기술해설

사물인터넷(IoT)와 공공조명 상관관계 현황분석과 시범운영을 통한 가치 예측

백영호〈(주)에코란트 본부장〉

1. 서 론

1.1 배경과 목적

최근 에너지소비감축이나 효과적인 사용이 국제적 이슈로 대두되고 있고, 이를 위하여 많은 국가들이 대안마련과 이를 국가발전으로 연결하려는 국가전략이 운영되고 있다.

한국 또한 경제성장, 에너지와 환경 문제를 동시에 해결하는 대안마련이 시급하다.

자원빈국으로 전량 수입에 의존하는 과도한 화석연료사용과 첨예한 원자력발전시설에 대한 의견으로 지속적인 전력생산증가를 꾀하기 힘들고, 아울러 유럽연합과 같이 선진국에서 적극적으로 추구하는 태양열과 풍력등 신재생에너지의 발전과 구축을 위하여 대규모의 예산집행과 실행이 쉽지만은 않은 것도 사실이다.

한국에서 소비되는 전체 전기사용량중 관에서 운영하는 도로조명에 사용되는 전기소비는 2010년 한전통계로 연간 3,081,490MWh으로 기타 공원조명, 터널등, 산업단지등에 사용된 전체도로조명 전기사용량을 합하면 약 2% 정도가 도로와 관련된 공간에 사용되는 것으로 추정되고 있다. 이는 신고리 원자력발전소 1기 평균 연간 전력생산량과 비슷할 것으로 보인다.

현재 LED조명의 등장으로 조명산업의 산업구조가 빠르게 변화하고 있다.

100년 이상을 조명산업에서 굳건하게 그 위치를 지키고 있는 네덜란드 Philips社, 독일 Osram社, 미국 GE社등의 시장 장악력 약세와 시장을 빠르게 점유하고 있는 중국기업 등 많은 신생 업체의 활약이 두르러지고 있다. 한국의 상황은 이러한 글로벌산업구조 변화에 제대로 적응하고 있지 못하고 있다.

LED조명시장 초기에 한국 정부의 각종지원책과 2060 등 다양한 LED조명 활성화정책을 기반으로 신규투자와 사업확장을 전개하던 기업들은 중국산의 빠른 한국시장 잠식으로 현재 상당한 어려움을 겪고 있다.

이러한 내외부적 글로벌 에너지 및 환경 이슈와 조명경제의 발전을 위하여 획기적이고 창의적인 대안이 도출되어야 할 시점이다.

대한민국의 국가성장 아젠다가 점차 진화하고 있다는 점은 이러한 이슈를 해결할 수 있는 좋은 발판이 되고 있다.

IT강국으로 발전을 거듭하고 있는 대한민국은 세계최고수준의 통신인프라와 이에 따른 하드웨의 발전

으로 새로운 성장동력을 창출할 수 있는 기회가 마련되고 있다. 그것은 바로 사물 인터넷(IoT)을 이용한 에너지의 효율적 사용을 통한 혁신적 에너지절감과 이산화탄소 배출감축과 추구하고 이를 신성장동력의 주축으로 활용할 수 있는 시대가 오고 있다.

2. 본 론

2.1 한국 및 글로벌 도로조명 현황

도로조명의 역사는 약 110년에 이른다. 전기를 이용하는 저압나트륨방전램프와 수은방전 등으로 시작하여 2000년대에 이르기 까지 큰 기술적 변화 없이 메탈할라이드방전램프와 세라믹메탈할라이드방전, 무전극등의 일부 기술발전이 도입되었다.

그러나 2000년대를 들어서 에너지절약, 지구온난화 현상 그리고 도로의 안전확보를 위하여 LED광원이 도로조명의 주요 광원으로 편입되었으며 도심 야간경관과 빛공해 방지를 위한 좀더 과학적인 기구설계와 도로조명 설계기술의 발전이 진행되었다. 국제조명위원회 CIE 도로조명 규정도 보다 구체적으로 기술이 되었고 LED광원과 빛공해방지 그리고 다양해진 도로의 상황과 규정을 반영하였다.

이러한 각계의 노력과 연구성과로 인하여 2010년 이후 LED도로조명의 빠른 발전으로 연결되었고 동일한 도로조명 기준에 적합하면서도 에너지절감율이 70%까지 절감되는 제품이 출시되고 있다.

2014년 기준 대한민국의 도로조명은 대략 3백만 등, 미국 26백만 등, 유럽 9천백만등 전세계 총 2억 8천백만등의 가로등이 설치되어있고, 개발도상국의 빠른 도시화로 인하여 2025년에는 약 3억4천만 등의 도로조명 설치수량이 늘어날 전망이다. 에너지절약에 대한 요구과 LED도로조명의 발전으로 2025년에는 약 80%이상, 즉 2014년 총 도로조명 수량과 비슷한 2억7천만 등 이상이 LED조명으로 교체 및 신설될 것으로 예상하고 있다. 이는 현재의 시장경쟁 구도와 각 기업의 경쟁력를 면밀히 살펴본다면 상당부분 중국기업과 글로벌 3社를 포함한 대형회사들이 시장 점유을 할 것으로 보인다. 이는 한국 LED도로조명 기업들에게는 새로운 시장의 변화와 기회지만 결코 쉽지 않은 시장인 것만은 사실이다.

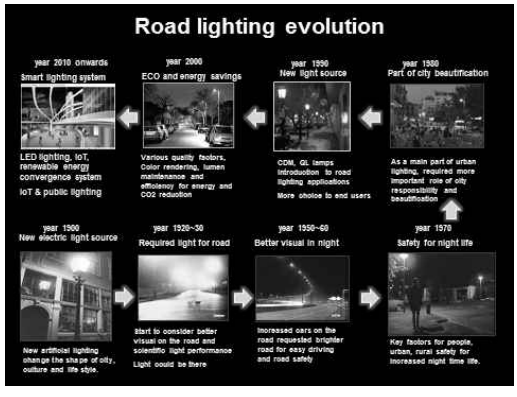


그림 1. 도로조명의 역사와 변화

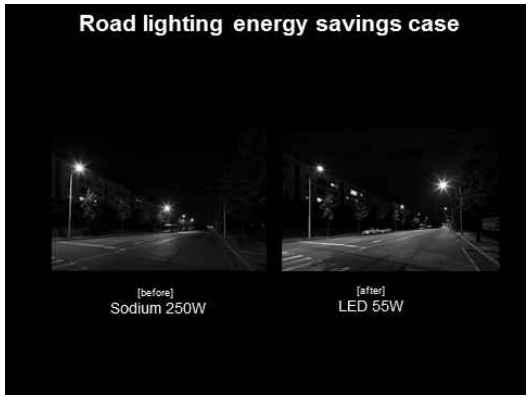


그림 2. LED도로조명의 효율 발전

노스이스트그룹의 그림 3 자료에 의하면 2025년에는 LED도로조명시장과 스마트도로조명시장은 전체 도로조명시장 약 75조원 중 약 61조원 정도의 규모로 성장하고 이중 약 38%는 스마트조명으로 설치될 수 있을 것으로 전망하고 있다.

2025년의 글로벌 도로조명의 시장은 일반조명,

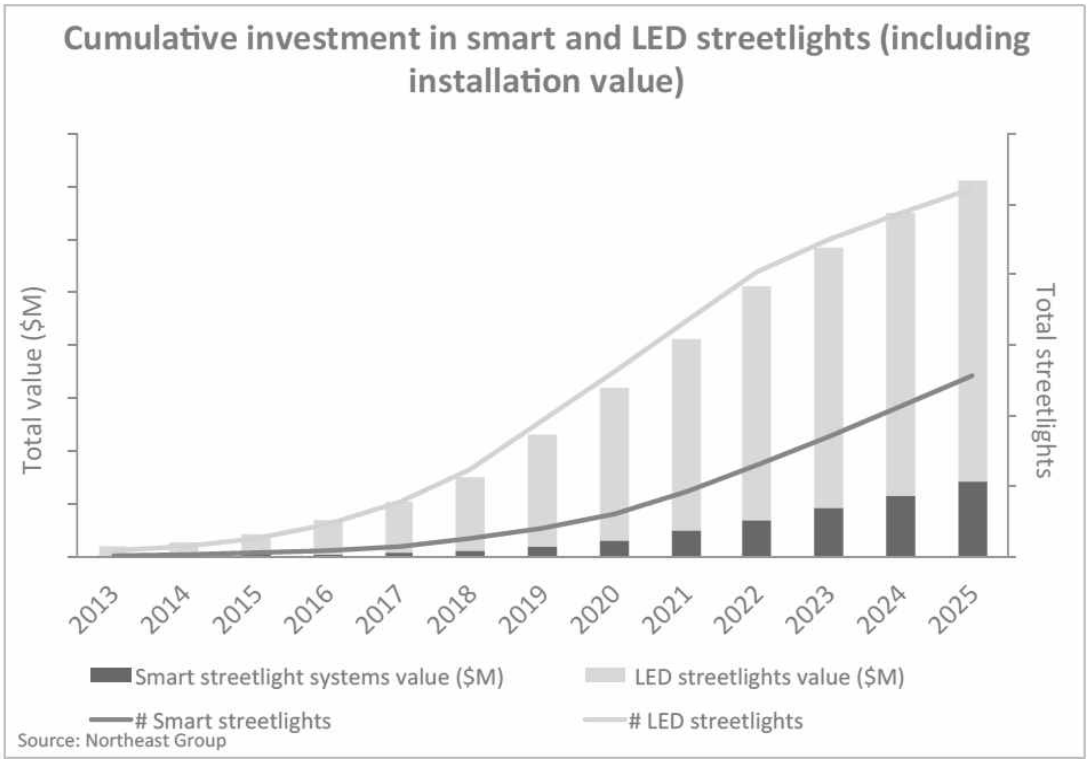


그림 3. LED도로조명과 스마트LED조명시장 성장 경향

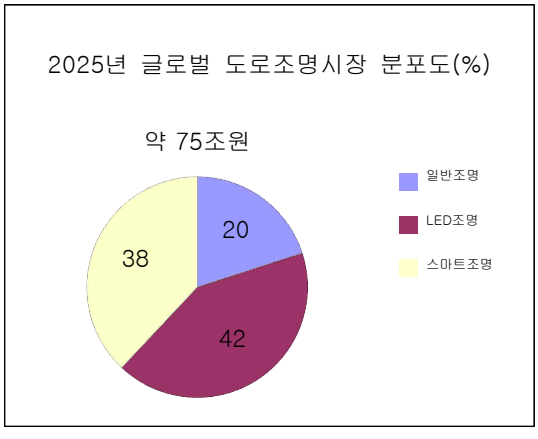


그림 4. 2025년 글로벌 도로조명 규모

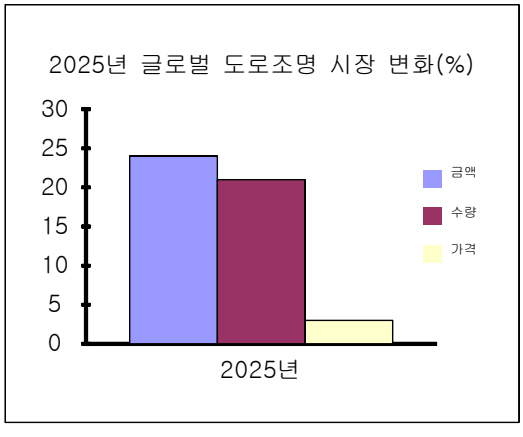


그림 5. 2025년 글로벌 도로조명변화

LED조명 그리고 스마트조명시스템으로 구분될 것 같고 이러한 전망을 바탕으로 LED도로조명과 스마트도로조명의 약진을 예상할 수 있다. 제품 가격은 약 LED도로조명과 스마트 도로조명의 성장세도 불구하고 전반적인 부품가격하락과 기술력의 발전으로 인하여 2014년 가격과 비슷한 20만원 초반대를 이룰 것 같다.

한국의 도로조명시장은 일반조명에서 LED도로조

명으로 빠르게 교체되고 있다. 2014년 정부 조달통계에 의하면 차로조명은 일반조명 7만 등, LED조명 3만등이 설치된 반면에 보행등은 일반 등 6만천 등 LED조명 6만4천 등이 설치되었다. 금액적으로는 아직까지 LED조명이 일반도로조명에 비하여 2배이상의 가격대로 형성되어 있는 것을 볼 수 있다.

한국의 차세대 성장동력으로 IT산업과 LED조명산업의 활성화를 이끌 수 있는 사물인터넷 융합 LED 도로조명은 아직까지 국내조달 시장에서는 스마트도로조명이 차이하는 비율은 거의 없다고 볼 수 있다.

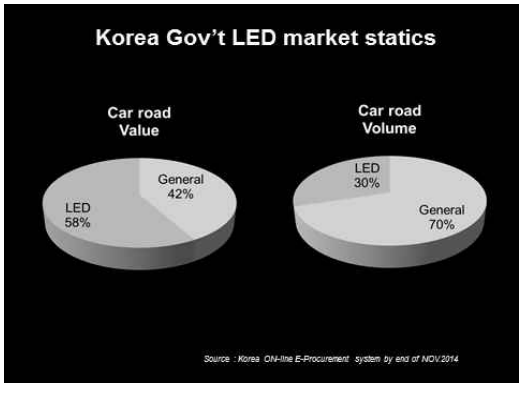


그림 6. 2014년 한국 도로조명 규모

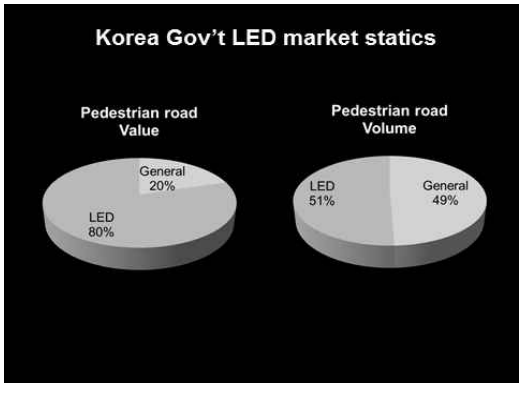


그림 7. 2014년 한국보행등조명 규모

한국 도로조명 시장은 약 3백만 등의 설치수량와 평균전력은 약 250W급 사용하고 있다. 전반적인 도로조명시장 크기는 5% 미만이지만 LED도로조명의 크기는 매년 20% 이상씩 성장하고 있다. 이러한 방향은 한국 도로조명 에너지 절감에 큰 역할을 하는 것은 고무적이다. 그러나 이러한 상황이 국내 LED도로조명 업체에게 경제적으로 도움이 지속적으로 되리라는 것 하고는 별개의 문제이다. 국내기업은 빠른 속도로 저가 중국산 부품의 의존도가 높아지고 있으며, 이러한 추세라면 2~3년 내의 국내 기업에서 생산되는 상당수의 LED도로조명은 중국산이나 다름없는 상황이 될 가능성이 매우 높다.

국내 기업의 끊임없는 기술개발과 원가절감노력을 해서 국내시장에서 선전을 할 수 있어야 함은 물론이다. 그러나 현실적 어려움은 단순한 제조과정과 제조원가경쟁력에서 도출된다. 이미 LED칩의 품질은 평준화되어 있기 때문에 주요 부품과 제조인건비가 제품원가가 중요 선택기준이 되어버린 상태이다.

이러한 상황에서 한국의 기업들이 앞으로 한국시장뿐만 아니라 글로벌도로조명시장에서 선전하기 위해서는 어떻게 해야 하는가?라는 질문을 스스로에게 물어볼 시기이다. 민간기업의 스스로의 노력뿐만 아니라 관과 학계의 적극적이고 전략적인 도움이 필요한 시기이다.

우리나라의 산업의 강점은 IT와 인터넷통신망 기반시설을 기반으로 한 다양한 첨단산업이 주요축으로 구성되어 있는데 있다.

그리고 최근 전자, 통신, 자동차 산업등 대기업 산업군과 IT기반의 중소기업에서 활발히 연구 개발하고 있는 사물인터넷(IoT)활용 신사업 개발이 진행중이다. 세계적으로 기업과 국가 차원에서 앞 다투어 개발 및 진행하고 있는 초(超)연결 디지털 혁명은 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 그리고 5세대 통신산업을 발전시켜 사회전반에 걸친 경제활동에 큰 변화와 더불어 새로운 성장동력의 기틀이 될 것으로 많은 전문가들이 예견하고 있다.

그러면 여기서 도로조명산업에는 이러한 초연결

(Hyper)을 기반으로 사물인터넷, 빅데이터 수집, 이를 5세대 이동통신을 이용하여 클라루딩이 가능한지를 살펴볼 수 있다.

이미 선진 조명제어 업체들은 기존 조명제어기술과 RF, NFC, BCN, Zigbee, VLC기술등을 접목하여 연구성과과 시제품들을 출시하고 있다. 이에 한국도 단순한 LED조명개발뿐만 아니라 이에 첨단 통신기술과 사물인터넷기술을 기반으로 한 신규수요창출을 할 시기가 도래하였다.

2.2 해외 및 한국의 사물인터넷활용 도로조명 사례분석

최근 국내뿐만 아니라 해외에서 도로조명의 격등으로인한 도로안전의 문제가 많이 발생하고 있다.

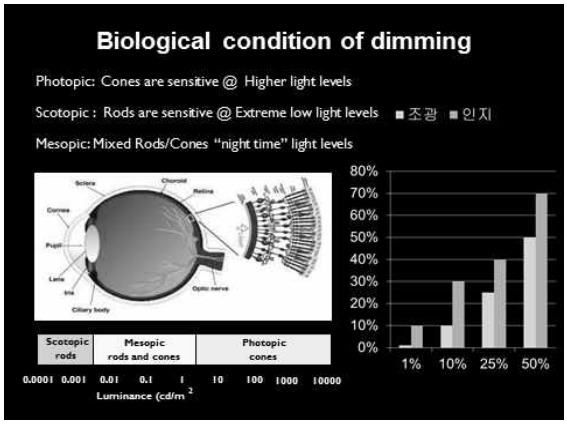


그림 8. 조광을 의한 생체적 특성

도로조명의 가장 중요한 요소는 도로안전이다. 그리고 도로안전의 기본 평가항목은 충분한 휘도와 균제도 이다. 에너지절감을 위한 격등은 도로면의 휘도의 감소뿐만 아니라 운전자와 보행자의 안전에 치명적인 영향을 줄 수 있는 균제도의 급격한 하락을 야기한다. 이러한 에너지소비와 도로안전의 2가지 목적을 이루기 위하여, 도로조명의 적합한 조광이 대안으로 떠오르고 있고 많은 기업의 연구와 지자체에서 실행을 하고 있다. 그림 8에서와 같이 조광을 인지하는 인체기관은 바로 안구이다. 주위의 밝기에 따라 동작하는 안구의 기관이 다르게 반응과 역할을 한다. 그리고 안구의 가장 특성중 하나인 감지되는 광량에 대한 순화반응이다. 예를 들어 가로등광량을 줄어도 눈의 조리게, 즉 동공이 확장하여 더 많은 빛을 감지하여 조광상태보다는 몇배의 밝기를 느낄 수 있다. 그러나 격등을 실시할 경우 격등지역을 지나갈 경우 동공의 확장과 수축이 빠르게 반복되어 피로감을 증대시키고 사물인지능력을 감소 시 킬 수 있다.

LED도로조명에 적용을 한다면, 기본적으로 가장 손쉽고 전통적인 조광방법은 LED도로조명기구의 구동장치, 즉 SMPS를 2개 이상 장착하여 시간대별로 LED도로조명등기구의 일부를 소등하는 것이다. 이는 안전한 조광상태와 조광에 따른 떨림 현상을 방지할 수 있는 가장 손쉬운 방법이다. 그러나 이는 균제도의 문제가 발생할 소지가 매우 크며, 유지보수의 어려움 그리고 에너지절감에 비하여 도로안전성 확보에는 취약점이 있다. 따라서 이러한 방법을 활용한 도로조명 에너지 절감은 이미 선진국에서는 적용되지 못하고 폐기된 방법이다.

현재 가장 범용으로 사용되는 조광방법은 분전함에서 제어하는 시간기반 제어와 프로그램 제어이다. 이는 일정시간에 도로조명의 광량을 줄여 휘도를 낮추는 방식이다. 운용방식으로는 전력선통신 또는 무선통신의 2가지 방식이 가장 많이 채택되고 있다. 이 두가지 방법의 장단점은 비슷 하다고 볼수 있다. 최근 GPS나 천체의 움직임을 기반으로한 도로조명 조광시스템도 사용되고 있다. 이는 지구와 태양의 주기, 즉 일출과 일몰의 정확한 주기를 바탕으로 조광수준을 정하여 가로등기구에 설치하는 간단하지만 과학적인 방법이다. 장점으로는 세계 어느곳에 설치하더라도 정확한 지역별 계절별 정확한 일출 일몰시간을 예측하는 시스템이라 운영의 편리성이라 볼 수 있다.

그러나 위의 모든 방식은 심야의 도로상황의 변화

와는 상관없는 고정된 조광값을 가지고 있다. 이는 조광이 된 후의 도로상황이 도로조명 규정 이하의 휘도값을 보이는 경우가 많아 해당시간대 운전자와 보행자의 운행과 통행에 상당한 어려움을 주고 있어 도시안전에 부담요소로 작용하고 있다. 도로상에 차나 보행인이 존재할 경우 도로조명은 도로규정에 적합한 휘도와 균제도를 제공해야한다. 안전에 우선하는 에너지절감 정책은 그에 비교할 수 없는 사회적 비용을 유발 할 수 있다. 이러한 도로조명 조광에 의한 문제점을 해결 하기 위하여 최근 세계 각국에서는 사물인터넷을 이용한 도로조명 조광시스템 개발에 박차를 가하고 있다.

이에 최근 해외 사례와 한국에서 진행된 사물인터넷활용 LED도로조명 시범설치사례 분석 자료를 살펴보겠다.

① 스마트(IoT)도로조명시스템 개념 :

1. 도로의 상황과 필요에 따라 사용자가 원하는데로(원하는 시간, 원하는 광량, 원하는 배광, 원하는 운영주기등) 도로조명을 운영하여 최적의 에너지절감과 도로안전을 확보한다.
2. 이는 기존 유무선 스마트조명운영시스템과 같이 도로상황의 변화에도 고정된 광량으로 조광하는 시스템과는 차별화된다.(예 : 심야시간 기존의 시간프로그램 디밍시 차량의 증가, 사고시 도로의 이상발생시 위험 요소가 된다.)

- 빛이 필요한곳과 필요한 시간에 사람의 물리적인 간섭 없이 도로조명시스템 스스로 운영하는 지능형 시스템(예 : 점등후 차량의 통행유무에 따라, 자량이 없을시 전체 밝기의 20% 또는 30%로 지정하고 차량 감지시 70% 또는 100%로 밝기를 조정한다. 최소 밝기와 최대 밝기는 도로상황 분석후 운영자가 지정한다, 조광유지시간도 등기구별로 또는 그룹으로 지정할 수 있다.)
- 스마트센서 기반으로 무선통신시스템과 인터넷 통하여 정보를 공유한다.
- 도로상황 변화나 관리주체의 운영방침 변화에 따라 추가공사나 설비투자없이 실시간으로 유지변경할 수 있어야 한다.
- 실시간 에너지사용, 도로조명시스템 상태 등이 관리자에게 보고된다.
- 스마트센서, 제어기, 게이트웨이, 관리서버로 구성된다.
- 교통, 기상정보 등 사회안전망 정보연결시 유연한 도로운영할 수 있다. 단적인 예로 교통상황 정보를 받아 그 상황에 맞는 최적화된 조명운영 또는 비가 많이 오거나 심한 안개가 낀 일몰후 도로의 안전을 확대 할 수 다. 이는 교량에서 종종 발생하는 연쇄추돌을 방지 할 수 있도록 도로조명을 통한 전방도로의 위급상황 알람기능을 할 수 있다.
- 안전시스템 : 스마트조명제어시스템 오류시, 도로등급에 맞추어 설계된 최대 밝기로 자동복귀하여 도로안전에 이상이 없도록 한다.
- 인터넷망을 활용하기 때문에 해킹에 의한 보안안전이 우선되어야 한다.

② 스마트 LED도로조명 해외사례

- 해외사례 : 유럽에서는 주요도로, 보안등, 공원, 야외 주차장, 열차플랫폼 등 시민의 이동이 많은 지역을 중심으로 설치하고 있음.

▲ 유럽의 경우, 보행인의 움직임에 따라 점등이 되므로 오히려 시민의 안전에 더 효과 적이고 특히, 통행이 없을 때 우발적인 범죄 증가에 대한 우려 보다는 이동에 따른 점 등이 되므로 오히려 경각심을 유발하므로 범죄예방에 효과적임.

▲ 네덜란드 아인트호벤市, 프랑스 리옹市, 벨기에 겐트市, 스웨덴 예테보리市, 필란드 헬싱키市등 유럽의 많은 도시들은 지속가능한 도시를 위하여 현재 많은 도로, 공원, 실

외주차장, 기차역등 첨단 스마트 LED조명 시스템을 운영하고 있다. 이들 도시는 적게는 60% 많게는 80%까지 에너지절감과, 빛공해 방지, 유지보수 비용절감 및 범죄율 감소라는 결과를 도출 하고 있다. 이런 여러 가지 장점으로 인하여 특히 네덜란드에서는 도로조명 조광을 실행 할 경우 PLC, 전력선 통신을 더 이상 적용하고 있지 않다.

그림 9. 유럽의 스마트센서 설치사례

그림 10. 유럽의 스마트조명 설치사례

이러한 결과를 보임에 따라 유럽의 많은 도시들뿐만 아니라 미국등 선진국에서도 도입을 검증이거나 설치중에 있다.

③ 개 요 : 도로사용자 있을시 도로조명기준이상 휘도 제공

○ 스마트조명 시스템 = 시민의 안전성 확보 + 에너지절약 + 빛공해 예방

- 안전성 확보 : 가로등선로 단선 및 누설전류,

덴마크 코펜하겐 | 네덜란드 반호고 생가 마을 | 네덜란드 니메겐 市

그림 11. 유럽의 다양한 지역의 스마트조명 설치사례

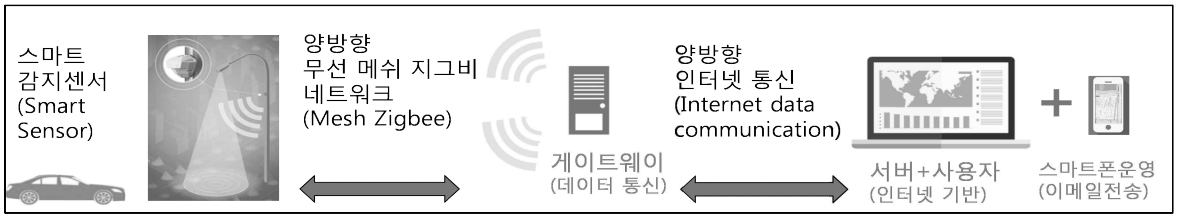


그림 12. 스마트조명 계통도 내역

고장상황 실시간 감시

- 에너지 절약 : 고용량 광원 LED등 교체 및 심야시간대 불 밝기 조정
- 빛공해 예방 : 빛공해 유발 등기구 컷오프형 교체
- 지능형 사용 : IoT 센싱과 조광을 통한 격등으로 인한 위험성 감소

④ 계통도

1. 스마트 LED조로조명 제어 운영 계통도

○ 스마트센서, 스마트제어기 :

- 차량, 자전거, 보행인의 움직임을 감지함과 동시에 사용자가 기 정해 놓은 디밍동작을 시작한다.(개별 및 그룹제어 가능)
- 각 설치되어 있는 스마트센서 또는 스마트제어기가 정보를 주고받아 움직임 감지와 디밍정보 공유가능하다.(운영자의 도로조명별 그룹설계 방식에 따라 유연하게 적용 가능)
- 스마트센서와 스마트제어기는 알고리즘으로 진동, 나뭇잎, 강아지등을 구별하여 선별적으로 디밍동작을 한다.

○ 게이트 웨이 :

- 스마트센서와 스마트제어기로부터 받은 정보를 서버에게 전송하고 또한 서버에서 받은 정보와 새로운 명령을 스마트 센서와 네트워크 기기에게 전달한다.(실시간 양방향 통신)
- 모든 통신방식과 통신사에 관계없이 사용 가능하다.

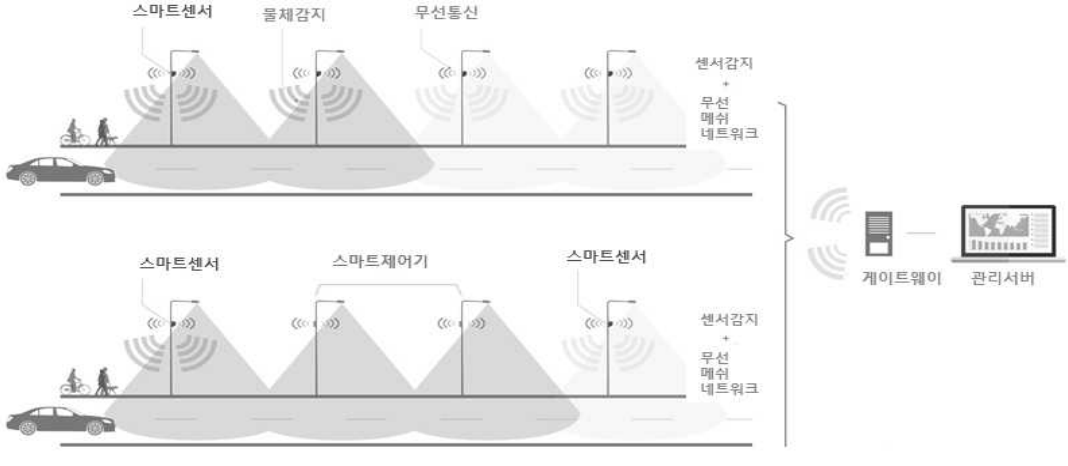


그림 13. 스마트조명 계통도 구성

○ 서버 :

- 관리 서버를 통하여 관리를 하며 사용자의 컴퓨터와 모바일기기, 게이트웨이에 정보를 전달한다.
- 인터넷을 통하여 데이터를 주고받으며, 해킹 위험에 노출되지 않는 웹망을 통하여 안전하게 정보공유를 한다.

○ 사용자 :

- 사용자 컴퓨터와 모바일기기로에서 실시간으로 도로조명 상태, 에너지사용량, 센서 동작 빈도등을 파악할 수 있으며, 디밍단계와 디밍 시간등 프로파일을 변경할 수 있다.
- 별도의 프로그램을 계발하거나 설치할 필요가 없다. 인터넷 사이트를 통하여 실시간으로 운영 및 확인을 할 수 있다.
- 관리자에게 SMS통보나 이메일 전송가능하다.

2. 스마트 도로조명시스템 사양 :

내용	스마트센서	스마트제어기
제품		
특징	센서기반 무선 조명제어기	무선 조명제어기
센서기능	360/180 스마트 물체인식 디지털 센서 입력	1 디지털, 1 아나로그 센서 입력(움직임, 광량 이산화탄소, 온도 감지)
파워미터	적용가능	적용가능
램프점소등	적용가능	적용가능
출력신호	0-10V, DALI	0-10V, DALI
크기	140x140x110(mm)	110x55x35(mm)
설치위치	등주에 부착	등주내부와 외부 부착 가능
기타	태양광전력공급으로 사용 가능12-24DC	태양광전력에도 사용 가능12-24DC

게이트웨이	관리 서버, 사용자 컴퓨터와 휴대용단말기
센서, 제어기, 소프트웨어의 무선인터페이스	인터넷 기반 조명관리 플랫폼
서버통신: 전세계 모든 지역에서 운용하는 통신시스템과 적용가능	원격 모니터링, 관리 제어 시스템
	설치 위치를 실 지도에 표현하는 기반으로 한 시각적 정밀한 관리 시스템
크기 : 230x130x90(mm)	LED도로조명과 스마트시스템의 동작과 기능의 정확한 실시간 데이터 통신, 도로조명 점등불량상태 감지도 가능하다.
설치위치: 등주외부에 설치	타 시스템과 연동가능하여 운영의 유연성와 호환성 특성을 보여 사후 유지관리 용이

입력: 90~270V, 50/60Hz

적용램프 : LED조명과 조광가능한 일반 광원가능

통신: 2.4GHz

노드 게이트웨이 비율 : 200:1

인터넷 통신: 3G/4G/WIFI/Ethernet

네크워크 안전망: AES와 SSL

⑤ 스마트 LED조로조명 제어 설치시 예상 결과

○ 전력절감 : 기존 설치등 대비 약 70~90%의 전력 절감

○ 도로밝기 : 기존 설치등 대비 약 30~60%의 밝기 증가

○ 유지보수 : 기존 설치등 대비 약 40~60%의 비용 감소

○ CO2감축 : 기존 설치등 대비 약 70~90%의 배출 감축

⑥ 스마트 도로조명시스템 특성 :

- 빛이 필요한 곳과 시간에 원하는대로 사용할 수 있는 지능형 시스템
- 센서기반 무선 조명 제어시스템으로 뛰어난 감지능력과 조광제어
- 지능형 감지로 물체(보행인, 차량, 자전거등)의 이동방향과 속도 감지
- 각각의 LED도로조명을 원격 모니터링, 제어 및 관리 가능
- 인터넷기반 소프트웨어로 관리 및 운영 내용 관리자에게 이메일 전송
- 관리자에게 실시간으로 해당 도로조명의 에너지 사용량 보고기능
- 스마트조명 시스템 불량 또는 이상 기능시 도로조명 100% 밝기로 복귀
- 다양한 장치와 연동가능(소프트웨어, 교통신호등, 보안 카메라등)
- 물체감지시 원하는 영역과 방향으로 조명제어 가능하여 도로안전기능
- 기후와 날씨의 변화(폭설이나 장마시)에 따른 조명제어 가능
- 지능형 무선 기능으로 손쉬운 설치 가능 추가 공사가 필요 없음
- 이산화탄소(CO2) 감축과 빛공해 최소(Light pollution)로 유지 가능
- 보행인 인식시 조명밝기를 밝게 하는 서치기능으로 우발적 범죄 감소
- 위급사항시 관리자 휴대폰으로 도로조명의 100%밝기 조정 가능
- 조광이 가능한 모든 일반광원과(나트륨, 메탈, 형광등)도 사용가능
- 기존 등기구 교체없이 광원을 LED와 구동장치 교체만으로도 가능
- 태양광 가로등과 접목 가능하여 전력선 공급 없이도 사용 가능
- 전력수습 불안정시 어느 특정지역의 조명을 모두 최소 조광(20%) 가능

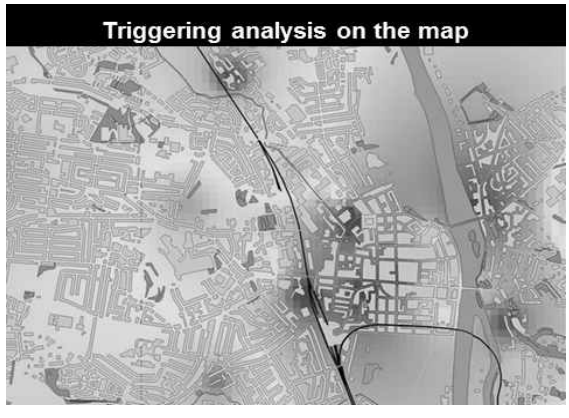


그림 14. 지도상 유동밀집지역 분석

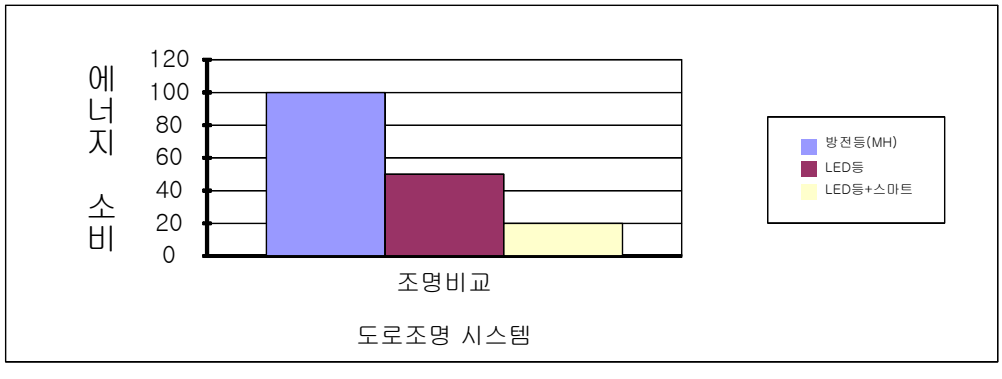


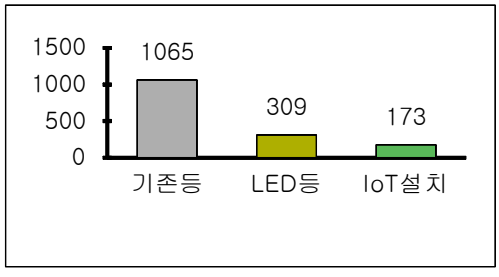
그림 15. 스마트조명설치시 에너지절감 예상치

⑦ 한국 사물인터넷과 LED도로조명을 접목한 사례

1. 설계 : 투입메탈등 150W 7등을 LED램프 +SMPS 50W 7세트로 교체
   스마트센서시스템 7기, 게이트웨이 1기
2. 기간 : 2014년 12월 15일(월)~2015년 2월 15일(일)
   시범설치후 2개월간 1일 14시간 점등기준
3. 디밍프로파일 : 평소 광량을 최대치에서 20%로 세팅후, 보행인지시 100%로 광량 상향조광후 5초 동안 같은 광량을 유지한다. 감지하는 등기구의 광량만 상향조정 유지한다.
4. 에너지절감 결과 : 7등 동일 수량교체로 일평균 약 16.9kw에서 약 2.7kw로 84% 전기에너지가 절감되었다.
   설치장소는 도심 보행등으로 심야시간에도 상대적으로 많은 통행량결과를 보여주고 있어 실지, 스마트시스템(IoT)로 인한 추가 에너지절감율이 약 요일별로 39~50%의 결과치가 나왔다. 특히 주중 약 43%의 에너지절감과 주말 48%의 에너지절감 결과를 볼 수 있다.
5. 조도측정 결과: 100% 광량시 평균 28.3lux 20% 광량시 평균 7.1lux의 조도가 측정되었다. 단 기존 가로등의 영향이 있어서 위의 결과가 있었을 것으로 추측된다. 조도는 보행로 도로기준보다(5lux) 높게 나와 광량 20% 조광으로도 충분한 결과가 도출되었다.

조도측정 결과: 도로에 자동차, 자전거, 보행인이 없을시에는 저체광량의 20%만으로 운영하고 움직임 감지시 100%로 상행조광하여 사용자 입장에서는 도로가 항상 밝은 상태이어서 조광에 의한 민원의 소지가 없다.

표 1. 스마트시스템 적용 후 9주간 요일별 평균 에너지 절감율



요일	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일	일요일	평균
절감율	39%	45%	43%	43%	43%	46%	50%	44%

표 2. 스마트시스템 적용후 9주간 요일별 평균 보행로 조도

Pole #	조도측정 100% 밝기		조도측정 20% 밝기	
	15m	직하	15m	직하
Pole 7	13.1	21.5	4.2	7.7
Pole 6	21.6	35.6	5.1	9.2
Pole 5	23.3	39.4	5.1	9.5
Pole 4	22.1	35.1	5.2	9.7
Pole 3	23.5	40.4	5.9	11.4
Pole 2	23.4	39.5	4.9	8.9
Pole 1	22.4	35.1	4.7	8.5

3. 결 론

한국도로조명에 사물인터넷 LED도로조명 적용 예상치 :

- 약 3,000,000등 기준(가로등, 보행등, 공원 등, 자전거도로 포함)
- 평균 도로조명 전력소모, 평균 245W급 하루 10시간 점등기준시
- 약 80% 절감시 3,081,490MWh/년에서 616,300MWh/년으로 소비량 감축(이는 사무실과 학교조명 형광등을 LED조명 4천8백만 등 교체 효과와 같다, 단 32W ->18W 교체기준)

- 연간전기요금은 연간 3천억원으로 절감(kwh = 120원 기준시)
- 이산화탄소 발생량 연간 약 1,553,071톤 감축 (kg CO2/kWh = 0.63)

전기에너지절약과 이산화탄소 배출량 감축뿐만 아니라 경제적인 측면은 이번 사물인터넷 LED가로등 설치분석에 따라 상당한 경제 활성화의 요인이 될 수 있다.

전세계에 설치되어 있는 3억개, 75조원이 넘는 도로조명은 사물인터넷 기술이 국내 LED도로조명산업과 연계된다면 국내 관련 산업활성화뿐만 아니라 스마트도로조명산업이라는 新시장을 개척할 수 있고 아울러 국가적으로 신성장동력원으로 충분한 준비의 가치가 있다고 본다.

따라서 사물인터넷 관련 기술개발과 관련기업에 대한 적극적인 정부의 지원은 지금 시점에서 매우 절실하다.

별첨 : 사물인터넷

〔Internet of Things(IoT), 事物-〕

인터넷을 기반으로 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물 간의 정보를 상호 소통하는 지능형 기술 및 서비스를 말한다.

사물 인터넷(Internet of Things, 약어로 IoT)은 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술을 의미한다. 여기서 사물이란 가전제품, 모바일 장비, 웨어러블 컴퓨터 등 다양한 임베디드 시스템 시스템이 된다. 사물 인터넷에 연결되는 사물들은 자신을 구별할 수 있는 유일한 아이피를 가지고 인터넷으로 연결되어야 하며, 외부 환경으로부터의 데이터 취득을 위해 센서를 내장할 수 있다.모든 사물이 해킹의 대상이 될 수 있어 사물 인터넷의 발달과 보안의 발달은 함께 갈 수밖에 없는 구조이다. 이 용어는 1999년 매사추세츠공과대학(MIT)의 오토아이디센터(Auto-ID Center) 소장 케빈 애시턴(Kevin Ashton)이 향후 RFID(전자태그)와 기타 센서를 일상생활에 사용하는 사물에 탑재한 사물인터넷이 구축될 것이라고 전망하면서 처음 사용한 것으로 알려져 있으며, 이후 시장분석 자료 등에 사용되면서 대중화되었다.

사물인터넷은 기존의 유선통신을 기반으로 한 인터넷이나 모바일 인터넷보다 진화된 단계로 인터넷에 연결된 기기가 사람의 개입없이 상호간에 알아서 정보를 주고 받아 처리한다. 사물이 인간에 의존하지 않고 통신을 주고받는 점에서 기존의 유비쿼터스나 M2M(Machine to Machine : 사물지능통신)과 비

별첨 : 스마트조명시스템 설치 사례 현장사진 :

그림 16. LED가로등 20% 조광시 가로등 광량

그림 17. LED가로등 100% 광속시 가로등 광량

슷하기도 하지만, 통신장비와 사람과의 통신을 주목적으로 하는 M2M의 개념을 인터넷으로 확장하여 사물은 물론이고 현실과 가상세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념으로 진화한 단계라고 할 수 있다.

이를 구현하기 위한 기술 요소로는 유형의 사물과 주위 환경으로부터 정보를 얻는 '센싱 기술', 사물이 인터넷에 연결되도록 지원하는 '유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술', 각종 서비스 분야와 형태에 적합하게 정보를 가공하고 처리하거나 각종 기술을 융합하는 '서비스 인터페이스 기술'이 핵심이며, 대량의 데이터 등 사물 인터넷 구성 요소에 대한 해킹이나 정보유출을 방지하기 위한 '보안 기술'도 필수적이다.

참조 : ECOLANT - IoT and Street Lighting 2015
조달청 - 2014년도 통계자료
Notheast group- global LED and smart street lighting market foreast(2014-2025)
Wikipedia.org 2014

◇ 저 자 소 개 ◇

백영호(白永鎬)
인하대학교 전자공학 졸업. 연세대학교 경영전문대학원 경영학 졸업(석사). 1994~2012년 (주)필립스전자 조명사업부. 2012~2013년 (주)디에스일렉트론 사업본부장 겸 경영개선 컨설턴트. 2013년 8월~현재 (주)에코란트 본부장 조명산업 경영전략, 신기술, 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 광원기술 연구회 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.