

# 차세대 정보통신을 위한 가시광통신 응용기술에 관한 연구

강희조\*

## 목 차

- I. 서론
  - II. 가시 발광 송수광소자
  - III. 적외선 통신
  - IV. 가시광 통신의 응용
  - V. 결론
- 참고문헌

Key Words: Visible Light Communications, ITS, RFID

## Abstract

본 논문에서는 주파수 자원의 고갈로 인하여 차세대 정보통신 시스템으로 사용의 가능성이 예상되는 가시광통신의 개요와 응용기술 및 발전동향에 대하여 알아보하고자한다.

# I. 서론

무선통신은 오늘의 유비쿼터스 네트워크 사회를 지탱하는 기술이다. 마르코니의 대서양 횡단무선 통신을 시작, 무선통신, 마이크로파중계, 위성통신, 다중통신, 무선LAN, 적외선통신, ITS(Intelligent Transport Systems), RFID(Radio Frequency ID)과 같이 발전해 왔다. 그 발전 추세는 각각의 방향이 있고, 장거리 전송, 고속전송의 가치는 여전히 높은 것이지만, 그러나 이것들만으로는 가치가 없어지고 있습니다. 각각의 경우에 적당한 무선통신의 다양한 이용이 이후의 특징이다.

앞에 말한 무선 LAN은 사무실이나 집과 같은 좁은 공간을 위한 것이 있고, RFID에 관해서는, 많게는 수cm 정도의 통신거리이고, 고속전송일 필요는 없다. 공간을 전송하는 파동은, 많은 경우 전파이고 현재 주목 되는 주파수는 핸드폰 이동통신으로는 2GHz 등, 무선LAN으로는 2.4GHz, 5.2GHz 등, RFID으로는 125KHz, 13.56MHz, 2.45GHz 등이다. 그러나 전파만이 이용되어지고 있는 것은 아니다. 광의 영역으로는 이전부터, 적외선통신이 알려져 있다. 실내무선LAN이나 빌딩간 통신으로 이용되어지고 있다. 이 통신의 장소는 전파와 비교해서 광대한 주파수대역을 갖는 일이나, 예민 지향성에 따른 효율이 좋은 통신이 가능한 것이다. 그러나 이 강한 직진성은 뒤집으면 회전이 적을 가능성이 있고 뒤(그늘, 사각지대)를 만들기 쉽다는 단점이 있다. 또 전파와 적외선 쌍방 모두 인간의 눈에는 보이지 않는다는 성질을 갖고 있어 <어디부터 파동의 시작이고, 어디까지 도달하는 것인가? >, <강한 진동인가?, 어떤 색인가?>

등은 알 수가 없다. 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. 우선, 발광 반도체에 대해 진술한다. 유사한 통신으로서 적외선통신에 대해 진술한다. 가시광통신을 분류하면 유비쿼터스 가시광통신, ITS가시광통신, 조명광통신으로 분류할 수 있는 것을 나타내고, 분류마다에 응용 가능할 것 같은 예를 들어 이해를 돕는다고 가정한다. 마지막으로 결론을 내린다.

## II. 가시 발광 송수광소자

### 2.1 가시 발광소자

#### (1) LED

발광소자로서 종래부터, 백열전구, 형광등이 이용되어 오고 있다. 한편으로 계산기나 휴대전화, 오디오 장치 등의 전자장치의 동작상태표시나 액정디스플레이의 백라이트 등에 LED(Light Emission Diode)이 이용되고 있다. 전에는 청색은 발광하지 않는다고 말해졌던 LED이지만, 1998년에 백색 LED를 시작으로 상품화되고부터, 간단한 표시뿐 만 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 지금껏 짧은 역사를 갖는 LED이지만, 급격하게 효율을 높이고 있다. LED 이외에는 지금 수십 년에 걸쳐서 커다란 효율의 변화는 적다. 1m/W는 1m 주

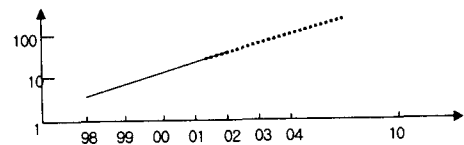
위를 나타내는 양이다. 백색 LED를 크게 나누면, 적, 록, 청의 LED를 섞어서 백색화 하는 것 (RGB-LED)과, 청이나 자색, 거기 자색 外라고한 LED를 소자로 해서 형광체를 빛나게 해 백색화 하는 것이다. RGB 타입의 특색은 그 혼합의 방법으로 색의 합을 조정가능한 것이다. 같은 흰색이라도 적색 빛이 도는 것이나, 청색에 가깝거나 하는 자유로운 조정이 가능하다. 물론 3색을 적당하게 혼합한다면 각종의 색이 된다. 또 디스플레이나 전광표시도 가능하다. 한편 형광타입은 LED의 빛을 재료의 형광체로부터 보다 많은 광을 방출할 수 있기 때문에, 전력효율이 높아지지만 앞에서와 같은 색의 조합을 바꾸는 것은 곤란하다. 그림 2는 RGB 타입의 발광파장대성이다.

RGB-LED는 특히 대형액정모니터용 백라이트에 기대되어지고 있다. 종래의 냉음극 형광관 (CCFL) 보다도 색의 재현범위가 확실히 넓어지고 있다. 그림3은 형광LED의 파장대성의 예이다. 될 수 있는 한 태양광에 가까운 스펙트럼을 내는 것이 필요로 되고 있지만, 이것은 96년에 日亞 화학이 개발한 청색 LED 칩과 황색형광체재료의 짝을 맞춘(편성한) 스펙트럼이다. 왼쪽의 높고 예리한 산은 청색 LED의 빛이 그대로 나타나고 있다. 오른쪽 보다 평평한 산은 형광체에 따른 것이다. 2003년에는 자색 外LED 칩과 OYGB형광체 재료를 편성한 그 위에 더해서 황색성이 높은 것이 개발되어 있다. 이상과 같은 LED를 변조해, 정보 전송을 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.

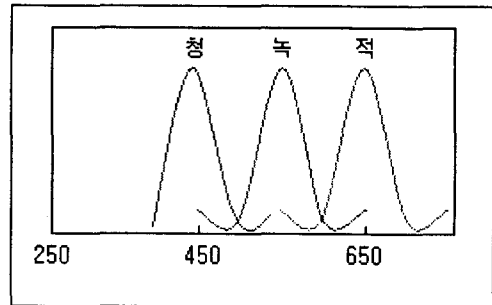
(2) 가시 SLD

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.

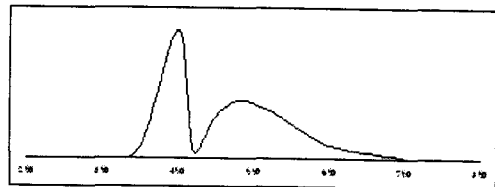
〈그림 1〉 백색 LED 광원의 효율과 응용예의 추이와 예상



〈그림 2〉 RGE-LED의 발광 파장 특성



〈그림 3〉 형광 LED의 파장 특성



### (3) 가시 LD

가시의 발광소자는 LED나 SLD뿐만이 아니다. LD(Laser Diode)도 앞으로 발전이 기대된다. 단, 조명소자로서의 검토는 LED와 비교하면 그다지 사용하고 있지 않지만 주목해도 좋을 듯싶다. 가시 LD의 만족할 만한 분야는 지금의 경우, CD(Compact Disk), DVD, Blu-ray Disk 등의 광디스크용 레이저광원이나, 강연이나 수업에 이용하는 레이저 포인트 등이 있다. 가시 LD의 장점은 Gb/s 이상을 목표로 한 고속변조특성에 있다. 광 디스크용 레이저의 파장으로는 780nm(가시광선과 적외선의 경계선, 760nm부터 380nm가 가시광파장), 650nm(적색), 405nm(청색부터 자색)등이 알려져 있다.

## Ⅲ. 적외선통신

여기서는 두 가지로 분류한다. 이를테면 적외선 LAN과 점 대 점 통신이다.

### 3.1 적외선 LAN

LAN에 이용하는 것이다. 최근에는 LED에 의한 100Mb/s의 데이터 율의 것도 판매되어지고 있다. 천정에 설치 접속점과, PC 등에 접속한 광 트랜시버 사이를 연결한다. 접속점을 책상 등에 고정되어진 막대기의 앞에 설치하는 것도 있다. 쉼도잉의 영향이 있고, 특별히 인체에 대한 것이 문제가 된다. 이것을 방어하는 것은, 접속 포인트를 많이 하는 것이지만 설치 코스트의 문제가 있다. 이후, 전파이용의 LAN과의 경쟁을 위해서도 SLD등을 이용한 1Gb/s 정도인 것도 나올 것이다. 가시거리의 전송로를 확보가능하다면, 전파에서 생각되어 질

수 없을 것 같은 극히 넓은 주파수자원대역이 확보 가능, 게다가 무선국의 허가 없이 개발 가능 한 것도 이점이다.

### 3.2 점대점 통신

이미 빌딩 간 통신, 골프장의 카메라중계 등에 사용되어지고 있다. 700Mb/s정도의 제품도 보여지고 있다. 고속인 것은 LD를 이용한 것이 많다. 도착범위로서는 2Km일 것이다. 거리가 먼 장소는 광축을 곤란해지지만 자동적으로 추적하는 것까지 있다. 거리가 먼 장소는 기후특색에 필요가 있다. 저자의 연구실에서도 1.7Km를 156Mb/s로 4년간 운용했다. 주로 인터넷용과 대화면을 2 연구실간에 설치하고 서로의 실내풍경을 TV화상으로 내어 연구실간의 교류를 깊게 했다.

실내전용의 점 대 점도 있다. Gb/s의 비 압축의 HDTV 전송용이다. 대형벽걸이 TV화면에 1Gb/s의 전송을 하고 있다.

## Ⅳ. 가시광 통신의 응용

### 4.1 왜 가시광통신인가?

가시광통신은 물리적으로는 제 3장에서 설명한 적외선통신의 파장을 변형했을 뿐인 통신이라고 말할 수 있기 때문에, 왜 가시광으로 할 필요가 있는 것인가 의심하는 사람도 있으리라 생각하다. 여기서는 그것에 대답하고 있다.

#### (1) 가시광은 어디에도 있다.

우리들의 주변에는 빛이 존재하고 있다. 태양광은 물론이요 인공적인 것도 많다. 각종디스플레이,

표시, 조명등이 있다. 한편, 앞에서 기술한 것과 같이 인공적인 가시 광장치는 고전적인 것으로부터 급속하게 반도체화 되어지려 하고 있다. 고속의 변조를 가하는 것이 가능한 광원이 나타나고 있다. 통신도 모바일통신의 발전으로 유비쿼터스 통신의 방향을 모색하고 있다. 유비쿼터스 통신이라는 것은 넓게 널리 미치는 것이지만, 즉, 편재하는 것이 정보를 발전하는 통신이다. 편재하는 것의 중심에는 광을 발하는 것도 많다. 예를 들면 텔레비전, 라디오 오디오 세탁기, 에어컨 등의 가전기기의 표시, 비상등, 교통신호기, 자동차의 조명, 실내조명, 실외조명, 전광게시판, 각종 디스플레이 등이다. 이런 것은, 낮익은 것이고, 그것들도 이미 LED에 의한 것이고, 게다가 이제부터 그렇게 될 물건도 많다. 이용되어지는 LED를 어떠한 방법으로 변조하는 것은 용이하다.

(2) 가시 광 표시나 조명기기는 인프라적으로 이상의 장소에 있다.

셀룰러 통신에 있어서는 어느 정도 위치에 기지국을 세우는가가 굉장히 중요한 일로서 쉐도잉, 설치장소와 효율은 함수로 나타낸다. 그 때문에 주어진 공간에 적당한 좋은 위치를 선정하는 것이다. 무선 LAN에서는 주파수가 2.4GHz 비교적 자유롭게 설치가능하지만 준 밀리미터파나 밀리미터파와 같은 주파수에서는 인체 등의 쉐도잉의 영향을 위해서, 전파가 좋은 장소에 접속지점을 설치하는 것이 필요하다. 90년대에 판매되어진 19GHz의 무선 LAN은 천정에 설치되거나, 선반의 위에 보이기 쉬운 장소를 선택하여 설치하였다. 그렇게 한 것을 생각하면 원래 가시 광 표시나 조명기기는 인프라적으로 이상의 장소에 있다.

(3) 보이는 무선의 안도감이나 유지보수가 좋은 정도

파나 적외선의 통신은 보이지 않는 것으로 인간의 시각을 방해하지 않는다는 이점이 있다. 그러나 보이지 않는 것에 의한 피해도 있다. 전자기기나 인체에의 전파의 영향에 대한 경각심은 보이지 않음으로 인한 부분도 많다. 또 이용하고 있는 전파나 적외선이 어디까지 튀기고 있는지 알 수 없으므로, 도청에 대한 대책도 세우기 어렵다. 가시 광이라면 도달범위도 확실하고, 인간이나 전자기기에 대해서도 안전하다. 게다가 빛이 보이지 않거나 약해지거나 하면 무언가 대책을 강구하기도 좋고, 유지보수는 용이하다.

(4) 장소나 물건의 지정이 가능하다.

유비쿼터스 통신기기로서 RF-ID칩의 진보가 두드러진다. 카드나 책에 칩을 장치하면 그것들의 ID를 취하는 것이 가능하다. 대단히 짧은 전송거리이지만, 이것이 긴 것이 된 경우에는 문제가 된다. 하나의 카드나 책만이 반응하는 것이 아니고 근처의 것도 반응하기 때문이다. 이와 같은 일이 미술관의 그림 설명을 전파로 행하는 장소에서도 일어난다. 어떤 특정의 그림의 설명을 듣기를 원하는데도 불구하고 방이나 그림에 번호를 매겨서 앞서서(사전에) 분류하고, 그 번호를 무선기로 고르라고 하는 조작이 필요하게 된다. 전파의 광범위하게 퍼진다는 성질이 물건을 특정하기 어렵게 한다는 결점을 낳고 있다.

가시의 광이라면 광물질을 상당의 거리에서도 인간이 특정가능하고, 그것으로부터 정보를 얻는 것이 가능하다. 우리들은 평상의 생활에서 물건을 지정이 가능한 것에 가시광선을 이용하고 있는 것도 같은 것이다.

#### 4.2 가시광통신의 분류

현재 생각되어지는 가시광통신은 저속으로부터

고속의 것, 전파의 이용이 불가능한 것으로부터 전파이용과 결합하는 것까지 생각되어지고 있다. 이하에 적당한 예를 나타내어 3분류한다.

#### 4.2.1 유비쿼터스 가시광통신

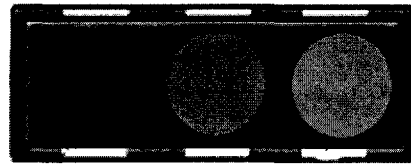
LED의 이용으로서, 비상등광원으로 이것을 이용하는 일은 상당히 유력하다. 전력효율이 형광등과 거의 동등하게 된다면 그 수명의 길이는 충분히 비상등의 광원의후보가 된다. LED 광원은 고속 변조에도 견디어 낼 수 있기 때문에 필요한 정보를 반복해서 보내면 좋다. 수광하는 것은 예를 들면, 휴대전화단말이 적당하다. 카메라를 수광부로 해도 좋고, 그밖에, 가시광수광부를 접합시켜도 좋다. 보내는 정보는 주위의 지도정보라면 비상시에 피난 로를 이미 알고 있게 되기도 하며, 평상시의 경우에는 보행자의 네비게이션이 된다. 휴대 카메라 또는 전용의 가시 수광부로 변조되어진 빛을 수광해 얻는다.

이상의 예 뿐 아니라 인체 근처에 광을 발하는 것은 많다. 유비쿼터스 가시광통신의 이용범위는 넓을 것이다.

#### 4.2.2 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.

〈그림4〉 교통신호등을 이용한 가시광통신



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

〈그림〉 주유소에서 초고속 ITS 가시광통신

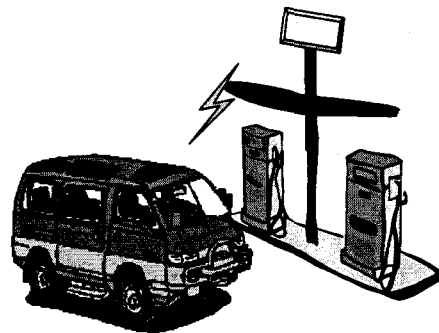


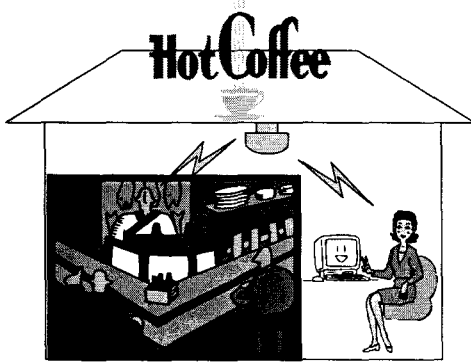
그림 8은 DSRC (Dedicated Short Range Communication: 협대역 통신으로 분류되는 석유 스탠드의 초고속다운로드를 LD나 SLD에 따른 가시광선으로 행하는 아이디어 예이다. 장래의 차는 대량의 나비정보, 음악정보, 화상정보를 대용량의 메모리, 예를 들면 테라바이트의 메모리를 요구하게 되겠다. 그렇게 한 것으로 급유 시간 중에 고속으로 다운로드 가능한 것은 광이다. 1Gb/s이나 10Gb/s 이상을 요구할지도 모른다. 가시광인 우위성은 예민 지향성을 가진 광을 소정의 장소에 맞추

기에 적당한 것이나 전반 범위가 (속하는 곳에서) 도청되지 않는다 등을 아는 것과 동작하고 있는 것을 아는 등의 일이다. 색에 관해서는 저지는 청이나 녹이 좋다고 생각하지만 취향의 문제도 있다.

### 4.2.3 조명광통신

그림6는 스폿 라이트 통신의 예이다. 커피숍 등에서 무선 LAN을 이용한 것이 있지만 비트율을 높이는 것이 불가능하다. 또 손님이 많아지면 무선 주파수대역의 제한 때문에 효율이 내려가는 일 있다. 도청 등의 걱정도 있다. 비트율이 올라가지 않으면 장래의 대용량 메모리를 갖는 PC나 휴대단말기 등으로의 짧은 시간으로의 다운로드도 그대로 인채 되지 않는다. 전술의 석유스탄도의 예와 같다.

〈그림〉 스폿 라이트 통신



발광소자로서는 고속 변조 가능한 LD가 유망하지만 스펙트럼 잡음이 걱정된다. 사람은 SLD등의 이용이 좋을 것이다.

〈그림〉 우주선내 조명광통신

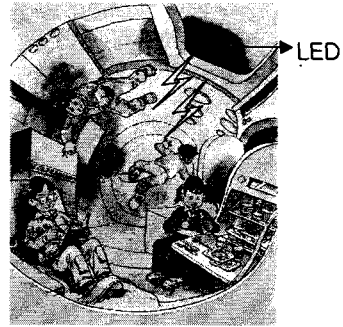


그림 7은 우주선내의 조명광통신을 나타내고 있다. 선내는 전파의 이용은 금지되어져있기 때문에 안전한 가시광선을 이용한다. 조명과 통신이 일체 화해 있기 때문에 장소의 증가나 중량의 증가가 적다.

또 지금까지는 우주선의 조명은 형광등이지만 파손의 위험이 항상 있다. 무중력이기 때문에 비행사가 형광등을 파손하기 쉽다. LED, SLD, LD 등의 반도체는 파손하기 어렵다. 그 예는 열차나 비행기내, 또한 병원 등에도 응용가능하다.

## V. 결론

가시광통신을 가시발광소자, 적외선통신, 가시광통신의 가능성, 그리고 가시 광통신의 분류에 대해서 소개했다. 아직 미지의 부분이 많은 분야이므로 많은 연구자의 참가를 기대한다

## 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] Y. Tanaka, T. Konmine, S. Haruyama, and M. Nakagawa, "Basic study of optical OFDM system for indoor visible communication utilizing plural white LED as lighting", 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 (PIMRC 2000) London, UK, pp.1325-1329 Sept. 2000