

# LED스마트 조명시스템과 플랫폼전략

정강화 (건국대학교 디자인학부 교수/ (사)한국조명디자이너협회 회장/ 건국대학교 실용실용산업벤처기업 (주)프로젝트컨설팅케이 대표)

## 1 전기조명에서 전자조명 시대로!

1900년 파리 만국박람회는 '전기의 20세기(The Electric Age)'를 상징하는 제국주의 제전으로, 1851년 런던만박 때의 수정궁, 1889년 파리만박 때의 에펠탑과 같은 기념비적인 건물은 없었지만 '전기관(Electric Pavilion)'이 조금 다른 의미로 주위의 다른 모든 것을 압도하며 중심적 존재로 부각되었다. 낮에는 절충주의 양식 때문에 크립과자라고 혹평을 받았지만, 밤에는 오히려 건물에 장식된 전구를 컨트롤하여 특정한 선이나 도형, 문자, 면이나 색채구성을 하는 등 동화 속에 나오는 거대한 마법의 성으로 변하였다. 빛의 연출로 금요일 밤마다 행해진 전기관의 빛의 콘서트가 대성황을 이루어 20세기의 희망을 피부로 느끼게 해 주었다. 사람들은 전기조명으로 단지 공간을 밝게 할 수 있다는 차원을 넘어서서 빛을 가지고 무엇인가 표현할 수 있다는 새로운 가능성을 보았다는 점에서 역사적인 사건이었다.

이후 전기조명은 20세기의 가장 주목받는 테크놀로지인 전기의 즉물적 상징으로 자리하였으며, 성장과 발전의 이미지로 표현되었다. 스위치 하나로 대량의 빛을 만들어 새로운 조명기술들, 즉 다양한 종류의 램프, 조명기구, 조명수법 등이 속속 나타났고, 조명으로 상징화된 전기도시(Electro-Polis), 전기건물(Electro-Architecture)의 출현은 인류의 변명을

약속하는 유토피아적 환상을 대변하는 것으로 받아들여졌다. 조명과 관련된 인공광원기술, 빛을 컨트롤하는 광학기술, 전기기술 등이 눈부시게 발전을 거듭하면서 거의 100년 동안 인류는 전과는 상상도 하기 어려운 새로운 밤의 문화를 만들어 내게 되었다.

특히 최근의 10~20여 년간 건축조명의 성과들을 조망해 볼 때, 빛을 장식의 차원에서 이용하던 것에서 나아가 새로운 건축적 표현양식의 중심에 두고 있는 것을 느낄 수 있다. 다시 말해 건축설계에 있어서 자연광과 인공조명 모두 아주 중요한 요소라는 점은 두 말할 나위가 없지만, 인공조명은 자연광을 보조하던 것에서 나아가 오히려 주역이 되는 상황으로 반전되고 있는 것이다.

이는 발광다이오드(LED), 플라즈마 디스플레이(PDP), 액정 디스플레이(LCD) 등의 전자소재들이 새로운 광원으로 등장하면서 '전기조명' 시대에서 '전자조명' 시대로 이행하는 새롭고 충격적인 경계선상에 접어들고 있다는 점을 말해준다. 이것이 바로 미래의 건축조명을 예견하는데 가장 주목해야 할 전자조명(Digital Lighting)의 패러다임이다. 전기조명에 디지털기술이 적용되면서 건축 공간, 시간, 소재 등 모든 면에서 영향을 주고 있으며, 새로운 건축 컨셉을 만들어 내고 있다. 전기조명이 디지털 기술과 융합되면서 기술적 발전 속도가 가속화 되는 양상으로 전개되고 있고, 빛은 보다 더 공간의 일부가 되어가고 있

다. 건축 재료와 가구 등이 조명소재와 결합하고 영상 미디어가 공간연출 요소로 가세하는 등 새로운 소재와 조명방법들이 아주 빠른 속도로 나타나고 있으며, 전자기술의 발달로 빛의 컨트롤이 과거와는 다른 논리(Logic)로 움직이고 있다.

## 2. LED, 전자조명의 특성 : 아날로그에서 디지털로

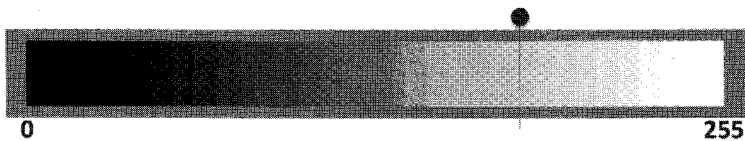
LED(Light Emitting Diode)는 다이오드(Diode)의 일종으로 전자부품(Electronic Parts)이다. 이 전자부품이라는 특성이 과거 전기조명의 특성과 구분짓는 매우 중요한 요소다. 전기조명은 아날로그의 기술적 특성이 강하며, 전자조명은 '디지털의 기술적 특성'이 강하다. 그렇다면 '디지털의 기술적 특성'이란 무엇일까?

전기시대의 조명기구들은 잘 설계된 반사판을 부착하여 빛을 조절하는 것이었지만, 전자시대에는 전혀 새로운 개념이 나타나고 있다. 최근의 조명기술에서도

LED를 사용한 전자조명의 다양한 이점이 보여지고 있는데, 예를들면 광학기술에 있어서도 많은 진보를 이루고 있다. LED는 하나의 작은 광원이지만, 광원을 컨트롤하는 광학렌즈를 개별적으로 부착하여 빛을 컨트롤하게 된다. 빛을 모으는 렌즈의 광학기술이 핵심인데 현재 2도(degree)까지 모을 수 있는 렌즈까지도 개발되었다. 이것은 광원의 집광손실을 거의 없애면서도, 원하는 작업면에 정확히 빛을 보낼 수 있는 기술의 발전을 의미하는 것이다.

여기에 빛을 256단계로 밝기조절이 가능한 전자제어 기술이 가미되어 다양한 빛의 표현을 가능케 하고 있다. 전자조명의 가장 큰 특징은 여기에 있다. LED는 수치로 제어되는 기술로, 수치적인 제어의 프로세스가 부가되면서 다양한 장점이 만들어진다. 즉, 디지털로 제어되는 기술인 것이다. 그림1에서 보여지는 것처럼 단색LED의 제어는 수치를 전달하여 밝기제어를 통해 이루어지며, RGB 3색 LED의 경우 각각의 LED를 n개의 단계로 분할 적용한 후 색상믹스를 통해 정해진 목표값에 도달하게 된다.

### 256 Scale Digital Dimming : Accuracy & Speedy



### 256 Scale Digital Color Mixing

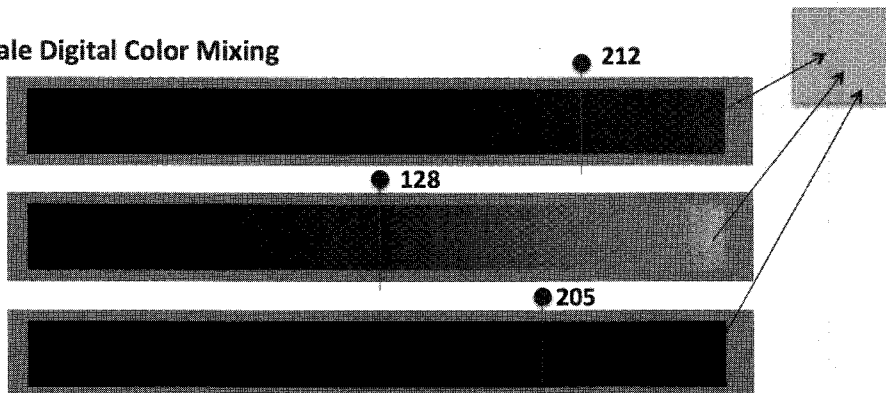


그림 1. 수치개념을 통해 밝기제어와 색상제어가 가능

특집 : LED 조명 응용 기술

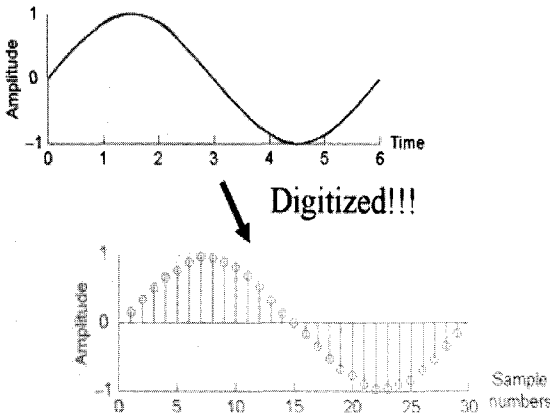


그림 2. 아날로그 디지털 변환개념도  
(ADC : Analog Digital Conversion)

아날로그(Analog)는 주어진 전자기적 교류 주파수의 매체 파장에, 시시각각으로 변하는 주파수나 진폭 신호를 추가함으로써 수행되는 전자적 정보전송과 관련된 기술이다. 또한 아날로그는 전류, 전압 등과 같이, 연속적으로 변화하는 물리량을 이용하여 어떤 값을 표현하거나 측정하는 것을 의미하기도 한다. 따라서 아날로그는 보통 일련의 사인(sine)곡선으로 표현되는 경우가 많다. 이 용어는 원래 매체파의 변조가

소리 그 자체의 변동과 “유사하다(analogous)”는 말에서 기인되었다. 이런 특성 때문에 전기조명은 아날로그적인 특성이 강하다고 말할 수 있다.

반면 디지털(Digital)은 아날로그의 반대되는 개념으로 자료를 연속적인 실수가 아닌, 특정한 최소 단위를 갖는 이산적인 수치를 이용하여 처리하는 방법을 말한다. 디지털(digital)이라는 용어는 손가락을 뜻하는 라틴어 낱말 digit에서 나온 것으로, 숫자를 세는 데 쓰인다. LED와 같은 전자부품을 기반으로 하는 조명이 디지털조명기술이라 할 수 있다.

### 3. 전자조명의 상호작용성(Interaction), 스마트 기술의 융합

LED를 사용한 전자조명 시스템은 기존의 전기조명 시스템과는 확연히 다르다. 때문에, 새로운 발상의 전환이 필요하다. 그림 3은 필자 및 정연문이작성한 LED조명 시스템의 새로운 패러다임을 구상한 것이다. 전제는 사람과 같은 똑똑한 조명시스템인데, 생각하는 뇌(MCU)를 가지고 있고 외부를 보는 눈

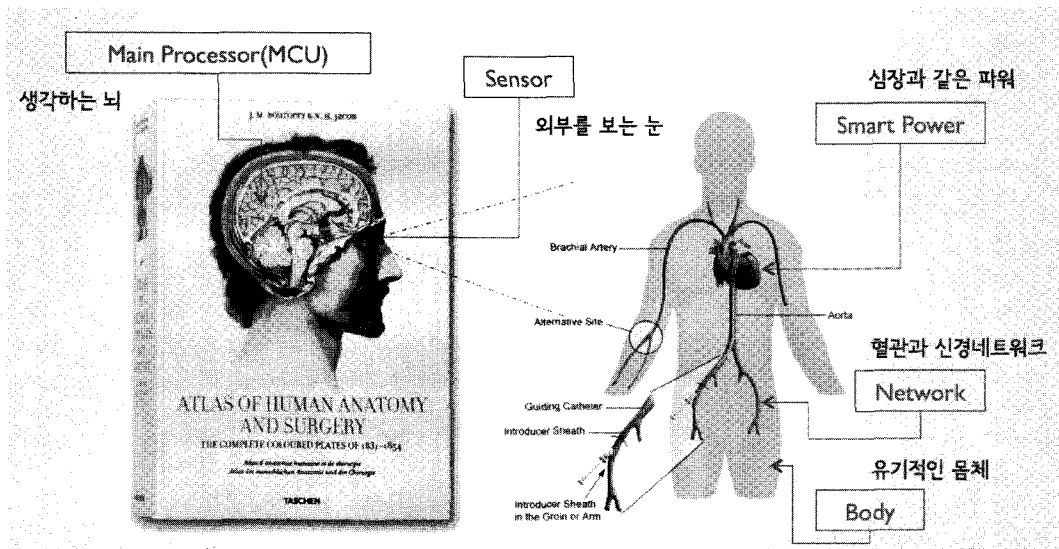


그림 3. ddd바람직한 LED 디지털조명의 도식

(Sensor)이 있으며, 사람의 심장과 같이 유기적으로 작동하는 파워(Smart Power), 신경과 혈관으로 연결된 통신망(Network) 등의 개념이 복합된 것이다.

그림 3에 나타난 개념을 가지고 LED 조명에 적용하면 스마트한 조명시스템이 완성된다고 가정한다. 지금까지 세계시장에서 LED를 사용한 조명기술에 있어서, 모든 디지털조명 기술은 결국 이런 인간형 시스템으로 귀결될 것이다라는 것이 필자의 생각이다.

노버트 위너(Norbert Wiener, 1894~1964)는 사이버네틱스 이론을 통하여 '기계와 인간의 공존'이라는 생태학의 범주를 모색하였다. 모든 동물들은 '피드백'으로부터 환경을 이해하고 모든 것을 배워나가고 있으며, 이 '피드백 컨트롤의 개념'이 전자회로의 융통성과 결합할 때 그것은 그 누구나 사용할 수 있는 도구가 된다고 하였는데, 디지털 조명분야도 마찬가지인 것이다. 그는 세계를 거대한 '피드백 메커니즘'으로 보았으며, 그 시스템은 피드백 루프(feedback loop) 안에서 그들의 범주를 어떻게 창조하고 재창조하는지에 대한 연구하였는데, 기계의 조정 시스템 안에서 피드백 커뮤니케이션으로 정보가 조정되는 과정을 통해 서로에게 적응되며 이해가 되면서 인간과 기계 사이에 새로운 범주가 만들어 진다는 것을 주장하였다.

고든 패스크(Gordon Pask, 1928-1996)는 위너의 사이버네틱스 이론을 '상호작용(Interaction)'에 관한 아이디어로 발전시켰다. 사이버네틱션으로 유명한 고든 패스크는 그의 저서 'The Architectural Relevance of Cybernetics: artificial machine and natural ecologies in natural system (1969)'을 통해 '대화 이론(Conversation Theory)'을 소개하였는데, 이는 인간과 환경과 기계 또는 장치 사이에 파장이나 울림 등이 일련의 명령을 따라 반복되며 유희하면서 서로의 모델이 되어 수궁하며, 배워 가게 됨에 따라 사이버네틱션이라는 인간형이 만들어진다는 것이다. 이와 같은 흐름을 인터랙션

(interaction)이라 하는데, 인간과 기계, 장치와 환경 사이에서 정보의 흐름이 여러 번 반복적인 훈련 과정을 거치게 하면서, 피드백(feedback), 차용(adoption), 배움(learning)이 일어나게 되어 자아형성(self-organization)일어나게 된다는 것이다.

결국 디지털조명의 핵심은 이러한 인터랙션 공간에 빛을 통하여 인간과 기계, 공간의 조화를 이루게 하는 것이라 말할 수 있기 때문에, 그림 3은 매우 유용한 패러다임 다이어그램이 된다고 믿는다. 특히 센서를 통해 외부의 세계를 인식하고 그 정보를 아날로그 디지털 변환과정(A-D Converting)을 거쳐 데이터화 하는 프로세스와, 다시 이 정보에 의해 디지털조명을 제어하는 프로세스 전체에 커다란 특징을 가진다. 다시말해 이 시스템은 빛과 관련된 아날로그 데이터를 디지털로 변환하여 수치적인 제어를 가능케 하는 시스템이다.

#### 4. 외부 세상을 보는 눈(Eye), 위도기반 스마트 센서

LED를 사용하는 디지털 조명에 있어서 중요한 점은 과연 어떤 정보를 기초로 조명을 제어할것인가하는 점이다. 수치에 의해 움직이는 디지털조명은 어떤 명령을 주는가에 따라 확연히 구별되는 결과를 만든다. LED조명의 기본 목적은 밝기의 장애를 극복하는 것인데, 그렇다면 초기의 데이터는 공간의 밝기를 감지하는 부분에 있다고 할 수 있다.

문제는 지금까지 사용되어 온 조명대상 공간의 밝기 인식에는 조도센서가 사용되어왔다는 것이다. 조도센서에는 CdS센서가 주로 사용되어왔는데, 센서에 빛이 반응하면 저항값이 감소하는 광도전효과(photo conductive effect)를 이용한 것이다. 이 센서는 센서측으로 들어오는 빛의 세기를 아날로그 디지털 변환하여 조명의 밝기를 제어하는 방식으로 조도기반센서라 말할 수 있다. 인간의 눈은 물체의 밝기

를 인식하고 있으며, 조도센서와는 달리 휘도기반의 메커니즘을 가지고 있다.

지금까지 휘도기반의 조명 시스템 구축은 비용이나 복잡성 면에서 사실상 불가능한 부분이었다. 하지만 LED와 같은 디지털 디바이스를 사용하는 전자조명에서는 가장 강력한 위력을 발휘할 수 있는 핵심요소로 사용되어야 한다. 센서가 감지한 데이터가 중요한 것이 아니라, 인간이 감지하고 느끼는 빛의 환경이 보다 중요한 것이며, 여기서 얻어진 참가치 데이터를 기반으로 인공조명환경이 구현되어야 한다.

CIS(Cmos Image Sensor)는 현재 가장 강력한 휘도기반 센서 기술이다. 조명대상면을 이미지로 휘도분석한 후, 아날로그 디지털 변환을 거쳐 정확한 조명데이터를 생성한다. 이는 기존의 조도기반 센서에

비해 작업면을 인간의 시각상태와 동일한 상태로 변환가능하고, 나아가 움직임의 데이터를 분석하여 인간의 유무 혹은 화재감지 등에 폭넓게 활용 가능한 데이터를 생성한다.

이 휘도기반 센서는 LED조명 모듈과 연동하여 작업면을 n개의 구역으로 나누어 해당 대상면 혹은 물체의 밝기를 파악한 후, 그에 적합한 밝기값으로 대상면을 조사 가능해 진다. 이에 인간의 최적 시각환경을 보장함은 물론, 세밀한 물체의 움직임까지도 추적하여 조사 가능한 트래킹 조명방식이 가능하다. 또한 향후 전력선통신(PLC) 기능이 부가되어 초소형화 되면 각각의 조명기구에 간단하게 적용 가능한 시스템이 될 수 있다.

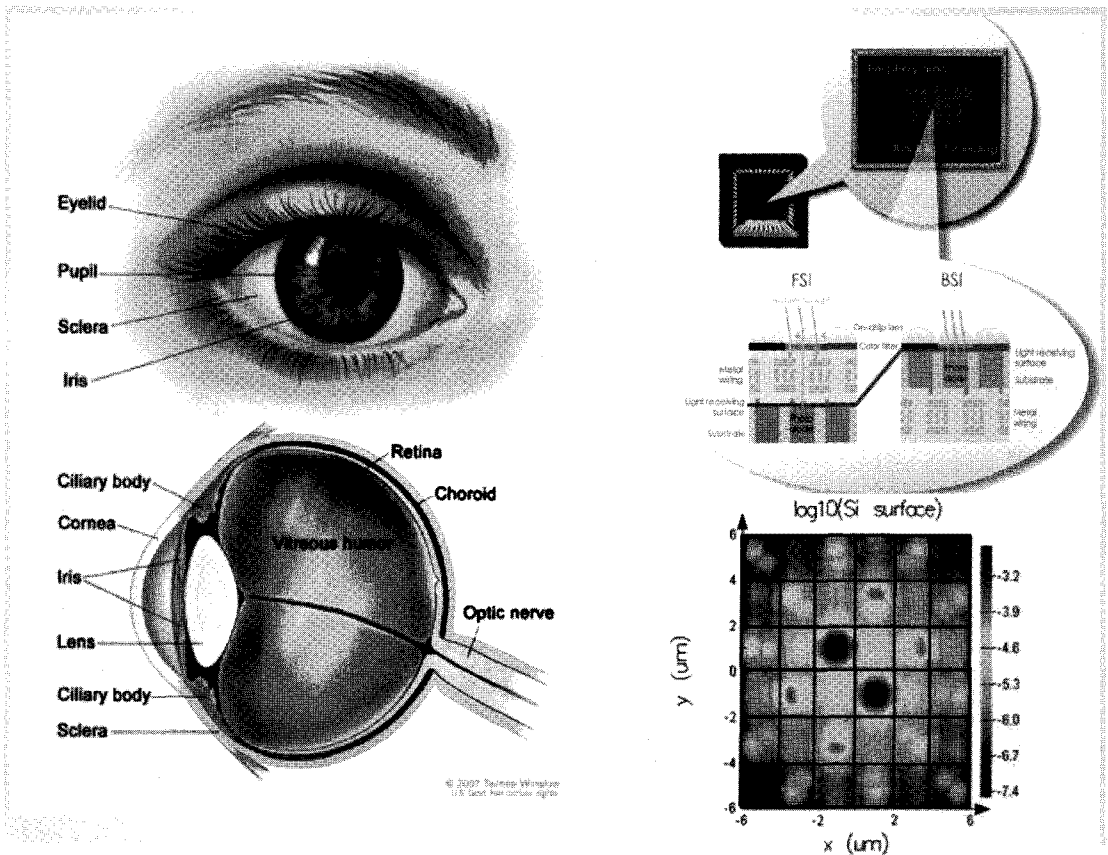


그림 4. 인간의 눈과 CIS센서와의 비교

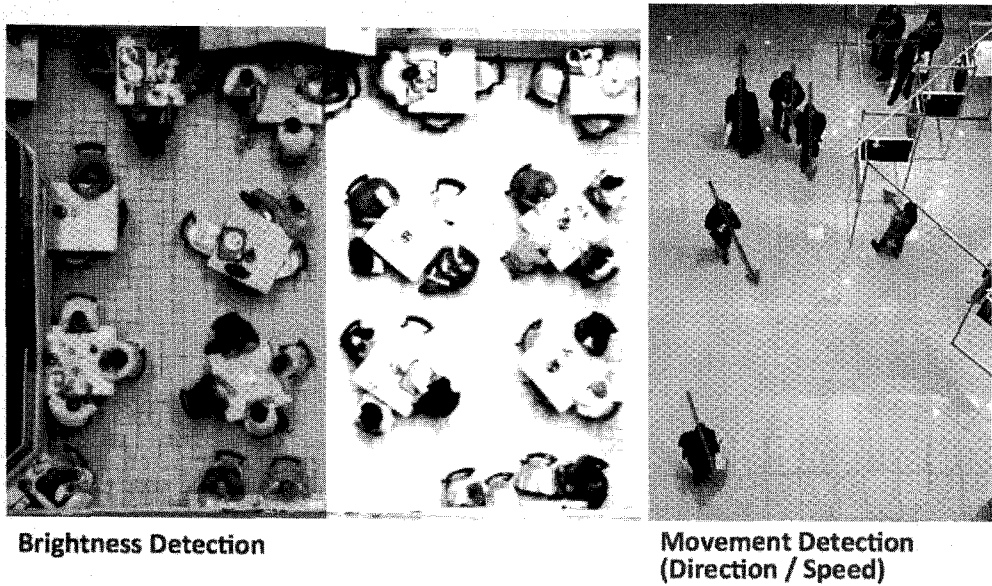


그림 5. 밝기와 움직임의 인식 가능함

## 5. 스마트그리드 기반의 조명환경

LED가 사용되는 이러한 전자조명 시스템은 결국 전기를 사용하기 때문에, 특히 아직까지는 교류기반의 전력선 위에 존재할 수 밖에 없기 때문에 어떤 환

경을 전제로 개발되어야 하는가 하는 문제는 커다란 의미를 가진다. 하나하나의 LED조명기구 및 시스템은 어떤 방향으로 개발되어도 무방하지만, 시스템의 통합과 미래지향적 관점에서 본다면 이점은 대단히 중요한 의미를 가진다.

스마트그리드(Smart Grid)의 개념은 조명환경을 구성하는데 있어 가장 강력한 영향력을 행사할 것으

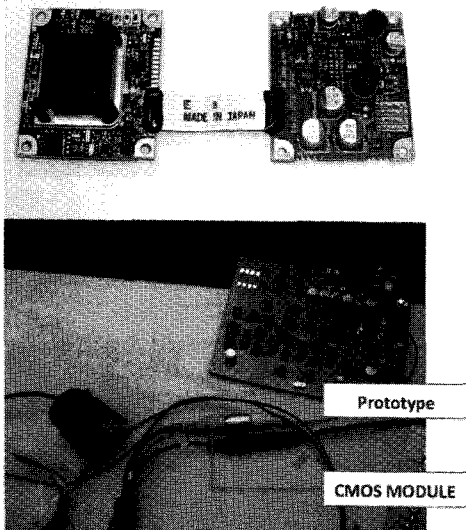


그림 6. 휘도기반 센서모듈 프로토타입

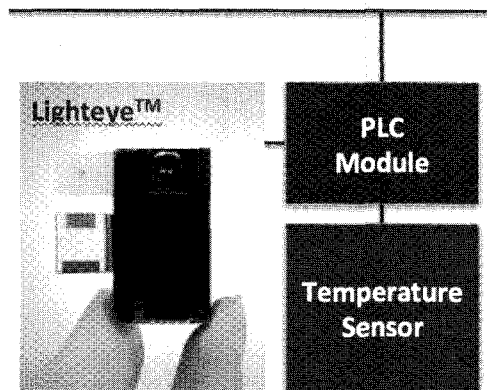


그림 7. 휘도기반 센서모듈(PLC통신기능 부가형) 예시

## 특집: LED 조명 응용 기술

로 보인다. 스마트그리드란 전력선 기반에 IT통신기술을 접목하여 새로운 부가가치를 창출하려는 시도다. 오바마 대통령의 선거공약으로 유명해졌으며, 세계각국이 관련 기술 개발에 심혈을 기울이고 있다. 디지털조명과 관계도 결국 이런 문제 안에서 같이 고민해야한다고 생각한다.

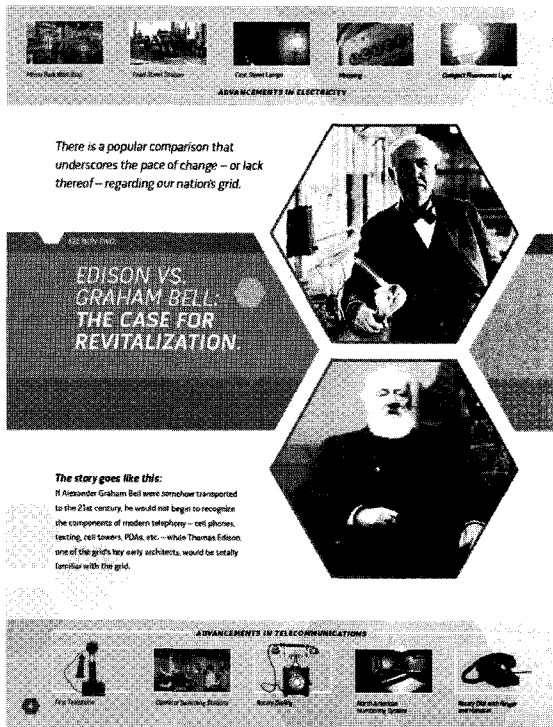


그림 8. 스마트그리드의 개념을 조명과 전력선망의 결합으로 설명하고 있는 미국 스마트그리드 협회 다 이어그램 [www.energy.gov](http://www.energy.gov)

전력선통신(Powerline Communication) 기술은 조명 콘트롤 방식 가운데 가장 합리적 대안이 될 수 있다. 이 기술은 오래전에 이미 확립된 기술이며, 가격경쟁력과 안정성 면에서 다른 대안기술과 차별성을 가진다. DMX512 혹은 DALI 등은 설치비용 및 유지관리, 공사기간 등에서 PLC기술에 미치지 못하는 것이 현실이다. 그럼에도 불구하고 무선

(Wireless)통신기술은 전력선 통신을 보완하면서 LED조명을 콘트롤 하는 시스템에 반드시 필요한 기술이다.

현재 전구형LED조명램프는 기존의 소켓을 이용하면서 에너지를 절감하는 손쉬운 교체시장을 노리고 개발되고 있는데, 여기에는 필립스(Philips) 혹은 오슬람(Osram), 지이라이팅(GE lighting) 등 세계시장을 주도해 온 조명메이커들의 헤게모니가 여전히 존재한다. 기존의 전기조명 소켓은 그들이 모두 주도적으로 구축한 것이 사실이며, 그들은 그들의 자산인 소켓이 여전히 위력을 발휘할 수 있도록 LED조명 표준을 선도하려고 하기 때문이다.

한편 전기조명은 “소켓(Socket)”시스템으로 발전해 왔다. 에디슨소켓(Edison Base)이나 형광램프, 기타 할로겐램프 등의 소켓은 전기조명 시스템을 구성하는 기술기반이라 할 수 있다.

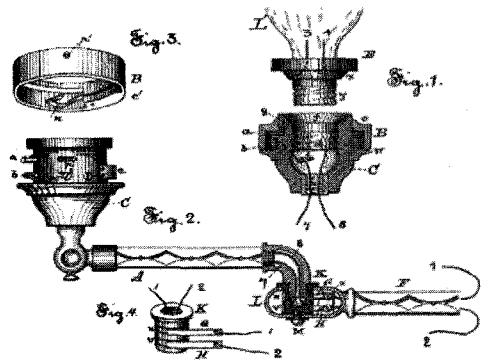


그림 9. 에디슨이 디자인한 스crew 방식의 소켓을 가진 새로운 조명시스템 특허도면. 전통적인 가스조명에서 영향을 받음.

## 6. 새로운 플랫폼의 필요성, 소켓을 넘어선 전쟁

LED조명이 지금까지 주류를 이루어 온 “전기



(Electric)조명과 가장 다른 점은 “전자회로 (Electronic Circuit)”위에서 작동한다는 부분에 있다고 말할 수 있다. 물론, 형광램프나 방전램프 등에도 전자안정기 등이 사용되어왔기 때문에, 전자회로적인 부분이 없다고는 할 수 없지만, 램프를 구동시키는 보조적 역할에 그친 경우가 대부분이었다.

이 전자회로 “위(On Board)”에 있다는 특성은 매우 중요한 점이다. 이것은 전자회로의 구성에 있어 인쇄회로기판(PCB : Printed Circuit Board)위에 LED를 포함한 전자부품이 놓여진다는 것을 의미한다. 따라서 인쇄회로기판이라고 하는 “환경 (Environment)”에 지배를 받게 된다. 인쇄회로기판 시스템은 전자회로를 구현하는데 있어 가장 합리적이고 경제적인 시스템으로 발전해 왔다. 저렴하고 빠르며 높은 생산성을 유지해 온 것이 그것이며, 이는 대량생산에 기반한 강력한 경쟁력을 만들어 왔다.

플랫폼(Platform)은 하나의 기반이다. 열차의 선로를 이야기 할 때 플랫폼을 이야기하는데, 이는 차량이 그 선로위를 달리게 하는 기초이기 때문이며, 정당이나 석유시추시설, 그밖에 윈도우나 매킨토시 등의 시스템, 하드웨어와 소프트웨어를 포괄하는 개념으로 사용되고 있다. 플랫폼은 때문에 시스템적인 성격이 강한 LED조명 산업에 매우 중요한 의미를 가진다 말할 수 있다. 어떤 플랫폼 전략을 가지는가에 따라 그 나라 혹은 그 회사의 경쟁력이 좌우되기 때문이다.

자동차산업은 이 플랫폼의 개념을 최초로 받아들인 분야로 많은 훌륭한 성과를 만들어 냈다. 1990년대 후반부터 전 세계적으로 도입되기 시작한 모듈화는 자동차산업에 새로운 패러다임을 몰고 온 혁명적인 생산방식으로, 예를들어 폭스바겐(Volkswagen) 자동차 그룹은 독일 아우디 (Audi), 스페인의 세아트 (SEAT), 체코의 슈코다(Skoda) 등 메이저 자동차 메이커의 플랫폼을 통합, 3종류로 집약하여 공통화율을 100[%] 달성하였다. 플랫폼(platform)의 통합을 통해 다음과 같은 부가적 메리트가 생성되었다.

Exhibit 1 - The Volkswagen Golf family is the largest selling platform in the world, with eight distinct models derived from it.

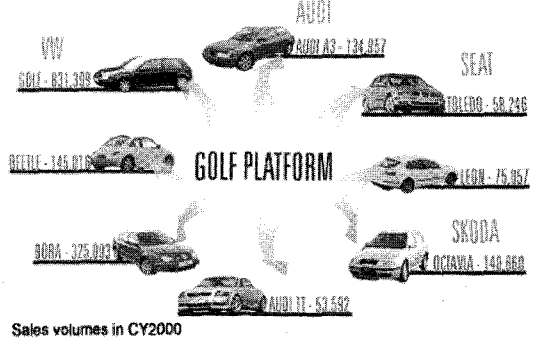


그림 10. 폭스바겐 골프 플랫폼 전략 구성도

이와같은 자동차 산업의 플랫폼 전략은 LED조명 산업에서도 매우 유용할 것으로 판단된다. 이유는 자동차와 마찬가지로 조명기구 및 시스템이 글로벌 마켓에서 지역에 따라 혹은 소비자의 라이프스타일에 따라 차별화된 디자인 전략이 필요하기 때문이다. 자동차의 새시프레임과 같은 기본적인 조명엔진모듈 (Light Engine Module)은 조명기구의 어플리케이션 개발을 용이하게 해주며 동시에 가격경쟁력을 갖게 만들어준다. 중소기업과 대기업의 역할분담 측면에서도 많은 강점을 가진다.

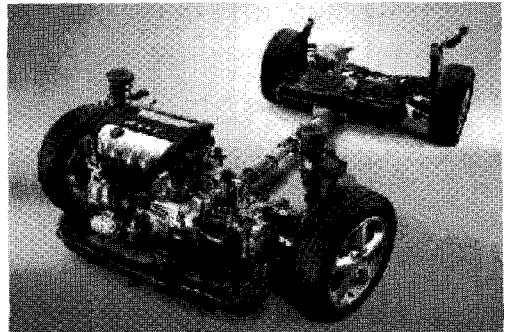


그림 11. 새시모듈(Chassis Module) = 액셀·서스펜션·서브프레임 등 자동차의 뼈대를 구성하는 부품 100여 가지를 한 단위로 묶은 부품 집합체



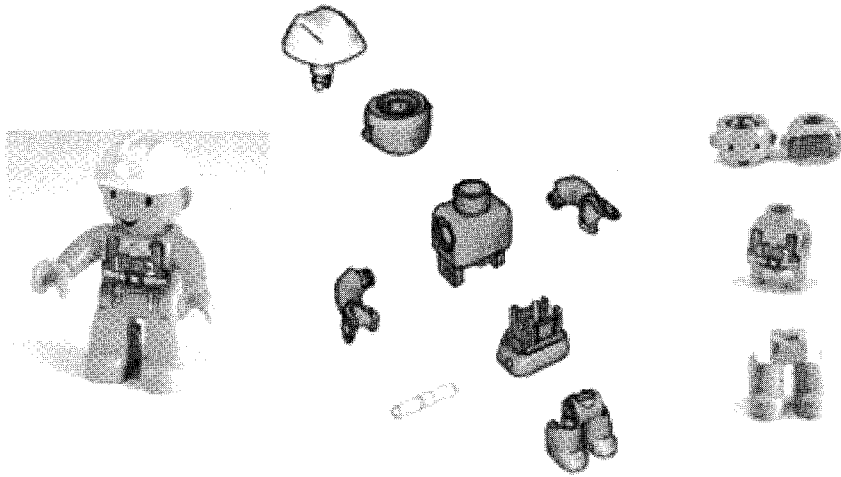


그림 12. LEGO DUPLO character and the Product structure, Platform development: implications for portfolio management, Juliana Hsuan; Poul Kyvsgaard Hansen

앞서 말한대로 소켓전쟁에서 우리가 승리할 가능성은 많지 않아 보인다. 대부분의 선진시장에서 기존의 소켓시스템을 대체하는 LED조명램프 시장은 기술적 혁신이 가장 적게 영향을 받는 분야이기 때문에, 신규 진입을 노리는 한국의 메이커들에게 우호적이지 않다. 중국이나 인도 등 신흥국의 값싼 제품과 선진국의 소켓표준 장벽에 샌드위치 신세가 되기 쉬운 약점을 가지고 있다.

이런 상황에서 미래의 디지털조명의 해계모니를 선점할 수 있는 LED조명 플랫폼 전략은 하나의 커다란 가능성을 준다고 생각한다. 특히 정부는 강력한 플랫폼 전략을 수립하고 대기업과 중소기업의 전략적 동반자관계를 강조하며, 핵심부품의 개발로 기술장벽을 만들어나가는 전략을 구사하면 우리에게 커다란 블루오션이 열리게 될 것이라 믿는다.

◇ 저 자 소 개 ◇



정강화(鄭康和)

1964년 12월 12일생. 1987년 서울대 산업미술과 졸업. 1991년 홍익대 산업미술대학원 졸업(석사). 1999년 동경예술대학 미술연구과 졸업(박사) 현재 건국대 디자인학부 교수. (사)한국조명디자이너협회 회장.

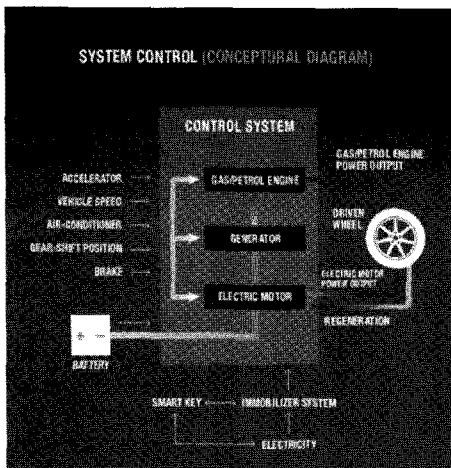


그림 13. 자동차의 전자제어 플랫폼의 예시