

# ICT와 도로조명의 상관관계

백영호 <(주)에코라트 본부장> · 박진화 <서울시 도시관리과 전문관>

## 1 서론

130년이 넘는 오랜 산업 역사를 자랑하고 있는 저기를 이용한 인공광원 도로조명은 2014년 기준 전 세계에 약 3억개 넘게 설치된 것으로 조사되고 있고 앞으로 10년 후에는 중동, 아세안, 남미, 아프리카 등 개발도상국의 도시화과정으로 약 3억5천만대로 늘어날 전망이다. 우리나라는 약 3백만개로 전세계 도로시장의 1% 정도를 차지하고 있다. 이러한 도시화 과정에서 발생하는 시장수요에도 불구하고 도로조명시장의 성장성은 연간 한자리 수에 머물 것으로 예측된다.

반면에 고작 20여년이 안되는 짧은 기업력의 구글의 안드로이드를 사용하는 IT기기가 9억대가 존재하고 있다. 구글은 인터넷검색사업뿐만 아니라 TV, 자동차, 시계 등 모든 주요기기에 스마트폰 운영체제(OS)인 안드로이드로 연결한다는 야심찬 계획을 발표했다. 일부 언론의 구글의 궁극적인 목적은 영국의 소설가 조지오웰(George Orwell, 1903~1950)의 소설 [1984]의 빅브라더와 같이 세계정복이라고 할 정도로 사물인터넷을 통한 모든 것을 연결시켜 블랙홀처럼 산업의 종류에 상관없이 사업을 확장하고 있다.

전혀 관계없을 것 같은 이종산업인 도로조명과 ICT와의 관계정립과, ICT와 도로조명의 융복합에서

오는 기술적 상승효과가 한국 조명산업에 끼치는 영향을 분석해보고 그에 따른 기술적 경제적 정책적 제안을 해본다.

## 2 본론

정보통신기술 ICT(Information & Communication Technology), 흔히 정보통신 IT(Information Technology)로 많이 불리지는 기술은 선진국을 중심으로 발전해왔고 최근에는 인도나 중국 등이 약진으로 새롭게 글로벌 ICT의 중심국으로 부상하고 있다.

한국의 ICT 발전지수는 철강, 조선, 전자, 자동차, 반도체등과 함께 세계 최상위권에 형성되어 있다.

이는 한국의 경제적특성을 잘 반영하는 지수이며 ICT의 선진성을 보여 주는 결과이다. 그러나 이러한 ICT의 높은 지수는 일부 대기업과 통신사의 시장 독점성과 전반적인 산업의 균형성에는 다소 거리감이 있다. 물론 한국의 통신인프라와 사용자의 접근성과 이해도는 세계최고이다.

한국의 이런 ICT의 탄탄한 기초와 사용자의 선진성을 조명산업의 발전에 접목할 수 있는 방법은 무엇인가라는 질문을 할 수 있을 것이다.

이미 세계최고의 기업들은 도로조명시스템 기반을 활용하여 기존의 산업을 강화하려는 움직임이 있다.

가장 대표적인 기업은 독일의 BMW社이다. BMW는 전기자동차의 시장선점을 위한 대량보급에 가장 걸림돌인 전기충전소망 구축망을 위해 전세계 어느 지역에서나 쉽게 볼 수 있는 도로조명시스템에 전기충전장치를 설치하는 계획을 실현중이다.

한발 더 나아가 전기자동차로 유명한 미국의 테슬라社의 엘론 머스크는 전기자동차 충전을 모든 가정에서 별도의 충전비용 지불없이 할 수 있도록, 각 가정과 충전소에 태양광시설과 고효율 충전전 배터리키트 보급 사업을 준비중이다. 이는 사용자스스로 쉽게 전기자동차를 충전하는 새롭게 사업방식으로 테슬라는 저 에너지기업으로의 변화를 시도하고 있다.

한국의 조명기업 또는 IT기업과의 공동으로 수행할 사업을 찾기 위해서는 IT와 조명산업과의 융복합

을 과정을 우선 검토할 필요가 있다. 현재 일부 대학과 기업들은 LED조명과 식물성장 융복합, LED조명과 해양 또는 수산산업과의 융복합기술 개발에 매진하고 있다. 이는 LED조명의 발전을 위한 진일보한 움직임으로 볼 수 있다. 그러나 이러한 움직임은 기존광원을 LED조명으로 교체하려는 발전과정의 일환으로 볼 수 있다. 이중산업간의 융복합으로 보기에는 다소 거리감이 있다. 그러면 ICT와 LED조명과의 융복합은 현재 어느 정도 진행되고 있는가는 네덜란드의 필립스社를 비롯한 글로벌 3社와 한국의 삼성과 LG의 스마트조명 제품을 보면 쉽게 기능할 수 있다. 조명을 통한 웰빙실현을 스마트조명으로 구현하려는 필립스社는 세계적 IT기업인 애플社와 협력관계를 맺고 있다.



그림 1. 필립스사 스마트조명 “휴” 제품 독립 홈페이지

## 2.1 도로조명의 역사와 스마트조명 발생

공공 도로조명의 최초의 기록 양식은 16세기에 이탈리아에서부터 시작되었다. 피치기름을 광원으로 사용한 도로조명은 궁전외곽의 설치되었다. 우리의 현대적 개념의 가로등은 등기구 설계 발명가 얀 반 데르 헤이 덴(1,637년~1,712년)에 의해 암스테르담에서 1660년에 만들어졌습니다. 이후 등불을 이용한 도로조명은 유럽 도시에 매우 빠르게 전파되었다. 이후 유럽의 밤문화가 활성화되었고 관련 문화·사회·경제발전에 큰 역할을 하였다. 1660년의 유럽 도시는 도로조명을 빠르게 도입한 암스테르담, 파리, 토리노, 런던, 코펜하겐을 중심으로 문화적 경제적 예술적 변화와 발전이 진행되었다.

1820년에 이미 런던 거리에는 40,000이상의 가

스도로 등이 설치되었고, 영국의 경우 1880년 런던 시에 전기를 이용한 도로조명 도입 후, 빠른 속도로 점차 전국의 범위로 확장되었다.

도로조명제어시스템은 프랑스 릴리시에 전세계 최초로 설치된 후 이후 파리시를 중심으로 보급되기 시작했다.

이후 수은등, 나트륨등 메탈할라이드 등으로 도로조명 광원의 발전이 거듭된 후 LED조명의 등장으로 에너지절감의 혁신적 발전이 진행되었다. 미국의 로스앤젤리스시의 141,00등의 LED도로조명 대규모 교체 프로젝트는 LED도로조명 확산의 기폭제가 되었다. 이후 영국 의회는 심야의 도로조명의 조광이 에너지 절감은 물론 도시안전에도 문제가 없다는 것을 실증 하였다. 이는 도로조명을 스마트시대로 전환되

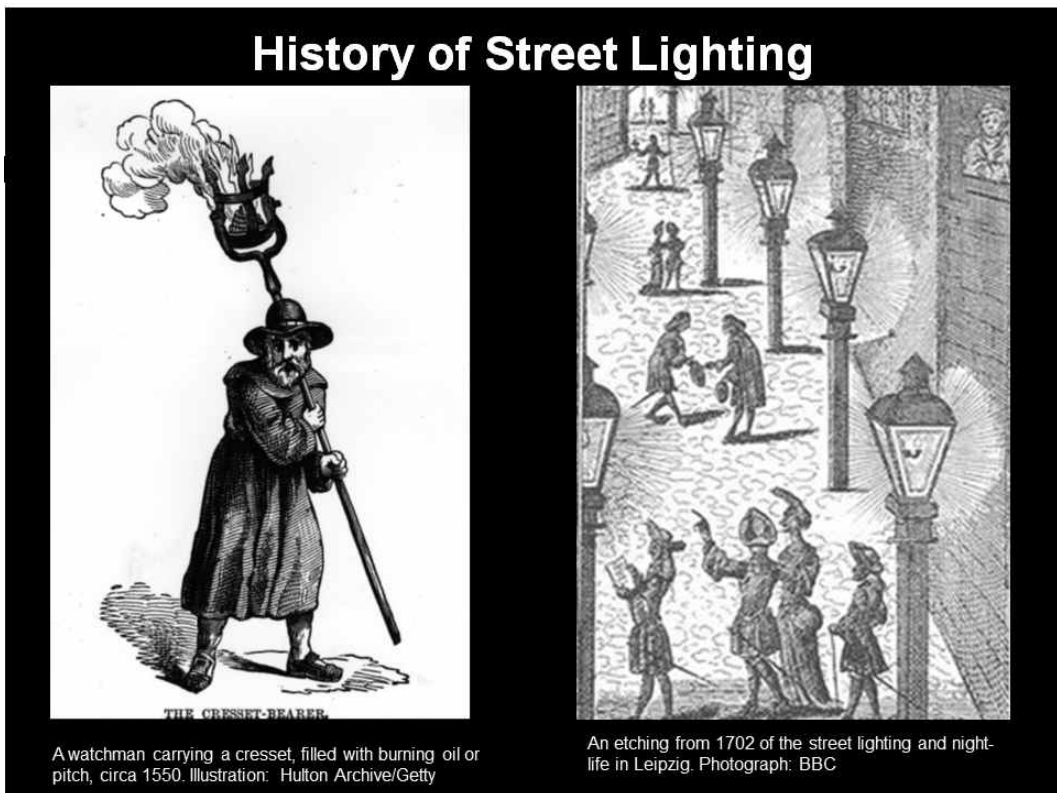


그림 2. 1600~1700년대 유럽의 도로조명 운영도



그림 3. 영국 도로조명도입 200주년기념 가스등 점등행사 Photograph: British Gas/PA

는 계기가 되었다.

2000년대 초반 글로벌 에너지고갈과 환경문제는 LED조명과 스마트제어 시스템의 발전에 근본적인 이유가 되었다.

이후 인터넷의 빠른 발전의 도움으로 기존전력선통신(PLC)방식에서 데이터통신망을 통한 무선제어시스템이 그 세력을 확장하고 있다.

## 2.2 스마트도로조명 해외 각국의 움직임

그림 4에 보듯이 다양한 디자인의 LED도로조명과 스마트제어시스템이 활용되고 있고 유럽과 미국등 통신기간망이 잘 구축된 국가를 중심으로 인터넷, 근거리통신과 센서를 이용한 사물인터넷 도로조명시스템이 빠르게 구축되고 있다.

필립스사의 지능형 도로조명시스템은 네덜란드에서 전력선통신(PLC)방식을 더 이상 사용하지 않게 되는 계기가 되었다.

이는 공공조명을 운영하는 관의 오랜기간 전력선통

신과 무선통신방식과의 비교검토를 통해 무선방식이 대부분의 특징에서 우위를 나타내었고 에너지절감과 유지보수비용에 민감한 도로조명운영 기관의 절대적 요구가 반영된 것이다.

미국의 시카고시는 사물인터넷, IoT(Internet of Things)과 유사한 개념인 AoT(Array of Things)을 도입한 도로조명시스템을 시범 운영 중이다. 이는 도로조명의 기본적인 기능에 환경, 공기오염, 소음측정 등 여러 부가기능 센서를 설치하여 살기 좋은 도시를 위한 도로조명의 기능을 대폭 확대하였다. 市당국은 야간의 도로안전 뿐만 아니라 시민의 건강안전에도 도움이 많이 될 것으로 기대하고 있다.

세계 최고의 도로조명 석학인 Wout van Bommel 박사는 도로조명시스템이 언제나 가로등폴대를 필요로 하는 것이 아니라고 한다. 도로환경, 사용자편리성 그리고 주위환경에 따라 도로측면에 1m 내외 정도로 낮게 설치하는 경우도 늘어나는 추세라고 한다. 이러한 경우 기존 폴대를 이용하는 도로조명시스템보다



그림 4. 다양한 스마트도로조명 시스템(Photograph : Bloomberg via Getty Images)

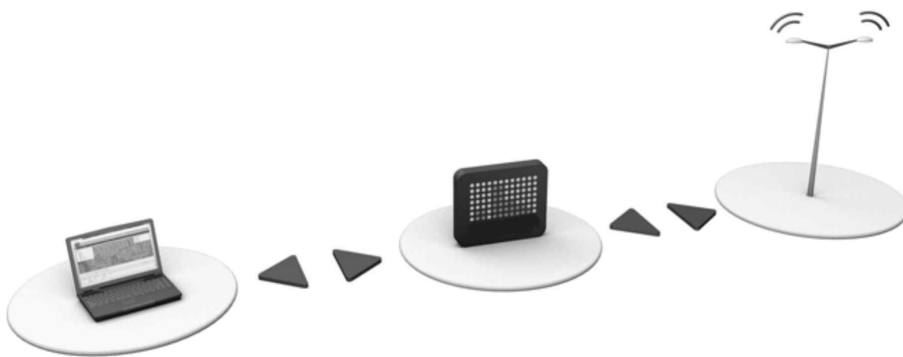


그림 5. 필립스사의 무선스마트도로조명 시스템 구성도

균제도 유지를 위하여 많은 수의 등기구를 설치하기 때문에 차량통행의 진행방향과 같이하는 연속조광시스템을 적용하면 에너지 절감과 운전자의 주의를 집중시켜 사고율도 낮아 질수가 있고 또한 야간경관조명의 부수적인 기능을 할 수도 있다고 한다. 한국의 경우에는 시화대교가 측면에 설치한 도로조명시스템

의 대표적인 사례이다. 시화대교가 이러한 사물인터넷을 적용한다면 한국도로조명기술의 진일보를 할 수 있을 것 같다.

네덜란드는 자전거가 주요 근거리 교통수단이다. 문화적·사회적 특성으로 야간에 자전거를 운행하는 비율이 상당히 적은 것으로 네덜란드 당국은 파악하



그림 6. 미국 시카고의 AoT도로조명 시스템(Photograph : Urban Centre for Computation and Data)



그림 7. 네덜란드 자전거 전용도로 야간발광 도로포장시스템(Photograph : Studio Roosegaarde)

고 있다. 이는 자전거 전용도로를 아무리 뛰어난 조광시스템을 도입한다고 해도 어느 정도 전기에너지의 소모가 일어날 수밖에 없다는 현실에 네덜란드 남부의 노르트브라반트주는 자전거 전용도로에 도로조명시스템을 구축하지 않고 주간에 태양광을 축적한 후 야간에 발광할 수 있는 도로포장을 하였다. 자전거를 타는 시민의 즐거움을 위하여 네덜란드의 위대한 화가인 반고흐의 모티브를 활용하여 도로를 포장하였다. 이러한 시도는 아직 검증 중이지만 에너지절감을 위한 네덜란드의 노력을 볼 수 있는 기회가 될 것 같다.

### 2.3 ICT를 이용한 도로조명시스템의 필요성

에너지절감과 환경보호는 국가의 크기와 경제력 상관없이 전세계 모든 국가의 국가적 아젠다이다.

글로벌 통계로 보면 전기에너지중 약 20%는 조명

에너지로 사용되고 조명에너지의 약 40%는 도로조명으로 소비된다고 한다. 이는 개발도상국으로 갈수록 조명에너지로 사용하는 전기에너지가 훨씬 증가한다. 예를 들어 인도의 경우는 전체 전기에너지의 약 50%가 조명에너지로 소비된다고 한다.

미국 네바다주의 남동부 사막위의 라스베가스 열사의 나라인 중동의 경우에는 전체 전기에너지중 냉방과 조명이 절대적인 소비를 하고 있다고 한다. 냉방에너지와 조명에너지를 줄이는 것은 도시의 전체 예산을 천문학적으로 줄일 수 있다고 한다. 따라서 이들과 같은 지역의 도시들은 냉방과 조명에너지의 효과적 절감을 위하여 사물인터넷을 적용한 시스템을 도입하여 시범운영중이다.

도로조명의 전력소비를 낮추기 위해 LED조명의 역할을 매우 크다고 할 수 있다. 그러나 현재 LED기술로는 50% 정도의 에너지 절감이 도로안전을 위한 적정선으로 보고 있다.



그림 8. 미국 네바다 사막에 위치한 라스베가스 야경



그림 9. LUCI 메거진 v2 스마트조명 사례 표지

물론 심야 도로사용이 없을 시에는 조광을 통한 추가 에너지 절감을 할 수 있지만 이는 도로안전에 우선하지는 않는다.

LED조명, 즉 디지털 조명은 혁신적인 에너지절감의 기회를 제공한다. 기존 아날로그 방식의 방전등과 형광등시스템은 그 구조적 특성으로 조광특성의 저하와 조광에 따른 전력손실이 발생한다.

2002년 창립되어 한국의 서울 부산을 비롯한 세계 60개 도시가 회원으로 활동하고 있는 세계도시조명연맹, LUCI는 도시조명에 관한 가장 전통있는 영향력이 막강한 국제적인 기구이다. 창립 후 LUCI는 도시경관과 도시빛축제에 많은 연구와 국제적 교류를 통하여 회원도시들의 균형 있는 도시야간경관발전에 기여를 하였다. 그러나 2014년부터 LUCI는 스마트

도로조명 확산을 위하여 모든 역량을 동원하고 있다.

2014년 LUCI가 창간한 도시와 조명(Cities & Lighting)전문지에 스마트조명 섹션을 마련하여 각국의 스마트도로조명 사례를 자세히 소개하고 있다. 이러한 특별보고를 통해서 각 도시에서 진행하고 있는 창의적이고 혁신적인 IT융합 스마트조명의 발전과정과 관련 노하우를 고스란히 벤치마킹할 수 있다. 유럽각국에서 진행되고 있는 ICT기술을 적용한 사물인터넷(IoT)도로조명시스템은 현재 최대 90% 이상의 에너지절감의 결과를 보여주고 있다. 최근 서울시에서 시범운영하고 있는 ICT도로조명시스템도 기존조명대비약 85%의 절감율을 보이고 있다. 이는 매우 고무적인 결과이고 이를 바탕으로 시당국은 한걸음 더 나아가 ICT 도로조명시스템에서 얻어지는 빅데이



특집 : LED조명설계방식과 빔공해방지를 통한 도로조명 ICT 융복합 및 분석적 빅데이터 시도

터를 스마트 도로교통운영에 적용하는 것을 적극 검토하고 있다.

## 2.4 ICT를 이용한 도로조명시스템의 발전방향

서유럽 덴마크의 수도 코펜하겐市에서는 도시의 안전과 에너지절감을 위하여 담대하고 혁신적인 시도를 하고 있다.

4000만 유로를 투자하여 시내의 20,000여등의 도로조명을 ICT와 LED융합도로조명시스템을 적용하여 2025년까지 도로조명에 있어 탄소중립도시를

선언하고 다양한 전문가들과 구체적으로 실행하고 있다. 물론 시민들의 안전과 도시의 삶의 행복감을 담보로 하지는 않는 것을 전제로 한다.

코펜하겐시는 크게 2가지 방향으로 탄소중립도시 가능성을 시범프로젝트를 통하여 검증하고 있다.

대표적으로 도로조명시스템과 교통시스템을 ICT와 연동하여 교통사고율 감축, 에너지절감과 야간 도시의 재미와 활력을 추구한다. 코펜하겐시는 시내의 HC Andersen Blvd 사거리에 도로조명, 신호등, 횡단보도와 자전거전용도로를 ICT로 연동하여 최적의



그림 10. ICT를 통한 도로조명 스마트조광 예시도



그림 11. 코펜하겐시 사거리 ICT도로운영 시스템

표 1. 코펜하겐시 사거리 ICT 도로운영 방식

운 영	방 식
1. 자전거 횡단 안전	교통신로등과 자전거전용도로조명 연계하여 횡단시간중 점등
2. 보행인 횡단 안전	횡단보도를 밝게하여 차량,자전거, 보행인의 신호와 차선유지
3. 교통신호와 도로연계	교통신호등의 동작에 따라 자전거 전용도로의 밝기를 조정

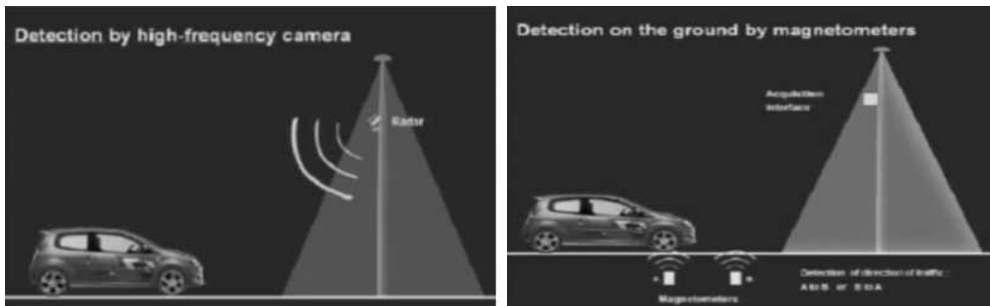


그림 12. 리옹시 도로운영 조광시스템

도로안전시스템을 구축하였다.

세계 경관 도시조명의 최고수준을 자랑하고 빛축제의 롤모델이 되고 있는 프랑스의 리옹시는 2014년 좀 더 색다른 시도를 하고 있다. 도로의 안전을 위하여 두가지의 방식으로 ICT융합 기술을 적용하고 있다.

시내 주요 도로를 중심으로 고주파 카메라와 도로 바닥에 자력계를 설치하여 차량이 진입시에 도로조명의 광량을 상향하는 것이다. 시당국은 시설구축을 위하여 LED도로조명 202개, 고주파레이더 25기, 자력계 34기, 통신시스템 구축 하였고 설치전 후의 에너지사용량은 126,000kwh에서 25,300kwh 절감

결과를 얻었다. 리용시는 이번 검증을 통하여 에너지 절감에 대한 확신을 하였고 차후 검증에는 ICT기술을 적극 도입하여 도로상에서 발생하는 빅데이터 구축을 목표로 하고 있다.

### 3. 결 론

ICT를 통한 다양한 도시의 노력과 그 결과를 간접적으로 볼 수 있었으며 한국의 조명산업에도 충분히 구축할 수 있는 시스템으로 파악된다.

최근 한국의 도로조명산업은 상당한 어려움을 겪고 있다. 기존 LED도로조명으로는 한국시장에서의 고전은 물론 세계시장으로 진출 하기는 매우 요원하다.

한국이 세계적으로 기술우위를 가지고 있는 ICT의 강점과 신재생에너지 기술을 LED도로조명에 접목한다면 세계 도로도명시장에서 새로운 성장동력을 얻을 수 있을 것이다.

그림 13에서와 같이 현존하는 기술력을 융합한 도로조명시스템 구축이 가능하다. On-grid의 경우에는 LED등, IoT센서와 옵션으로 데이터통신기능 CCTV를 설치하면 90% 에너지절감, 도로안전 확보와 스마트센서와 CCTV를 통해 얻어지는 방대한량의 빅데이터를 구축할 수 있다.

현재 한국에서는 LED도로조명과 IoT시스템이 연동되어 시범운영중이고 4월말 현재 85%의 에너지절감과 설치구간 도로교통관련 빅데이터가 수집중이다.

중동이나 동남아는 충분한 태양에너지원 혜택을 받고 있다. 반면에 나라의 특성마다 조금씩 다르지만 도로조명설치를 위하여 전력선공사를 하기 어려운 조건들이 산재하고 있다.

이러한 상황에서는 태양광에너지가 대체 에너지원으로 사용가능하다. 그러나 태양광시스템은 배터리의 용량과 수명의 문제로 운영시간의 제한을 받는다. 최근 한국에서 배터리의 충전속도를 향상시키고 LED

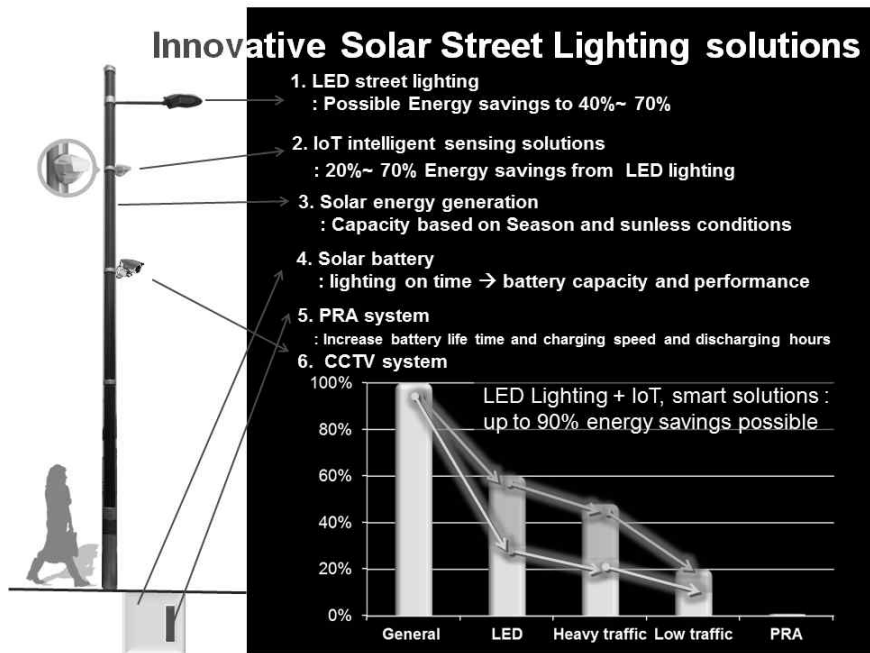


그림 13. IoT+PRA+LED 100% off-grid 도로조명시스템

등로의 방전시간을 증가시키고 아울러 배터리의 수명을 증가시키는 PRA시스템이 개발되었다.

따라서 전력공급이 어려운 장소에서는 Solar + LED + IoT + Battery + PRA시스템 융합하여 도로조명시스템을 구성한다면 100% off-grid상태에서 원격운영과 빅데이터를 동시에 얻을 수 있다.

별첨 1. 미래창조부 사물인터넷 기본계획(안) - 2014년



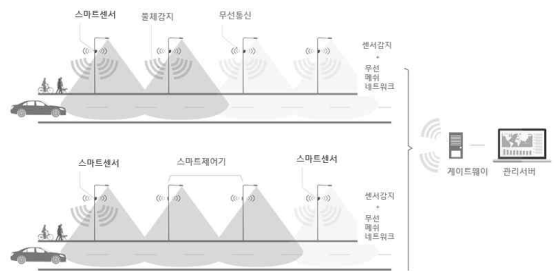
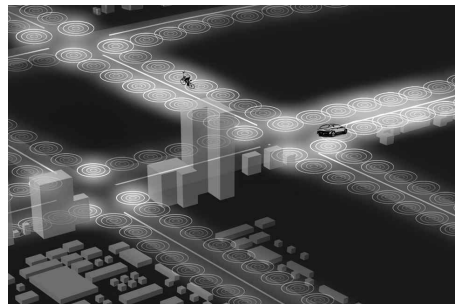
시장전망 및 국내외 동향 (12/16)

스마트 가로등 (바르셀로나)	가로등에 센서설치 및 자동 조명 세기 조절 → 연간 30% 에너지 절감	
GPS/센서 농축산업 적용	GPS 활용 파종한 라인 제어 → 트랙터작업 효율을 20% 개선	
제조업의 서비스화 (롤스로이스)	제품의 서비스화(10% → 50%) → 영업이익률 2.5배 증가	
스마트약병 서비스	약 투약 센서 부착 및 투약 시점관련 정보 제공 → 98% 이상의 복용 이행	

별첨 2. 사물인터넷 (IoT) 도로조명시스템 특징

기본개념 :

인터넷을 연결된 센서기반 무선 조명 제어시스템 스스로가 관리자에게 의존하지 않고 정보를 주고 받아 도로상 자동차나 보행인 통행이 있을 경우에 가로등의 밝기를 밝게 해주고 통행후 일정 밝기로 낮추어 주는 시스템



주요특징 :

1. 도로안전 저해없이 현존 최대 도로조명에너지 절감 가능.
2. 관리자의 개입없이 도로조명시스템 스스로 운영.
3. 설치구간 도로교통 관련 실시간 빅데이터 구축.

예상결과 :

- 전력소비 : 기존등 대비 약 70~90%의 전력 절감
- 유지보수 : 기존등 대비 약 40~60%의 비용 감소

기타특성 :

- 인터넷과 클라우드기반으로 원격 데이터관리 및 운영 내용 관리자 보고
- 실시간으로 해당 도로조명의 에너지 사용량 및 통행량 정보 생성
- 다양한 기능의 장치와 연동가능(기후정보, 교통 신호등, 보안 카메라등)
- 농로에 비추는 도로조명에 의한 농작물의 피해를 최소화할 수 있다.

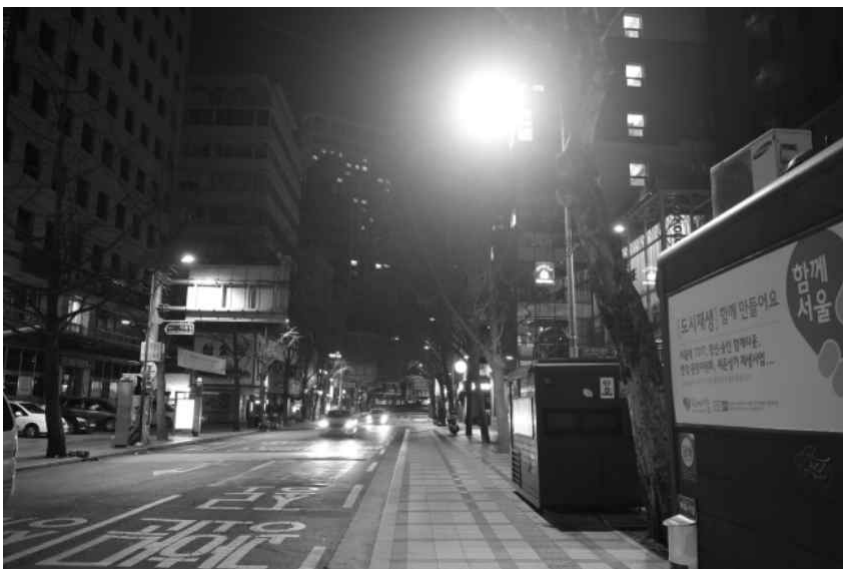
특집 : LED조명설계방식과 빔공해방지를 통한 도로조명 ICT 융복합 및 분석적 빅데이터 시도

- 지능형 무선 기능으로 손쉬운 설치 가능 대규모의 토목공사가 필요없음.
- 이산화탄소(CO2) 감축과 빔공해 최소(Light pollution)로 유지 가능
- 보행인 인식시 조명밝기를 밝게 하는 서치기능으로 우발적 범죄 감소
- 태양광 가로등과 접목할 경우 100% 무전력 도로조명 시스템 구축 가능

### 별첨 3. ICT도로조명설치사례



차량이 없을 시 : 가로등 밝기를 20%로 낮추어줌



차량이 있을시 : 가로등 밝기를 100%로 상향조정

참 고 문 헌

- [1] The sci-fi futre of lamp-post : www.theguardian.com/cities.
- [2] Google android plan - www.google.com.
- [3] Cities & Lighting - the LUC network magazine v1 and v2 - LUC.
- [4] Philips Lighting - www.philips.com.
- [5] Smart lighting plan - City of Copenhagen.
- [6] Road liting, fundamentals, technology and application, Springer - Dr.Wout van Bommel.
- [7] 사물인터넷 기본계획안 2014 - 미래창조부.

◇ 저 자 소 개 ◇



**백영호**(白永鎬)

1968년 5월 12일. 인하대학교 전자공학 졸업. 연세대학교 경영전문대학원 경영학 졸업(석사). 1994~2012년 (주)필립스전자 조명사업부. 2012년~현재 (주)에코란트 본부장. 조명산업 경영전략, 신기술, IoT, 친환경 조명 컨설팅. 2008년~현재 한국조명디자이너협회 상임 이사. 2012년~현재 한국조명위원회(KCIE)이사. 2014년~현재 한국조명전기설비학회 편수위원. 2013년~현재 LUCI 어소시에이트 회원. 2010~2011년 대한전기학회 광원기술연구회 위원장. 서울시 및 지자체, 조명관련유관기관 조명자문위원역임 및 지자체 조명운영가이드저서. 그 외 다수의 대학교, 기업체, 공공기관 LED/OLED조명관련 강의 및 업체경영자문. 2013년 서울시 좋은빛상 최우수상 수상: 학술상: 조명경영 전략 부분. 필립스社 글로벌 베스트 상 및 다수 다수의 수상경력.



**박진화**(朴振和)

한양대학교 공공정책대학원 공공디자인 전공 4기 재학. 서울시 도시관리과 도시빛정책 전문관. 주요실적 : 서울시 야간경관계획 수립용역. 한강변, 문화재, 4대문안 경관조명 설치. 국제도시 조명연맹 협력강화 업무. 서울시특별시 빛공해방지 및 좋은빛형성 관리조례, 시행규칙제정. 스마트조명도시서울구축 타당성 조사 기본계획 수립.