



가시광 무선통신

1. 개요

1.1. 기술개요

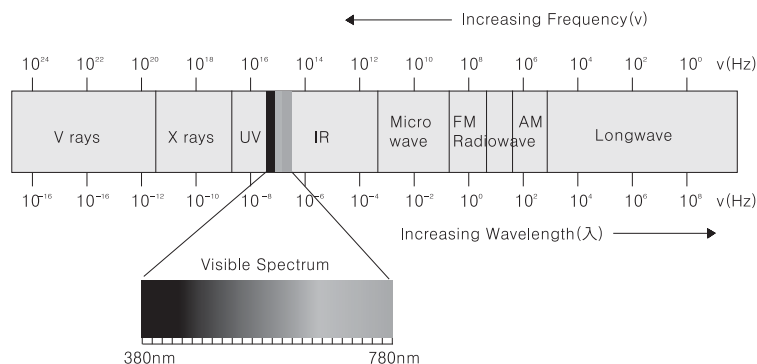
1.1.1. 중점기술 및 표준화대상항목의 정의

• 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 실체
- 가시광 무선통신은 780nm에서 380nm의 파장(wavelength)을 갖음. 이 파장을 주파수로 바꾸면, 385THz에서 789THz(주파수 대역 = 빛의 속도(300,000,000m)/파장(380*1000))에 해당. 가청(오디오) 주파수 대역은 20Hz에서 20,000Hz에 해당되고, 적외선 파장을 사용하는 IrDA, 2.4Hz의 IEEE 802.11n, UWB, 802.15.4 Zigbee, Bluetooth, 60GHz의 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 중
- 우리나라 산업자원부는 1530 프로젝트를 수립하여 발표(2007.2)함. 1530 프로젝트는 2015년에 LED 조명을 30%로 전환하는 프로젝트이며, 프로젝트 실현 결과로서 년 1조 6천억원의 전력절감효과를 예상
- 가시광 무선통신은 유선 광통신과 무선 광통신과의 기능 비교를 함으로써 보다 명확하게 이해할 수 있음. 유선 광통신은 광 섬유 내부에 광을 송신하고 수신함으로써 빛의 속도로 통신할 수 있는 기술. 유선 광통신은 1,500nm 파장대를 사용하며, FTTH, 광 전달망, 광가입자망, PON, WDM 등의 기술들로 발전. 유선 광통신은 이미 상용화된 기술

〈광통신 기술간 비교〉

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

- 무선 광통신 기술은 LD(Laser Diode)를 이용하여 무선으로 통신하는 기술로서 건물간 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 사용
- 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 기술로서 Infrastructure mode MAC과 Peer-to-Peer mode MAC을 구분하여 정의
- 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	세부 표준화 내용
가시광 무선통신 PHY 기술	조명 가시광을 통신을 위한 송신 모듈레이션하고 수신 디모듈레이션하는 기술	송신 PHY	가시광 무선통신 송신 물리적 접속 및 신호규격
		수신 PHY	가시광 무선통신 수신 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	Infrastructure mode MAC	가시광 무선통신 Layer 2 Infrastructure mode MAC 프로토콜
		Peer-to-Peer mode MAC	가시광 무선통신 Layer 2 Peer-to-Peer mode MAC 프로토콜
가시광 무선통신 응용 프로토콜 기술	가시광 무선통신에서 제공할 수 있는 자동차 안전, 초정밀 측위, M-to-M, 초고속 센서 등의 응용 서비스를 적용하기 위한 프로토콜 기술	가시광 무선통신 자동차 안전 프로토콜	가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 응용 계층 프로토콜 규격
		가시광 무선통신 측위 프로토콜	가시광 무선통신 측위 서비스 응용 계층 프로토콜 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

• 표준화 대상항목 구분간 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 이와같이 구분
- 가시광 무선통신 PHY 표준 역시 응용에 따라 별도로 표준을 개발할 필요가 있음. 예를들면, 신호들에서 색상별로 빨강색, 노랑색, 파랑색의 경우에는 신호등 빨강색은 정지신호, 노랑색은 경고, 파랑색은 안전신호 등을 정의할 때에 복잡하게 할 필요없이 단순하게 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 표준으로 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 표준을 제정

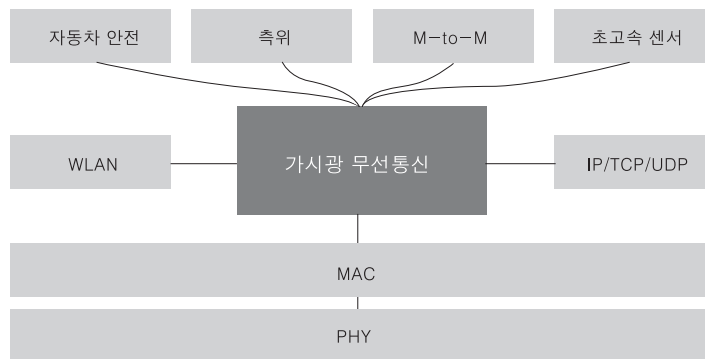
하여야 하는 형태로 발전

• 가시광 무선통신 M-to-M 서비스 응용 서비스 예

- M-to-M 서비스는 Machine간 통신하는 방법이며, 통상 Machine들간의 통신이 서버를 통한 방식보다 신속하고 편리하다는 장점
- M-to-M 서비스의 응용 예는 현재 핸드폰간 데이터 송수신 서비스가 대표적. 현재의 핸드폰 데이터 송수신 방법으로 IrDA 통신을 사용. 즉, IrDA로 M-to-M하는 핸드폰은 핸드폰 화면과 IrDA 송수신이 동시에 실장되어 있어서 별개의 기능을 수행하지만, 가시광 무선통신에 의한 M-to-M 서비스는 화면이 LED로 구성되어 있어서 화면의 기능뿐만 아니라 통신도 가능하게 되어 2개의 모드를 융합하여 하나로 되는 장점이 있으며, IrDA 보다 가시광 무선통신이 전송속도가 수배 이상 되는 것이 장점

1.1.2. 연관기술 분석

• 연관기술 관계도





• 연관기술 분석표

연관기술	내용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
PHY	조명 가시광을 통신을 위해 모듈레이션하고 디모듈레이션하는 기술로서, 가시광 무선통신 송신 물리적 접속 및 신호규격 송신 PHY, 가시광 무선통신 수신 물리적 접속 및 신호규격 수신 PHY, 가시광 무선통신과 LED 조명 간의 인터페이스 LED 조명 인터페이스 등으로 새로운 표준 규격을 정의하여야 할 기술	TTA	ITU-T, VLOC	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, WWRF, IEEE	표준기획	표준기획	상용화	상용화
자동차 안전	가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 응용 계층 프로토콜 규격	TTA	ITU-T, IETF	표준기획	표준기획	기술기획	기술기획
측위 서비스	가시광 무선통신 측위 서비스 응용 계층 프로토콜 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

1.2. 추진경과 및 중점 추진방향

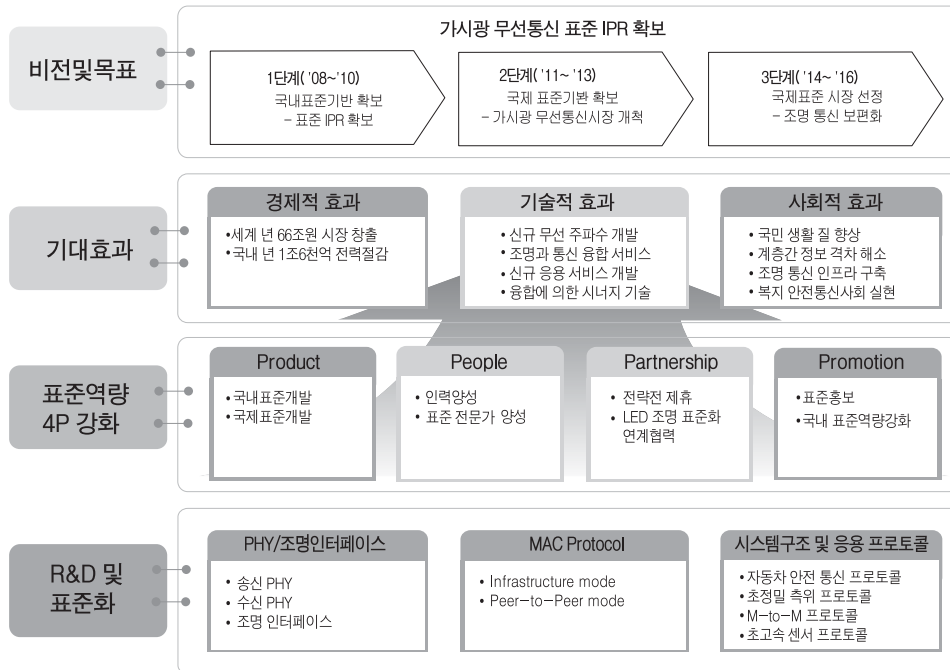
■ 추진경과

- 표준화로드맵 Ver.2008에서 신규로 추진하는 중점기술임

■ 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 300억불 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 제안

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 워크샵을 통한 기술 개발 능력 및 인력 양성

- 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵(2007. 8. 30) 등 지속적인 워크샵 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 33조원에 이를 것으로 전망(Strategies Unlimited, 2005)
- RFID 시장의 2010년 세계 시장은 44조원에 이를 것으로 전망(IT839전략기술개발 Master/IITA)
- WPAN 시장의 2010년 세계 시장은 8조원에 이를 것으로 전망(WSN Growing Markets on World 2005)
- ITS 센서 시장의 2010년 세계 시장 규모는 6조원에 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 무선 통신의 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 있고, 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 국내외 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 년 1조 6천억원의 전력이 절감되며, 세계 66조원의 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 고유 표준 확보에 따라서 국제 표준에서 선도할 비전을 갖고 있으며, 이로 인하여 새로이 개척되는 가시광 무선통신 시장에 대한 교두보를 확보하는 기대 효과가 발생함

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



2. 국내외 현황 분석

2.1. 시장 현황 및 전망

2.1.1. 가시광 무선통신 기술 응용 분야

- 가시광 무선통신기술은 차세대 조명으로 각광을 받고 있는 반도체 조명 LED(Light Emitting Diode)를 사용하여, 조명 기능 이외에 추가적으로 정보전달 기능을 부여한 새로운 광-무선 기술로써 조명이 존재하는 어느 장소에서나 원하는 정보를 획득할 수 있는 이른바 유비쿼터스(Ubiquitous) 정보통신 기술
- 가시광 무선통신은 주로 인간 눈에 인지되는 빛을 이용하므로 데이터의 전송가능범위를 인지할 수 있으며, 전자파가 나오지 않아 인체에 무해한 친환경 기술이며 다음과 같은 특징이 있음
 - 가시광을 이용한 기존의 산업인프라를 그대로 사용하여 어디서나 다양한 서비스를 이룰 수 있다는 점이 가시광 무선통신 기술의 장점이며 유비쿼터스 환경구현에 적합한 기술
 - 가시광기술은 기존의 무선 통신기술 (802.11b/g: near 2.45 GHz) 또는 RFID(860 MHz ~ 960 MHz and 2.45 GHz)이 갖는 물분자 반응성 (Nature Resonance Frequency in Water: 915 MHz and 2.45 GHz)이 없어 인체에 무해한 친환경 무선기술
 - 또한 조명용 발광다이오드를 이용 시 국소지역에 국한된 서비스가 가능한 보안성이 뛰어난 기술이며, 전력선 기술 또는 기존 네트워크기술과의 연동이 용이하여 서비스 범위의 확장이 용이한 기술
 - 더욱이 조명산업과의 연계를 통해 통신뿐만이 아니라 기존의 조명, 디스플레이, 휴대용기기, 복지, 정보서비스 등에 새로운 가치창출 및 파급효과가 큰 차세대 전략산업 기술이며, 이에 대한 국내·국제 표준화가 시급히 요구되는 전략기술
 - 위와 같은 가시광 무선통신의 장점을 고려할 때, 응용산업 분야는 다음과 같이 구분할 수 있음
 - ITS 응용 : 교통신호등에서 교통정보 제공, 차량간 충돌방지 통신
 - 측위 응용 : 창고내 위치 정보제공, 실내 로봇 위치정보 제공등
 - M-to-M 응용 : 데이터 단말기간의 M-to-M 통신
 - 센서 응용 : LED 조명 또는 디스플레이 인프라를 활용하는 초고속 센서를 사용하여 거대 쇼핑몰 상점 정보, 공항 또는 역 내 출발도착 정보 제공

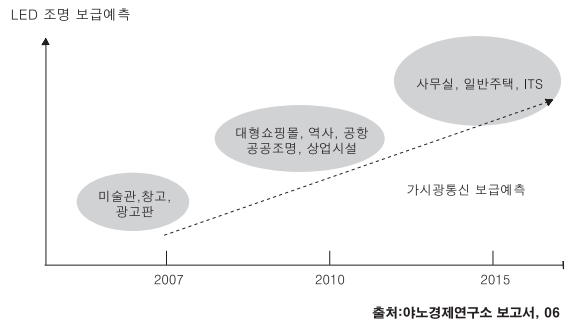
ITS 응용	측위 응용	MtoM 응용	센서 응용
 차량간 통신, 신호등과 차량간 통신	 실내위치정보	 가시광 리모콘	 전자역자
 교통신호 등에서 교통정보, 지역정보	 기사용 위치정보 청소로봇	 광무선 홈시어터	 수퍼마켓
 가로등에서 교통정보	 엘리베이터내 광무선 통신	 역사내 이티켓팅	 인포메이션 보드 활용
 시각장애인 가이드	 실내 GPS	 색깔별 다른 정보 -일체음향	 공공정보

2.1.2. 시장현황 및 전망

- 야노(YANO)경제연구소에서는 가시광 무선통신시스템시장에 있어서, LED벤더 및 조명기기벤더, 가시광 무선통신의 잠재 사용자가 되는 기업을 대상으로 시장조사를 실시한 결과, 가시광 무선통신에서의 비즈니스 전개도 드디어 사업화에 이를 것으로 전망
- 2005년의 가시광 무선통신의 연구 가운데, 가장 큰 성과는 2006년 3월 가시광 태그의 표준화가 결정됨에 따라, 다양한 어플리케이션이 유연하게 전개 가능
- 2006년 9월에는 일본전기와 무라타기기에 의해 가시광 무선통신을 사용한 창고용의 위치정보가 개발되어 2007년말까지의 상품화를 목표로 실험 중
- 가시광 무선통신에서의 비즈니스는 이제 막 사업화되기 시작하는 시점
- 측위정보 제공 서비스 및 단말기간 M-to-M 시장은 근거리의 통신 솔루션인 PAN 영역에 속하므로 기존의 PAN 서비스 시장 규모로 예측 할 수 있고, 초고속 센서 시장은 유비쿼터스 LED 조명 및 사인물 디스플레이 인프라를 이용하여 다양한 정보를 제공하므로 RFID 시장규모로 예측하며, 자동차 분야는 별도로 시장 규모를 추정. 따라서, 가시광 무선통신 시장은 프리미엄급 조명통신 (RFID 서비스) 및 Optical PAN 시장규모를 추산하면 각각 년평균 성장률 (CAGR) 26.6%와 85.1%, 2010년 44조단위의 시장과 8조단위의 시장 등을 포함하고 측위, M-to-M, ITS 통신 시장을 추가하여 약 66조의 세계 시장을 형성할 것으로 예상
- 향후, 가시광 무선통신시장은 조명광통신, ITS, 유비쿼터스라고 하는 3대 축으로 확대에 나갈 것으로 예상. 2006년부터 2008년에 걸친 가시광 무선통신의 동향을 살펴보면 가시광 무선통신은 LED조명이 보급하고 있는 미술관이나 점포 등의 전시안내나 상품안내 등의 어플리케이션으로서 이용될 전망. 이들은 2006년부터 행해지는 어플리케이션이며 주로 일반유저에게 가시광 무선통신이라는 기술을 알리는 실험적인 역할이 큼. 또한, 실험적인 역할로서 LED 전광판 광고부터 상세정보가 발신 가능한 어플리케이션도 빠른 단계로 발전할 전망
- 특히, 유망한 분야는 역에 있는 교통광고임. 철도회사는 향후, 출산률 저화로 철도승객감소가 예상됨에 따라 새로운 수익원으로서 교통광고에 주력하고 있기 때문. 그리고, 2008년부터 2010년에는 LED조명은 상업시설이나 항공, 역



등의 공공시설안내의 조명기구 등에 도입이 시작되어 여기에 포함된 가시광 무선통신에 있어서도 이와 같은 분야에서의 어플리케이션이 탄생할 전망이다. 예를 들면, 항공 내에 탑승안내나 복수언어에 의한 정보안내 등의 어플리케이션, 상업시설 내에서의 네비게이션, 점포안내 등의 어플리케이션이 나오기 시작할 것으로 기대. 또한 이즈음에는 RFID나 적외선에서는 불가능한 가시광 무선통신 독자의 컬러어플리케이션이 나오게 될 전망이다



- 2010년 이후에는 PLC(고속전력통신)가 본격적으로 일반가정에 보급될 것으로 보여지며 그렇게 되면 가시광 무선통신도 그 다음으로 통신이라고 하는 측면에서의 비즈니스 전개를 이루어 갈 전망이다. 먼저 예상되는 부분은 지하철도에서의 네비게이션. 현재 야외에서는 GPS휴대폰으로 네비게이션이 가능하지만, GPS로는 지하나 건물 내에서는 위치 확인 불가. 이 때문에 지하나 내부에서는 가시광 무선통신에서의 네비게이션이 필요. 또한, LED조명이 일반가정이나 사무실에서 보급된다고 예측되는 2012년경에는 가시광 무선통신은 통신 인프라의 하나가 될 전망이다. 조명하에서 음악을 청취하거나 인터넷이 가능
- 2012년부터 신호기에서 정체정보나 네비게이션 정보를 얻을 수 있는 어플리케이션이 나오게 될 전망이다. 최종적으로 자동차의 헤드라이트 등에서 신호가 나오게 되어 도로상의 사고, 정체 정보 등을 전달가능. 향후, ITS에서의 어플리케이션을 육성하기 위해서는 자동차업체와의 협력이 필요

2.2. 기술개발 현황 및 전망

2.2.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

• 정부정책기조

- LED 조명 확산 정책에 따라 이를 인프라로 활용하는 무선 가시광 무선통신 기술은 단거리 영역 내에서 차세대 이동 통신, USN, 홈네트워크 분야에서 보안성이 강화된 새로운 무선 접속 기술과 위치 인식 기술로서 인지

• 국책 연구소 기술개발 현황 및 전망 기술

- KOPRI(한국광기술원)는 2005년말 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 수행하여 조명용 가시광 LED를 이용하여 20Mbps의 데이터를 비트오율 10⁻⁶ 이하로 전송할 수 있는 실험실 데모 수준의 시연품을 개발
- ETRI(한국전자통신연구소)는 가시광 무선통신 기술의 근간이 되는 유무선 광전송 기술에 대한 기술력을 확보하고 있으며, 정통부 중장기 정책사업의 일환으로 가시광 무선통신 원천 기술과 소자 및 모듈 기술, 응용 시스템 기술에 연구 개발을 2008년부터 중장기적으로(5년 이상) 수행하기 위한 과제를 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 추진 중. 2006년 상반기부터 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 Point-to-point 근거리 통신 분야와 옥내의 LED 전광판 및 상업용 LED 조명을 이용한 정보 방송 분야, 실내의 LED 조명을 이용한 근거리 LAN 분야의 가시광 무선통신 기술을 연구 개발하고 있으며 기술력을 확보. 10Mbps급의 점대점 가시광 무선통신을 위한 USB Dongle을 개발하여 시험하고 LED 전광판을 이용하여 10Mbps의 데이터를 비트오율 10⁻⁶ 이하로 방송할 수 있는 기술을 개발하였으며 보다 고속의 데이터를 Point-to-point 및 Point-to-multipoint 방식으로 통신할 수 있는 기술 개발을 추진 중
- 한국고덴시는 미래 산업의 요소 기술 개발의 일환으로 현재 보유하고 있는 적외선 송수신 모듈 제작 기술을 활용하여 2006년 중반 10Mbps급의 Point-to-point 가시광 무선통신 시연 모듈을 제작

• 국내 학계 기술개발 현황 및 전망 기술

- KAIST 전자공학부는 실내 LED 조명을 이용하여 가시광 무선통신 기반의 LAN 서비스를 지원하기 위하여 다중접속을 지원하는 MAC Algorithm의 개발을 추진 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 추



진하고 있으며, 가시광 무선통신 채널 환경에 대한 전반적인 정보 분석을 위하여 시뮬레이션 Tool 개발을 추진 중

- 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 액자간의 4Mbps 통신을 시연하였으며 07년 상반기부터는 100Mbps 이상의 통신 속도가 가능한 전송 기술과 가시광 매체에 적합한 M-to-M 프로토콜, M-to-M 기술의 적용 서비스 개발을 추진 중

- 가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 모델

- 가시광을 이용한 무선 초고속 센서 기술과 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 시작되지 않았으며, 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 않았으며, 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 수광 소자로 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

- 가시광을 이용한 자동차 안전 기술과 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 시작되지 않았으며, 관련 산업계 및 학계, 연구소에서는 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 대한 검토를 시작

- 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

2.2.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

• 주요국가의 정책기조

- 미국

- 가시광 무선통신 기술 및 시스템 개발과 관련한 범국가적인 연구 프로젝트나 활동이 이루어지고 있지 않으며, 학계 일부에서 홈네트워크 분야의 새로운 고속 무선 접속 기술로서 연구 개발을 진행 중
- 펜실베이니아 주립대에서는 홈 네트워크 상에서 대내 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

- 현재까지 가시광 무선통신 기술 및 시스템 개발과 관련한 범국가적인 연구 프로젝트나 활동이 이루어지지 않았으며 학계 일부에서 새로운 단거리 고속 무선 접속 기술로서 연구 개발을 진행하였으나, 2008년부터 유럽연합 경쟁력혁신 정책지원사업의 일환으로 근거리 무선광통신 기술 개발이 학계 및 산업계에서 진행될 예정
- 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 개발을 추진
- WWRP(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 검토하고 있으며, 옥스퍼드 대학, 삼성 전자, 프랑스 텔레콤과 지멘스가 공동으로 가시광 무선통신 기술의 killer application과 시장 전망, 기술 개발 로드맵 등에 대해 분석 및 정리하는 White Paper 작성을 진행 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
 - 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 1~2년내 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
 - 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 실내외 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 네비게이션 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 다중화된 음성 서비스를 전송하는 기술을 시현한 바 있으며, 기술 개발을 진행
 - NEC와 무라타기기는 2006년 9월에 창고 내 LED 조명을 이용하여 가시광 무선통신으로 물류의 위치를 인식하는 시스템을 개발하였으며, 2007년말까지 상용화를 목표로 시스템 구현을 진행
- 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, 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 적극적인 동참과 정책 추진을 유도하고 있음. VLCC에서 시연하였고 앞으로 시연하고자 계획하는 서비스 모델들은 고속 (Mbps 이상)의 정보 전송 기술을 적용한 서비스 모델이 아닌 저속 (Mbps 이하)의 정보 전송 기술을 적용한 다양한 서비스 모델이라는 특징
 - 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 검토
 - 가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 모델
 - RFID와 동일한 방식의 가시광을 이용한 무선 초고속 센서 기술과 서비스 모델에 대한 실질적인 연구 개발은 시작되지 않았으며, LED 조명 하에 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 신호 등 및 표시등을 통하여 주행하는 자동차들에게 교통 및 사고, 대처 사항, 등에 대한 정보를 전송하는 서비스 모델의 개발에 대해 검토단계. 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 대한 계획은 알려진 바가 없음

- 주요 국가별 특허출원 동향

- 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

- 유럽

- 옥스퍼드 대학에서는 백색 LED 조명을 이용한 가시광 무선통신과 저가형 상향 가시광 변조기, 등에 대한 특허를 보유

- 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

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 점진적으로 적용이 확대될 것으로 예상됨. 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
- LED infrastructure 구축에 기반해 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
- TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반(WG)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 2월달에 TTA의 표준화 수요조사가 있었으며, 이에 응해 다양한 산학연 단체가 가시광 통신 관련 표준의 필요성을 주장. 그 결과 가시광 통신은 채택되었으며, 6월부터 활동을 시작

• 가시광 무선통신 기술표준화 현황 및 전망

- 전자부품연구원(KETI)가 중심이 되어 한국 가시광 통신 반도체 포럼이 결성되었으며, member에는 KETI, 경희대, 삼성전기 등

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 가장 앞섬
- 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) 내의AV&IT시스템 표준화 위원회는 2007년 3월에 가시광 통신 시스템을 표준으로 제정하였으며(표준 번호: JEITA CP-1221), 6월에는 가시광 ID

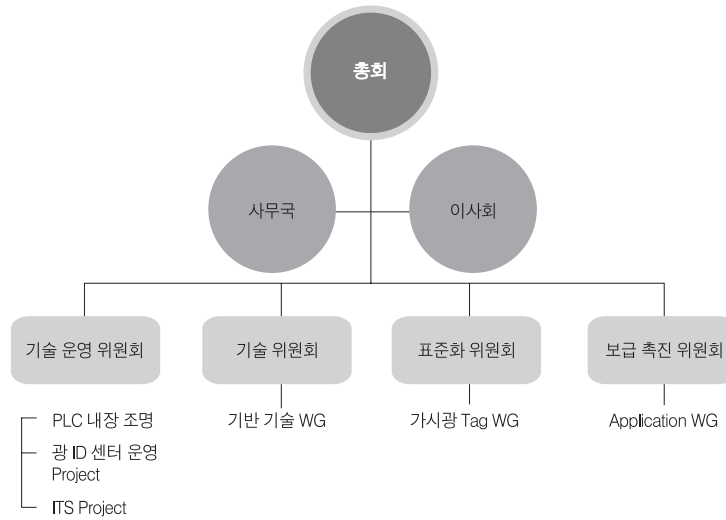


시스템을 (표준 번호: JEITA CP-1222) 표준으로 제정. 전자정보기술산업협회(JEITA)가 운용상 민간 단체의 형식을 갖추고 있으나 사실상 준정부 기관으로 운용

- 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 표준화회의의 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 업계는 일본 내에서 표준 제정 활동을 완료한 후에 국제 표준화 진행하는 것이 낫다고 판단
- 미국, 유럽의 경우 정부 차원에서 가시광 통신 표준 관련된 활동은 전무

• VLCC

- VLCC는 가시광 무선통신 표준화 및 기술 개발을 위한 일본 내 컨소시엄. 04년 10월 CEATEC Demo 및 05년 6월 간 사이공항 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-1205A에서는 33[KHz]~40[KHz]를 할당
- 적외선과의 공존을 생각했을 경우, 서브캐리어 주파수가 겹칠 가능성이 있지만, 광학적인 필터나 통신 프로토콜이 다르므로 분리는 충분히 가능하리라고 판단

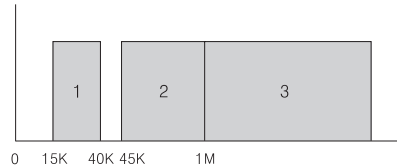
b) 영역 2(45[KHz]~1[MHz]) : (어플리케이션 미정)

- 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

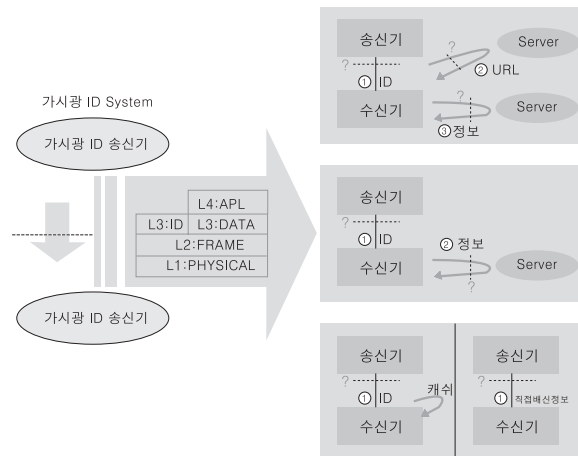
- 오디오나 비디오를 이용한 어플리케이션에 이용
- 가시광선 멀티미디어 커뮤니케이션으로서 표준화를 검토
- JEITA 규격에서는 상한을 30[MHz]로 하고 있지만 본 규격에서는 상한을 정하지 않음



〈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 2007년 부터는 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 하기시와 공통으로 역구내 정보제공 시스템을 공동 연구

- WWRF

- WWRF는 유럽중심의 IST(Information Society Technologies) 프로그램에서 출발. 그 공식 출범은 에릭슨, 알카텔, 노키아, 지멘스, 모토로라 등에 의해 2001년 이루어짐. 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 주가 되는 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 해결해야할 기술적인 문제를 제시
- 가시광 통신 백서 작성에 참여하고 있는 회원사에는 삼성, Oxford 대, France Telecom, Siemens, Heinrich-Hertz-Institute 등이 있음



2.4. 표준화 대상항목별 현황 분석표

구분		가시광통신 PHY 기술			가시광통신 MAC 기술		가시광통신 응용 프로토콜 기술			
표준화 대상항목		송신 PHY	수신 PHY	LED 조명 인 터페이스	Infrastructure mode MAC	Peer-to-peer mode MAC	가시광통신 자동차 안전 프로토콜	가시광통신 측위 프로토콜	가시광통신 M-to-M 프로토콜	가시광통신 초고속 센서 프로토콜
시장 현황 및 전망	국내	- LED 조명 기술 실용화 이전에 표준화 완료되어야 하면 보급에 유리한 상황 - 신호등, 차량 전조등을 이용한 ITS, 등대를 이용한 광통신 등 틈새시장을 고려해 볼 수 있음 - 택내 개인용 통신 용도로 유리(보안 및 regulation 측면)								
	국외	- 진행 정도에 차이는 있으나 대부분의 국가가 초기 시작 단계								
기술 개발 현황 및 전망	국내	- KOPTI는 조명용 LED를 이용 20Mbps 전송 - 삼성전자 10Mbps 점대점 통신, LED 전광판 통신 구현			연구 초기 단계	KAIST는 다중접속을 지원하는 알고리즘 개발 중	IrDA 기반의 MAC 알고리즘 개발 단계	연구 초기 단계	ETRI에서 로봇 제어 관련 연구 진행 중	삼성전자 고속의 점대점 통신을 위한 USB dongle 개발
	국외	- Oxford대에서 백색 LED를 이용한 변조 기법과 변조 회로 연구 - VLCC 가시광 통신의 고속 변조 기술 연구 중			연구 초기 단계	연구 초기 단계	광 tag에 적용되는 MAC 표준화 완료	VLCC의 ITS PG에서 가로등을 이용한 정보 안내	연구 초기 단계	VLCC에서 저속 센서를 위한 프로토콜 표준화 완료
기술 개발 수준	국내	test-bed	test-bed	연구	설계	연구	연구	연구	연구	연구
	국외	test-bed	test-bed	연구	연구	검증	구현	연구	연구	연구
	기술격차	1년	1년	0년	-1년	1년	2년	0년	-1년	0년
IPR 보유 현황	국내	다소 있음	없음	없음	없음	없음	없음	없음	다소 있음	다소 있음
	국외	다소 있음	없음	없음	없음	없음	다소 있음	다소 있음	다소 있음	다소 있음
IPR확보 가능분야		변조, coding	복조, 간섭 제거, decoding	일정 조도 유지, 색균형	다중 접속	고속 접속	충돌방지	위치 기반 서비스	데이터 전송	가시광ID 구현기술, 송수신기술, 운용/관리/유지기술
IPR확보 가능성		높음	높음	매우 높음	높음	높음	보통	보통	보통	보통
표준화 현황 및 전망		표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중	표준화 단체 구성 중
표준화 기구/단체	국내	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
	국내참여 및 관련 현황	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
표준화 수준	국내	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국외	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획	표준안 기획
국내표준화의 인프라이수준 (시장요구정도 및 참여도)		높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음	높음

3. 중점 표준화항목의 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 어려움이 예상됨
- 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 실정임

• 국내 관련 연구활동의 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

국내역량요인			강점 요인 (S)		약점 요인 (W)	
			시장	기술	시장	기술
국외환경요인			- 유비쿼터스 관련 응용 서비스의 적용 가능성 확대 - 수준높은 무선 통신 서비스 사용자군 보유 - 신규 서비스에 대한 사용자의 친숙성	- 3G/4G 등 기존 무선통신 요소 기술 확보 및 선도 - 휴대 단말 개발 및 관련 응용 서비스의 개발 기술 확보	- 차별화 가능한 핵심 응용서비스 사업 모델 부재 - 국내 관련 시스템 및 대상 응용 서비스 시장의 협소	- 가시광 무선통신 관련 국내 핵심 기술 연구 개발 전무 - 경쟁 무선기술의 국내 연구 개발 활발
			- 와이브로 등 무선통신 표준화 경험 활용 가능 - 국제 표준화 진행 시 초기단계부터 참여 가능			- 국제표준 협상력 및 주도 부족 - 관련 표준화기술 연구개발 및 전문가 부족
기획요인 (O)	시장	- 유비쿼터스 관련 응용 서비스의 요구 증가 추세 - LED를 활용한 조명 시장의 확대 예상	현황분석에 의한 우선순위 : 1 - 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 SO전략 : 공격적 전략(감점사용-기회활용)		현황분석에 의한 우선순위 : 2 - 국내 가시광 무선통신 연구개발 추진으로 관련 핵심 기술 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 WO전략 : 인화전략(약점극복-기회활용)	
	기술	- 가시광 무선통신 관련 기술에 대한 연구 개발이 국제적으로 초기 단계 - 유비쿼터스 환경에서 가시광 무선통신과 협력 가능한 기술의 개발이 활발				
	표준	- 국제적 표준화 작업이 검토 단계로 시간적 여유 및 국내 기관의 주도 가능성 존재				
위협요인 (T)	시장	- 타 무선통신 기술들이 동일 시장을 선점할 가능성 존재 - 단기간 내 가시광 무선통신 적용이 가능한 관련 조명 시장의 형성 불투명	현황분석에 의한 우선순위 : 3 - 수준높은 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 ST전략 : 다각화 전략(감점사용-위협회피)		현황분석에 의한 우선순위 : 4 - 국내 연구개발 및 표준화 역량의 증대를 위한 가시광 무선통신 산학연 협업체 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 WT전략 : 방어적 전략(약점최소화-위협회피)	
	기술	- 일본의 경우 가시광 무선통신 기술 연구개발 상당부분 진행 - WPAN을 비롯한 경쟁 기술의 상존				
	표준	- 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 전무하다시피 한 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 되기 전 상태이므로 국내 표준화와 병행하여 국제 표준화를 진행할 경우 국제 표준화의 주도권을 선점할 수 있도록 표준화 항목 및 그 우선 순위 조정
- 일본의 경우 몇 년전부터 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

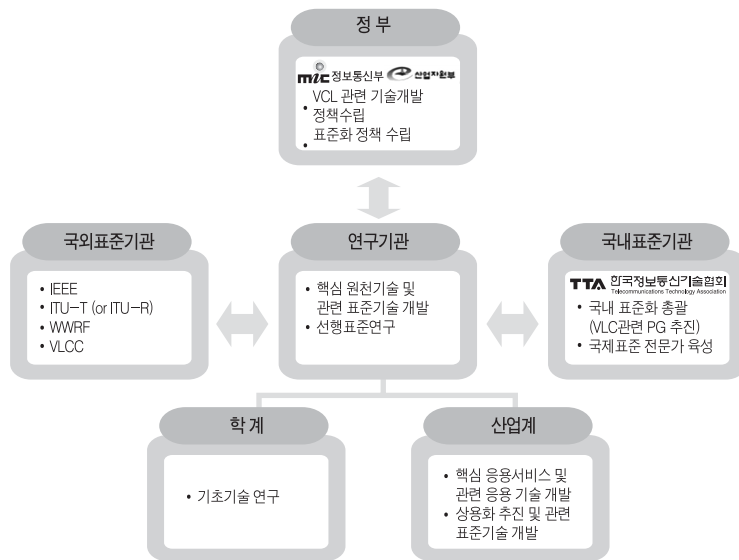
3.1.3. 표준화 추진체계

• 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
- 정부측에서는 정통부와 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 단 시간내에 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 워크샵, 일시: 2007.8.30, 장소: TTA 9층회의실
- 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(2007.11.15, 의장: 삼성전자 원은태)

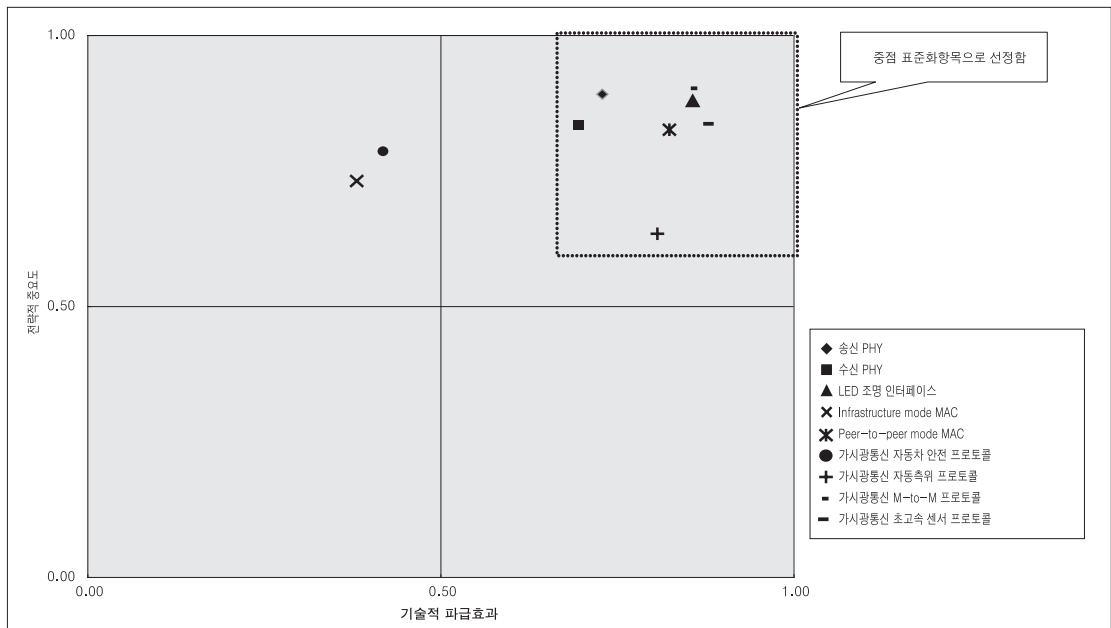
3.2. 중점 표준화항목 선정

3.2.1. 중점 표준화항목 선정방법

고려요소	전략적 중요도									기술적 파급효과				
	P ₁ 정부의지 (국가 산업전 략과의 연관 성 등)	P ₂ 산업 체 의지(국 내 기업 경 쟁력 제 고 등)	P ₃ 공공성 (사용자 편리성 등)	P ₄ 적시성	P ₅ 시장파급성	P ₆ 기술적 선도 가능성 (국제경쟁력, IPR확보 필 요성 등)	P ₇ 국제표준화 이슈정도	P ₈ 상용화 가능성 (규현가능성 등)	P ₉ Priority Index	E ₁ 기술내 중요도 (원천성 등)	E ₂ 타 기술에 파급효과 (연관성, 활용성 등)	E ₃ 산업적 파급 효과 (산업화로 인한 이득, 국내 관련 산업 규모 및 성숙도 등)	E ₄ 미래 영향력 (미래 표준화 목표의 적용/ 응용성)	E ₅ Effect Index
고려 요소별 가중치	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	-	0.26	0.24	0.25	0.26	-
송신 PHY	4.60	4.30	4.40	4.40	4.40	4.80	4.10	4.50	0.89	3.70	3.60	3.40	3.30	0.70
수신 PHY	4.00	4.20	4.30	4.10	4.20	4.20	4.20	4.10	0.83	3.80	3.00	3.20	3.20	0.66
LED 조명 인터페이스	4.20	4.50	4.20	4.50	4.40	4.50	4.30	4.30	0.87	4.70	4.20	4.40	4.60	0.90
Infrastructure mode MAC	3.00	3.50	3.50	3.50	3.80	3.00	3.90	3.50	0.69	1.50	2.00	2.10	2.00	0.38
Peer-to-peer mode MAC	4.00	4.10	4.20	4.00	3.80	3.90	4.10	4.20	0.81	4.20	4.20	4.20	4.20	0.84
가시광통신 자동차 안전 프로토콜	3.60	3.20	4.30	3.30	4.40	4.50	3.00	4.70	0.78	1.70	2.00	2.30	2.50	0.43
가시광통신 측위 프로토콜	3.20	3.20	3.40	2.50	3.30	3.20	3.30	2.80	0.62	4.20	3.90	4.10	4.20	0.82
가시광통신 M-to-M 프로토콜	4.30	4.40	4.50	4.30	4.50	4.70	4.20	4.60	0.89	4.20	4.40	4.60	4.70	0.90
가시광통신 초고속 센서 프로토콜	4.20	4.10	4.20	4.20	4.00	3.90	3.90	4.00	0.81	4.40	4.70	4.60	4.60	0.91

* 표준화 대상항목의 각 고려요소별 평가점수는 해당 중점기술의 전문기술 의견을 종합하여 산출함.

* 각 고려요소별 평가점수는 1(매우낮음) - 2(낮음) - 3(보통) - 4(높음) - 5(매우 높음)의 5점 척도임.





3.2.2. 중점 표준화항목 선정사유

- 전략적 중요도 및 기술적 파급효과의 요소

- 가시광 무선통신 표준화 항목 9개 전략적 중요도로서 0.61에서 0.89까지 높은 점수가 도출되었고, 기술적 파급 효과도 0.38에서 0.91까지의 높은 점수가 도출되었음
- 가시광 무선통신 표준화 항목 9개, 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 표준 항목 9개는 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 표준 항목임
- 기술적 파급 효과 측면에서 살펴보면, 가시광 무선통신 표준 항목 9개는 국내 가시광 무선통신 연구 개발의 기준이 되고, 정부출연연구소, 산업체, 학계 등의 통일된 목표 설정 및 추진 방향으로 이끄는 기술적 파급 효과가 매우 큰 표준 항목임

- 중점 표준화항목별 선정사유

- 표준화 항목 7개는 1사분면에 표준화 항목 2개는 2사분면에 있으므로, 전략적 중요도와 기술적 파급효과 측면에서 높은 결과가 도출되었으므로 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- 9개의 표준화 항목 중에서 6개는 국제 표준 선도로 하고 3개는 국제 표준 협력 및 경쟁으로 구분함. 국제 표준 선도의 항목으로는 송신 PHY, 수신 PHY, LED 조명 인터페이스, Peer-to-Peer MAC, M-to-M 프로토콜, 초고속 센서 프로토콜을 선정함. 국제표준 협력 및 경쟁으로는 Infrastructure MAC, 자동차 안전 프로토콜, 측위 프로토콜을 선정하였음
- 송신 PHY는 가시광 무선통신 송신 물리적 접속 및 신호 규격로서 전략적 중요도 0.89 및 기술적 파급 효과 0.70로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, 송신 PHY는 가시광 무선통신에서 가장 필수적으로 필요한 표준 항목이므로 국제 표준 선도 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- 수신 PHY는 가시광 무선통신 수신 물리적 접속 및 신호 규격로서 전략적 중요도 0.83 및 기술적 파급 효과 0.66로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, 수신 PHY는 가시광 무선통신 송신 데이터의 수신 여부에 따라 성능이 좌우되는 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 선도 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- LED 조명 인터페이스는 가시광 무선통신과 LED 조명간의 인터페이스로서 전략적 중요도 0.87 및 기술적 파급 효과

과 0.90로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, LED 조명 인터페이스는 가시광 무선통신 송신과 수신을 위하여 조명과 인터페이스가 필수적으로 필요한 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 선도 중점 표준화 항목으로 선정하였음

- Infrastructure MAC은 가시광 무선통신 Layer 2 Infrastructure mode MAC 프로토콜로서 전략적 중요도 0.69 및 기술적 파급 효과 0.38로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, Infrastructure MAC은 가시광 무선통신 송신과 수신을 위하여 계층 2 MAC 구조를 정의한 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 협력/경쟁 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- Peer-to-Peer MAC은 가시광 무선통신 Layer 2 Peer-to-Peer mode MAC 프로토콜로서 전략적 중요도 0.81 및 기술적 파급 효과 0.84로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, Peer-to-Peer MAC은 가시광 무선통신 송신과 수신을 위하여 계층 2 MAC Peer-to-Peer 프로토콜을 정의한 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 선도 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- 가시광 무선통신 자동차 안전 프로토콜은 가시광 무선통신 자동차 안전 서비스 응용 계층 프로토콜 규격로서 전략적 중요도 0.78 및 기술적 파급 효과 0.43로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, 가시광 무선통신 자동차 안전 프로토콜은 가로등, 신호등, 자동차 전조등, 후광등 간의 가시광 무선통신을 하기 위한 프로토콜로서 자동차 안전을 제공하는 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 협력/경쟁 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- 가시광 무선통신 측위 프로토콜은 가시광 무선통신 측위 서비스 응용 계층 프로토콜 규격로서 전략적 중요도 0.62 및 기술적 파급 효과 0.82로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, 가시광 무선통신 측위 프로토콜은 미리미터 단위의 측위 정보를 제공하기 위한 프로토콜로서 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 협력/경쟁 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜은 가시광 무선통신 M-to-M 서비스 응용 계층 프로토콜 규격로서 전략적 중요도 0.89 및 기술적 파급 효과 0.90로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜은 서버를 경유하지 않고 기계(Machine)간 정보를 주고받을 수 있는 프로토콜로서 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 선도 중점 표준화 항목으로 선정하였음
- 가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜은 가시광 무선통신 초고속 센서 서비스 응용 계층 프로토콜 규격로서 전략적 중요도 0.82 및 기술적 파급 효과 0.91로서 전략적 중요도와 기술적 파급 효과 측면에서 결과가 매우 중요한 것으로 도출되었고, 가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜은 눈으로 보이는 빛 조명 초고속 센서 정보를 주고받을 수 있는 프로토콜로서 중요한 표준 항목이므로 국제 표준 선도 중점 표준화 항목으로 선정하였음

• 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 국내의 표준화 현황으로서 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 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여 단체로서는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST 등이 있으며 현재 가시광 무선통신 규격 목록에 대해 협의하고 있음
- 국외 표준화 현황으로 가장 활발한 활동은 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 전광판을 이용한 가시광 무선 통신 및 광 Tag Application을 위한 무선 통신을 시연하는 등 송신 PHY에 대한 기반 기술은 연구 개발하였으나 PHY에 대한 상세 표준화 작업은 진행되어지지 않고 있음
- 표준 규격 작성시 송신 PHY 파라미터에 관련하여 가시광 무선통신은 조명/디스플레이 인프라에 통신을 적용하는 것이므로 포토메트리(Photometry : lm, cd) 단위를 사용하되 라디오메트리(Radiometry : dbm) 단위를 환산해 병행하여 기본적으로 조명/디스플레이 성능을 표현하면서 통신이 가능한 규격을 제정
- 송신 파워 관련하여 eye-safety(IEC) 조건을 고려하여 높은 파워는 지양하도록 하고 송신 변조시 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 국내 표준을 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

- 기술 개발 현황 및 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 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 개발을 추진 중
- 삼성전자는 2006년 상반기부터 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 Point-to-point 근거리 통신 기술을 연구 개발 중
- 가시광을 이용하여 고속으로 통신을 하기 위해서는 브로드밴드 변조방식 보다는 데이터 비트에 광출력이 반응하는 베이스밴드 방식이 유리하고, 자유공간 환경에 더 신뢰성이 높은 RZ (또는 OOK) 방식이 유리하므로 이에 대한 기술 개발 및 검증이 필요

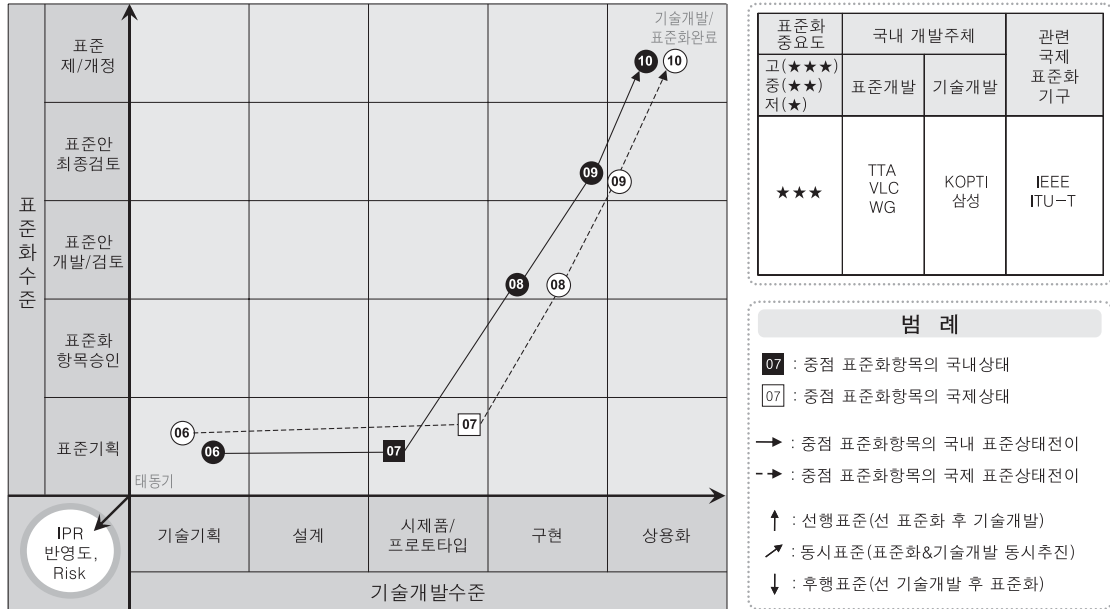


- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

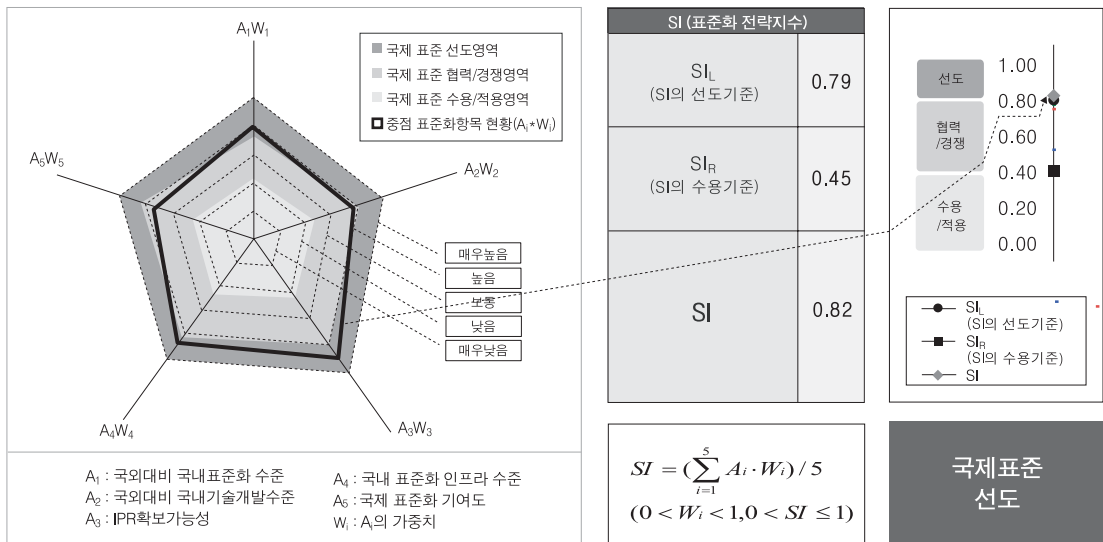
- LED 조명은 LED 소자의 패키지 종류 및 매우 넓은 범위의 광출력 LED의 조합으로 다양한 조명/디스플레이 기기가 구현되므로 LED 조명 출력 규격을 따르되 통신을 위한 최소 출력 파워를 고려하는 송신 PHY 기술을 개발하여 관련 IPR을 확보
- LED와의 interface를 고려하여 LED가 충분히 지원 가능할 수 있는 모듈레이션 방법 및 인코딩 방법을 선행 연구하여 관련 핵심 IPR을 확보하고 고속으로 통신을 하기 위한 모듈레이션 방법 및 인코딩 방법을 연구하여 이에 대한 IPR을 확보

3.3.2. 수신 PHY

표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



표준화 전략 분석





- 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 국내의 표준화 현황으로서 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 수신 PHY 부분이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여 단체로서는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST 등이 있으며 현재 가시광 무선통신 규격 목록에 대해 협의 중
 - 국외 표준화 현황으로 가장 활발한 활동은 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 전광판을 이용한 가시광 무선 통신 및 광 Tag Application을 위한 무선 통신을 시연하는 등 수신 PHY에 대한 기반 기술은 연구 개발하였으나 수신 PHY에 대한 상세 표준화 작업은 진행되어지지 않고 있음
 - TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통하여 가시광 무선통신 수신 PHY의 국내 표준을 완성하고 이를 바탕으로 관련 무선 RF 기술 및 LED 기술의 동향을 고려하여 가시광 무선통신 수신 PHY의 국제 표준화 범위 및 분야를 선정하여 추진함으로써 경쟁력과 자생력을 가질 수 있도록 진행

- 기술 개발 현황 및 전략

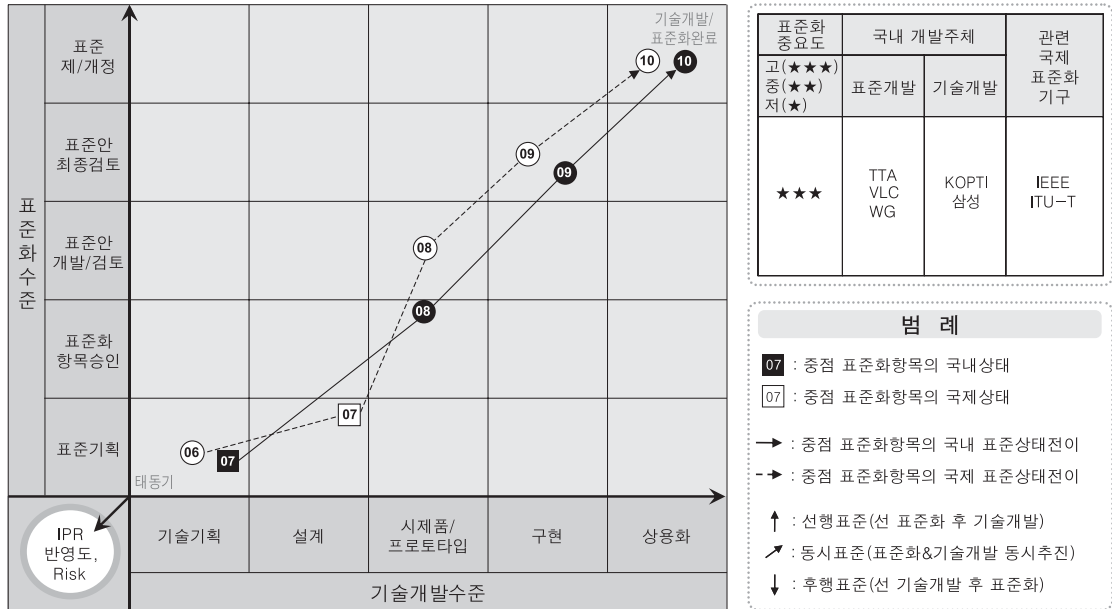
- 일본의 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 전광판을 이용한 가시광 무선 통신 및 광 Tag Application을 위한 무선 통신을 시연한 바 있음
 - 옥스퍼드 대학에서는 백색 LED 조명을 이용한 가시광 무선통신의 전송 대역폭 향상을 위하여 변조 기법과 변조 회로, 백색 LED Array 및 Detector Array를 이용한 데이터 전송 다중화 기법, 저가형 상향 가시광 변조기, 가시광 무선통신 채널 환경 분석 및 시뮬레이션 검증, 등의 다양한 기술들에 대한 연구 개발을 추진 중

- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

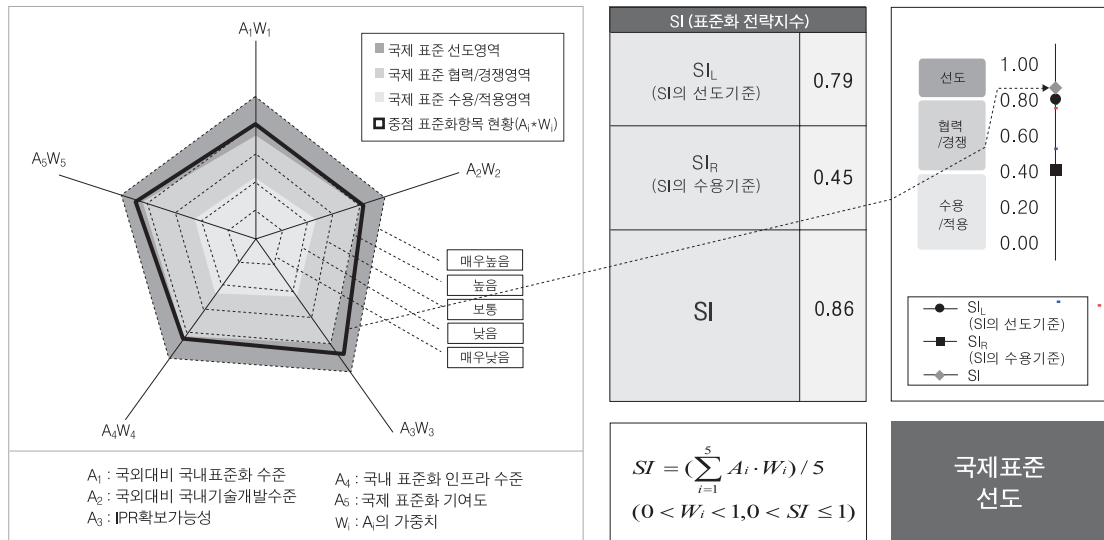
- 가시광을 이용하여 고속으로 통신을 하기 위한 디모듈레이션 방법 및 디코딩 방법을 연구하여 이에 대한 핵심 IPR을 확보

3.3.3. LED 조명 인터페이스

표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



표준화 전략 분석





- 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 국내의 표준화 현황으로서 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준 규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 참여 단체로서는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST 등이 있으며 현재 가시광 무선통신 규격 목록에 대해 협의 중
 - 국외 표준화 현황으로 가장 활발한 활동은 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 진행되어지지 않고 있음
 - 단일 PD를 사용할 경우는 조명 송신부와 LOS 상태가 아니면 PD 에 초점이 맺히지 않아서 Sensitivity 가 떨어지는 상황이 발생하므로 수신부와 송신부와의 최대 축 허용도 각에 관한 규격 제정이 필요
 - 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 제 표준화를 용이하게 추진

- 기술 개발 현황 및 전략

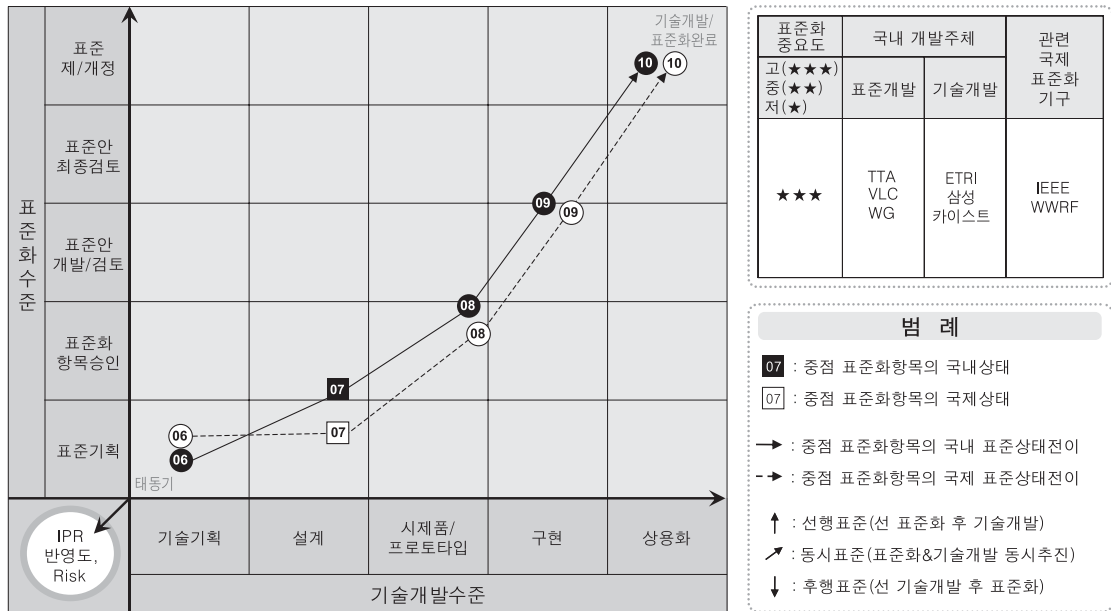
- 가시광 통신용으로 사용되는 LED는 결국 조명용으로 사용가능하면서 동시에 통신용 광원의 역할을 해야 하므로 현재 수준에서는 백색 LED를 이용하여 양쪽을 만족시키기가 매우 어려움. 또한 RGB 칩을 이용한 광색가변 LED를 이용할 경우 green, blue 와 같은 질화물계 LED의 DBR 성장기술이 완숙하지 않으므로 삼색의 조합이 균형적이지 않음. 따라서 초기단계에서는 Red → blue → green의 순으로 개별 광원을 이용한 통신시스템의 활용이 적절하고 단계적으로 삼색칩의 개발을 완료한 뒤 백색 LED 또는 RGB LED를 이용한 조명용 LED를 이용한다면 일반 가정이나 공공장소에서 활용 가능한 가시광 통신시스템이 구성 가능할 것으로 보임

- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

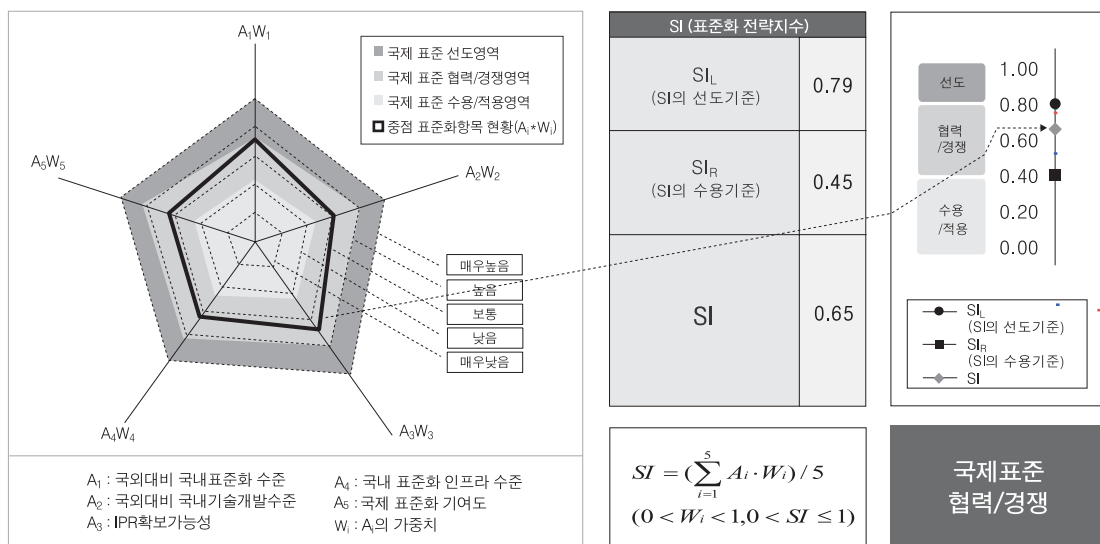
- 수신 PHY에서는 단일 가시광영역의 PD(Si-계열) 또는 PD Array를 사용하는데 조명 송신부에서 방출하는 광량을 최대한 포획할 수 있는 핵심 기술을 연구하여 IPR을 확보
 - 태양광이나 형광등등 OSNR((Optical Signal-to-Noise Ratio) 을 높이고 백색 광잡음을 저감하기 위한 광학 필터를 개발하여 관련 IPR을 확보

3.3.4. Infrastructure mode MAC

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 표준화 전략 분석





- 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 국내의 표준화 현황으로서 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준 규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 가시광 무선 통신 MAC부분이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여 단체로서는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST 등이 있으며 현재 가시광 무선 통신 규격 목록에 대해 협의 중
 - 국외 표준화 현황으로 가장 활발한 활동은 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 하고 있으며 이미 제정된 가시광 통신 관련 표준을 국제 표준화 시키거나 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

- 기술 개발 현황 및 전략

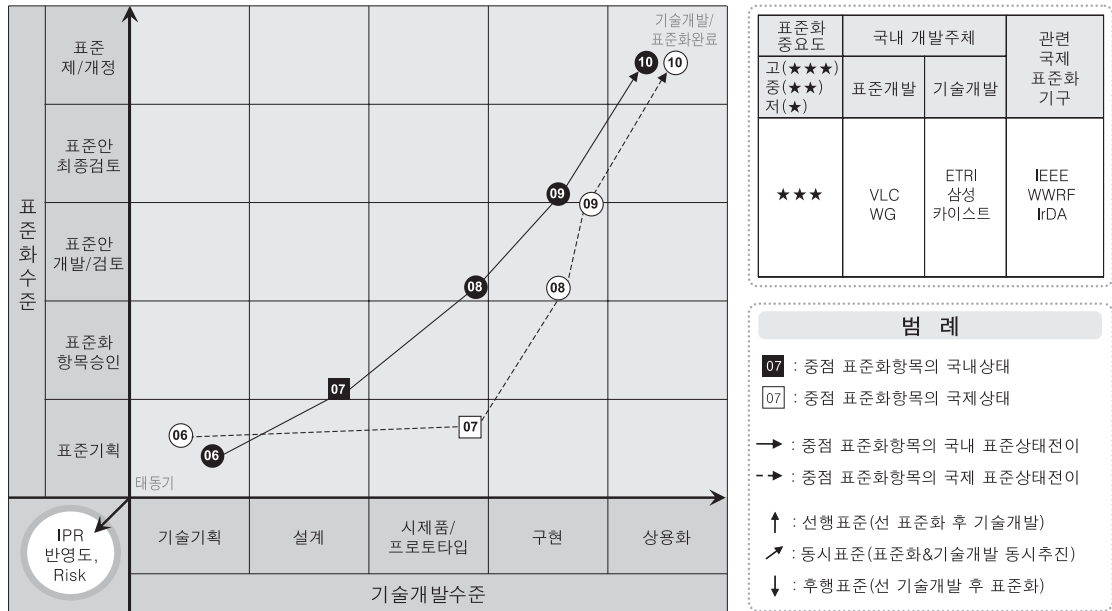
- 국제 기술 개발 현황으로서 일본의 게이오 대학에서는 조명용 LED를 이용하여 광 Tag-ID 서비스를 제공하는 기술, 백색 LED Array와 Image Sensor를 이용한 데이터 전송 다중화 기술 등의 다양한 기술들에 대한 연구 개발을 진행 중

- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

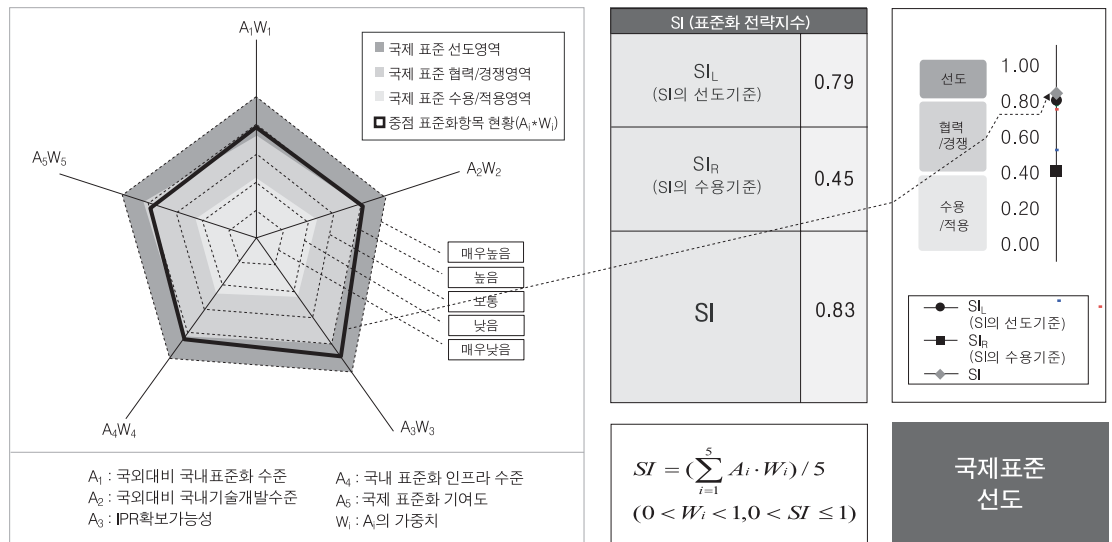
- 고속의 가시광 무선 통신을 위한 infrastructure mode MAC에 관한 연구는 국내외에서 시작단계에 있기 때문에 TTA의 가시광통신서비스 실무반에 참여하는 기관들의 발빠른 대처를 통해 관련 기술의 IPR 확보가 필요
 - Infrastructure mode MAC 관련 핵심 기술로서 간섭 회피 및 절감 기술, 다중 사용자 지원 기술, 자원 할당 기술, QoS 보장 기술의 IPR 확보에 주력

3.3.5. Peer-to-peer mode MAC

• 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



• 표준화 전략 분석





- 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 국내의 표준화 현황으로서 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준 규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 가시광 무선 통신 MAC부분 이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여 단체로서는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST 등이 있으며 현재 가시광 무선 통신 규격 목록에 대해 협의 중
 - 국외 표준화 현황으로 가장 활발한 활동은 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 하고 있으며 이미 제정된 가시광 통신 관련 표준을 국제 표준화 시키거나 국제 표준 단체에 가시광 통신의 표준 제정을 촉구하는 노력은 거의 하고 있지 않음
 - TTA의 가시광통신서비스 실무반을 통해 peer-to-peer mode의 가시광 MAC 국내 규격을 완성하고 이를 바탕으로 국제 표준을 선도

- 기술 개발 현황 및 전략

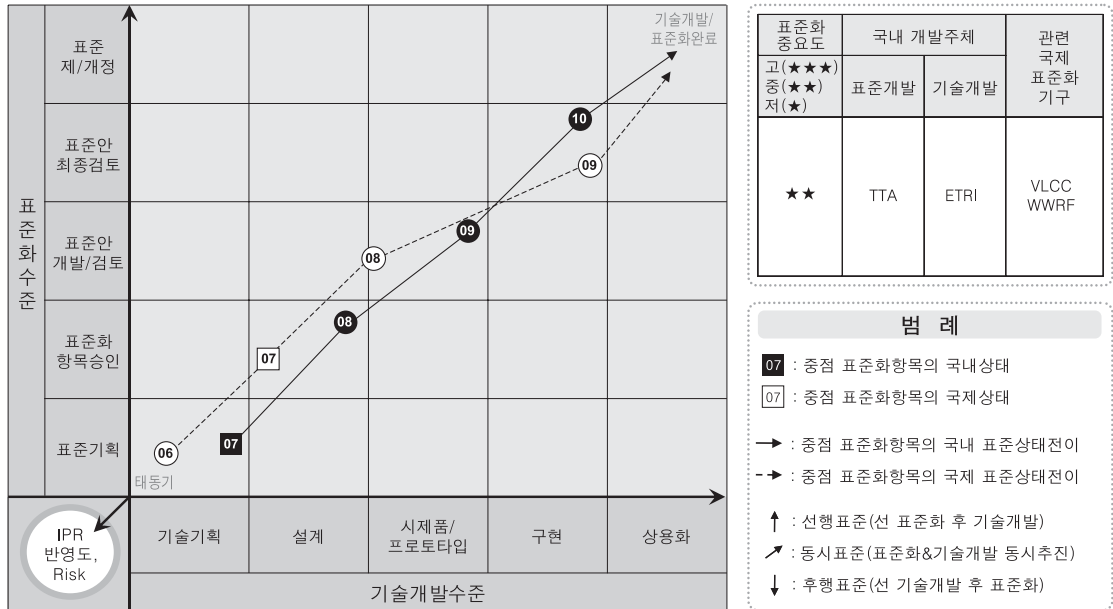
- 국내 기술 개발 현황으로서 삼성전자는 미래 기술에 대한 선행 연구 및 국내외 표준화 선도의 일환으로 '06년 상반기부터 휴대 단말기 및 멀티미디어 기기 간의 point-to-point 근거리 통신 분야의 가시광 무선통신 기술을 연구 개발 중

- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

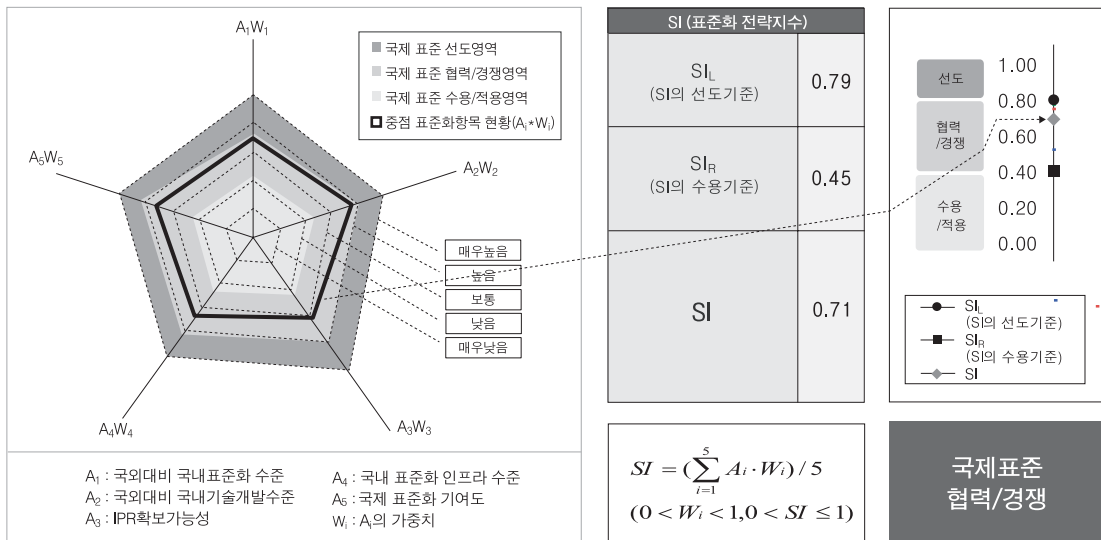
- 고속의 가시광 무선 통신을 위한 peer-to-peer mode MAC에 관한 연구는 국내외에서 시작단계에 있기 때문에 TTA의 가시광통신서비스 실무반에 참여하는 기관들의 발빠른 대처를 통해 관련 기술의 IPR 확보가 필요
 - Peer-to-peer mode MAC 관련 핵심 기술로서 channel-sensing, device discovery, link negotiation 기술의 IPR 확보에 주력

3.3.6. 가시광 무선통신 자동차 안전 프로토콜

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 표준화 전략 분석





- 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

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

- 기술 개발 현황 및 전략

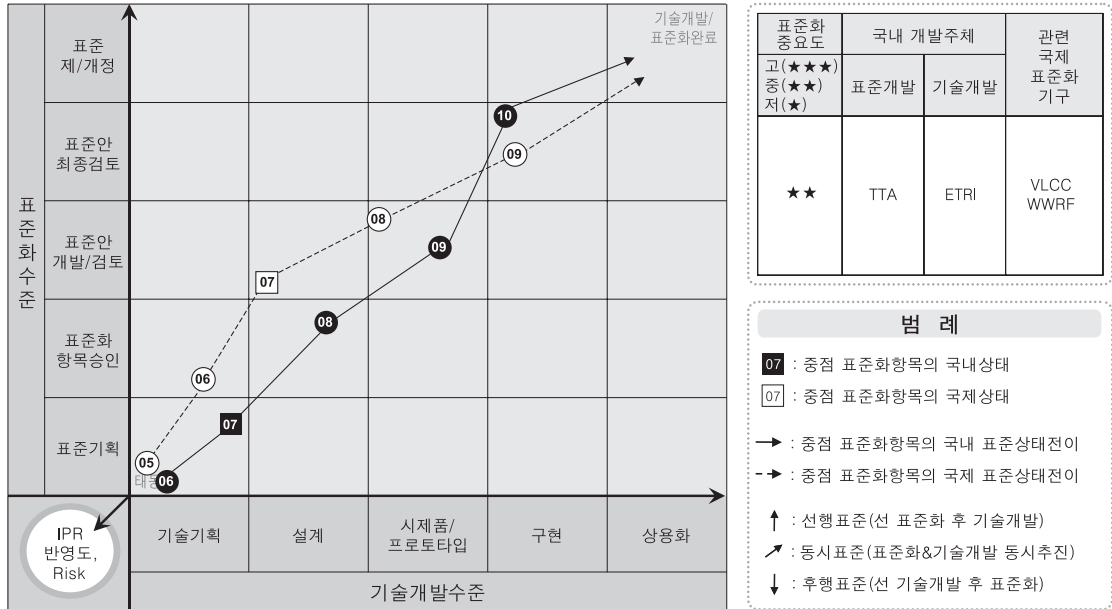
- 자동차 안전 프로토콜 분야는 자동차 산업과 밀접한 관련을 가지고 있는 분야로 표준 제정 작업에 참여하는 산업체들 간의 협업 및 합의가 필요. 따라서 자동차 산업의 현 위치와 사용자의 요구 사항을 잘 파악하여, 관련 단체의 공동의 이익에 부합되는 방향으로 표준화 방향 및 방법 그리고 시기를 정하는 게 중요.
 - 또한 자동차 안전 프로토콜 분야는 통신망 구축, 운용, 유지, 보수가 필요하기 때문에 자동차 업계뿐만 아니라 건설 및 정보통신 분야에도 미치는 효과가 큼. 표준화 방법 측면에서 역시 화합과 협의가 필요
 - 추후 관련 산업계간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

- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

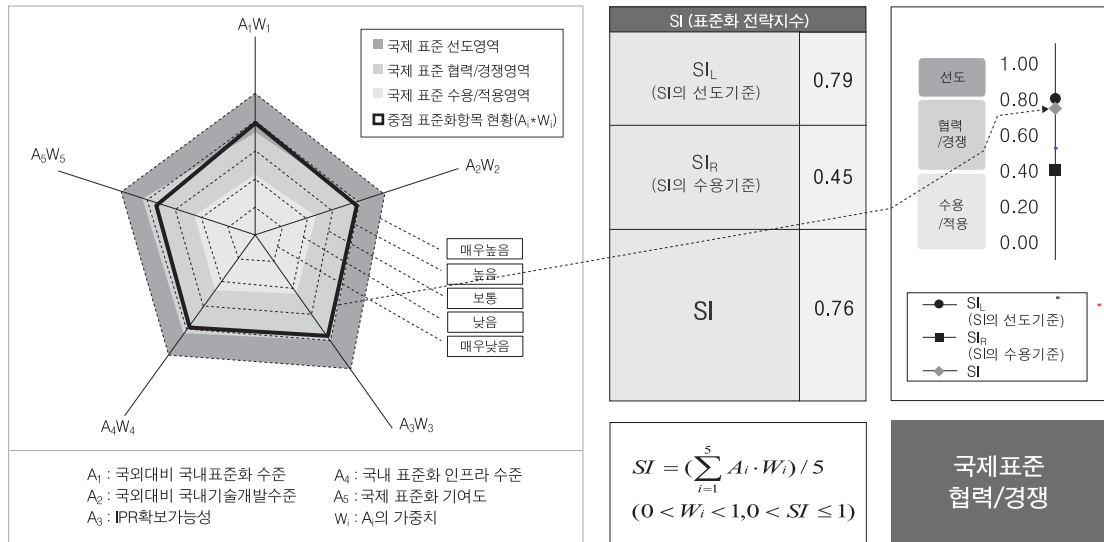
- 이 분야에 IPR을 보유하고 있는 단체는 차량 및 도로의 신호등을 통한 가시광선 통신을 응용하는 응용 특허를 가지고 있는 경우가 많음. 하지만 ITS 혹은 텔레매틱스 분야는 그 간 축적된 기술을 보유하고 있으므로, 보유 기술의 변형 및 발전을 통해서 IPR을 획득할 수 있을 것으로 사료됨
 - 국제표준화는 아직 태동기이기 때문에 관련 분야의 연구를 조기에 시작한다면, 향후에 충분히 국제표준화에 기여할 수 있으리라 예상

3.3.7. 가시광 무선통신 측위 프로토콜

표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



표준화 전략 분석





- 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 측위 관련 국내의 표준화가 활발히 진행 중이나 모두 RF 기반의 기술들로 가시광 통신을 이용한 측위의 표준화 작업은 진행되어지지 않고 있음

- 기술 개발 현황 및 전략

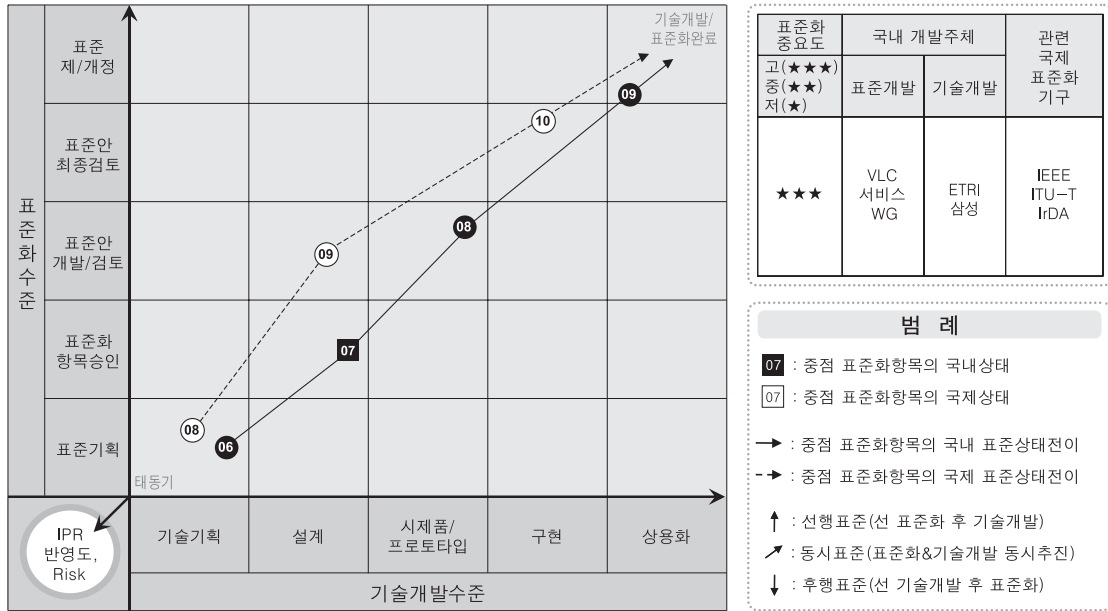
- 측위 기술은 위치 기반 서비스의 근간이 되는 기술로 사용자들에게 풍부한 서비스를 제공해 줄 수 있다는 측면에서 파급 효과가 큼
 - 종래의 경쟁 기술과 비교해 보면 갈릴레오나 GPS 시스템은 기술적으로 성숙되어져 있고, 측위의 정확도 측면에서도 만족할만한 성능을 제공하지만, 실내 환경에서는 위성 신호를 수신하기 어려우므로 그 활용이 제한되어져 있음. 또한 RFID, USN 기술은 chip, sensor의 생산 단가가 아직 비싸므로 보급에 어려움을 겪고 있음. 가시광 통신은 태양광과 같은 잡음 광선 문제만 해결한다면, 실내외 구분 없이 사용할 수 있음. 측위의 정확도 측면에서도 반사 후 지연되어 들어오는 신호 성분이 적으므로 정확한 측정이 가능. 따라서 시장에서의 경쟁력은 충분
 - 표준 제정 측면에서 표준 자체의 기술적인 완성도뿐만 아니라 근래 요구 되어지는 긴급 구난, 위치 기반 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 측위만 표준으로 제정되고 이에 대한 기술이 개발되어 사회에 보급된다면, 그 파급 효과가 매우 큰 표준 항목

- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

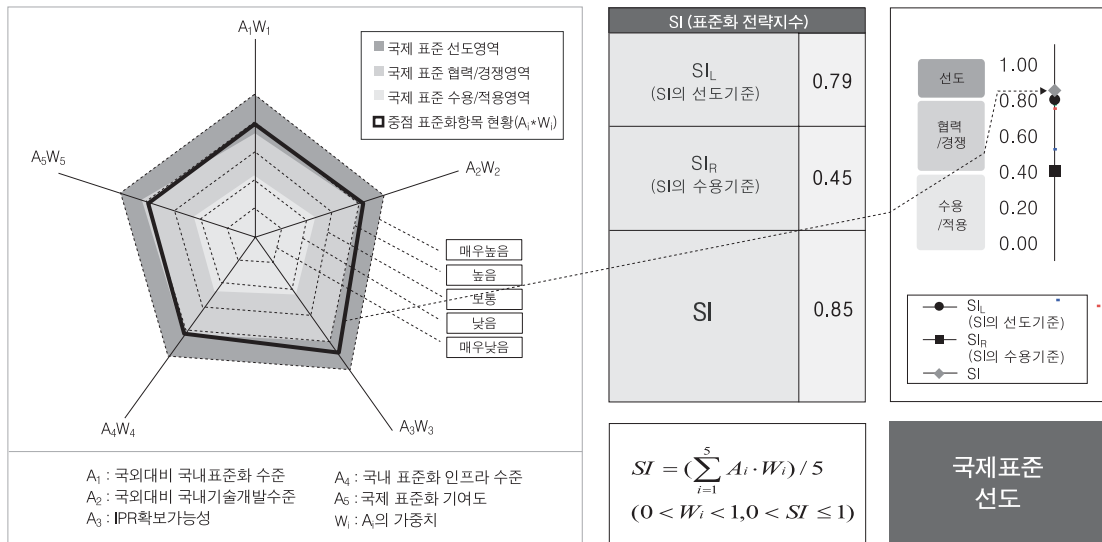
- 원천 IPR을 소유하고 있는 단체에 관해 파악된 바 없으나, RF 기반 기술에서 응용되어지고 있는 도달 시간 측정, 도달 시간 차이 측정, 도달 각도 측정 기술은 약간의 변용으로 가시광 통신에 적용 가능할 것으로 예상되어지는바, 상기 기술에 기반을 둔 종래의 프로토콜 기술의 변형 및 활용이 가능할 것으로 예상. 이와는 별도로 빛이 가지고 있는 고유 특성에 기반을 둔 새로운 기술의 등장도 기대
 - 국제 표준화는 각 표준 단체별로 별도로 다루어지고 있는 측위 표준과 차별성을 가지면서 경쟁력을 가질 수 있도록 만들어져야 함

3.3.8. 가시광 무선통신 M-to-M 프로토콜

표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



표준화 전략 분석





- 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 국내의 표준화 현황으로서 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준 규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 가시광 무선통신을 이용한 Machine-to-Machine (M-to-M) 프로토콜 부분이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여 단체로서는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST 등이 있으며 현재 가시광 무선통신 규격 목록에 대해 협의 중
 - 국외 표준화 현황으로 가장 활발한 활동은 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 제정하지 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, Wibree, 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 상용화되었으며 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 적합할 것으로 예상
 - 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

- 기술 개발 현황 및 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 집중적인 개발이 이루어지고 이를 표준화함으로써 독자적인 기술 개발과 동시에 응용 분야 및 표준화 영역을 확

보할 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. 그리고, 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 모듈화되어야 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

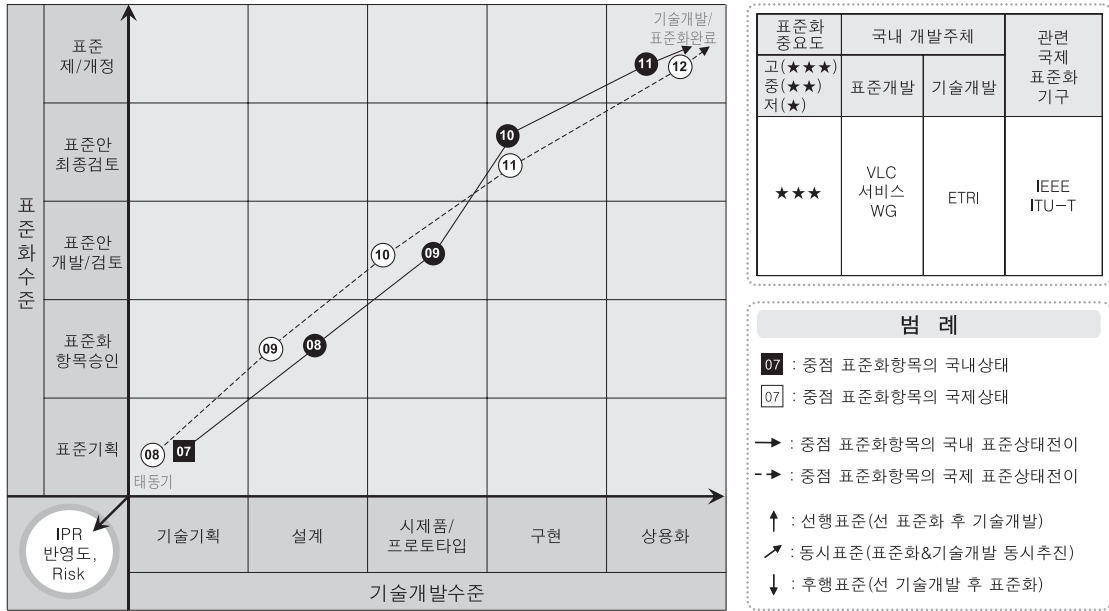
- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

- 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

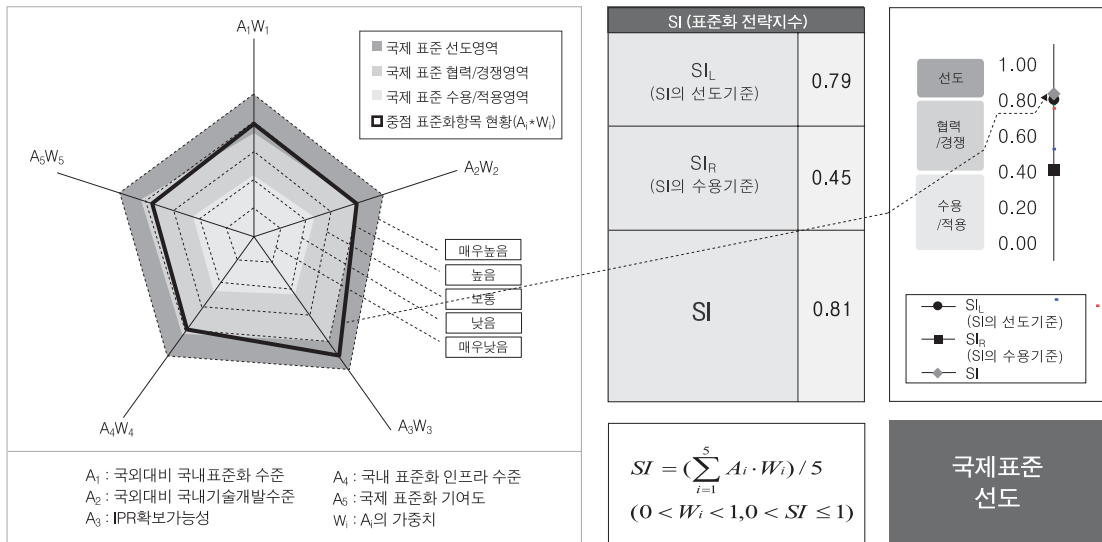


3.3.9. 가시광 무선통신 초고속 센서 프로토콜

• 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



• 표준화 전략 분석



• 세부전략(안)

- 표준화 현황 및 전략

- 국내의 표준화 현황으로서 TTA의 IT 응용 서비스 기술 위원회 산하의 멀티미디어응용 PG에서는 2007년 5월에 가시광통신서비스 실무반을 구성하여 현재 표준 규격 작성을 위해 활동 중에 있으며 가시광 무선통신을 이용한 초고속 센서 프로토콜 부분이 표준 규격으로서 포함될 전망. 참여 단체로서는 ETRI, 삼성전자, KOPTI, KAIST 등이 있으며 현재 가시광 무선통신 규격 목록에 대해 협의 중
- 국외 표준화 현황으로 가장 활발한 활동은 보이고 있는 곳은 일본의 VLCC로서 VLCC는 저속 통신 시스템 개발을 목표로 RFID와 동일한 방식이 아닌 LED 조명 하에 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 가능함을 시연한 바 있으며 표준안(VLCC-STD-003)을 제정하였으나 국제 표준화 시키거나 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 추진해야 할 것으로 예상
- 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

- 기술 개발 현황 및 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 충분한 성능 측면에서 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 것



으로 예상

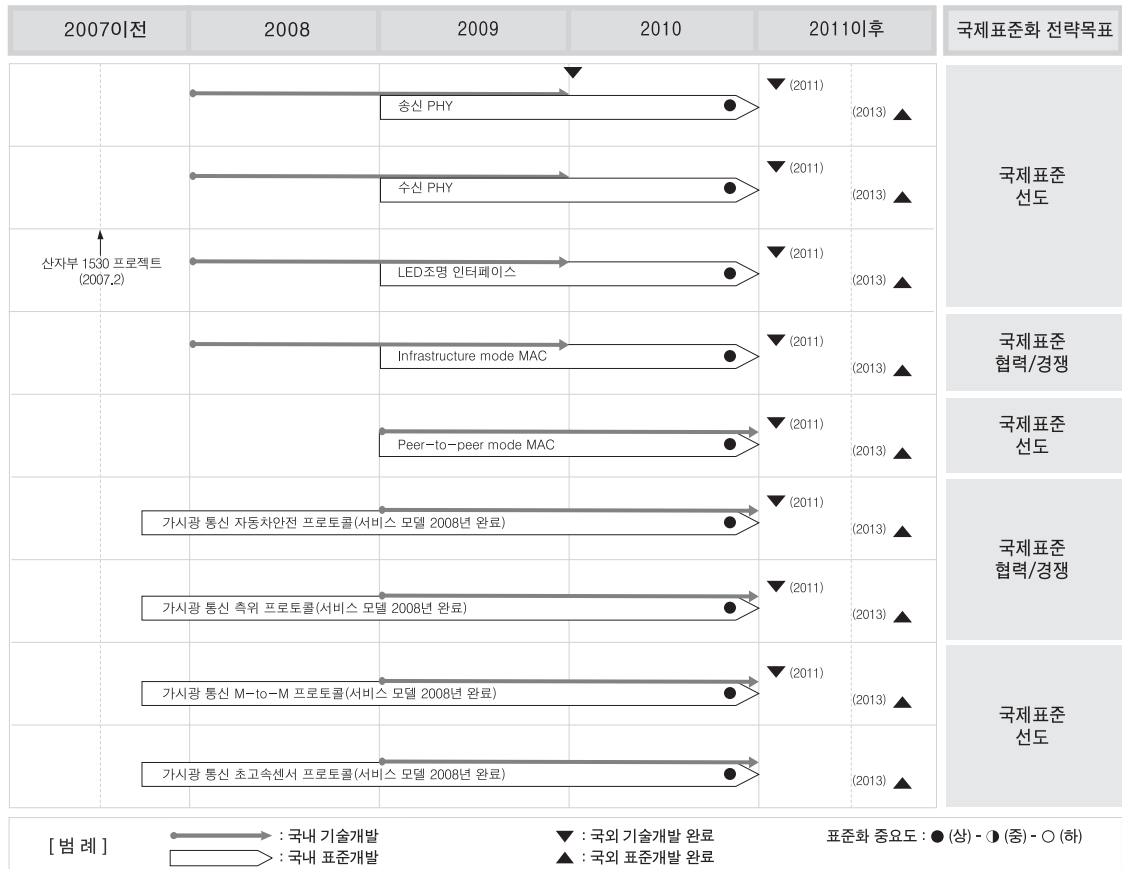
- RFID 구현 방식과 같은 가시광 무선통신 초고속 센서 기술은 새로운 개척 분야이므로 소자 및 송수신 기술의 개발과 검증이 진행하면서 표준화도 추진

- 해결해야 할 이슈 및 IPR 확보 전략

- 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

3.4. 중장기 표준화로드맵

3.4.1. 중기('08~'10) 표준화로드맵(3개년)

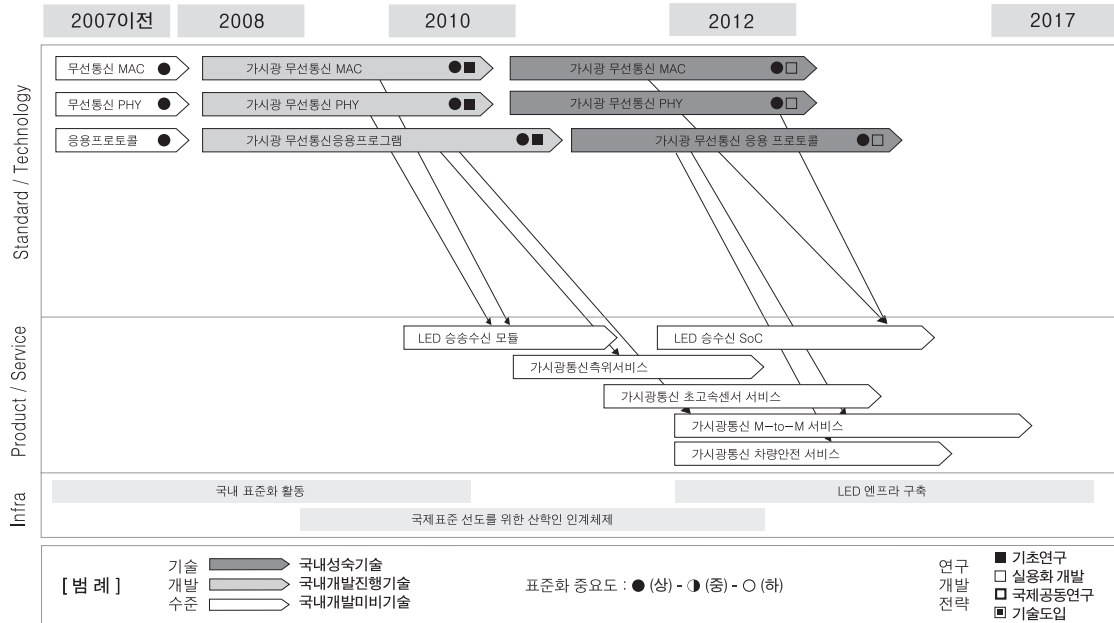


• LED 조명 산업 로드맵을 고려한 가시광 무선통신 기술 로드맵

- 가시광 무선통신은 LED 조명 산업 및 응용 영역에 따라 적용 영역이 결정되므로 LED 조명 산업 로드맵과 연계한 가시광 무선통신 로드맵을 작성할 필요가 있음
- 현재의 가시광 무선통신 중기(2008-2010) 로드맵은 현재의 LED 조명 산업 로드맵에 따라 작성한 것이며, 앞으로 장기 로드맵 작성 및 차기년도 로드맵 작성시에는 변경된 LED 조명 로드맵을 반영하여 수정할 예정



3.4.2. 장기 표준화로드맵(10년 기술예측)



[국내외 관련표준 대응리스트]

구분	표준화항목	표준명	기구 (업체)	제정 연도	재개정 현황	국내 관련표준	국내 추진기구
가시광 무선 통신 PHY 기술	송신 PHY	VLC PHY	ITU-T, VLC	2007	-	-	TTA
	수신 PHY	VLC PHY	ITU-T, VLC	2007	-	-	TTA
	LED 조명 인터페이스	VLC Interface	WWRF, IEEE, IETF	2009	-	-	TTA
가시광 무선 통신 MAC 기술	Infrastructure mode MAC	IEEE 802.15x, WPAN	IEEE, WWRF	2008	-	-	TTA
	Peer-to-Peer 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 측위 프로토콜	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



[참고문헌]

- [1] 강태규, 가시광 무선통신 워크샵 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 워크샵, 2007. 8. 30
- [5] 원은태, 가시광통신 국제 표준 동향, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [6] 조동호, 가시광 무선통신용 MAC 프로토콜, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [7] 김동환, LED 조명 광통신 기술, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [8] 정대광, 가시광통신 연구 개발 이슈, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [9] 이수형, WPAN과 가시광통신 기능 비교, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [10] 김기천, 네트워크 이동성 표준 기술 동향, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [11] 이형섭, RFID 기술과 가시광통신 기술 요구사항, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [12] 손명희, 차량 안전 통신 표준 기술 현황, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [13] 신영중, 차세대 멀티미디어 이동 통신 단말 기술 동향, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 2007. 8. 30
- [14] 호요성, 3차원 멀티미디어 서비스를 위한 다시점 비디오 부호화 기술
- [15] 고기원, 멀티미디어 응용 서비스, TTA 가시광무선통신 멀티미디어 표준 기술 워크샵, 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, 실내의 연속측위 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 학술대회, 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 워크샵, 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 일렉트록닉스, 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
[21] WG	Working Group
[22] WPAN	Wireless Personal Area Network
[23] 신WWRF	World Wireless Research Forum

1. 본 분석자료는 정보통신부의 국책사업인 “정보통신표준화 계획수립 및 대응전략 연구”의 일환으로 발간된 자료입니다.
2. 본 분석자료의 무단 복제를 금하며, 내용을 인용할 시에는 반드시 정보통신부 정보통신 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
 - 총괄책임자 : 진병문 (TTA 표준화본부장)
 - 연구책임자 : 구경철 (TTA 전략기획팀장)
 - 전략기획팀 : 손 홍, 장종표, 강부미, 진수경, 전철기, 박정환, 전덕중, 백종현

ICT Standardization Roadmap 2008

종합보고서 1

2007년도 12월 23일 인쇄
2007년도 12월 31일 발행

발 행 소 : 한국정보통신기술협회
발 행 인 : 김 원 식
발간번호 : TTA-07095-SA
인 쇄 인 : 정우기획인쇄 (02-2271-0369)



한국정보통신기술협회

Telecommunications Technology Association

463-824, 경기도 성남시 분당구 서현동 267-2

Tel : 031-724-0087 Fax : 031-724-0089

<http://www.tta.or.kr>

