

VLC(가시광 무선통신)

1. 개요

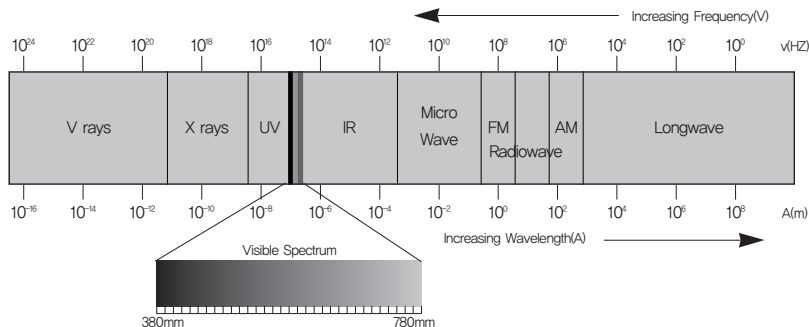
1.1. 기술개요

1.1.1. 중점기술 및 표준화 대상항목의 정의

○ 중점기술의 정의

가시광 무선통신 기술은 백열전구와 형광등과 같은 조명이 디지털 반도체에 의한 LED(Light Emitting Diode) 조명으로 교체되는 인프라를 이용하여 통신을 가능하게 하는 기술로써 가시광 무선통신 PHY 기술, 가시광 무선통신 L2 MAC 기술, 가시광 무선통신 응용 프로토콜 기술 등을 대상으로 함

- 가시광 무선통신은 반도체가 메모리 및 프로세서에 이어 조명으로도 사용하기 시작하면서 조명 빛을 통신 광원으로 사용할 수 있는 기술로 등장. 즉, 가시광 무선통신은 조명과 통신을 융합한 실체임
- 가시광 무선통신은 780nm에서 380nm의 파장(wavelength)을 가짐. 이 파장을 주파수로 바꾸면, 385 THz에서 789 THz(주파수 대역 = 빛의 속도(300,000,000m)/파장(380×1000))에 해당. 가청(오디오) 주파수 대역은 20 Hz에서 20,000 Hz에 해당되고, 적외선 파장을 사용하는 IrDA, 2.4 GHz의 IEEE 802.11n, UWB, 802.15.4 Zigbee, Bluetooth, 60 GHz의 IEEE802.15-3c 등이 있음. 가시광 무선통신은 800-900nm를 사용하는 IrDA와 가장 유사한 파장을 사용하지만, 조명과 동시에 통신을 할 수 있다는 것이 특징이며 장점



〈가시광 무선통신 파장 대역〉

- 현재 사용하고 있는 형광등은 자연을 파괴하는 물질로 구성된 반면 LED(Light Emitting Diode)는 보다 친환경적이며, 90% 전력 절감 및 보다 긴 수명으로 인하여 미국, 유럽, 일본 등에서는 기존 조명 기구를 LED 조명으로 변경하도록 권장하는 법률 제정을 추진 중에 있음
- 우리나라 지식경제부(舊 산업자원부)는 1530 프로젝트를 수립하여 발표(2007.2)하였음. 1530 프로젝트는 2015년에 LED 조명을 30%로 전환하는 프로젝트이며, 프로젝트 실현 결과로서 년 1조 6천억 원의 전력절감 효과를 예상
- 가시광 무선통신은 유선 광통신과 무선 광통신과의 기능 비교를 함으로써 보다 명확하게 이해할 수 있음. 유선 광통신은 광섬유 내부에 광을 송신하고 수신함으로써 빛의 속도로 통신할 수 있는 기술. 유선 광통신은 1,500nm 파장대를 사용하며, FTTH, 광전달망, 광가입자망, PON, WDM 등의 기술들로 발전. 유선 광통신은 이미 상용화된 기술

분류	설명	관련기술	특징
유선 광통신	유선의 광섬유 내부에 광 송수신하는 기술	FTTH, 광전달망, 광가입자망, PON, WDM	- 유선 고속통신 - 1,500nm 파장 사용
무선 광통신	LD(Laser Diode)를 이용하여 무선 광 송수신하는 기술	LD통신, 건물 간 무선 통신, FSO(Free Space Optic), 광무선 통신, IR	- 장거리 고속 무선통신 - 780nm 이상 파장 사용
가시광 무선통신	LED(Light Emitting Diode) 조명을 이용하여 가시광 무선 송수신하는 기술	가시광 무선통신	- 조명 인프라 통신 - 센서, 측위 응용가능 - 380~780nm 가시광 인체 안전한 파장

- 무선 광통신 기술은 LD(Laser Diode)를 이용하여 무선으로 통신하는 기술로서 건물 간 무선 통신, FSO(Free Space Optic), IR 통신 등이 있음. 이는 주파수의 특성상 장거리 고속 무선통신이 가능하며, 가시광 무선통신 파장 780nm에서 유선 광통신 파장 1,500nm까지의 파장을 사용함
- 가시광 무선통신은 사용하는 파장 측면에서 유선 광통신과 무선 광통신과 차이가 있음. 또한, 가시광 무선통신은 조명 인프라를 이용한 무선통신인데 반하여, 유선 광통신과 무선 광통신은 보이지 않는 파장대를 사용함으로써 조명과 함께 사용할 수 없음
- 가시광 무선통신은 광통신에서 개발된 많은 핵심 원천 기술을 이용하여 적용할 수 있으며, 기존의 광통신은 송신 및 수신 광원이 하나인 점에 비해 가시광 무선통신은 광원이 여러 개인 점이 달라서 하나의 송신 기술은 받아 드리고, 여러 개의 광원 송신 또는 수신 기술에 대하여는 추가로 개발하여야 함
- 가시광 무선통신 PHY는 조명 가시광을 통신을 위해 모듈레이션하고 디모듈레이션하는 송수신 기술과 조명 인터페이스 기술이 있음
- 가시광 무선통신 L2 MAC 기술은 가시광 무선통신 데이터 무결성을 위한 계층 2(Layer 2) 프로토콜 기술임
- 가시광 무선통신 응용 프로토콜 기술은 가시광 무선통신에서 제공할 수 있는 자동차 안전, 초정밀 측위, M-

to-M, 초고속 센서 등의 응용 서비스를 적용하기 위한 프로토콜 기술

○ 표준화 대상항목의 정의

- 가시광 무선통신의 표준화 대상항목은 OSI 7 Layer 개념으로 구분하여 가시광 무선통신 PHY 기술, 가시광 무선통신 MAC 기술, 가시광 무선통신 응용 프로토콜 기술 등으로 구분할 수 있음. 가시광 무선통신의 표준화 대상항목은 아래 표와 같음

구분	정의	표준화 대상항목	표준화 내용
가시광 무선통신 PHY 기술	조명 가시광을 통신을 위한 송신 모듈레이션하고 수신 디 모듈레이션하는 기술	PHY	가시광 무선통신 송수신 물리적 접속 및 신호규격
		LED 조명 인터페이스	가시광 무선통신과 LED 조명간의 인터페이스
가시광 무선통신 MAC 기술	가시광 무선통신 데이터 무결성을 위한 계층 2(Layer 2) 프로토콜 기술	MAC	가시광 무선통신 Layer 2 MAC 프로토콜
가시광 무선통신 응용 프로토콜 기술	가시광 무선통신에서 제공할 수 있는 자동차 안전, 조명식별번호, 위치기반추적, M-to-M, 초고속 센서, 저속 광Tag, 국부적제한방송 등의 응용 서비스를 적용하기 위한 프로토콜 기술	가시광 무선통신 자동차 안전 프로토콜	가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 응용 계층 프로토콜 규격
		가시광 무선통신 조명식별번호	가시광 무선통신 측위 서비스 응용 계층 프로토콜 규격
		가시광 무선통신 위치기반추적 서비스	가시광 무선통신 위치기반추적 서비스 규격
		가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜	가시광 무선통신 M-to-M 서비스 응용 계층 프로토콜 규격
		가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜	가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 응용 계층 프로토콜 규격
		가시광 무선통신 저속 광 Tag 서비스	가시광 무선통신 저속 광 Tag 서비스 규격
		가시광 무선통신 국부적 제한 방송 서비스	가시광 무선통신 국부적제한 방송서비스 규격

○ 표준화 대상항목 구분 간 연계 표준 추진 이유

- 표준화 대상항목 구분의 가시광 무선통신 PHY, MAC, 응용 프로토콜은 상호 연관 관계를 갖고 표준을 개발해야 함. 기존의 프로토콜 스택은 OSI 7 Layer의 개념에 입각하여 각 계층(Layer)별 인터페이스만 정의하고 연관 관계는 갖고 있지 않음. 하지만, 가시광 무선통신은 응용 서비스 영역별로 상호 연관 관계를 갖고 있음. 이는 Cross Layering의 개념과도 유사하지만 동일하지는 않음
- 상호연관관계를 가져야 하는 이유는 MAC에서 LAN 기반의 Backbone 네트워크와 연결되어야 하는 경우와 Backbone 네트워크 연결이 필요없이 Peer-to-Peer 연결만 하는 경우가 다르게 표준이 정의되어야 하며, 이를 효율성 및 적용성의 이유로 위와 같이 구분하였음

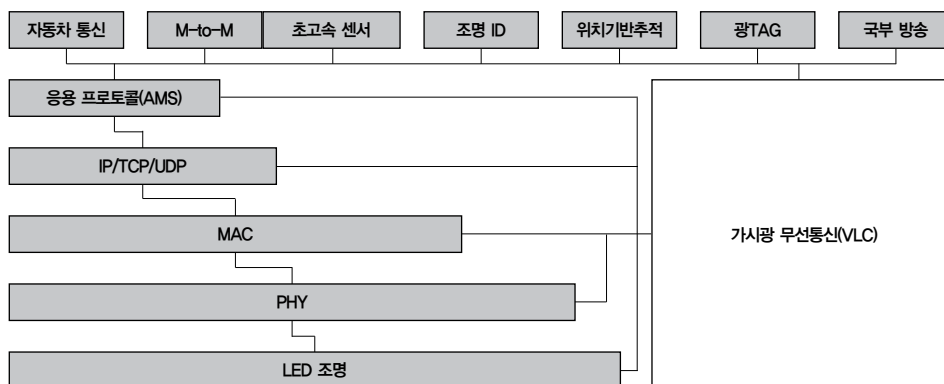
- 가시광 무선통신 PHY 표준 역시 응용에 따라 별도로 표준을 개발할 필요가 있음. 예를 들면, 신호들에서 색 상별로 빨강색, 노랑색, 파랑색의 경우에는 신호등 빨강색은 정지신호, 노랑색은 경고, 파랑색은 안전신호 등을 정의할 때에 복잡하게 할 필요없이 단순히 정의하여 표준으로 제정. 이렇게 함으로써, 실현 가능한 응용에 적용할 표준을 신속히 제정하고, 산업을 육성할 수 있음
- 응용이 ID-TAG이라면, ID를 보다 쉽게 많은 영역을 식별할 수 있고, 상호 간섭이 발생하지 않는 PHY 표준 으로 제정하여야 함
- 초고속 센서 데이터나 M-to-M 응용을 위하여 고속 데이터 송신 및 수신을 위한 PHY 표준을 제정하여야 함
- 결론적으로 M-to-M, ID, LAN 등의 예에서 보더라도 PHY, MAC, 응용 등이 상호 연계를 갖고 별도로 표 준을 제정하여야 하는 형태로 발전

○ 가시광 무선통신 M-to-M 서비스 응용 서비스 예

- M-to-M 서비스는 Machine 간 통신하는 방법이며, 통상 Machine들 간의 통신이 서버를 통한 방식보다 신 속하고 편리하다는 장점
- M-to-M 서비스의 응용 예는 현재 핸드폰 간 데이터 송수신 서비스가 대표적. 현재의 핸드폰 데이터 송수신 방법으로 IrDA 통신을 사용. 즉, IrDA로 M-to-M하는 핸드폰은 핸드폰 화면과 IrDA 송수신이 동시에 실장 되어 있어서 별개의 기능을 수행하지만, 가시광 무선통신에 의한 M-to-M 서비스는 화면이 LED로 구성되 어 있어서 화면의 기능뿐만 아니라 통신도 가능하게 되어 2개의 모드를 융합하여 하나로 되는 장점이 있으 며, IrDA 보다 가시광 무선통신이 전송속도가 수배 이상 되는 것이 장점

1.1.2. 연관기술 분석

○ 연관기술 관계도



○ 연관기술 분석표

연관기술	내 용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
PHY	조명 가시광을 통신을 위해 모듈레이션하고 디 모듈레이션하는 기술로서, 가시광 무선통신 송신 물리적 접속 및 신호규격 송신 PHY, 가시광 무선통신 수신 물리적 접속 및 신호규격 수신 PHY, 가시광 무선통신과 LED 조명간의 인터페이스 LED 조명 인터페이스 등으로 새로운 표준 규격을 정의하여야 할 기술	TTA	ITU-T, VLCC	표준기획	표준기획	시제품	시제품
MAC	가시광 무선통신 데이터 무결성을 위한 계층 2(Layer 2) 프로토콜 기술로서, 가시광 무선통신 Layer 2 Infrastructure mode MAC 프로토콜, 가시광 무선통신 Layer 2 Peer-to-Peer mode MAC 프로토콜 등으로 새로운 표준 규격을 정의하여야 할 기술	TTA	IETF, IEEE	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
IP/TCP/UDP	IP/TCP/UDP 등으로 이미 국제 표준에서 정의된 기술	TTA	IETF	표준기획	표준제정	상용화	상용화
WLAN	WLAN 등으로 이미 국제 표준에서 정의된 기술 또는 일부 개량 개선을 하고 있는 기술	TTA	IETF, WWRP, IEEE	표준기획	표준기획	상용화	상용화
자동차 안전	가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 응용 계층 프로토콜 규격	TTA	ITU-T, IETF	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
조명식별번호	가시광 무선통신 측위 서비스 응용 계층 프로토콜 규격	TTA	-	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
위치기반추적	가시광 무선통신 위치기반추적 서비스 규격	TTA	-	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
M-to-M	가시광 무선통신 M-to-M 서비스 응용 계층 프로토콜 규격	TTA	ISO	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
초고속 센서	가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 응용 계층 프로토콜 규격	TTA	ITU-T	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
광 Tag	가시광 무선통신 저속 광 Tag 서비스 규격	TTA	-	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
국부적 제한 방송	가시광 무선통신 국부적 제한 방송서비스 규격	TTA	-	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획

1.2. 추진경과 및 중점 추진방향

○ 추진경과

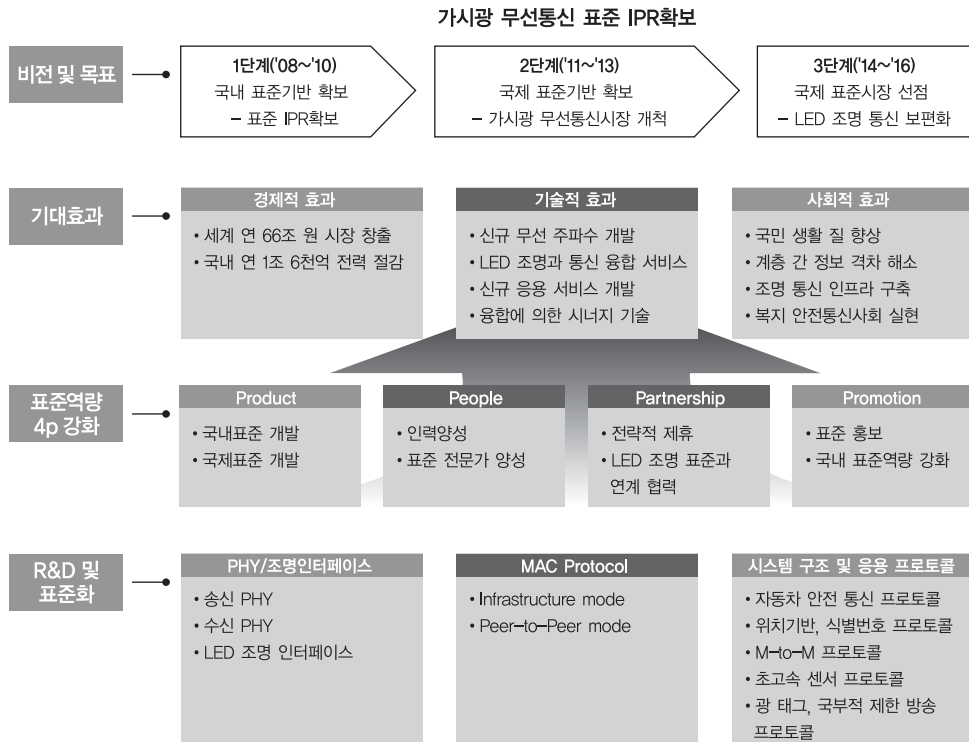
- Ver.2008에서는 송신 PHY, 수신 PHY, LED 조명 인터페이스, Infrastructure mode MAC, Peer-to-peer mode MAC, 가시광통신 자동차 안전 프로토콜, 가시광통신 측위 프로토콜, 가시광통신 M-to-M 프로토콜, 가시광통신 초고속 센서 프로토콜 등 9개 항목을 선정
- Ver.2009에서는 3개 항목을 삭제하고, 4개 항목을 추가하여 PHY, LED 조명 인터페이스, MAC, 가시광통신 자동차 안전 프로토콜, 가시광통신 조명 식별번호, 가시광통신 위치기반추적 서비스, 가시광통신 M-to-M 프로토콜, 가시광통신 초고속 센서 프로토콜, 가시광통신 저속 광 Tag 서비스, 가시광통신 국부적제한 방송 서비스 등 10개 항목을 선정

2008년	2009년
송신 PHY	PHY
수신 PHY	LED 조명 인터페이스
LED 조명 인터페이스	Infrastructure mode MAC
MAC	Peer-to-peer mode MAC
가시광통신 자동차 안전 프로토콜	가시광통신 자동차 안전 프로토콜
가시광통신 측위 프로토콜	-
-	가시광통신 조명 식별번호
-	가시광통신 위치기반추적 서비스
가시광통신 M-to-M 프로토콜	가시광통신 M-to-M 프로토콜
가시광통신 초고속 센서 프로토콜	가시광통신 초고속 센서 프로토콜
-	가시광통신 저속 광 Tag 서비스
-	가시광통신 국부적 제한 방송 서비스

○ 중점 추진방향

- 가시광 무선통신의 표준 개발의 필요성을 두각을 나타내기 위하여 가시광 무선통신을 이용한 응용 모델을 우선적으로 TTA 가시광통신 서비스 실무반에서 표준규격으로 개발
- 가시광 무선통신 PHY 기술, 가시광 무선통신 MAC 기술, 가시광 무선통신응용 프로토콜 기술 등에 대한 표준 작업을 추진
- 현재까지의 국제 표준 결과가 미미하지만, 앞으로 현재 D램 반도체 규모인 300억 불 규모의 LED 조명시장이 열릴 것으로 예측자료들이 나오고 있는 상황을 고려하여, TTA에서 가시광 무선통신 응용 모델, PHY, MAC 등을 우선 규격화하고, 이를 바탕으로 국제 표준 단체에 표준을 제시

1.3. 표준화의 Vision 및 기대효과



○ TTA 기반의 국내 및 국제 표준 선도 추진

- TTA 가시광통신서비스 실무반에서의 국문 고유 표준 규격 개발
- 국문 고유 표준 규격을 국제 표준으로 추진

○ 표준 기술 워크숍을 통한 기술 개발 능력 및 인력 양성

- 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍(2007. 8. 30, 12.15, 2008.6.25) 등 지속적인 워크숍 개최
- LED 조명 전문가와 기술 교류 및 상호 협조 체계 수립
- LED 발광 소자와 PD 광전 소자 전문가들과의 기술 교류 체계 확립
- 유선 통신 기반의 광통신 전문가 및 무선통신 전문가와 기술 교류 체계 확립

○ 가시광 무선통신 분야의 IPR 및 국제 표준 선도 확립

- TTA 국문 고유 표준 규격을 국제 표준으로 제정하여 선도
- 연구개발 동시 추진으로 IPR 및 기술 확보로 국제적 기술 우위 차지

○ 년 66조 세계 시장 창출의 경제적 효과

- LED 칩 시장과 백색 LED 시장의 2010년 세계 시장은 33조 원에 이를 것으로 전망(Strategies Unlimited, 2005)
- RFID 시장의 2010년 세계 시장은 44조 원에 이를 것으로 전망(IT839전략기술개발 Master Plan/IITA)
- WPAN 시장의 2010년 세계 시장은 8조 원에 이를 것으로 전망(WSN Growing Markets on World 2005)
- ITS 센서 시장의 2010년 세계 시장 규모는 6조 원에 이를 것으로 전망(Financial Times, Intelligent Transport System, 1998)
- 가시광 무선통신은 LED 시장과 ID 시장, ITS, WPAN 등의 응용 영역 시장으로 개척할 수 있으며, 또한 가시광 무선통신의 실내 측위 시장, M-toM 시장, ISM 대역이 아닌 새로운 대역의 주파수 시장 등을 감안하면, 년 66조의 시장 창출의 경제적 효과가 발생할 것으로 전망

1.3.1. 표준화의 필요성

가시광 무선통신은 허가 주파수와 비허가 ISM(Industrial Science Medical) 주파수 외에 가용한 주파수 대역을 개발하는 효과가 있으나, 이 개발된 주파수 대역에서 통신을 하려면 송신과 수신 간에 상호 규약이 있어야 하고, 가시광 무선통신으로 인하여 창출되는 서비스인 자동차 안전통신, 초정밀 측위, 초고속 센서, M-to-M 등 통신 표준 프로토콜이 필요

- 가시광 무선통신(Visible Light Communication)은 LED(Light Emitting Diode) 조명을 이용한 통신기술. LED는 반도체 기술에 의해 조명, LCD, 자동차 후광등 또는 전광등에 사용되고 있으며, 그 사용 범위와 사용률이 급속하게 증가 추세. 이러한 인프라의 배경에 맞추어 조명과 통신을 함께 할 수 있는 서비스를 표준으로 제정함으로써 국내의 산업화에 공헌하기 위해 표준화가 필요
- 사회적으로는 조명과 통신이 융합된 언제 어디서나 통신을 할 수 있게 하기 위하여 가시광 무선통신 표준 기술이 필요
- 문화적으로 언제 어디서나 조명이 있는 곳에서 통신할 수 있게 됨으로써 인류 문화적으로 센서 정보, 물체 식별 정보, 측위에 의한 LBS(Location Based Service) 위치 정보, Machine to Machine 정보 이동 등에 대한 표준 기술 제정이 필요
- 경제적으로는 현재 D램 반도체 시장 규모인 300억 달러의 조명 시장 인프라를 활용할 수 있고, 1530 프로젝트가 실현되면, 국내 연 1조 6천억 원의 전력이 절감되며, 세계 66조 원의 가시광 무선통신 시장이 열리도록 하기 위하여 표준 기술이 필요

1.3.2. 표준화의 목표

가시광 무선통신은 국제 표준 활동이 미미한 것이 특징이므로 국내 TTA 중심의 표준 활동을 적극적으로 수행하여 세계 최초 및 최고의 국내 고유 표준을 제정을 우선적으로 수행하고, 이에 대한 IPR를 확보하며, 이를 토대로 국제 표준 제정의 선도적 활동을 하여 국제 표준 규격이 되도록 하는 것을 표준화의 목표로 함

- 가시광 무선통신 응용 모델로서 다음과 같은 TTA 표준을 제정
 - 가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 모델
 - 가시광 무선통신 측위 서비스 모델
 - 가시광 무선통신 M-to-M 서비스 모델
 - 가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 모델
- 가시광 무선통신을 위한 프로토콜로서 다음과 같은 TTA 표준을 제정
 - 가시광 무선통신 PHY
 - 가시광 무선통신 MAC
 - 가시광 무선통신 멀티미디어 응용 프로토콜
- 가시광 무선통신 응용 모델과 통신 프로토콜을 국제 표준으로 제정
 - ITU-T SG 16: 가시광 무선통신 응용 모델
 - ITU-T SG 16: 가시광 무선통신 멀티미디어 응용 프로토콜
 - IEEE: 가시광 무선통신 MAC
 - ITU-T: 가시광 무선통신 PHY

1.3.3. Vision 및 기대효과

가시광 무선통신에 대한 IPR 확보와 국내 고유표준 확보에 따라서 국제표준화를 선도할 수 있으며, 이로 인하여 새로이 개척되는 가시광 무선통신 시장에 대한 교두보를 확보

- 세계적인 국제 표준을 선도할 수 있는 표준 아이টে으로써 가시광 무선통신 표준 활동은 TTA의 적극적인 지원과 국책연구개발 사업을 수행하도록 함으로써 가속화되고 성공할 것이라는 비전을 갖고 있음

2. 국내외 현황분석

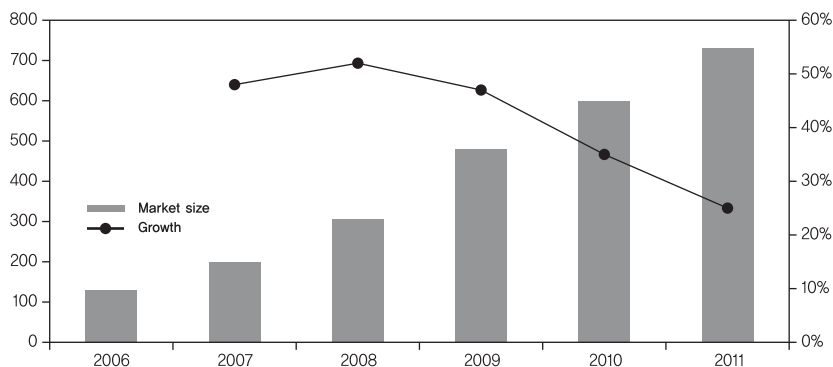
2.1. 시장 현황 및 전망

향후 가시광통신 기술의 응용시장으로 기대할 수 있는 대표적인 분야로는 RFID, USN, ITS 그리고 LED램프 등을 꼽을 수 있으므로, 이를 통하여 가시광통신 시장의 현황과 전망을 분석함

2.1.1. 국내 시장 현황 및 전망

○ RFID & 모바일 RFID분야

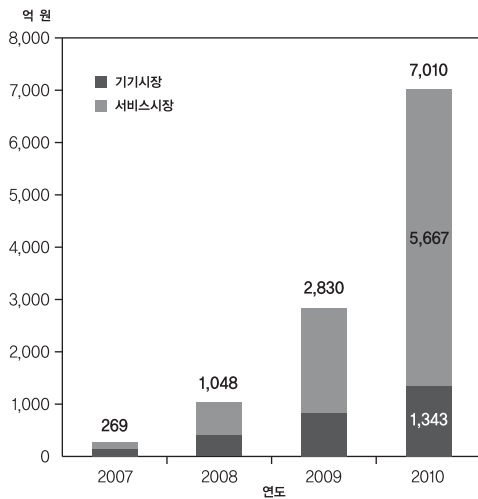
- 미국을 중심으로 RFID 도입이 이루어져 왔으나, 최근에는 국내에서도 RFID 시범사업 등 도입이 본격화되는 추세
- 국내의 경우 RFID가 유통·물류·국방 분야에서부터 소매, 도서·출판, 의료·보건, 제조·공정, 산업·건설, 도로·교통, 교육·문화, 농축산·식품, 항공수하물, 가로수관리 등 공공 및 민간 부문에까지 크게 확대·적용되고 있는 추세이며, 최근 모바일 RFID 확산 사업자로 KTF·SKT가 선정되어 모바일 RFID 확산 사업을 위한 서비스 구축에 돌입
- RFID는 점차 소형화, 지능화 하는데 비해 가격은 하락되어 2010년경 환경, 재해예방, 의료, 식품관리 등 실생활에서의 활용이 확대될 전망
- 국내 시장규모는 전 세계 RFID 시장의 약 5%를 점유하여 2010년에는 약 5,000억 원 규모까지 성장할 것으로 예상
- IDC의 2007년도 보고서에 따르면, 2006년 국내 RFID 관련 시장 규모가 1,314억 원을 형성한 것으로 추산하고 있으며, 2007년의 경우 전년 대비 48.2% 성장한 1,948억 원 규모를 기록할 것으로 전망되며, 특히 올해부터 상용 프로젝트가 선보일 것으로 전망되며, RFID 부착 의무화를 계기로 2011년에 이르면 연평균 42.1%의 성장률을 기록하면서 7,617억 원대 규모까지 급성장할 것으로 예상



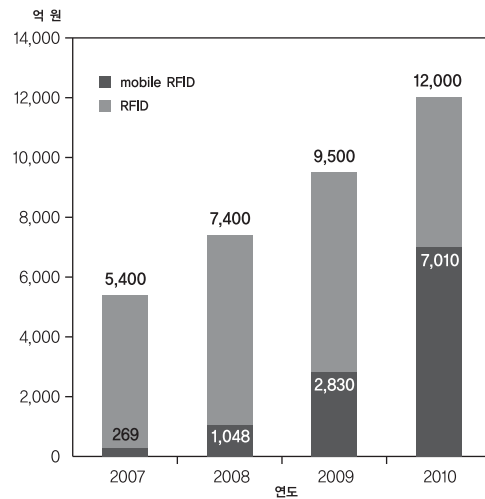
〈국내 RFID 시장 규모(2006~2011)〉

(출처: IDC, 2007)

- 한편, 모바일 RFID는 무선 단말기 환경에 부적합한 Hyperlink 기능 대신에 오프라인 현실의 사물과 사이버 세상의 정보를 연결시키는 Pointer 역할을 함으로써 정보 접근성 향상을 도모, 이로 인하여 무선인터넷 서비스 이용이 활성화되고, 다양한 콘텐츠 개발을 통해 모바일 RFID 서비스 영역은 크게 확대될 것으로 전망
- 국내 모바일 RFID 시장 규모는 2010년에 약 7천억 원 이상에 달할 것으로 전망
- 모바일 RFID와 직접 연관된 부분만 산출할 경우 2010년에 기기시장 1,343억 원, 서비스 시장 5,667억 원을 형성할 것으로 전망



〈모바일 RFID 시장 규모〉



〈모바일 RFID vs RFID 시장 규모〉

〈모바일 RFID 시장 규모〉

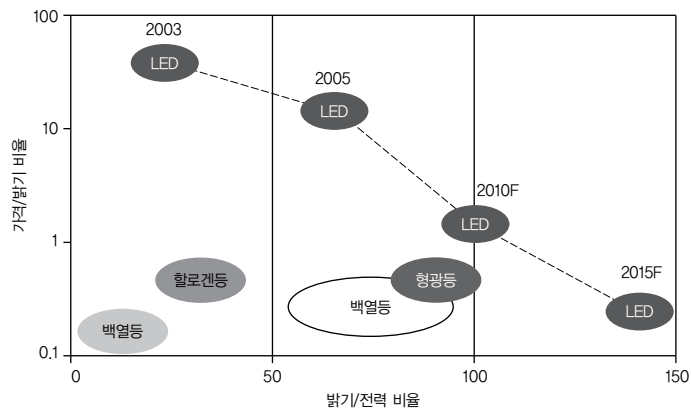
(출처: ETRI 텔레매틱스/USN 연구단)

○ USN 분야

- USN은 u-Korea를 구현하는 핵심 인프라로서 무한한 성장 잠재력을 갖고 있으며, 미래 사회는 USN을 기반으로 한 유비쿼터스 사회로 빠르게 진화할 전망
- 또한, USN은 공공 성격을 갖는 교통·기후·환경·행정 정보는 물론, 개인 특화 서비스를 위한 각종 위치, 상황, 사무환경 정보 등을 제공하는 복합적인 유비쿼터스 인프라로 발전할 것으로 전망
- 이러한 USN 인프라의 구축을 통해 미래 유비쿼터스 사회를 조기 구현할 수 있으며, 관련 산업분야에도 매우 긍정적인 파급효과를 일으켜, 국민 삶의 질을 향상시키고, 첨단 IT 서비스 및 제품의 부가가치를 획기적으로 증대시킬 수 있을 것으로 기대
- 국내에서 USN 사업을 주도하고 있는 ZigBee의 세계 시장규모가 2009년도에 1,085백만 달러에 달할 것으로 전망

○ 조명용 LED 및 VLC 시장현황 및 전망

- 현재 LED의 최대 수요처는 휴대폰 액정과 키패드의 내부조명, LED 패널 백라이트 등 IT업체이며, 그 다음은 자동차 전장과 전광판, 교통신호등 순이며, 가정용 조명시장에서도 LED의 비중은 급속히 늘고 있음
- 한국의 조명 시장은 2조 원(무역위원회 조사자료, 2003.10)으로 추산되며, 점차 LED로 대체되어 가고 있는 실정
- LED 조명은 2007년 백열등을, 2012년에는 형광등을 대체할 것으로 보고 있으며, 2020년까지는 모든 조명 제품을 대체해 시장규모가 연간 수십조 원에 달할 것으로 전망
- LED가 인기를 끄는 이유는 무엇보다 기존 광원 대비 효율이 높아 전력 소모가 적고, 반영구적이며 소형 구현이 쉽다는 것이며, 신뢰성이 뛰어나고, 또 반도체 기술의 진보에 따라 LED의 생산원가가 매년 떨어지고 색상, 광도면에서 크게 개선된 점도 LED 열풍의 주요한 배경임
- 밝기 대비 가격의 경우 현재는 형광등이나 백열등 보다 높은 수준이지만 2015년경에는 비슷한 수준에 이를 것으로 전망



〈LED의 가격 대비 밝기/전력소모〉

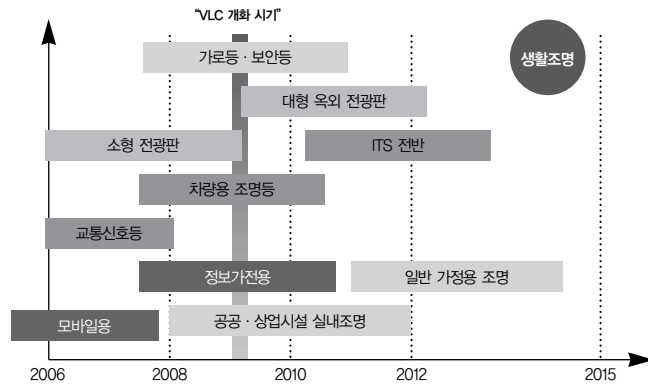
(자료: Credit Suisse, 2006.11)

- LED 조명의 적용분야는 매우 다양해져 포드사의 경우 무스탕 자동차를 구매하는 고객들에게 대시보드 조명으로 100가지 색깔의 LED를 선택하는 옵션을 제공하고 있으며, 보잉사는 787여객기의 실내조명을 LED로 바꿔 고객들의 시차 극복을 돕고 있으며, 2007년 봄 출시되는 렉서스 모델에서는 최초로 전조등에도 LED가 채택되기도 함
- 국내의 경우 지식경제부가 'LED 조명 15/30 보급 프로젝트'를 통해 2015년까지 LED 조명 비중을 30%로 높일 계획을 갖고 있음

〈지식경제부 'LED 조명 15/30 보급 프로젝트' 로드맵〉

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	비고
교통신호등	지역에너지사업지원				최저효율					
유도등 할로겐 대체	인증 · 시범보급		장려금 보조					최저효율		
백열전구 대체 채널간판			인증	시범보급		장려금 보조				최저효율('18)
형광등 · 가로등 대체				인증	시범보급		장려금 보조			최저효율('20)

- LED 조명의 각 응용분야별 사업적용 시기와 VLC 기술 발전 동향을 기반으로 VLC 기술의 시장진입 시기는 아래 그림에서 보는 바와 같이 2009년경부터 VLC 기술의 보급 및 확산이 예상



〈LED 조명사업 적용 및 VLC 시장진입 예측〉

- 앞서 살펴본 VLC 기술의 응용분야를 바탕으로 관련 기술 분야 및 해당 분야의 시장규모를 살펴본 결과 2010년경 수십조 원의 시장이 형성될 것으로 예상
- OPAN 응용분야로 VLC 기술 적용 시 W-PAN, USN, 지능형 정보대전 및 홈네트워크, 전광판 및 광고 산업 분야와 관련성이 높음
- ITS 응용분야로 VLC 기술 적용 시 ITS 센서, 차량용 조명등 및 교통 신호등 산업분야와 관련성이 높음
- ID-TAG 응용분야로 VLC 기술 적용 시 RFID 및 모바일 RFID 산업분야와 관련성이 높음

〈VLC 시장규모 예측〉

VLC 응용분야	관련 기술 분야	관련 시장 규모
OPAN 응용분야	W-PAN	2010년 세계 WSN 시장 8,212백만 달러 규모 예상 (WSN Growing Markets on World 2005)
	USN	2010년 세계 USN 시장 규모 100억 달러 규모 예상 (IT839 전략기술개발 마스터플랜, IITA)
	지능형 정보가전 및 홈네트워크	2010년 국내 홈네트워크 시장 11조 5천억 원 규모 예상 (한국홈네트워크산업협회, 2007.02)
	전광판 및 광고	2006년 국내 LED 전광판 시장 2,000억 원 규모 예상(월간 파사인 2006년 5월호)
ITS 응용분야	ITS Sensors	2005년 세계 ITS Sensors 시장 6,604백만 달러 규모 예상(Financial Times, 1998)
	차량용 조명등	2010년 세계 차량용 LED 조명등 시장 16억 달러 규모 예상(LG전자, 2005.02)
	교통 신호등	2006년 국내 LED 신호등 시장 3,000억 원 규모 예상(월간 파사인 2006년 5월호)
ID-TAG 응용분야	RFID	2011년 국내 RFID 시장 7,617억 원 규모 예상(IDC, 2007)
	모바일 RFID	2011년 국내 모바일 RFID 시장 7,010억 원 규모 예상(ETRI)

2.1.2. 국외 시장 현황 및 전망

○ RFID & 모바일 RFID 분야

- 해외의 경우 주로 미국·일본·유럽 등의 대형업체를 중심으로 물류·유통 분야에 RFID를 도입함으로써 유통혁명이 가시화되고 있으며, 최근 국방·항공·항만 분야 및 의료·보건 분야에 RFID 적용사업을 진행 중
- 칩 가격이 하락(2005년 23.3센트에서 2010년 6센트)하면서 점차 실생활 분야로 확대될 전망(IDTechEx)
- RFID 세계 시장규모는 2005년 본격적인 시장형성이 시작되어 2010년에는 약 100억 달러에 이를 것으로 예측(IDC 2004)

〈세계 RFID 시장 전망〉

(단위: US억 \$)

구분	2006	2007	2008	2009	2010
RFID 태그	13.4	18.2	24.5	34.1	48
RFID 리더	7	9.5	12.7	17.7	25
S/W 및 서비스	7.6	10.3	13.8	19.2	27
합계	28	38	51	71	100

(출처: IDC 2004, '전자산업동향예보제 세미나' 자료 재인용, 2005.6)

○ USN 분야

〈세계 ZigBee 시장규모〉

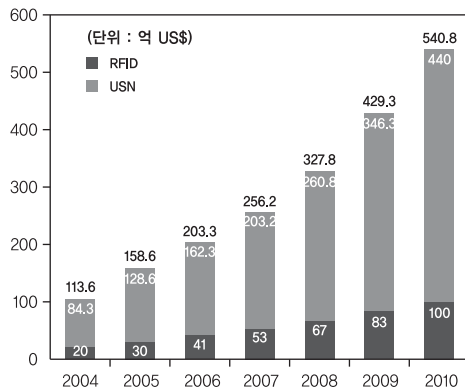
ZigBee Revenue

World Market, Moderate and Aggressive Forecasts: 2004 to 2009(\$ Millions)

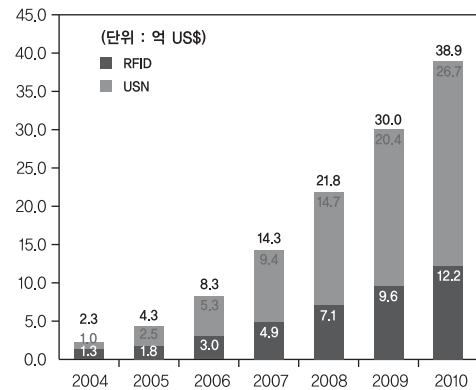
Moderate Forecast	2004	2005	2006	2007	2008	2009	CAGR(04-09)
ZigBee Revenue	7	12	273	552	675	763	15.3%
Aggressive Forecast	2004	2005	2006	2007	2008	2009	CAGR(04-09)
ZigBee Revenue	7	14	353	735	927	1,085	17.1%

(출처: ABI Research, 2004)

- IT839 전략기술개발 마스터플랜에서는 전 세계 USN 시장 규모가 2010년에 총 100억 달러에 이를 것으로 전망하고 있으며, 국내 시장규모는 2007년 4.9억 달러 규모에서 2010년에 12.2억 달러 선에 이를 것으로 추정



〈세계시장 성장 추세〉



〈국내시장 성장 추세〉

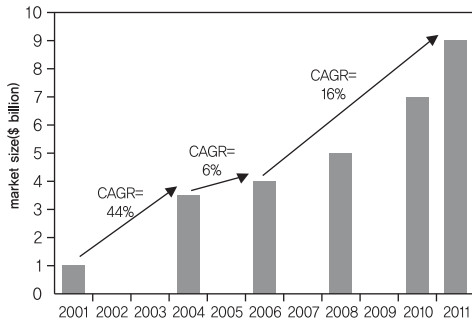
〈국내의 USN 시장수요전망〉

(출처: IT839 전략기술개발 Master Plan, IITA)

○ 조명용 LED 및 VLC 시장현황 및 전망

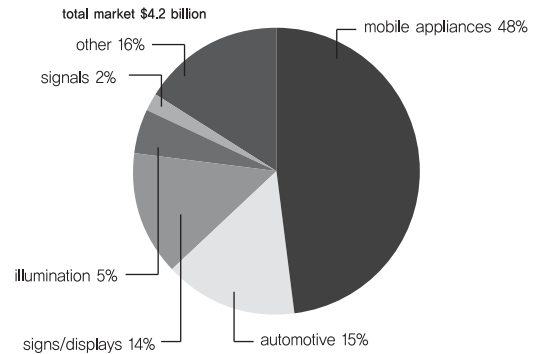
- Strategies in Light 전망에 의하면, 21세기의 빛 LED가 2006년 42억 달러 규모에서 향후 2배 이상의 성장을 이루어 2011년에 90억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 예측
- LED 시장은 그 용도에 따라 모바일용(48%), 자동차용(15%), 사인/디스플레이용(14%), 간접조명용(5%), 신호용(2%) 순으로 시장을 구분하고 있음

Growth in the high brightness LED market



〈LED 세계 시장 전망〉

HB-LED market by application in 2006

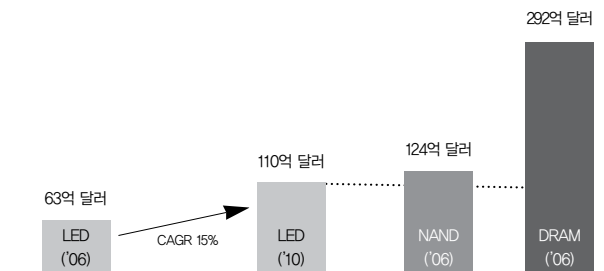


〈응용분야별 LED 시장 점유율〉

〈LED 세계 시장 전망〉

(출처: Strategies Unlimited, LEDs Magazine 2007년 3월호)

- 또한, 삼성경제연구소의 '차세대 광원 LED의 부상과 대응방안' 이란 분석보고서에 따르면, 세계 LED 시장이 2006년 63억 달러에서 매년 15%씩의 고속 성장을 통하여 2010년 DRAM, 낸드플래시 등에 버금가는 110억 달러 규모가 될 것으로 전망
- 2010년 LED 시장은 낸드플래시 시장의 약 90%, DRAM의 40%에 달하고, LED 시장이 15%의 성장률을 지속한다면 2017년경에는 현재의 DRAM 시장 규모에 도달할 전망이다.
- 최근 LED 시장의 성장세는 DRAM 등 기타 반도체 시장이 양과 음의 성장률을 반복하며 성장이 둔화되고 있는 추세와는 대조적



〈세계 LED 시장전망〉

(출처: 삼성경제연구소, 2007)
(자료: Deutsche Bank, 2007.2)

- 2006년 월스트리트저널(WSJ)에 따르면 LED가 백열전구, 형광등, 할로젠 등을 잇는 차세대 고효율 광원으

- 로 떠오르면서 조명산업의 판도를 바꿔놓고 있음. 2006년 현재 전 세계 LED 예상수요는 약 50억 달러로, 260억 달러 규모의 세계 조명시장의 약 20% 수준
- 세계 각국은 LED 기술의 개발과 보급을 위한 장기 계획을 수립해 놓은 상태이며, 미국은 'Next Generation Lighting Initiative(Vision 2020)' 을 통해 조명의 50%까지 LED를 보급시킬 계획

2.2. 기술개발 현황 및 전망

2.2.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

○ 정부정책기조

- LED 조명 확산 정책에 따라 지식 경제부(舊 산업자원부) 주관의 'LED 조명 15/30 프로젝트'를 통하여 2015년까지 국내 조명의 30%를 LED 조명으로 대체하여 약 1조 6천억 원의 전력 절감 비용을 기대하고 있으며, 'LED 조명 15/30 프로젝트'의 순조로운 추진을 위해 2010년까지 120 lm/W급 LED, 2012년까지 140 lm/W급 LED 기술 개발을 위한 'LED/반도체 조명산업 발전전략' 프로젝트 추진
- 확산되는 LED 조명을 인프라로 활용하는 가시광 무선통신 기술을 단거리 영역 내에서 차세대 이동통신, USN, 홈네트워크 분야에서 보안성이 강화된 새로운 무선 접속 기술과 위치 인식 기술로서 인지하고 있으며, LED 조명 산업에 통신을 접목하여 새로운 부가가치를 창출하는 융합 산업으로서의 가능성을 인정하고 검토하기 위하여 가시광 무선통신의 원천 기술을 개발하고 검증하는 국책 사업 진행

○ 국책 연구소 기술개발 현황 및 전망 기술

- KOPTI(한국광기술원)는 2005년 말 유비쿼터스 가시광 무선통신 기술 연구회 활동을 주도하여 가시광 무선통신 기술에 대한 관심을 유도하였으며, 2005년 중반부터 산자부 신기술 실용화 개발사업의 일환으로 White LED를 이용한 광통신 기술개발 과제를 수행하였고, 2007년 중반부터 LED 가로등과 가시광 무선통신을 결합한 지능형 가로등의 연구 개발 진행
- ETRI(한국전자통신연구소)는 가시광 무선통신 기술의 근간이 되는 유무선 광전송 기술에 대한 기술력을 확보하고 있으며, 지식경제부 중장기 정책사업의 일환으로 가시광 무선통신 원천 기술과 검증을 위한 연구 개발을 2008년부터 3년간 진행하는 국책 과제를 진행하고 있으며, 향후 소자 및 모듈 기술, 응용 시스템의 연구 개발을 2011년부터 중장기적으로 수행하기 위한 로드맵을 추진 중

○ 국내 산업계 기술개발 현황 및 전망 기술

- 삼성전자는 미래 기술에 대한 선행 연구 및 국내외 표준화 선도의 일환으로 가시광 무선통신 선행 표준화 활동과 핵심기술에 대한 연구 개발을 진행하였으며, 2006년 상반기부터 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 Point-to-point 근거리 통신 분야와 옥내외 LED 전광판 및 상업용 LED 조명을 이용한 정보 방송 분야, 실내외 LED 조명을 이용한 근거리 LAN 분야의 가시광 무선통신 기술을 연구 개발하고 있으며 기술력을 확보. 2007년 하반기부터 점대점 가시광 무선통신을 위한 H/W 및 S/W를 개발하여 휴대 단말기와 멀티미디어 기기의 Interface에 적합한 Dongle을 제작하여 시험하고 있음
- 한국고덴시는 미래 산업의 요소 기술 개발의 일환으로 현재 보유하고 있는 적외선 송수신 모듈 제작 기술을

활용하여 2006년 중반 Point-to-point 가시광 무선통신 시연 모듈을 제작

○ 국내 학계 기술개발 현황 및 전망 기술

- KAIST 전자공학부는 2006년 하반기부터 실내 LED 조명을 이용하여 가시광 무선통신 기반의 LAN 서비스를 지원하기 위하여 다중접속을 지원하는 MAC Algorithm을 개발하였으며, 2008년 상반기부터 다양한 전송 속도와 전송 모드를 지원하고 다중접속을 원활하게 지원할 수 있는 기능들을 개발 중
- 목원대, 경희대 무선 RF 코딩과 변조 방식의 가시광 무선통신 적용 연구 및 시뮬레이션 검증 등을 논문으로 발표
- 서강대 전자공학부는 자유 공간 광 통신 기술과 무선 적외선 통신 기술을 바탕으로 가시광 무선통신 적용 연구를 추진하고 있으며, 가시광 무선통신 채널 환경에 대한 전반적인 정보 분석을 위하여 시뮬레이션 Tool 개발

○ 가시광 무선통신 서비스 모델 개발 동향

- 산업계 및 학계, 연구소에서는 가시광 무선 통신을 위한 기반 기술의 연구 개발과 가능성을 검증하는 단계이고 이를 이용한 서비스 모델의 연구 개발과 시연 검증은 계획을 수립하고 있는 단계이며, 일부 서비스 모델의 경우 업체의 주력 제품에 적용 가능성을 검증하기 위하여 선행 연구 개발을 추진 중
- 가시광 무선통신 Machine-to-Machine(M-to-M) 서비스 모델
 - 삼성전자는 '06년 상반기부터 가시광을 이용한 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 Point-to-point 근거리 통신 기술을 우선적으로 연구 개발하고 있으며, '06년 하반기 가시광 무선통신 기술을 적용한 USB Dongle을 개발하여 Note PC-to-Note PC 그리고 Note PC-to-전자 액자 간의 통신을 시연하였으며, '07년 상반기부터는 가시광 매체에 적합한 M-to-M 프로토콜, M-to-M 기술의 적용 서비스를 개발하였으며, '08년 상반기부터 휴대 단말기와 멀티미디어 기기에 적용하여 M-to-M 통신 서비스의 가능성을 검증 추진
- 가시광 무선통신 Information Broadcasting 서비스 모델
 - KOPTI는 2005년 중반부터 White LED 및 RGB LED를 이용하여 단방향으로 데이터를 전송하는 가시광 무선통신 기술의 연구 개발하였으며, 2007년 중반부터 LED 가로등과 가시광 무선통신이 결합된 지능형 가로등을 이용하여 사용자에게 다양한 정보(환경 정보, 지리 정보 등) 방송을 실시할 수 있는 기술을 연구 개발 진행
 - 삼성전자는 '06년 하반기부터 옥내외 LED 전광판 및 상업용 LED 조명을 이용한 정보 방송 분야의 가시광 무선통신 기술을 연구 개발하고 있으며, 2007년 하반기부터 실내외 LED 전광판을 이용하여 정보 방송 서비스를 구현하는 H/W 및 S/W 기술의 연구 개발 진행
- 가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 모델
 - 가시광을 이용한 무선 초고속 센서 기술과 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 시작되지 않았으

며, 관련 산업계 및 학계, 연구소에서는 RFID를 이용한 RF 무선 초고속 센서 기술을 참고하여 가시광 무선통신 초고속 센서의 구현 방식과 기술의 연구 개발 범위, 이를 이용한 서비스 모델 개발에 대한 검토를 시작

- 가시광 무선통신 측위 서비스 모델
 - 가시광을 이용한 무선 측위 기술과 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 시작되지 않았으나 RF 무선 측위 기술에 대한 분석을 바탕으로 이론적인 가시광 무선통신 측위 서비스 모델을 수립하고 일반적인 요구 사양과 규격을 검토하고 있으며, 관련 산업계 및 학계, 연구소에서는 LED 조명에 ID를 부여하여 meter 범위 내에서 측위하는 방식과 LED 조명을 구성하는 LED Array의 개별 LED를 서로 다른 변조 기술 또는 데이터로 구동하도록 하고 Photonics Diode Array를 수광소자로 활용하여 mm 범위까지 정밀 측위하는 방식에 대하여 연구 개발 기술의 범위 및 이를 이용한 서비스 모델 개발에 대한 검토를 추진 중
- 가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 모델
 - 최근 자동차의 전조등과 후미등에 고출력 LED가 장착되는 추세에 따라 관련 산업계 및 학계, 연구소에서는 이러한 LED 조명을 이용하여 자동차 간 통신함으로써 안전한 자동차 운행 서비스를 제공하는 기술의 연구 개발 범위와 이를 이용한 다양한 서비스 모델 개발에 대한 검토를 진행하고 있음

2.2.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

○ 주요국가의 정책기조

– 미국

- LED 조명 확산 정책에 따라 'Next Generation Lighting Initiative(Vision 2020)' 프로젝트를 진행하고 있으며, 2020년까지 200 lm/W급 백색 LED를 개발하고 조명 시장의 50%를 LED 조명으로 확산한다는 계획 추진
- 가시광 무선통신 기술 및 시스템 개발과 관련한 범국가적인 연구 프로젝트나 활동이 이루어지지 않고 있으나 LED 조명의 확산에 따라 이를 인프라로 활용하는 가시광 무선통신 기술의 연구 개발 활성화에 대한 정책적 판단이 있을 것으로 예상되며, 학계 일부에서 홈네트워크 분야의 새로운 고속 무선 접속 기술로서 연구 개발하여 가능성 검토
- 펜실베이니아 주립대에서는 홈 네트워크상에서 맥내 멀티미디어 기기들에게 데이터 및 음성, 영상 서비스를 제공하기 위한 고속 광대역 접속 기반으로서 전력선 통신과 결합된 가시광 무선통신 시스템을 제안하고 시뮬레이션을 통하여 1 Gbps에 이르는 광대역폭을 제공할 수 있음을 보임

– 유럽

- 가시광 무선통신 기술 및 시스템 개발과 관련하여 활발한 범국가적인 연구 프로젝트나 활동이 이루어지지

않았으나 2008년부터 유럽연합 경쟁력혁신 정책지원사업의 일환으로 근거리 무선광통신 기술 개발이 학계 및 산업계에서 진행하고 있으며, 학계 일부에서 새로운 단거리 고속 무선 접속 기술로서 지속적인 연구 개발 추진

- 옥스퍼드 대학에서는 백색 LED 조명을 이용한 가시광 무선통신의 전송 대역폭 향상을 위하여 변조 기법과 변조 회로, 백색 LED Array 및 Detector Array를 이용한 데이터 전송 다중화 기법, 저가형 상향 가시광 변조기, 가시광 무선통신 채널 환경 분석 및 시뮬레이션 검증 등의 다양한 기술들에 대한 연구 개발 추진
- WWRF(World Wireless Research Forum)의 WG5는 단거리 무선통신 기술(Short Range Wireless Communication Technology)에 대한 기술 논의 및 협력을 추진하는 분과로서 다양한 차세대 무선 접속 기술 중의 하나로 가시광 무선통신 기술을 지정하고 있으며, '07년부터 옥스퍼드 대학, 삼성 전자, 프랑스 텔레콤과 지멘스가 공동으로 가시광 무선통신 기술의 killer application과 시장 전망, 기술 개발 로드맵 등에 대해 분석 및 정리한 White Paper를 제출하고 승인 받았으며, '08년 상반기부터 Vehicle Communication 기술에 대한 White Paper 작성을 위한 기초 작업을 진행하고 있으며 가시광 무선통신 기술을 하나의 후보 기술로써 검토 중

- 일본

- 총무성의 지원 하에 2003년부터 관련된 산학연 단체들이 VLCC(Visible Light Communication Consortium)라는 단체를 구성하여 가시광 무선통신 기술의 연구 개발, 조명용 LED의 가시광 무선통신 적용 방안과 가시광 무선통신의 실생활 응용 방안을 개발하고 있고 국내 표준안 제정을 위하여 단체 표준안 수립을 단계적으로 추진하고 있으며 향후 국제 표준화 활동으로 연결하고자 추진 중
- 총무성은 2006년 11월 NTT 연구소와 오키전기공업, NEC 등 민간기업과 공동으로 가시광 무선통신 기술의 5년 내 실용화를 목표로 연구 개발 추진 계획을 공표
- VLCC는 게이오 대학 주도하에 가시광 무선통신 기반 기술과 시스템, 소자, 통신 서비스에 관련된 산학연 단체들의 모임으로 설립되었으며, 기술 교류와 활성화, 시스템의 개발 및 시연, 인지도 확산과 국내 표준화를 목적으로 활동
 - 2003~2007년까지의 주요한 활동을 요약하면,
 - * 게이오 대학, NTT DoCoMo, KDDI, Matsushita, NEC, Casio, Avago Japan, Sony, Toshiba, Toyota Gosei 등 산학연 단체들이 VLCC에 가입하여 활동
 - * 기반기술 WG에서는 Avago Japan과 Hamatsu Photonics가 주축이 되어 가시광 무선통신의 고속 변조 기술에 대한 연구 개발을 유도
 - * ITS PG에서는 Toshiba와 Nakagawa 연구소가 주축이 되어 역 및 공항 내, 전철 안, 그리고, 가로등이 설치된 보행로에서의 가시광 무선통신을 이용한 정보 안내 기술에 대한 연구 개발을 유도하고 있으며, 4~5m 거리에서 128kbps 이상의 정보를 안내하는 기술의 1~2년 내 실용화를 목표로 추진
 - * 광ID PG에서는 NEC가 주축이 되어 원거리에서의 가시광 ID를 수신할 수 있는 Image Sensor에 대한

연구 개발을 유도

- * PLC 내장 조명 PG에서는 삼성전자와 Nakagawa 연구소가 주축이 되어 전력선 통신과 결합된 가시광 무선통신 시스템의 구현과 응용 방안에 대한 연구 개발을 유도
- * 2004년 CEATEC 전시회와 2006년 JAPAN SHOP 전시회에서 별도의 공간을 확보하여 VLC 시연 Booth를 설치하고 실생활에 적용 가능한 가시광 무선통신 응용을 보여주었으며, 이러한 소개를 통하여 사용자들에게 가시광 무선통신의 유용함과 상용성을 알리기 위해 노력
- 2008년 상반기의 주요한 활동을 요약하면 아래와 같음
 - * 중속 및 고속 가시광 무선통신에 대한 새로운 분류체계를 마련하여 각 채널 환경에 따라 3개의 카테고리리로 구분하여 세부 사양들에 대한 표준 작업 추진
 - 카테고리 1 - 단방향 가시광 무선통신
 - 카테고리 2 - LED 기반 가시광 무선통신 + 적외선 무선통신
 - 카테고리 3 - LD 기반 가시광 무선통신 + 적외선 무선통신
 - * 교통 신호기 PJ는 일본 교통 관리 기술협회에서 VLCC에 LED 교통 신호기를 이용한 가시광 무선통신의 기술 검증을 위해 위탁 의뢰한 연구 개발 진행
 - * 가시광 ID 표준화 WG은 가시광 ID 방송 서비스를 위한 표준 규격 제정을 위하여 적외선 무선통신의 물리계층 사양을 검토하는 것을 비롯하여 전반적으로 적외선 무선통신의 표준 규격 인용을 검토 중
 - * 사회 시스템 PJ는 LED 등대를 이용한 가시광 무선통신의 서비스 가능성을 검증하기 위하여 일본 해상 보안청과 Casio, NEC, Toshiba의 협업으로 야간 환경에서 500 m 거리의 가시광 무선통신에 대해 실험하였으며, 2~4 km 거리의 가시광 무선통신 실험도 예정에 있음
 - * 가시광 휴대단말 WG이 7월에 신설되어 가시광 무선통신을 휴대 단말기에 적용하기 위한 기술의 연구 개발과 표준 규격 제정을 위해 활동 개시
 - * 가시광 LAN WG이 7월에 신설되어 LED 조명을 이용한 양방향 가시광 무선통신의 기술에 대한 연구 개발과 표준 규격 제정을 위해 활동 개시
 - * JEITA에서 승인된 규격과 VLCC에서 추진 중인 표준 사양을 IEEE 802.15 VLC SG에서 표준화하기 위한 적극적인 활동 개시
- 2008년까지는 가시광 무선통신의 다양한 응용 방안을 시연함으로써 사용자들의 인식이 널리 확산되는 것을 유도하고, 2010년까지는 상업 시설, 공항, 역 등에서의 정보 안내 기술을 상용화하며, 2012년까지는 전력선 통신과 결합되어 네트워크와 연결됨으로써 위치 인식 기반의 실내 내비게이션 기술이 상용화되고, 2012년 이후부터는 구축될 실내의 LED 조명 인프라를 활용하여 인터넷 접속과 같은 다양한 접속 기술들이 상용화 될 수 있을 것으로 예상
- VLCC 회원사들의 연구 개발 동향
 - 게이오 대학에서는 1999년부터 조명용 LED를 이용하여 광 Tag-ID 서비스를 제공하는 기술, 가시광

무선통신을 ITS에 적용하는 방안, 백색 LED Array와 Image Sensor를 이용한 데이터 전송 다중화 기법, 네트워크 접속을 위해 전력선 통신을 가시광 무선통신과 결합하는 방안, 등의 다양한 기술들에 대한 연구 개발을 진행하고 있으며, 일본 내 가시광 무선통신 기술의 연구 개발을 선도

- Casio에서는 Image Sensor와 특정 파장의 가시광을 투과하는 필터를 이용하여 특정 파장의 가시광만을 취하는 이미지 처리 과정을 통한 저속 원거리 가시광 무선통신 시스템에 대한 연구 개발을 진행
- Toyota Gosei에서는 고속 변조가 가능한 가시광 LED 소자와 모듈의 개발, 이를 이용한 고속 가시광 무선통신 변조 기술 개발을 진행
- NEC와 시미즈 건설에서는 2006년 3월에 조명용 LED로 구현된 전시관용 조명과 교통 신호등을 이용하여 가시광 Tag-ID를 4.8 Kbps로 전송하여 상품 정보, 음식점 메뉴 정보, 보행자 위치 인식 및 내비게이션 정보를 전달하는 응용 방안을 구현하고 시현한 바 있으며, 기술 개발을 진행
- Toshiba에서는 RGB LED Array로 2005년 6월 구현된 간사이 공항 전광판과 2006년 3월 구현된 전시관용 조명을 이용하여 일어 및 영어, 중국어로 다중화 된 음성 서비스를 전송하는 기술을 시현한 바 있으며, 기술 개발을 진행
- NEC와 무라타 기기는 2006년 9월에 창고 내 LED 조명을 이용하여 가시광 무선통신으로 물류의 위치를 인식하는 시스템을 개발하였으며, 2007년 말까지 상용화를 목표로 시스템 구현을 진행
- Tamura는 2008년 3월 IEEE802.15 VLC IG에서 LED 조명을 이용한 LAN 서비스를 시연하였으며, 이 시스템은 LED 조명의 가시광 무선통신을 이용하여 하향 데이터를 전송하고 적외선 무선통신을 이용하여 상향 데이터를 전송하는 방식이며 적외선 무선통신의 프로토콜 기반으로 개발되었음
- Comtech2000은 LED 조명으로부터 가시광 무선통신 기술에 의해 방송되는 정보를 수신할 수 있는 수신용 USB Dongle을 개발하여 시연

○ 가시광 무선통신 서비스 모델 개발 동향

- 미국과 유럽에서는 가시광 무선통신을 위한 기반 기술의 연구 개발과 가능성을 검증하는 단계이고 이를 이용한 서비스 모델의 연구 개발과 시연 검증에 대한 계획은 알려진 바가 없음
- VLCC에서는 실내외 LED 조명을 이용한 가시광 무선 통신을 활용하여 가능한 서비스 모델의 개발과 시연 검증을 통하여 일반인들에게 가시광 무선통신의 인지도를 확산시키기 위하여 노력. 2003년 및 2004년 CEATEC 전시회, 2006년 Japan Shop 전시회, 2007년 NPC 전시회, 간사이 공항에서 전광판을 이용한 음성 정보 전송 시연, 창고에서 LED 조명을 이용한 물류의 위치 추적 시연, 등을 통하여 실생활에서 LED 조명을 조명과 동시에 통신에 이용함으로써 편리하고 다양한 서비스를 제공할 수 있음을 홍보하였으며, 이후 하기와현과 LED 등대를 이용하여 선박에 정보를 전송하는 시연과 박물관에서 전시 조명을 이용하여 전시품에 대한 정보를 전송하는 시연 등에 대한 계획을 통하여 가시광 무선통신의 서비스 적용 기술 개발을 활성화하고 시연함으로써 지속적으로 가시광 무선통신의 인지도를 확산시키고 정부 및 산업계, 학계, 연구소의 적극

적인 동참과 정책 추진을 유도하고 있음. 2007년까지 VLCC에서 시연한 서비스 모델들은 저속(Mbps 이하)의 단방향 정보 전송 기술을 적용한 다양한 서비스 모델들로 특징되었고 2008년 상반기부터 시연하였고 앞으로 시연하고자 계획하는 저속뿐만 아니라 고속(Mbps 이상)의 단방향 및 양방향 정보 전송 기술을 적용한 서비스 모델이라는 특징이 있음

- 가시광 무선통신 Machine-to-Machine(M-to-M) 서비스 모델

- 가시광을 이용한 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 Point-to-point 근거리 통신에 적용되는 기반 기술은 연구 개발되었으나 이를 이용한 Machine-to-Machine(M-to-M) 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 진행되지 않았으며, 2007년 상반기부터 고속 Machine-to-Machine(M-to-M) 서비스 모델 및 관련 기술의 연구 개발을 진행하여 2007년 10월 게이오 대학에서 Kiosk를 이용한 정보 전송 방식의 1Gbps 전송 실험을 시연하였음

- 가시광 무선통신 Information Broadcasting 서비스 모델

- LED 조명 및 LED 전광판을 이용한 저속(수십 kbps)의 단방향 정보 방송 중심의 가시광 무선통신 기술의 연구 개발이 중점적으로 진행되었으며 이러한 기술을 기반으로 음성 서비스 및 Tag ID 전송 서비스, ITS 정보 서비스, 등과 같은 서비스를 중점적으로 2003년 및 2004년 CEATEC 전시회, 2006년 Japan Shop 전시회, 2007년 NPC 전시회, 간사이 공항에서 전광판을 이용한 음성 서비스, 창고에서 LED 조명을 이용한 물류의 위치 추적, 등에서 시연하였고, 2008년 상반기부터 고속 단방향 정보 전송 기술의 연구 개발 추진

- 가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 모델

- RFID와 동일한 방식의 가시광을 이용한 무선 초고속 센서 기술과 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 시작되지 않았으며, LED 조명하에 위치한 제품들의 ID를 가시광 무선통신을 이용하여 단말기에 전송하면 단말기에서는 수신된 ID와 일치하는 제품들의 정보를 보여주는 방식의 센서 서비스 모델을 개발하고 백화점 및 대형 마트, 등에서 활용 가능성을 시연

- 가시광 무선통신 측위 서비스 모델

- 실내외 LED 조명과 표시등, 보행자용 교통 신호등에 ID를 부여하고 가시광 무선통신을 이용하여 전송하면 단말기에 저장된 지도 상에 수신된 ID의 조명 위치를 표기함으로써 위치 및 지리, 길 찾기 정보를 알려주는 방식의 서비스 모델을 개발하여 시연하였으며, LED 조명을 구성하는 LED Array의 개별 LED를 서로 다른 변조 기술 또는 데이터로 구동하도록 하고 Photonics Diode Array를 수광소자로 활용하여 mm 범위까지 정밀 측위하는 방식에 대하여 이론적인 분석을 수행하였으며 실질적인 기술의 연구 개발을 추진

- 가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 모델

- 가시광을 이용한 자동차 안전 기술과 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 시작되지 않았으며, 교통 신호등 및 표시등을 통하여 주행하는 자동차들에게 교통 및 사고, 대처 사항, 등에 대한 정보를 전송

하는 서비스 모델의 연구 개발 진행 중. 최근 자동차의 전조등과 후미등에 고출력 LED가 장착되는 추세에 따라 이러한 LED 조명을 이용하여 자동차 간 통신함으로써 안전한 자동차 운행 서비스를 제공하는 기술의 연구 개발 범위와 이를 이용한 다양한 서비스 모델 개발에 대해서는 검토 중

2.2.3. 국내외 IPR 보유현황 및 확보 가능분야

○ 국내 특허출원 현황 및 전망

- 국내 가시광 무선통신 기술의 연구 개발이 2005년도부터 진행되어 최근에 관련 기술의 특허 등록 및 공개가 이루어지고 있으며, 산업계 및 학계, 연구소에서는 가시광 무선통신 기술에 대한 특허의 지속적인 출원을 추진 중
- KOPTI는 최근 가시광 무선통신 장치 및 소자, 변조 방식에 관한 다수의 특허를 등록하였으며, 가시광 무선통신 관련 기술에 대한 특허를 지속적으로 출원을 추진 중
- 삼성전자는 2006년부터 가시광 무선통신 기술의 연구 개발된 결과를 바탕으로 지속적으로 관련 특허를 출원하고 있으며, 가시광 무선통신 시스템의 HW 및 SW에 걸쳐 전반적인 특허에 대한 경쟁력을 확보하고자 추진 중
- 국내 산학연 단체에서 등록한 특허는 9건 정도로서 통계 분석의 의미로는 약함

〈국내 주요 등록 특허〉

특허명	특허권자	출원번호
카메라 장치를 이용하여 가시광선 근거리 통신을 수행하는 무선 단말기	삼성전자(주)	2004-0056593
포토다이오드의 기능을 갖춘 가시광 레이저 다이오드 및 그 제조 방법	삼성전자(주)	1995-0019071
적외선 무선 광통신 모듈의 구조와 적외선 무선광모듈의 위치 및 방향 조정 방법	엘지전자(주)	1998-0042339
포토다이오드	엘지전자(주)	1998-0008529
OOK 또는 PSK 변복조를 이용한 무선 LED 통신 시스템	이계산 차재상	2005-0038815
발광수단을 이용한 컴퓨터 외부 입력 기능을 가지는 무선통신 단말기 및 그 방법	(주)팬택앤큐리텔	2005-0007168
가시광 통신 장치	한국광기술원	2005-0111304
무선광통신용 광수신기	한국광기술원	2005-0124668
FSO 시스템의 성능 최적화 장치 및 방법	한국광기술원	2005-0052838

(출처: '해외마케팅 로드맵 보고서: 가시광통신 기반 유비쿼터스 가로등', KOPTI, 2007)

○ 국외 주요 국가별 특허출원 현황 및 전망

- 미국

- 조명용 LED 및 조명등에 관련된 특허는 매우 많지만 이를 이용한 가시광 무선통신 기술의 경우 일부 학계에서의 연구 개발이 초기 단계에 있어 관련된 특허는 거의 없음
- 그러나, 가시광을 이용한 무선통신 측면에서는 Talking Light라는 업체에서 형광등의 가시광을 이용하여 단순한 ID 정보를 전송하는 기술에 대한 특허를 가지고 있으며, 이를 포함한 6건 정도의 특허를 등록하였음

- 유럽

- 영국의 옥스퍼드 대학에서는 백색 LED 조명을 이용한 가시광 무선통신과 저가형 상향 가시광 변조기, 등에 대한 특허를 출원하고 있으며, 독일은 2건의 등록 특허를 보유하고 있고 네덜란드는 1건의 등록 특허를 보유하고 있음

- 일본

- VLCC의 회원사들이 광ID 전송을 이용한 정보 안내와 가시광 Image Sensor를 이용한 가시광 무선통신, 저속의 가시광 무선통신 기술, 전력선 통신과 결합한 가시광 무선통신의 응용 방안, 가시광 무선통신을 이용한 로봇 제어, 등과 같이 가시광 무선통신 기술의 다양한 응용 방안과 시스템 구현 방안에 대한 다수의 특허를 보유
- 가장 많은 17건의 등록 특허를 보유하고 있음

〈국외 주요 등록 특허〉

특허명	특허권자	출원번호
Dual-use electronic transceiver set for wireless data networks	Talking Lights	1999-291706
Communication system	Talking Lights	1999-291709
Communication with non-flickering illumination	Talking Lights	2004-946166
Transferring data from one device to another	Koninklijke Philips Electronics N.V.	2001-794980
Two way communication using light links	Universal Electronics Inc.	2001-967069
광통신 중계 장치	CASIO COMPUT CO LTD	2000-056545
방송 시스템 및 전구	GLOBAL COM:KK	2002-309557
비상등 및 비상등 무선 데이터 전송 시스템	GLOBAL COM:KK	2002-352075
조명 광통신 장치	GLOBAL COM:KK	2003-004560
조명 광통신 방식	GLOBAL COM:KK	2003-323052
전기 기기 및 컨트롤러	GLOBAL COM:KK	2003-037746
조명 광통신 장치 및 조명 소자	GLOBAL COM:KK	2003-070673
가시광 무선 통신 시스템	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	2005-363721
가시 광통신용 카메라 달린 휴대 단말	NAKAGAWA KENKYUSHO:KK	2004-026067

특허명	특허권자	출원번호
가시광 송수신기 부착 휴대 전화 단말	NAKAGAWA KENKYUSHO:KK	2004-066402
통신 시스템	NIPPON TELEGR & TELEPH CORP & NTT	2004-043275
광송신 장치, 광수신 장치 및 광통신 시스템 및 광통신 방법	SONY CORP	2000-298869
광 공간 전송 장치	SONY CORP	2001-092627
와이어리스 광통신 시스템	TOSHIBA CORP	2003-086797
LED를 이용한 동시 표시 및 데이터 통신	VERSITECH LTD	2000-538329
광송신 장치 및 가시 광통신 시스템	KYOCERA CORP	2005-084548
송수신 시스템	SHARP CORP	2000-049970
공간 광 통신 장치	TAKAI HIROYUKI	1997-252580
WIDEBAND ILLUMINATION DEVICE	DaimlerChrysler AG	03775339
APPARATUS FOR MAKING X-RAY IMAGES	Svensson, Stig Olesen, Steen Salmi, Matti	95915213
조명광통신장치	나카가와	
Optical communication apparatus for motor vehicle	쿠니오	

(출처: '해외마케팅 로드맵 보고서: 가시광통신 기반 유비쿼터스 가로등', KOPTI, 2007)

2.3. 표준화 현황 및 전망

2.3.1. 국내 표준화 현황 및 전망

○ 정부의 표준화 정책

- 전 세계적으로 고휘도 LED의 개발과 가격 절감이 진전됨에 따라 LED의 적용이 점진적으로 확대될 것으로 예상되어지고 있음. LED는 2년마다 광효율은 2배씩, 비용은 반으로 떨어지고 있으며 전문가들은 1lm 당 \$10 달성 시 기존 조명을 대체 할 것으로 예상
- 시장 규모에 대해 살펴보면 '05년 일반조명은 10.2조, LED 조명은 0.3조이나 '10년 일반조명은 12조, LED 조명은 5.8조로 늘어날 것으로 예상. (연 성장률 80%) 시장조사 기관이 발표한 자료에 의하면 향후 LED infrastructure의 구축이 이루어질 것으로 확실시됨
- 현재 LED infrastructure 구축에 기반하여 본래 기능인 조명/신호 용도의 가시광에 통신 기능을 부여하는 가시광 통신 기술 개발 및 표준화 작업은 시작 단계임. 따라서 여러 가지 시도와 노력이 있으나 정부 차원의 가시적인 활동 역시 아직 전무한 상황

○ 가시광 무선통신 기술표준화 현황 및 전망

- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회(TC4) 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반(WG4021)을 구성. 가시광통신서비스 실무반은 가시광통신서비스 모델 표준 규격 목록을 제안하였으며, 6월 첫 모임에서 WG 활동의 범주에 가시광통신서비스 WG ToR, 작업 계획 수립(기고서 개발 계획), 가시광통신 서비스 표준 규격 모델 등을 포함. WG의 활동 시한은 '07년 6월~'08년 6월까지. 이와는 별도로 '07년 2월에 TTA의 표준화 수요조사가 있었으며, 이에 응해 다양한 산학연 단체가 가시광 통신 관련 표준의 필요성을 주장. 그 결과 가시광 통신은 채택되었으며, 6월부터 활동을 시작
- 2008년 7월과 8월 각각 제1차, 제2차 가시광무선통신 표준로드맵 회의에서 2009년 표준 로드맵 추진 방향, 표준 로드맵 아이템 선정, 작업 방법 및 업무 할당 등에 관한 논의를 함
- 현재 가시광통신 서비스 실무반에서 2008년 내에 완료를 목표로 다음과 같이 과제가 진행 중임. 현재 진행 중인 표준화 과제들은 완료 이후에도 계속하여 수정 보완이 이루어 질 예정이며, 새로이 표준화 대상항목들이 선정되어 과제가 진행될 예정
 - 과제명: 가시광 무선통신 송신 PHY(Visible Light Wireless Sending PHY Communication)
 - 착수시기: 2007. 12.1
 - 완료시기: 2008. 12.31
 - 제안 사유: LED 조명 산업과 무선통신산업을 융합하기 위한 기술 개발로서 송신 물리 계층 표준화가 필요하므로 제안함

- 과제명: 가시광 무선통신 수신 PHY(Visible Light Wireless Receiving PHY Communication)

착수시기: 2007.12.1

완료시기: 2008. 12. 31

제안 사유: LED 조명 산업과 무선통신산업을 융합하기 위한 기술 개발로서 수신 물리 계층 표준화가 필요하므로 제안함

- 과제명: LED 조명과 가시광 무선통신 간 인터페이스(Interface between LED illumination and Visible Light Wireless Communication)

착수시기: 2007.12.1

완료시기: 2008. 12. 31

제안 사유: LED 조명 산업과 무선통신산업을 융합하기 위한 기술 개발로서 LED 조명과 가시광 무선통신 간 인터페이스 표준화가 필요하므로 제안함

2.3.2. 국외 표준화 현황 및 전망

○ 정부의 표준화 정책

- 일본은 전자 및 정보 통신 소자 관련 산업이 매우 발달하였으며, 일본 내 LED 관련 소자 및 구동 회로를 제작하는 업체가 많음. 이를 바탕으로 가시광 통신 관련 연구가 활발하며, 표준 제정 측면에서도 앞서 있음
- 표준 관련 단체로 VLCC(Visible Light Communication Consortium)가 있으며, 그 활동의 성과물로 가시광을 이용한 저속 통신 시스템과 광 tag 관련 표준이 제정. 일본 내 전자, 정보 산업을 진흥하기 위한 협회인 전자정보기술산업협회(JEITA: Japan Electronics and Information Technology Association) 내의 AV&IT 시스템 표준화 위원회는 2007년 3월에 가시광 통신 시스템을 표준으로 제정하였으며(표준 번호: JEITA CP-1221), 6월에는 가시광 ID 시스템을(표준 번호: JEITA CP-1222) 표준으로 제정. 전자정보기술산업협회(JEITA)가 운용상 민간단체의 형식을 갖추고 있으나 사실상 준정부 기관으로 운용
- 가시광 통신은 일본이 가장 앞섰지만 이미 제정된 가시광 통신 관련 표준을 국제 표준화 시키거나 국제 표준 단체에 가시광 통신의 표준 제정을 촉구하는 노력은 거의하고 있지 않음
- 국제 표준화 활동 관련해서, 일본 정부의 공식적인 의견은 아니지만, VLCC 내부 초청 강연(강사: 와세다 대학 마츠모토 미츠루 츠카사 교수)을 통해서 논의된 국제 표준화에의 대응 방안에서 일본은 이미 표준화가 된 fax, IrDA, TD-SCDMA에서 공헌을 했음에도 불구하고 아무런 이익을 보지 못했으며, 이러한 상황에서 가시광 통신 기술의 국제 표준화는 일본에게 손해가 될 것으로 예상. 따라서 일본 내 가시광 통신 관련 업체는 일본 내에서 표준 제정 활동을 완료한 후에 국제 표준화 진행하는 것이 낫다고 판단

○ IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)

- 가시광 통신의 국제 표준화 작업은 IEEE 802.15에서 활발히 진행되고 있음. 2007년 11월 IEEE 802.15 WNG 회의에서 “Request VLC interest group”이라는 기고문이 제출되어, 가시광 통신의 기본적인 설명과 현황 및 앞으로의 전망, 표준화의 필요성 등이 발표됨. 처음 가시광 통신이 소개된 후 2008년 1월부터 IG-VLC(Interest Group)이 삼성, ETRI, 지멘스, VLCC, 옥스퍼드 대학 등의 참여로 시작됨
- 2008년 3월 IEEE Plenary 회의에서 삼성, VLCC, 옥스퍼드가 공동으로 “Visible Light Communication: Tutorial”라는 제목의 가시광통신 tutorial 세션을 갖고 많은 관심을 유발함. 같은 회의에서 IG(Interest Group)에서 SG(Study Group)으로의 결성이 통과됨
- 2008년 9월 회의에서 PAR(Project Authorization Request)를 SG 내에서 통과 시켰으며 곧 TG(Task Group)의 결성이 예상
- IEEE 802.15 SG-VLC에서는 가시광 통신의 PHY와 MAC의 통신 규격 완성을 목표로 하고 있음

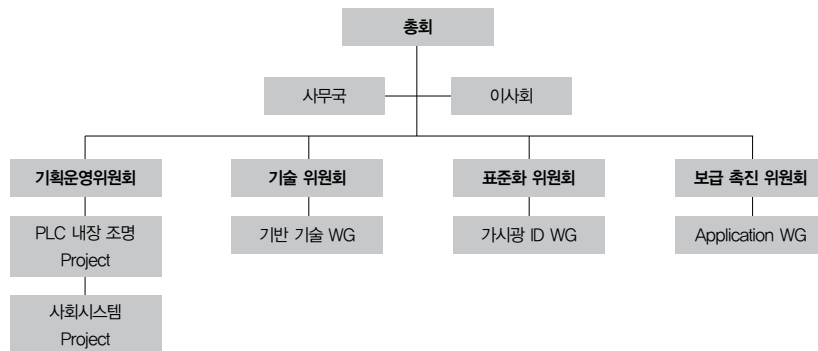
○ WWRF

- WWRF는 유럽중심의 IST(Information Society Technologies) 프로그램에서 출발. 그 공식 출범은 에릭슨, 알카텔, 노키아, 지멘스, 모토로라 등에 의해 2001년 이루어졌음. 단체의 목표는 미래 연구 방향에 대한 전략적 vision 제시, 이동 무선 통신 시스템 연구/개발에 있어 국제적 협력, 미래 네트워크에 대한 기술적 진보를 추구. 현재는 전 세계적으로 약 150개 단체가 가입되어 활동 중
- WWRF 산하 조직 중 WG5는 단거리 통신(short range radio communication system)을 연구하고 있으며, 기술 분야에는 WLAN/WPAN/WBAN, Home Network, Short-range Communication 등
- WWRF WG5는 단거리 광무선 통신에 관한 백서(white-paper)를 통해서 향후 4G 이동통신에서는 추가되는 전파를 이용한 무선 통신 외에도 광무선 통신이 상보적인 통신 시스템의 역할을 해야 함을 강조
- 2007년 6월 회의에서는 ‘Visible Light communications briefing: update and key questions for whitepaper’라는 briefing 문서를 발표하여, 연구/개발 현황 및 requirement를 위한 vision, 이후 해결해야 할 기술적인 문제를 제시
- 가시광 통신 백서 작성에 참여하고 있는 회원사에는 삼성, Oxford 대, France Telecom, Siemens, Heinrich-Hertz-Institute 등이 있음
- 2008년 4월 회의에서는 “Indoor propagation measurement at visible light frequencies for short range wireless communication application”라는 가시광 채널 모델링 시뮬레이션에 대한 연구 결과를 발표
- 가시광 통신을 차량 간 통신 시스템에 사용하기 위하여 Car communication white-paper scope에 PHY 후보기술로 VLC 제안되었으며 각 차량 제조사의 참여를 요청 하는 중임

○ VLCC

- VLCC는 가시광 무선통신 표준화 및 기술 개발을 위한 일본 내 컨소시엄. '04년 10월 CEATEC Demo 및 '05.6 간사이공항 전광판 가시광 통신 시연 그리고 '06, '07년 Japan shop Demo(저속 광 Tag Application 중심으로 시연) 등을 통해서 가시광 통신의 효용성을 입증, 홍보. 또한 가시광 통신의 기술 보급과 촉진 및 기반기술의 개발, 표준화 작업을 진행 중. VLCC의 조직 구성을 살펴보면 다음과 같음

- 기획 운영 위원회: 조직 운영에 관한 기획, 예산 관리, 지적 재산에 관한 업무 등, 컨소시엄 전체를 효율적이고 원활히 운영하기 위한 부서로 프로젝트 팀 및 워킹 그룹의 조직화나 전체의 운영 조정
- 기술 위원회: 가시광선 통신 시스템의 기술개발을 위한 기획과 산하에 있는 워킹 그룹의 조직화나 운영을 관장
- 표준화 위원회: 가시광선 통신 시스템을 이용한 응용 분야인 유비쿼터스 가시광 ID, 조명 광통신, ITS의 규격 및 표준화 작업과 국제 표준화 활동
- 보급 촉진 위원회: 가시광선 통신 시스템이나 관련 상품의 홍보 활동 및 보급 촉진 활동. 요구 조사나 시장 조사 등을 관장



〈VLCC 조직 구성〉

- VLCC는 활동의 성과물로 가시광을 이용한 저속 통신 시스템과 광 tag 관련 표준을 제정하였으며, 일본 전자정보기술산업협회의 표준으로 승인 받았음. 각 표준의 기술적인 특성을 살펴보면 다음과 같음

- VLCC-STD-001 가시광선 통신 시스템 2005.5 제정
 - 사용 파장, 통신 방법, 서브 캐리어 전송 방식의 주파수 할당, 통신 범위, 안전성, 호환성 등을 포함
 - 향후 표준 및 구현에 있어서 가장 근본이 되는 규정
 - 사용 파장 영역: 380nm~780nm, 최소 파장 단위: 1nm, 1:1, 1:N, N:N 연결 지원
- VLCC-STD-002 가시광선 통신 시스템의 서브 캐리어 주파수 할당 2005.12 제정
 - 가시광을 매체로 한 통신 시스템에 사용하는 부반송파 주파수 할당에 대한 규정

· 가시광 통신 시스템 사이의 상호 간섭 방지를 목적으로 하는 부반송파 주파수 할당

a) 영역 1(20[KHz]~40[KHz]): 가시광 ID 시스템 등

* 적외선 리모콘의 밴드와 겹쳐지는 영역

* JEITA 규격 CP-1205A 에서는 33[KHz]~40[KHz]를 할당

* 적외선과의 공존을 생각했을 경우, 서브캐리어 주파수가 겹칠 가능성이 있지만, 광학적인 필터나 통신 프로토콜이 다르므로 분리는 충분히 가능하리라고 판단

b) 영역 2(45[KHz]~1[MHz])(애플리케이션 미정)

* 인버터 방식의 형광등에서 발생하는 노이즈에 영향을 받을 가능성이 높음

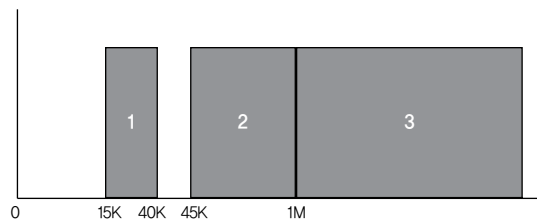
* 적외선에 관한 JEITA 규격에서도 이용을 추천하고 있지 않음

c) 영역 3(1[MHz]~): 가시광 멀티미디어시스템 등

* 오디오나 비디오를 이용한 어플리케이션에 이용

* 가시광선 멀티미디어 커뮤니케이션으로서 표준화를 검토

* JEITA 규격에서는 상한을 30[MHz]로 하고 있지만 본 규격에서는 상한을 정하지 않음

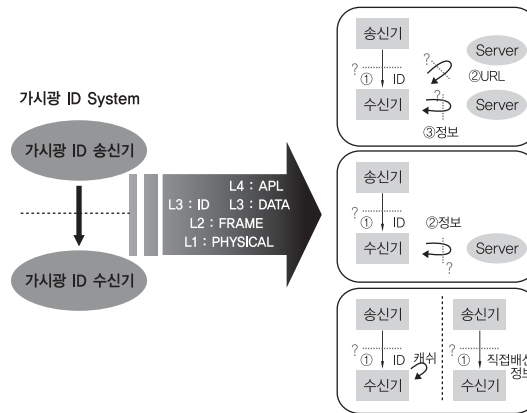


〈가시광선 통신 시스템의 서브 캐리어 주파수 할당〉

• VLCC-STD-003 가시광선 ID시스템 2006.4 제정

· 가시광을 매체로 한 단방향의 통신 시스템(가시광 ID 시스템)에 임해서 규정

· 가시광 ID 시스템 안의 IF-a(인터페이스a)의 부분에 관한 기술규격



〈가시광선 ID시스템의 구성〉

- VLCC는 2007년부터는 기술운영 위원회 산하 3개 project(PLC 내장 조명, 광ID 센터 운용, ITS)를 중심으로 활동. 각 project의 활동을 간략히 기술하면 다음과 같음

- PLC 내장 조명: 전력선 통신과 가시광 통신을 결합하여 운용되는 test-bed 연구, 제작
- 광ID 센터 운용: 광ID 기술을 응용하는 방안을 모색
- ITS: 야마구찌현 하기와사와 공동으로 역구내 정보제공 시스템을 공동 연구

○ ITU-T(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Section)

- ITU-T SG16은 H.323, H.324, H.248 등 멀티미디어 프로토콜을 개발한 연구 그룹으로 차세대 멀티미디어 프로토콜인 H.325 표준을 개발하고 있음. 차세대 멀티미디어 프로토콜은 기존의 음성 전화와 화상 전화는 기본으로 제공하고, 차세대 멀티미디어 서비스를 제공하는 것을 목적으로 함. 차세대 멀티미디어 프로토콜에서 2007년 7월 정기회의에서 가시광 무선통신 측위 기능을 제공하기로 결정
- 가시광통신 초정밀 측위 기술을 이용한 네트워크 청소 로봇 응용 모델 정보 흐름에 대한 기고서를 ITU-T SG 16 정기회의(2007. 6. 25~7. 6)에 제출하였고, 제출된 기고서는 차세대 멀티미디어 프로토콜 H.325 요구사항으로 수용하도록 채택되었음. 가시광통신 초정밀 측위기술을 이용하면, 기존의 청소 로봇이 비효율적으로 주행하는 문제점을 해결함으로써, 효율적인 주행을 하는 효과가 발생
- 2008년 ITU-T SG 16 정기회의(2007. 1. 17~1. 23)에선 가시광 통신의 기본적인 동작 원리와 application 시나리오 등이 “Discussion on the Visible Light Communication and applications” 이라는 제목으로 삼성에서 기고함. 같은 회의에선 ETRI에서 AMS(Advanced Multimedia System)의 한 분야로써 가시광 통신이 적용될 수 있다는 내용의 “A Proposal of AMS Conceptual Model Baseline Document”라는 기고문을 발표

○ Omega Project

- 현재 유럽위원회(European Commission)은 제 7차 연구프레임워크 프로그램(Seventh Research Framework Programme: FP7)중 ICT(Information Communication Technology) 분야를 중점 연구 분야로 선정하고 많은 예산을 투자하고 있음
- 오메가 프로젝트는 ICT의 연구 분야중 하나로 사용자 위주의 1Gbps의 홈 네트워크 서비스의 국제 표준화를 목표로 하고 있음
- 학계와 산업부분 등 총 20개의 단체로 이루어진 이 컨소시엄은 2008년 1월 시작하여 2010년 12월까지 계획되어 있으며 가시광 통신을 홈 네트워크 서비스를 가능케 하는 하나의 기술로 간주하고 연구 중

2.3.3. 표준화 대상항목별 현황분석

구분	가시광통신 PHY 기술		가시광통신 MAC 기술	가시광통신 응용 프로토콜 기술						
	PHY	LED 조명 인터페이스	MAC	가시광통신 자동차 안전 프로토콜	가시광통신 조명식별번호	가시광 무선통신 위치기반추적	가시광통신 M-to-M 프로토콜	가시광통신 초고속 센서 프로토콜	가시광 무선통신 저속 광 Tag	가시광 무선통신 국부적 제한 방송
표준화 대상항목	PHY	LED 조명 인터페이스	MAC	가시광통신 자동차 안전 프로토콜	가시광통신 조명식별번호	가시광 무선통신 위치기반추적	가시광통신 M-to-M 프로토콜	가시광통신 초고속 센서 프로토콜	가시광 무선통신 저속 광 Tag	가시광 무선통신 국부적 제한 방송
시장 현황 및 전망	국내	- LED 조명 기술 실용화 이전에 표준화 완결되어지면 보급에 유리한 상황 - 신호등, 차량 전조등을 이용한 ITS, 등대를 이용한 광통신등 틈새시장을 고려해 볼 수 있음 - 국내 개인용 통신 용도로 유리(보안 및 regulation 측면)								
	국외	- 진행 정도에 차이는 있으나 대부분의 국가가 초기 시작 단계								
기술 개발 현황 및 전망	국내	- KOPT는 조명용 LED를 이용 20Mbps 전송 - 삼성전자 10Mbps 점대점 통신, LED 전광판 통신 구현	KAIST는 다중접속을 지원하는 알고리즘 개발 중	연구 초기 단계	ETRI에서 로봇 제어 관련 연구 진행 중			삼성전자 고속의 점대점 통신을 위한 USB dongle 개발	연구 초기 단계	
	국외	- Oxford대에서 백색 LED를 이용한 변조 기법과 변조 회로 연구 - VLCC 가시광 통신의 고속 변조 기술 연구 중	연구 초기 단계	VLCC의 ITS PG에서 가로등을 이용한 정보 안내	연구 초기 단계			연구 초기 단계	VLCC에서 저속 센서를 위한 프로토콜 표준화 완료	

기술 개발 수준	국내	test-bed	연구	설계	연구	연구	연구	연구	구현	연구	구현	연구
	국외	test-bed	연구	연구	구현	연구	연구	연구	연구	연구	연구	연구
	기술 격차	1년	0년	-1년	2년	0년	0년	-1년	0년	-1년	0년	
	관련 제품	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPR 보유 현황	국내	다소 있음	없음	없음	없음	없음	없음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	
	국외	다소 있음	없음	없음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	
IPR확보 가능 분야		변조, coding	일정 조도 유지, 색균형	다중 접속	충돌방지	위치 기반 서비스	위치 기반 서비스	데이터 전송	가시광ID 구현기술, 송수신기술, 운용/관리/유지기술	데이터 전송	가시광ID 구현기술, 송수신기술, 운용/관리/유지기술	
IPR확보 가능성		높음	매우 높음	높음	보통	보통	보통	보통	보통	보통	보통	
표준화 현황 및 전망		표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	표준화 단계 구성 중	
표준화 기구/단체	국내	TTA	TTA	TTA	TTA	TTA	TTA	TTA	TTA	TTA	TTA	
	국외	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	VLCC, WWRF, ITU	
	국내참여 업체 및 기관현황	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	ETRI, 삼성전자, KOPTI	
	국내 기여도	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	
표준화 수준	국내	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	
	국외	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	
	국내 기여도	높음	높음	높음	보통	보통	보통	보통	보통	보통	보통	
국내표준화의 인프라수준 (시장요구정도 및 참여도)		높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	

3. 표준화 추진전략

3.1. 중점기술의 표준화 환경분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

○ 국제 표준화 활동의 미미

- 가시광 무선통신 관련 연구 개발 및 표준화 활동은 일본이 주도적으로 하고 있으며 일본 가시광통신컨소시엄에서 가시광통신 시스템에 대한 일반적인 사항, 가시광통신시스템의 서브캐리어 주파수 할당 및 가시광 ID 시스템에 대한 규격이 완료된 상태이나 현재 국제규격뿐만 아니라 일본 국내규격으로 보기에다 무리가 있음
- 이외 WWRF(Wireless World Research Forum)에서 가시광 무선통신에 대한 표준화가 논의되고 있는 상태로 국제적으로 가시광 무선통신에 대한 연구개발에 대한 필요성 검토 단계에 있음
- 국내 표준화에 따른 국제 표준화를 추진할 경우 가시광 무선통신에 대한 연구개발 및 표준화 필요성에 대한 국제적 이해와 이슈화 작업부터 선행할 필요가 있어 많은 시간과 노력이 요구될 것임
- 가시광 무선통신 기술의 국내 표준화를 추진할 경우 주변 기술에 대해 참고할 수 있는 국제 표준의 부재로 국내 표준화 작업 시 어려움 예상
- 반면 국제 표준의 부재는 국내 연구개발 결과물의 국제 표준화를 통한 국내 기술 보호 및 국제 시장 선점을 기대할 수 있는 기회를 제공하므로 연구개발과 그에 따른 국내 표준화가 시급한 실정

○ 국내 관련 연구 활동의 전무

- 국내의 경우 삼성전자와 한국광기술원을 위주로 한 기술 가능성 검토(feasibility test) 수준 이외의 연구개발은 전무한 상태이므로 세부 기술에 대한 표준화까지 현 단계에서 진행하기에는 무리가 있음
- 반면 일본의 경우 2000년도부터 연구개발을 활발히 진행하여 일본 국내 표준화 전단계까지 진행한 상태이므로 이들의 국제 표준화를 추진할 경우 대외 기술 의존도가 심화될 가능성이 있음
- 따라서 TTA 가시광통신서비스 실무반(2007.5.30 구성완료) 중심으로 가시광 통신의 일반적 요구사항, 적용 대상 응용의 정의 및 응용관련 기반 프로토콜에 대한 국내 표준화를 시작함과 동시에 세부 구현 기술에 대한 연구 개발의 추진이 시급히 요구됨

3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

<div>국내역량요인</div> <div>국외환경요인</div>			강점요인 (S)		약점요인 (W)	
			시장	<ul style="list-style-type: none"> - 유비쿼터스 관련 응용 서비스의 적용 가능성 확대 - LED를 활용한 조명 시장의 확대 예상 - 신규 서비스에 대한 사용자의 친숙성 	시장	<ul style="list-style-type: none"> - 차별화 가능한 핵심 응용서비스 사업 모델 부재 - 국내 관련 시스템 및 대상 응용 서비스 시장의 협소
			기술	<ul style="list-style-type: none"> - 3G/4G등 기존 무선통신 요소 기술 확보 및 선도 - 휴대 단말 개발 및 관련 응용 서비스의 개발 기술 확보 	기술	<ul style="list-style-type: none"> - 가시광 무선통신 관련 국내 핵심 기술 연구 개발 진무 - 경쟁 무선기술의 국내 연구 개발 활발
			표준	<ul style="list-style-type: none"> - 와이브로 등 무선통신 표준화 경험 활용 가능 - 국제 표준화 진행 시 초기단계부터 참여 가능 	표준	<ul style="list-style-type: none"> - 국제표준 협상력 및 주도 경험 부족 - 관련 표준화기술 연구개발 및 전문가 부족
기회요인 (O)	시장	<ul style="list-style-type: none"> - 유비쿼터스 관련 응용 서비스의 요구 증가 추세 - LED를 활용한 조명 시장의 확대 예상 	현황분석에 의한 우선순위: 1 <ul style="list-style-type: none"> - 가시광 무선통신 시스템 정의, 기본 요구사항, 응용별 현 수준에서 가능한 사항에 대한 국내 표준화를 시급히 진행 - 국내 기술의 국제 표준화 경험을 활용한 국제 표준화 이슈 제기 및 주도권 선점 - 국내 통신분야에서 대외 경쟁력을 확보한 기술의 활용 가능성 검토 및 이의 국제 표준화 추진 - 시장 조기 형성을 위한 다양한 분야에 적용 가능한 서비스 모델 제시 		현황분석에 의한 우선순위: 2 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 가시광 무선통신 세부 분야별로 연구개발의 다양한 추진으로 관련 핵심 기술 동시 확보 - 산학연 협력 및 정부 주도에 의한 단기간 내 IPR 대상 기술의 확보 및 국제 표준화 주도 - 가시광 무선통신의 장점을 극대화할 수 있는 차별적 킬러 어플리케이션의 발굴 - 연구개발 초기단계부터 해외 시장을 목표로 한 기술 개발 및 국내 표준화 진행 	
	기술	<ul style="list-style-type: none"> - 가시광 무선통신 관련 기술에 대한 연구 개발이 국제적으로 초기 단계 - 유비쿼터스 환경에서 가시광 무선통신과 협력 가능한 기술의 개발이 활발 				
	표준	<ul style="list-style-type: none"> - 국제적 표준화 작업이 시작 단계로 시간적 여유 - 국제적 표준화 작업의 국내 기관 주도 시작 				
			SO전략: 공격적 전략(강점사용-기회활용)		WO전략: 만회 전략(약점극복-기회활용)	
위협요인 (T)	시장	<ul style="list-style-type: none"> - 타 무선통신 기술들과의 시장 중복성 존재 - LED 조명의 고가로 인한 단시간 내 가시광 무선통신 적용이 가능한 관련 조명 시장의 조기 형성 불투명 	현황분석에 의한 우선순위: 3 <ul style="list-style-type: none"> - 수준 높은 국내 IT 인프라 및 사용자 군을 활용한 응용서비스의 조기 필드 테스트 및 그 결과를 활용한 표준화 주도권 확보 - 기술개발을 진행한 일본 가시광 통신 컨소시엄과 경쟁적 협력 관계 구축 - 국제 협력 관계 확대를 통한 가시광 무선통신 기술의 경쟁기술 대비 우수성 인식 제고 		현황분석에 의한 우선순위: 4 <ul style="list-style-type: none"> - 타 무선통신 기술과 차별화를 가지는 핵심 응용 서비스 사업 모델 개발 - 국내 연구개발 및 표준화 역량의 증대를 위한 가시광 무선통신 산학연 협의체 구축 및 활성화 유도 - 핵심 해외 연구 기관의 연구 개발 동향에 대한 지속적 분석 및 국내 대응 방안 수립 - 도입/개발 기술에 대한 분석과 그에 따른 개발 기술의 신속한 연구개발 과제화 	
	기술	<ul style="list-style-type: none"> - 일본의 경우 가시광 무선통신 기술 연구 개발 상당부분 진행 - WPAN을 비롯한 경쟁 기술의 상존 				
	표준	<ul style="list-style-type: none"> - 일본의 경우 민간 컨소시엄 형태의 규격안 제정 - 외국 기업 및 기관의 국제 표준화 영향력이 높음 				

○ 현황분석을 통한 우선순위: SO → WO → ST → WT

- 유비쿼터스 통신 환경에 대한 요구 증가와 LED 관련 기술의 발전에 따라 가시광 무선통신에 대한 필요성 및 그 요구가 높아질 것으로 예상되므로 현재 국내 무선통신 관련 기술 경험을 살려 빠른 시일 내에 국제적으로 표준화에 대한 이슈 제기와 국내 표준화를 우선적으로 진행하여 기술 주도권을 선점하도록 함
- 국내의 경우 관련 연구개발 활동이 시작 단계인 반면 일본의 경우 몇 년간 해당 연구를 진행해 관련 기술의 개발이 어느 정도 진척된 상태인 것으로 예상됨. 따라서 국내 관련 기관간의 협력을 통한 소자, 통신, 응용 서비스 등 관련 연구를 시급히 진행하고 개발 기술에 대한 국내/국제 표준화를 추진하여 선도적 위치를 지속적으로 유지하도록 하고, 국내 산업의 국제 경쟁력을 확보하도록 함

○ 표준화 추진방향

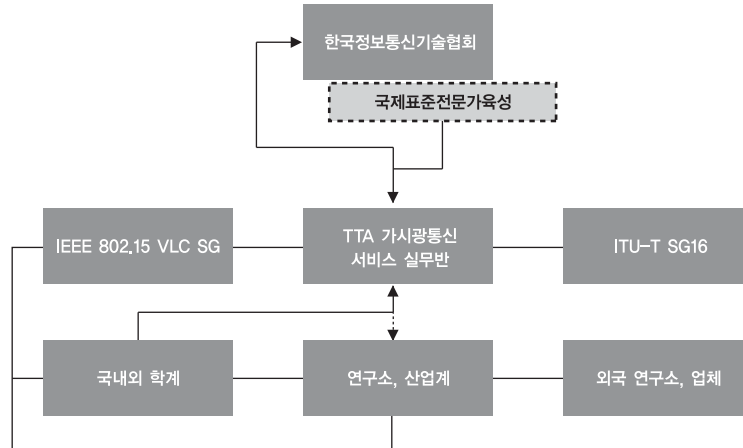
- 국제적으로 가시광 무선통신 표준화에 대해 이슈화가 시작된 상태이므로 국내 표준화와 병행하여 국제 표준화를 진행할 경우 국제 표준화의 주도권을 선점할 수 있도록 표준화 항목 및 그 우선 순위 조정
- 일본의 경우 몇 년 전부터 연구를 진행하여 가시광 무선통신 관련 IPR을 일부 확보하고 있을 것으로 예상되므로 도출된 응용 서비스의 실제 구현을 위해 요구되는 기술 개발 및 그 결과물의 표준화를 중점적으로 추진
- 대상 시장이 가시광 무선통신과 중복되는 무선 통신 기술에 대한 연구 개발이 활발한 상태이므로 표준화 추진 시 가시광 무선통신의 우월성을 강조할 수 있는 응용 서비스 모델의 도출 및 이의 적용을 위주로 한 표준화를 우선적으로 추진할 필요가 있음
- 유비쿼터스 통신 환경을 지원하기 위한 요소 기술로 사용될 것이므로 국가 유비쿼터스 사회 구축 시나리오와 그 응용 서비스를 지원할 수 있는 기술 항목에 대한 연구 개발 및 표준화 추진

3.1.3. 표준화 추진체계

○ 추진전략

- 국내 표준기관인 TTA를 중심으로 국내 가시광 무선통신의 기술개발 및 표준화의 필요성에 대한 인식 제고를 위해 가시광 무선통신 포럼과 같은 국내 협의체를 구성하고 관련 활동을 활성화할 필요가 있음. 이를 바탕으로 TTA내에 VLC PG 구성을 추진하여 국내외 표준을 활발히 전개하도록 함
- 정부 측에서는 정부부와 LED 조명 산업을 총괄하고 있는 산자부간의 상호 협의를 통해 국내 광통신 관련 산업의 전개 전략 및 기술개발 전략을 조정하여 일관되게 추진될 수 있도록 함
- 국외 표준기관의 경우 이미 진행하고 있는 단체와는 가시광 무선통신의 표준화 필요성에 대한 이슈 제기 및 도입 가능 기술에 대해서는 경쟁적 협력 관계를 추진하여 단시간 내에 국내 표준을 진행하여 그 격차를 줄일 수 있도록 함

○ 추진체계

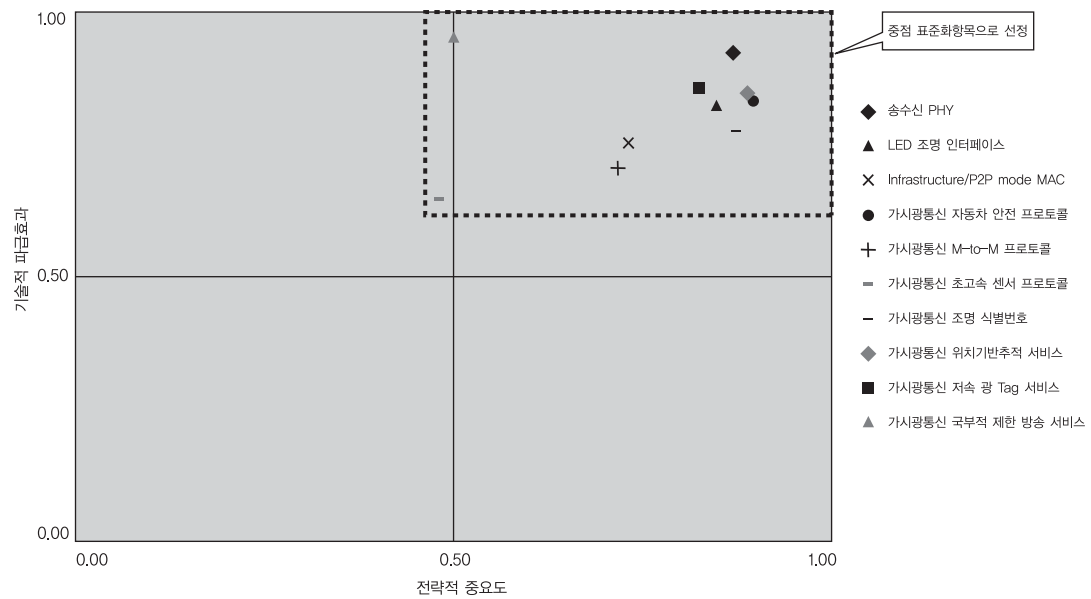


- TTA 멀티미디어응용 PG 가시광통신서비스 실무반 신설(2007.5.30), 의장: 강태규(한국전자통신연구원), 간사: 정대광(삼성전자)
- TTA 가시광 무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 일시: 2007.8.30, 장소: TTA 9층 회의실
- ITU-T SG 16에 가시광 무선통신 측위 모델에 대한 기고서를 제출하고, 결과로서 차세대 멀티미디어 프로토콜 국제 표준인 H.325 요구사항으로 채택됨(2007.7, 발표: ETRI 강태규)
- VLCC는 삼성전자에서 지속적으로 표준 활동을 추진하고 있음, 2006~현재
- IEEE 802.15 VLC IG 결성 및 SG 구성(2007.11.15, 의장: 삼성전자 원은태)

3.2. 중점 표준화항목 선정

3.2.1. 중점 표준화항목 선정방법

중점기술 후보별 전략적 중요도 및 기술적 파급효과 분석													
구분	평가지표	전략적 중요도(Priority)						기술적 파급효과(Effect)					
		P1 정부 및 산업체 의지 (국가 산 업전략과 의 연관성, 국내기업 의 표준화 참여 및 관심도 등)	P2 공공성(사 용자 편리 성, 중복 투자 방지 등)	P3 적시성	P4 기술적 선도 가능성 (국제표준 경쟁력, IPR 확보 등)	P5 국제 표준화 이슈정도	PI (Priority Index)	E1 기술적 중요도 (원천성 등)	E2 타 기술에 파급효과 (연관성, 활용성 등)	E3 시장 파급성 및 상용화 가능성 (구현가능 성 등)	E4 산업적 파급효과 (산업화로 인한 이득, 국내 관련 산업 규모 및 성숙도 등)	E5 미래 영향력 (미래 표 준화항목에 의 적용/ 응용성)	EI (Effect Index)
		평가지표의 중요도						표준화 대상항목					
		9.10	8.00	9.00	9.00	8.30	-	7.60	8.20	9.00	8.90	8.00	-
가시광 무선통신 PHY 기술	송수신 PHY	7.70	9.10	9.35	9.40	0.88	9.55	9.60	9.35	9.40	9.40	0.95	
	LED 조명 인터페이스	8.90	6.20	9.30	9.20	9.30	0.86	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	0.83
가시광 무선통신 MAC 기술	Infrastructure/ P2P mode MAC	5.25	5.15	7.85	7.85	7.85	0.68	7.90	7.85	7.90	7.85	7.90	0.79
가시광 무선통신 응용 프로토콜 기술	가시광통신 자동차 안전 프로토콜	9.40	9.50	8.30	9.20	9.30	0.91	8.30	8.40	8.30	8.40	8.30	0.83
	가시광통신 M-to-M 프로토콜	8.80	5.20	8.30	5.20	5.20	0.66	7.50	7.20	7.50	7.20	7.50	0.74
	가시광통신 초고속 센서 프로토콜	4.50	5.20	5.40	3.20	5.30	0.47	6.90	6.70	6.90	6.70	6.90	0.68
	가시광통신 조명 식별번호	9.10	8.20	8.80	9.20	9.30	0.89	7.50	7.90	7.50	7.90	7.50	0.77
	가시광통신 위치기반추적 서비스	9.30	9.30	7.80	9.30	9.30	0.90	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	0.85
	가시광통신 저속 광 Tag 서비스	8.90	8.20	7.80	8.90	8.20	0.84	8.70	8.70	8.70	8.70	8.70	0.87
	가시광통신 국부적제한 방송 서비스	5.50	5.20	5.80	4.20	4.30	0.50	9.50	9.60	9.50	9.60	9.50	0.95



3.2.2. 중점 표준화항목 선정사유

○ 전략적 중요도 및 기술적 파급효과의 요소

- 가시광 무선통신 표준화 대상항목 10개, 송신 PHY, 수신 PHY, LED 조명 인터페이스, Infrastructure MAC, Peer-to-Peer MAC, 가시광 무선통신 자동차 안전 프로토콜, 가시광 무선통신 측위 프로토콜, 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜, 가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜은 국제 표준으로 제정된 사실이 없고, 국내에서도 표준으로 제정된 사실이 없는 항목임
- 전략적 중요도 측면에서 살펴보면, 가시광 무선통신 표준화 대상항목 10개는 현재 국내 및 국제 표준은 미비하지만 반도체 LED에 의한 디지털 조명과 통신이 융합하면 산업적 파급 효과가 현재의 반도체 D램 시장의 수준에 이를 전망이므로 IPR를 확보한 국내 표준을 우선 제정하고, 국제 표준으로 이끌어 가는 표준 전략을 세우거나, 국내 표준 및 국제 표준을 동시에 추진하는 전략도 매우 중요한 표준항목임
- 기술적 파급 효과 측면에서 살펴보면, 가시광 무선통신 표준화 대상항목 10개는 국내 가시광 무선통신 연구 개발의 기준이 되고, 정부출연연구소, 산업체, 학계 등의 통일된 목표 설정 및 추진 방향으로 이끄는 기술적 파급 효과가 매우 큰 표준항목임

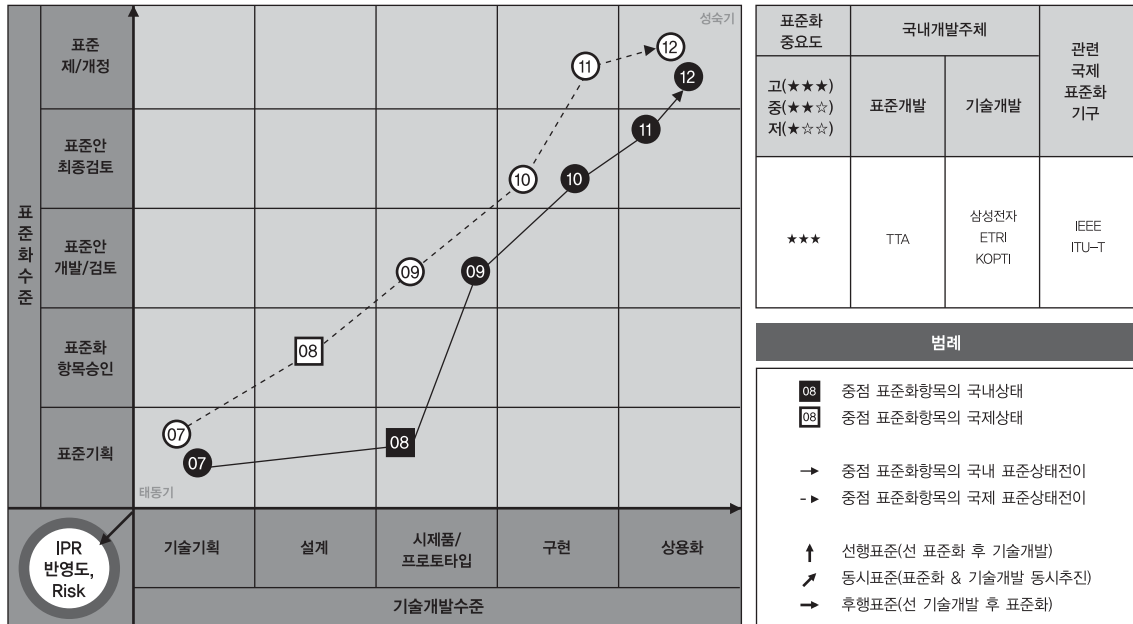
○ 중점 표준화항목별 선정사유

- 표준화 대상항목 9개는 1사분면에 표준화 대상항목 1개는 2사분면에 있어, 전략적 중요도와 기술적 파급효과 측면에서 높은 결과가 도출되었으므로 모두 중점 표준화항목으로 선정하였음
- 송수신 PHY는 가시광 무선통신 송수신 물리적 접속 및 신호 규격으로서 전략적 중요도 0.88 및 기술적 파급효과 0.95로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 평가되었으며, 데이터의 송수신 성능이 좌우되는 중요 표준항목임
- LED 조명 인터페이스는 가시광 무선통신과 LED 조명간의 인터페이스로서 전략적 중요도 0.86 및 기술적 파급 효과 0.83로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, LED 조명 인터페이스는 가시광 무선통신 송신과 수신을 위하여 조명과 인터페이스가 필수적으로 필요한 중요한 표준항목임
- Infrastructure 및 Peer to Peer Mode MAC은 가시광 무선통신 Layer 2 MAC 프로토콜로서 전략적 중요도 0.68 및 기술적 파급 효과 0.79로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, MAC은 가시광 무선통신 송신과 수신을 위하여 계층 2 MAC 구조를 정의한 중요 표준항목임
- 기타 응용 프로토콜 기술도 전략적 중요도와 기술적 파급효과 측면에서 비교적 높은 평가를 받은 중요 표준항목으로서 중점 표준화항목으로 선정함

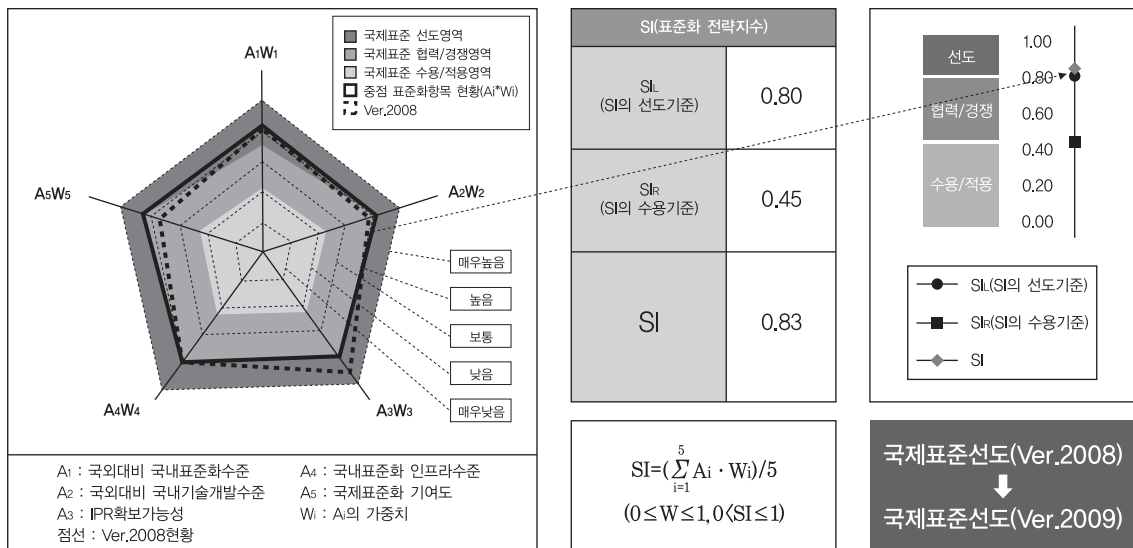
3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

3.3.1. 승수신 PHY

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준 규격 작성을 위해 활동 중에 있으며, 가시광 무선통신을 위한 송신 PHY 부분이 표준규격으로서 포함될 전망. 참여 업체는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, 포스테이터, KAIST 등이며, 현재 가시광 무선통신 규격 목록과 표준규격 마련을 위한 세부 고려사항 등에 대해 협의 중
- 가장 활발한 표준화 활동을 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 전광판을 이용한 가시광 무선통신 및 광 Tag Application을 위한 무선 통신을 시연하는 등 송신 PHY에 대한 기반 기술은 연구 개발하였으나 송신 PHY에 대한 상세 표준화 작업은 진행되고 있지 않음
- 표준규격 작성 시 송신 PHY 파라미터와 관련하여 가시광 무선통신은 조명/디스플레이 인프라에 통신을 적용하는 것. 따라서 가시광 특성에 적합한 포토메트리(Photometry: lm, cd) 단위를 사용하여 조명/디스플레이 성능을 표현하면서 통신이 가능한 규격을 제정
- 송신 파워와 관련하여 eye-safety(IEC) 조건을 고려하여 높은 파워는 지양하도록 하고 송신 변조 시 SNR을 향상시키기 위해 DC 광파워를 무리하게 낮추게 되면 조명/디스플레이 성능이 하향되므로 이점을 고려하여 적정 레벨의 송신 파워를 사용하도록 이에 대한 규격 제정을 추진
- TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통하여 가시광 무선통신 송신 PHY의 국내표준을 완성하고 이를 바탕으로 관련 무선 RF 기술 및 LED 기술의 동향을 고려하여 가시광 무선통신 송신 PHY의 국제 표준화 범위 및 분야를 선정하여 추진함으로써 경쟁력과 자생력을 가질 수 있도록 진행

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

- 일본의 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 전광판을 이용한 가시광 무선 통신 및 광 Tag Application을 위한 무선 통신을 시연한 바 있음
- 옥스퍼드 대학에서는 백색 LED 조명을 이용한 가시광 무선통신의 전송 속도 향상을 위하여 송신부의 변조 대역폭을 향상시키는 변조 기법과 변조 회로, 백색 LED Array 및 Detector Array를 이용한 데이터 전송 다중화 기법, 저가형 상향 가시광 변조기, 가시광 무선통신 채널 환경 분석 및 시뮬레이션 검증 등의 다양한 기술들에 대한 연구 개발을 추진 중
- 삼성전자는 2006년 상반기부터 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 Point-to-point 근거리 통신 기술을 연구 개발하고 있으며, 가시광 무선 통신의 채널 모델링에 대해서도 지속적인 연구를 수행 중
- 가시광을 이용하여 고속으로 통신을 하기 위해서는 데이터 비트에 광출력이 반응하는 베이스밴드 방식이 유리하고, 자유공간 환경에 더 신뢰성이 높은 NRZ(또는 OOK) 방식이 유리하므로 이에 대한 기술 개발 및 검증이 필요

- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략

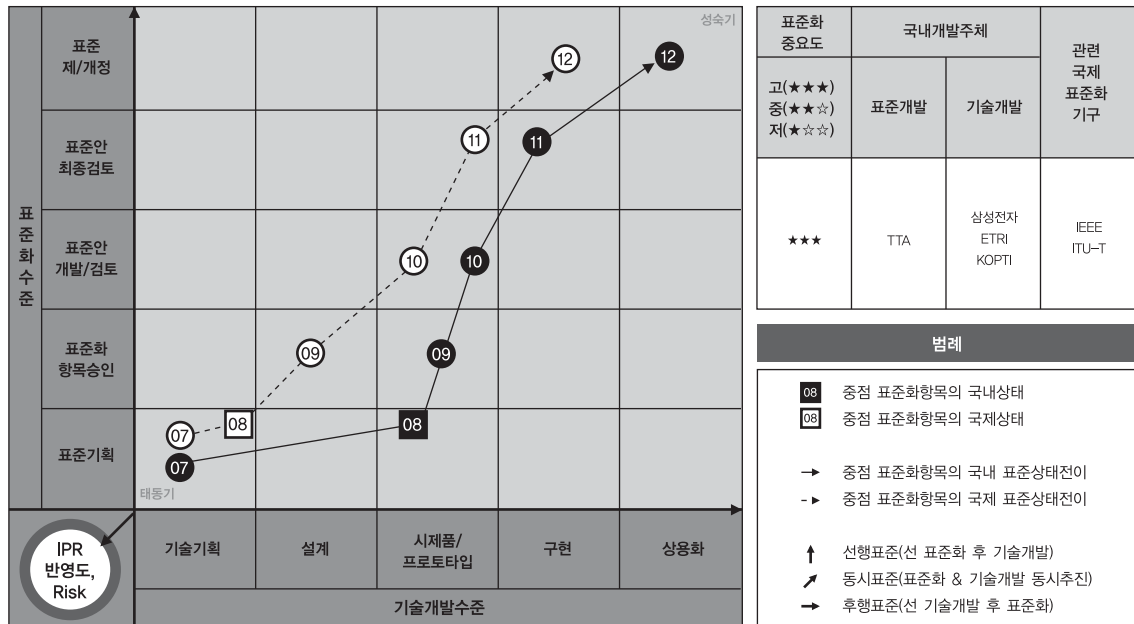
- LED 조명은 LED 소자의 패키지 종류 및 매우 넓은 스펙트럼 범위의 광출력 LED의 조합으로 다양한 조

명/디스플레이 기기가 구현되므로 LED 조명 출력 규격을 따르되 통신을 위한 최소 출력 파워를 고려하는 송신 PHY 기술을 개발하여 관련 IPR을 확보

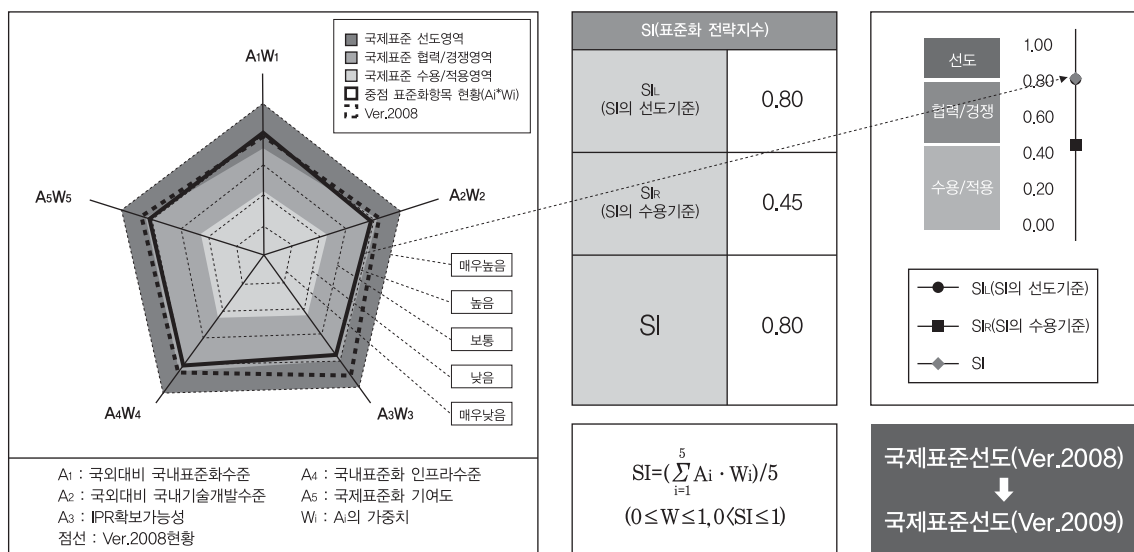
- LED와의 interface를 고려하여 LED가 충분히 지원 가능할 수 있는 모듈레이션 방법 및 인코딩 방법을 선행 연구하여 관련 핵심 IPR을 확보하고 고속으로 통신을 하기 위한 모듈레이션 방법 및 인코딩 방법을 연구하여 이에 대한 IPR을 확보
- 다양한 응용 서비스 별로 이에 적합한 모듈레이션 방법과 광 송신 기법을 선행 연구하여 핵심 IPR을 확보

3.3.2. LED 조명 인터페이스

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

– 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표 규격 작성을 위해 활동 중에 있으며, 참여업체는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, 포스테이티, KAIST 등이며 현재 가시광 무선통신 규격 목록과 표준규격 마련을 위한 세부 고려사항 등에 대해 협의 중
- 가장 활발한 표준화 활동을 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 LED 전광판을 이용한 가시광 무선 통신을 시연하는 등 LED 조명 인터페이스에 대한 기반 기술은 연구 개발하였으나 LED 조명 인터페이스에 대한 상세 표준화 작업은 진행되고 있지 않음
- TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통하여 LED 조명 인터페이스의 국내 표준을 완성하고 이를 바탕으로 가시광 무선통신 LED 조명 인터페이스의 국제 표준화 범위 및 분야를 선정하여 추진함으로써 경쟁력과 자생력을 가질 수 있도록 진행
- VLCC에서도 LED 조명 인터페이스에 대한 지속적인 기술 개발과 일본 내 표준 제/개정을 진행하고 있으므로, VLCC와 기술 교류 및 표준화 협력을 통하여 국제 표준화를 용이하게 추진

– 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

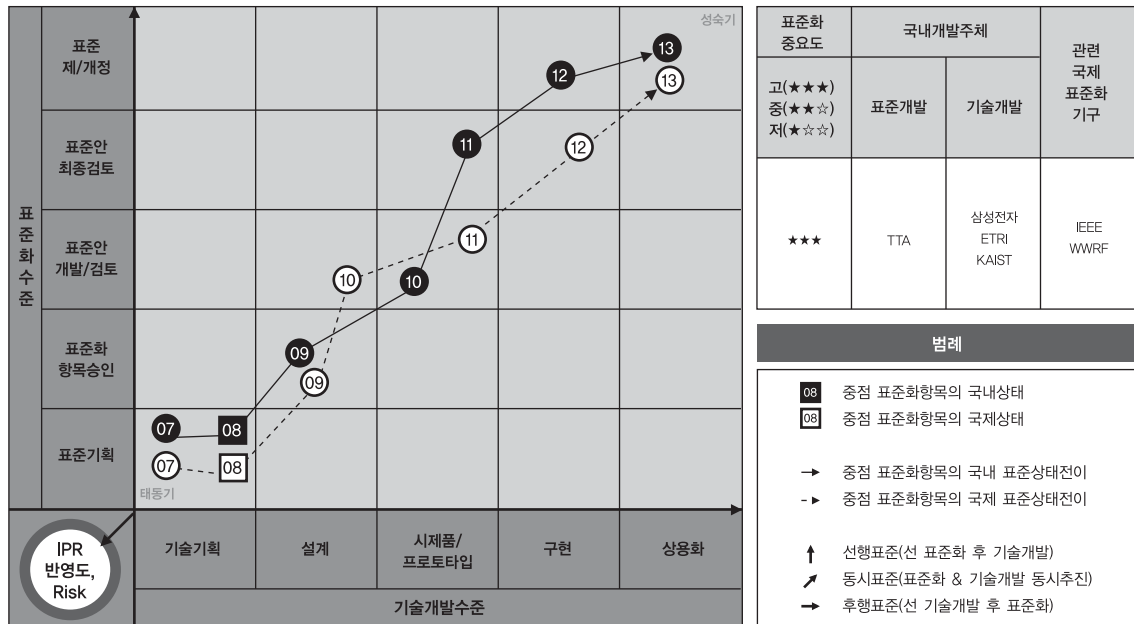
- 가시광 통신용으로 사용되는 LED는 조명 기능과 통신 기능을 동시에 수행하는 광원의 역할을 해야 함. 그러나 백색 LED를 이용하는 현재의 상용 기술 수준에서는 이 모두의 기능을 충족시키기가 매우 어려움. 또한 RGB 칩을 이용한 광색 가변 LED를 이용할 경우 green, blue 와 같은 질화물계 LED의 DBR 성장기술이 성숙되지 않아 삼색의 조합이 균형적이지 않음. 따라서 초기단계에서는 red → blue → green의 순으로 개별 광원을 이용한 통신 시스템의 활용이 적절하고 단계적으로 삼색칩의 개발을 완료한 뒤 백색 LED 또는 RGB LED를 이용한 조명용 LED를 이용한다면 일반 가정이나 공공장소에서 활용할 수 있는 가시광 통신시스템이 구성 될 수 있을 것으로 기대

– IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략

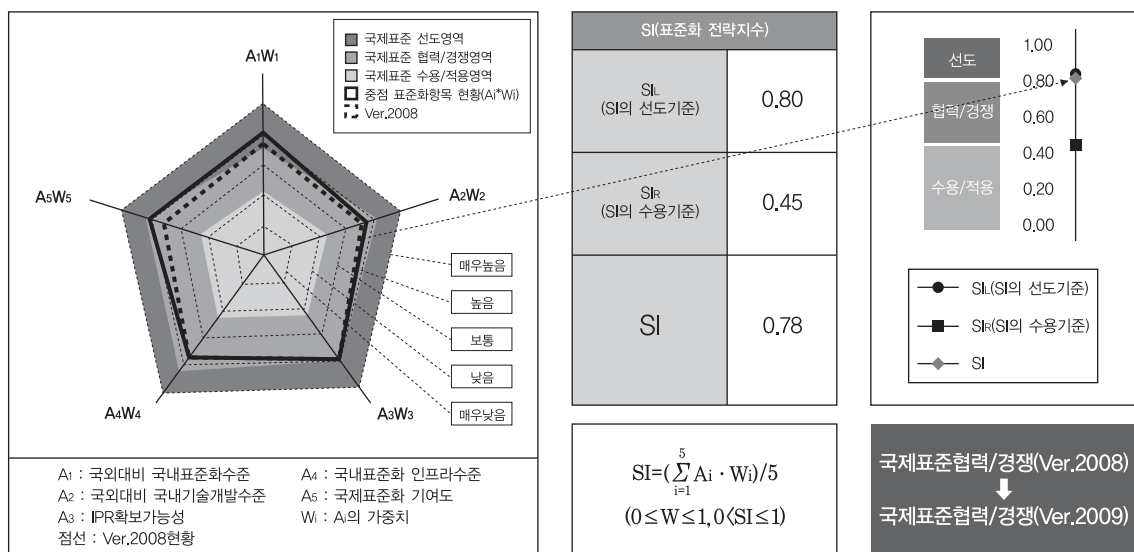
- 가시광 통신용으로 사용되는 LED의 조명 기능이 용이하게 제어될 수 있는 인터페이스 구조를 선행 연구하여 핵심 IPR을 확보
- 가시광 통신용으로 사용되는 LED의 조명 기능이 용이하게 제어되고 동시에 통신 신호가 용이하게 변조될 수 있는 인터페이스 구조를 선행 연구하여 핵심 IPR을 확보

3.3.3. Infrastructure/P2P mode MAC

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

– 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준규격 작성을 위해 활동 중에 있으며, 가시광 무선 통신 MAC부분이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여업체는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, 포스테이티, KAIST 등이며 현재 가시광 무선 통신 규격 목록과 표준 규격 마련을 위한 세부 고려사항 등에 대해 협의 중
- 가장 활발한 표준화 활동을 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 하고 있으며 이미 제정된 가시광 통신 관련 표준을 국제 표준화에 반영하거나 국제 표준 단체에 가시광 통신의 표준 제정을 촉구하는 노력은 거의 하고 있지 않음
- TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통해 infrastructure mode의 가시광 MAC 국내 규격을 완성하고 이를 바탕으로 국제 표준을 선도

– 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

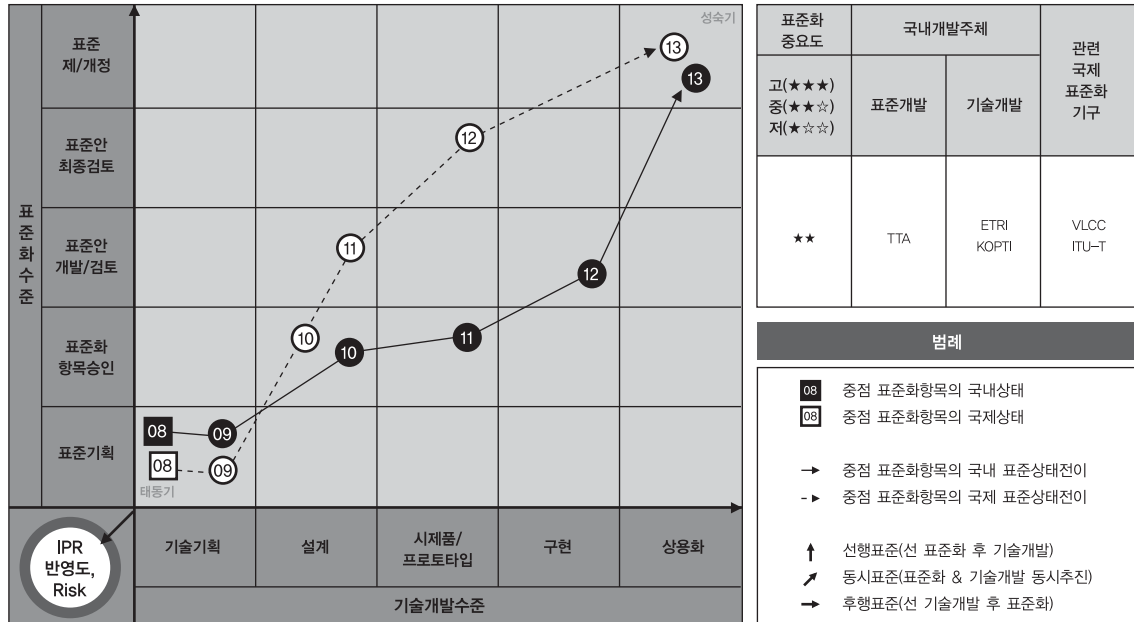
- 일본의 게이오 대학에서는 조명용 LED를 이용하여 광 Tag-ID 서비스를 제공하는 기술, 백색 LED Array 와 Image Sensor를 이용한 데이터 전송 다중화 기술 등의 다양한 기술들에 대한 연구 개발을 진행 중

– IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략

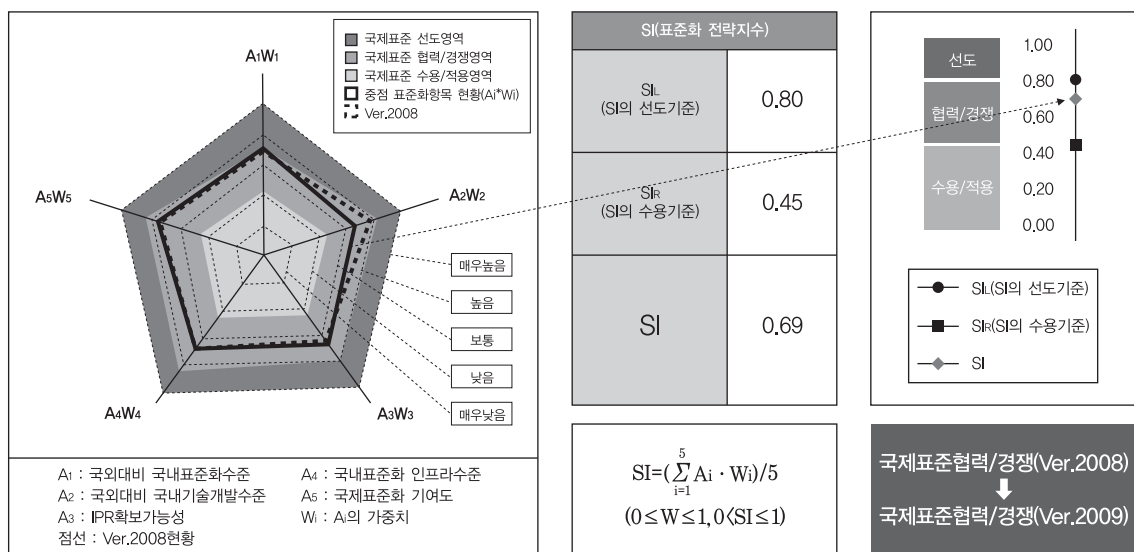
- 고속의 가시광 무선 통신을 위한 infrastructure mode MAC에 관한 연구는 국내외에서 시작 단계에 있기 때문에 TTA의 가시광통신서비스 실무반에 참여하는 기관들의 발빠른 대처를 통해 관련 기술의 IPR 확보가 필요
- Infrastructure mode MAC 관련 핵심 기술로서 간섭 회피 및 저감 기술, 다중 사용자 지원 기술, 자원 할당 기술, QoS 보장 기술의 IPR 확보에 주력

3.3.4. 가시광통신 자동차 안전 프로토콜

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- 국내외에서 이 분야의 표준화를 진행하고 있는 단체는 없음. 다만 일본의 VLCC가 사회시스템 project를 운영하면서 일본 하기시(萩市)의 가로등에 가시광 송신기를 부착하는 실험을 진행 중

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

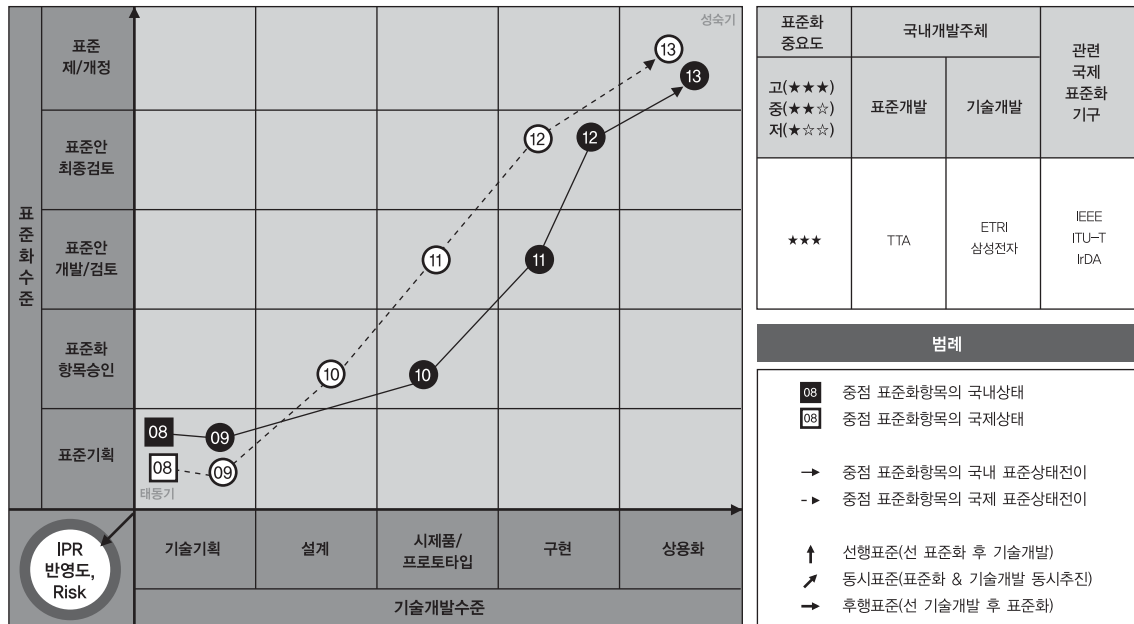
- 자동차 안전 프로토콜 분야는 자동차 산업과 밀접한 관련을 가지고 있는 분야로 표준 제정 작업에 참여하는 산업체들 간의 협업 및 합의가 필요. 따라서 자동차 산업의 현 위치와 사용자의 요구 사항을 잘 파악하여, 관련 단체의 공동의 이익에 부합되는 방향으로 표준화 방향 및 방법 그리고 시기를 정하는 게 중요
- 또한 자동차 안전 프로토콜 분야는 통신망 구축, 운용, 유지, 보수가 필요하기 때문에 자동차 업계뿐만 아니라 건설 및 정보통신 분야에도 미치는 효과가 큼. 표준화 방법 측면에서 역시 화합과 협의가 필요
- 추후 관련 산업계간 충분한 논의와 검토가 이루어진 후 표준 분과를 설립하고, 표준안을 확정해 국가 표준으로 연계시키고 관련 기술의 성숙도를 높인 후 표준제품의 시장 확산을 꾀함이 바람직

- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략

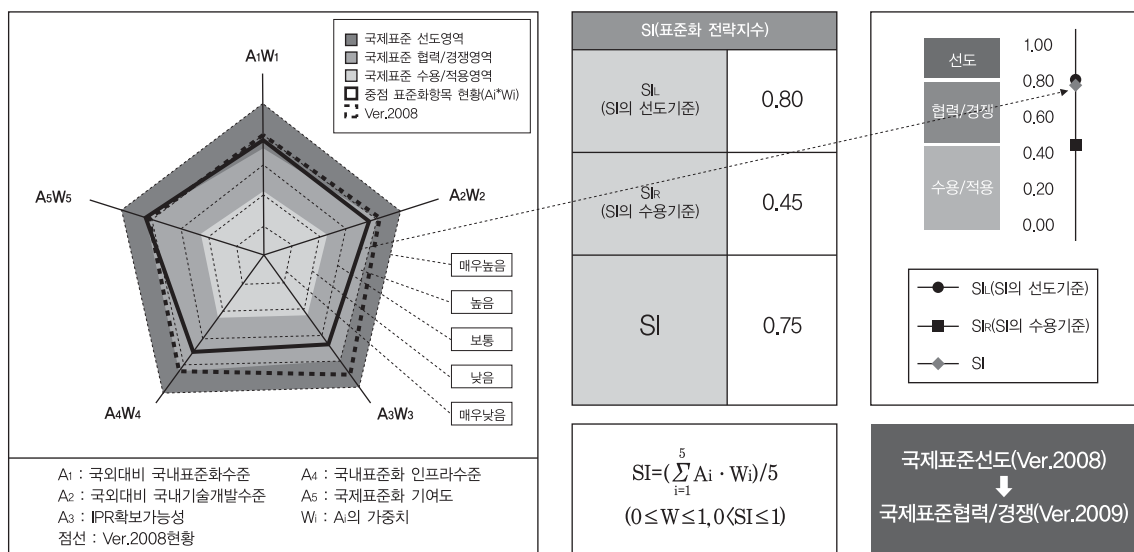
- 이 분야에 IPR을 보유하고 있는 단체는 차량 및 도로의 신호등을 통한 가시광통신의 응용 특허를 가지고 있는 경우가 많음. 하지만 ITS 혹은 텔레매틱스 분야는 그간 축적된 기술을 보유하고 있으므로, 보유 기술의 변형 및 발전을 통해서 IPR을 획득할 수 있을 것으로 사료됨
- 국제표준화는 아직 태동기이기 때문에 관련 분야의 연구를 조기에 시작한다면, 향후에 충분히 국제표준화에 기여할 수 있으리라 예상

3.3.5. 가시광통신 M-to-M 프로토콜

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준규격 작성을 위해 활동 중에 있으며, 가시광 무선통신을 이용한 Machine-to-Machine(M-to-M) 프로토콜 부분이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여 업체는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, 포스테이티, KAIST 등이며 현재 가시광 무선통신 규격 목록과 표준규격 마련을 위한 세부 고려 사항 등에 대해 협의 중
- 가장 활발한 표준화 활동을 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 가시광을 이용한 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 Point-to-point 근거리 통신에 적용되는 기반 기술은 연구 개발하였으나 관련 표준을 제정하지는 않았으며, 2007년 상반기부터 고속 M-to-M 전송 기술의 연구 개발을 검토 중
- 무선 RF를 이용한 M-to-M 통신 기술인 Bluetooth, Zigbee, UWB, Wireless USB, Near Field Communication, WiBro, 등에 대한 표준화 제정은 완료되었거나 표준화 제/개정이 진행 중에 있고, 무선 광통신 기술인 적외선을 이용한 M-to-M 통신 기술은 SIR(수백 Kbps) → MIR(~1 Mbps) → FIR(~4 Mbps) → VFIR(~16 Mbps)에 대한 표준화 제정이 이미 완료되어 상용화 되었고 UFIR(≥ 100 Mbps)에 대한 표준화가 진행 중
- 무선 RF 및 적외선 M-to-M 통신 기술을 고려할 경우 M-to-M 통신 기술의 응용 및 서비스 방식에 따라 이에 적합한 고유의 프로토콜이 개발 및 표준화되어 적용되는 것이 일반적이므로, 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜에서도 우선 M-to-M 통신을 위한 토대가 되는 기본적인 프로토콜을 표준화하고 적용 가능한 응용 및 서비스 방식에 따라 수정 및 보완된 프로토콜을 표준화하는 방향이 적함
- TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통하여 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜의 국내 표준을 완성하고 이를 바탕으로 경쟁 및 관련 무선 RF 기술의 동향을 고려하여 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜의 국제 표준화 범위 및 분야를 선정하여 추진함으로써 경쟁력과 자생력을 가질 수 있도록 진행
- 국제적인 공조를 통하여 IEEE 및 ITU-T에서 표준화를 추진할 수 있으며, 적외선 통신 표준화 관련 업체들과 협력함으로써 IrDA에서도 관련 표준화를 추진

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

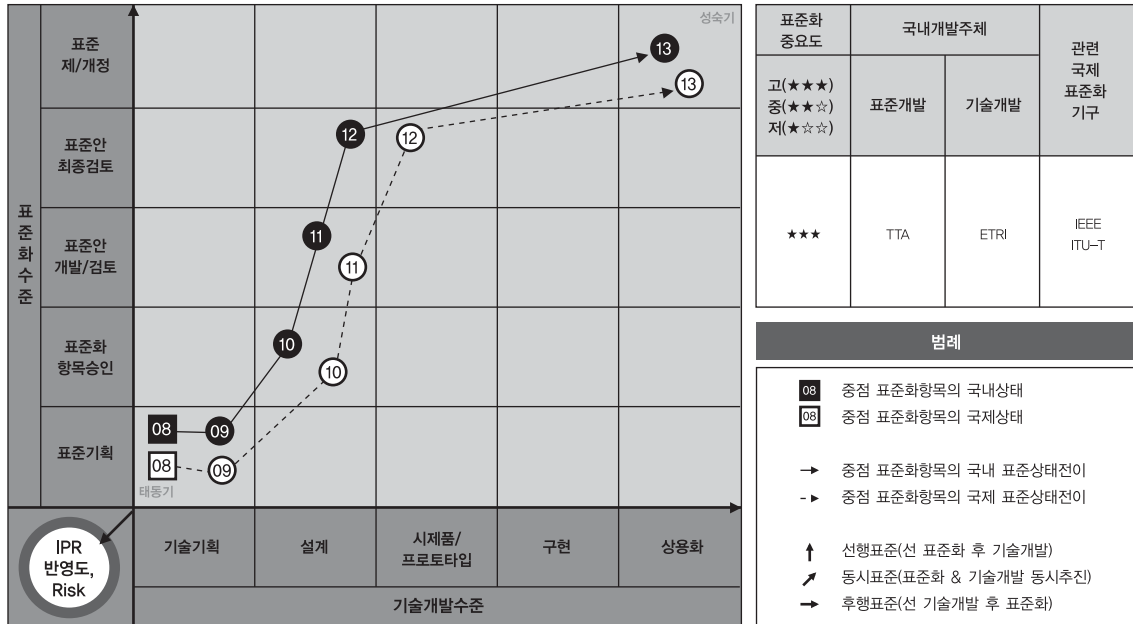
- M-to-M 통신 기술은 휴대 단말 및 멀티미디어 기기 간 그리고 Access Point(AP)와 휴대 단말/멀티미디어 기기 간에 적용되는 기술로써 사용자들에게 제공하는 모든 통신 서비스의 근간을 이루는 기술이므로 산업뿐만 아니라 실생활 측면에서도 파급효과가 매우 큼
- M-to-M 통신 기술 분야에서 무선 RF 통신 기술들이 이미 상용화되었거나 기술의 발전이 빠르게 이루어지고 있으나 편리한 기능과 충분한 성능 측면에서 고려할 때 미흡한 부분이 지속적으로 드러나고 있으므로 가시광 무선통신을 이용한 M-to-M 기술이 무선 RF 통신 기술들의 단점을 보완하고 기능을 차별화할

수 있는 부분에 초점을 맞추어 집중적으로 개발하고 이를 표준화함으로써 독자적인 기술 개발과 동시에 응용 분야 및 표준화 영역을 확보할 수 있을 것으로 예상

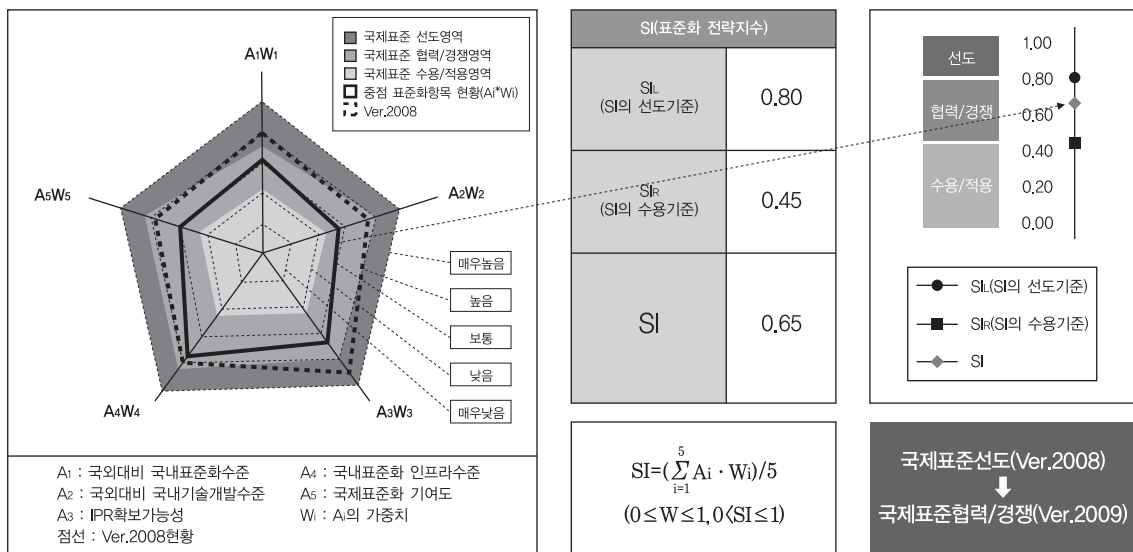
- 특히, 가시광 무선통신과 유사한 적외선 통신 기술에 대한 기술 수준과 표준화를 참고하고 검토하여 가시광 무선통신과 적외선 통신의 차이점을 부각함으로써 적외선 통신 기술에 기반을 둔 종래의 프로토콜 기술의 변형 및 활용이 가능할 것으로 예상. 또한 가시광이 가지고 있는 고유 특성에 기반한 새로운 방식의 기술 및 프로토콜의 등장도 기대
 - 가시광 무선통신 M-to-M에 사용되는 가시광 송신기는 일반적인 LED 조명소자를 사용하는 것이 아닌 고속 변조가 가능한 가시광 대역의 LED 또는 LD 소자를 사용하고 고속 전송에 적합한 성능을 확보할 수 있도록 모듈화 되어야 하므로 독자적인 개발이 이루어져야 하며 이에 대한 표준화도 추진
 - 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜의 국내 표준 제정과 국제 표준 선도를 위해 현재 많은 기술을 확보하고 있는 삼성전자 및 KOPTI 등의 기관이 KAIST, ETRI, 소자 개발 업체 등과 서로 연계하여 기술을 개발하고 원천 기술을 확보
- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략
- 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜에서는 Link 계층 이상의 프로토콜에 대한 표준화를 통해서는 IPR 확보가 용이하지 않을 것으로 예상되며, Link 계층 이하에서 가시광 무선통신이라는 새로운 통신 매체에 기반한 고유의 프로토콜에 대하여 표준화를 진행하는 방향이 IPR 확보에 유리할 것으로 예상
 - 가시광 무선통신 M-to-M에 사용되는 고속 가시광 송신기의 모듈 개발은 시작 단계이므로 모듈 개발에 따른 핵심적인 IPR 확보가 가능할 것으로 예상

3.3.6. 가시광통신 초고속 센서 프로토콜

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 가시광 무선통신을 이용한 초고속 센서 프로토콜 부분이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여업체는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, 포스테이터, KAIST 등이며 현재 가시광 무선통신 규격 목록과 표준규격 마련을 위한 세부 고려사항 등에 대해 협의 중
- 가장 활발한 표준화 활동을 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 RFID와 방식이 다른 LED 조명하에 위치한 제품들의 ID를 가시광 무선통신을 이용하여 단말기에 전송하면 단말기에서는 수신된 ID와 일치하는 제품들의 정보를 보여주는 방식의 센서 기술을 개발하고 백화점 및 대형 마트 등에서 활용 가능성을 시연한 바 있으며, 관련 표준안(VLCC-STD-003)을 제정. 그러나 이를 국제 표준화에 반영하거나 국제 표준 단체에 가시광 통신의 표준 제정을 촉구하는 노력은 거의 하고 있지 않음
- RFID의 구현 기술 및 이를 이용한 센서 프로토콜에 대한 표준화 진행 경과를 살펴보면, RFID 구현 기술의 상용화가 성숙되지 않은 상태에서는 이를 이용한 응용 분야 및 서비스를 위한 센서 프로토콜에 대한 표준화가 일부 순조롭게 진행되지 못함을 알 수 있음
- 가시광 무선통신을 이용한 초고속 센서에 대한 기술 기획이 시작되고 있는 상황이므로 구현 방식에 대한 기술적 성숙도를 향상하면서 이를 이용한 응용 분야 및 서비스를 고려하여 센서 프로토콜에 대한 표준화를 기획하고 추진
- TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통하여 가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜의 기술 검증과 국내 표준을 완성하고 이를 바탕으로 경쟁 및 관련 무선 RF 기술의 동향을 고려하여 가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜의 국제 표준화 범위 및 분야를 선정하여 추진함으로써 경쟁력과 자생력을 가질 수 있도록 진행
- 가시광 무선통신을 이용한 센서 프로토콜에 대해서 VLCC에서도 지속적인 기술 개발과 일본 내 표준 제/개정을 진행하고 있으므로, VLCC와 기술 교류 및 표준화 협력을 통하여 IEEE와 ITU-T에서 국제 표준화를 용이하게 추진

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

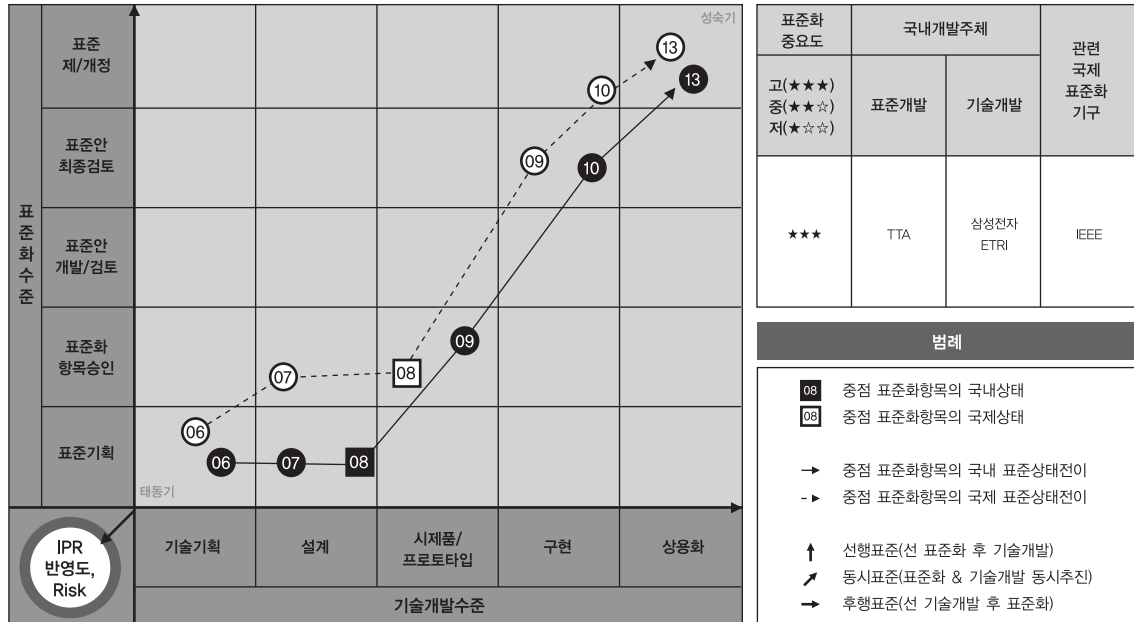
- 센서는 미래의 Ubiquitous 사회에 구현될 다양하고 편리한 서비스들을 사용자들에게 제공하기 위하여 근간이 되는 기술이므로 산업과 실생활 측면에서도 파급효과가 매우 큼
- RFID를 구현하는 방식처럼 수동형 가시광 무선통신 센서와 능동형 가시광 무선통신 센서에 대한 기술적 구현 방안과 가능성을 검증하여야 하며, VLCC에서 추진하는 방식인 가시광 태그와 유사한 방식에 대한 구체적인 구현 방안과 적용 가능성을 검증
- RFID 기술이 일부 분야에서 상용화되고 있고 성능 및 기능 향상을 위한 기술의 발전이 빠르게 이루어지고 있으나 편리한 기능과 성능 만족도를 고려할 때 미흡한 부분이 있으므로, 가시광 무선통신 초고속 센서를

이용하여 단점을 보완하고 기능을 차별화하여 이를 표준화함으로써 독자적인 응용 분야 및 표준화 영역을 확보할 수 있을 것으로 예상

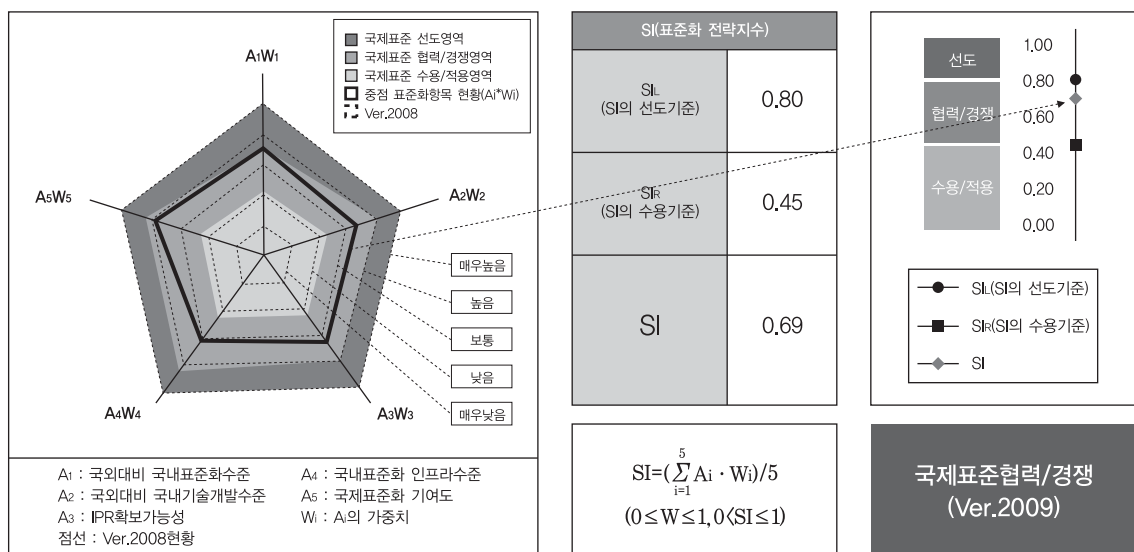
- RFID 구현 방식과 같은 가시광 무선통신 초고속 센서 기술은 새로운 개척 분야이므로 소자 및 송수신 기술의 개발과 검증을 병행하여 진행하면서 표준화도 추진
- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략
 - 가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜은 미개척 분야이므로 가시광 ID의 구현 기술과 송수신 기술, 운용/관리/유지 기술, 등에서 표준화를 진행함과 동시에 핵심적인 IPR 확보가 가능할 것으로 예상
 - 가시광 무선통신 초고속 센서의 운용/관리/유지 기술에서는 Link 계층 이상에 대한 표준화를 통해서는 IPR 확보가 용이하지 않을 것으로 예상되며, Link 계층 이하에서 가시광 무선통신이라는 새로운 통신 매체에 기반한 고유의 프로토콜에 대하여 표준화를 진행하는 방향이 IPR 확보에 유리할 것으로 예상

3.3.7. 가시광통신 조명 식별번호

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- 가시광 통신 조명 식별 번호란 가시광 통신에서 필수 요소인 조명에 사용할 고유 번호를 말하며, 각 조명의 위치를 곧바로 측위 서비스와 연계시킬 수 있다는 점에서 조명의 식별은 매우 중요하며 조명 식별번호에 대한 표준화가 필수적인 요소
- 국내에선 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어 응용 PG에서 가시광 통신 실무반을 구성하여 현재 기본적인 가시광 통신 표준 규격을 작성 중
- 국제표준규격은 아니나 일본의 VLCC에서 지속적인 일본 내 표준화 활동을 진행 중. 가시광 ID 시스템(VLCC STD-003)이라는 규격서에서 Tag ID 전송 프로토콜을 정의. 현재까지는 VLCC의 표준화와 기술의 방향은 저속의 단방향 시스템에 한정되어 있었으나 최근 IEEE 등 VLC의 국제 표준화 진행상황에 대응하려 하고 있어 적극적인 활동이 예상. VLCC에서 이미 보유한 ID 전송 프로토콜을 이용한 국제 표준화 시도가 있을 것으로 예상되는바 국내에서도 시급한 대응이 요구됨
- 측위 관련 국내외 표준화가 활발히 진행 중이나 대부분 RF를 기반으로 한 기술들로 각각 조명의 위치를 이용하는 가시광 통신과는 기술적으로 많은 차이가 있으며 이를 이용한 측위의 표준화 작업은 진행되어지지 않고 있음
- 현재 실외에선 활발히 사용되고 있는 측위서비스가 곧 실내에서도 적용되리라 생각되며 LED 인프라의 확산과 더불어 이를 이용할 수 있는 가시광 통신, 특히 측위서비스 관련 표준화 작업은 필수적. LED 인프라의 확산이 점점 가속화 된다는 가정 하에서 볼 때 조명의 식별 번호는 LED 인프라가 설치될 때 같이 설치되어야 하므로 조명 식별번호의 표준화는 시급한 과제임

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

- 가시광 통신 조명 식별 번호는 위치 기반 서비스의 필수적인 요소로서 조명 식별 번호를 이용한 다양한 제 공해 줄 수 있다는 측면에서 파급 효과가 크다고 볼 수 있음. 종래의 경쟁 기술인 GPS 시스템, RFID, Bluetooth, ZigBee 등과는 달리 조명의 각각의 위치 정보를 이용하게 되는 가시광 통신 시스템에서 조명 식별 번호의 공유화는 중요한 문제이며 전 세계적인 표준화는 시급한 문제
- 조명 식별 번호의 고유성 확보가 표준 제정에 있어서 가장 먼저 고려되어야 할 사항이며 실내외의 모든 조명에서 사용할 수 있어야 할 것임. 건물 내부의 조명, 장식용 조명, 수많은 가로등, 신호등, 간판 등 우리 주변에 존재하는 수많은 조명들이 모두 고려되어야 할 것임
- 건물 내부의 인프라들은 건물이 완성되기 전에 설치되어야 함. 특히 LED 조명의 확산이 점점 가속화 된다고 볼 때, 조명 인프라가 보편화가 되기 전에 공통의 조명 식별 번호를 갖는 것은 중요한 일. 그러므로 조명 식별 번호의 표준화는 시급한 과제 중의 하나라고 판단됨
- 앞서 기술한 바와 같이 조명 식별 번호는 가시통신을 이용한 측위 기술에 있어서 매우 중요하고 이를 이용한 위치기반 추적 서비스는 기존의 측위 기술들과는 다른 새로운 기술들이므로 기술선점이 매우 중요하고

그 효과는 매우 크다고 할 수 있음

- 조명 식별 번호의 표준화와 더불어 기본적인 가시광 통신 전송 기술에 대한 연구 개발, 경쟁 기술들인 RF 등을 이용한 측위 기술의 분석, 그리고 가시광 통신을 이용한 측위 서비스의 연구를 같이 병행하여 새로운 기술을 개발하고 원천 기술 확보에 노력
- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략
 - 현재 가시광 통신 조명 식별 번호의 원천 IPR을 소유하고 있는 단체에 관해 파악된 바는 없음. 하지만 가시광 통신을 이용한 측위 기술의 기본 원리가 조명 식별 번호를 이용하게 되는 것이라 볼 때, 가시광 조명 식별 번호 표준화와 관련된 IPR확보는 중요
 - 그러므로 가시광 조명 식별 번호의 표준화와 가시광 조명 식별 번호를 이용한 여러 가지 기술 및 서비스의 개발은 매우 중요하며 그 기술의 IPR확보는 필수적
- 국내 표준화 인프라 수준분석에 따른 전략
 - 가시광 무선 통신에 있어선 국제 표준화뿐만 아니라 국내 표준화 역시 아직은 초기 단계라 볼 수 있음. 그러므로 각 표준 단체별로 별도로 다루어지고 있는 기존의 기술들을 이용한 측위 표준과 차별성을 가지면서 경쟁력을 가질 수 있도록 만들어져야 함
- 국제표준화 기여도 분석에 따른 전략
 - 가시광 무선 통신의 국제 표준화는 IEEE 를 중심으로 이루어지고 있다고 할 수 있음. 국제 표준화 역시 아직 초기 단계인 Study Group 상황이고, 곧 Task Group 으로 승격이 예상. 가시광 통신 조명 식별 번호에 관해 충분한 준비는 필수적이며 미리 기술과 표준을 내부적으로 완성하고 활발한 기고와 활동 등을 통해 기술과 표준화를 선점

○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- 가시광 위치기반 추적 서비스란 가시광 통신을 측위에 이용한 서비스 중의 하나. 측위 관련 국내외 표준화가 활발히 진행 중이나 대부분 RF를 기반으로한 기술들로 가시광 통신을 이용한 측위의 표준화 작업은 진행되어지지 않고 있음
- 국내에선 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어 응용 PG에서 가시광 통신 실무반을 구성하여 현재 기본적인 가시광 통신 표준규격을 작성중이나 위치기반 추적 서비스에 관한 표준화 작업은 진행되고 있지 않음
- 현재 실외에선 활발히 사용되고 있는 측위서비스가 곧 실내에서도 적용되리라 생각되며 실내의 모두에서 LED 인프라의 확산과 더불어 이를 이용할 수 있는 가시광 통신, 특히 측위서비스 관련 표준화 작업은 필수적이라 판단됨

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

- 가시광 위치기반 추적서비스란 측위 기술에 기반을 둔 서비스로 사용자들에게 여러 가지 풍부한 서비스를 제공해 줄 수 있다는 측면에서 파급 효과가 큼
- 종래의 경쟁 기술과 비교해 보면 갈릴레오나 GPS 시스템은 기술적으로 성숙되어져 있고, 측위의 정확도 측면에서도 만족할만한 성능을 제공하지만, 실내 환경에서는 위성 신호를 수신하기 어려우므로 그 활용이 제한적임. 또한 RFID, USN 기술은 chip, sensor의 생산 단가가 아직 비싸므로 보급에 어려움을 겪고 있음. 가시광 통신은 태양광과 같은 잡음 광선 문제만 해결한다면, 실내외 구분 없이 사용 가능. 측위의 정확도 측면에서도 반사 후 지연되어 들어오는 신호 성분이 적으므로 정확한 측정 가능. 따라서 시장에서의 경쟁력은 충분
- 물류의 이동이나 재고관리 등에서도 사용할 수 있을 뿐 아니라 노약자들의 위치를 확인하는 서비스로도 사용 가능. 근래에 요구 되어지는 긴급 구난, 재난 정보 서비스와의 연계 또한 고려
- 측위는 해결하여야 문제들이 많이 있지만, 가시광 무선통신이 갖고 있는 장점인 빛의 직진성에 의한 정밀도 향상과 LED 조명이 갖는 다수의 광원을 이용하여 각도 측정에 의한 정밀도 향상 기술이 실현가능하기 때문에 가시광 무선통신에 의한 초정밀 측위를 이용한다면 위치 추적 서비스는 그 파급 효과가 매우 크다고 볼 수 있음
- 앞서 기술한 바와 같이 가시광통신을 이용한 측위 기술과 이를 이용한 위치기반 추적 서비스는 기존의 측위 기술들과는 다른 새로운 기술들이므로 기술선점이 매우 중요하고 그 효과는 매우 크다고 할 수 있음
- 따라서, 기본적인 가시광 통신 전송 기술에 대한 연구 개발을 집중적으로 추진하고 경쟁 기술들인 RF 등을 이용한 측위 기술의 수준과 표준화를 참고하고 검토하여 가시광 무선통신을 이용한 측위 서비스의 차이점을 부각함으로써 종래의 기술들과는 다른 가시광의 고유 특성에 기반한 새로운 프로토콜의 개발이 가능할 것으로 예상. 가시광 통신 연구, 개발 업체, 학교뿐만 아니라 기존의 기술을 사용하여 측위 서비스를

이용하는 업체들과도 협력하여 기술을 개발하고 원천 기술 확보에 노력 필요

- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략

- 현재 가시광 통신을 이용한 위치기반 추적서비스의 원천 IPR을 소유하고 있는 단체에 관해 파악된 바 없음. 가시광 통신을 이용한 위치기반 추적 서비스의 기본적인 원리는 조명 식별 번호를 이용하게 되는 것이나, RF 기반 기술에서 응용되어지고 있는 기존 기술들, 도달 시간 측정, 도달 시간 차이 측정, 도달 각도 측정 기술 등도 고려해야할 대상
- 그러므로 가시광이 가지고 있는 고유 특성에 기반을 둔 새로운 기술의 개발과 그 기술의 IPR확보는 필수적이며 기존의 기술들의 변형이나 응용 또한 연구 하고, 가시광 통신에 사용할 수 있게 하는 기술과 그 기술의 IPR의 확보도 중요

- 국내 표준화 인프라 수준분석에 따른 전략

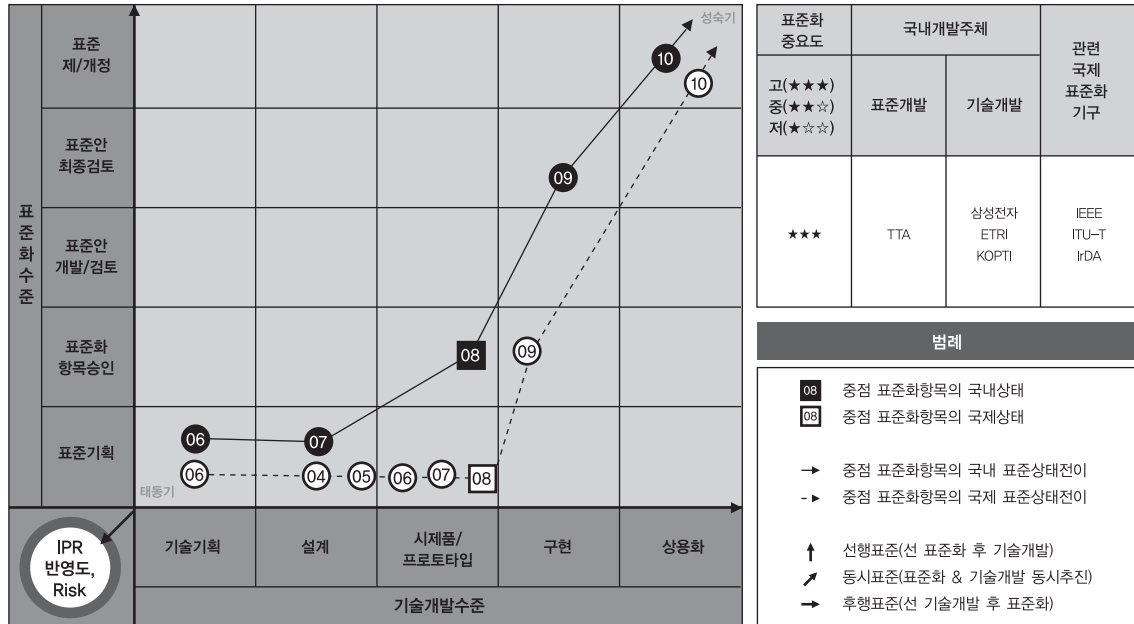
- 가시광 무선 통신에 있어선 국제 표준화뿐만 아니라 국내 표준화 역시 아직은 초기 단계. 그러므로 각 표준 단체별로 별도로 다루어지고 있는 기존의 기술들을 이용한 측위 표준과 차별성을 가지면서 경쟁력을 가질 수 있도록 추진

- 국제표준화 기여도 분석에 따른 전략

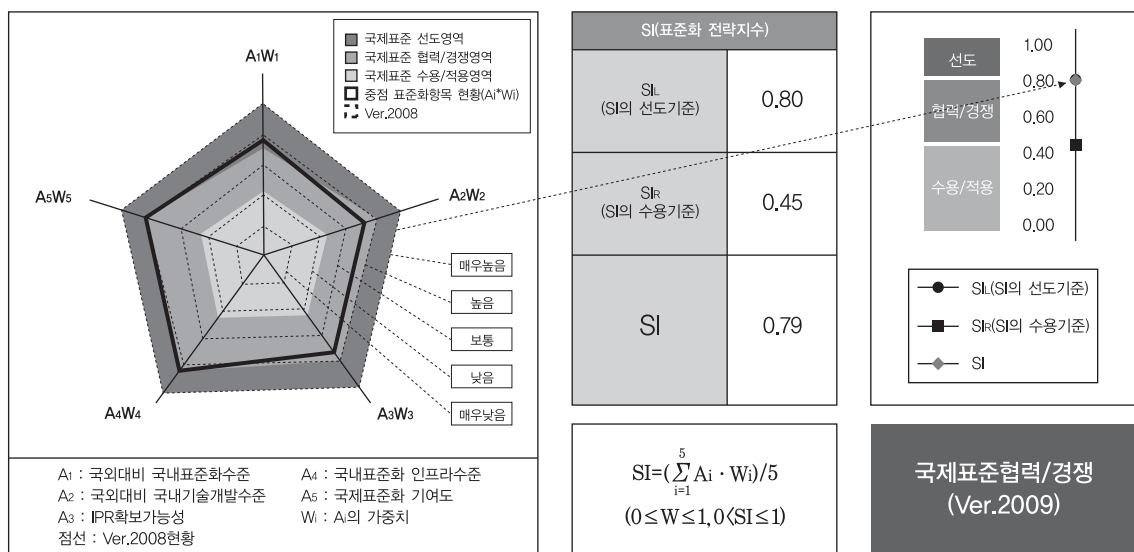
- 가시광 무선 통신의 국제 표준화는 IEEE 중심. 국제표준화 역시 아직 초기단계인 Study Group 상황이고, 곧 Task Group 으로 승격이 예상. 아직은 가시광 위치기반 추적 서비스가 논의 되는 단계라 볼 수는 없지만 미리 기술과 표준을 설정하고 활발한 기고와 활동 등을 통해 기술과 표준화를 선점

3.3.9. 가시광통신 저속 광 Tag 서비스

○ 표준상태전이도(표준화 & 기술개발 연계분석)



○ 국제표준화 전략목표 도출



○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- 가시광통신 저속 광 Tag 서비스는 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 광 Tag 서비스에 대한 내용도 표준 규격으로서 포함될 전망. ETRI, 삼성전자, KOPTI를 포함 약10여개 기관에서 가시광통신서비스 실무반에 참여 중에 있으며 표준화에 대해 활발히 논의 중
- 저속 광 Tag에 대한 표준화는 이미 일본의 VLCC(가시광통신 컨소시엄) 등에서 진행. 최초 컨소시엄 규격인 VLCC-STD-001을 2005년 5월에 제정을 하였으며 이는 표준화 활동에 기초가 되고 있음. 저속 광 Tag에 대해서는 가시광태그 표준화 WG에서 진행을 하였으며, JETTA(전자정보기술산업협회)에서도 표준화를 진행중. 보다 고속전송에 대해서도 2005년부터 검토를 시작하였으며 Gbps급 즉, 대용량 멀티미디어 파일을 짧은 시간에 휴대단말에 다운로드가 가능한 고속전송에 대한 가시광통신 표준화 작업도 진행 중. VLCC에서는 2006년 4월 광 ID 관련 VLCC-STD-003을 제정
- 저속 광 Tag 서비스는 가시광통신 응용기술에서 가장 사업화에 쉽게 적용할 수 있는 분야로 인식되고 있고, 일본에서는 광태그 개발 상황, 휴대단말과 연계한 응용 예 등에 대해 검토하는 white paper를 작성하기도 하는 등 적극적인 움직임을 보이고 있음. 국내에서 이에 대해 적절히 대응을 하지 않을 경우 일본이 독자적으로 기술 및 표준화를 리드해 나갈 개연성이 충분히 있다고 사료됨
- 국내에서도 저속 광 Tag서비스에 대한 표준화 완료 및 기술개발을 동시에 진행하여 시급히 국외기술 및 표준화 대응 필요

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

- 국내에서는 가시광통신기술에 대한 기초기술연구가 진행되고 있는 상황이어서 2005년 이후 기술개발의 결과물들이 지속적으로 발표되었지만 아직까지 저속 광 Tag에 대한 눈에 띄는 연구결과는 없는 실정
- 일본의 게이오 대학에서는 1999년부터 조명용 LED를 이용하여 광 Tag-ID 서비스를 제공하는 기술, 가시광통신을 ITS에 적용하는 방안, 백색 LED Array와 Image Sensor를 이용한 데이터 전송 다중화 기법, 네트워크 접속을 위해 전력선 통신을 가시광통신과 결합하는 방안, 등의 다양한 기술들에 대한 연구 개발을 진행하고 있으며, 일본 내 가시광통신 기술의 연구 개발을 선도
- NEC는 시미즈건설과 공동으로 조명용 LED로 구현된 전서관용 조명과 교통 신호등을 이용하여 가시광 Tag-ID를 4.8 Kbps로 전송하여 상품 정보, 음식점 메뉴 정보, 보행자 위치 인식 및 내비게이션 정보를 전달하는 응용 방안을 구현하고 시현한 바 있으며, 기술 개발을 진행 중
- 또한, 무라타 기기와 함께 창고 내 LED 조명 및 저속 광 Tag 기술을 이용하여 물류의 위치를 인식하는 시스템을 개발
- 국외에서는 이미 저속 광 Tag 기술에 대한 연구개발이 많이 진전이 되어 있는 상황으로 국내에서도 발 빠르게 움직일 필요가 있음. 저속 광 Tag 서비스 분야에서 표준화 추진을 위해서는 국내에서 연구개발의 초

기에 많은 시간을 할애한 한국광기술원, 삼성전자 등이 ETRI, KETI 등과 협력하고, 소자 및 시스템 업체와 긴밀히 연계하여 기초연구 및 응용연구를 중점 추진

- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략

- 가시광통신에 관한 특허를 보면, 2003년도부터 한국특허도 증가추세에 있으며 2006년까지 총 12건 중 9건이 한국인에 의한 특허출원
- 반면, 1978년부터 2005년까지 살펴보면, 미국, 일본, 유럽이 출원을 꾸준히 하고 있고 전체 31건의 출원이 이루어 졌으며, 일본과 미국기업의 출원 건수가 가장 많음
- 국내의 경우, 저속 광 Tag 서비스 분야에서는 기술개발이 초기 단계이므로 원천기술확보에 좀 더 할애할 필요가 있고, 응용서비스 중심의 특허가 아닌 실제 제품개발에 따른 핵심특허 발굴이 유리할 것으로 판단됨

- 국내 표준화 인프라 수준분석에 따른 전략

- 앞서 기술한 바와 같이 국내의 경우, 저속 광 Tag 서비스 분야에서는 기술개발이 초기단계이므로 원천기술 확보에 좀 더 할애할 필요가 있고, 이로써 표준화 추진에 좀 더 실질적인 자료를 확보할 수 있을 것으로 판단됨

- 국제표준화 기여도 분석에 따른 전략

- IrDA 등 일본의 사례에서 볼 수 있듯이 국제표준에서 손해를 볼 수 있는 점 등을 감안할 때 국내에서 표준 제정 활동을 완료한 후에 국제표준화를 진행하는 것도 하나의 전략으로 생각할 수 있음

○ 세부전략(안)

- 국내외 표준화 현황분석에 따른 전략

- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 가시광 무선통신을 이용한 국부적제한 방송 서비스 부분이 표준규격으로서 포함될 전망. 참여업체는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST, KETI, 포스코 데이터, 서강대, 순천대, 조선대 등이며 현재 가시광 무선통신 규격 목록에 대해 협의 중
- 가장 활발한 표준화 활동을 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 가시광 무선통신 시스템 개발을 목표로 전광판 및 LED 조명을 이용한 다양한 단방향 정보 방송 서비스를 시연하는 등 방송 서비스에 관한 기반 기술은 연구 개발하였으며, 특히, 부반송파를 이용한 저속 단방향 정보 방송 기술과 Tag ID 전송 프로토콜에 대한 일본 내 표준 규격을 정의(JEITA STD002, STD003). 그리고, 고속 단방향 정보 방송 기술과 이를 기반으로 한 서비스 모델의 개발은 연구 개발을 기획하는 초기단계에 있으며, 일본 내 표준을 기반으로 한 국제 표준화 추진에도 미온적인 자세로 일관하였으나 최근 IEEE 802.15 VLC IG가 활동함에 따라 적극적으로 대응
- 근거리의 단방향 정보 방송 서비스를 구현할 수 있는 경쟁 기술인 무선 RF 기술의 Bluetooth 및 Zigbee에 대한 표준화 제정은 완료되었거나 표준화 제/개정이 진행 중에 있고, 적외선 무선통신 기술은 SIR(수백 Kbps) → MIR(~1 Mbps) → FIR(~4 Mbps) → VFIR(~16 Mbps)에 대한 표준화 제정이 이미 완료되어 상용화되었으며 UFIR(≥100 Mbps)에 대한 표준화도 완료되어 상용화를 위한 모듈 개발이 진행 중
- 무선 RF 및 적외선 통신 기술을 고려할 경우 단방향 정보 방송 서비스와 고유의 전송 기술에 적합한 고유의 프로토콜이 개발 및 표준화되어 적용되는 것이 일반적이므로, 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스에서도 우선 가시광 무선통신을 이용하여 단방향 정보 방송 서비스를 위한 토대가 되는 저속 및 고속의 전송 기술과 기본적인 프로토콜을 표준화하고 적용 가능한 응용 및 서비스 방식에 따라 수정 및 보완된 프로토콜을 표준화
- TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통하여 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스의 국내 표준을 완성하고 이를 바탕으로 관련 무선 RF 기술, 적외선 무선통신 기술 및 LED 기술의 동향을 고려하여 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스의 국제 표준화 범위 및 분야를 선정하여 추진함으로써 경쟁력과 자생력을 가질 수 있도록 진행
- VLCC에서도 LED 전광판 및 LED 조명을 이용한 단방향 정보 방송 서비스에 대한 지속적인 기술 개발과 일본 내 표준 제/개정을 진행할 것이므로, TTA의 국내 표준을 바탕으로 VLCC와 표준화 협의 및 협력을 통하여 IEEE 및 ITU-T에서 국제 표준화를 용이하게 추진

- 국내외 기술개발 현황분석에 따른 전략

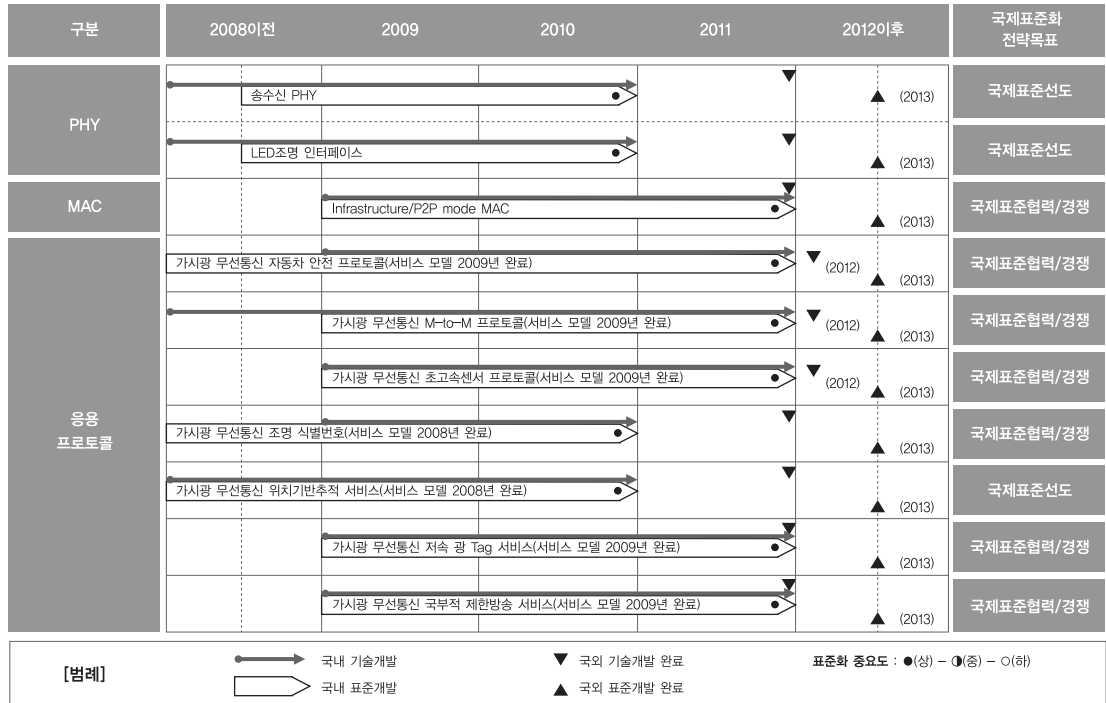
- 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스는 LED 전광판 및 LED 조명을 이용하여 단방향의 정보 서비스를 저속 단계에서 용이하게 적용할 수 있는 기술로써 사용자들이 요구하는 다양한 정보들을 사용자가 쉽

게 인지할 수 있는 LED 전광판 및 조명을 통하여 제공하므로 누구나 쉽게 접근하여 원하는 정보들을 취득할 수 있다는 측면에서 산업뿐만 아니라 실생활 측면에서도 파급효과가 매우 큼

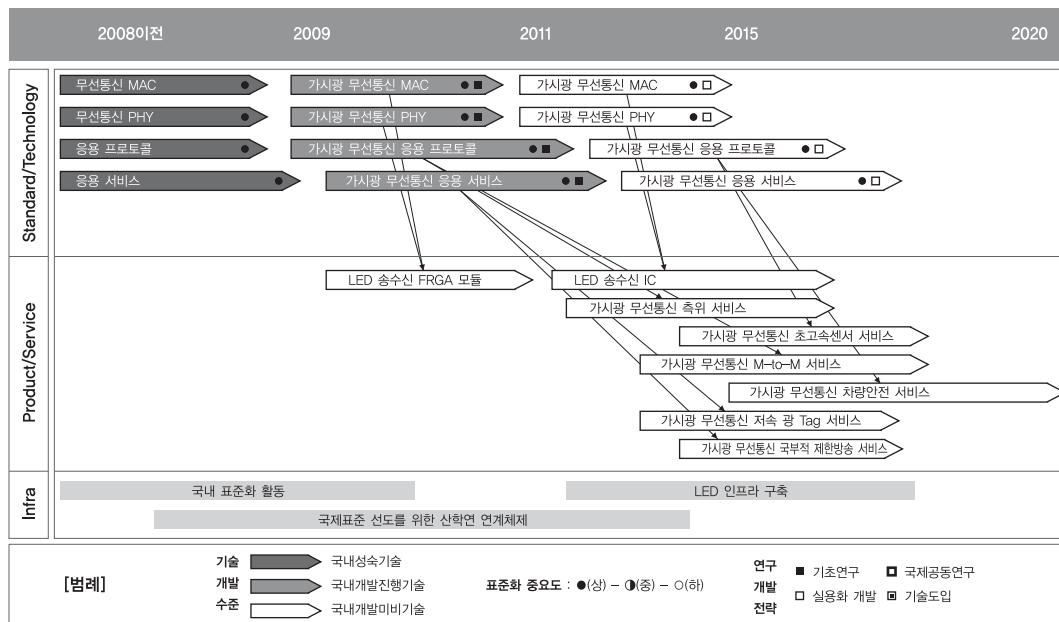
- 경쟁 기술들인 무선 RF 통신 기술들과 적외선 무선통신 기술이 이미 상용화되었거나 기술의 발전이 빠르게 이루어지고 있으나 편리한 기능과 충분한 성능 측면에서 고려할 때 미흡한 부분이 지속적으로 드러나고 있으므로 가시광 무선통신을 이용한 국부적제한 방송 서비스 기술이 무선 RF 통신 기술들의 단점을 보완하고 기능을 차별화할 수 있는 부분에 초점을 맞추어 집중적인 개발이 이루어지고 이를 표준화함으로써 독자적인 기술 개발과 동시에 응용 분야 및 표준화 영역을 확보
 - 특히, 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스는 사용자가 쉽게 인지할 수 있는 LED 전광판과 조명을 통해 제공되고, 전광판과 조명에서 방출되는 가시광은 타 RF 기술들에 혼선을 주지 않으며, 가시광의 방출 영역을 적절히 제어함으로써 서비스가 가능한 공간적 영역을 한정할 수 있어 제한된 공간 내에 여러 방송 서비스들을 동시에 수용할 수 있는 특징이 있음
 - 앞서 기술한 바와 같이 일본 VLCC는 저속 가시광 무선통신을 중심으로 LED 전광판 및 LED 조명을 이용하여 다양한 단방향 정보 방송 서비스를 시연하는 등 방송 서비스에 관한 기반 기술과 서비스에 대해서는 연구 개발이 완성도 있게 진행되었으며 이를 기반으로 일본 내 국내 표준 규격을 정의
 - 따라서, 고속의 단방향 정보 전송 기술에 대한 연구 개발을 집중적으로 추진하고 경쟁 기술들인 무선 RF 통신 기술들과 적외선 무선통신 기술의 수준과 표준화를 참고하고 검토하여 가시광 무선통신의 차이점을 부각함으로써 종래의 기술들과 프로토콜의 변형 및 활용이 가능할 것으로 예상. 그리고, 가시광이 가지고 있는 고유 특성에 기반한 새로운 방식의 기술 및 프로토콜의 등장도 기대
 - 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스의 국내 표준 제정과 국제 표준 선도를 위해 현재 많은 기술을 확보하고 있는 삼성전자, KOPTI 등의 기관이 KAIST, ETRI, 소자 개발 업체 등과 서로 연계하여 기술을 개발하고 원천 기술을 확보
- IPR 보유현황 및 확보가능분야 분석에 따른 IPR 확보전략
- 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스에서는 고속의 정보 방송 전송 기술과 Link 계층 이하에서 가시광 무선통신이라는 새로운 통신 매체에 기반한 고유의 프로토콜에 대하여 표준화를 진행하는 방향이 IPR 확보에 유리할 것으로 예상
 - 고속의 가시광 무선통신 국부적제한 방송 서비스를 위해 LED 전광판 및 LED 조명의 구동 기술 개발을 집중함으로써 전송 기술 및 관련 소자, 모듈 개발에 따른 핵심적인 IPR 확보가 가능할 것으로 예상
 - 국제표준화는 아직 태동기이기 때문에 관련 분야의 차별화된 기술 및 서비스 개발을 집중적으로 추진한다면, 향후에 충분히 국제표준화에 기여할 수 있으리라 예상

3.4. 중장기 표준화로드맵

3.4.1. 중기('09~'11) 표준화로드맵



3.4.2. 장기 표준화로드맵(10년 기술예측)



[국내외 관련표준 대응리스트]

구분	표준화항목	표준명	기구(업체)	제정연도	재개정 현황	국내 관련표준	국내 추진기구
가시광 무선통신 PHY 기술	송수신 PHY	VLC PHY	ITU-T, VLCC	2007	-	-	TTA
	LED 조명 인터페이스	VLC Interface	WWRF, IEEE, IETF	2009	-	-	TTA
가시광 무선통신 신 MAC 기술	Infrastructure/P2P mode MAC	IEEE 802.15x, WPAN	IEEE, WWRF	2008	-	-	TTA
가시광 무선통신 응용 프로토콜 기술	가시광 무선통신 자동차 안전 프로토콜	Advanced Multimedia Application Protocol	ITU-T, ISO	2008	-	-	TTA
	가시광 무선통신 조명식별번호	Advanced Multimedia Application Protocol	ITU-T	2008	-	-	TTA
	가시광 무선통신 위치기반추적	Advanced Multimedia Application Protocol	ITU-T	2008	-	-	TTA
	가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜	Advanced Multimedia Application Protocol	ITU-T	2008	-	-	TTA
	가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜	Advanced Multimedia Application Protocol	ITU-T	2008	-	-	TTA
	가시광 무선통신 저속 광Tag	Advanced Multimedia Application Protocol	ITU-T	2008	-	-	TTA
	가시광 무선통신 국부적제한방송	Advanced Multimedia Application Protocol	ITU-T	2008	-	-	TTA

[참고문헌]

- [1] 강태규, 가시광 무선통신 워크숍 준비, 국제표준, 규격모델 등 회의 안건 자료, TTA 가시광통신서비스 실무반, 2007PG4021-002, 2007. 8.16
- [2] 원은태, 가시광 무선통신 VLCC 회의 내용 및 결과, 2007PG4021-003, 2007. 8.16
- [3] 조동호, 가시광 무선통신 MAC 모델 규격 작업 제안, 2007PG402-003, 2007.8.30
- [4] 강태규, TTA 가시광통신서비스 실무반 표준 활동, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [5] 원은태, 가시광통신 국제 표준 동향, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [6] 조동호, 가시광 무선통신용 MAC 프로토콜, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [7] 김동환, LED 조명 광통신 기술, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [8] 정대광, 가시광통신 연구 개발 이슈, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [9] 이수형, WPAN과 가시광통신 기능 비교, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [10] 김기천, 네트워크 이동성 표준 기술 동향, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [11] 이형섭, RFID 기술과 가시광통신 기술 요구사항, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [12] 손명희, 차량 안전 통신 표준 기술 현황, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [13] 신영중, 차세대 멀티미디어 이동 통신 단말 기술 동향, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [14] 호요성, 3차원 멀티미디어 서비스를 위한 다시점 비디오 부호화 기술
- [15] 고기원, 멀티미디어 응용 서비스, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크숍, 2007. 8. 30
- [16] Tae-Gyu Kang, Visible light communication signaling issues for H.325, ITU-T SG16 COM16-C153-E, pp. 1-3, June 2007
- [17] http://ftp3.itu.int/av-arch/avc-site/2005-2008/0706_Gen/0706_Gen.html
- [18] 조영수, 실내외 연속추위 기술 동향, 전자통신동향분석 제 22 권 제 3 호, 2007. 6. pp.20 ~ 28
- [19] www.vlcc.net
- [20] www.ww-rf.org
- [21] www.tta.or.kr
- [22] 강태규, 무선 가시광통신 초정밀 측위에 의한 네트워크 로봇 제어 정보 흐름. 제 11 회 통신 소프트웨어 학술 대회, COMSW2007, 2007. 7.25~7.27, pp. 163 - 167
- [23] VLCC-STD-001, 가시광통신 시스템, 2005.5
- [24] VLCC-STD-002, 가시광통신 시스템의 서브캐리어 주파수 할당, 2005.5

- [25] VLCC-STD-003, 가시광통신 ID 시스템, 2005.5
- [26] 김영수, 무선광통신 기술동향 분석, KISTI 기술동향분석보고서, 2002. 12. 28
- [27] 백색 LED 조명광통신에 관한 연구, 한국해양정보통신학회 2004 춘계종합학술대회지 제 8권 제 1 호, pp. 479-481, 2004
- [28] 최병삼, 차세대 광원 LED의 부상과 대응방안, SERI경제포커스, 2007. 4.23(제 140호)
- [29] CEI IEC 60825-1, Safety of laser products Part 1: Equipment classification and requirement, 2007.3.
- [30] CEI IEC 61603-1, Transmission of audio and/or video and related signals using infra-red radiation- General, 1997.1
- [31] 유형준, LED 무선통신으로 쓴다, 전자신문, 2007. 8. 28, pp.23
- [32] 가시광통신의 세계, (주)공업조사회, VLCC, 2006
- [33] 유비쿼터스 가시광통신기술 워크숍, 한국광기술원, 2005.11
- [34] 광공간전송-광무선기술포럼2006, 광공간전송-광무선기술포럼 실행위원회, 2006.6
- [35] 주간 해외마케팅 정보, 한국광산업진흥회, 2006.10.30
- [36] 가시광통신이 정보전달 수단의 미래를 비춘다, 일경 일렉트로닉스, 2004.6.7
- [37] Optical Wireless: The Story So Far, IEEE Communications Magazine, 1998.12
- [38] Short-Range Optical Wireless Communications, WWRF WG5, 2005.7
- [39] <http://www.vlcc.net>, VLCC Webpage
- [40] <http://www.wireless-world-research.org>, WWRF Webpage

[약어]

FIR	Fast Infrared
IrDA	Infrared Data Association
ITS	Intelligent Traffic System
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
MAC	Media Access Control
MIR	Medium Infrared
M-to-M	machine to Machine
PG	Project Group

PLC	Power Line Communication
RFID	Radio Frequency IDentification
RGB	Red Green Blue
SIR	Standard Infrared
STD	Standard
UFIR	Ultra Fast Infrared
USN	Ubiquitous Sensor Network
UWB	Ultra Wide Band
VFIR	Very Fast Infrared
VLC	Visible Light Communication
VLCC	Visible Light Communication Consortium
WG	Working Group
WPAN	Wireless Personal Area Network
WWRF	World Wireless Research Forum