

가시광통신 기반 u-Society 구현을 위한 LED 조명 인프라

LED Illumination Infrastructure for Ubiquitous Society based on the Visible Light Communication

전 정 우*
(Jeong-U Jeon)

Abstract : This article describes a LED illumination infrastructure for ubiquitous society based on the Visible Light Communication technology. The VLC is one of the advanced communication system using "Visible Light". The VLC system has a lot of advantageous features and can be used in various places for the next future generation. So, we analyzed ubiquitous service model based on the VLC system and some applications. And we renewed discussion about LED illumination infrastructure for u-Society.

Keywords: LED, Visible Light Communication, u-City, Ubiquitous Service Model

I. 서론

IT 패러다임이 기존 인터넷 중심에서 인간과 사물, 컴퓨터가 융합되는 유비쿼터스 기술로 변화하고 있고 이를 반영하듯 미래 유비쿼터스 사회 구현을 위한 u-City 사업이 가시화되고 있으며, RFID/USN/지능형가로등 등이 u-City의 핵심 인프라로 자리를 잡아가고 있다.[1]

한편, 최근 환경 친화적, 저전력 소비, 긴 수명 등의 장점을 가진 LED가 최근 성능 개선 및 대량생산에 의한 원가절감 등에 힘입어 조명분야를 포함한 광범위한 용도로 사용되기 시작하면서 관련 사업이 확대일로에 있다.

또한 유·무선 음성 통신 및 인터넷 서비스가 일반화되면서 보다 향상된 멀티미디어 정보통신을 위하여 IrDA, UWB, IEEE 802.11x, IEEE 802.15x 등 근거리 무선통신(W-PAN) 기술이 다양하게 개발되고 있으며, 최근 W-PAN의 한 기술로 LED 조명을 이용한 가시광통신(VLC, Visible Light Communication) 기술이 크게 부각되고 있다. 가시광통신 기술은 LED 반도체, 조명, 광통신 및 유비쿼터스 IT의 총체적인 컨버전스 기술로 다양한 응용분야로 확대 적용될 경우 그 시장 규모는 수십 조원에 달할 것으로 예상된다.

향후 LED 조명을 기반으로 하는 가시광통신 관련 사업에서 주도적 역할을 쥐기 위해서는 관련 핵심기술 개발 노력뿐만 아니라 가시광통신 기반의 유비쿼터스 서비스 모델 및 응용 애플리케이션 발굴에도 큰 관심을 기울여야 할 것이다.

이에 본 고에서는 LED 가시광통신 기술을 기반으로 하는 유비쿼터스 서비스 모델에 대한 체계적인 분석을 실시하였으며, 이를 통하여 미래 u-Society의 핵심 인프라로 자리잡을 LED 조명을 u-인프라 관점에서 재조명 해보았다. 이러한 LED 조명 u-인프라를 이용하여 통신환경을 조성한다면, 새로운 시장을 창출하고, 나아가 미래 도시민들의 생활을 변화시키는 기폭제가 될 것으로 기대된다.

LED란 전기신호가 인가되면 빛을 발산하는 화합물 반도체의 일종으로 발광(發光) 다이오드라고 하며, 자외선(UV)가 시광/적외선(IR) 등 다양한 파장의 빛을 방출하는 소자를 말한다.

LED의 특징으로는 저전력(광 변환 효율이 높아 소비전력이 매우 적음), 긴 수명(1~5만 시간에 이르는 긴 수명), 친환경(수은·방전가스 미사용으로 환경 친화적임)을 들 수 있다.

LED 기술은 조명 산업뿐만 아니라 가시광 조명통신 기술의 핵심 기반 기술로 일본, 미국, 중국 등 세계 각국은 전략적 차원에서 LED 조명 산업을 집중 육성 중에 있으며, 국내에서도 지식경제부가 "LED/반도체 조명산업 발전 전략"(2006.11)을 통해 2012년까지 140lm/W급 LED 기술을 개발하고, "LED 조명 15/30 보급 프로젝트"를 통해 2015년까지 LED 조명의 비중을 30%까지 달성하겠다고 밝힌 바 있다.

특히, 일본의 경우 지난 7월 G8 정상회의에서 백열전구 사용 및 생산 중단을 선언하고, 교토의정서에 기인한 에너지절감 감축방안을 내놓았는데 그 안에는 고효율 LED 조명기기의 보급을 통한 절감 방안이 다수 포함돼 있어 국내의 LED 기업들이 일본 시장 공략을 서두르고 있다.

한편, 한국광기술원과 디지털타임스지가 공동으로 조사한 국내LED 시장 규모를 살펴보면, 그림 1에서 보는 바와 같이 올해 2조 5,000억원에 육박할 전망이며, 2010년에는 3조 7,500억원, 2015년에는 15조 7,000억원의 시장규모를 형성하면서 2015년 세계 시장 점유율이 15.3%로 커질 것으로 전망되고 있다.

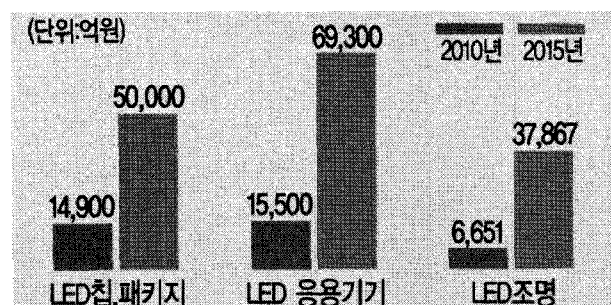


그림1. 국내 LED 시장 규모.
Fig. 1. The size of domestic LED market.

II. LED 와 가시광 조명통신

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 20xx. x. x., 채택확정 : 200x. x. xx.

전정우 : KT 인프라연구소 (jeongu@kt.com)

기존에 형성되었던 휴대전화 LED 모듈, 자동차용 LED 모듈, LCD용 LED BLU 모듈 등 LED 응용기기 시장이 주목할 만하지만, 그 동안 시장이 형성되지 않았던 의료, 농·수산업, UV살균소독 탈취, 경화용용 LED 등 신규 애플리케이션의 성장이 주목되고 있다.

LED 산업군 중 가장 성장성이 높은 LED조명 분야의 경우 올해 2,063억원에서 2010년 6,651억원으로 약 3배 이상 성장할 것으로 내다보고 있으며, 가장 성장률이 높은 제품으로 가로등(올해 209억원, 2015년 6,810억원)과 경관조명(올해 531억원, 2015년 6,057억원)을 꼽고 있어 향후 '특수'가 예상된다.[2]

이러한 시점에서 대한민국 심장부라 할 수 있는 국회의사당(2,200세트 RGB 풀컬러 LED) 및 안산시 와동 동사무소 신청사 등에 형광등을 대체하여 백색 LED 실내 조명등을 설치 완료한 바가 있으며, 24개 전 점포를 대상으로 고효율 에너지 기자재 인증제품 확대 도입계획을 밝힌 롯데백화점 매장에 LED 조명이 밝혀질 것이며, 일본 오사카에서는 LED 1만여개를 설치한 세계 최초의 LED 조명빌딩이 첫 선을 보이는 등 LED 관련 사업이 더욱 확대되고 있다.[3,5]

이러한 눈에 보이는 빛(가시광, 380~780nm)인 LED 조명과 통신을 융합한 최신 통신기술이 바로 LED 가시광 조명통신(VLC, Visible Light Communication)으로 그림2와 같이 LED 조명기에 빛을 변조하는 통신기능을 부가하는 것만으로 간단하게 무선으로 다양한 멀티미디어 통신서비스를 제공할 수 있는 환경을 구축할 수 있다.

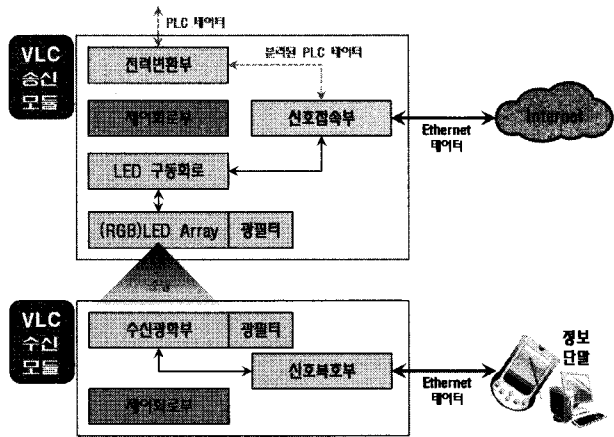


그림2. VLC 시스템 구성도.
Fig. 2. System configuration of VLC.

LED 가시광 조명통신 기술은 미래사회에서 얘기하는 물리적 공간의 지능화·유비쿼터스화에 따라 국내·외에서 활발하게 추진중인 u-City 뿐만 아니라 u-Office/Home 등에서 충분히 자리매김이 가능하며, 미래 유비쿼터스 사회에 빛을 밝힐 것으로 보인다.

이러한 조명 인프라를 이용하여 유비쿼터스 통신 환경을 조성한다면 경제적 이득 효과, 멀티미디어 통신 서비스의 확대, 실생활 조명과 함께 하는 새로운 통신 세계가 열릴 것으로 기대된다.

III. VLC 기반 u-서비스 모델

LED 가시광 조명통신 기술은 일본 게이오 대학의 주도하에 2004년 구성된 단체인 VLCC (VLC전소사업)에 의해 본격적으로 시작되었으며, 이어 영국 Oxford 대학, 홍콩 대학 등에서 연구가 진행되었다. 국내에서는 2005년 상반기 한국광기술원을 시작으로 삼성전자, 한국전자통신연구원(ETRI) 등에서 연구가 활발하게 진행되고 있다.

국내·외 기술 개발 수준은 이론적인 연구와 데이터 전송을 검증하는 기초적인 수준에서 보다 고성능의 전송 기술 분야로 연구 및 개발의 단계가 이동하고 있으며, 특히 다양한 응용 분야의 개발과 가능성을 검증하기 위하여 초기 모델의 응용제품을 구현하여 사용자들에 대한 인지도를 확산하는 방향으로 추진되고 있다.

일본 VLCC의 LED 가시광 조명통신 기반 응용 서비스 모델 개발을 위한 움직임을 살펴보면, 수Mbps 이상의 고속 정보 전송기술을 적용한 서비스 모델이 아니라 수Mbps 이하의 저속 정보 전송기술을 적용한 서비스 모델들이라는 특징이 있으며, 주로 휴대단말기 및 멀티미디어기기 간 P-to-P 근거리 통신에 적용되는 서비스 모델, RFID 원리와 비슷하게 LED 조명하에 위치한 제품들의 ID를 기반으로 제품 정보를 보여주는 방식의 센서 서비스 모델, 실내 LED 조명 기반의 무선측위 서비스 모델, 교통신호등을 이용한 ITS 응용 및 자동차 안전 서비스 모델 등으로 구분될 수 있다.

최근 후지TV에서는 4.8Kbps 수준이긴 하지만 LED BLU 기반 LCD TV에서 발생하는 빛에 데이터를 실어 보내고 PDA가 받아 화면에 표시하는 시연을 보인 바 있어 향후 LED 가시광 조명통신을 이용하면 TV를 매개체로 PC·노트북·휴대폰 등 가정 내 정보가전 기기들을 연결할 수 있어 향후 기술 발전과 상용화가 주목된다.[6]

국내의 LED 가시광 조명통신 기반 응용 서비스 모델 개발을 위한 움직임을 살펴보면, 기반 기술의 개발과 그 가능성을 검증하는 단계이며 이를 이용한 서비스 모델의 연구 개발과 시연 검증은 계획 수립 단계이며, 주로 디지털홈 분야의 정보가전 기기간 데이터 전송과 같은 M-to-M 응용 서비스 모델, LED 가시광 조명통신 기반 가로등, LED 전광판을 이용한 정보 전달 서비스 모델 등으로 구분될 수 있다.

LED 가시광 조명통신 기반의 유비쿼터스 서비스 및 사업 모델을 도출하기 위하여 국내·외 적용사례 및 u-City 사업에서 제안되고 있는 다양한 u-서비스들에 대한 조사분석을 통하여 다음 그림3과 같은 서비스 모델들을 추출하였으며, 그 결과 크게 M-to-M 응용을 포함한 근거리 무선통신을 위한 Optical-PAN 응용분야, RFID와 비슷한 역할을 하게 될 ID-TAG 응용분야, 실내 정밀 위치 파악을 위한 무선측위 응용분야, 차량 및 도로교통 정보 활용을 위한 ITS 응용분야로 구분되었다.[7]

이해를 돕기 위하여 그림3에서 언급한 LED 가시광 조명통신 기반 u-서비스 모델들 중 ID-TAG 응용분야의 '박물관 작품정보 제공 서비스'는 그림4와 같이 구현이 가능하다. 물론 기존 RFID 기술을 이용할 수도 있지만 LED 가시광 조명통신 기술을 이용하면 RFID 태그의 유물 부착 및 그에 따른 미관 문제, 태그 인식률 저하 문제 등을 해결할 수 있으며,

나아가 실시간 3D 멀티미디어 Viewing도 가능하게 될 것이다.

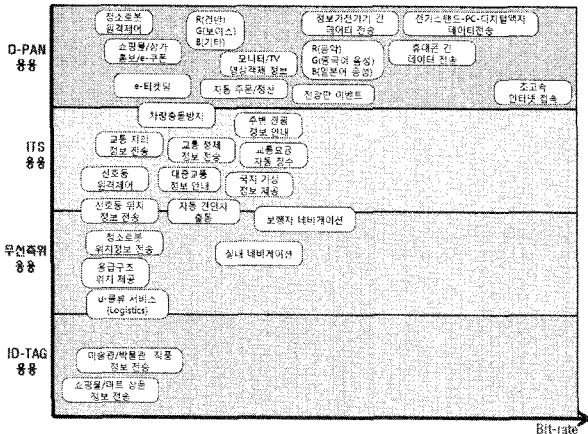


그림3. VLC 기반 u-서비스 모델.
Fig. 3. u-Service model based on VLC.



그림4. VLC 기반 u-Museum 서비스.
Fig. 4. u-Museum service based on VLC.

이상과 같이 LED 조명 인프라를 이용하는 가시광 조명통신 기반의 다양한 유비쿼터스 서비스모델을 살펴보았으며, 저렴한 비용으로 미래 u-사회 구현에 쓰임새도 많을 것이다.

IV. 미래 u-Society 를 위한 LED 조명 인프라

LED는 반도체의 일종인 발광 다이오드로 전기신호를 보내면 빛을 발산하기 때문에 교통신호등, 일반 조명, 자동차 및 의료용 조명, 소형 액정 디스플레이 백라이트 등 다양한 용도로 활용이 가능하다. 특히 LED 조명은 뛰어난 에너지 절감효과를 가지고 있어 일반 가정, 사무실, 상점, 공장, 자동차의 조명을 대체할 경우 엄청난 에너지 절감과 환경적 효과가 있다는 것이 전문가들의 중론이다.

본 절에서는 현재까지 제시된 LED 가시광 조명통신 기반의 u-서비스 모델들을 바탕으로 미래 u-Society를 구현하기 위한 LED 조명 인프라에는 어떠한 것들이 있는지, 그리고 이러한 LED 조명 인프라 제품들이 얼마나 생산·적용되고 있는지, 또 향후 어떠한 성능이나 가치를 지녀야 하는지에 대해 살펴보았다.

먼저, 앞서 설명한 LED 가시광 조명통신 기반 u-서비스 모델들을 바탕으로 살펴본 미래 u-Society 구현을 위한 LED 조명 인프라에는 그림5와 같이 주거·생활, 자동차, 도로·교통, 가로·거리, 항만 분야에서 다양한 제품들이 소요될 것

으로 분석되었으며, 소개된 각 LED 조명 인프라는 대부분이 제품 형태로 생산되고 있으며, 이미 많은 부분에서 적용이 되고 있었다.

최근 화석 연료 고갈 등 에너지 고갈시대, 지구 온난화에 대한 우려와 에너지 비용절감을 위해 세계 주요 도시들이 혁신적인 에너지 절약 방안의 하나로 'LED 조명 도시'를 앞다퉈 내놓고 있으며, 그 대표적인 도시로 미국 앤아버(1,046개 가로등), 로리(실내 주차장 고압나트륨 램프 대체)와 캐나다 토론토(16만개 가로등)를 들 수 있다.[8]

국내의 경우도 지난 5월 지식경제부가 조명을 비롯한 LED 응용산업을 신성장 동력산업으로 육성키로 하고 2012년까지 R&D와 기반조성에 4,000억원을 투입키로 하였으며, 국회 및 안산시의 'LED 조명의 실내 형광등 대체', 부천시 상동호수 공원(가로등·보안등 400개)의 'LED 조명의 실외 메탈할로겐 전구 대체', 군포시의 에너지 절약형 LED 간판 시범사업 등 정부 및 지자체 주도의 LED 보급 활성화 정책들이 성공적으로 완료되면 친환경·고효율 광원인 LED에 대한 시민의 인식이 상당히 높아질 것이며 더욱이 공원은 물론 도로의 가로등도 LED로의 교체를 촉진시키게 될 것으로 예상된다.

구분	VLC based LED Infra	LED 관련 제품
주거·생활	LED 실내 조명등	
	LED 스탠드	
	LED 비상등	
	LED 유도등	
	LED (BLU) 정보가전	
	LED (BLU) 휴대단말	
자동차	LED 전조등	
	LED 안개등	
	LED 후미등	
	LED 방향 지시등	
	LED 실내등	
	LED (BLU) 휴대단말	
도로·교통	LED 교통 신호등	
	LED 표시등	
	LED 터널등	
	LED 유도등	
가로·거리	LED 가로등	
	LED 보안등	
	LED 전광판	
	LED 싸인	
	LED 투광등	
항만	LED 등대 조명	
	LED 선박 조명	
	LED 집어등	

그림5. VLC 기반 LED 조명 인프라 및 제품.
Fig. 5. LED infrastructure based on VLC and LED products.

한편 TV 업계도 고유가 시대를 맞아 LED BLU 기반의 친환경·절전형 LCD TV 제품 개발과 판매에 주력하기 시작하고 있으며, 최근에는 LED 조명 보급 확산의 가장 큰 걸림돌이었던 품질(발광효율, 발열 등)과 가격, 특히 문제를 동시에

해결한 제품이 등장하여 LED 시장 활성화에 촉매제가 될 것으로 기대되고 있다.

초고유가 시대에 야간 경관 조명 등 인위적인 시설물에 설치하는 LED 조명은 일시적으로 침체될 수 밖에 없을 것이지만, 오히려 고유가 행진이 계속될수록 에너지 절약형인 LED 조명이 대세를 이룰 것이기 때문에 장기적으로는 형광등과 할로젠을 대체할 수 있는 LED 조명 시장이 더욱 커질 것으로 전망되고 있다.

마지막으로 LED 가시광 조명통신을 기반으로 하는 LED 조명 인프라가 향후 u-Society 구현을 위하여 어떠한 성능이나 가치를 지녀야 하는지를 여러가지 관점에서 살펴보았다.

크게 기술적 관점에서는 LED 조명 고유의 기능을 방해하지 않으면서 LED 가시광 조명통신 환경이 이루어져야 할 것이다. 정전이나 비상 시에도 구동될 수 있는 유비쿼터스 조명통신 환경이 실현되어야 한다. 이를 위하여 주거용·산업용 등 다양한 적용 요건을 충족하는 적은 소비전력, 고효율·고휘도, 넓은 동작온도 범위, 작은 크기와 긴 작동 수명 등의 기본적인 성능이 뒷받침 되어야 할 것이다. 특히 옥외 응용을 위해 태양광과 같은 잡음을 효과적으로 제거할 수 있어야 한다.

또한 LED 규격 제정을 위한 'LED 표준화 컨소시엄' 등 표준화 작업에 VLC 기술개발자의 적극적인 참여를 통한 VLC 기반 LED 조명 인프라의 요구사항들이 초기에 반영될 수 있도록 많은 노력을 기울여야 한다.

서비스 관점에서는 LED 가시광 조명통신 기반의 다양한 u-서비스 모델 및 응용 애플리케이션을 발굴하여 LED 조명 인프라 및 VLC 기술개발에 필요한 핵심 요구사항들을 피드백하여 기술적 개선을 유도하여야 한다.

비즈니스 관점에서는 LED 조명 즉 VLC 송수신 모듈과 사용자 단말 간의 전송거리에 따른 해당 u-서비스의 제공에 무리가 없는 소요 대역폭(전송속도)을 고려한 저가의 제품들이 많이 개발되어야 한다.

감성적 관점에서는 인간의 생체리듬을 왜곡시키지 않는 쾌적한 조명환경을 실현하여야 할 것이다. 즉 VLC에 사용되는 광원으로 고연색성 LED를 사용함으로써 빛의 색감을 자연스럽게 하고 눈의 피로감도 덜어주어야 한다. 또한 앞으로 LED 제품들에 대한 디자인에도 많은 부분 신경을 써야 한다.

환경적 관점에서는 현재까지 또는 VLC 기술이 안정화되어 적용되기까지 설치된 기타 조명 및 LED 조명 인프라 시설의 커다란 변경없이 유비쿼터스 통신 환경을 적용시킬 수 있어야 한다.

정책적 관점에서는 지나치게 조명기구 위주로 집중되고 있는 정부의 LED 보급 활성화 정책을 개선하여 LED 칩 및 패키지 기술력 등 기초기술 확보하고 LED 관련 산업 전체를 차세대 성장동력으로 삼아야 할 것이다.

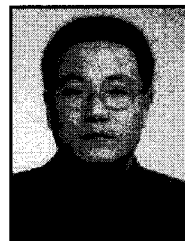
산업적 관점에서는 그 동안 LED 조명 인프라가 고비용으로 보급이 잘 이루어지지 않던 문제를 유비쿼터스 통신 환경이란 고부가가치를 제공함으로써 LED 확산과 함께 융합 IT 산업의 확장으로 차별화된 신시장을 창출하여야 한다.

V. 결론

LED 가시광 조명통신 기술은 디지털 조명과 통신을 융합한 u-IT 기술로서 통신 여부를 눈으로 확인할 수 있고, 인체 무해, 물리적 보안기능, 무간섭, 무선 주파수의 비허가 사용, 초정밀 측위 등을 제공할 수 있다. 즉, 조명으로 쓰이는 LED 고유의 용도는 그대로 수용하면서 고속 무선통신을 가능하게 하는 차세대 통신 기술이다.

이러한 LED 조명 인프라를 이용하는 LED 가시광 조명통신 기반 유비쿼터스 산업은 향후 국가 u-IT 핵심인프라 산업으로 미래 유비쿼터스 사회 구현, 국내 정보통신 산업 활성화, 국가 경제 성장과 산업구조 고도화에 있어 그 기여가 매우 클 것으로 판단되며, 나아가 기존 u-서비스 모델들과의 컨버전스를 통하여 새로운 시장을 창출하고, 미래 도시민들의 생활을 변화시키는 기폭제가 될 것으로 판단된다.

이에 본 고에서는 LED 가시광 조명통신 기술을 기반으로 하는 유비쿼터스 서비스 모델에 대한 분석을 통하여 미래 u-Society의 핵심 인프라로 자리잡을 LED 조명을 u-인프라 관점에서 재조명 해보았다.



전 정 우

1994년 영남대학교 전자공학과 졸업. 2001년 충남대학교 대학원 물리학과 석사 수료. 1995~현재 KT 인프라연구소 재직중. 관심분야는 FTTH/u-City, LED 조명, 홈네트워크, RFID/USN, 미래 Life Style.

참고문헌

- [1] 전정우, "USN을 이용한 도시기반시설 관제 시스템", RFID/USN사업결과설명회, 2007.2.28.
- [2] "올 국내 LED시장 2조 5000억원 육박", 디지털타임스, 2008.8.17.
- [3] "대방포스텍 LED조명 국회 입성", 전자신문, 2008.7.25.
- [4] "롯데백화점 매장 LED가 밝힌다", 전자신문, 2008.3.17.
- [5] "LED 조명 빌딩, 일본 오사카에 첫 선", 전자신문, 2008.3.18.
- [6] "LCD TV 가정 내 통신 허브 된다", 전자신문, 2007.11.29.
- [7] 전정우, "LED 가시광 조명통신 기반 유비쿼터스 서비스 모델 연구", 한국IT서비스학회 춘계학술대회, 2008.5.21.
- [8] "세계 선진 조명도시 두마리 토끼 잡다", 광남일보, 2008.7.17.