

# 가시광 무선통신 시스템과 응용에 관한 연구

강희조\*

## 요약

본 논문에서는 주파수 자원의 고갈로 인하여 차세대 무선 정보통신으로 사용의 가능성이 예상되는 가시광 소자를 조명, 신호기, 전광표시, 표시 등에 이용하여, 발광효율의 가시 광 반도체가 조명이나 표시에 이용되어지는 경향이 있고 거기다 고속으로 집결 가능한 능력을 갖는 것이나 이를 이용한 가시광 통신의 무선 통신에의 응용과 표준화 기술에 대하여 알아보하고자한다.

## A Study on the Visible Light of the Wireless Communication and Its Application

Heau-Jo Kang\*

### Abstract

Depends on the running dry of the radio resources for the next generation of wireless communication system the estimated possibilities of the visible light which used for the devices such as signal light, the electric display board, guide board and so on applied for the next generation wireless network is the topic to be explored in this paper. Since radiation efficiency utilization for the wireless network has its capacity to become a trend direction we will study also on its application as well as the technique standardization.

Keywords : ITS(intelligent transport systems), Visible light, LED(light emitting diode) , SLD(super luminescent diode), LD(laser diode)

### 1. 서론

무선통신은 오늘의 유비쿼터스 네트워크 사회를 지탱하는 기술이다. 마르코니의 대서양 횡단 무선통신을 시작, 무선통신, 마이크로파중계, 위성통신, 다중통신, 무선LAN, 적외선통신, ITS(Intelligent Transport Systems), RFID(Radio Frequency ID)과 같이 발전해 왔다.

가시광통신은 780nm에서 380nm의 파장을 갖는다. 이 파장을 주파수로 바꾸면, 385THz에서 789THz(주파수 대역 = 빛의 속도에 해당된다. 가청(오디오) 주파수 대역은 20Hz에서 20,000Hz에 해당되고, 적외선 파장을 사용하는 IrDA, 2.4Hz의 IEEE 802.11n, UWB, 802.15.4 Zigbee,

Bluetooth, 60GHz의 IEEE 802.15-3c등이 있다. 가시광통신은 800~900nm를 사용하는 IrDA와 가장 유사한 파장을 사용하지만, 조명과 동시에 통신을 할 수 있다는 것이 특징이며 장점이다. 가시광통신기술을 디지털 조명과 통신을 융합한 통신기술로서 통신여부를 눈으로 확인한 수 있고, 인체 무해, 물리적 보안기능, 무선 주파수의 비허가권 사용, 초정밀측위 등을 제공할 수 있다. 디지털 조명 빛은 반도체에 의한 빛 발광으로 LED(Light Emitting Diode) 조명을 말하며, 기존의 아날로그 조명에 비하여 기술적 발전 속도가 높고, 다양한 멀티미디어 통신 서비스를 제공할 수 있다.

기존 조명인 형광등과 백열등에 비해 환경 파괴 문제해결, 긴수명, 90% 전기 효율 향상 등으로 인하여 미국, 일본, 유럽 등에서는 LED 조명을 권장 또는 대체하는 법안을 마련 중에 있다. 이러한 조명 인프라를 이용하여 통신 환경을 조성한다면 경제적 이득 효과, 멀티미디어 통신 서

※ 제일저자(First Author) : 강희조  
접수일자:2007년07월30일,심사완료:2007년08월17일  
\* 목원대학교 컴퓨터공학부  
hjkang@mokwon.ac.kr

비스의 확대, 실생활 조명과 함께하는 통신 세계가 열릴 것이다. 실내무선LAN이나 빌딩간 통신으로 이용되어지고 있다. 이 통신의 장소는 전파와 비교해서 광대한 주파수대역을 갖는 일이나, 예민 지향성에 따른 효율이 좋은 통신이 가능한 것이다.

본 논문은 최근 높은 발광효율의 가시광 반도체가 조명이나 표시에 이용되어지는 경향이 있고 거기다 고속으로 점멸 가능한 능력을 갖는 것이나 이를 이용한 가시광통신의 가능성을 검토하는 것이다[1][2][3][4][5].

## 2. 가시발광 송수광소자

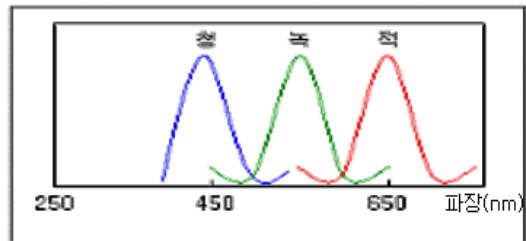
### 2.1 LED

발광소자로서 종래부터, 백열전구, 형광등이 이용되어 오고 있다. 한편으로 계산기나 휴대전화, 오디오 장치 등의 전자장치의 동작상태 표시나 액정디스플레이의 백라이트 등에 LED(Light Emission Diode)이 이용되고 있다. 전에는 청색은 발광하지 않는다고 말해졌던 LED이지만, 1998년에 백색 LED를 시작으로 상품화되고부터, 간단한 표시뿐만 아니라, 조명에도 이용범위를 넓혀오고 있다. 발광소자로서의 특별히 조명소자로서 중요한 것은 효율이다. 그림 1은 LED조명으로 저명한 야마구치大學의 자료로부터 참조한 것이지만, 발광소자의 발광효율의 추이 예측을 가리키고 있다. 한편 전구나 형광램프의 긴 역사에 비해 지극히 짧은 역사를 갖는 LED이지만, 급격하게 효율을 높이고 있다. LED 이외에는 지금 수십 년에 걸쳐서 커다란 효율의 변화는 적다. 1m/W는 1m 주위를 나타내는 양이다. 백색 LED를 크게 나누면, 적, 록, 청의 LED를 섞어서 백색화하는 것(RGB-LED)과, 청이나 자색, 거기 자색 外라고한 LED를 소자로 해서 형광체를 빛나게 해 백색화 하는 것이다. RGB 타입의 특색은 그 혼합의 방법으로 색의 합을 조정가능한 것이다. 같은 흰색이라도 적색 빛이 도는 것이나, 청색에 가깝거나 하는 자유로운 조정이 가능하다. 물론 3색을 적당하게 혼합한다면 각종의 색이 된다. 또 디스플레이나 전광표시도 가능하다. 한편 형광타입은 LED의 빛을 재료의 형광체로부터 보다 많은 광을 방출할 수 있기 때문에,

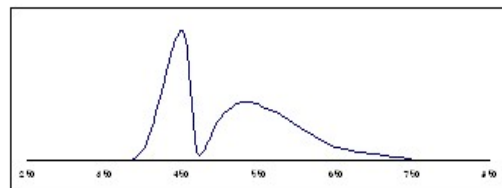
전력효율이 높아지지만 앞에서와 같은 색의 조합을 바꾸는 것은 곤란하다. 그림 2는 RGB 타입의 발광파장대성이다. RGB-LED는 특히 대형 액정모니터용 백라이트에 기대되어지고 있다. 종래의 냉음극 형광관(CCFL)보다도 색의 재현범위가 확실히 넓게 되어 지고 있다. 그림3은 형광LED의 파장대성의 예이다. 이상과 같은 LED를 변조해, 정보전송을 하려고 하면, 그 응답특성이 걱정이 되는 면이 있지만, 우리들의 연구실에서는 아날로그TV의 기저대역 전송(4MHz 대역)을 형광 LED에 의하여 충분히 전송 가능해져 있다. RGB 타입이면 더해서 그것보다도 높은 주파수의 변조가 가능할 것이다.

### 2.2 가시 SLD

SLD는 Super Luminescent Diode의 생략이고, LED와 LD의 중간 특성을 갖는다. 가시광통신으로부터 본 매력은 코히어런트 성이 다소 소실되는 것으로, 본 경우의 스펙트럼 잡음이 없는 것, 그러나 고속의 변조가 가능한 것이다. 1Gb/s 정도의 변조는 가능하다.



(그림 1) RGB-LED의 발광 파장 특성



(그림 2) 형광 LED의 파장 특성

### 2.3 가시 LD

가시의 발광소자는 LED나 SLD뿐만이 아니다. LD(Laser Diode)도 금후의 발전이 기대가

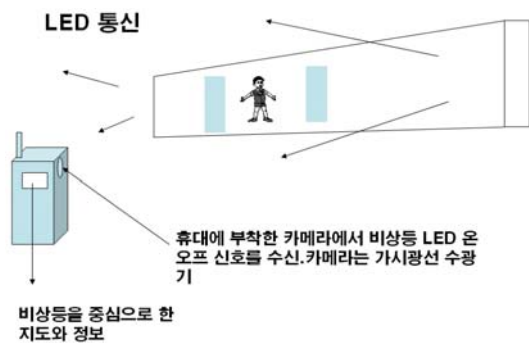
능하다. 가시 LD의 장점은 Gb/s 이상을 목표로 한 고속변조특성에 있다. 광디스크용 레이저의 파장으로서 780nm(가시광선과 적외선의 경계선, 760nm부터 380nm가 가시광파장), 650nm(적색), 405nm(청색부터 자색)등이 알려져 있다.

### 3. 가시광통신의 응용

현재 생각되어지는 가시광통신은 저속으로부터 고속의 것, 전파의 이용이 불가능한 것으로부터 전파이용과 경합하는 것까지 생각되어지고 있다.

#### 3.1 유비쿼터스 가시광통신

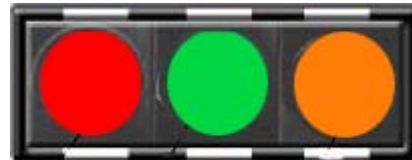
LED 의 이용으로서, 비상등광원으로 이것을 이용하는 일은 상당히 유력하다. 전력효율이 형광등과 거의 동등하게 된다면 그 수명의 길이는 충분히 비상등의 광원의 후보가 된다. 그림 3에 유비쿼터스 가시광통신을 나타낸다. LED 광원은 고속 변조에도 견디어 낼 수 있기 때문에 필요한 정보를 반복해서 보내면 좋다. 수광 하는 것은 예를 들면, 휴대전화단말이 적당하다. 카메라를 수광부로 해도 좋고, 그밖에, 가시광수광부를 접합시켜도 좋다. 보내는 정보는 주위의 지도정보라면 비상시에 피난 로를 이미 알고 있게 되기도 하며, 평상시의 경우에는 보행자의 네비게이션이 된다. 휴대 카메라 또는 전용의 가시 수광부로 변조되어진 빛을 수광해 얻는다. 이상의 예제뿐만 아니라 인체 근처에 광을 발하는 것은 많다. 유비쿼터스 가시광통신의 이용범위는 넓은 것이다.



(그림 3) 유비쿼터스 가시광통신

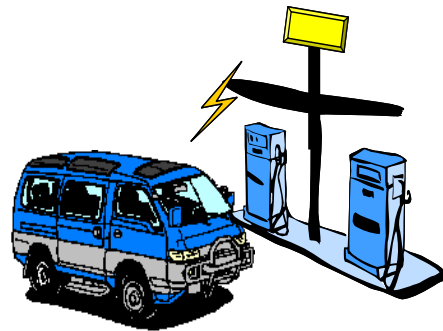
#### 3.2 ITS 가시광통신

ITS(Intelligent Transport Systems) 에도 가시광통신은 많이 이용된다. 사실은 가시광통신의 스타트라인은 여기에 있다고 말해도 좋을 것이다. 예를 들면 교통신호의 램프를 LED에 이행하지만 이것을 변조하는 것으로 그림 4와 같은 가시광통신이 가능하게 되고, 이것에 의해 교통신호기 주변의 정보를 차량이나 보행자에게 보내는 것이 가능하다.



(그림 4) 교통신호등을 이용한 가시광통신

적외선을 이용한 ITS에는 VICS가 있지만 VICS라 하는 통신의 인프라를 특별히 설치하지 않으면 안 된다. 또 길게 이용하고 있으면 접속점이 더러워지거나 방향이 이상해지거나 한다. 적외선은 보이지 않기 때문에 그러한 상태가 알기 어렵다. 가시광의 경우는 조명과 인프라를 공유가능하고, 더러워짐이나 지향성의 어긋남에도 주의하기 쉽다.



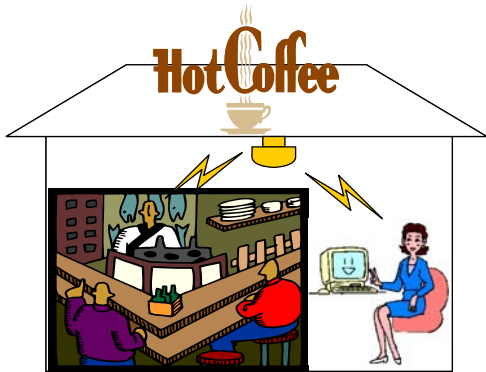
(그림 5) 주유소에서 초고속 ITS 가시광통신

(그림 5)는 DSRC (Dedicated Short Range Communication: 협대역 통신으로 분류되는 주유소의 초고속다운로드를 LD나 SLD에 따른 가시광선으로 행하는 아이디어 예이다. 장래의 차는 대량의 나비정보, 음악정보, 화상정보를 대용량

의 메모리, 예를 들면 테라바이트의 메모리를 요구하게 되겠다. 그렇게 한 것으로 급유 시간 중에 고속으로 다운로드 가능한 것은 광이다. 1Gb/s이나 10Gb/s 이상을 요구할지도 모른다. 가시광인 우위성은 예민 지향성을 가진 광을 소정의 장소에 맞추기에 적당한 것이나 전반 범위가 (속하는 곳에서) 도청되지 않는 다 등을 아는 것과 동작하고 있는 것을 아는 등의 일이다. 색에 관해서는 저자는 청이나 녹이 좋다고 생각하지만 취향의 문제도 있다.

### 3.3 조명광통신

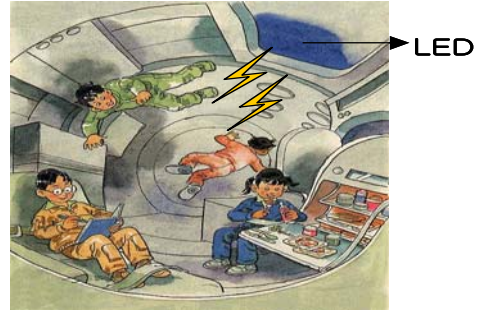
(그림 6)은 스폿 라이트 통신의 예이다. 커피숍 등에서 무선 LAN을 이용한 것이 있지만 비트율을 높이는 것이 불가능하다. 또 손님이 많아지면 무선주파수대역의 제한 때문에 효율이 내려가는 일이 있다. 도청 등의 걱정도 있다. 비트율이 올라가지 않으면 장래의 대용량 메모리를 갖는 PC나 휴대단말기 등으로의 짧은 시간으로의 다운로드도 그대로인 채 되지 않는다. 앞에서의 주유소의 예와 같다. 발광소자로서는 고속 변조 가능한 LD가 유망하지만 스펙트럼 잡음이 걱정된다. 사람은 SLD등의 이용이 좋을 것이다.



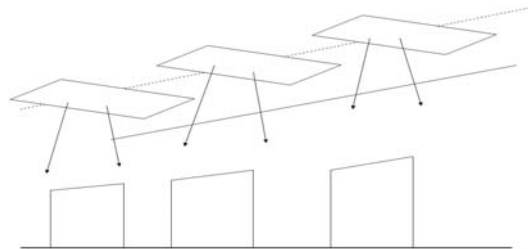
(그림 6) 스폿 라이트 통신

(그림 7)은 우주선내의 조명광통신을 나타내고 있다. 선내는 전파의 이용은 금지되어져있기 때문에 안전한 가시광선을 이용한다. 조명과 통신이 일체화해 있기 때문에 장소의 증가나 중량의 증가가 적다. 또 지금까지는 우주선의 조명은 형광등이지만 파손의 위험이 항상 있다. 무중력

이기 때문에 비행사가 형광등을 파손하기 쉽다. (그림 8)은 정확한 위치에서의 고속 조명 광통신을 나타내고 있다. LED, SLD, LD 등의 반도체는 파손하기 어렵다. 그 예는 열차나 비행기내, 또한 병원 등에도 응용 가능하다.



(그림 7) 우주선내 조명광통신



정확한 위치 고속통신

(그림 8) 정확한 위치에서 고속 조명광통신

## 4. 가시광 무선통신 국내의 표준화 동향

### 4.1 VLCC

일본에서는 VLCC(Visible Light Communication Consortium)을 일본 20개 기업과 대학을 중심으로 2003년 11월에 결성되었다. 유비쿼터스와 자동차 통신(ITS : Intelligent Transport System)에 응용하는 것을 목표로 설정하고 있다.

### 4.2 WWRF SG5

WWRF(World Research Forum)는 2001년에 설립되었으며, 현재 140 멤버로 구성되어 있다. 무선과 이동통신의 연구, 학문, 기술, 산업 등에

대한 미래 방향 및 절락을 수립하는 것을 목적으로 한다. 6개의 워킹그룹(WG : Working Group)과 4개의 특별 그룹(Special Interest Group)으로 구성되어 있다.

WG5는 Ultra Wideband, MIMO-OFDM, Short Range Optical Wireless Communication 이슈를 다루고 있다. 특히, WG5는 가시광통신을 미래 기술로 인식하고 가시광통신에 대한 백서(White Paper)를 작성 중에 있다.

### 4.3 ITU-T SG16

ITU-T SG16은 H.323, H.324, H.248 등 멀티미디어 프로토콜을 개발한 연구 그룹으로 차세대 멀티미디어 프로토콜인 H.325 표준을 개발하고 있다. 차세대 멀티미디어 프로토콜은 기존의 음성 전화와 화상 전화는 기본으로 제공하고, 차세대 멀티미디어 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 차세대 멀티미디어 프로토콜에서 2007년 7월 정기회의에서 가시광통신 즉위 기능을 제공하기로 결정하였다.

### 4.4 가시광 무선통신 국내 표준 동향

TTA는 멀티미디어 응용 PG 산하에 가시광통신 서비스 실무반(WG : 워킹그룹)을 2007년 5월 30일에 신설하였다. 가시광통신의 실효성 및 목표 설정을 명확하게 하기 위하여 응용 서비스 모델을 우선적으로 표준으로 제공하고, 서비스 모델 표준에 따른 무선 가시광 송신 기술과 수신 기술, 가시광 MAC 프로토콜 및 응용 프로토콜 표준 등을 제정할 예정이다. TTA 가시광통신 응용 서비스 모델은 다음과 같이 목표로 정하고 표준 규격으로 개발할 예정이다.

- 가시광통신 3무(무허가, 무간섭, 무해) 주파수 서비스 모델
- 가시광통신 자동차 안전 서비스 모델
- 가시광통신 즉위 서비스 모델
- 가시광통신 M-to-M 서비스 모델
- 가시광통신 초고속 센서 서비스 모델
- 가시광통신 WLAN 서비스 모델

가시광통신서비스 실무반은 표준 기술을 목표인 ToR(Terms of Reference)를 다음과 같이 설정하였다.

- 가시광통신 응용 서비스 모델
- 무선 가시광 송수신 기술
- 가시광통신서비스 프로토콜 기술
- 가시광통신 서비스 정합 기술

TTA 가시광통신서비스 실무반은 가시광 무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍을 2007년 8월 30일에 TTA 9층 세미나실에서 실시하였다. 워크숍에서는 국내/국제 표준 동향, MAC 프로토콜, WPAN과의 기능 비교, 네트워크 이동성, RFID, 자동차 안전 통신, 차세대 이동통신단말 등의 관점에서 가시광 무선통신 기술을 발표하였다.

## 5. 결론

주파수 자원의 고갈로 인하여 차세대 무선 정보통신으로 사용의 가능성이 예상되는 가시광 소자를 조명, 신호기, 전광표시, 표시 등에 이용하여, 발광효율의 가시 광 반도체가 조명이나 표시에 이용되어지는 경향이 있고 거기다 고속으로 점멸 가능한 능력을 갖는 것이나 이를 이용한 가시광통신의 무선 통신에의 응용과 표준화 기술에 대하여 검토하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] T.Komine and M. Nakagawa, "Integrated system of white LED visible light communication and power line communication" IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 49, No. 171-79, Feb. 2002
- [2] T. Konmine, Y. Tanaka, S. Haruyama, and M. Nakagawa, "Basic study on visible light communication using light emitting diode illumination", 8th International Symposium on Microwave and Optical Technology (ISMOT 2001), Montreal, Canada, pp. 45-48, June 2001
- [3] T. Konmine, Y. Tanaka, S. Haruyama and M. Nakagawa, "Basic study on visible light communication using light emitting diode illumination", 8th International Symposium on Microwave and Optical Technology (ISMOT 2001), Montreal, Canada, pp. 303-306, June 2001
- [4] M. Akanegawa, Y. Tanaka and M. Nakagawa, Basic

study on traffic information system using LED traffic lights IEEE Trans. ITS vol. 2, Dec. 2001

- [5] Y. Tanaka, S. Haruyama and M. Nakagawa, Wireless optical transmissions with white colored LED for wireless home links the 11th IEEE International Symposium on personal, Indoor and Mobile Communications (PLMRC 2000) London, UK 1325-1329 Sept 2000
- [6] 강태규, “가시광 무선통신 표준 기술 동향”, TTA Journal, No. 113, pp. 85-90, 2007



### 강희조

1994년 : 한국항공대학교 대학원  
항공전자공학과 공학박사

1996년~1997년 : 오사카대학교 공학부 통신공학과  
객원교수

1990년~2003년 : 동신대학교 전자 정보통신공학부  
교수

2003년~현재 : 목원대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야 : 멀티미디어통신, 유비쿼터스, 텔레메틱스, 무선통신, 가시광통신, 이동통신 및 위성통신, 무선광통신, 디지털콘텐츠, RFID, 기술정책 등