트폰 사용에 대한 관심을 보여주는 한 가지 추가적인 지표는 과학자들이 천식, 파킨슨병, 자폐증, 간질, 흑색종, 유방암 및 기타의 질병을 연구하기 위한 애플리케이션을 손쉽게 사용할 수 있도록 해주는 소프트웨어 프레임워크의 개발이다. 의료 전문가들은 스마트폰을 사용해 동의를 얻어 수백만 명의 건강 정보를 수집할 경우 질병, 치료, 생활 방식의 영향에 대한 새로운 통찰력을 얻을 수 있을 것으로 기대하고 있다.

애플이 ResearchKit 소프트웨어를 소개한지 6개월 만에 Researchist이라고 하는 새로운 사안이 다른 주요 스마트폰 소프트웨어 플랫폼인 구글의 안드로이드에 비슷한 기능을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 두 소프트웨어 프레임워크 모두 오픈 소스이며 모듈식 빌딩 블록으로 설계되었다. 구글의 ResearchStack은 이미 애플의 ResearchKit를 사용 중인 프로젝트와 매끄럽게 작동하는 것을 목표로 한다. 연구자들이 운영체계에 관계없이 많은 사람들이 사용하는 스마트폰으로 연구를 수행할 수 있을 것이기 때문에 이것은 연구 공동체에 희소식이다.

사용자 기반이 더 빠르게 더 저렴한 비용으로 증가할 수 있기 때문에 상호운용성은 애플리케이션의 잠재적 이점을 확대한다. 미국 오리건 보건과학 대학교에서 개발한 흑색종 연구용 스마트폰 앱인 MoleMapper를 예로 들어보자. 이 연구에는 검출 알고리즘을 만들고 사람들의 피부 건강관리를 도울 목적으로 점의 성장을 추적하기 위해 정기적으로 점을 촬영하는 사람들이 참여한다. ResearchKit의 개발 덕분에 iPhone 사용자만이 아니라 모든 스마트폰 사용자가 이 대규모 연구에 기여할 수 있게 될 것이다.

4. IBM이 지원하는 대규모 의료 분석

IoT 관련 기술의 가능성 가운데 하나는 데이터 분석이 제공하는 추가적인 통찰력을 통해 생산 및 소비의 대량 모델에서 보다 개별적이고 맞춤형 접근 방식으로 이행하는 것이다.

미국에서는, 한 소매 약국 체인이 IBM의 왓슨 인지 컴퓨팅 능력을 사용해, 의료 서비스 제공자들이 의료 건강 기록, 약국·의료 청구 정보, 환경 요인 및 피트니스 장치와 같은 다양한 건강 정보를 활용하여 보다 용이하게 의료 서비스를 지원하고 개인들이 자신의 진료를 추적하며 의료 목표를 달성하도록 지원하겠다는 계획을 발표했다. 이 체인은 미국 전역에서 7,800곳의 소매약국과 900곳 이상의 예약하지 않고 진찰 받을 수 있는 진료소를 운영하고 있다.

이 계획의 목표는 CVS Health 및 보험사를 포함한 파트너가 건강 관련 제품 및 서비스를 더 잘 개인화할 수 있도록 고혈압, 심장병, 당뇨병, 비만과 같은 만성질환으로 고생하는 환자들로부터 데이터 마이닝하는 것이다.

IBM은 소비자의 홈 모니터링 장치 및 모바일 앱의 데이터도 사용될 것이며 이는 환자 중심적 진료라는 개념을 지원하는 데 기여할 것이라고 보고했다. 이것이 바로 의료 서비스가 개인을 중심으로 조직되어야 하며 관련된 모든 조직 및 의료 서비스 제공자는 협력을 통해 건강에 이로운 생활 방식 권장에서 질병 치료에 이르는 모든 사항을 다루는 개인화된 서비스를 제공해야 한다는 생각이다.

5. IoT를 활용한 치매 환자 치료 개선 연구

새로운 기술은 효용을 이해하고 다른 방식으로 특정한 문제를 해결하는 기술의 타당성에 관한 결론을 도출하기 위한 연구를 필요로 한다. 미국의 메디케어·메디케이드 서비스 센터는 조정된 치매 치료의 개인화 및 제공을 위한 혁신적 기술의 사용을 평가하기 위해 천만 달러의 임상시험 기금을 제공했다.

이 임상시험은 환자들의 치매 대처를 돕는 간병인들을 보조하고 환자들이 집에서 생활할 수 있는 시간을 연장하기 위해 스마트 워치, 비컨 및 기타의 센서를 사용할 것이다. 이 시험은 캘리포니아대학교 샌프란시스코캠퍼스 기억노화센터와 네브래스카대학교 의료센터 사이의 협력을 통해 관리될 것이다. 초기에는 이 시험에 45세 이상으로 집에서 생활하며 특정한 형태의 치매를 진단 받은 2100명의 환자가 참여할 것이다.

이 임상시험은 조정되고 연속적이며 개인화된 돌봄을 강조하며 환자와 간병인의 건강 및 만족도 개선을 목표로 하는, 환자의 주 간병인을 위한 온라인 대시보드 및 전화 기반 지원의 활용에 근거하여 보호 모델을 평가할 것이다.

또한, 이 시험은 환자 300명으로 구성된 부분 집합을 통해, 참여자의 움직임 및 습관을 모니터링하기 위한 무선 기술의 사용을 평가할 것이다. 사용되는 기술에는 블루투스 비컨, 스마트 워치 및 환자의 동작을 추론하기 위해 집안 곳곳에 배치되는 추가적인 범용 센서가 포함될 것이다. 기계학습 및 환자별 기준 활동의 분석을 통해, 갑작스럽거나 점진적인 형태의 환자 움직임, 일상 활동의 뚜렷한 변화가 건강 문제, 환자 증상의 진행을 나타낼 수 있는 경우 센서 데이터를 수집하는 소프트웨어가 경고를 줄 것이다.

6. 무선 송신 장치를 활용한 심장병 환자 치료 추적

네덜란드 의료 서비스 제공자인 레이던대학교 의료센터의 심장외과과는 심장마비 환자가 기구 혈관 성형술을 받는 데 걸리는 시간을 추적하기 위해 클라우드 기반 IoT 솔루션을 사용하기 시작했다. 이 솔루션을 통해 이 병원은 이른바 door-to-balloon(DTB) 시간을 개선함으로써, 환자를 최대한 빨리 치료하여 생존 및 회복 가능성을 개선하고 있다.

이 솔루션은 Zebra의 Zatar 플랫폼에 의해 관리형 소프트웨어로 제공되며 급성 허혈성 뇌졸중 환자와 같은 기타의 환자를 위한 시간 추적 솔루션으로 다른 병원들에 상업적으로 제공되고 있다.

일부 환자의 치료에서는 신속한 처치가 중요할 수 있으며, 병원들은 항상 간단한 절차인 것은 아니지만 이러한 긴급한 수술의 시간성과를 추적하기 위해 노력하고 있다. 오늘날, 직원들이 환자 이름 및 도착 시간을 적는 것이 매우 일반적이며 수술실 내의 직원들은 수술 시작 및 종료 시간을 입력한다. 직원들이 시간 입력을 잊어버리거나 시간을 잘못 추정할 수 있기 때문에 이러한 수작업

시스템은 힘들고 오류가 발생하기 쉬우며 불완전한 데이터일 수 있다. 게다가, 수작업 시스템은 도착 및 수술실 사이에서 발생할 수 있는 지연에 대한 실시간 시야를 제공할 수 없다.

위 병원은 긴급한 치료의 성과를 측정 및 기록하기 위한 자동화된 방법을 연구한 다음 수집된 데이터를 사용해 전반적 성과를 개선하고 있다. 이 솔루션은 다음과 같이 작동한다. 환자가 응급실에 도착하면 환자를 차량 바깥으로 옮기기 전에 내장형 블루투스 저에너지(BLE) 비컨이 포함된 손목 밴드를 부착한다. 손목 밴드의 BLE 태그에 의해 전송되는 고유 ID 번호는 환자 기록과 연계되지 않기 때문에 프라이버시가 보호된다.

환자가 병원에 들어온 후 다양한 경로를 통해 여러 랩을 이동할 때 BLE 무선 장치가 내장된 태블릿이 태그 비컨의 신호를 수신하여 Wi-Fi 또는 모바일 네트워크를 통해 클라우드 애플리케이션으로 전송하며 여기에 해당 정보가 저장된다. 경로 주위에 설치된 태블릿은 손목 밴드가 범위 안에 들어올 때마다 밴드 ID를 수집하기 때문에, 밴드 상태를 갱신하여 한 위치에서 다음 위치로 얼마나 빨리 움직이고 있는지를 실시간으로 표시할 수 있다.

손목 밴드가 태블릿에 접근할 때마다 소프트웨어가 태블릿에 녹색, 주황색, 빨간색의 배경 색상으로 누적 시간을 표시하도록 요청하여 직원의 성과를 표시한다. 그 다음, 환자가 여러 수술실 중 한 곳으로 인계되며 여기서 인터벤션 심장병 전문의가 환자를 DTB 프로세스의 마지막 단계와 연결시킨다.

데이터는 병원에서 소유하며 이 회사의 API를 통해 실시간으로 제공된다. 병원 직원들은 시스템에 로그인한 다음 특정 날짜나 하루 중 시간대 또는 특정한 개인(익명의 ID 번호 사용)에 대한 평균 대기 시간을 조회하는 방식으로 DTB 시간을 확인할 수 있다.

제4절 정책 및 규제 발전

1. 전문가 및 전략적 고객 역할을 수행하는 정부

정부는 세금 인센티브, 보조금을 통하거나 “전문가 및 전략적 고객” 역할을 수행함으로써 IoT 산업 발전을 위한 기금제공에 상당한 역할을 수행할 수 있다. 이 역할의 분명한 기회는 정부가 통제하는 서비스에 존재한다.

예를 들면 오스트레일리아 주정부의 경우, 신규 병원 두 곳에서 배송

로봇(무인반송차)과 같은 IoT 기술을 사용하는 수단을 제공했다.⁹² 이 방식은 웨스턴오스트레일리아주 피오나 스탠리 병원과 사우스오스트레일리아주 로열 애들레이드 병원에서 구현되었으며 의약품, 식품, 리넨을 환자 병동으로 직접 자율적으로 운반한다.⁹³

IoT 기술의 또 다른 활용 분야에는 구급차, 병원, 가정환경의 환자 모니터링 및 감지가 포함된다. 여기서, 오스트레일리아 의료기술협회는 심장 이식형 전자 장치의 원격 모니터링에 대한 정부 보조금 지원의 사업 효용을 만들어냈다.⁹⁴ 점차, 환자들은 이 원격 모니터링을 선택하고 있지만 현재는 메디케어 급여 제도(MBS)에 따른 지불 보상이 제공되지 않는다.

2. 개방형 데이터 프레임워크 마련 및 그 사용 촉진

오스트레일리아정부는 최근 My Health Record로 이름이 변경된 Personally Controlled Electronic Health Record 사업에 7억 2천만 달러에 가까운 금액을 투자했다.⁹⁵

오스트레일리아 보건부 장관은 최근 이 기록의 정보를 건강 앱에 통합할 수 있도록 제3자에게 제공하는 방안을 제안했다. 이 건강 기록 정보를 환자의 건강 모니터링 데이터와 함께 활용하여 건강 및 복지의 진단 및 관리를 가능하게 하는데 의의가 있다.

오스트레일리아정부는 개방형 데이터의 관점에서 “열린 정부 선언”의 일환으로 개방형 데이터에 대한 약속을 발표했다.⁹⁶ 이것은 IoT의 맥락에서, IoT 싱크탱크 권고안의 일부로 논의된 것은 아니었지만, 오스트레일리아정부가 정부 기관 수준만이 아니라 여러 산업 부문 및 보다 일반적으로는 상거래에서 데이터 공유를 조정 및 촉진하고자 하는 목표가 존재한다.

실시간 데이터가 구급대 활동을 표시하는 것과 같은 다양한 맥락에서 사용되고 있음을 보여주는 사례들이 이미 존재한다.⁹⁷ 빅토리아시에 있는 구급차들이 제공하는 광범위한 데이터는 수송 중인 환자의 필요에 대한 개선된 방안을 제시하고 있다.⁹⁸

제5장 운송 부문의 IoT 발전

제1절 경제적·사회적 기회

자동차 산업의 변화는 진행 중이며 시장 참여자들의 행위, 제조 동향의 변화, 기존 자동차에 점차 통합되고 있는 통신 기술을 통해 증거를 확인할 수 있다. 더 많은 기능을 가진 새로운 유형의 자동차를 제조할 수 있는 능력은, 어느 정도 자율주행 차량을 통한 이동성에 대한 기존의 시각을 불식시키고 있다. 이러한 발전은 부분적으로 전 세계적으로 더 스마트하고 더 청정한 도시를 만들 필요성에 따른 것이다.

전기차 제조업체 테슬라는 자동차 시장의 주요 혁신기업 중 하나다. 이 회사는 럭셔리 카 브랜드로 인식되는 것에서부터 발전했으며 합리적인 가격으로 전기차를 제공할 준비를 마친 상태이다. 테슬라 모델 3의 가격은 정부 인센티브 전에 3만 5천 달러에서 시작할 것으로 예상되며 2017년 무렵 차량 인도가 시작될 것으로 예상된다.⁹⁹

교통량이 많고 혼잡이 빈번한 도시에서는, 사람들이 운전에서 시간을 덜 쓰고 그 시간을 다른 활동에 사용할 수 있기 때문에 자율주행 차량이 생산성 향상에도 기여할 수 있다. 미국의 일부 추정에 따르면 운전자들은 주행에 매년 약 750억 시간을 사용하고 있으며, 이는 일부의 주장에 따르면 매년 5천 7십억 달러의 생산성 이득을 제공할 수 있다.¹⁰⁰

안전은 또 다른 중요한 정책결정 사안이다. 영국 교통부는 2012년 도로 교통 사건으로 520억 달러의 비용이 발생한 것으로 추정했다.¹⁰¹ 한 보험회사는 90%의 사고가 사람의 실수로 인한 것이라고 보고하고 있다. 차량 기술은 이러한 실수를 줄일 수 있는 새로운 시스템들을 개발하고 있다. 구글의 공동 창업자인 세르게이 브린은 최근 “우리의 목표는 사람이 운전하는 것보다 안전한 어떤 것[구글 카]를 만드는 것”이라고 밝힌 바 있다.¹⁰²

차량의 “하드웨어”와 “소프트웨어” 사이의 점증하는 격차로 인해 이 산업은 전문화된 영역들로 분할될 가능성이 높다. 이 산업은 운전 중 체험을 관리하는 수직으로 통합된 비즈니스에 대한 역할을 제공하는 형태로 재편될 가능성이 매우 높다. 따라서 이러한 구조는 스마트폰 또는 컴퓨터 산업과 유사해질 수 있다.

반자율주행 교통이 가능한 도시에서는 다른 쟁점들이 대중교통 서비스가

조직되는 방식에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 오슬로시는 2019년까지 도심에서 자동차를 상시 금지하여 오염을 줄이고 이 도시를 보행자와 자전거 이용자를 위해 더 나은 곳으로 만듦으로써 포괄적이고 상시적인 자동차 금지를 시행하는 유럽 최초의 수도가 되겠다는 계획을 발표했다. 버스와 전차는 계속 도시를 운행할 것이며 장애인 수송 차량과 상품 운송 차량을 위한 준비가 마련될 것이다. 반자율주행 차량의 기회는 이러한 입법에서도 나올 수 있다.

1. 자율주행 차량의 등장

자율주행 차량의 이점은 소비자, 기업 및 경제에 상당할 것으로 예상된다. 예를 들어 모건 스탠리 보고서에 따르면 전 세계적인 경제적 절감액이 5조 6천억 달러로 추정되며, 미국만으로는 1조 3천억 달러로 추정된다.¹⁰³

공유형 자율주행 차량의 비용을 검토한 국제교통포럼(ITF)의 보고서에 따르면 이러한 차량은 차량 소유와 비교하여 km당 비용을 90% 줄일 수 있다. 또한, 도시에 주차 공간이 덜 필요해지고 노변에 주차 공간이 있는 일방 도로를 양방 도로로 바꿀 수 있으며 전기차 사용 확대에 의한 오염 감소가 이익이 될 수 있다. 자율주행 차량이 제공할 수 있는 상당한 사회적 이익을 고려할 때, 정부와 산업은 보안 및 안전 표준 구축을 위해 적극적으로 협력해야 한다.

공장과 같은 통제되는 환경으로 제한되지 않지만 비기술적 환경과 상호작용하는 지능형 시스템을 향한 움직임은 아직 멀지만 교통 분야에서는 이미 확인할 수 있다. 많은 업계 전문가들은 기술 장애물이 극복된다면 이러한 시스템의 실제적 응용이 빠르게 이어질 것으로 생각하고 있다. 자율주행 차량이 최종적으로 도로에서 흔한 풍경이 될 것인지 여부는 불확실하지만 업계에서는 2025년 무렵이면 현실화될 것으로 예상된다. 현재로서는 자율주행 차량에 대해 예상되는 주된 이점을 평가하기 힘들지만 다양한 이점들이 제시된다.

- **활용:** 현재 대부분의 차량은 수명의 대부분의 시간이 사용되지 않는다. 자율주행 차량은 가입 모델 등을 통해 차량 활용도를 제고할 수 있다.
- **에너지 효율:** 가속 및 감속 시 상당한 에너지가 사용 및 손실된다. 기계는 사람보다 더 잘 가속과 감속의 균형을 맞출 수 있을 것이다. 또한, 자율주행 차량은 일부 예측에 따르면, 온보드 안전 부품에 대한 요건 완화로 인해 더 가벼워질 것이다.
- **안전:** 밀리초 단위의 반응 시간 및 차량 사이의 통신 덕분에, 자율주행 차량

은 위험한 전방 상황에 대한 보다 신속한 인지가 필요한 상황에서 재빠른 변화
화를 더 잘 처리할 수 있을 것이다.

- 권한 위임: 업계 및 학계에서는 자율주행 차량이 소유 및 운영의 경우보다
더 적은 비용을 발생시키며 승차자의 기술을 덜 요구하거나 전혀 요구하지
않을 것으로 생각하고 있다(Lee, 2015).¹⁰⁴ 이것은 더 많은 사람들(예: 노인층
또는 신체적 장애가 있는 사람들)을 위한 대중교통의 대안을 제공할 수 있다.

한 컨설팅 회사에 따르면 미국 소비자들은 자율주행 차량이 상시 작동할
것으로 믿을 수 있는지에 관한 질문을 제기하고 있다.¹⁰⁵ 다른 질문들은 사고 시
책임 문제와 일반 차량과의 상호작용이 수행되는 방식과 관련된다. 이 컨설팅
회사는 2013년도의 한 미국 운전자 조사에서 5명 중 1명꼴로만 완전 자율주행
차량에 관심을 가지고 있는 것을 발견했다.

2. 이동성 및 대중교통 서비스 개선

오늘날의 대도시에서는 다양한 대중교통 수단을 사용하는 수십만 명의
통근자가 있다. 고객 조사에 따르면 여정에 관한 정보가 승객 만족의 질을
결정하는 가장 중요한 요인 중의 하나로 밝혀졌다.

다양한 교통 시스템에서 제공하는 실시간에 가까운 데이터와 연계하여 승객의
여정을 개선하면 승객들이 더 정확한 정보로 여행을 계획하도록 도울 수 있다.
예를 들어 시민들은 전체 경로, 다양한 교통수단이 연결되는 방식, 정비 및 지연에
관한 최신 정보를 확인할 수 있게 될 것이다. 영국교통부에 따르면 더 나은 정보는
여정의 일부로서의 보다 지속 가능한 형태의 교통수단의 사용을 촉진할 수 있다.¹⁰⁶

런던 공항에는 공항 곳곳에 센서가 배치되어 있으며 데이터가 통제소에
취합된다. 승객들은 스마트폰 애플리케이션을 사용해 대기 시간을 확인할 수 있다.
또한, 이 공항은 이 데이터를 사용해 승객 흐름 및 모델을 더 잘 이해함으로써
직원을 배치해 효율성을 제고하고 빌딩 설계 개선점을 파악할 수 있다.

싱가포르에서는, 국도 운행을 위해 특별히 설계된 최초의 자체 개발된
무인차가 2015년 11월 출시되었다.¹⁰⁷ 이 프로젝트의 목표는 싱가포르의 노인
인구를 위한 “퍼스트 및 라스트 마일 문제“를 위한 혁신적인 교통 솔루션을
개발하는 것이다. 또한, 무인차가 차량 공유 시의 ‘재균형’ 문제(즉, 이전 고객이
차량에서 내린 후 차량을 다음 카 셰어링 고객에게 가져가는 문제)를 해결할 수
있기 때문에 이 프로젝트는 카 셰어링 추진에 도움을 주는 것을 목표로 한다.

프로토타입 무인 골프 카트에서 변경된 SCOT(Shared Computer Operated Transport)라고 하는 이 무인차는 국도 운행이 가능하다. 값비싼 3D 레이저 센서가 장착된 다른 무인차와 달리, SCOT는 GPS에 관계없이 차량의 자율 주행을 가능하게 하는 저가의 표준 재고 LIDAR 센서에 의존한다. 이 독특한 기능 덕분에 터널 및 GPS 신호가 방해 받는 장소에서도 주행할 수 있다. 원래의 전기차를 무인차로 변경하는 데는 6개월밖에 소요되지 않았으며 필요한 장비(즉, 센서 및 온보드 컴퓨터)는 3만 달러 이하이다.

또 다른 핵심 목표는 경제적·환경적 이점을 달성하면서 혼잡을 줄이는 것이다. 실시간에 가깝게 도로 위 모든 차량의 정확한 위치 및 속도를 측정하는 센서를 사용하여 보다 정교한 교통 관리 시스템을 개발할 수 있을 것이다. 위치 데이터를 예상 경로와 결합하면 예상되는 병목구간을 우회하기 위한 전체 여정의 혼잡 지도를 시뮬레이션할 수 있을 것이다.

3. 드론 사용의 이점

드론은 수년간 군대에서 사용되어 왔지만 민간에서 사용되는 드론의 등장은 규제기관들에게 주로 항공기 충돌 또는 혼잡한 행사의 사고와 같은 공중안전 문제와 관련된 질문을 제기하고 있다.

대부분의 제조업체가 비공개 기업이기 때문에 드론 판매액을 정확히 추정하는 것은 어렵다. 그러나 컨설팅 회사인 Teal Group은 2015년에 전 세계적으로 판매될 2백만여 대의 소비자용 드론 중에서 3분의 1이 미국에서 판매될 것으로 추정하고 있다. 이 회사의 추정에 따르면 시장 매출은 2014년의 7억 5천만 달러에서 올해 14억 달러로 증가할 것으로 예상된다.

일부 OECD 국가의 경우 무인항공기(UAV) 또는 드론으로도 알려진 무인 원격 조종 항공기 시스템(RPAS)이 허용된다. 예를 들어 일본에서는, 쌀 농작물의 40%에 대해 원격 조종 헬리콥터로 분무를 수행하며 오스트레일리아 우체국은 가까운 장래에 소포배달 목적으로 드론을 시험할 계획이다.

EU 집행위를 위해 작성된 RPAS 로드맵에서는 체코, 프랑스, 아일랜드, 이탈리아, 스웨덴, 스위스, 영국이 현재 국가 규정을 마련한 반면 벨기에, 덴마크, 네덜란드, 노르웨이, 스페인에서는 규정이 준비 중에 있다고 밝히고 있다.¹⁰⁸ 정부 및 기업들이 신중히 관여해야 할 시스템의 경우 센서, 자이로스코프, 액셀러레이터, 카메라, GPS와 같은 관련된 모든 장치 및 센서의 설계 신뢰성을 통해 안전 문제가

해결되어야 할 것이다.

오스트레일리아와 같은 다른 OECD 정부들도 공중안전을 제고하기 위한 드론의 사용을 적극적으로 연구하고 있다. 대표적인 예로 상어 공격으로부터 시민들을 보호하기 위한 시험의 일부로 드론이 배치될 계획이다. 드론이 상어를 찾는 사용자에게 화상을 제공하며 운용자가 SharkSmart 앱을 사용해 정보 및 경고를 한다. 뉴사우스웨일스주 정부가 진행하는 이 시험은 상어공격에 대처하기 위한 1천 1백 6십만 달러 규모의 5개년 전략의 일부로, 4G 기술을 사용하는 태그를 단 상어의 실시간 추적이 포함되며 뉴사우스웨일스주 해안을 따라 알려진 상어공격 위치에 20곳의 감지소가 설치된다.

미국의 항공 규제기관은 현재 건별로 드론의 사업적 사용을 허가하고 있다. 2015년에 2천 건의 신청자가 있었으며 이들은 드론의 상업적 운영을 촉진할 규정이 2016년에 마련되기를 기대하고 있다. 취미로 하는 사람도 규정을 준수해야 하며 여기에는 드론 고도를 400피트 아래로 유지하는 것, 공항 주변을 피하는 것, 드론에서 시야를 떼지 않는 것 등이 포함된다.

미국에서 제안된 새 등록 프로그램은 법집행기관이 드론 법규를 위반하는 사람들을 손쉽게 추적할 수 있도록 하는 규제기관들의 노력이다. 취미로 하는 사람들은 운행에 앞서 온라인으로 드론을 등록해야 할 것이다. 드론은 일련번호 또는 등록 절차 도중에 제공되는 다른 표시를 통해 소유자와 연계될 것이다.

그러나 드론은 주로 군사적 용도로 사용되며 따라서 많은 OECD 국가가 준수하고 있는 와세나 협정의 수출통제목록에 등재되어 있다(범주 9.A.12). 이것은 오스트레일리아 농부가 일본에서 만든 원격 조종 헬리콥터를 구매할 수 없고, 조종사가 있는 제조업체로부터 서비스 형태로 사용해야 함을 의미한다. 향후 이 작업은 이 분야의 가능한 규제를 추가 검토할 수 있다.

제2절 상용화를 위한 주요 정책 과제

운송 부문의 IoT 가능 솔루션 상용화는 자동차 산업의 열띤 경쟁으로 인해 다른 부문들보다 속도가 빠르다. 그러나 동시에 산업의 변화는 식별된 주된 과제 가운데 일부를 확실히 하기 위한 정책입안자들의 대화를 요구한다. 커넥티드 카 분야에서만 다음과 같은 주제가 추가적인 연구 및 실험을 필요로 한다.

- 몇몇 국가들은 자동차 제조업체가 실제 도로 조건에서 무인차를 시험하도록

허용하기 위해 법규를 변경하는 입법조치를 실행하고 있다. 일례로 사우스오스트레일리아주가 최근에 이를 진행했다. 이것은 자동차 제조업체들의 차량 테스트를 지원하기 위해 정부가 어떠한 다른 조치를 실행할 수 있는가 하는 질문을 제기한다.

- 커넥티드 카는 운전 보조 기능 및 기타의 기능을 구현하는 소프트웨어를 점점 더 많이 실행할 것이다. 이것은 고속으로 주행하는 차량에서 사고가 발생하지 않거나 해커가 도어를 원격으로 잠금으로 인해 운전자가 차량 안에 갇히지 않기 위해, 이러한 시스템의 적절한 보안·신뢰성 수준을 어떻게 보장할 수 있는가 하는 질문을 제기한다.
- 차량 간(V2V) 통신은 도시의 자율주행차 네트워크 조직을 위한 중요한 발걸음이다. 그러나 이 분야의 표준화는 이러한 가능성을 앞당기는 데 장애물이 될 수 있다. 이것은 V2V 통신을 촉진하는 표준의 마련을 지원함에 있어 자동차 제조업체 및 기타 업계 참여자와 정부의 역할이 무엇인가 하는 질문을 제기한다.
- 커넥티드 카가 생성하는 실시간에 가까운 데이터는 도시 계획자 및 기타의 정책입안자들이 현재의 교통 시설을 개선하고 미래에 도시를 설계하는 방식에 일대 혁신을 불러올 수 있다. 이것은 업계 및 당국이 운전자 프라이버시를 보장하면서 어떻게 투명한 개방 데이터 프레임워크를 통해 협력할 수 있는가 하는 질문을 제기한다.
- 자율주행 차량은 정책 행위를 위한 추가 연구 및 증거가 필요한 윤리적 질문을 제기할 것이다. 예를 들어, 도로 사고 발생 시, 자율주행 차량이 어떻게 사람이 관련된 여러 가지 부정적 결과 중에서 하나를 선택할 것인가 하는 질문이 해결되어야 할 것이다.

1. 전기차를 위한 에너지 공급 과제

또한, 전기차 도입은 “보다 스마트한“ 에너지 공급망을 필요로 할 것이다. 주차장에는 충전소가 설치되어야 하며 이 충전소는 빌딩 메커니즘을 지원할 수 있어야 한다.

또한, 전기차 사용은 전력망에 막대한 부담을 지울 수 있으며, 이는 특히 가장 일반적인 업무 시간을 위한 피크시간대에 잘 관리되어야 한다. 아침에는 사람들이 출근하기 위해 운전한 후, 그리고 저녁에는 귀가 후, 전기차를 충전하기 위한 에너지 수요가 폭증할 것이다. 사용자 요구 사항에 따라 주간 및 야간 중의 부하 주기를 분산시킴으로써 이러한 피크를 관리할 수 있다면 피크 수요에 대응하기 위해 발전소를 여러 곳 건설하지 않아도 될 것이다.

차량에 저장된 에너지는 주요 스포츠 이벤트 또는 인기 TV 프로그램의 휴식 시간 중과 같이, 전력망에 부과되는 수요의 폭증을 고르게 하는 데도 사용될 수 있다. 이것은 텔레비전 픽업으로 알려져 있으며 영국의 경우 2800MW(정상시 에너지 사용량의 10%)에 달할 수 있고 이는 발전소 네 곳의 에너지를 합한 수준에 해당한다.

2. 커넥티드 카의 안전성, 프라이버시 및 보안

지능형 교통 시스템(ITS) 분야가 발전함에 따라 커넥티드 카의 미래와, 도시 및 일상생활에의 통합과 관련된 안전·보안·프라이버시 문제의 숫자가 늘어나고 있다. ITS는 교통 효율 및 안전성을 제고하기 위해 차량과 도로변의 기반시설이 통신하도록 해주는 기술이다. 그러나 협력적 인지 능력을 가능하게 하려면 차량이 그 위치가 포함된 메시지를 지속적으로 알려야 한다. 이러한 메시지는 누구나 수신할 수 있기 때문에 위치 프라이버시를 위협한다.

차용도가 높은 차량은 단기적 주행 결정을 위해 센서에 크게 의존한다. 그러나 연구는 이러한 공격자가 소수의 교차로를 커버할 경우에도 스마트 카를 추적하는 것이 가능함을 보여주고 있다. 한 보안 회의에서는, 실험 결과를 통해 단 두 개의 스니핑 스테이션만으로도, 중간 규모의 공격자가 구역 수준에서는 78%의 시간, 도로 수준에서는 40%의 시간 동안 표적 차량을 추적할 수 있는 것으로 확인되었다.¹⁰⁹ 익명의 체계는 필요한 스니핑 스테이션 숫자의 증가를 통해 추적을 강화하며, 이는 규제기관 및 정책입안자들이 적절한 변경 빈도를 조정하는 데 도움을 줄 수 있다.¹¹⁰ 연구실 실험의 결과는 블라인딩·재밍·리플레이·릴레이·스푸핑 공격의 효과를 입증한다.¹¹¹

커넥티드 카는 위치 비콘을 방출함으로써 위치 추적이 가능하기 때문에 프라이버시는 일반 대중의 성공적인 IoT 활성화를 위한 초석이다. 공격 벡터의 숫자가 방대하기 때문에 이 주제는 추가 연구가 필요하다. J. Petit의 공격자 모델을 사용할 경우 다음과 같은 ITS 애플리케이션의 하위 구성 요소에서 프라이버시 침해가 발생할 수 있다.¹¹²

- 센서 데이터: 개인 정보, 차량 정보, 주변 정보.
- 처리 장치: 멀웨어, 소프트웨어 취약성.
- 정지 중 데이터: 저장된 정보
- 기반시설 및 전송 중 데이터: 위치 추적, 전방향 안전성 파괴.
- 메타 데이터: 프라이버시 추론.

차량 전용으로 설계되지 않은 임베디드 시스템의 소프트웨어는 보안 취약성을 제공한다. 2015년에 발생한 몇몇 사건이 자동차 제조업체와 그 보안 접근 방식에 영향을 미쳤다. 보안 분석가들에 의해 지프 체로키 한 대가 해킹되었으며 2015년 5월 크라이슬러는 문제가 발생한 UConnect 인터넷 연결 허브의 취약성으로 인해 140만 대의 차량을 리콜했다.¹¹³ 비슷하게, 포드와 BMW는 오늘날 PC에 제공되는 것과 동일한 소프트웨어 보안 업데이트가 무선으로 차량에 전송될 것이라고 발표했다.¹¹⁴

이러한 변화하는 맥락에서, 커넥티드 카 시장 통신을 지원하기 위해 신뢰성 있는 기반시설을 지원하는 정부 및 상업적 조직은 보안 및 프라이버시 문제에 대한 적극적인 태도를 보여야 한다.

3. 자율 주행과 법적 책임

사물인터넷이 확대됨에 따라 보다 정교한 부문별 접근 방식이 필요한 부분이 법적 책임이다. 커넥티드 카, 특히 자율주행 차량의 경우, 법적 책임의 문제가 최대의 관심사이다.

차량이 점차 다른 차량과 연결되고 제어 입력이 사람에서 컴퓨터로 이전됨에 따라 법적 책임은 이러한 위험의 이전을 따를 수 있다. 따라서 운전자가 시스템을 통제할 수 없는 경우 운전자가 아닌 차량 제조업체가 사고에 대해 책임을 져야 할 수 있다.

현재, 자율주행 또는 반자율주행 차량과 관련된 사고의 법적 책임에 대한 공통된 규정 또는 법령은 없다. 구글, 볼보, 메르세데스와 같은 기업들은 자사의 자율주행 차량에 대한 책임의 수용을 선언했다. 아직 논의 및 합의가 필요한 부분은 자동차 제조업체가 실제로 사고의 책임을 져야 할 경우 업계 전반의 공통된 법적 기대이다. 보험업계는 자율주행차 시대로의 이행을 주도하기 위해 정부, 차량 제조업체, 규제기관, 법률 공동체 및 자동차 업계와 지속적으로 협력하고 있다.

스웨덴 자동차 제조업체 볼보는 이 산업 분야의 퍼스트 무버 가운데 하나다. 과거에 볼보는 자율주행 차량이 대규모로 주류화 되기에 앞서 책임이 근본적으로 다시 규정되어야 할 것이라고 강조했다. 현재까지, 오스트레일리아, 영국, 미국과 같은 일부 국가에서 입법 검토를 위한 몇 번의 시도가 있었다. 분명한 것은 자율주행차에 맞춘 입법 변경의 지연이 테슬라와 같은 신규 시장 참여자에게 유리한 방향으로 기존 자동차 제조업체들의 입지에 영향을 미칠 수 있다는 점이다.

제3절 시장 발전

1. 커넥티드카의 발전과 기술 동향

커넥티드카는 자동차에 통신기능이 탑재되고 스마트폰과 차량이 연결됨으로써 다양한 서비스가 지원되며, 전기자동차 등 친환경자동차는 꾸준히 연구개발이 이루어져왔고 테슬라 S, BMW i3 등을 중심으로 초기시장이 형성되어 있다. 커넥티드카와 관련된 주요 기술들은 다음과 같다.

- 스마트폰: 커넥티드카 애플리케이션을 실행시키는 단말기인 동시에 차량 내부 시스템 간 통신을 위한 테더링 도구로 활용된다.
- 음성 컨트롤: 음악 재생, 전화 걸기, 문자메세지 받아쓰기 기능 등이 사용되며 클라우드 기반의 음성인식 기술발전에 따라 활용범위도 넓어질 전망이다.
- 인포테인먼트: 음악과 동영상을 서비스하는 엔터테인먼트 앱에 초점이 맞춰져 있으며 핸즈프리 UI의 발전에 따라 주차장 예약, 식당 추천, 위치 공유 등 다양한 정보앱도 서비스가 될 전망이다.
- 차량간통신(V2V): 정부가 자동차 업계의 공조 하에 차량 간 데이터 통신용 표준개발을 추진하고 있으며 운전자가 인지할 수 있는 범위 밖의 교통상황까지 자동차가 파악해서 운전자에게 정보를 전달하여 안정성이 향상될 전망이다.
- 자체 모니터링 및 진단: 엔진, 변속기 등 주요 파트의 동작 현황을 모바일 앱으로 확인하고 정비 및 보험사와 정보를 공유하여 사고를 예방하는 기능을 제공한다.
- 차량-인프라간 통신(V2I): 센서가 탑재된 도로 인프라와 데이터를 송수신하여 안전도를 높이고 자동운전 시스템이 실용화되면서 혼잡한 도로의 차들을 중앙 교통 센터에서 원격으로 제어하여 교통체증을 해결한다.

2. 자율주행 차량 기술의 동향 및 보험과 관련된 과제

과거 수년간, 차량 기술은 급속히 발전해 왔으며 새로운 시스템들이 새로운 자동차 모델에 상당한 수준의 자율성을 추가하고 있다. 최신 기술 및 동향 중에서 다음과 같은 내용을 강조할 수 있다.

- 자동비상제동(AEB): AEB는 레이더, 레이저, 광학 센서와 같은 기술을 사용해 다른 차량 및 많은 경우 보행자를 식별한 다음 운전자가 제때에 반응하지 않을 경우 충돌 방지 또는 완화, 인명 보호, 부상 및 불편 감소를 위해 자동으로 브레이크를 작동시킨다.

- 차선 이탈 경고 시스템: 방향지시등이 켜져 있지 않은 한 차량이 도로 위 차선을 벗어나기 시작할 경우 운전자에게 경고하도록 설계된 메커니즘.
- 액티브 크루즈 컨트롤: 전방 차량으로부터 안전거리를 유지하기 위해 차량 속도를 자동으로 변경하는 도로 차량용 크루즈 컨트롤 시스템 옵션. 이 시스템은 위성이나 노변 기반시설 또는 다른 차량의 협력적 지원을 사용하지 않는다. 따라서 온보드 센서의 센서 정보에만 근거해 제어가 수행된다. 협력-조정형 크루즈 컨트롤(CACC)은 위성 및 노변 비컨과 같은 고정 기반시설 또는 다른 차량 뒤편에 있는 반사기 또는 송신기와 같은 이동 기반시설에서 수집된 정보를 사용해 운행의 자동화를 확대한다.
- 자동 주차: 평행, 수직, 각도 주차를 수행하기 위해 교통 차선에서 주차 공간으로 차량을 이동시키는 차량 조종 시스템.

기술은 반자율주행 차량에서 완전 자율주행 무인차로 계속 발전하고 있다. 이것은 몇몇 산업, 특히 보험업계에 새로운 기회와 도전을 제시한다.

- 도로 교통사고의 90%가 사람의 실수에서 비롯된다. - 자율주행 차량을 위한 기술 발전은 도로 안전에 중요한 의미를 가질 것이다.
- 운전자가 제때에 반응하지 않을 경우 자동으로 브레이크를 작동시키는 AEB는 개인 부상 청구를 초래하는 저속 충돌 사고율을 20% 정도 낮추는 것으로 입증되었다.
- 완전 자율주행 차량은 차세대의 차량 기술 발전을 의미한다. 일부 지표에 따르면 2020년대 중반까지 어느 정도의 무인차 현실화가 예상된다.

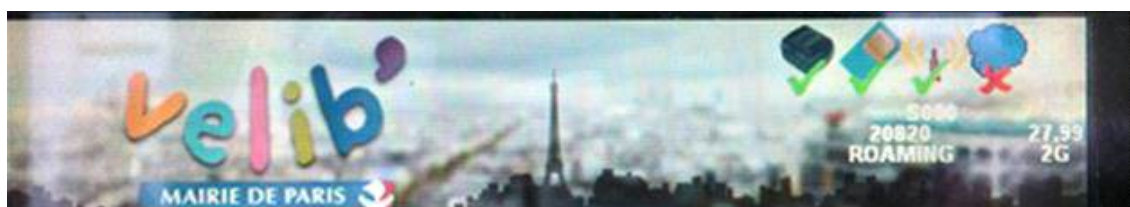
무인차는 차량 기술을 통해 실시간으로 다른 차량 및 도로변에 설치된 기반시설과 통신할 수 있을 것이다. 이러한 기능의 목표는 혼잡, 사고, 사기 감소 및 연비 개선이 될 것이다.

3. 파리의 차량 셰어링 서비스

파리는 전 세계에서 가장 규모가 크고 눈에 띄는 자전거 공유 시스템을 운영한다. Velib라고 하는 이 시스템은 도시 경계 안과 일부 외곽 지역에 약 300m 간격으로 배치된 2만여 대의 자전거와 1500곳의 스테이션으로 구성된다. 이

시스템은 옥외 광고 회사인 JCDecaux가 파리를 위해 운영하고 있다. 리옹의 비슷한 계획에 기반한 이 파리 시스템의 성공은 주로 M2M 기술의 사용 덕분이다. 전 세계적으로 다른 자전거 공유 계획이 있지만 자전거를 관리하고 절도를 방지하기 위한 기술적 시스템이 없기 때문에 상당수가 성공하지 못했다. Velib의 가장 큰 문제는 비사용자들에 의한 기물 파손이다. 파리에 사용되는 시스템은 이제 런던 또는 마드리드와 같은 유럽 전역의 도시에서 사용되고 있다. 특히 스테이션의 커버리지 및 시스템의 가용성을 보장하기 위한 두 가지 이동통신망 사용 및, 사용자가 모든 보관소의 자전거 이용 가능 여부에 관한 정보를 이용할 수 있게 해주는 애플리케이션 개발이라는 두 가지 요소가 특히 주목할 만하다.

그림 7. Velib 도킹 스테이션의 초기화 절차



일 단위, 주 단위, 연 단위 가입을 통해 가입자는 자전거를 무료로 30분 동안 빌릴 수 있다. 자전거를 30분 안에 보관소에 반납하지 않을 경우 1유로가 청구된다. 추가 시간은 추가 비용이 발생하므로 사용자의 자전거 반납을 유도하여 계속 순환시킬 수 있다. 215달러의 신용카드 담보는 자전거 반납을 보장한다. 사용자가 자전거를 사용하고 싶으면 자전거 보관소 중 한 곳으로 간다. 능숙한 사용자는 스마트폰 애플리케이션을 사용해 가장 가까운 보관소 위치 및 이용할 수 있는 자전거 대수를 확인할 수 있다. 이 보관소는 사용자가 계정 정보를 등록 및 확인할 수 있는 단말기와 15~50개의 자전거 고정 위치로 구성된다. 사용자는 단말기에서 신용카드를 사용하거나 Velib 회원카드 또는 Navigo 파리시 대중교통카드를 자전거 고정 위치에 꼽아서 등록하며 그러면 고정 위치가 RFID를 판독한다. 사용자가 인증되면 해당 고정 위치의 자전거 잠금이 해제된다. 자전거 자체에는 RFID 태그만 설치되어 있기 때문에 여행 자체는 기록되지 않는다. 자전거를 반납할 때는 고정 위치에서 자전거의 RFID를 판독하여 등록한다. 어떤 보관소가 가득 차면 단말기에서 다른 보관소들의 위치와 고정 위치가 비어 있는 보관소를 알려준다. 능숙한 사용자는 스마트폰 애플리케이션을 사용해 이 작업을 수행할 것이다.

자전거에는 RFID가 설치되어 있기 때문에 식별이 가능하다. RFID 가능 Velib 및 Navigo 카드를 통해 자전거를 사용한 적이 있는 사람들을 식별할 수도 있다. 2G/3G 모바일 통신의 폭넓은 가용성 덕분에 보관소를 도시 내 곳곳에 배치하고 실시간으로 통신할 수 있다. 모든 보관소에는 단일 통신 모듈과 모바일 사업자의

SIM 카드가 설치된다(그림 7). 그러나 인접한 두 보관소는 두 곳의 서로 다른 이통사에 연결된다. 시스템이 한 네트워크에만 연결된 경우 “다크 스팟” 문제가 발생할 수 있다. 대체 관계에 있는 보관소에서 두 이통사를 사용함으로써 어떤 이유로 한 네트워크가 사용되지 않을 경우 중복성을 보장한다. 고정 위치는 직렬 유선 통신을 통해 보관소에 연결된다. 고정 위치를 설치하려면 거리를 파헤쳐야하기 때문에 이 장치는 비교적 손쉽게 설치할 수 있었다. 중앙 시스템은 실시간에 가깝게 갱신되는 전체 네트워크 상태를 수신한다. 이 정보는 서비스 지역 근처에 자전거를 재분배하는 차량을 관리하는 데 사용된다.

오르막에 있는 보관소는 체크인보다 체크아웃 하는 자전거가 더 많고 주요 대중교통 노드 부근의 보관소는 아침에는 자전거가 부족하고 저녁에는 넘치기 때문에 재분배가 필요하다.

보관소 위치, 비어 있는 고정 위치 숫자 및 자전거에 관한 정보는 내부 비즈니스 프로세스를 위해서만 사용되지 않는다. 이 정보는 JCDecaux 및 파리시가 제공하는 두 가지 스마트폰 애플리케이션에 의해서도 사용된다(그림 8). 이러한 애플리케이션은 사용자 만족도를 제고하여 시스템 사용을 증가시킨다.

그림 8. 도킹 스테이션 이용 가능 여부를 보여주는 Velib 스마트폰 애플리케이션



출처: Velib 스마트폰 애플리케이션

Autolib는 유럽 수도에서 개발된 최초의 전기차 공공 서비스 계획이다. Autolib는 여러 가지 목표 가운데서도 오염과 교통 혼잡을 줄여 시민들이 자신을 위해 더 많은 시간을 갖도록 하는 것을 목표로 한다. 자전거 공유 시스템의 성공에

이어, 이 서비스는 파리 시민들이 보다 낮은 대기오염 및 소음 수준으로 파리 시내를 여행할 수 있도록 해준다. 전기 엔진은 2020년에 20%의 탄소 배출량을 줄이겠다는 프랑스의 약속에 기여하고 있다.

작성된 영향 평가에 따르면 Autolib 서비스와 파리 및 주변 지역에서 빌릴 수 있는 3천 대의 자동차는 22,500대로 추정되는 개인 차량 감소를 제공한다. 이것은 연간 1억 6천 4백만 km의 내연기관 차량 주행거리에 해당한다.

2014년 7월 현재 2,500대 이상의 Autolib 차량이 서비스를 위해 등록되었으며 이 계획에는 155,000명 이상의 등록된 가입자가 참여하고 있다. Autolib는 추가로 파리 시내에 4천 곳 이상의 전기차 충전소를 제공하며 이 덕분에 시스템을 1년 365일 하루 24시간 내내 사용할 수 있다. 가입비는 연간 144유로(매월 12유로)에서 시작하며 30분사용 요금은 5유로다. 사고에 대한 청구도 있으며 첫 번째 사고의 경우 200유로에서 시작하여 세 번째 사고 시에는 최대 750유로가 발생한다.

Velib와 달리, Autolib에는 전기차 충전을 가능하게 하는 통신·에너지 기술, 전력망 모니터링, GPRS/3G를 통한 어떤 지리적 구역 내의 자동차 이용 가능 여부 확인과 같은 기능들이 제공된다.

Autolib는 2011년 파리에서 운영이 시작된 이래 성공적인 상용화에 힘입어 리옹 및 보르도시로 확장되었다. 이 서비스 운영 회사인 Bolloré는 런던과 인디애나폴리스와 같은 다른 도시의 운영을 위한 계약을 체결했다.

4. 테슬라, 구글, 애플과 자율주행 차량

기존의 제조업체 외에 테슬라와 같은 유명한 시장 참여자들이 적극적으로 전기차를 개발하고 있다. 구글과 같은 다른 기업들은 자율주행 차량을 테스트하고 있으며 일부에서는 애플도 이 시장 참여를 검토하고 있다고 말한다. 그러나 일론 머스크는 2015년 11월 차세대 자동차는 완전히 전기차가 될 것이며 기존의 자동차 제조업체는 기회를 놓칠 수 있다고 말한 바 있다.¹¹⁵

프랑스의 Autolib와 같이 일부 정부에서 공적 사안을 통해 전기차에 대한 인센티브를 제공하고 있지만, 석유 기반 운송 경제에서 전기 기반으로 이동하기 위해서는 아직도 많은 일이 남아 있다. 예를 들어, 고속도로 고속주행이 허용되는 독일에서는 모든 이해관계자가 확신을 가지기 위한 매우 높은 신뢰성 기준이 필요할 것이다.

전기차에 대한 테슬라의 야망은 세대 변화를 나타내는 것일 수 있다. 테슬라의 특허는 개방되어 있고 누구든지 이용할 수 있으며 이는 전기차로의 이행을 향한 회사의 헌신을 나타낸다. 그렇지만, 테슬라는 차세대 자동차를 만드는 유일한 회사가 아니다. 2010년, 구글은 무인차 연구를 진행하고 있다고 발표해 많은 사람들을 놀라게 했다. 5년 후, 최신 프로토타입은 충전하지 않고 시간당 25마일의 최고 속도로 80마일을 주행할 수 있다. 구글 카의 주된 제약 중 하나는 구글에 의해 자세한 지도가 작성된 구역에서만 주행할 수 있다는 점이다. 반면에 테슬라의 기술은 자신이 위치하는 환경에서 생존할 수 있는 로봇을 먼저 만든 다음 목표를 추구하기 위한 메커니즘을 장착하는 로봇 모델에 근거한 것이다. 운전자의 행위가 테슬라 클라우드에 업로드되어 서로 공유되기 때문에 이 모델은 운전자가 실행하는 모든 행위에 근거하여 계속 개선된다.

기존의 자동차 제조업체 역시 자신만의 자율주행 기술을 개발하고 있지만 완전 무인차에 대해 10~15년의 덜 야심찬 시간계획을 가지고 있다. 메르세데스 벤츠, 인피니티 및 기타의 브랜드는 이미 최소한의 운전자 입력으로 고속도로 주행을 가능하게 해주는 차선 유지 및 조정형 크루즈 컨트롤과 같은 운전자 지원 시스템을 개선해 오고 있다. 많은 자동차 제조업체는 자율주행차가 한 번에 모든 것이 실현되는 대신 점진적으로 기능별로 다가올 것이며 사람들에게 자율주행에 적응할 수 있는 시간을 제공할 것이라고 말한다.

프로젝트 상태가 공개되지는 않았지만 애플 역시 전기차에 대한 연구를 진행하고 있다고 한다. 애플은 ICT와 자동차의 융합이 새로운 기회를 창출할 수 있음을 인식한 수많은 시장 참여자 중 하나일 뿐이다. 미국만 해도 중국계 자금으로 설립된 10억 달러 규모의 전기차 신생기업이 네 곳이나 존재한다.

5. 차량의 연결: 사안 요약

자동차는 사용자 및 소유자들을 위한 그 사용 및 유용성을 개선하거나 공적 목표를 지원하기 위한 방법으로 수많은 M2M 사안이 초점 되어 왔다. 아래의 목록은 전 세계 곳곳의 사안을 요약한 것이다.

- eCall: 자동차 내 응급 서비스를 위한 EU 서비스.
- OnStar와 Sync는 차량 제조사가 소유자에게 제공하는 도난 방지, 내비게이션, 응급 서비스를 포함하는 서비스들이다.
- 사브는 사용자가 앱 스토어로부터 다양한 앱을 설치하여 수천 가지 차량 매개변수를 모니터링하게 해주는 안드로이드 기반 태블릿이 장착된

자동차를 시연했으며, 이는 자동차와 관련된 새로운 인터넷 서비스로 연결될 수 있다.

- 브라질정부는 GSM을 사용해 자동차를 추적하는 SIMRAV 도난방지 장치의 신차 설치를 의무화했다.
- Pay As You Drive 보험은 일부 장소에서 이용할 수 있으며 GPS 및 M2M을 통한 차량 추적을 사용한다.
- 몇몇 OECD 회원국 정부에서는 GPS 및 M2M 가능 솔루션을 통한 동적 통행료 체계를 검토하고 있다.
- 기업들은 차량의 위치 및 속도뿐만 아니라 화물의 신선도 및 차량의 사용·오용 여부를 확인하기 위해 GPS 및 M2M을 사용해 차대 모니터링을 수행하고 있다.
- 내비게이션 장치에 실시간 업데이트를 위한 M2M 통신이 점점 더 많이 설치되고 있다.
- 차내의 온보드 엔터테인먼트는 M2M 기술로부터 이익을 얻을 수 있는 분야다.

의미가 있는 부분은 이러한 시스템이 반드시 하나의 대규모 시스템에 통합되는 것은 아니라는 점이다. 일부는 제조 시 설치될 수 있고 또 다른 일부는 제조 후 설치될 수 있다. 일부 시스템은 시장 주도적일 수 있고 또 다른 일부는 정부가 지원하는 연구 사안일 수 있다.

어떤 경우든, 자동차는 주로 안전, 편의성, 엔터테인먼트에 의해 주도되는, IoT 및 M2M 관련 혁신이 지속적으로 일어날 분야가 될 것은 확실하다.

6. 독일 자동차 제조사들의 지도 사업 투자

2015년 11월, 아우디, BMW, 메르세데스는 공동으로 노키아의 지도 사업 HERE를 인수했다. 이 지도 플랫폼은 자율주행 차량 또는 완전히 운전자에 의해 작동되는 커넥티드 카에서 사용할 수 있는 매우 정확한 위치를 표시한다. 이러한 투자는 유럽 내 역량을 확보할 뿐만 아니라 미래의 경쟁에 대처하기 위한 것이다. 경쟁 정책, 운송 정책, 기술 정책, 정보 및 사생활 보호 사이의 연계 수준은 점차 판단하기 힘들어지고 있다.

독일 자동차 대기업들의 HERE 인수는 커넥티드 카 기술 분야에서 역할을

강화하고 이들이 경쟁하고 있는 구글 및 애플과 같은 기술 기업을 몰아내기 위한 동향으로 인식되었다. 도로 상태를 감지하는 센서의 표준을 마련하기 위한 자동차 제조업체들 사이의 협력을 촉진하는 것은 HERE의 미래 프로젝트 중 하나다.

7. 정부 차원의 드론 상용화

206년의 역사로 세계에서 가장 오래된 곳 중 하나인 오스트레일리아 우정공사는 2016년에 드론을 사용하는 소포 배달을 시험할 계획이다.¹¹⁶ 드론은 대당 7500달러 정도가 될 것이며 25km에 걸쳐 최대 2kg의 소포를 운송할 수 있다.

오스트레일리아 우정공사 CEO에 따르면 이 서비스는 두 개의 시험 드론으로 이미 예비 작업을 완료했지만 국내 오지의 전자 소매를 위한 움직임의 일환으로 2016년에 시험을 진행할 예정이다.

120m의 고도에 도달하며 75km/h로 이동하는 수단을 위해서는 오스트레일리아 우정공사와 민간항공안전청 사이의 추가 논의가 필요할 것이다. 이 시범 사업은 최대 10kg의 화물을 더 멀리 운송할 수 있는 대형 드론도 연구하고 있다.

오스트레일리아 우정공사는 고객 서비스 현대화를 추구함에 따라 신시장 개척을 위한 전자 상거래 사업을 목표로 하는 1천 5백만 달러의 투자 기금을 발표했다. 오스트레일리아 우정공사는 멜버른 대학교의 Swanston St “Lab 14” 혁신 빌딩에서 이 대학교와 협력할 계획이다.

제4절 정책 및 규제 발전

1. 자율주행 차량과 스마트 시티: 미국의 혁신 전략

2009년 처음 발표된 미국 혁신 전략은 자국이 계속 가장 혁신적인 경제로서 세계를 이끌도록 보장하고 미래의 산업을 육성하며 혁신의 활용을 통해 자국의 가장 중요한 과제들을 해결하기 위한 미국정부 활동 개관을 제공한다.

이 전략은 2016년도 예산에 포함될 수 있도록 식별된 차세대 기술들을 발전시키기 위한 주요 혁신 투자의 중요성을 강조한다. 이 전략은 다음과 같은 세 가지 핵심 요소로 구성된다.

- 장기적 경제성장을 위한 연구개발 및 기타 빌딩블록 투자의 중요성.

- 집중공약을 통해 국가 우선과제를 수행하고 국가번영에 기여할 수 있는 첨단 자동차에서 정밀 의료에 이르는 전략적 분야.
- 성과를 개선하고 민간부문과 시민사회의 더 나은 환경을 구축하기 위한 연방정부의 혁신화하기 위한 새로운 활동들.

우선과제로 식별된 분야 가운데, 자율주행 차량과 스마트 시티는 이러한 발전에 대해 전략적으로 준비되어야 할 필요성이 인식된다.

첨단 자동차 분야에서는 센서 기술, 컴퓨팅, 데이터 과학의 획기적 발전으로 인해 차량 대 차량 통신 및 자율주행 기술의 안전 특징이 상업용 배치에 포함되는 결과를 낳았다. 완전 자율주행에 근접한 차량이 이미 테스트되고 있다. 이러한 첨단 차량 기술의 가속화는 사람의 실수가 개입된 도로 사고의 90% 이상에 기계학습의 정확한 의사결정과 몇 분의 일 초의 반응시간을 적용함으로써 매년 수천 명의 인명을 구할 수 있을 것이다.

미국의 2016년도 예산은 국도상의 자율주행 차량, 커넥티드 카, 자동주행 차량을 위한 성능 및 안전 기준을 개발하고 이러한 기술을 도심, 고속도로 및 상업 환경에서 종합적으로 테스트하기 위한 자율주행 차량 기술 연구 투자를 두 배로 늘렸다.

스마트 시티 분야에서는, 시민, 데이터 과학자, 기술 전문가 및 기업들의 활발한 공동체가 데이터의 수집, 취합, 사용을 개선함으로써 주민들의 삶을 개선하기 위한 기반구조를 이루는 공동체를 구축하기 위해 힘을 쓰고 있다. 미국의 2016년도 예산에는 스마트 시티를 위한 기존 1억 6천만 달러의 기금을 보완하는 3천만 달러 이상의 신규 연구개발 투자가 포함된다. 이러한 사안은 지역 사회가 교통 혼잡 감소, 범죄 대응, 경제성장 촉진, 기후변화 영향 관리, 도시 서비스 제공 개선과 같은 주요 과제를 해결하는 데 도움을 주기 위한 협력에 참여하는 20곳 이상의 도시들을 활용한다.

2. V2V 통신을 위한 주파수 할당

관계기관들은 미래의 자율주행 차량 혁신을 활용 및 보장하기 위해 차량을 보다 안전하게 만들 수 있는 잠재력을 가지는 차량 대 차량 통신(V2V)을 위한 다른 주파수 대역을 검토하고 있다. 예를 들어 차량 및 신호등과 같은 노변 장치는 교차로 상태, 차량의 (급)제동 여부 등을 전송할 수 있다. 미국과 유럽은 V2V를 위해 5.9 GHz 주파수를 할당했으며 일본은 비인가 주파수이지만 안전주행 지원

목적으로만 제한되는 760 MHz 대역을 사용할 계획이다.

2015년 5월, 미국정부는 보다 안전한 도로를 만들고 자율주행 차량의 도입을 촉진하기 위해, 고속도로교통안전청에 연말까지 V2V 기술 도입을 가속화하도록 요청했다. 유럽에서는 5.9 GHz 대역에서 지능형 교통 시스템을 위해 30 MHz가 할당되었다. 미국에서는 안전 관련 V2V 통신을 위해 10 MHz가 독점적으로 사용된다. 관련 대역을 Wi-Fi와 같은 다른 비인가 서비스/애플리케이션과 공유할 수 있는지 여부가 현재 미국에서 논의되고 있다.

미국은 애플리케이션별로 주파수를 분리하는 것보다 주파수를 공유하는 것을 선호한다. 유럽은 5.9 GHz 대역을 Wi-Fi와 같은 다른 비인가 서비스/애플리케이션과 공유하는 것이 가능한지 여부를 검토한 바 있다.

3. 드론 산업의 지오펜싱 기술 및 규제

미국에서는, 대중적 인기 확대를 의식하여 연방항공청이 취미로 하는 사람들의 여가 목적 드론 사용을 더 잘 모니터링하기 위한 방법에 관한 권고안을 발표했다.¹¹⁷

이 제안에는 연방정부로의 기계 등록, 기계 상의 정부 발급 등록번호 표시가 포함된다. 항공 규제기관을 위한 등록 시스템 관련 권고안을 마련하기 위해 드론 제조업체, 기술 기업, 항공기 조종사 협회, 정부 관료 대표들로 구성된 작업반이 구성되었다.

이 규제 절차 도중에, 드론 기술 분야의 한 선도 기업(DJI)이 실시간 항공 정보가 있는 새로운 지오펜싱 시스템을 소개했다. 이러한 업계 반응은 자체 규제를 목표로 하는 사안인 것으로 보인다.¹¹⁸ Geospatial Environment Online(GEO)은 DJI 드론 사용자에게 규정에 따라 비행이 제한되거나 안전 문제가 제기될 수 있는 위치에 관한 최신 정보를 제공할 것이다. 처음으로, 드론 운용자들은 비행 시점에 산불, 주요 경기장 행사, VIP 이동 및 기타의 변화하는 사정으로 인한 임시 비행 제한에 관한 실시간 정보에 접근할 수 있게 된다. GEO 시스템에는 처음으로 드론 운행이 비항공 보안 문제를 제기할 수 있는 교도소, 발전소 및 기타의 민감한 장소와 같은 위치에 관한 제한 사항이 포함된다.

이 제안에 따르면, 드론은 기본적으로, 안전 또는 보안 문제가 제기되는 위치로 날아가거나 착륙할 수 없다. 그러나 방대한 허용 애플리케이션을 수용하기 위해, 새로운 시스템은 DJI 계정이 검증된 사용자가 이러한 장소 중 일부 장소의 비행을 일시적으로 해제하거나 자체적으로 허가할 수 있게 해줄 것이다. 이 잠금 해제 기능은 워싱턴 DC 또는 기타의 금지 구역과 같은 미국 내의 민감한 보안

위치에서는 제공되지 않을 것이다.

잠금 해제를 위해서는 DJI 사용자 계정이 신용카드, 직불카드 또는 이동전화 번호로 검증되어야 할 것이다. DJI는 이 정보를 수집하거나 저장하지 않을 것이며 서비스는 무료로 제공될 것이다. 사용자가 항공안전 또는 보안 문제가 제기될 수 있는 장소로 비행하기로 선택할 경우에만 필요한 계정 검증은 나중에 관계기관에서 비행을 조사할 경우에 책임성 수단을 제공한다.

이 새로운 시스템은 먼저 북미와 유럽에서 시작될 것이다. 다른 지역은 공항 데이터에 대한 업데이트가 제공되겠지만 해당 지역에서 새 시스템이 개시될 때까지 이 회사가 2013년에 개발한 기존의 “No Fly Zone“ 지오펜싱 시스템을 계속 사용할 것이다. GEO는 캘리포니아주 산타모니카 소재의 AirMap이 제공하는 지리 공간 데이터로 구동된다. 이 새 지도 시스템은 DJI Go 앱 및 드론 펌웨어의 업데이트를 통해 2015년 12월에 제공될 예정이다.

4. 커넥티드 카 규제 및 자율주행 차량 관련 업데이트

업계의 한 가지 우려는 자율주행 차량 기술이 현행 법규를 앞서고 있다는 것이다. 일부 업계 참여자는 기존 기술을 사용할 수 있도록 하고 커넥티드 카 관련 데이터 소유권 및 프라이버시와 같은 다양한 문제를 다루기 위한 입법을 요구하고 있다. 자동차 회사들이 자율주행을 가능하게 하는 기술에 손을 대고 있지만 운전자 없이 완전하게 작동하는 차량은 아직 연구 단계에 있다. 무인차 테스트와 병행하여 기업들은 위치, 안전, 효율, 연료 수준 및 기타의 다양한 기능을 보여주는 데이터를 측정하기 위해 인터넷 연결 기능을 사용하는, 자율적으로 주행하지 않는 커넥티드 카를 도입하기 위한 기술도 개발하고 있다. 아래에서 몇몇 국가의 입법 변경 및 정책 발전에 관한 최신 내용을 검토한다.

최근 수년간, 사적 공간 및 국도의 주요 자동차 회사 주행시험과 관련하여 자율 무인 주행 분야에서 상당한 변화가 있었다. 2015년 8월, 독일 다임러는 주당국으로부터 운전자가 차 안에 있을 경우 바덴-뷔르템베르크 구간에서 자율주행차를 운전해도 좋다는 승인을 얻었다.¹¹⁹ 그러나 기술적으로, 다임러 트럭은 완전히 자율적이지 않을 것이며 비상시를 대비해 항상 운전자가 있어야 한다. BMW는 관련 기술을 적극적으로 연구하고 있으며 짧은 거리에 대해서도, 부분 자율주행차를 국도에서 시험하기 위해 지역당국과 지루한 협상을 진행하고 있다.

사우스오스트레일리아주 의회는 2015년 10월 국도의 실제적인 무인차 시험을 허용하는 자동차(자동차기술시험)법 개정안을 도입했다.¹²⁰ 교통기반시설부장관은

오스트레일리아가 이 새로운 산업의 핵심 참여자로 자리매김하길 원한다. 장관은 “이러한 시험을 위한 기본 틀을 규제하는 오스트레일리아 최초의 주로서, 우리는 여기서 기술을 개발하고 시험하려는 글로벌 기업들에게 문호를 개방하고 지역 기업들의 성장 및 번영을 위한 환경을 구축하고 있다”고 밝혔다.¹²¹ 일례로, 사우스오스트레일리아 기반의 Cohda Wireless가 현재 전 세계 각지의 차량 대 차량(V2V) 필드 테스트의 60% 이상에서 사용되고 있다. 이 프레임워크는 사우스오스트레일리아주 도로에서 기술을 시험하려는 기업들이 정부 승인을 위해 상세한 계획을 제출하고 공중을 보호하기 위한 충분한 보험에 가입하도록 요구하며 시험 범위를 벗어나 도로교통법규를 위반할 경우 벌칙을 부과한다. 시험 완료 후 6개월 내에 상하원 모두에 시험에 대한 완전한 보고서를 제출해야 한다.

수일 후, 애들레이드는 2015년 11월 5~6일에 이 기술을 모색하고 무인차의 미래를 앞당기는 데 필요한 연구, 시험, 입법을 논의하기 위해 300명 이상의 대표가 참석하는 회의인 국제무인차회의를 이틀간 주최했다. 토요일, 볼보와의 협력을 통해 오스트레일리아 무인차 사안(ADVI)의 일환으로, 애들레이드 남부고속도로에서 자동 차량 기술에 관한 오스트레일리아 최초의 국도 시연이 진행되었다. 볼보 XC90은 완전 자동 모드에서 차선 유지, 어댑티브 크루즈 컨트롤, 액티브 큐어시스트 기능을 시연했다.¹²²

2014년 7월, 영국 교통부는 2015년 1월에 자율주행 차량의 국도 시험을 시작한다고 발표했다.¹²³ 런던 동남부 그리니치, 밀턴 케인즈, 코번트리, 브리스톨의 네 도시가 선정되었으며 시험을 조직하기 위해 1천 5백만 달러의 보조금을 함께 사용한다. 장관들은 영국이 무인차 기술을 선도할 수 있는 방안을 수립하고 영국 내 무인차 시험을 위한 적절한 제도가 마련되어 있는지 확인하기 위해 현행 도로교통법규를 살펴보기 위한 검토를 시작했다. 이 검토에서는 무인차의 통제권을 인계받을 수 있는 운전자가 있는 차량과 운전자가 없는 완전 자율주행 차량의 두 가지 무인차 기술 분야를 다룰 것이다. 영국정부는 2015년 6월 차량이 자율적으로 주행할 경우에도 운전자가 차량의 통제권을 확보할 수 있도록 요구하는 무인차 지침을 발표했다.

미국에서는, 네 곳의 주와 워싱턴 DC에서 무인차를 허용하는 법안이 통과되었다. 네바다주는 구글이 로봇자동차법을 로비한 끝에 2011년 6월 자율주행차 운행을 허용하는 법안을 통과시켰다. 2012년 3월 이 네바다주 법이 발효된 후 네바다주 자동차부는 2012년 5월 구글의 실험적 무인차 기술로 개조된 도요타 프리우스 한 대에 최초의 자율주행차 면허를 발급했다.

2012년 4월, 플로리다는 국도의 자율주행차 시험을 허용한 미국의 두 번째

주가 되었으며 같은 해 캘리포니아는 이러한 입법을 채택한 세 번째 주가 되었다. 2013년 12월 미시간주가 네 번째 주가 되었으며 아이다호주에 있는 Coeur d'Alene시는 자율주행차를 허용하는 조항이 포함된 로봇 조례를 채택했다. 또한, 로스앤젤레스시는 운송기술연합을 결성하여 중요한 일보를 내딛었다. 이 도시 프로젝트는 국토상의 대규모 자율주행차 도입을 위한 실행 계획을 이해하는 것을 목표로 하고 있다. 이 새로운 연합은 자율주행 차량이 도심을 주행하는 방식에 관한 공통의 관심사에 대한 계획 및 절차 개발, 무인차에 의해 제공되는 운전자, 자전거 이용자, 보행자의 안전성 강화를 위한 조정, 주차 및 운전자가 있는 차량과의 조정 및 통합과 같은 문제의 해결을 통해 로스앤젤레스의 기반시설을 커넥티드 카 및 자율주행 차량에 맞게 변경하는 것을 목표로 한다.

차안에 있는 사람이 기능을 끌 수 있을 경우 자율주행을 허용하도록 작년에 유엔도로교통협약이 개정되었다. 유로 지역의 국가들은 이 협약에 서명했지만 자국의 대형 기술 기업들이 자체적인 자율주행 차량을 시험하고 있는 미국은 서명하지 않았다. 유럽에서는, EU 집행위 및 유럽의회가 2015년 9월 커넥티드 카를 규제하기 위한 입법 변경을 발표했다. 그러나 자율주행 차량에 대한 신규 입법은 단기적으로 예상되지 않는다.

결론

사물인터넷(IoT)은 조만간 OECD 국가 사람들의 일상생활에서 전기처럼 일반화될 것이다. 따라서 IoT는 전기가 널리 이용되기 전에 예측하기 어려웠던 것처럼 경제적·사회적 발전에서 중요한 역할을 수행할 것이다. 확실히, IoT을 위해 구상된 모든 애플리케이션이 수요를 확보하는 것은 아닐 것이며 일부는 너무 침입적인 것으로 간주될 수 있다. 동시에 IoT 애플리케이션의 편재적 속성으로 인해 사람들이 항상 그 영향 및 효용을 인식할 수 있는 것은 아닐 것이다. 예를 들면 커넥티드 카에 사용되는 주소 지정 기술이나 환경을 모니터링 하여 자율 작동을 기동하는 센서에 관계없이, 이익이 편재화 되면서도 연결 요소를 항상 눈으로 확인할 수 있는 것은 아닐 것이다.

이러한 발전의 원인은 효용이 될 것이다. 예를 들면, 어떤 사물의 현재 상태 및 시간에 따른 상태, 사물의 꺼짐/켜짐 여부, 가까운지 먼지 여부, 이동/고정 여부, 가득 차 있는지 비어 있는지 여부, 높은지 낮은지 여부, 따뜻한지 차가운지 여부를 알 수 있을 것이다. 이 사물은 디지털화된 무생물 객체, 상호 연결된 기계 또는, 의료 및 피트니스의 경우, 사람의 몸이 될 수 있다. 이러한 사물이 제공하는 데이터는 패턴 분석, 변화 예측, 원하는 결과를 (종종 자율적으로) 실현하기 위한 객체 또는 환경의 변경을 위해 사용될 수 있다.

보다 일반적으로, IoT는 모든 산업 부문의 생산 및 서비스 측면에서 맞춤형 솔루션을 보장한다. 예를 들면, IoT 데이터에 의해 제공되는 통찰력은 특정 대상물 목표로 하는 의료를 가능하게 하거나 특정한 제품의 IoT 규모를 결정하여 제조 프로세스를 효과적으로 맞춤화할 수 있다. 이러한 발전은 수요가 대량 판매 시장을 위한 솔루션에서 벗어나 맞춤형 솔루션으로 이동하는 개별화된 사회의 징후로 간주될 수 있다.

사람들의 삶에 대한 IoT 통합은 현재의 국제적 프레임워크에서 프라이버시 및 보안에 대한 의미를 평가하도록 요구할 것이며 소비자 보호의 맥락에서 충분한 안전장치를 보장하기 위한 노력을 요구할 것이다.

또한, IoT는 사람들이 IoT가 없을 경우에는 불가능했을 방식으로 목표를 달성하도록 권한을 위임할 수 있다. IoT가 교통과 같은 분야에서 신체적 장애가 있는 사람들을 위한 독립성을 의미하든 사람들이 노령화 사회와 관련된 문제에 대처할 수 있도록 하든 관계없이, 도전을 예측하고 효용을 촉진하는 국가들이 기회를 붙잡을 수 있는 가장 유리한 위치를 차지할 것이다.

일부에서는 IoT의 영향이 전기와 내연기관이 20세기에 가져왔던 변화와 맞먹는 규모일 것으로 예측한다. 예를 들면, 전기 덕분에 사람들은 비싸지 않은 냉장을 이용해 식품을 보다 오래 보관할 수 있었다. 한편, 내연기관은 공급망 확대를 가능하게 했으며 이는 기계화된 농업 및 슈퍼마켓과 같은 발전을 가져왔다.

IoT는 기업 및 공공기관이 새롭고 혁신적인 방식으로 목표를 달성하고 기술과 상호작용할 수 있도록 권한을 위임하기 위해, 이러한 생태계에 있는 구성 요소들의 연결을 약속한다. 이 목표를 달성하기 위해서는 모든 이해관계자가 잠재적 장애물 및, 이익을 수확하기 위한 방법의 식별과 함께, 우수 관행의 공유로부터 이익을 얻을 수 있어야 한다. 이것은 IoT의 잠재력에 초점을 맞춘 급속한 상업적·기술적·사회적 변화의 환경 속에 자리할 것이다. 따라서 이 기술이 확산됨에 따라, 유연성, 투명성, 형평성과 같은 원칙 및, 가능한 정도까지의, 선견지명이 난관을 피하는 데 중요해질 것이다.

IoT는 기반시설에 다양한 요구를 제기할 것이다. 이러한 발전을 뒷받침하는 것은 네트워크의 가용성, 품질 및 사용을 촉진하는 인터넷·통신 정책과, 수용 및 신뢰를 보장하기 위해 이러한 기술을 사용할 때의 거버넌스 및 규범이 될 것이며, IoT의 새로운 기회 및 도전을 설명할 수 있도록 이러한 모든 부분이 검토되어야 할 것이다.

다음은 정책입안자 및 다른 이해관계자들의 고려를 위해 제안되는 조치들이다. 각 조치의 옆에는 보다 폭넓은 정책 목표를 달성하기 위해 해당 사안들이 필요할 수 있는 이유를 강조하는 사례이다.

- 목표 달성을 강화하기 위해 IoT 잠재력에 비추어 기존 정책이 목표를 달성하고 있는지 여부를 확인하기 위한 **기존 정책 평가**. 일부 규정 및 관행은 IoT 적용을 금지하는 가정을 포함한다. 예: 의사의 물리적 방문에 대해서는 보상하지만 원격 의료에 대해서는 보상하지 않는 의료 서비스 규정은 평가가 필요할 수 있다.
- 특정한 목표(예: 특정한 유형의 시장 실패 해결)를 위해 설계되었지만 신기술이 소비자 권한위임을 위한 도구를 제공하는 **기존 정책 및 관행의 평가**. 예: IoT가 의료 서비스 제공의 거리, 운송 또는 정책수립을 위한 데이터의 부족과 같은 요인에 기인하는 문제를 해결할 수 있지만 의료, 운송, 데이터 주도적 정책과 같은 분야에서 기술에 제약이 있었거나 능력이 없었던 시대의 규정에 의해 금지될 수 있다.

- **공공기관의 역할 및 프로세스 개선**과, IoT를 사용하기 위해 이들이 관리하는 기반시설 개선. 예: 도시 전역에서 교통흐름을 최적화할 수 있도록 신호등을 연결하거나, 에너지 사용량을 줄이고 IoT 플랫폼의 역할을 수행하는 스마트 LED 가로등을 설치한다.
- IoT 가능형 (또는 자율작동) 로봇 기계 및 시스템에 의해 **대체되는 사람들을 지원하기 위한 정책의 실행**(예: 조정 지원 및 새로운 기술 교육 프로그램). 예: 데이터 분석 분야에서와 같이 IoT 관련 서비스에서 신규 일자리가 창출될 것이며 새 도구의 제공을 통해 기존 업무가 강화될 수 있다. 점차 “로봇화되는 시설“에서는 직원이 덜 필요하겠지만 창고관리와 같은 분야에서는 IoT가 업무의 질을 개선할 수 있다.
- IoT를 연구의 필수적 부분으로 만드는 **연구·혁신 정책의 변경**. 예: 현재 및 미래의 IoT 발전에 맞춰 정책을 변경할 수 있도록 현재 진행상황을 측정 및 평가할 수 있어야 한다. 정부가 IoT 연구에 기금을 지원할 때 직면할 수 있는 어려움은 이익을 측정하는 것이다. 더 나은 M2M 통신, 데이터 처리, 센서, 작동기와 같은 IoT 기반 구성요소의 개선을 통한 이익은 눈에 띄고 측정이 가능하겠지만 IoT 혁신, 응용 및 통합에 따른 투자의 이익을 측정하기는 더 어렵다.
- IoT와, IoT의 기회를 중심으로 만들어진 신규 기업/비즈니스 모델 수립을 위한 조건을 활용하기 위한 **기업들의 비즈니스 모델 변경 모색 장려**. IoT는 기업들이 서비스 기반 비즈니스 모델을 보다 폭넓게 배치할 수 있도록 해준다. 대기업과 중소기업 모두 점차 자사의 상품을 임대할 것이며 초기구매비용이 아닌 총소유비용으로 경쟁할 것이다.
- IoT에 대한 신뢰를 가능하게 하는 **국제적 프레임워크의 보장**. 프라이버시, 보안, 책임, 소비자 권리 및 신뢰성은 IoT의 편재성 및 수명에 의해 영향을 받는다. 예: IoT 장치에 의해 수집되는 데이터에 대하여 소비자는 어떠한 권리 또는 통제수단을 행사할 수 있어야 하는가? 그리고 그러한 권리 또는 통제수단의 만족스러운 미세도는 어느 정도여야 하는가?
- 정부 IoT 데이터의 재사용 및 공익을 위한 업계의 데이터 공유를 허용 및 장려하는 **개방형 데이터 프레임워크의 마련**. 예: 운송회사는 도로 상태에 관한 데이터로부터 이익을 얻을 수 있겠지만 이러한 데이터를 기계 운전자 및 이러한 기반시설의 관리 담당자에게 역으로 보고할 수도 있다.

- IoT 분야의 효과적인 경쟁 및 혁신을 보장하기 위한 **번호할당 정책의 변경**.
예: IoT 사용자에게 의한 혁신을 장려하기 위해 SIM 카드가 사용하는 IMSI 번호의 할당과 관련된 기존의 번호할당 정책을 검토하고, 전화번호 소진 문제를 완화하고 IPv6 배치를 촉진하기 위한 전용 M2M 번호 범위를 고려한다.

참고문헌

Das, R. and P. Harrop (2014), “RFID Forecasts, Players and Opportunities 2014-2024” , IDTechEx, www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2014-2024-000368.asp (accessed 15 April 2015).

Glance, David (2015), “The Internet of Things: The Role of Government. An Australian Perspective” , November 2015.

GigaOm (2014), “Ericsson CEO predicts 50 billion Internet connected devices by 2020” , GigaOm, 14 April 2014, <https://gigaom.com/2010/04/14/ericsson-sees-the-internet-of-things-by-2020/> (accessed 15 April 2015).

GSMA (2014), “Connected Living. How China is set for global M2M Leadership” , June 2014. <http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2014/06/china-report.pdf>

ITF (2015), “Urban Mobility System Upgrade, How shared self-driving cars could change city traffic” , International Transport Forum 2015. http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/15CPB_Self-drivingcars.pdf

Kvalbein, A. (2012), “Measuring Mobile Broadband in Norway” , Simula Research Laboratory, RIPE 64, https://ripe64.ripe.net/presentations/172-Mobile_Broadband_Measurements.pdf.

Lee, T.B. (2015), “5 reasons self-driving taxis are going to be amazing” , Vox, 17 March 2015, www.vox.com/2015/3/17/8231401/self-driving-taxis-amazing (accessed 15 April 2015).

OECD (2007), “Recommendation of the Council on Cross-border Co-operation in the Enforcement of Laws Protecting Privacy” , [C(2007)67/FINAL].

OECD (2008), “Radio-frequency Identification (RFID): Drivers, Challenges and Public Policy Considerations” , in OECD Digital Economy Papers, DOI <http://dx.doi.org/10.1787/231551650432>

OECD (2008b), “Recommendation Of The Council For Enhanced Access And More

Effective Use Of Public Sector Information” [C(2008)36]

OECD (2010), “Smart Sensor Networks for Green Growth“, in OECD, OECD Information Technology Outlook 2010, OECD Publishing, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/it_outlook-2010-8-en

OECD (2011), “Health Reform: Meeting the Challenge of Ageing and Multiple Morbidities” , OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122314-en>

OECD (2012), “Machine-to-Machine Communications: Connecting Billions of Devices“, OECD Digital Economy Papers, No. 192, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en>

OECD (2013), “Building Blocks for Smart Networks“, OECD Digital Economy Papers, No. 215, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5k4dkhvnzv35-en>.

OECD (2014), “Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being” , OECD Publishing, DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229358-en>

OECD Technology Foresight Forum 2014 - The Internet of Things, December 2014. Agenda and presentations, <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/technology-foresight-forum-2014.htm>

OECD (2015), “Chapter 6 Emerging Issues: The Internet of Things” , OECD Digital Economy Outlook 2015” , OECD Publishing, DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en>

OECD (Forthcoming), “ICTs and Jobs: Complements or Substitutes? The effects of ICT investment on labour demand in 19 OECD Countries.”

OECD (Forthcoming), “New skills for the Digital Economy: Measuring the demand for ICT skills at work.”

OECD (Forthcoming), “ICTs, Jobs and Skills: New evidence from the OECD PIAAC Survey” . OECD (Forthcoming), “Enabling the Next Production Revolution” . HMG (2015), “The Internet of Things: making the most of the Second Digital Revolution”

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf

OFCOM (2015), “Promoting Investment and innovation in the Internet of Things” , 27 January 2015.

<http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/iot/statement/IoTStatement.pdf>

Wilson, J. (2008), Sensor Technology Handbook, Newnes/Elsevier, Oxford.

관계부처합동(2014. 5. 8), “초연결 디지털 혁명의 선도국가 실현을 위한 사물인터넷 기본계획” .

한국정보화진흥원(2015. 12.21), “사물인터넷 수요 및 시장동향” .

정보통신정책연구원(2015.12.15.), “사물인터넷 실증사업의 경제적 파급효과 분석” .

주석

- 1 Decree 8234 of 2 May 2014, found at <http://leisonline.blogspot.fr/2014/05/decreto-n-8234-de-2-de-maio-de-2014.html#!/2014/05/decreto-n-8234-de-2-de-maio-de-2014.html> (accessed 15 April 2015).
- 2 For a further discussion of definitions of the Internet of things see Evans (2011). For a more academic evaluation of definitions, see Atzori, Iera and Morabito (2010).
- 3 Jef Cozza, “New Tiny Wireless Temperature Sensor Could Power IoT” , 8 December 2015.
http://www.cio-today.com/article/index.php?story_id=021000OCG7CR
- 4 This is not a fully accurate depiction of the changes machine learning is undergoing as a result of advances in Bayesian analysis and might be too negative of prior work in the field of machine learning. However, a discussion of the nuances involved would be too technical for the present report.
- 5 Cisco Visual Networking Index 2014 states: “The number of devices connected to IP networks will be nearly twice as high as the global population in 2018. There will be nearly three networked devices per capita by 2018, up from nearly two networked devices per capita in 2013. Accelerated in part by the increase in devices and the capabilities of those devices, IP traffic per capita will reach 17 GB per capita by 2018, up from 7 GB per capita in 2013” (Cisco, 2014). The UN estimates the world population to be 7.5 billion in 2018. The estimate from Cisco Internet Business Group is found in Evans (2011).
- 6 Robert Pepper, VP Global Technology Policy Cisco. “The Rise of M2M Devices” .
- 7 General Electric adopted this name to describe the innovation and change that could come from the union of physical world and the digital world. Estimations for gains of 10-15 trillion USD to global GDP over 20 years, see page 3 of “Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines” , November 2012. Peter C. Evans and Marco Annunziata.
http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf
- 8 General Electric estimates for 1% savings across several industries and segments.

Page 4 “Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines” see above.

9 Vodafone M2M Barometer 2015, p. 3.

10 Vodafone M2M Barometer 2015, p. 3, 20.

11 Navigant Research,

<http://www.navigantresearch.com/newsroom/the-installed-base-of-smart-meters-will-surpass-1-billion-by-2022>

12 GSMA Understanding the Internet of Things (IoT) July 2014, p. 4.

13 Foxconn to speed up 'robot army' deployment

<http://www.pcworld.com/article/2043026/foxconn-to-speed-up-robot-army-deployment-20000-robots-already-in-its-factories.html>

14 A Baxter robot can be purchased for USD 22 000, which can be far less expensive than comparable robots and can be programmed quickly on the job in a matter of minutes, unlike traditional industrial robots that require days or weeks of highly specific programming by dedicated engineers. This robot is already available across a number of OECD countries and is supported by an active development community. “Rethink Robotics’ Baxter Research Robot Now Available in Australia and New Zealand” , 14 January 2014.

<http://www.rethinkrobotics.com/news-item/rethink-robotics-baxter-research-robot-now-available-in-australia-and-new-zealand/>

15 In a field test, the agriculture machinery producer Claas worked together with Deutsche Telekom AG to digitize the harvesting process. The driver of the harvesting machine could use tablets with constantly updated representations of harvesting operations. The harvester, for example, detects when the grain tank is full and automatically calls a tractor for off-loading. Each machine knows the terrain and all equipment locations and looks for the best possible way to the destination. Here, the system pays attention to time optimization and soil protection. Moreover, the analysis of data on soil, wind, weather or the optimal sowing and fertilizing parameters for each square meter of a field opens the seed and chemical companies new business opportunities. They can evaluate the data of the land and make optimized offers - a package tailored from seed, fertilizers and pesticides to the customer and the field in question

16 “With Farm Robotics, the Cows decide when it’ s milking time” . New York Times, April 2014.

<http://www.nytimes.com/2014/04/23/nyregion/with-farm-robotics-the-cows-de>

- cide-when-its-milking- time.html
- 17 See the websites of John Deere or Lely for many examples of such developments.
- 18 Morgan Stanley: Autonomous Cars: The Future Is Now ,
<http://www.morganstanley.com/articles/autonomous-cars-the-future-is-now/>
- 19 “Automotive IT-Kongress 4.0” ,
<http://www.t-systems.de/news-media/automotiveit-kongress-industrie-4-0-veraendert-automobilindustrie/1339486>
- 20 PWC, Strategy Connected Car, 2014.
- 21 Sarah Murray, “How the internet of things can speed up health delivery” , Financial Times, 6 April 2015,
<http://www.ft.com/intl/cms/s/0/8ad4d226-bdcc-11e4-8cf3-00144feab7de.html#axzz3XDyfx4Kw> and a description of the technology at:
<http://www.proteus.com/technology/digital-health-feedback-system/>
- 22 Alexis Normand of ‘Withings’ emphasised In a presentation at the 2014 OECD Technology Foresight Forum that “measures foster results” . He stated that individuals weighing them self, on a daily basis compared to weekly or monthly monitoring, could improve their management of weight, and change dietary habits.
- 23 Alexis Normand of “Withings” stated that in some countries, for example, medical practitioners only get paid for a physical visit by a patient, whereas time spent monitoring a patient or interacting with them through other communication tools may not be reimbursed. Instead of “...the fee-for-service model, under which health providers were reimbursed for each consultation or medical intervention” , healthcare provision may evolve “...to one where payment is made for packages of care delivered by teams” .
- 24 Murray, Op.cit.
- 25 Marray, Op.cit
- 26 The DOLL initiative in the Copenhagen suburbs is aiming at creating future LED-lighting solutions. DOLL’ s aim is to create energy efficiency and intelligent indoor and outdoor lighting solutions, and to generate jobs. DOLL supports municipalities, regions and private companies, in cooperation with scientists, with the development of new and improved lighting solutions. <http://www.lightinglab.dk/UK/About-DOLL/>
- 27 LED street lights are significantly more energy efficient than traditional streetlights, saving up to 50% in energy use, or roughly 30-50 USD per street light/per year.

- 28 The Vehicle SCOOT system developed by the Transport Research Laboratory in collaboration with the UK traffic systems industry, which uses sensors at intersections to gather traffic data and a computer system that adjusts light timings to allow traffic to flow as efficiently as possible <http://www.gizmag.com/pedestrian-scoot/31154/>
- 29 See results of introducing SCOOT <http://www.scoot-utc.com/GeneralResults.php?menu=Results>
- 30 Autonomous Intersection Management: Traffic Control for the Future, University of Texas, <https://www.youtube.com/watch?v=4pbAI40dK0A>
- 31 Link in German http://www.bmjv.de/SharedDocs/Interviews/DE/2015/Namensartikel/20150713_Handelsblatt_Am_Steuer_bleiben.html?nn=1468636, published in: Handelsblatt, 15 June 2015
- 32 Cf. Art. 29 Data Protection Working Party, Opinion 8/2014 on the Recent Developments in the Internet of Things, p. 20, http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp223_en.pdf
- 33 Commission Decision 2000/520/EC of 26 July 2000 pursuant to Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council on the adequacy of the protection provided by the safe harbour privacy principles and related frequently asked questions issued by the US Department of Commerce (OJ 2000 L 215, p. 7).
- 34 European Court of Justice, judgement of 6 October 2015, C-362/14 - Maximilian Schrems vs. Data Protection Commissioner.
- 35 EU wants US companies to report intelligence agency data access requests, CIO. Accessed on Nov 2015. <http://www.cio.com/article/3004833/eu-wants-us-companies-to-report-intelligence-agency-data-access-requests.html>
- 36 See <http://webwereld.nl/beveiliging/56064-zeeuwse-gemalen-te-hacken-via-scada-lek--update>
- 37 The Unpatchable Malware That Infects USBs Is Now on the Loose, Wired, Andy Greenberg, 10.02.14 <http://www.wired.com/2014/10/code-published-for-unfixable-usb-attack/>
- 38 How millions of DSL modems were hacked in Brazil, to pay for Rio prostitutes, by Graham Cluley on October 1, 2012, Naked Security by Sophos, <https://nakedsecurity.sophos.com/2012/10/01/hacked-routers->

- brazil-vb2012/
- 39 “9 baby monitors wide open to hacks that expose users’ most private moments” , Arstechnica, September 2015.
<http://arstechnica.co.uk/security/2015/09/9-baby-monitors-wide-open-to-hacks-that-expose-users-most-private-moments/>
- 40 Baby monitor hacker delivers creepy message to child, CBS News, April 2015.
<http://www.cbsnews.com/news/baby-monitor-hacker-delivers-creepy-message-to-child/>
- 41 Hello Barbie Doll Poses Security Threat Among Children, December 2015.
<http://en.yibada.com/articles/92329/20151207/hello-barbie-doll-poses-security-threat-among-children.htm>
- 42 <http://www.troyhunt.com/2015/11/when-children-are-breached-inside.html>
- 43 Study carried out by the group “La Poste” in December 2014, see <http://www.docapost.com/wp-content/uploads/2015/01/infographie-la-poste-generique.pdf>
- 44 “Unlicensed spectrum” in understood as a general authorisation, which may contain generic conditions of spectrum use but not addressed to a specific operator (see for example the definition of “general authorization” in the EU authorisation Directive 2002/20/EC).
- 45 Minutes 40th ECC meeting, ECC(15)063 Rev1(1), Helsinki, Finland 20th June- 3rd July 2015 with further references. It is noted that there are other views on that, also among CEPT countries. In particular the UK point out the benefits of dedicated spectrum for IoT/M2M applications, cf. M2M in the 700MHz band, ECC PT1(14)106, 27 August 2014, Ofcom, United Kingdom for CEPT meeting in Zagreb, 01-05 September 2014
- 46 Ofcom, Promoting investment and innovation in the Internet of Things, 23 July 2014, p. 7, fn. 4: “The 870- 876MHz and 915 – 921MHz bands were made available on a licence exempt basis on 27 June 2014. We will also be consulting on proposals to authorise the use of higher duty cycle Network Relay Points in the 870 – 876MHz band. “. See also Ofcom, Promoting investment and innovation in the Internet of Things, Summary of responses and next steps, 27 January 2015, sections 1.4.1, 1.2.2, 5.1, 5.15.2, 7.15, Annex A A.1 1.1.1.
- 47 The regions 2 and 3 have not foreseen the 433 MHz band. With regard to the 433 MHz band in Europe, cf. Radio Regulations Footnote 5.138.

“5.138 The following bands: [...] 433.05–434.79 MHz (centre frequency 433.92 MHz) in Region 1, except in the countries mentioned in No. 5.280, [...] are designated for industrial, scientific and medical (ISM) applications. The use of these frequency bands for ISM applications shall be subject to special authorization by the administration concerned, in agreement with other administrations whose radio communication services might be affected. In applying this provision, administrations shall have due regard to the latest relevant ITU R Recommendations.”

- 48 AT&T infographic notes massive Wi-Fi use growth on mobile devices, SlashGear,
www.slashgear.com/attinfographic-notes-massive-wi-fi-use-growth-on-mobile-devices-22167040/;
www.comscore.com/Insights/Press_Releases/2012/4/iPhones_Have_Significantly_Higher_Rates_of_WiFi_Utilisation.
- 49 A study looking at the economic value of license-exempt spectrum estimated that the unlicensed Wi-Fi use provided a consumer surplus of between USD 52 billion to USD 99 billion per annum globally, by enhancing the value of fixed broadband connections. This study estimated a further value of between USD 560 billion to USD 870 billion per annum in 2020 for machine-to-machine communications (M2M) using Wi-Fi. Thanki, R. (2012), “The Economic Significance of Licence-Exempt Spectrum to the Future of the Internet” ,
<http://download.microsoft.com/download/A/6/1/A61A8BE8-FD55-480B-A06FF8AC65479C58/Economic%20Impact%20of%20License%20Exempt%20Spectrum%20-%20Richard%20Thanki.pdf>.
- 50 Federal Communications Commission Notice of Inquiry, p. 4:
http://transition.fcc.gov/Daily_Releases/Daily_Business/2014/db1017/FCC-14-154A1.pdf
- 51 Global M2M Internet (IP) traffic: From 1% (2014) to only 3% in 2019.
http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/VNI_Hyperconnectivity_WP.html
- 52 Difference Engine: Luddite legacy, Economist
<http://www.economist.com/blogs/babbage/2011/11/artificial-intelligence>
- 53
http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- 54
http://www.mckinsey.com/Insights/Business_Technology/Four_fundamentals_of_workplace_automation

- 55 See for example a recent study by the Association of German Chambers of Commerce and Industry (Deutscher Industrie- und Handelskammertag, DIHK), “Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun“, cf. <http://www.dihk.de/presse/meldungen/2015-02-05-unternehmensbarometer-digitalisierung>
- 56 Wehkamp.nl, a Dutch online retailer, which announced in October 2013 that it would build the world’s largest robotic distribution centre to replace its traditional warehouse, exemplifies that the market is moving in this direction. This centre will enable order-to-package times of 30 minutes and same day delivery, which customers will likely appreciate. Robots will manage the warehouse, pick goods and move to and from picking stations, where employees will pick and pack the goods. A clip of the announcement and the new Distribution center can be seen at <http://www.youtube.com/watch?v=Q5eie0IgccY>
- 57 Nevada clears self-driving 18-wheeler for testing on public roads, The Guardian, May 6 2015, <http://www.theguardian.com/technology/2015/may/06/nevada-self-driving-trucks-public-roads-daimler>- inspiration mentions 2025 for a self-driving truck by Daimler.
- 58 Power-line communication carries data on a conductor that is also used simultaneously for AC electric power transmission or electric power distribution, while Power over Ethernet (PoE) passes electrical power along with data on ethernet cabling.
- 59 Transport for London, “What is a Contactless Payment card?” , www.tfl.gov.uk/fares-and-payments/contactless/what-is-contactless?intcmp=8610 (accessed 15 April 2015).
- 60 A star network is a computer network topology which consists of one central switch, hub or computer, which acts as a conduit to transmit messages.
- 61 SITA’s website is here: www.sita.aero/about-us.
- 62 802.15.4 is a layer 2 protocol, which defines modulation, power output, frequencies used and a number of other elements necessary to make communication possible. Zigbee, Thread and 6LowPan are layer 3 and higher protocols that define how the network will organise itself, how addressing is done, how routing becomes possible and data is packaged. An 802.15.4 wireless device that uses one layer 3 protocol can make itself

heard, but is not understood by devices that use a different layer 3 protocol.

63 The term “native” is used when the infrastructure supports IPv6 from the bottom up and each device receives an IPv6 address. Non-native use describes when there are translation mechanisms to move from IPv6 to another underlying protocol.

64 See http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4.

65 Time periods can be brief lasting only seconds, or longer lasting minutes.

66 The OECD has published a number of reports on IPv6. For an overview, see: www.oecd.org/sti/ieconomy/telecomandinternetreports.htm#Internet.

67 Remote Provisioning Architecture for Embedded UICC Technical Specification Version 3.0.
<http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2012/03/SGP-02-v3-0.pdf>

68 GSMA connected living
<http://www.gsma.com/connectedliving/connected-living-mobilising-the-internet-of-things/>

69 <http://www.zdnet.com/article/south-korea-to-invest-350-million-in-iot-smart-device-makers/>

70 <http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP153.PDF>

71 Tele2 must stop incorrect use of mobile phone numbers, April 2014. ACM.
<https://www.acm.nl/en/publications/publication/12984/Tele2-must-stop-incorrect-use-of-mobile-phone-numbers/>

72 Vehicle production statistics per country are available at
<http://www.oica.net/category/production-statistics/>

73 The Dutch regulations are available at
http://wetten.overheid.nl/BWBR0010199/geldigheidsdatum_13-05-2015. Note that the current regulations require PVNOs to share 2 IMSI ranges, one for commercial companies and one for public organisations.

74 Enexis kiest voor LTE 4G voor datacommunicatie slimme meter, press release Enexis, 13-04-2015,
<https://www.enexis.nl/over-enexis/nieuws/enexis-kiest-voor-lte-4g-voor-datacommunicatie-slimme-meter>

75 The Belgian consultation is available at
http://www.bipt.be/public/files/nl/21394/Consult_review_KB_Nummering_NL.pdf

76 For the German consultation, see <http://tinyurl.com/pewcfjs>

- 77 With regard to E.212 numbers (IMSI), Annex E of the ITU-T E.212 which provides for an approval mechanism for certain types of extra-territorial use of MNC/IMSI, does not fit to scenarios of extra- territorial use in the M2M context. Rather, it addresses situations like extra-territorial use of MNC/IMSI numbers of a bigger state in a small country (e.g. extra-territorial use of Italian IMSI in Vatican or San Marino).
- 78 Extra-Territorial Use of E.164 Numbers, ECC Report 194, CEPT ECC, 17 April 2013
- 79 ECC Report 194, Extra-Territorial Use of E.164 Numbers, 17 April 2013.
- 80 <http://www.berginsight.com/reportpdf/productsheet/bi-mhealth5-ps.pdf>
- 81 Monetary Costs of Dementia in the United States, The New England Journal of Medicine, August 2013.
<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMSa1204629>
- 82 <http://www.nhs.uk/news/2012/04april/Pages/nhs-diabetes-costs-cases-rising.aspx>
- 83 <http://www.nhs.uk/news/2012/04april/Pages/nhs-diabetes-costs-cases-rising.aspx>
- 84 http://www.alzheimers.org.uk/site/scripts/documents_info.php?documentID=418
- 85 <https://www.advisory.com/daily-briefing/2014/10/06/the-2610-hospitals-facing-readmission-penalties-this-year>
- 86 <http://www.parliament.uk/business/publications/key-issues-for-the-new-parliament/value-for-money-in-public-services/the-ageing-population>
- 87 <http://www.alivecor.com>
- 88 Scio, a pocket molecular sensor for all.
<https://www.consumerphysics.com/myscio/>
- 89 Clinical movement sensors to be used in UK public hospitals. 8 Nov. 2015
<http://www.electronicsnews.com.au/news/clinical-movement-sensors-to-be-used-in-uk-public>
- 90 “Step It Up! The Surgeon General’s Call to Action to Promote ...” 8 Nov. 2015.
<http://www.surgeongeneral.gov/library/calls/walking-and-walkable-communities/exec-summary.html>
- 91 <http://esante.gouv.fr/services/referentiels/securite/referentiels-de-securite>
- 92 Robots deliver new catering era - The West Australian - News. Retrieved November 6, 2015, from
<https://au.news.yahoo.com/thewest/wa/a/25122758/robots-deliver-new-catering-era/>
- 93 AGV Deliveries & Tending - Hospital | Robotic Automation. Retrieved

- November 6, 2015, from
<http://www.roboticautomation.com.au/case-studies/hospital-pharmacy/agv-deliveries-tending-hospital>.
- 94 The Business Case for Public Funding of Remote Monitoring of Cardiac Implantable Electronic Devices - MTAA. Retrieved November 6, 2015, from <http://www.mtaa.org.au/docs/submissions/mtaa-business-case-for-funding-of-cieds-monitoring-december-2011.pdf?sfvrsn=0>.
- 95 Personally Controlled Electronic Health Record 2015. 7 Nov. 2015
<http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/content/ehealth-record>
- 96 Declaration of Open Government | Department of Finance. 2010
<http://www.finance.gov.au/e-government/strategy-and-governance/gov2/declaration-of-open-government.html>
- 97 “What’s happening in your Emergency Department right now ...” 2015. 8 Nov. 2015
 <<http://www.health.act.gov.au/our-services/emergency-department/whats-happening-your-emergency-department-right-now>>
- 98 “Ambulance Victoria rushing data to hospital as well.” 2014. 8 Nov. 2015
 <<http://www.smh.com.au/it-pro/government-it/ambulance-victoria-rushing-data-to-hospital-as-well-2014-0623-zsinw.html>>
- 99 Elon Musk Says Tesla Model 3 Will Cost USD 35 000 Before Incentives, January 2015.
<http://jalopnik.com/elon-musk-says-model-3-will-cost-35-000-before-incent-1679351127>
- 100 Autonomous Cars: The Future is Now, Morgan-Stanley. Jan 2015.
<http://www.morganstanley.com/articles/autonomous-cars-the-future-is-now>
- 101 ‘Reported Road Casualties in Great Britain: 2012 Annual Report: A valuation of road accidents and casualties in Great Britain in 2012’ , Department for Transport, 2013
- 102
<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3164675/A-self-driving-SMASH-Watch-Google-s-autonomous-car-rear-ended-firm-admits-drivers-hitting-surprisingly-often.html>
- 103 Autonomous Cars: The Future is Now, Morgan-Stanley. Jan 2015.
<http://www.morganstanley.com/articles/autonomous-cars-the-future-is-now>
- 104 Similar predictions have been made by researchers and engineers of

- vehicle manufacturers in conversations with OECD staff.
- 105 Latest Self-Driving Google Car Heading to Public Streets, May 2015.
<http://www.voanews.com/content/latest-self-driving-google-car-heading-to-public-streets/2768744.html>
- 106 Door to Door: A strategy for improving sustainable transport integration’ ,
 DfT, 2013
- 107 SMART launches first Singapore-developed driverless car designed for
 operations on public roads
<http://smart.mit.edu/news-a-events/press-room/article/42-smart-launches-first-singapore-developed-driverless-car-designed-for-operations-on-public-roads-.html>
- 108 http://ec.europa.eu/growth/sectors/aeronautics/rpas/index_en.htm
- 109 Connected Vehicles: Surveillance Threat and Mitigation, Jonathan Petit,
<https://www.blackhat.com/docs/eu-15/materials/eu-15-Petit-Self-Driving-And-Connected-Cars-Fooling-Sensors-And-Tracking-Drivers-wp2.pdf>
- 110 Connected smart cars are easily trackable, wans infosec bod.
http://www.theregister.co.uk/2015/11/30/smart_cars_privacy_security/
- 111 Remote Attacks on Automated Vehicles Sensors: Experiments on Camera
 and LiDAR. Jonathan Petit,
<https://www.blackhat.com/docs/eu-15/materials/eu-15-Petit-Self-Driving-And-Connected-Cars-Fooling-Sensors-And-Tracking-Drivers-wp1.pdf>
- 112 Revisiting Attacker Models for Smart Vehicles,
<https://www.blackhat.com/docs/eu-15/materials/eu-15-Petit-Self-Driving-And-Connected-Cars-Fooling-Sensors-And-Tracking-Drivers-wp1.pdf>
- 113 Hackers Remotely Kill a Jeep on the Highway—With Me in It, Wired, Andy
 Greenberg, July 2015.
<http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>
- 114 Ford announced a switch to over-the-air updates in March, March 2015
<http://blog.caranddriver.com/ford-partners-with-microsoft-for-over-the-air-sync-infotainment-updates/> and
 BMW used wireless updates to patch a hackable security flaw in door
 locks in January. February 2015.
<https://securityledger.com/2015/02/bmw-fixes-connecteddrive-flaw-with-over-the-air-patch/>
- 115 All Charged Up in Berlin, September 2015.
<https://global.handelsblatt.com/edition/271/ressort/companies->

- markets/article/all-charged-up-in-berlin
- 116 Australia Post to Trial Drones for Parcel Delivery,
<http://www.adelaidenow.com.au/news/national/australia-post-to-trial-drones-for-parcel-delivery/story-fnii5smq-1227588717800>
- 117 Drone Shopping? F.A.A. Rules May Hover Over Holidays, November 2015.
<http://www.nytimes.com/2015/11/24/technology/proposed-regulations-for-drones-are-released.html>
- 118 DJI Introduces New Geo-Fencing System for Its Drones, November 2015,
<http://www.prnewswire.com/news-releases/dji-introduces-new-geofencing-system-for-its-drones-300180192.html>
- 119 Daimler's self-driving trucks to hit German roads, August 2015.
<http://www.dw.com/en/daimlers-self-driving-trucks-to-hit-german-roads/a-18665100>
- 120 Motor Vehicles (Trials of Automotive Technologies) Amendment Bill 2015.
<https://www.legislation.sa.gov.au/LZ/B/CURRENT/MOTOR%20VEHICLES%20%28TRIALS%20OF%20NEW%20AUTOMOTIVE%20TECHNOLOGIES%29%20AMENDMENT%20BILL%202015.aspx>
- 121 South Australia leads nation on driverless car legislation. Sep 2015.
<http://dpti.sa.gov.au/news/?a=177492>
- 122 <http://cto.telstra.com/advi/index.html>
- 123
<https://www.gov.uk/government/news/uk-government-fast-tracks-driverless-cars>

◆ 본 자료는 “사물인터넷 시장 발전 및 정책 동향 : 의료 및 운송 부문(The Internet of Things Market Developments and Regulatory Updates Including Health and Transport)” 을 주제로 한국정보화진흥원과 OECD가 공동 수행한 연구 결과입니다.

◆ 연구책임자 : Andrew Wyckoff 국장 (OECD 과학기술산업국)
최두진 본부장(한국정보화진흥원 ICT융합본부장)

◆ 참여연구원 : Gael Hernandez (OECD)
Sam Paltridge (OECD)
Sukham Sung (OECD)
Jorge Infante (OECD)
Bong Soo Keum (OECD)
David Glance (퍼스대학교)
박상현 팀장 (한국정보화진흥원 IoT기획팀)
고윤석 팀장 (한국정보화진흥원 융합서비스팀)
조희령 주임연구원 (한국정보화진흥원 융합서비스팀)
김경현 주임연구원 (한국정보화진흥원 IoT기획팀)

◆ 본 자료는 한국정보화진흥원의 공식견해가 아닙니다.

◆ 한국정보화진흥원 승인 없이 본 내용의 무단전재나 복제를 금합니다. 본 내용에 대한 문의나 제안사항이 있으시면 한국정보화진흥원으로 연락하여 주시기 바랍니다.

◆ 본 자료는 한국정보화진흥원 홈페이지(www.nia.or.kr)에서 다운로드 받으실 수 있습니다.

◆ 문의 : 김경현 주임연구원 (053-230-1425, hyun@nia.or.kr)



NIA-OECD 공동기획

사물인터넷 시장 발전 및 정책 동향

: 의료 및 운송 부문

NIA 한국정보화진흥원
NATIONAL INFORMATION SOCIETY AGENCY

