

사물인터넷으로 안전해지는 도로교통 서비스

4

조순기 | 한국지능형교통체계협회 글로벌기술부장(ddolone@itskorea.kr/ddolone@gmail.com)

도로 · 교통분야의 첨단화

케빈 애쉬턴(Kevin Ashton)이 ‘사물인터넷(IoT)’이라는 용어를 대중에게 처음 소개한 지 15년이 경과한 현재, IoT의 모습을 가장 잘 적용한 분야 중 하나가 도로 · 교통일 것이다. 국내에서는 이미 1993년부터 도로 · 교통 분야에서 전자 · 통신 등 ICT 기술을 접목한 ‘지능형교통체계(Intelligent Transport System, 이하 ITS)’를 기반으로 하여 경부고속도로 양재-신탄진 구간에 ‘고속도로교통관리시스템(Freeway Transportation Management Systems: FTMS)’을 구축하여 현재까지 운영해오고 있다. 또한 차량부문에서는 1996년 미국의 제너럴모터스(GM)가 차량과 무선통신을 결합하여 차량위치 추적, 원격차량 관리 등 ‘텔레매틱스(Telematics)’ 서비스를 최초로 상용화하였다.

국내 ITS 서비스는 20년 동안 전국 고속도로의 100% 서비스 제공, 전국 50여 개 지자체의 버스정보시스템 운영, 수도권 대중교통 이용자의 96% 교통카드 사용, 고속도로 이용자의 약 60% HiPass 단말장치 사용, ‘T-Map(SKPLANET)’, ‘김기사(LOC&ALL Inc.)’ 길안내 서비스 등 많은 성과를 달성하여 대중에게 보편적인 서비스로 자리 잡았다.

〈표 1〉 지능형교통체계, 텔레매틱스, 사물인터넷의 도입

지능형교통체계 (ITS)	1993년경 (한국)	도로·교통 부문에서 전자, 통신, 센서 등 IT기술을 접목하여 도로이용의 효율성, 안전성, 편리성을 향상시킨 시스템으로, 국내에서는 한국도로공사가 1993년 경부선 양재-신탄진 구간에 고속도로교통관리시스템(Freeway Transportation Management Systems: FTMS)을 적용한 것이 첫 사례임
텔레매틱스 (Telematics)	1996년경 (GM)	자동차와 무선통신을 결합하여 실시간 차량위치 추적, 인터넷 접속, 원격차량 진단, 사고감지, 교통정보 등 서비스를 제공하는 차량 중심의 편리성, 안전성 향상 시스템, GM에서 최초 상용화함
사물인터넷 (IoT)	1999년경	케빈 애쉬턴(Kevin Ashton, 벨킨 제너럴 청정기술 부문 매니저)이 사물인터넷(Internet of Thing) 용어를 대중에게 처음 소개함

새롭게 준비하는 ITS 분야의 변화

인터넷의 폭발적인 확산과 스마트폰 이용인구의 증가로 인해 ITS도 새로운 변화를 시도하고 있다. 특히, 오랫동안 교통문제의 숙제였던 교통안전 분야에서 새로운 시도가 이루어지고 있다. 그동안 도로교통 문제해결은 교통정책 개선, 도로이용 효율화, 사고발생 후 신속대응, 경로안내 등 이용자 편리성의 향상에 집중되어 왔다. 그러나 운전환경에서 가장 중요한 안전과 관련한 문제에 대해서는 근본적인 사고 발생 및 피해 경감을 위한 뚜렷한 방안을 제시하지는 못하였다. 결과적으로 교통사고 사망자의 지속적인 감소에도 불구하고 OECD 회원국 최하위 수준의 교통사고 발생건수가 나타나고 있다.

1. 필요성

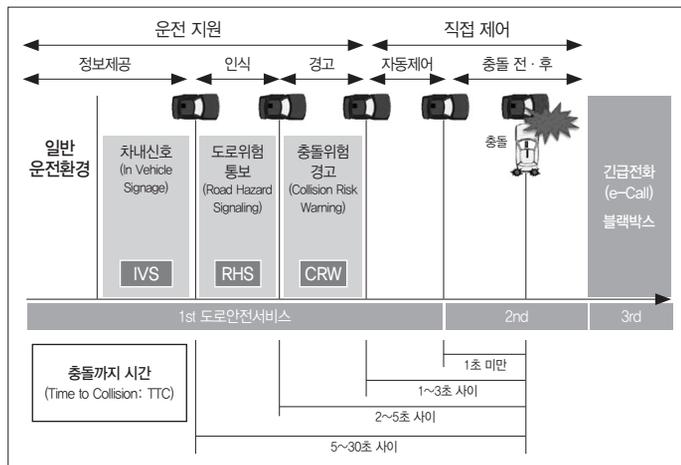
유럽, 미국 등 교통 선진국들은 새로운 차량제어, 정보통신기술들을 접목하여 사고발생 직전상황을 세분화하고, 대응기법들을 찾아 실제 차량과 인프라에 적용하는 예방기술을 개발하여 왔다.

충돌(사고)에 이르기까지의 시간

(Time to Collision: TTC)을 단계적으로 구분해보고, 단계별로 적용가능한 서비스(애플리케이션)의 개발이 시도되었다(〈그림 1〉 참조).

지금까지의 ITS가 일반적인 운전환경에서의 정보제공 서비스와 속도단속 서비스, 사고발생 이후 신속한 돌발상황 처리, 사고 Data 기록(차량용 블랙박스) 등이 주를 이루었다면, 새로운 ITS 기법은 차량 간(V2V), 차량과 인프라 간(V2I) 무선통신을 이용하여 매우 짧은 서비스 응답(100msec 내외)이 가능해지면서 충돌 이전에 정보제공(Information Provide), 인식(Awareness), 경고(Warning), 자동제어(Automatic Control)를 통해 사고를 예방하게

〈그림 1〉 차량충돌까지 도달시간 단계별 운전 지원 및 제어 기법



출처: ETSI, 2013.

나 피해 규모를 낮출 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 한편, 충돌 직전 운전자의 조향조작 등으로 회피가 가능하여 직접 제어가 필요한 1~3초 이내의 상황에서는 차량 자체의 자동제어 이외에는 예방책이 없을 것이다. 이러한 자동제어는 자율주행 자동차의 개발로 이어진다.

충돌 전 운전지원으로 분류되는 정보제공, 인식, 경고를 통해 사고를 예방하는 기법의 개발은 차세대 ITS로 불리는 Cooperative ITS(이하 C-ITS, 미국은 'Connected Vehicle'로 명명)라는 이름으로 2000년대 초반부터 준비해오고 있었다.

2. C-ITS의 정의와 기술요소

유럽에서 명명된 C-ITS는 도로교통 상황에서 사고 예방을 중심으로 안전성 증진과 이동성 및 편리성을 향상시켜 지속가능하며 친환경적인 교통시스템 구현을 목표로 하고 있다. 차량 간(V2V), 차량과 인프라 간(V2I) 무선통신환경에서 차량 내 단말장치, 도로변

노변장치와 센터 시스템이 오픈플랫폼으로 구성되어 서로 정보를 공유하는 체계를 가지게 된다. 미국의 Connected Vehicle과 동일한 목적 및 구성체계를 가지며, 기존 ITS와는 달리 차량 중심의 서비스 구현이 주를 이루고 있다. 즉, 주변에 가까이 다가오는 차량들에게 "Here I am"을 외치면서 내 차의 상태정보를 알려주고 안전한 주행환경을 확보하는 데 주안점을 두고 있는 것이다.

C-ITS의 주요 기술요소로는 V2X¹⁾ 무선통신환경, 차량정보 수집 및 연계 기술, 차량단말/노변기지국/센터의 플랫폼 기술, 고정밀 측위기술과 상세한 지도 데이터 기반의 동적인 운영기술 등이 필요하다. 성공적인 C-ITS의 정착을 위해서는 단말의 보급 확산이 중요하며, 차량 간·차량과 인프라 간 등 주고받는 메시지의 표준화와 관련 인증시스템의 마련, 개인정보 보호와 해킹에 대비한 보안솔루션의 마련 등이 병행되어야 할 것이다. 국외에서는 관련 표준들의 단일화 또는 조화를 위한 노력들이 활발히 진행되고 있는 바 적극적인 국제표준화 참여와 조화로운 활동이 필요하다.

〈그림 2〉 C-ITS의 서비스 사례(V2V, I2V)



출처: Continental.

1) V2V(Vehicle to Vehicle), V2I(Vehicle to Infrastructure), Vehicle to Everything.

3. C-ITS의 국내외 추진동향

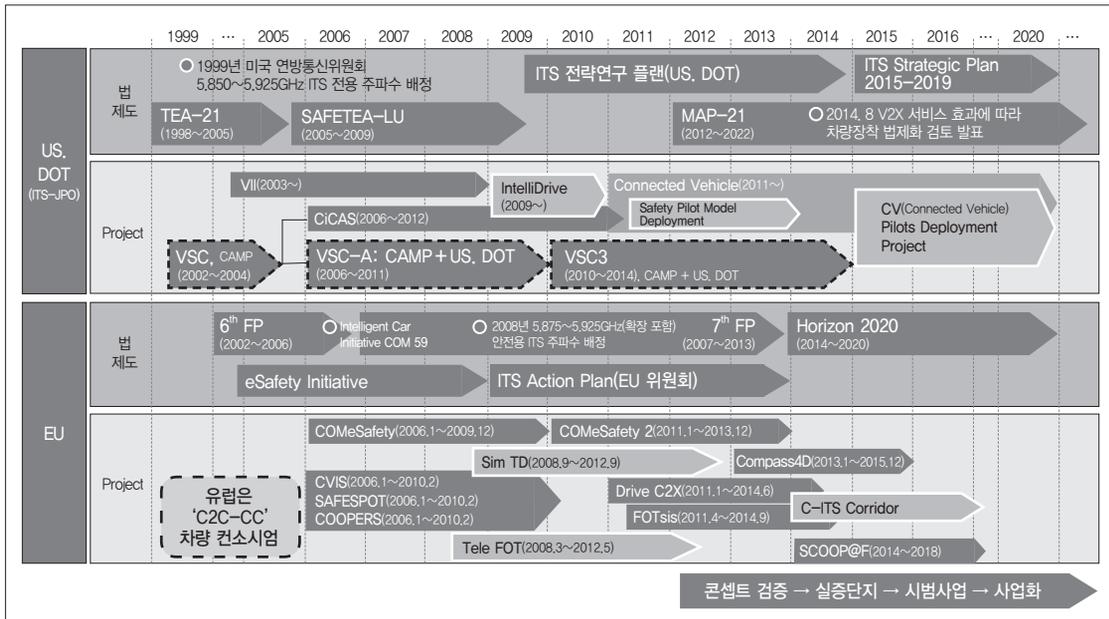
전 세계 ITS 시장의 약 88%를 차지하는 유럽, 미국, 일본에서는 2000년대 초반부터 C-ITS를 위한 준비를 해왔다. 기술개념을 확인하는 1단계를 거쳐, 시범품을 대상으로 실제 도로 실증시험을 마치고 사업화와 제도화를 위한 준비단계에 진입하여 사업화 직전에 도달했다.

미국은 가장 먼저 V2X 서비스의 필요성을 인식하고 ITS 전용 주파수 배정[FCC(1999)²⁾], 2010년까지 정부 주관 연구개발과 자동차 컨소시엄(Crash Avoidance Metrics Partnership: CAMP)의 연구개발을 통해 콘셉트 검증을 마치고 미국 전역에 테스트 사이트를 운

영하는 Connected Vehicle 프로젝트(2011~2013)를 시작하였다. 그중 미시건 앤하버에서 3년 동안 진행한 ‘Safety Pilot Model Deployment’의 결과로 차량 단말 장치 장착 관련 법제화 추진과 현재 전국 확산을 위한 ‘CV(Connected Vehicles) Pilot 프로젝트’가 2020년까지 진행될 예정이다.

유럽은 2006년부터 시작한 연구개발(CVIS,³⁾ SAFESPOT,⁴⁾ COOPERS⁵⁾ 등을 통한 콘셉트 검증을 2009년까지 마치면서 주파수 배정[ECC(2008)⁶⁾], 표준화 작업 등을 진행하고, 이후 대규모 실증단지(FOT⁷⁾)를 실제 도로에 적용하고 운전자들의 반응을 조사하여 2013년부터는 시범사업(Pilot)의 일환으로 Compass4D⁸⁾(2013~2015) 등을 진행, 사업화 단계

<그림 3> 미국, 유럽의 C-ITS 정책 및 프로젝트 추진동향



2) Federal Communications Commission, 미국 연방통신위원회.
 3) CVIS: Cooperative Vehicle-Infrastructure System, 유럽의 C-ITS 프로젝트.
 4) SAFESPOT: Integrated Project Cooperative Systems for Road Safety, 유럽의 C-ITS 프로젝트.
 5) COOPERS: an acronym for CO-Operative Systems for Intelligent Road Safety, 유럽의 C-ITS 프로젝트.
 6) Electronic Communications Committee, 유럽연합통신위원회.
 7) FOT: Field Operational Tests, 기술 및 서비스의 현장 적용 운영시험.
 8) Compass4D: 유럽 7개 도시에 2013년부터 2015년까지 수행하는 C-ITS 시범 프로젝트.

에 해당하는 C-ITS Corridor 프로젝트를 검토 중이다. C-ITS Corridor 사업 중 네덜란드 암스테르담-독일 프랑크푸르트-오스트리아 비엔나를 연결하는 고속도로축에 C-ITS를 적용하는 프로젝트인 Amsterdam Group이 가장 대표인 실제 도로 적용 사업이다.

국내에서는 2000년대 중반부터 이러한 차량과 차량, 차량과 인프라 간 서비스의 필요성을 인식하고 그 가능성의 확인과 기초기술 확보에 주력해왔고, 최근 SMART Highway 연구개발 사업 등에서 WAVE⁹⁾ 통신을 비롯한 주요 기술개발에 이어 차세대 ITS(C-ITS) 시범사업을 2014년부터 추진하고 있다.

4. IoT 기술 측면에서의 C-ITS

2020년까지 500억 개의 사물 혹은 기기가 인터넷에 연결될 것으로 전망하고 있는 시스코에서는 IoT를 형

성하는 5대 핵심 기술로 무선기술, 빅데이터, 클라우드, 기기 및 사물, 보안을 제시하였다. C-ITS 구성을 위한 핵심 기술 역시 이러한 5대 핵심 기술과 동일함을 확인할 수 있다.

C-ITS 분야에 IoT 5대 핵심 기술요소를 대비해보면 다음과 같을 것이다.

C-ITS는 무선통신 분야에서 고속주행 상황에 대응하며 짧은 응답시간(Latency)의 특징을 고려한 V2X 통신환경이 활용되며, 차량의 위치정보·주행정보·상태정보(차량 이벤트 포함)를 수집하여 서비스에 활용함으로써 많은 개별 차량의 운행정보를 관리하기 위한 빅데이터 처리와 클라우드 기법을 필요로 하게 된다. 도로에서의 기기 간 연결은 차량(다양한 교통수단), 인프라(통신장치, 도로시설물, 각종 고정센서 등), 사람(휴대 단말) 간 정보의 양방향 교환이 가능한 통신환경으로 구성하되, 보안 솔루션이 포함되어 해킹과 개인정보의 유출에 대비해야 한다. 즉, IoT의 5가

〈표 2〉 IoT 5대 핵심 기술요소에 대비한 C-ITS 필요기술

핵심 기술	IoT 구성(CISCO 제품)	C-ITS(Connected Vehicle)
무선기술	<ul style="list-style-type: none"> 빠른 속도, 인가 및 비인가 환경, 여러 네트워크 사용 움직이는 사물과의 제약 없는 정보 수집과 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 도로교통의 주체인 인프라, 차량, 사람(휴대 단말) 간 상시 연결, 차량의 고속이동 대응 Vehicle to Everything(V2X 통신): 차량과 차량, 인프라, 보행자 등
빅데이터	<ul style="list-style-type: none"> 인터넷과 연결된 수억 개의 Application, 센서 및 기기들의 단위 데이터 생성 엄청난 양의 이질적 데이터 관리와 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 도로상의 수많은 개별 차량의 운행정보(위치 포함), 상태 정보(주행속도 등 차량정보) 등의 관리와 활용
클라우드	<ul style="list-style-type: none"> IoT(Internet of Everything)가 생산하는 모든 데이터의 처리, 저장할 수 있는 가장 효과적이고 비용 효율적인 수단 	<ul style="list-style-type: none"> 수많은 움직이는 차량, 사람(단말)과 고정된 도로시설 등이 소통하면서 생산하는 데이터의 저장, 관리
기기 및 사물	<ul style="list-style-type: none"> 많은 센서, 장치들과 개인용 기기들과의 접속으로 다양한 서비스 창출 	<ul style="list-style-type: none"> 차량 단말 간 빠른 직접 소통으로 안전성 향상, 자율주행 지원 등 차량과 다양한 개인용 기기를 통한 이동 중 운전자 부하 저감 차량과 인프라 간 상시 연결로 개별 차량을 위한 맞춤형 서비스 창출
보안	<ul style="list-style-type: none"> 개인정보의 보안 유출, 개인정보 보호의 중요성 부각 	<ul style="list-style-type: none"> 해킹, 개인정보 보호 등 보안문제 해결 필요

9) WAVE: Wireless Access in Vehicular Environments, 차세대 V2X 무선통신규격.

지 핵심 요소기술을 가장 잘 활용하는 사례일 것이다.

향후 자율주행으로의 발전

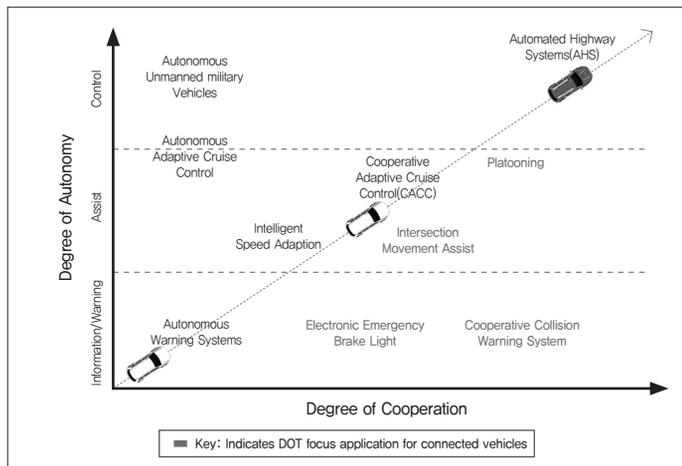
C-ITS가 가까운 미래에 대한 준비라면, 최근 연구개발의 필요성이 국가적으로 다루어지고 있는 자율주행은 그 이후의 미래에 대한 준비라고 할 수 있다. 그동안 자율주행 관련 기술개발은 차량 내 센서 기술을 활용하여 차량의 자동화에 주력하였다면, 앞으로의 자율주행은 인프라 등 주변 환경과의 협력을 통해 차량 내 환경 센싱(Sensing)의 부담을 줄여 완전한 자율주행으로 이어질 전망이다.

많은 전문가들은 자율주행의 최종적인 모습을 도로에서의 협력과 차량의 자동화가 결합된 Automated Highway Systems(AHS)으로 예상하고 있다. <그림 4>는 차량의 자동화와 인프라의 협력이 만들어가는 자율주행의 발전 추이를 보여주고 있는데, C-ITS 영역이 발전방향축의 아랫부

분이라면, 텔레매틱스에서 ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)와 스마트 카로 발전하는 차량의 자동화 부문은 축의 윗부분에 해당한다.

현재 수준은 그림의 우측 아래 1단계로서 차량과 인프라의 협력은 초기단계 모습으로 정보제공, 경고 등을 보여주고 있으며, 차량은 일부 Assist 단계에 진입하였다고 평가하고 있다. 특히, 국내에서는 자율주행과 관련한 연구개발을 통해 단기적인 성과물로

<그림 4> 자동화와 협력 측면에서의 자율주행 발전방향



출처: Silberg, G. et al. 2012: 15.

<표 3> NHTSA의 자율주행 단계 정의

NHTSA Level	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
	No-Automation	Function-Specific Automation	Combined Function Automation	Limited Self-Driving Automation	Full Self-Driving Automation
설명	운전자에 의해 완벽하게 제어되는 차량	1개 이상의 특정 제어기능을 갖춘 자동화 시스템 장착	2개 이상의 제어기능을 갖춘 자동화 시스템을 이용한 차량 제어	필요 시 운전자 개입 (Google Car)	100% 자동주행 (모든 안전주행 실행/ 도로상황 모니터링)
운전자 역할	직접 운전	직접 운전 (운전 보조장치)	운전자 주행상황 항상 주시	운전자 자동운전 결정	운전자 목적지 입력까지만
제어	운전자	운전자 또는 차량	차량	차량	차량
책임	운전자	운전자	운전자	운전자 또는 차량	차량
Mogan Stanley 전망	-	~2016년	2015~2019년	2018~2022년	2026년~
		제한적 자율주행 자동차 시대	제한된 적용	자율주행 자동차 기술 완성	자율주행 자동차 유토피아

CACC(Cooperative Adaptive Cruise Control)의 실제 도로 구현을 목표로 검토하고 있다. 이 단계는 아래 자율주행의 2단계에 해당하며 2020년경에 상용화가 예상된다.

한편, 도로에서의 자율주행은 운전자의 개입이 전혀 필요하지 않은 완전한 자율주행(Fully Automated)에 이르기까지 많은 기술개발과 시행착오가 예상되며, 이를 준비하는 데 오랜 시간이 필요할 것이다.

미국 교통국(US. DOT) 산하의 도로교통안전국(National Highway Traffic Safety Administration: NHTSA)에서 2013년 자율주행의 5단계를 발표하였는데, 많은 전문가들은 현재 수준이 Level 1에 위치하고, 2020년까지 Level 2에 도달하며, 완전한 자율주행은 2030년 이후에 실현될 것으로 전망하고 있다.

많은 이들은 자율주행이 일상생활에 미칠 영향이 매우 클 것으로 예상하고 있다. 그리고 자율주행을 준비하는 사람들은 더 이상 교통사고라는 것이 도로에서 발생하지 않기를 바라고 있다. 비록 유토피아가 가까운 이상적인 목표이지만, 언젠가는 사람의 이동에서 더 이상 제약이 없고, 안전을 걱정할 필요가 없는 환경을 기대하고 있다.

기술적 측면에서 자율주행 구현에 필요한 주요 핵심 기술 역시 IoT의 핵심 기술요소와 유사성이 높으며, 자율주행으로 만들어지는 생활환경은 또 다른 IoT의 발전모습과 새로운 수요를 만들어 낼 것이다.

맺음말

1990년대부터 시작된 지능형교통체계 서비스는 발전된 ICT 기술과 융합되면서 정체 경감, 도로이용 효율 증대, 이용자 편리성 향상의 긍정적인 효과들을 얻을 수 있었고, 2000년대부터는 무선통신기술, 차

량제어기술들을 활용하여 협력형 ITS(C-ITS)와 자율주행 서비스를 앞당기면서 오랫동안 해결이 어려웠던 교통사고를 사전에 예방할 수 있는 기법을 도입하는 역할을 해오고 있다.

이러한 ITS, C-ITS, 자율주행의 서비스 구현을 지원하는 주요 기술요소는 IoT 구현을 위한 핵심 기술요소인 무선기술, 빅데이터, 클라우드, 기기 및 사물, 보안과 동일하며, 대표적인 IoT의 실용화 사례가 될 것으로 예상된다.

향후 ITS 관련 새로운 교통서비스는 도로를 이용하는 다양한 수단과 연계되면서, 여러 타 분야와의 폭넓은 접목으로 보다 다양하고 풍성한 생활밀착형 서비스 개발도 가능할 것으로 예상된다.

IoT의 확산 형태는 사람들의 일상생활과 관련이 높은 분야부터 발전과 확산이 예상된다. 특히, 교통 분야는 사람의 생활에서 공간을 이어주는 중요한 역할을 하고 있으므로 보다 빠른 확산을 기대해 볼 수 있을 것이다. 🍷

참고문헌

- 김상국. 2014. IoT/M2M 기술환경 하에서 커넥티드 카 급격한 시장 기대. KISTI MARKET REPORT 4, Issue 2. 대전: 한국과학기술정보연구원.
- 문종덕, 조광오. 2014. 산업부의 자율주행 자동차 기술개발 방향. KEIT PD Issue Report 14-12. 대구: 한국산업기술평가관리원.
- 한국교통연구원, 한국지능형교통체계협회. 2013. C-ITS 국내 도입방안 연구. 세종: 국토교통부.
- ETSI. 2013. *Intelligent Transport Systems(ITS)*. 세종: 한국교통연구원.
- Silberg, G., Wallace, R., Matuszak, G., Plessers, J., Brower, C., and Subramanian, D. 2012. *Self-driving Cars: The next revolution*. White paper. New York: KPMG LLP & Center of Automotive Research.
- Stuart Taylor. 2014. The Internet of Things is More Than Just "Things" - Five Technology Pillars to Pay Attention To. <http://blogs.cisco.com/cle/>: Cisco Blogs (2015년 5월 11일 검색).