

IT융합 스마트조명 기술

김 훈 | 이민욱
강원대학교

요 약

IT융합 스마트조명 기술은 LED 조명기술과 IT기술이 융합된 복합적인 조명시스템의 개발 기술이다.

본고에서는 IT융합 스마트조명의 개념과 목적, 구성에 대하여 기술하고 이를 활용한 일반조명에서의 적용분야에 대하여 알아본다.

1. 서 론

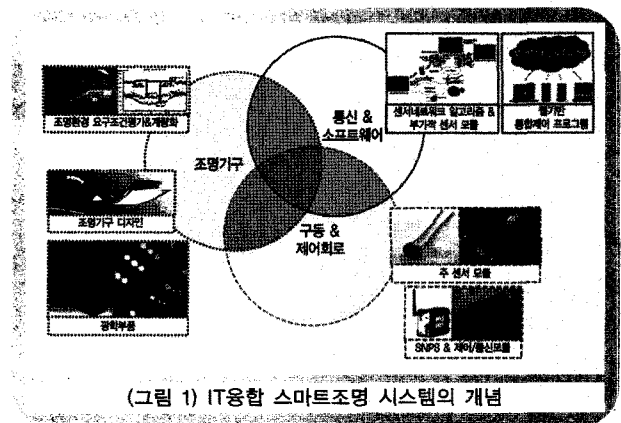
우리는 지금 각종 스마트 기기의 홍수 속에 살고 있다고 해도 과언이 아닐 정도로 일상 생활에서 접하는 많은 기기들이 스마트화 되어가고 있다. 스마트폰(Smart phone), 스마트 TV(Smart TV), 스마트키(Smart Key) 등 많은 기기에 사용되는 '스마트' 라는 단어를 하나의 의미로 한정하여 정의하는 것은 매우 어려운 일이겠지만, 스마트의 본래 사전적 의미인 '똑똑한', '영리한' 에서 유추해보는다면 이러한 스마트 기기들은 사용자의 편의성을 반영한 '지능화된, 영리한 기기' 의 의미로 해석할 수 있을 것이다.

스마트 조명의 의미도 이와 크게 다르지 않다. 일상생활에 필요한 빛을 제공하는 것이 조명이라면, 이전의 조명은 필요한 밝기, On/Off의 제어, 조광과 같은 행위들을 사용자가 스스로 결정하거나 시설되어 있는 조명설비의 초기 설정값을 변경할 수 없어 이를 그대로 사용하는 수동 조명의 개념이었다. 이에 반해 스마트 조명은 능동 조명의 개념이다. 조

명을 필요로 하는 공간에 대한 사용자의 움직임과 환경특성 등을 감지하고 상황 및 이벤트에 적합한 조명을 자동으로 연출하여 조명 고유의 기능뿐만 아니라 다양한 조명환경 및 기능을 조명장치 스스로가 창출해 낼 수 있는 신개념의 조명시스템이다.

스마트조명 시스템의 개발이 본격적으로 이루어진 시기는 LED라는 새로운 광원이 일반조명에 적용되면서 부터이다. LED는 구동전류를 감소시켜 최대광도의 1% 이내 범위까지도 조광이 가능하고, On/Off 동작에 따른 에너지 소모 및 광원수명의 단축이 발생하지 않기 때문에 형광램프, 방전램프 등 조명에 사용되던 기존의 광원에 비해 제어의 측면에서 유리하며, 점등·소등 속도가 매우 빠르다. 또한 광원의 크기가 매우 작기 때문에 조명기구에 대한 디자인적 자유도가 높고, 가스와 필라멘트 등을 사용하지 않으므로 환경오염이 적은 장점도 가지고 있다.

전통적인 조명시스템은 광원과 이를 점등시키기 위한 구동



(그림 1) IT융합 스마트조명 시스템의 개념

장치 이외에 다른 부가적인 장치를 필요로 하지 않지만, 스마트조명 시스템에서는 조명시스템의 구동 이외에도 제어와 통신, 운용을 위한 여러 부가적인 장치가 필요하다. 이를 위해서는 사용자의 동작, 주변 환경 등을 감지할 수 있는 센싱 기술, 이에 따라 광원의 동작을 제어하는 제어기술, 조명시스템의 컨트롤 패널과 같은 제어장치와 각 조명기구간의 통신기술, 소프트웨어 개발 등 IT 기술의 활용이 요구된다.

II. 본 론

1. IT융합 스마트조명의 목적

IT융합 스마트조명은 '환경, 인간의 행동, 감성, 생리, 건축 등의 각종 요소와 조명의 관계에 대한 지식을 바탕으로 LED, IT, 광학, 디자인, 센서, IC 등 다양한 기술을 접목함으로써 감성을 반영하고, 생활의 편리함을 추구하며, TPO(Time, Place, Occasion)를 반영한 에너지 절감이 가능하도록 구성한 조명시스템'으로 정의할 수 있다. 이러한 스마트조명의 목적은 다음과 같이 구분된다.

- (1) Smart for Human Sensibility
- (2) Smart for User Convenience
- (3) Smart for Energy Saving

첫 번째로 'Smart for Human Sensibility'는 사람의 감성을 위한 조명으로 거주자의 환경과 인간의 감성을 반영하여 최적의 환경을 제공하기 위한 목적을 갖는다. 사용자의 선호도 및 심리상태를 반영하여 조명이 변화하거나 자연광과 어울려 색온도와 조도가 바뀌는 조명, 동식물의 생태에 미치는 영향을 최소화하고 주변 분위기와 잘 어울리는 조명 등이 이에 해당된다.

두 번째로 'Smart for User Convenience'는 사용자의 편리



(그림 2) 스마트조명 시스템의 이용자 패턴별 조명제어

성을 위한 조명이다. 사용자의 위치 및 동작에 반응하는 조명시스템, 광학성능의 개선으로 시각능력이 향상되는 조명시스템, 모바일 기기를 이용하여 감시 및 제어의 편리성도 도모한 조명시스템 등이 있다.

세 번째로 'Smart for Energy Saving'은 에너지 사용량 절감을 위한 조명이다. 스마트조명 시스템에서는 기존 조명방식과는 전혀 다른 방식의 에너지 절감이 기대된다. 즉, 단순히 제품을 고효율화 하는 것만이 아니고 환경의 변화, 사용자의 존재 여부, 행동의 변화 등을 감지하고 그에 따라 최적의 조명환경을 찾아내며, 불필요한 조명은 조광하거나 소등하는 능동적 시스템을 구성하는 것이다. 이는 재실자의 유무에 따라 반응하여 사람이 없는 공간은 자동으로 소등하거나 시간의 설정에 따라 사람이 없는 시간대에 자동으로 소등되는 형태의 단순 형태의 On/Off 제어뿐만 아니라, 활동에 따른 공간 내 조도조절(가정의 경우 TV시청, 독서, 식사, 대화 시에 각기 다른 조도 적용), 채광량과 조명기구 위치에 따른 차등 조명 등 정밀한 제어 형태를 포함한다. 또한, 초기조도 제어에 의한 에너지 절감과 광량의 제어 이외에도 조명기구 자체의 최적배광 구현과 고효율 구동회로 개발을 통한 개별 조명기구의 에너지 사용량 절감이 가능하다.

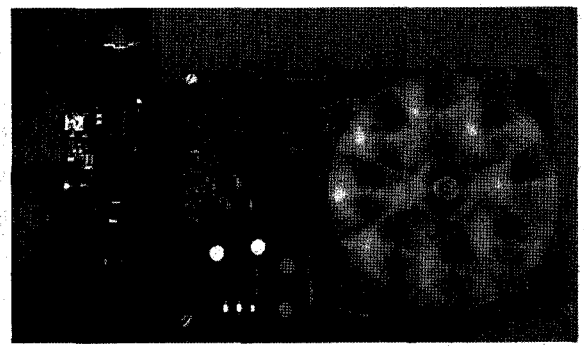
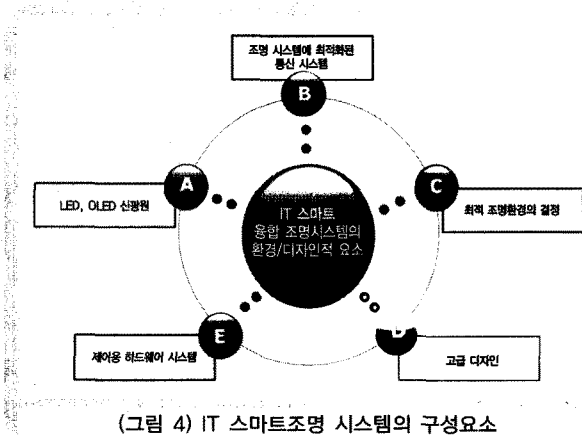


(그림 3) 스마트조명 시스템의 채광량에 따른 제어

2. IT융합 스마트조명의 구성

IT융합 스마트조명 시스템은 LED라는 새로운 광원을 적용한 조명기구, 그리고 이를 제어하는 하드웨어 시스템, 조명시스템에 적용할 수 있는 통신시스템이라는 기술적 요소들과 함께 최적의 조명환경이 무엇인지를 알아내고, 고급 디자인을 추가함으로써 구매자의 욕구를 불러일으키는 환경 및 디자인적 요소가 동시에 요구된다.

조명기구의 개발 기술은 스마트조명에 특화된 LED 조명기구를 개발하는 것이다. 전통조명방식에 적용되는 조명기구



(그림 5) 통신장치가 포함된 스마트조명 모듈(보스턴 대학)[2]

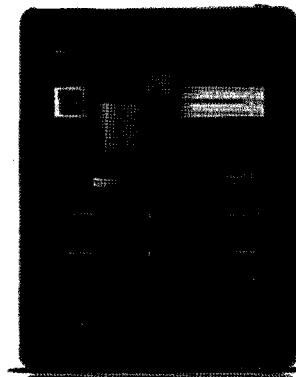
는 램프와 반사판, 프리즘 등의 광학부품, 구동장치(주로 안정기), 조명기구 외함의 단순한 구조로 구성되지만, LED 스마트조명기구는 LED 패키지와 PCB, 방열장치의 광원부와 광학부품(렌즈, 반사판, 프리즘), 내부의 통신/제어회로, 구동장치, 조명기구 외함의 복잡한 구성을 갖는다. 광원부의 설계는 광량 및 제어특성이 조명기구의 용도에 적합한 LED의 선정이 포함된다. 광학부품은 조명기구의 배광제어를 위한 것으로 배광은 빛의 분포를 의미한다. LED는 기본적으로 배광이 좁으며, 그대로 조명기구에 적용할 경우 빛이 조명기구 바로 아랫부분에 집중되거나 사용자에게 눈부심을 발생시킬 수 있기 때문에 배광제어가 반드시 필요하다. 배광의 달성이 비교적 쉬운 실내조명에서는 눈부심을 방지하고자 조명기구의 발광부에 확산판을 부착하여 광학부품을 대신하기도 하지만, 가로등, 터널등과 같이 기능적 요소가 중요한 조명기구는 조명용도에 맞게 정밀하게 설계된 광학부품이 사용된다. 또한, 스마트조명 시스템에서는 공간 전체에 대한 전반조명과 특정영역에 대한 국부조명이 혼용되어 사용되므로 이에 대한 배광제어도 광학부품의 설계 시에 고려된다.

구동장치와 외함을 제외한 나머지 요소들을 일체화시켜 LED 모듈의 형태로 구성할 수도 있다. 조명기구 외함은 LED라는 소형의 광원을 사용함에 따라 어느 정도는 디자인적인 자유도를 갖지만, 내부의 광원 모듈과 통신/제어회로, 구동장치 탑재여부, 방열구조 등을 감안하여 설계가 이루어진다.

제어 및 통신장치는 LED 구동을 위한 회로와 동작, 밝기

등을 감지하는 센싱회로, 조명기구와 중앙제어장치 또는 제어단말기의 통신회로, 전원부로 구성된다. 구동 및 제어, 통신을 위한 회로의 구성은 전체 조명시스템의 성능과 효율에 관련된 핵심 요소기술이며, 조명기구 및 제어장치의 디자인과도 밀접한 관련이 있기 때문에, SoC 및 IC 개발 기술을 통한 성능 향상, 소형화, 집적화가 고려된다.

제어단말기에는 조명기구와의 통신장치와 제어용 소프트웨어가 탑재되며 WiFi 통신방식을 적용할 경우 제어용 소프트웨어를 스마트폰의 애플리케이션으로 구현하는 것도 가능하다. 사용자는 GUI 기반 소프트웨어를 통하여 직접 색온도, 광량 등을 제어하거나 시스템에 설정된 데이터에 따라서 조명환경을 설정할 수 있다.

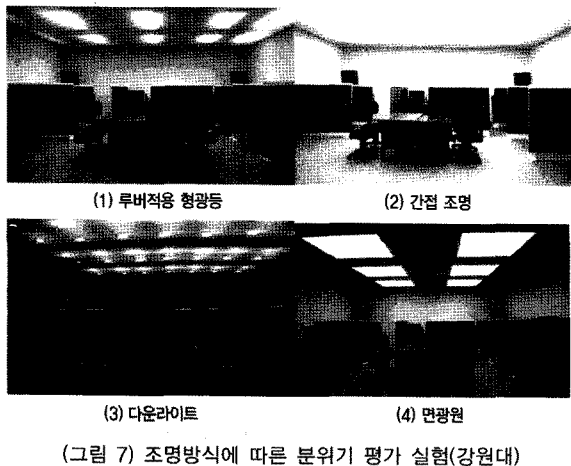


(그림 6) iPad 앱을 사용한 조명제어 시스템(리폼)[3]

제어단말기는 사용자의 감성과 TPO에 따라서 설정된 조명시나리오에 따라 개별 조명기구의 On/Off, 조도, 색온도

제어를 수행하게 된다. 또한, 소프트웨어를 통한 제어 이외에도 네트워크에 연결된 LED 조명기구에 대한 원격제어/모니터링, 오류감시 등을 통한 조명시스템 통합관리의 역할을 수행하여 유지보수 비용의 절감 및 지속적인 조명품질의 유지, 효율증대에 기여할 수 있다.

조명환경에 대한 설계 및 평가는 조명시스템의 제어 수준을 결정하기 위한 것으로 제어를 위한 조명시나리오를 만들어내는 것이다. 개별 조명기구 또는 조명시스템의 다양한 제어를 위해서는 조명용도와 공간에 적합한 조명환경이 무엇인지, 각 조명환경에 대하여 사용자가 느끼는 심리·생리적 영향이 어떠한지를 파악하는 것이 필요하다. 예를 들면, 조명 사용자가 책상에 앉아서 책을 볼 때 책상의 밝기는 어느 정도가 되어야 하며, 이 때에 사용자가 선호하는 광원의 색온도, 조명방식, 배광패턴 등이 무엇인지를 결정하는 것이다.



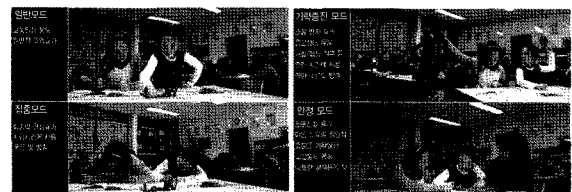
각 조명상황에 대한 실험과 연구를 통하여 생성된 조명시나리오들은 제어단말기에 반영되어 시나리오에 설정된 수준대로 조명제어가 이루어진다.

3. IT융합 스마트조명의 적용분야

IT융합 스마트조명 시스템은 일반조명이 적용되는 거의 모든 분야에 응용이 가능하다. 주거공간, 사무공간, 교육공간 등의 실내조명과 도로조명, 터널조명 등의 실외조명은 모두 동일한 조명시스템으로 구성된다. 하지만 사용되는 조

명기구의 종류, 요구되는 조명시나리오, 제어 및 운용방식은 조명분야에 따라 달라질 수 있다.

주거공간용 조명은 소수의 사용자를 위한 편리성 추구하고 에너지 절감 등이 조명제어의 주목적이 된다. 사용자의 심리·생리적 특성 분석은 색온도의 선호도 및 글레어 평가에 대하여 수행되며, 공부, 식사, 휴식 모드 등 사용패턴에 따른 적정 조도와 공간특성에 따른 조명방식이 결정된다. 사무공간을 비롯한 일반적인 실내공간에 대한 스마트조명 시스템은 이 범주를 크게 벗어나지 않는다. 다만, 교육시설, 생산시설과 같이 특수한 사용자와 시설에 대한 조명시스템에서는 학습능력 또는 작업능률의 향상을 위한 별도의 조명제어 및 조명연출을 시스템에 포함시킬 수 있다. 교육시설에서는 집중력이 요구되는 경우와 주의를 환기시킬 필요가 있는 경우 등에 대하여 조명의 색온도, 조도 등을 다르게 적용하여 조명연출로 인해 분위기가 전환되도록 유도할 수 있다. 생산시설에서는 자연광의 패턴과 유사한 색온도의 조명을 공급하고 시간에 따른 변화도 일치시켜 쾌적적인 공간에서도 신체의 바이오리듬이 일정하게 유지될 수 있도록 연출하는 것도 가능하다. 이를 위해서는 조명환경 설계 및 평가 단계에서 학습능력, 생산성 등과 조명연출과의 상관관계에 대한 충분한 사전 검토 및 연구가 이루어져야 한다.



도로, 터널조명은 이용자의 안전성이 우선적으로 확보되어야 하기 때문에 제어와 운용의 범위가 다른 조명에 비해서 제한적이 될 수밖에 없다. 무엇보다도 안전성과 기능성, 신뢰성이 확보될 수 있도록 하는 조명기구의 설계가 우선시되며, 제어 및 통신장치의 결합을 통해 시간대, 차량 통행량 등에 따른 단계별 조광제어와 같은 운용방식을 적용할 수 있다.

III. 결 론

IT융합 스마트조명 시스템은 다양한 사용자의 감성과 요구사항, 사용환경을 만족시킬 수 있는 사용자 중심의 고품질 조명시스템이다.

기존 조명과는 달리 조명분야 이외에도 IT기술 등 다양한 기술의 개발이 복합적으로 요구되며, 개별 제품이 아닌 시스템 위주의 개발을 위한 구성요소간의 유기적인 협력체계가 필요하다. 또한 제어 시나리오의 개발을 위한 조명환경 설계 및 평가 또한 필수적이다.

현재 IT융합 스마트조명 연구센터에서는 조명과 IT기술을 융합한 스마트조명 시스템의 개발과 고급 기술인력 양성을 목표로 연구개발을 수행중이다. 이를 위하여 조명기구팀, 구동/제어회로 팀, 통신/소프트웨어 팀 등 3개 팀에 4개 대학 8개 연구실의 교수 8명, 대학원생 49명, 공동 기술개발을 수행하는 13개 기업체의 연구원 14명 등으로 구성된 연구진이 유기적인 협력체계를 구축하여 실내의 조명에 적용되는 7종의 조명시스템과 각 조명상황을 분석하여 최적의 조명환경을 구현할 수 있는 조명환경 시나리오를 개발하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 박두일 외, "IT융합기술을 활용한 LED 지능제어 네트워크", 한국조명·전기설비학회, 조명·전기설비, 제23권 제4호, 2009.8, pp12~17
- [2] Jimmy C.Chau, "IP-Enabled LED Lighting Supporting Indoor Mobile and Wireless Communications", Mobisys2010, 2010.6
- [3] <http://www.recom-international.com>
- [4] <http://www.lighting.philips.com>

약 령



김 훈

1981년 서울대학교 전기공학 학사
 1983년 서울대학교 전기공학 석사
 1988년 서울대학교 전기공학 박사
 1993년 ~ 1994년 Australian National University 방문교수
 1988년 ~ 현재 강원대학교 IT대학 전기전자공학부 교수
 2010년 ~ 현재 IT융합 스마트조명 연구센터 센터장
 관심분야: 스마트조명, 조명환경, 광학설계



이 민 옥

2007년 강원대학교 전기전자공학과 학사
 2009년 강원대학교 전기전자공학과 석사
 2009년 ~ 현재 강원대학교 전기전자공학과 박사과정
 관심분야: IT융합 스마트조명

