

사물인터넷 기반 LED스마트조명 기술 동향

김희민 · 정광현 · 김상유 <한국광기술원 선임연구원> · 송상빈 <한국광기술원 신조명연구본부장>

1 개 요

1.1 사물인터넷

이른바 사물인터넷 기술로 불리는 IoT 기술은 Internet of Things의 약자로, M2M(Machine to machine) 기술과 같은 폐쇄적인 개념에서 더 나아가 인터넷으로 연결된 사물의 센서 정보들을 주변의 기기와 사람이 공유하고 연동함으로써 사물-사람-공간을 한데 엮을 수 있는 융합 기술을 의미한다.

1.2 IoT 기술과 LED 제품의 융합

현재 인터넷으로 연결된 기기의 수는 120억대 이상이며 2020년에는 500억대 정도로 급격히 늘어날 것으로 예측된다. 이에 따라 IoT 및 M2M 시장은 2011년 440억 달러에서 CAGR 30% 정도로 급격히 성장하여 2017년까지 2,900억 달러에 달할 것으로 전망된다[1].

이렇게 새롭고 거대한 IoT 관련 시장을 선점하고 관련 분야에 대한 주도권을 잡기 위해 세계 각국은 국제 표준을 자국에 유리한 방향으로 끌여가기 위해 노력하고 있으며 세계 우수 업체들은 IoT 플랫폼 개발에 집중하고 있다.

국내 업체들 또한 IoT 기술에 발 빠르게 대응하고 있다. 작년 말 SK텔레콤은 세계적인 영국의 반

도체 회사인 ARM社와 IoT기반 기술협력을 위한 방안을 논의한 바 있으며, 포스코ICT는 IBM과 관련 기술에 대한 전략적 기술 협력 방안을 모색하고 있다.

관련되어 정부는 세계 최고의 국내 인프라(ICT 발전지수, 모바일 인터넷 보급률 세계 1위 등)를 발판 삼아 IoT 기술 활성화를 위해 적극적으로 나서고 있다. 작년 11월 미래창조과학부는 ICT R&D 중장기 전략을 통해 국가의 10대 핵심 기술 중 하나로 IoT 기술을 지목하였다.

반면 IT 기술과 LED를 접목하는 시도는 다양한 기관, 업체, 대학들이 한데 뭉쳐 국가 R&D사업인 LED시스템조명기술개발사업(2013~2015)을 한창 진행중에 있다. 본 사업은 LED조명을 중심으로 센서, SW, 통신 기술을 한데 묶어 시너지 효과를 발휘하고자 하는 국내 대표적인 연구개발사업이다. 그러나 현재 IoT 기술과 LED의 융합은 초보 수준이다.

IoT 기술은 현재 융합기술의 간판이 되는 기술로서 금융, 교육, 건강, 유통, 차량, 제조업 등과 밀접한 연관이 있으며, LED 또한 IoT 기술의 범주를 벗어날 수 없을 것이 분명하다.

본 기고는 새롭게 떠오르고 있는 대표적인 기술인 IoT 기술과 LED가 융합된 대표적인 사례들을 소개하고, 이와 관련하여 국내 LED 조명 산업이 나아가야 할 방향에 대해서 논하고자 한다.

2. IoT 기반 LED 스마트조명

2.1 색상가변형 LED별브형 조명

IoT 기반 LED조명 제품 중 현재 가장 돋보이는 제품은 색상가변형 LED 별브형 조명제품이다. 그림 1과 같이 필립스를 시작으로 다양한 회사들을 통해 비슷한 제품들이 출시되고 있다. 비록 가격적인 면에서 볼 때 아직 소비자와의 거리감은 있으나, IoT 기술을 LED 제품과 결합함으로써 시장에서 소비자들에게 크게 어필하고 있다.

Philips는 IoT기술에 기반한 색상가변형 LED별브(Hue Light Bulbs)를 출시하였다. 백열등은 싸다라고 인식되고 있는 현실속에서 아직은 너무나도 높은 가격이지만, 그 인기는 점점 높아져가고 있다. Hue LED별브는 3개의 색상 가변형 LED 별브, 무선 라우터, 그리고 LED 별브를 제어할 수 있는 스마트폰용 앱을 제공한다. 이를 통해 사용자는 색상, 채도, 밝기값을 쉽게 제어할 수 있다. 이에 더 나아가 본 제품은 온라인 자동화 시스템인 이프트(IFTTT: If This Then That)와 연동해 날씨 등 인터넷 상의 다양한 데이터 소스를 활용해 조명 제어를 필요에 따라 설정할 수도 있다. 예컨대 기온이 영하일 때 파란색 조명이 켜지도록 설정하거나, 본인의 SNS 계정에 새 글이 등록됐을 때 조명을 깜빡이게 하는 것 등이 가능하다[2].

아직은 지나치게 높은 가격과 H/W 기술력에 비해 못 미치는 S/W 인터페이스가 아쉽지만, 밝은 공간만을 제공하던 LED 별브의 기능에서 더 나아가 색상을 자유롭게 바꿀 수 있는 LED 별브가 출시되었다는 점은 향후 시장에서의 필립스의 위치를 더욱 확고히 하는데 일조할 것으로 보인다.

Philips의 hue와 마찬가지로 색상가변이 가능한 IoT 기반의 별브로써 키스타터에 2013년 등록된 LIFX라는 제품이 있다[3]. 이 또한 별브와 게이트웨이와의 통신은 Zigbee의 하위계층인 IEEE 802.15.4를 기반으로 하며, 게이트웨이는 wifi를 통해 인터넷에 접속하도록 되어 있다. 별브의 펌웨어 또한 원격으로 업데이트 가능하며, 스마트폰에서 앱을 통해 제어가 가능하다. 현재 별브 한 개의 가격은 현재 89달러 정도로 일반 CFL에 비해서 약 10배 정도 비싼 수준이지만, 차별화된 가치를 선호하는 소비자를 타겟으로 하는 프리미엄 제품군으로 자리 잡을 것으로 보인다.

Tabu社 제품은 앞선 두 제품의 사례와 비슷하게 색상가변이 가능한 별브이지만, 휴대기기와 다이렉트로 통신하여 제어토록 하는 것이 블루투스 별브이다 [4]. 이는 블루투스 통신이 가능한 휴대기기 혹은 PC와 연결하여 별브를 제어할 수 있다. Bluetooth 4.0을 기반으로 구성되어 iOS 및 안드로이드 어플 (갤럭시 S4, 넥서스 7, 아이폰 4S)로써 제어가능하



그림 1. 색상가변형 LED별브형 조명. 좌측부터 Philips, Lifx, Tabu社 제품

며, 앱에서는 휴식모드, 파티모드, 음악동기화 모드, 기상모드 등의 상기 두 제품의 앱과 비슷한 기능을 제공한다. 현재 400 루멘(백열등 40W급)의 밝기를 가진 TL800의 경우 69.99달러 정도이다.

표 1. 다양한 색상가변형 LED 스마트 벌브 사양

회사	제품명	통신방식	총광속(lm)	가격 (Bulb당)
Philips	Hue	ZigBee	600	\$59
Lifx	Lifx	IEEE 802.15.4 2.4GHz Mesh	900	\$89
Tabu	T800	Bluetooth 4.0	400	\$69.99

표 1은 앞서 설명한 색상가변형 LED 스마트 벌브들에 대한 대략의 사양을 보여주고 있다. 가격적인 면에 있어 일반 벌브와 비교 자체가 불가능하지만, 기존의 벌브 소켓을 교체하지 않고서도 소비자들이 기존의 백열등에서 스마트 LED 조명으로 손쉽게 훌쩍 갈아탈 수 있어 소비자들에게 LED 스마트 조명에 대한 개념을 이해시키는데 크게 일조하고 있다.

2.2 실내 조명시스템

스마트폰은 사용자가 자주 사용하는 출근길 도로가 막힌다는 정보를 입수한 후, 그 정보를 분석하여 기상 알람을 평소보다 더 일찍 울린다. 그리고 다시 스마트폰은 집안 조명을 기상 환경에 맞추어 은은하게 점등하고 커피포트 등 아침 식사를 위한 기기들을 제어한다. 이는 머지않아 개발되리라고 예상되는 IoT 기반 시스템 기술의 하나의 사례이다[5].

이를 위해서는 도로 상황과 같은 외부 정보를 공유할 수 있는 방법, 스마트폰의 SW적인 솔루션, 그리고 스마트폰의 명령을 인지하고 이를 해소해줄 수 있는 조명과 주택내 각종 기기들의 연결이 필요하다. 약간은 요원한 얘기로 생각될 수는 있으나, 개별적으로나마 상당 부분은 이미 개발되어 있는 상황이다.

IoT기술과 LED조명을 융합한 대표적인 국내 제품 중 하나는 필룩스社의 필마스터라는 통합제어기이다. 필마스터는 다양한 통신방식을 사용하여 LED조명과 주변기기를 한데 묶어 사용자에게 감성조명 환경을 제공하는 등 사용자 맞춤형의 다양한 편의서비스를 제공한다(그림 2). 그 밖에 한국광기술원에서 기술이전한 룩스노바社의 태양광 계절별 시간대별 색온도 제어를 통한 스마트조명 제품은 엘리베이터, 교실 등 실내 조명에 적용되고 있다.



그림 2. 필룩스社의 필마스터 제품

IoT 기술과 LED가 묶인 또 하나의 사례는 BEMS (Building Energy Management System)이다. BEMS가 비록 조명뿐만 아니라 공조, 대기전력을 포함하는 건물 전체 에너지를 관리하는 시스템이긴 하나 건물에너지 사용량 중 20%이상은 조명에너지로 사용되며, 조명은 가시적인 에너지 절감 효과를 체감할 수 있으므로 BEMS 또한 IoT기술과 LED가 결합된 대표적인 미래 유명 분야 중 하나임은 분명하다. BEMS는 저에너지 빌딩 건축에 대한 관심 증가 및 규제에 의해 해외뿐만 아니라 LG CNS, 씨브이네트, 나라컨트롤 등 국내 많은 기업에서 그 솔루션 개발에 한창이며, 다양한 국가R&D과제로도 진행되고 있다. 실지로 BEMS 관련 시장 규모는 2012년에 2억 9천만 달러이던 것이 2020년에는 10억 달러를 초과할 것으로 예상되고 있다[6].

BEMS가 건물 전체 에너지를 관리하는 솔루션이라면, 스마트폰 및 내부 인터넷망을 활용하여 건물의 LED조명을 제어하고 모니터링하는 시스템도 속속 개발되고 있다. 버추얼빌더스社は 3차원 건축설계 기술(BIM)에 LED조명 설치 및 제어 기능을 통합하여 건축물의 설계 단계에서부터 조명의 배치와 관리 효율을 제고할 수 있는 솔루션을 개발한 바 있다.

IoT 기술이 접목되어 새로운 조명 제품을 만들 수 있을 것으로 기대되는 다른 한 가지 사례는 그림 3과 같은 PlanLED社의 virtual sky 조명시스템이다[7].



그림 3. PlanLED Virtual sky

PlanLED는 색상 가변이 가능한 여러 개의 실내 조명 등기구 패널을 이용하여 실내의 색온도뿐만 아니라 구름 낀 하늘, 맑은 하늘 등을 표현할 수 있는 시스템을 구현하였다. 각 패널(sky panel)은 50cm²의 크기에 288개의 RGBW LED로 구성되어 있고, 이를 Matt film을 이용하여 확산시킴으로써 개별광원이 보이지 않도록 하여 자연스러운 광색 연출이 이루어지도록 하였다.

이러한 시스템은 인터넷을 통해 외부의 기상정보 읽어와 실내공간에 현재의 날씨를 모사하거나 반대의 경우로 분위기를 전환시킬 수 있는 시스템으로 확장

구현이 가능할 것으로 생각되며, PlanLED에서는 테스트 베드를 통한 운영사례에서 업무 능력 및 학습능력 향상에 대한 자체검증을 진행한 상태다.

현재 시스템 구현 시 m²당 1,000 유로 / inch² 당 1,000 달러 정도의 비용이 소모되어 비싼 편이며, 효율 또한 다른 실내조명에 비해 낮아 실제 적용은 아직 어려운 실정이다. 그렇지만 향후 가격 및 효율에 대한 향상이 이루어진다면, IoT 기반의 조명제어 시스템의 중요 사례가 될 수 있을 것으로 예측된다.

이와 비슷한 사례는 한국광기술원의 사용자 중심 자연광 구현 기술 개발 사업에서도 발견할 수 있다. 자연광의 스펙트럼을 모사한 LED조명을 설치하여 학습효과를 검증하였으며, 인공 조명의 스펙트럼을 자연광과 유사하게 다양한 색온도로 구현하여 최적의 조명 환경을 제공하는 연구를 진행하고 있다.

2.3 LED도로조명

실외조명 분야에 있어 IoT 기술과 LED가 융합된 대표적인 사례는 다양한 통신망을 기반으로 하는 지능형 가로등 관리 시스템 분야이다. 최근 SK텔레콤의 기업 PR TV 광고를 통해 인적이 드문 곳에 위치한 가로등을 자동으로 점멸하는 사례를 보여주고 있는 LED조명과 IoT기술이 융합되었을 때 발생할 수 있는 효율을 일반인들도 쉽게 가늠할 수 있다.

이와 비슷한 가로등 원격 제어 사례는 이미 유럽을 중심으로 그 유효성이 검증된 바 있으며, 선진 기술에 있어 우리가 비교적 후발주자라고 생각하는 중국 또한 수년전부터 이미 기술 개발과 실증을 진행하고 있는 상황이다. 그림 4는 유럽 몇 개 국가의 가로등 제어 사례 및 통신 방식을 보여주고 있다.

국내의 경우 비록 조명 상태 모니터링 등 초보적인 경우가 대부분이나 각 지자체단체를 중심으로 가로등을 원격으로 제어하는 시도가 진행되고 있으며, 한국도로공사는 LED 터널조명을 휘도계-관제시스템-



그림 4. 유럽 각국의 가로등 제어. 왼쪽부터 핀란드(무선), 노르웨이(PLC), 체코(ZigBee)

분전함-LED조명으로 엮어 체계적으로 관리/제어할 수 있는 방안을 검토 중에 있다. 또한 서울시는 보안등, 가로등 등에 대한 IoT 기능을 부가하여 스마트조명 도시 구축 계획을 수립하고 있으며, 광주시는 가로등 통제관리시스템을 채용하여 전체 지역의 가로등을 모니터링 및 제어를 실시하고 있다.

한 사례를 보여주고 있다. 환경 센서에서 비가 올 것을 감지하고 관련 정보를 네트워크 상에 등록한다. 그리고 네트워크에 연결된 다양한 기기와 장소들은 날씨 정보에 기반하여 업무를 결정한다. 예를 들어 가로등은 비가 올 것을 대비하여 이 상황에 적절한 조명 환경을 유지하도록 한다. 이러한 정보는 비단 가로등뿐만 아니라 외부 휘도값에 맞추어 그 출력을 조절하는 터널등에도 사용될 수 있을 것이며, 향후 크게 시장이 확대될 것으로 예상되는 농업용 LED 분야에도 외부 기후 변화 대응 농식물의 성장 제어 등에 그 응용이 가능하다.

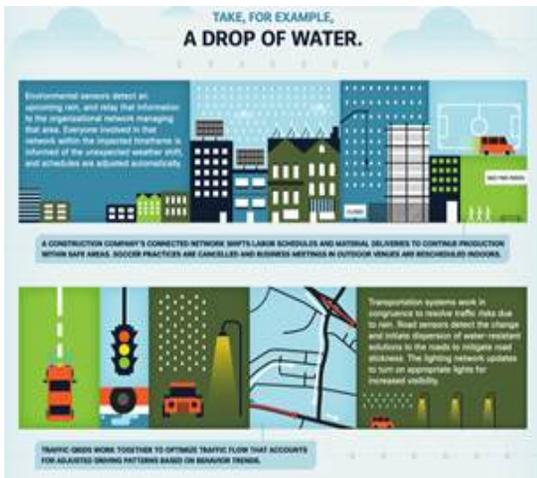


그림 5. 시스코사의 IoT와 LED 기술 접목 사례

네트워크 분야의 대표적인 글로벌 회사인 시스코社 또한 IoT 기술의 잠재력을 크게 보고 있다[8]. 그림 5는 시스코社가 생각하는 IoT 기술의 대표적인

3. IoT와 LED의 융합 전망 및 대응

현재 네트워크에 연결되어 있는 기기는 전체 기기 대비 1%에도 미치지 못하고 있다[8]. 반면 네트워크 가능한 스마트 기기의 보급률은 빠르게 높아지고 있다. 이러한 점에 미루어볼 때 IoT 관련 시장은 생각보다 빠르게 전개될 가능성이 높으며, LED 분야 또한 이러한 점을 눈여겨 보고 이러한 시장의 흐름에 대한 대처 방안을 마련해야 할 것이다. 실제로 최근의 한국 방송통신전파진흥원의 보고서에 따르면 75%이상의 기업들이 IoT 기술을 이미 활용하고 있거나 활용방안

을 모색 중이라고 하며, 94%의 설문 응답자들이 향후 3년 이내에 IoT가 시장 및 산업에 영향을 미칠 것으로 전망했다[9].

특히 LED 조명기기만의 개발 능력을 보유하고 있는 중소기업들은 이러한 흐름을 주목하고 IoT 기술을 LED 기술에 접목시킬 수 있는 방안을 찾아야만 할 것이다. 물론 실제 수요보다 제품 출시가 일러서 시장에서 고전을 겪었던 LED 업체에게는 실제 소비자들의 충분한 니즈가 있을지 파악하는 것이 급선무일 것이다. 하지만 IoT 기술은 기존에 볼 수 없었던 새롭고 다양한 수익 기회를 창출할 수 있을 것임을 인지한다면 관련 기술을 선행 개발하고 관련 분야에 기존의 지위를 확고히 할 수 있는 기회를 간과해서는 안된다는 점 또한 기억해야만 할 것이다. 실제로 많은 SI 전문가들은 IoT와 관련한 미래 서비스 중 하나로 LED 조명 제어를 그 대표적인 사례로 들고 있음을 주시해야 한다.

LED를 포함하는 IoT 관련 산업 분야의 특징은 특정 기업 혹은 기관만이 이끌어 나갈 수 있는 기술이 아니라는 것이다. 네트워크에 강점을 지니고 있는 기존의 SI 업체는 물론이고, 네트워크에 연결된 센서들의 정보를 어떻게 가공하여 유용한 정보를 발굴할 수 있는지, 그리고 이들과 연관을 맺고 있는 기기들을 어떻게 제어하고 운용해야 하는지에 대한 기획 및 아이디어 발굴이 절실하다. 3D TV가 관련 콘텐츠 부족으로 현재 시장에서 고전을 면치 못하고 있는 것과 마찬가지로 LED 산업은 어떻게 IoT 혁신을 본인들에게 유리한 방향으로 끌고 갈 수 있는지에 대한 아이디어 발굴이 절실하다. 사물로부터 획득하게 되는 정보는 비단 LED 운용에만 사용할 수 있는 폐쇄적인 정보형태가 아닐 것이기 때문이다. 이러한 기회를 살리지 못 한다면 LED 산업은 사업 영역 확대가 확실시되는 SI 사업 등의 거대 사업군의 부분 산업으로 전락할 수도 있음을 인지해야만 할 것이다.

4. 맺음말

조명 트렌드는 백열등, 형광등, LED조명, 그리고 현재는 스마트조명으로 변화하고 있다. 특히 스마트 조명 시장은 2012년 956백만달러에서 2018년 7,239백만달러에 이를 정도로 빠르게 성장할 것으로 예상되고 있다[10]. 마찬가지로 IT분야도 PC, 인터넷, 스마트폰으로 진화하였고 현재는 IoT로 변모를 준비하고 있다. 본격적인 LED 시장 성장과 더불어 IoT 시장의 개화까지 병행되고 있는 시점에서는 LED시장의 급전환기 임과 동시에 큰 기회의 시기가 다가옴을 의미한다. 한국의 LED 조명 업체들이 이러한 시대 흐름에 빠르게 대응하고 넓은 네트워크를 구축한다면, 지금 보다 크게 성장할 수 있으며 미래 스마트 조명시장을 선도할 것으로 기대해본다.

참고문헌

- [1] Market and Market, Internet of Things(IoT) & Machine-To-Machine(M2M) Communication Market-Advanced Technologies, Future Cities & Adoption Trends, Roadmaps & Worldwide Forecasts (2012 - 2017), 2012.
- [2] Philips Hue, www.newscenter.philips.com/kr_ko/standard/about/news/press/article-131209.wpd#UstWJfOweUk
- [3] Kickstarter LIFX, www.kickstarter.com
- [4] Bluetooth Color LED Smart bulb, www.bluebulb.com
- [5] 이지영, http://navercast.naver.com/contents.nhn?rid=122&contents_id=40446
- [6] 문현준, “건물에너지관리시스템 관련 최신 연구동향”, 대한설비공학회지, v.42, p54-63, 2013.
- [7] www.fastcoexist.com
- [8] <http://www.cisco.com/web/KR/tomorrow-starts-here/connected-networks/preview.html>
- [9] 한국방송통신전파진흥원, “사물인터넷 산업별 대응 수준 조사와 해결과제”, 2014.
- [10] NanoMarkets, “Smart Lighting Markets 2012”, Mar, 2012.

◇ 저 자 소 개 ◇



김희민(金會玟)

1977년 6월 15일생. 2001년 8월 중앙대학교 기계공학과 졸업. 2012년 2월 광주과학기술원(GIST) 기전공학과 졸업(박사). 2004~2006년 삼성전자 디지털 이미징사업부 선임연구원. 2012년~현재 한국광기술원 선임연구원.

주요관심분야 : LED/OLED조명, 반사/투과(BSSRDF) 측정/응용, 3차원형상측정/복원, 실사렌더링, HDRI 등

E-mail : hmkim@kopti.re.kr



정광현(鄭光賢)

1980년 2월 25일생. 2006년 2월 강원대학교 전기전자공학과 졸업. 2012년 8월 강원대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2013년 2월~현재 한국 광기술원 선임연구원.

주요관심분야 : 조명용 구동회로, 제어시스템, 전력선통신, 제어 알고리즘 등

E-mail : randy105@kopti.re.kr



김상유(金相裕)

1981년 4월 5일생. 2006년 2월 충북대학교 전기전자공학과 졸업. 2008년 광주과학기술원 메카트로닉스공학 졸업(석사). 2013년 3월~현재 한국광기술원 신조명연구본부 스마트조명연구센터 선임연구원. 2008년 12월~2011년 12월 LG전자 컴프레서연구소 연구원. 2012년 1월~2013년 2월 LIG넥스원 Maritime연구소 선임연구원.

주요관심분야 : 스마트조명, LED, 센서 네트워크, 조명 제어, ICT, 소음/진동, 액츄에이터 등

E-mail : sangyoo.kim@kopti.re.kr



송상빈(宋相彬)

1969년 10월 1일생. 1994년 2월 전남대학교 전기공학과 졸업. 1997년 2월 동대학원 졸업(석사). 2006년 8월 동대학원 박사 졸업. 2005년~현재 한국 광기술원 신조명사업단연구본부 본부장. 2001~2005년 한국향로표지기술협회 시험검사원 부장. 2000~2001년 (주)루멘텍 대표이사. 1997~1998년 LS산전(주) 사원. 본 학회 평의원 및 학술이사.

주요관심분야 : LED/OLED 조명 및 응용분야, 자연광 모사 기술, 색온도 가변 기술 등

E-mail : sbsong@kopti.re.kr