

광인터넷

1. 개요

1.1. 추진경과 및 Ver. 2006 중점 추진방향

■ Ver. 2004~Ver. 2006 중점 표준화항목 비교

Ver. 2005의 광인터넷 표준화 대상은 GMPLS 보호/복구 및 GMPLS 신호 프로토콜의 2 가지 항목에 중점을 두었으나, Ver. 2006에는 FTTH/PON에 대한 내용을 추가하였다. 또한, 광인터넷 기술에 대한 수요와 최근 표준화 동향에 따라 관련 작업을 추가였다.

■ Ver. 2006 중점 추진방향

광인터넷 표준화로드맵 Ver. 2006에서는 GMPLS기반 광인터넷의 2 가지 핵심 기술을 중심으로 기술하였으나, 최근 국내외에서 광인터넷 망 구축 동향을 반영하고 BcN 구축 전략과 일치시켰다. 또한, FTTH/PON에 대하여 시범망 구축과 향후 국내 및 국제적인 구축 동향을 바탕으로 관련된 내용을 추가하였다. 또한, Optical Ethernet 기술에 대한 국제 표준화 동향을 반영하여 관련 국내 표준화 계획을 수립하였다.

1.2. 표준화의 목표, 필요성, Vision 및 기대효과

1.2.1. 표준화의 목표

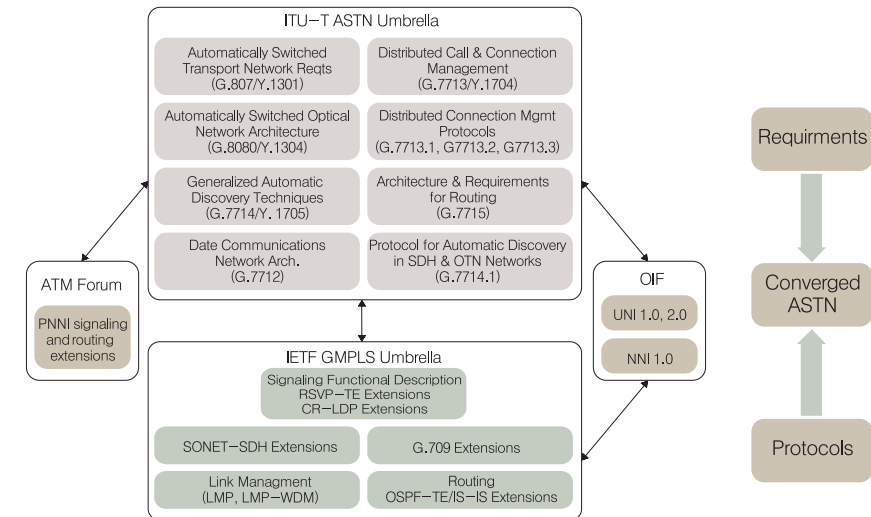
광 네트워크에 IP 기술을 접목하여 중단 다양한 인터페이스를 갖는 광 접속 구간에서 On-demand 로 필요한 만큼 대역을 할당하고, 최적으로 연결 경로를 설정한다. 또한, 망의 오류시 이를 자동으로 감지하여, 복구한다. 이를 통하여 광 네트워크의 대역 제공 성능과 망 안정성 및 가용도를 높일 수 있다. 이를 위해 기존 IP 기술을 기반으로 광 네트워크를 최적으로 제어 및 관리할 수 있는 표준을 개발한다. 특히, 액세스 구간은 FTTH/PON 기술과 Optical Ethernet 기술 표준을 개발하고, 백본 구간은 GMPLS 기술을 이용하여 광 파장 단위부터 패킷 단위까지 채널 제어가 가능한 표준을 개발한다.

1.2.2. 표준화의 필요성

- 인터넷 이용자의 고속 인터넷 요구와 폭증하는 인터넷 트래픽 처리를 위해 대규모의 인터넷 시장이 형성될 전망이다. 이 때 광인터넷 관련 제품이 향후 인프라 시장의 대부분을 차지하고 세계 정보통신 시장을 주도할 것이다.

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 따라서 광인터넷 관련 기술은 물류 및 정보처리 비용 등 사회간접비용을 대폭 절감하고 대규모 서비스 산업의 창출 등 파급효과가 막대할 것이다.
- 광인터넷 네트워크 분야 기술이 국가산업에서 차지하는 막대한 비중과 국민의 삶의 질을 높이는 역할의 중요성을 감안하여 범국가적 차원의 적극적 대처가 요구된다.



(그림 1) 광인터넷 제어 계층의 표준화 현황

- 기술적인 측면에서 IP 기술을 광네트워크에 적용을 하면 채널 효율을 매우 높일 수 있다. 지금까지는 광 네트워크는 TMN에 의하여 관리를 해서 다양하게 변하는 트래픽 상황과 On-demand 형태로 중단간 채널 구성하는 능력은 매우 어려웠다. 그러나 IP 기술을 광네트워크 제어에 적용함으로써 사용자의 필요에 따라 가상 채널을 매우 용이하게 구성할 수가 있다.
- 또한, OPEX 측면에서 망 구성 요소의 일부 고장이나 폭주가 발생되었을 경우 이를 자동으로 재구성하고, 해소하여 망의 안정성이 매우 좋아진다.
- 네트워크 상태를 실시간으로 감지하여 망 오류나 트래픽 폭주가 발생시 이를 모니터링하여 실시간으로 망을 재구성하거나 우회 경로를 구성하여 망 효율과 안정성이 대폭 향상시킬 수가 있다.
- 이러한 기술 표준은 국제적으로 IETF 및 ITU-T SG15를 중심으로 MPLS 기술 표준을 확장하여 적용하는 형태로 진행되고 있다. MPLS 프로토콜은 IP 패킷 자체에 추가적인 헤더를 붙여서 트래픽을 서비스 유형에 따라 구분하여 전달한다.
- 또한, 동일한 경로 상에 라우터에 MPLS 신호 프로토콜을 사용하여 적절한 대역을 할당함으로써 중단간에 요구한 대역폭을 제공하는 것이다. GMPLS 프로토콜은 MPLS 프로토콜이 2 계층 프로토콜이라는 한계를 벗어나서 어떠한 물리 매체도 사용할 수 있다.
- 따라서 GMPLS 프로토콜은 MPLS 프로토콜의 확장 측면에서 어떠한 광 네트워크에서도 적용할 수 있으며, 광네트워크의 제어 및 관리 측면에서 매우 효과적이다.
- 최근에 SG15와 IETF의 ccamp 워크 그룹이 협력하여 G.8080의 ASON 망 구조에서 GMPLS 제어 규격이 완

성되어 백본 망에 실질적으로 적용할 수 있게 되었다.

- 향후 국내의 대부분 코어망 및 액세스망은 모두 광 네트워크로 전환이 될 것이며, 여기에는 MPLS/GMPLS 프로토콜이 적용될 것이다. 따라서 국내 개발 제품이나 신규로 도입될 네트워크 장비는 MPLS/GMPLS 프로토콜을 수용해야 망 전체를 실시간으로 제어 및 관리를 할 수 있다.
- 유,무선 통합 및 통신/방송 통합 BcN 환경에서 무선을 제외한 물리매체는 대부분 광 선로를 사용할 것이고, 응용 서비스 들은 대부분 IP 패킷 형태로 전달될 것이기 때문에 광인터넷 기술은 광대역 통합망 (BcN)의 가장 기본이 된다.
- 따라서 국내 개발되는 광인터넷 관련 시스템과 망 사업자가 구축 중인 BcN 망에서 광인터넷 관련 표준은 매우 중요하다. 그러나 현재 IETF 등을 중심으로 표준화가 진행되고 있는 부분은 라우터를 중심으로 한 망을 우선으로 고려하고, RFC 규격이 너무 복잡하여 실질적으로 망에 적용하기에는 일부 문제점이 있다.
- 이를 국내 표준화를 하는 과정에서는 국내 실정에 맞지 않은 불필요한 규정을 삭제하고, 국내에서 도입할 때 가장 효과적인 부분만 발췌하여 표준화를 시킬 필요가 있다.
- 특히, GMPLS 기반 routing 프로토콜 등이 실질적으로 광 네트워크에 적용하기 어렵고, 최근 NGN Focus Group에서 RACF (Resource and Admission Control Function) 라는 별도의 제어 계층을 두고 망 자원을 관리하는 형태로 바뀌고 있기 때문에 현재 IETF 등지에서 완성된 표준 들은 실질적인 망이나 연구개발망 등에서 확인을 하지 않고 국내 표준화 작업을 진행하는 것은 곤란할 수가 있다. 따라서 향후 문제가 예상되는 규격을 국내 표준으로 바로 도입하는 것은 신중을 기할 필요가 있다.

1.2.3. 표준화의 Vision 및 기대효과

- 광인터넷 기술 개발 및 표준화 작업은 광네트워크에 대한 표준을 담당하는 ITU-T SG15와 IP 기술의 표준화를 담당하는 IETF가 주도를 하고 있다. 특히, ITU-T SG15는 그동안 광 네트워크 시스템 측면에 표준화를 중점적으로 진행해 왔는데 IP 기술이 단순히 IP 패킷 전달 측면이 아니라 제어 측면에서 매우 효과적인 것으로 판단하여, 광 네트워크의 라우팅을 위해서 관련 표준을 진행하였다.
- ITU-T SG13과 MPLS포럼 및 IETF 등에서 MPLS 기술을 광 네트워크에 적용하고, 이를 확장하는 신호 프로토콜에 대한 표준이 진행되어서 광 네트워크의 리소스 관리와 대역 효율을 매우 효과적으로 개선할 수 있게 되었다.
- 따라서 국내에서 광인터넷 관련 기술 표준이 제정이 되면 CAPEX 측면에서 기존 광 네트워크 시설 뿐만 아니라 신규로 구축하는 망의 구축 비용이 대폭 절감이 될 수 있고, OPEX 측면에서 망 운영 측면에서 망 오류시에 자동으로 복구하는 능력을 가져서 망 운용 비용을 최소화시킬 수 있다.
- 특히, 최근에 광가입자 측면에서 FTTH/PON 기술과 더불어 Optical Ethernet 기술에 대하여 많은 작업이 진행되고 있는데 이는 Ethernet 기술이 유선 액세스 수단과 무선 액세스 수단을 통합할 수 기술로 평가받고 있으며,
- 백본망 측면에서는 Carrier 요구사항을 만족시키는 Optical Ethernet 기술이 향후 SONET/SDH 망을 대체할 수 있다고 분석되고 있다.
- 최근에는 한국의 주도아래 NGN Focus Group에서 Ethernet 기술을 사용하여 가입자 단말에서, 유,무선 액세스망 그리고 백본망까지 종단간 서비스 품질을 보장하는 기술 표준이 완성될 예정이다.

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 관련하여 ITU-T의 전략 기획 그룹인 TSAG에서 Ethernet 기술의 중요성을 인식하여, Ethernet 기술에 대한 표준을 각 Study Group에서 중점적으로 작업을 해달라는 요청이 있었다.
- 이는 향후 국내에 BcN 망 구축시 고품질 망을 필요에 따라 가장 효과적으로 대역을 할당하고, 안정되게 운영할 수 있는 가장 효과적인 기술 표준으로 판단된다.

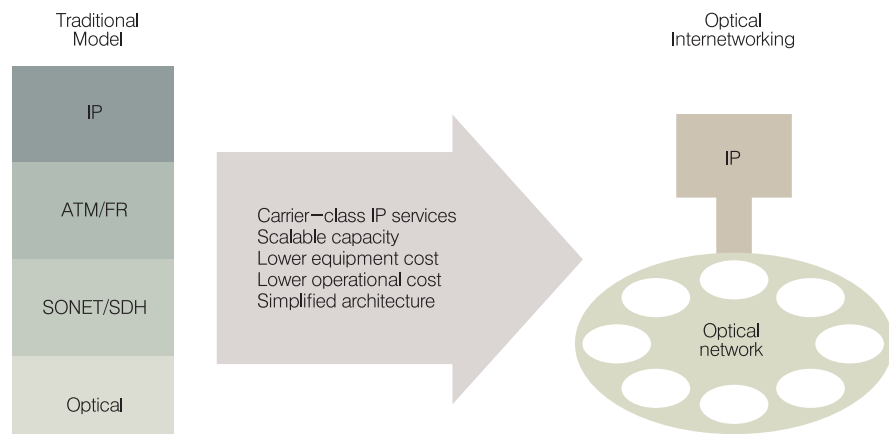
2. 시장, 기술, 표준화 현황분석

2.1. 기술개요

2.1.1. 기술의 정의

광인터넷 기술이란 광네트워크 기술과 인터넷 기술이 결합하여 매우 다이나믹한 특성을 갖는 IP 패킷을 효과적으로 전달할 수 있도록 광 전송, 교환 및 다중화 장비를 접속, 교환 및 제어할 수 있는 기술이다.

- 광인터넷 기술이란 음성, 데이터, 화상 등 패킷 기반 인터넷 정보를 TDM/WDM 기반 신호를 이용하여 인터넷 트래픽을 효율적 및 경제적인 방법으로 처리할 수 있는 기술임
- 광인터넷 기술은 IP 기술과 광 네트워크 기술을 결합하여 망을 고도화하는 기술을 말하는 데 첫째로 패킷 전달 측면에서 IP 패킷을 광네트워크를 통하여 효과적으로 전달하는 기술을 말한다. 둘째로 망 신호 및 제어 측면에서 IP 기술을 광네트워크의 구성, 제어 및 관리를 위한 수단으로 사용하는 것으로 IP 망의 광네트워크의 신경망 역할을 하여 광 네트워크의 효율이 증가된다.



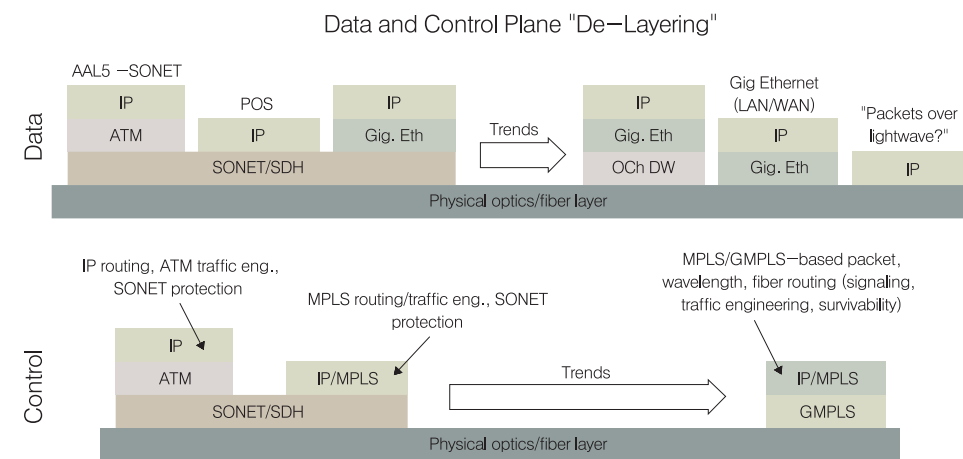
(그림 2) 광인터넷의 서비스 개념

- 광 네트워크는 단대단 간에는 광대역의 채널을 제공할 수 있으나 다이나믹하게 변하는 단말 트래픽에 대비하여 효과적으로 대역을 제공하기 위해서는 IP 기술을 사용하여 필요할 때 망을 재구성하는 것이 매우 효과적이다. 특히, 광 네트워크의 선로나 노드가 고장났을 경우 망 관리에 의존하지 않고 이를 실시간으로 확인하여 연결 경로를 재구성하여 망 가용도를 매우 높일 수 있다.
- 광인터넷은 라우터 계층에서는 QoS 보장 등의 다양한 문제를 해결해야하는 한편, 광전송 부문에서도 망의 유연성을 위해 transparent OXC, R-OADM 등 회선 스위칭 기능을 도입하며, SONET/SDH 뿐 아니라 Gbps Ethernet, Fiber Channel 등 다양한 프로토콜을 수용할 수 있다. 이러한 광 네트워크 기술로는 SDH/SONET

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

기술, WDM 기술, R-OADM 기술, OXC 기술, OTU 스위칭 기술, MSxP 기술 등이 필요하다.

- 또한, 광 네트워크에서는 밴드폭을 효율적으로 사용하기 위해 NG-SDH 및 OTN 기반의 망 접속 기능을 발전 시키고, 광선로당 광 채널수를 늘리며 채널당 전송 속도를 높이고 전송 거리를 확장하기 위한 기술이다.
- 이와 같이 IP 기술을 사용하여 광네트워크를 제어하는 기술은 현재 GMPLS (Generalized Multi-Protocol Label Switching) 프로토콜을 사용한다. GMPLS 기술이란 광 네트워크의 각종 전달 수단을 라벨로 구분하여 종단간에 라벨 정보로 구분하여 연결 경로를 관리하는 것을 말한다. 라벨 정보는 광 파장 단위, 흐름 정보 단위, 패킷 정보 단위로 구분할 수 있는 데 이를 통하여 기존에 광 네트워크에서 사용하는 모든 인터페이스를 관리할 수 있다.
- GMPLS 프로토콜을 사용한 광 인터넷 기술 표준의 유형을 보면 첫째로 IP망과 광네트워크 간의 접속 구조를 규정하는 GMPLS 망 구조 기술, 둘째로 GMPLS 프로토콜을 사용하여 광 네트워크의 보호/복구 절차를 규정하는 GMPLS 기반 보호복구 기술, 셋째로 광네트워크의 운용 관리 및 링크 상태관리하는 기술, 넷째로 광네트워크의 종단간 대역을 할당 및 해지를 하는 GMPLS 신호 프로토콜 기술, 다섯째로 광 네트워크의 종단간 연결 경로를 결정하는 GMPLS 라우팅 프로토콜 기술, 여섯째로 광 네트워크의 트래픽 제어 및 망 관리를 하는 기술로 구분할 수 있다.
- 광가입자망 기술은 광인터넷 가입자가 광인터넷 서비스를 실시간으로 제공받을 수 있도록 이용자 단말 장치로부터 기간망의 서비스 노드 장치까지 가장 경제적이고 효율적으로 연결시켜 주는 기술로서 수동형의 PON 기술과 능동형의 AON, WDM Ring 기술 등이다.



(그림 3) 광인터넷의 프로토콜 진화 개념

- 광가입자 기술 중에 먼저 광 케이블을 사용하는 인터페이스로 FTTH (Fiber To The Home) 기술은 현재 PON (Passive Optical Network) 기술을 사용하는 데 현재 인터페이스 유형에 따라 ATM 인터페이스를 사용하는 ATM-PON, Ethernet 인터페이스를 사용하는 E-PON, 다양한 대역의 광대역 인터페이스를 수용하는 B-PON, Gigabit 급의 인터페이스를 제공하는 G-PON, 그리고 마지막으로 WDM 인터페이스를 직접 수용하는 WDM-PON으로 구분하여 표준화가 진행되고 있다.

- 그리고 동선을 사용하는 광가입자 접속 방식으로 DSL (Digital Subscriber Loop) 기술이 있는 데 현재 DSL 포럼 등에서 많은 표준이 제정되고 있다. 이중 국내 초고속 인터넷을 이끄는 6 ~ 8 Mbps 정도의 대역을 제공하는 ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Loop) 기술과 20 ~50 Mbps 대역을 제공하는 VDSL (Very high speed Digital Subscriber Loop) 기술로 구분할 수 있다.
- 광가입자 기술중 Ethernet 기술은 기존에 SONET/SDN 광 장비에서만 실현한 보호 절체 기술, OAM 기술 등 추가되어서 캐리어급 Ethernet 기술이 개발되고 있으며, 이는 매우 우수한 가격 경쟁력과 단말 접속의 용이성으로 인해 향후 백본망에서 SONET/SDH 장비를 대체할 것으로 예상하고 있다.
- 또한, Optical Ethernet 기술은 기존의 Metro Ethernet 기술 뿐만 아니라 무선 LAN 및 WiBro 등과 같은 무선 액세스를 그대로 통합 수용할 수 있어 BcN 등과 같은 통합 액세스 환경에 가장 효과적인 전달 수단을 제공한다. 또한, 액세스 구간의 QoS 와 백본 구간의 QoS 제어 방식을 연동하여 프레임 형태의 변경없이 종단간 서비스 품질을 보장을 할 수 있다.

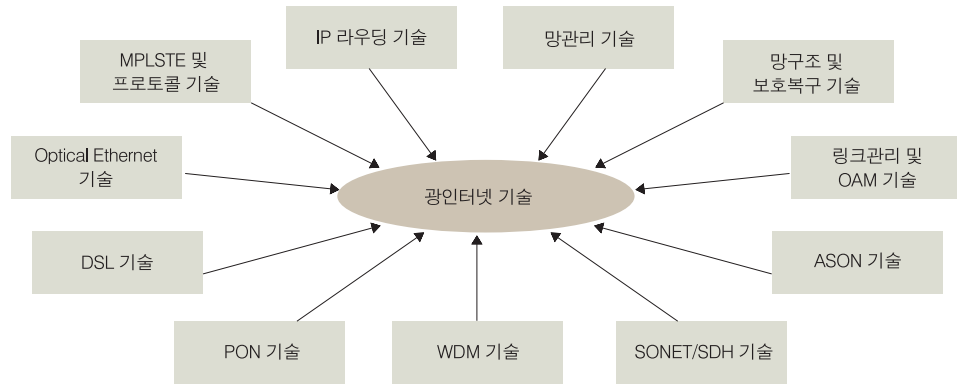
2.1.2. 요소기술 분석

- 광인터넷의 핵심 요소 기술을 테이블로 정리하면 다음과 같다. 이중 중점 표준화 기술 항목은 GMPLS 기반 보호 복구 기술 및 GMPLS 신호 프로토콜 기술을 선정하였다. 이는 단순 광 네트워크 기술 자체보다는 광 네트워크 기술과 IP 기술을 결합함으로써 인해 효과가 극대화되는 분야를 선정한 것이다.
- 이는 광 네트워크 장비에 자체적으로 QoS 및 트래픽 제어 기능을 탑재하거나 정보보호를 위해 보안 능력을 탑재하는 것은 기술 경쟁력과 확장성 측면에서 적절하지 않으며, QoS/TE 기능과 보안 기능은 상위 계층인 IP/MPLS 계층에서 수행하는 것이 타당하다.

| 요소기술 | 세부 요소기술 | 내 용 |
|----------------------|---|---|
| GMPLS 망 구조 기술 | GMPLS 망 구조 | IP망과 광네트워크의 진화단계에 따른 망구조를 설명 |
| | Overlay 모델 기술 | IP망이 광네트워크에 오버레이 형태로 접속하는 모델 |
| | GMPLS 기반 SONET/SDH 접속 구조 | SONET/SDH 망에 GMPLS 신호 프로토콜 탑재 방식 |
| | Encoding 및 시험 규격 | GMPLS 프로토콜의 코딩 방식 및 시험 절차 기술 |
| GMPLS기반 보호/복구 기술 | GMPLS 보호/복구 요구사항 | GMPLS 프로토콜로 보호/복구를 위한 요구사항 |
| | GMPLS Recovery Framework 및 규격 | GMPLS 기반 보호/복구 프레임워크 설명 |
| | GMPLS 기반 보호/복구 절차 분석 | GMPLS 기반으로 다양한 보호/복구 방식간 상호분석 |
| | ASON 기반 GMPLS 보호/복구 요구사항 | ASON 망에서 GMPLS 기반 보호/복구 요구사항 기술 |
| GMPLS OAM 및 링크관리 기술 | LMP 규격 | Router와 OXC간 링크 관리 규격 |
| | LMP 시험을 위한 SONET/SDH Encoding | SONET/SDH망에서 LMP프로토콜 시험을 위한 코딩 |
| | DWDM을 위한 LMP | DWDM 전송망에서 Link Management Protocol 적용방안 |
| | 터널 추적 요구사항 및 GTTP 규격 | GMPLS 채널에 대하여 상태 추적을 위한 요구사항 및 GTTP 규격 정의 |
| GMPLS 신호 프로토콜 | GMPLS 신호 기능 규격 | GMPLS 신호 프로토콜의 기능 규격 정의 |
| | RSVP-TE 확장 및 CR-LDP 확장 | GMPLS 신호를 위한 RSVP-TE 및 CR-LDP 확장 방법 |
| | 종단간 보호/복구를 위한 RSVP 확장 | GMPLS기반 종단간 RSVP를 사용한 보호/복구 방법 |
| | Overlay 모델을 위한 RSVP 지원 | IP 라우터와 광네트워크의 오버레이 모델을 지원하기 위한 RSVP 신호 프로토콜 절차 |
| | ASON 및 G.709를 위한 GMPLS signaling 절차 | ASON 망 및 SDH 망에서 GMPLS 신호 프로토콜 절차 |
| | MPLS 신호의 Crankback 신호 확장 | MPLS 신호 프로토콜에서 Crankback 절차 |
| GMPLS 라우팅 프로토콜 | GMPLS를 위한 Routing 확장 | GMPLS망의 라우팅을 위한 기존 라우팅 알고리즘의 확장 방안 |
| | GMPLS를 위한 OSPF 확장 | OSPF를 사용하여 GMPLS 망의 라우팅 방안 |
| | ASON을 위한 GMPLS 라우팅 요구사항 | ASON망을 위한 GMPLS 라우팅을 위한 요구사항 |
| | Exclude Route를 위한 RSVP-TE 확장 | 고정적 루트 경로 제공을 위한 RSVP-TE 신호 방법 |
| | MPLS TE reoptimization | MPLS 기반 트래픽제어를 위한 최적화 방안 |
| GMPLS 기반 TE 및 망관리 규격 | GMPLS Management 정의 | GMPLS 관리 기능 정의 |
| | Inter-domain MPLS TE 프레임워크 | Inter-Domain 간 MPLS 트래픽제어 프레임워크 정의 |
| | LMP-MIB | 링크관리 프로토콜의 망 관리 정보 요소 정의 |
| | GMPLS-TE MIB | GMPLS 트래픽 엔지니어링을 위한 망관리 정보 정의 |
| | GMPLS Router MIB | GMPLS 라우터를 위한 망관리 정보 요소 정의 |
| FTTH 표준 | G.983 시리즈 (ATM-PON, B-PON, G-PON, WDM-PON) IEEE802.3ah | Passive Optical Network에 대한 G.983 시리즈 규격 정의 |
| DSL 표준 | G.99x 시리즈 (ADSL, VDSL, etc.) | ADSL 및 VDSL를 위한 물리 접속 및 코딩 규격 정의 |
| Optical Ethernet 표준 | Y.1306/G.8010, Y.1307/G.8011, Y.1307.1/G.8011.1, Y.1308/G.8012, Y.1415, Y.1730, TR-enet | 캐리어 급 Ethernet 망의 기능 구조, 접속 및 NGN 환경에서 QoS 제어 규격 정의 |

2.1.3. 연관기술 분석

2.1.3.1. 연관기술 관계도



(그림 4) 광인터넷 기술의 연관 관계도

2.1.3.2. 연관기술 분석표

| 연관기술 | 내 용 | 표준화기구/단체 | | 표준화수준 | | 기술개발수준 | |
|---------------------|---------------------------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| | | 국내 | 국외 | 국내 | 국외 | 국내 | 국외 |
| P 라우팅 기술 | 망 내의 연결 경로 설정 | TTA | IETF | 표준제정중 | 추가표준 진행중 | 기술 개발중 | 추가기술 개발중 |
| MPLS 신호 프로토콜 기술 | 흐름 기반의 종단간 대역 설정 | TTA | IETF | 표준 제정중 | 추가표준 진행중 | 기술 개발중 | 시제품 |
| QoS/TE 기술 | 서비스 등급 및 트래픽 제어 기술 | TTA | ITU-T | 표준 제정중 | 추가표준 진행중 | 추가 개발 중 | 추가기술 개발중 |
| SONET/SDH 기술 | 동기식 광 전송 시스템 | TTA | ITU-T | 추가표준 진행중 | 추가표준 진행중 | 상용화 | 상용화 |
| WDM 기술 | 파장 다중화 광 전송 기술 | TTA | ITU-T | 추가표준 진행중 | 추가표준 진행중 | 상용화 | 상용화 |
| DSL 기술 | 디지털 가입자전송 기술 | TTA | ITU-TDSL 포럼 | 추가표준 진행중 | 추가표준 진행중 | 상용화 | 상용화 |
| ASON 기술 | 자동 광네트워크 망 구성 기술 | TTA | ITU-T | 표준 제정중 | 표준화 완료 | 기술 개발중 | 추가기능 개발중 |
| 링크관리 및 OAM | 링크 상태관리 | TTA | ITU-T | 표준 제정중 | 추가표준 진행중 | 추가기술 개발중 | 추가기술 개발중 |
| 망구조 및 보호복구 기술 | 망 가용도 및 보호 절체 | TTA | ITU-T | 표준 제정중 | 표준화 진행중 | 기술 개발중 | 추가기술 개발중 |
| 망 관리 기술 | 통합 망 관리 | TTA | ITU-T | 표준 제정중 | 추가표준 진행중 | 추가기술 개발중 | 추가기술 개발중 |
| B/G PON 기술 | 광대역/기가급 수동 광분배 | TTA | ITU-T | 표준 제정중 | 표준화 완료 | 기술 개발중 | 추가기능 개발중 |
| E-PON 기술 | 이더넷 수동 광 분배 | TTA | ITU-T | 추가표준 진행중 | 추가표준 진행중 | 상용화 | 상용화 |
| WDM-PON 기술 | 광파장분할 수동 광 분배 | TTA | ITU-T | 표준 제정중 | 표준화 완료 | 기술 개발중 | 추가기능 개발중 |
| Optical Ethernet 기술 | 캐리어 급 보호복구/절체, OAM, 대역 제어 | TTA | ITU-T | 초안 작업 중 | 추가표준 진행중 | 기술 개발중 | 추가기능 개발중 |

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

2.2. 시장현황 및 전망

2.2.1. 국내 시장현황 및 전망

- SDH를 기반으로 52/155Mbit/s급에서 회선교환 기능을 갖는 digital cross connector장비가 국내 백본망에 포설될 계획으로 약 1000억 정도의 시장이 형성될 것으로 예측하고 있다.
- 통신,방송 융합 서비스가 현실화 되고 있고 100M급 VDSL이나 150Mbit/s급 FTTH가 실현되어 메트로 망은 현재 보다 수배 이상의 대역폭이 필요하게 될 것이고 백본망의 회선교환 단위로 현재 155Mbit/s급이 아닌 수기가급으로 광전송 장치로 요구될 것으로 예측된다.
- NG-SDH를 기반으로 백본망 에지 또는 메트로망을 구성하여 기존 SDH망을 활용하는 방향으로 진행되고 있다. 따라서 현재까지는 2.5Gbit/s급의 회선교환 기능이 크게 요구되고 있지 않다.
- Ethernet 망의 수요가 GbE에서 10GbE로 바뀌는 시점에서 10GbE 신호를 가장 효율적으로 수송할 수 있는 구조를 갖는 ODU(optical channel data unit)가 QoS 및 장거리 전송문제를 해결할 수 있는 유일한 수단이 될 것이고 MPLS, RPR, SAN등과 같은 인터페이스를 단일 장비에서 서비스가 제공 가능하므로 멀지 않아 SDH/SONET을 포함한 통합 회선 교환 기능을 갖는 장치가 개발 될 것으로 예측된다.
- Optical Ethernet 기술 분야는 기존 SONET/SDH 장비와 비교하여 대역 대비 가격이 매우 저렴하여 시스템이 안정적으로 개발될 경우에 SONET/SDH 장비를 대신할 것으로 예상된다. 또한, 가입자 액세스 측면에서 BcN의 유,무선 통합 환경을 효과적으로 수용할 수가 있어서 유선 액세스망으로 FTTH/PON 방식과 함께 가장 중요한 액세스 수단이 될 것이다.
- 또한, 현재 가입자 PC에서 UTP 케이블을 이용한 1 Gbps 급 Ethernet 모듈이 저가에 판매되고 있고, 광인터넷으로 된 1 Gbps 급 Ethernet 모듈의 가격이 100 만원 미만으로 판매되고 있기 때문에 Ethernet 가입자 수요는 급격히 늘어날 것으로 예상됨.

2.2.2. 국외 시장현황 및 전망

- Cisco, Juniper, Nortel 등 대부분의 IP 및 ATM 장비 벤더들이 수기가~수십 기가급의 백본용 장비의 기본 서비스 모듈로 MPLS를 탑재하여 시판하고 있음
- NETPLANE, Future Software, TRILLIUM, Data Connection 등 네트워크 소프트웨어 벤더들은 이식성이 높은 MPLS 프로토콜 엔진을 상용화하였음
- Riverstone에서는 MPLS 기술을 메트로 이더넷에 적용한 시스템을 발표하였음
- PON기술이 도입되면 각 가정까지 저렴한 비용으로 광케이블이 연결돼 일반 가정에서 수백 Mbps급의 초고속 인터넷서비스를 즐길 수 있는 FTTH 시대가 열릴 것으로 기대된다. 이에 따라 이미 일본과 미국에서는 PON 시스템 도입 움직임이 활기를 띠고 있으며 국내에서도 기술개발 및 도입시도가 구체화되고 있는 상황이다.
- WDM-PON은 현재 연구 개발중이고 B-PON의 상용시스템 개발은 우리나라가 처음이다. 해외에서는 미국의 SBC, 프랑스의 FT, 영국의 BT, 일본의 NTT 등이 필드 테스트를 진행중이다. 일본에서는 차세대 브로드밴드

선두 주자로 FTTH가 폭발적인 성장을 할 것으로 예측되고 있으며, 올 여름부터 법인을 대상으로 광케이블에 의한 초고속 인터넷 접속서비스와 인터넷 전화서비스를 함께 묶어 판매에 나서는 등 광통신망(FTTH) 사업이 본격적으로 시작된다.

- FSAN 분석에 따르면 WDM-PON 네트워킹 모델은 비즈니스 응용분야를 지원하는 면에서 아직 초기단계 수준임. 상용화된 많은 PON 시스템은 주로 협대역 전송, 즉 POTS와 협대역 ISDN용으로 설계되어 있는데, 그 이유는 FSAN의 당초 초점이 주거형 서비스 전송에 있었기 때문임.
- Fiber-To-The-Business는 서비스 제공자를 대상으로 하기 때문에 외국 업체에서도 즉각적인 수요가 일어나고 있음
- 광 송,수신 모듈의 가격이 일반 고속 모듈과 비슷한 수준으로 하락하고 있음. 따라서 기존 구리선 기반 가입자 망과 비교하여 경쟁할 수 있는 수준으로 광가입자망 비용이 하락하고 있음(예: 현재 155Mb/s 광송수신 모듈이 9만원대로 가격이 하락하였음)
- 2000년부터 PON 가입자망 시장이 형성되어 2004년에는 1.3조원 수준일 것으로 전망하고 있음.

2.3. 기술개발 현황 및 전망

2.3.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

- 기술개발 정부정책 및 기본계획
 - 정부에서는 광인터넷에 대한 대형 2002 년경부터 광인터넷 및 FTTH/PON에 대한 대형 국책기술개발을 시작을 하고 있으며, 광주 지역을 중심으로 시범망을 구축함.
 - 2004 년부터 2010년까지 BcN 구축 전략을 수립하여 연구 개발과 더불어 시범 서비스를 시작함. BcN 구축 2 단계인 2006 ~2007 년 간에 망 하부구조를 GMPLS 기반 광 네트워크로 구축하고, FTTH/PON 망을 전국 규모로 구축할 예정임.
- 국책연구소
 - 한국전자통신연구원 등에서 광인터넷에 대한 대형 국책과제를 통하여 ATM/MPLS장비, OXC 장비, 테라급 IPv6 라우터, ATM-PON, Ethernet-PON, 40 Gbps 전송 장비 및 10 Gbps Ethernet 기술 등을 개발 중이다. 또한, 2005 년부터 Ethernet 시스템에 보호 절체 및 OAM 기능을 추가한 Carrier 급 Ethernet 장비 개발을 시작하였다.
 - 또한, BcN 구축 기본 계획을 수립하여 BcN 시스템 개발을 위한 핵심 R&D 연구를 시작하고 있으며, BcN 트래픽엔지니어링 기술 연구와 핵심 고급 인력 양성을 위해 BcN ITRC를 설립함.
- 국내 산업계
 - KT는 2004 년에 GMPLS 제어가 가능한 OXC 시스템을 도입하여 망을 구축하였으며, GMPLS 기반 ASON 표준이 완성됨에 따라 ASON 망을 국내망 구축에 적용하고 있음.

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 기타, 데이콤을 중심으로한 광개토 콘소시엄과 하나로텔레콤 및 파워콤 등을 중심으로 국내 광 네트워크 구축 작업이 진행 중임.
- 광인터넷 관련 벤더 들은 삼성전자, LG 전자, 및 콤텍 등에서 BcN 시스템 개발 중이며, 텔레언, 코어세스, 및 다산 네트워크에서 대역 제어가 가능한 이더넷 액세스 스위치 등을 판매하고 있음. 또한, ETRI가 개발한 E-PON 장비 등은 많은 업체 들에게 기술 전수가 되어 관련 장비가 개발되고 있음. KT는 일부 벤처기업과 함께 WDM-PON 시스템을 개발하였음.

• 국내 학계

- ICU에서는 광인터넷 센터를 설립하여, 광 인터넷에 대한 망 구조, 핵심 프로토콜 및 광 버스트 스위칭 소자 등의 기술을 연구하고 있음.
- 광주 과학원에서는 ETRI의 광 센터와 함께 광 시스템에 대한 핵심 기술을 연구 중임.
- 기타, 숭실대, 전북대, 항공대, 및 부경대 등에서는 광 버스트 스위칭 기술 및 광 이더넷 기술에 대한 연구를 진행 중임.

2.3.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

• 국외 정부정책 추진현황

- 북미 지역은 자국의 네트워크 인프라를 고도화하기 위하여 CANARIE 및 NSF 프로젝트를 통하여 광 네트워크에 대한 핵심 기술 개발을 주도하고, 실질적인 망에 실험을 하도록 많은 지원 정책을 펴고 있음.
- 중국은 자국의 네트워크를 고도화하기 위해 GMPLS 기반 ASON 망을 대규모로 구축하고 있으며, 세계에서 광 인터넷 장비 수요가 가장 많음. 또한, 자국 내에 하웨이 및 ZTE 등에서 이미 대부분의 시스템 개발이 완료되어 수년 내에 차세대 광 인터넷은 가장 효과적으로 구축할 것으로 예상함.
- 일본에서는 2010 년까지 JGN (Japan Gigabit Network)과 FTTH/PON을 전국적으로 구축하기 위해 약 9000 천억엔을 투자하기로 함. 또한, 한국에 뒤진 초고속 인터넷을 고도화하기 위해 광 인터넷을 전략적으로 개발하기 위해 히카리 프로젝트를 국가 차원에서 수행 중임.

• 나라별 기술개발 현황

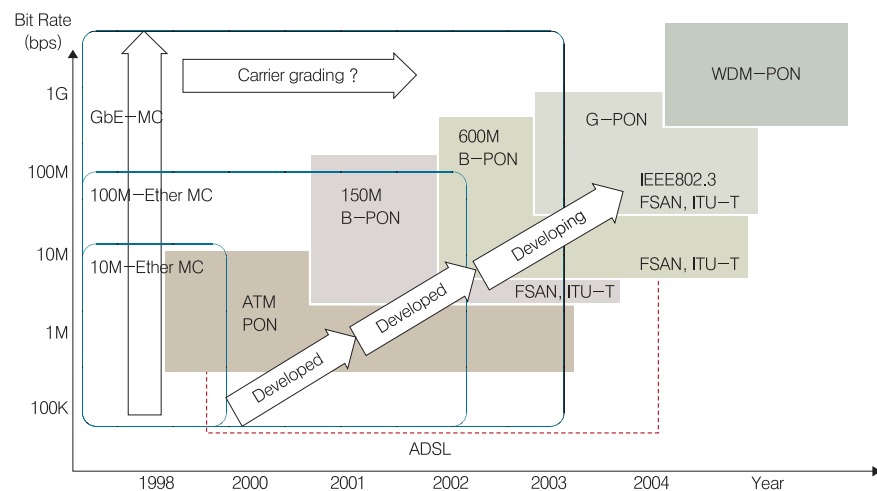
- 미국은 광네트워크를 기반으로 한 망은 NGI 프로그램 중 SuperNet 프로젝트의 일환으로 NTON (National Transparent Optical Network)이 Seattle부터 San Diego까지 총연장 약 2,600Km구간에 걸쳐 미 서부해안을 따라 백본망으로서 구축되었으며, 10Gbps ~ 20Gbps급의 속도를 제공하고 있으며 부분적인 광네트워크 기술을 도입하고 있음. 이밖에 MONET(Multi-wavelength Optical Network), ONRAMP(Optical Network for Regional Access using Multi-wavelength Protocols) 등이 광네트워크 기반의 메트로 망으로 구축하고 있음.
- 캐나다는 CANARIE와 정부의 주도로 1998년부터 국토 전체를 커버하는 DWDM(Dense WDM)기술 기반의 세계 최초의 국가망인 CA*net3 구축하여 40 Gbps의 전송속도를 제공하고 있으며 각 주의 단체와 학교들

이 구축한 지역망(RAN: Regional Advanced Network)들에게 제한적인 접속을 허용하고 있으며, CANARIE는 Optical Switching 기반의 CA*n et4의 구조를 제시하고 2005년까지 모든 가정에 기가비트급의 인터넷 서비스를 제공할 목표를 세우고 있음.

- 유럽은 ACT프로젝트의 일환으로 수행된 KEOPS, PHOTON등의 프로젝트에서 국지적인 WDM 전송망을 가설하고 시험망을 구축
- 유럽의 BONAPARTE에서는 ATM-PON 프로토타입을, PLANET에서는 WDM기반의 SuperPON에 대한 연구 진행 (전송거리 100km에 2048분기, 하향 2.5Gbps, 상향 311Mbps)
- 일본의 경우, 사용자 액세스 링크에 대해서 비즈니스 용 2.5~10Gb/s의 ATM/Ethernet을 2005년에 지원하고, 2010년경에 FTTH, 2.5Gb/s급의 가정용으로 통신 서비스를 제공하며, Business 영역을 위해서는 100Gb/s의 서비스를 WDM 회선서비스와 함께 공급 예정.

• GMPLS 요소기술 기술개발 현황

- 미국은 LDP 프로토콜을 비롯한 40여 개 규격이 IETF에서 확정된 상태임. 일부 MPLS/GMPLS 기능은 ASON 망에 적용을 위한 규격 작업이 완료되어 망에 적용되고 있음. 중국에서는 GMPLS 기반 ASON 구조를 갖는 광 네트워크를 전국 규모로 구축 중에 있음.
- 해외의 주요 IP 및 ATM 장비 벤더, 네트워크 소프트웨어 벤더들이 Core용 MPLS 기본 기술을 상용화하였음. 현재는 L2/L3 VPN, VoMPLS 등의 다양한 부가서비스와 고도화된 트래픽 엔지니어링 기능을 포함하는 2세대 MPLS 기술 개발이 추진 중이며, 상호연동성 시험이 활발히 진행되고 있는 상태임. 아울러 MPLS 기술을 코어망에서 액세스망으로 확장하여 적용하는 기술 개발이 진행 중.
- AT&T, UUNET/Worldcom 등 20개 주요 ISP 들이 MPLS를 도입하였거나 계획 중임.
- 현재 MPLS LSP Monitoring에 관하여 기관 및 관련 사업체에서 다양한 연구가 진행 중이며 네트워크 장비 사업체에서는 자체적으로 LSP를 모니터링 할 수 있는 기술을 선보이고 있지만 기술적으로 표준화된 방식을 따르지 않고 있기 때문에 구현 방식이 다양하게 나타나고 있음.



(그림 5) 광가입자 망의 기술개발 및 표준화 추진 동향

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

• PON 요소기술 기술개발 현황

- 1998년 10월 ITU-T G.983.1에 의해 622Mb/s ATM 프로토콜 기반 PON 가입자 장치에 대한 권고안이 확정된 이후 일본에서는 Oki, NEC, Hitachi, Fujitsu, Mitsubishi 등에서 ATM-PON 장치를 출시하여 NTT 상용서비스에 적용하고 있음. 북미에서도 Terawave, Quantum Bridge 등 ATM-PON 장비를 전문으로 하는 Start-up 업체가 출현하여 ITU-T 규격의 초기 상용 제품을 출시한 상황임. 비 규격 PON 장치는 북미, 유럽 등지에서 상용 서비스에 적용되고 있으나, 2002년부터 세계적으로 ITU-T 규격 622Mb/s ATM-PON 장치의 상용서비스 적용이 활발히 이루어질 것으로 전망됨.
- WDM 광가입자 기술에 대한 연구는 유럽 ACTS 프로젝트로 TOBASCO, WATON 등의 프로젝트가 진행되어, WDM-PON 광가입자 망을 위한 기술 현안 도출 및 관련 광부품의 규격 연구 등을 진행
- WDM-PON에 대한 ITU-T 권고안이 G.983.3으로 초안이 작성되어 있음
- 광 가입자망이 사용될 경우 분배 망들이 하나 이상의 접속 노드를 통해 백본망과 연결될 수 있기 때문에 다중 접속에 따른 경로 선정이나 로드 밸런싱, QoS 라우팅등의 문제가 발생할 수 있음에도 불구하고 세계적으로 이 분야에 대한 연구는 미미한 상태이다.

2.4. 표준화 현황 및 전망

2.4.1. 국내 표준화 현황 및 전망

• 정부의 표준화 정책

- 정보통신부는 TTA PG202를 중심으로 MPLS 프로토콜 국가 표준 6건 제정 및 국내 단체 표준 십 여건 제정 완료, 또한, GMPLS은 수십 여건 국내 단체 표준 초안 제정
- ATM-PON 및 Ethernet-PON 관련 표준은 국내 표준화 완료, WDM-PON 및 G-B-PON 등은 국내 표준화 진행 중
- Ethernet 기반 NGN 망에서 End-to-End QoS 제공을 위한 망구조에 대하여 TR-enet 국제 표준안을 한국이 주도함.

• GMPLS 요소기술 표준화 현황 및 전망

- 광인터넷 포럼 등을 중심으로 GMPLS 기반 보호/복구 절차에 대한 표준, GMPLS 신호 프로토콜에 대한 표준안을 개발 중임. 국내 사업자 망에 관련 표준에 따른 망 구축이 진행되고 있음.

• PON 요소기술 표준화 현황 및 전망

- FTTH/PON을 위한 ATM-PON, Ethernet-PON 등에 대한 표준안을 완료하고, 10 Gbps 급 캐리어 이더넷 기술에 대한 표준화 작업이 진행될 예정임. 또한, 중단간 품질 보장을 위한 관련 제어 규격에 대한 표준화 작업이 진행될 예정임.

2.4.2. 국외 표준화 현황 및 전망

- GMPLS 요소기술 표준개발 현황 및 전망
 - ITU-T, IETF, OIF, ODSI 등 표준화 단체에서 표준 규격 제정 중이며, 주요 광 인터넷 장비 업체에서 기술 개발 중
 - 현재 다양한 물리매체를 광인터넷에 적용하기 위해 L1VPN 기술에 대한 표준안을 진행 중임.
 - IETF 등지에서는 PCE (Path Computation Element) WG에서 광 네트워크 리소스 환경을 효과적으로 제공하기 위해 관련 표준화 작업을 진행 중임.
- 광 가입자 요소기술 표준개발 현황 및 전망
 - VDSL에 대한 표준화는 ANSI, ESTI, FS-VDSL 등 여러 표준화단체에서 진행 중이며 현재 ANSI T1E1.4와 ETSI TM6에서는 VDSL에 대한 표준 완성
 - B-PON에 대한 표준화는 FSAN에서 주도하여 ITU-T G.983.1과 G.983.2로 채택되었고 2000년 6월부터 WDM-PON, G-PON에 대한 표준화작업에 착수.
 - IEEE 802.3ah EFM(Ethernet in the First Mile) 작업 그룹에서는 이더넷 기반의 가입자 망 기술인 Ethernet-PON에 대한 기술을 연구 중이며, 2003년 9월 표준화 완료를 목표로 표준화가 진행중.
- Optical Ethernet 요소기술 표준개발 현황 및 전망
 - Gigabit Ethernet의 표준화는 Fiber Channel의 8B/10B코딩(부호화) 기술을 이용하는 1000 BASE-X (Gigabit Ethernet, 802.3z)와 UTP CAT 5을 이용하는1000BASE-T(802.3ab)로 나누어져 진행되고 있으며, 현재 IEEE 802.3z에서 표준화가 진행 중인 규격은 Multi Mode 광케이블과 단파장의 트랜시버를 이용하는 1000BaseSX, Multi Mode 광케이블 또는 Single Mode 광케이블과 장파장의 트랜시버를 이용하는 1000BaseLX, Impedance가 150Ohm인 Shield Balanced 케이블을 이용하는 1000BaseCX 이다.
 - Ethernet에서 OAM 표준안은 ITU-T SG13의 Q.5/13에서 활발한 표준화 작업이 진행 중임.
 - Optical Ethernet 기술 관련하여 ITU-T SG15에서 Y.1306/G.8010, Y.1307/G.8011, Y.1307.1/G.8011.1, Y.1308/G.8012, 및 ITU-T SG13에서 연동 측면에서 Y.1415, Y.1730 표준화가 되었으며, NGN Focus Group에서는 TR-enet (The QoS Architecture for the Ethernet-based NGN)에 대한 표준안이 한국을 주도로 진행되고 있음. 또한, Metro Ethernet Forum에서는 캐리어 급 요구사항을 만족하는 Ethernet 기술 표준을 작업 중임.

3. 중장기 표준화로드맵 및 추진전략(안)

3.1. 표준화 SWOT 분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- 지난 수 년 간 국내 광 네트워크 시장이 붕괴되어 최근에 PON기반 광 가입자 장비 및 이더넷 장비를 제외하고는 국내에 광 네트워크 장비는 모두 국외에서 도입되고 있는 실정임.
- 국내 통신 사업자들은 사업 여건 악화로 인해 MPLS/GMPLS 관련 표준화에 대한 인력 투입이 미흡
- 향후 BcN의 하부구조로 GMPLS 기술을 도입할 것으로 예상되어, 대규모 투자가 요구되는 분야임에도 불구하고 국내 기술 개발이 미흡하여 이에 대한 적극적인 대처가 필요함.
- 세계 각국은 Optical Ethernet 기술이 향후 SONET/SDH 망을 대체할 기술로 판단하고 있음. 따라서 국내 망 구축 전략에서 FTTH/PON 뿐만 아니라 기존 Metro Ethernet 망을 Optical Ethernet 망으로 진화하기 위한 체계적인 작업이 필요하며, 궁극적으로 백본망에서도SONET/SDH 광네트워크를 Optical Ethernet 망으로 전환에 대한 기술 및 국제 표준을 주도할 필요가 있음.

3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

| 국내 역량 요인 | | 강점요인(S) | | 약점요인(W) | |
|----------|----|--|---|---------|---|
| | | 시장 | - 세계 최고 수준의 BcN 구축 전략에 따라 고품질 인터넷 환경 구축을 통하여 국제 시장 경쟁력 강화 | 시장 | - 광 네트워크 관련 국산 장비 시장 위축 |
| | | 기술 | - BcN 서비스 및 장비기술 조기 확보 | 기술 | - 원천기술 확보 및 투자노력 미흡 - GMPLS 핵심기술 확보 미흡 |
| | | 표준 | - IT839 및 표준화 정책 추진으로 소요표준의 적기개발 가능 | 표준 | - 산업체사업자의 표준 관심도 및 표준화활동 참여도 미흡 |
| 기회요인(O) | 시장 | - 국내 광인터넷기반 BcN 망 구축을 통한 국제 표준 선도 | <div><div>SO</div><div>WO</div><div>ST</div><div>WT</div><div>전략</div></div> <ul style="list-style-type: none">- PON 및 이더넷 시장 보급 시작- GMPLS 기반 QoS 기술 측면 주도- BcN의 유,무선 다양한 매체 수용- 멀티미디어 서비스 검증 환경 구비- BcN의 유,무선 및 방송 통합 진화 모델 제시- 핵심 알고리즘 특허 확보- FTTH망부터 경쟁력 회복- 가입자 품질 제공 측면 경쟁력 확보 기술 | | |
| | 기술 | - 광인터넷을 통한 망 CAPEX, OPEX 절감을 위한 새로운 기술 개발이 요구됨 | | | |
| | 표준 | - 국제적으로 NGN 실현을 위한 선행표준 제정활동의 본격 추진 | | | |
| 위협요인(T) | 시장 | - 중국산 저가의 광 네트워크 장비 업체의 국내 시장 진출 | <ul style="list-style-type: none">- 국내 환경에 최적화된 상호 접속- 강화된 QoS 및 보안 기준 적용- BcN 접속 및 운영 시나리오 개발- 차세대 영상전화 및 방송서비스와 광인터넷 시스템 밀접한 결합유도- 국내 가입자 취향에 맞는 특화된 고품질 서비스 환경 유도- 홈 네트워크 및 유비쿼터스 산업과 결합 유도 | | |
| | 기술 | - 세계 유명기업과의 기술경쟁이 갈수록 치열해짐 | | | |
| | 표준 | - 국제표준화 회의에서의 한국에 대한 견제강화 | | | |

• 표준화 기본 추진방향

- 광인터넷 표준화는 첫째로 국내 사업자 망의 구조를 고도화하기 위한 방향에 우선적으로 진행하며, 이는 GMPLS 기술을 광 네트워크에 적용함으로써 망 구축 비용과 운용 비용을 최적화시키는 것이다. 이는 기존에 이미 구축된 광 네트워크에도 적용을 하면 망 이용 효율을 개선하고, 망 신뢰도 및 가용도를 높일 수 있다.
- 둘째로 국내 산업 측면에서 경쟁력을 가지고 있는 FTTH/PON과 Optical Ethernet 분야에 집중할 필요가 있다. ETRI 등을 중심으로 개발된 Ethernet-PON 기술을 국내 광 가입자망에 보급하고, 새로운 Optical Ethernet 기술을 조기에 개발하여 기존에 SONET/SDH 망을 대체하여 통합 유,무선 환경에 맞도록 고도화 시킬 필요가 있다.
- 셋째로 2004 년부터 우리나라에서 진행하고 있는 BcN 구축 전략에 맞추어서 BcN의 하부구조로 광 인터넷을 적용하기 위한 세부적인 표준화 작업이 진행시킬 필요가 있다. 이는 BcN 2 단계에서부터 가능한 범위에서 GMPLS 기술을 적용하고, BcN 3 단계에서는 대부분의 가입자 망 환경을 FTTH/PON 기반에서 유,무선 통합 서비스 환경으로 적용할 필요가 있다.

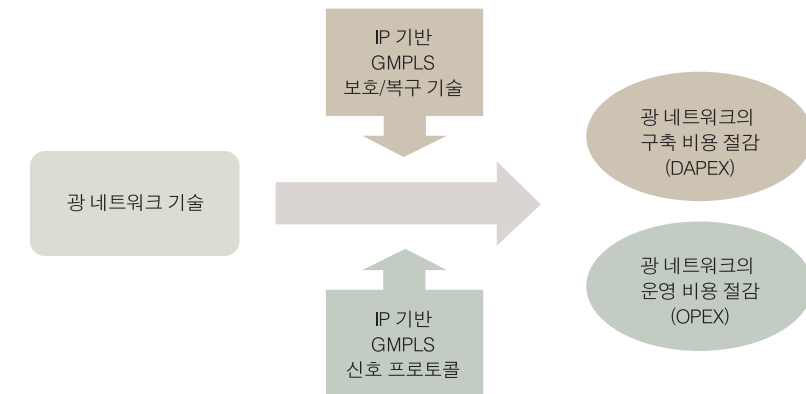
3.2. 중점 표준화항목

3.2.1. 중점 표준화항목 도출

- 광인터넷 기술 중 광 네트워크와 IP 기술의 결합 효과가 극대화가 되는 분야는 IP 기술의 탁월한 제어 능력을 광 네트워크 장비에 적용하여 망 운영 효율을 극대화할 수 있는 분야로 GMPLS 기반 보호/복구 기술과 GMPLS 신호 기술이 있다. 이는 광 네트워크 계층에서의 QoS/TE 기능이나 보안 기능은 광 레벨에서 구현하는 것 보다 IP 계층에 의존하여 광네트워크를 단순화하고, 망 구축 비용을 최소화시키는 것이 보다 효과적이라고 판단하기 때문이다.
- 광인터넷 기술 중 핵심 표준화 요소 기술은 광네트워크 기술과 IP 기술이 결합되었을 때 효과가 가장 큰 분야를 선정한다.
- 먼저 망 구축 비용 측면에서 광 네트워크는 광 선로를 사용하여 각 링크의 대역폭은 매우 큰 반면에 광 링크나 노드 고장시 매우 심각한 문제가 발생하기 때문에 이에 대한 대비를 해야 한다. 이를 위해 현재 광 네트워크에서는 각 링크 별로 1+1 개념의 완벽하게 이중화를 시켜서 망 전체의 투자비가 2 배 이상 소요되게 된다. 이는 각 링크의 고장 발생시 이를 망 전체 차원에서는 50 ms 이내에 절체를 시킬 수가 없기 때문에 모든 링크를 이중화시키는 것이다. 이를 IP 기술을 활용하여 망 전체의 토폴로지와 망 리소스 운영 상태를 점검하여 일부 구간에서 고장 발생시에 이를 빠른 시간 내에 우회 선로를 재구성이 가능하면 망 전체 투자비를 혁신적으로 줄일 수 있다.
- 다음으로 망운영 비용 측면에서 지금까지 광네트워크는 한번 망을 구성을 하면 쉽게 재구성하기가 어렵고, 시간대 별로 변하는 트래픽 상황에 맞게 대역을 할당하기가 곤란하다. 따라서 망의 트래픽이 급격이 변하는 곳이나 일시적으로 특정한 종단간에 링크를 구성을 할 때 수 시간 또는 몇 일이 소요된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 광 네트워크에 GMPLS 신호 프로토콜을 적용하면 망의 전체적인 리소스 상태에 따라 수 초 내에 망 전체를 용이하게 재구성하고, 임의의 종단 간에 일정한 대역의 경로를 구성하고자 할 때 실시간으로 이를 구성할 수

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 있다. 이는 망의 운용 효율을 매우 좋게 하여, 망 운영 비용 (OPEX)을 혁신적으로 절감할 수 있다.
- 또한, 광 네트워크 기술 자체로 SDH/SONET 기술, WDM 기술, R-OADM 기술, OXC 기술, OTU 스위칭 기술, MSxP 기술 등이 필요하다.
- 중점 표준화 요소기술을 보면 첫째로 GMPLS기반 보호/복구 기술은 먼저 광 네트워크를 구축하는 데 가장 중요한 문제 중의 하나가 망의 안정성 및 가용성이다. 가입자에게 99.999 % 정도의 신뢰성을 제공할 하려면 대부분 광 선로는 1+1 형태로 이중화하여 구성을 한다. 그러나 임의의 종단간에 이중화 선로를 구성을 하려면 단순히 선로만 이중 구성을 해서는 곤란하다. 망 노드 이중화 뿐만 아니라 선로나 노드 고장시 이를 우회할 수 있는 경로 구성이 필요하다. 여기에서 GMPLS 기반 보호/복구 기술을 적용하게 되면 동일한 망 안정성 성능 목표대비 망 투자비 (CAPEX)를 혁신적으로 절감할 수 있다. 또한, Optical Ethernet 망에서도 GMPLS 기반 보호/복구 기술은 수정없이 적용할 수 있다. 이는 GMPLS 프로토콜이 파장 단위에서부터 이더넷 프레임같은 패킷 단위에서도 경로 및 채널 제어가 가능하기 때문이다.
- 둘째로 GMPLS 신호 프로토콜은 광 네트워크를 트래픽 용량 및 분포에 따라 실시간으로 망을 재구성하고, 임의의 종단 간에 연결 경로를 구성을 하기 위해 On-demand로 즉시 일정한 대역의 경로를 구성할 수 있다. 이러한 GMPLS 신호 프로토콜의 망 운영비 (OPEX)를 혁신적으로 절감할 수 있으며, 망 전체의 트래픽 상태에 따라 가장 효과적으로 구축된 망 자원을 최적 분배를 할 수 있는 기술이다. 또한, Optical Ethernet 기반 망에서도 GMPLS신호 프로토콜을 이용하여 종단간 대역제어가 가능하다.



(그림 6) 광네트워크 핵심 요소 기술의 효과

- IP 기술 중 MPLS 기술은 망 장비의 리소스를 제어하고, 종단간 라우팅 경로에 따라 최적의 대역폭을 제공할 수 있다. GMPLS 기술은 MPLS 기술의 연장선상에서 지금까지 사용하고 있는 어떠한 물리 매체에 대하여 MPLS 기술과 동일한 개념의 망 자원을 효과적으로 제어할 수 있다.
- 이러한 GMPLS 기술을 광 네트워크에 적용을 할 경우 서비스 제공 측면 및 망 자원 효율 측면 등 많은 분야에서 성능 개선 효과가 나타난다. 그 중 단기적인 효과가 가장 큰 분야가 망 보호/복구 분야와 신호 프로토콜을 통한 대역 할당 기능이다.

- 중점 표준화항목의 국내 기술경쟁력 현황

| 중점 표준화항목 | 국내 산업계 경쟁력 |
|---------------------|----------------------------------|
| GMPLS기반 보호/복구 기술 | 기술 개발 준비 단계 |
| GMPLS 신호 프로토콜 기술 | 국외 기술과 동등 수준, 기술 경쟁력은 확보 가능 |
| FTTH/PON 기술 | 선진국과 대등 수준, 일부 분야 세계 기술 선도 |
| Optical Ethernet 기술 | 중단간 Ethernet QoS 제공을 위한 국제 표준 선도 |

Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

3.2.2. 중점 표준화항목 현황표

| 중점 표준화항목 | | GMPLS 보호/복구 기술 | GMPLS 신호 프로토콜 기술 | FTTH/PON 기술 | Optical Ethernet 기술 |
|---------------|---------------|--|---|---|--|
| 세부 표준화항목 | | - GMPLS기반 보호/복구 요구사항 - GMPLS recovery framework - GMPLS기반 보호/복구 절차 - ASON기반 GMPLS 보호/복구 | - GMPLS 신호 기능규격 (RSVP-TE 및 CR-LDP 확장) - 보호/복구를 위한 신호 프로토콜 - ASON 및 G.709를 위한 GMPLS 신호 절차 | - vDSL/xDSL 기술 - Ethernet-PON 기술 - WDM-PON 기술 - Hybrid PON 기술 | - Ethernet기반 NGN QoS 기술 - Ethernet OAM 및 보호/절체 기술 - IP Access QoS 기술 |
| 시장 현황 및 전망 | 국내 | 국내에 GMPLS 기반 보호/복구 시장이 형성되어 있지는 않으나 현재 SONET/SDH 기반 1+1 보호 절체 방식은 GMPLS 기반 보호/절체 방식으로 단계적으로 모두 전환 될 것으로 예측 | 현재 SONET/SDH 망의 재 구성은 운영자에 조작으로 재 구성이 되고 있으나 단계적으로 GMPLS 신호 프로토콜 기반으로 실시간으로 다이나믹 하게 재구성하는 방식으로 전환 될 것임. | - 광주 지역 등을 중심으로 FTTH/PON 망을 구축 중 - 대규모 Metro Ethernet 망 구축 - WDM-PON 개발 및 필드 시험 중 | - 저가의 10 Gbps Ethernet 접속 등장 - 유,무선 환경에 Ethernet 접속 채택 |
| | 국외 | GMPLS 기반 보호 복구 방식이 일부 전시회에서 데모되고, 일부 사업자 망에 시범 적용 중임. | GMPLS 신호 프로토콜에 대한 상호 연동성 시험은 수년 전에 Supercomm 등지에서 확인됨. 최근에 일부 사업자 망에 적용 시작함. | 중국에서 GMPLS기반 ASON 망을 대규모로 구축중임. 일본은 2010년까지 9000 억엔을 투입 하여 FTTH/PON 및 Optical MPLS Router 망 구축 예정 | 현 SONET/SDH 기반 광 네트워크를 저가의 서비스 적응성이 좋은 Ethernet 망으로 전환 중 |
| 기술 개발 현황 및 전망 | 국내 | 국내 개발 중인 MPLS 및 OXC 장비 중에 GMPLS 기반 보호 복구 방식을 적용하기 위해 기술 개발 중 | 현재 MPLS 신호 프로토콜을 확장하여 GMPLS 신호 프로토콜로 개발 및 시스템 적용 시험 중 | ETRI 중심으로 FTTH/PON 시스템 개발 중, BcN의 QSS 장비 개발 중 | ETRI 중심으로 Carrier 급 Ethernet 기술 개발 중 BcN에서 E2E QoS 제공 방안 연구중 |
| | 국외 | 북미 및 유럽 지역의 주요 통신사업자와 산업체를 중심으로 표준화와 동시에 시스템에 적용 중임. | 20 여개 기업이상 GMPLS 신호 기술 개발을 완료한 상태임. | WDM-PON, GE-PON 및 광 이더넷 장비 개발중, GMPLS 기반 광네트워크 장비 현장 시험 중 | ITU-T SG15 및 MEF 중심으로 Optical Ethernet 시스템 개발 중 |
| 기술 개발 수준 | 국내 | 연구 개발 중 | | 연구 개발 중 | 연구 개발 중 |
| | 국외 | 망에 시험 적용 중 | 상용망 적용 단계 | 상용망 적용 단계 | 연구 개발 및 시험 중 |
| | 기술격차 | 2 ~ 3 년 이내 | 2 ~ 3 년 이내 | 2 ~ 3 년 이내 | 2 ~ 3 년 이내 |
| | 관련제품 | OXC, SONET/SDH 전송 장비, MPLS Router, Optical Ethernet 스위치 등 | OXC, SONET/SDH 전송 장비, MPLS Router, Optical Ethernet 스위치 등 | WDM-PON, E-PON, GE-PON, Optical MPLS Router | Optical Ethernet 스위치 |
| IPR 보유 현황 | 국내 | PON 기술을 중심으로 일부 특허 보유 | OXC 및 광가입자망 관련 일부 특허 보유 | E - PON관련 특허 보유 | 특허 확보 예정 |
| | 국외 | GMPLS 기술 중 가장 많은 특허가 제출됨. | 관련 특허 다수 있음. | FSAN 그룹에서 많은 특허 확보 | MEF를 중심으로 다수 특허 |
| IPR 확보가능성 | | 광 네트워크 분야 중 향후에도 가장 많은 특허가 예상되는 분야임. | 응용 서비스와 결합할 때 다수 특허 확보 예상 | 실질적인 망 운영에 따른 추가 특허 확보 가능성이 높음 | NGN 환경에 따른 신규 특허 확보 가능성이 매우 높음 |
| IPR 확보가능분야 | | 광네트워크에서 소프트웨어 기반 GMPLS 보호/복구 분야 | QoS/TE 결합을 통한 다양한 응용 서비스 분야 | 유,무선 통합 환경에 적용 하기 위한 분야 (대역 효율 개선 및 접속 편리성 등) | NGN 서비스 시나리오 및 요구사항 수용 및 응용 분야 |
| 표준화 기구 /단체 | 국내 | TTA | TTA | TTA | TTA |
| | 국외 | ITU-T, OIF, IETF, IEEE, MEF | ITU-T, OIF, IETF, IEEE, MEF | FSAN, ITU-T | ITU-T, MEF |
| | 국내 참여 업체 및 기관 | ETRI, LG 전자, 삼성 전자, 다산네트웍스, 코어세스, ICU 등 | ETRI, LG 전자, 삼성 전자, 다산네트웍스, 코어세스, ICU 등 | ETRI, KT, 네오웨이브, 삼성전자 등 | ETRI, 다산네트웍스, 삼성전자, 콤팩, 코어세스 등 |
| 표준화 추진형태 | | 국내 단체 표준으로 제정 | 국내 단체 표준으로 제정 | 국내 단체 표준으로 제정 | 국내 단체 표준으로 제정 |
| 표준화 수준 | 국내 | 일부 표준 제정 | 일부 표준 제정 | 일부 표준 제정 | 표준화 추진 예정 |
| | 국외 | 추가 표준안 제정 중 | 추가 표준안 제정 중 | 추가 표준안 제정 중 | 추가 표준안 제정 중 |
| 표준화 전망 | | 향후 경쟁적으로 표준화를 노력할 가능성이 있음. | 시스템 및 서비스 분야에 따라 후속 표준화 가능성 | 대역 확장, WDM 결합, 유, 무선 결합 분야에 많은 표준안 가능 | SONET/SDH 시장 대체를 위한 Ethernet OAM, E2E QoS 분야 |
| 표준화 추진전략 | | TTA를 중심으로 연구 개발과 병행 | TTA를 중심으로 연구개발과 병행 | TTA를 중심으로 연구개발과 병행 | TTA를 중심으로 연구개발과 병행 |
| 시급성(신속성) | | 2년 | 2년 | 1년 | 2년 |

3.3. 중점 표준화항목별 세부추진전략(안)

3.3.1. 중기 표준화로드맵(2006~2008)

| 중점 표준화항목 | 세부 표준화항목 | 국내외 표준화/기술개발 완료시점 | | | | | 표준화중요도 고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆) |
|------------------------|-----------------------|--|----|----|----|-------|--------------------------------------|
| | | ▶: 국내표준화 완료시점 ▷: 국제표준화 완료시점 ●: 국내 기술개발 완료시점 ○: 국외 기술개발 완료시점 | | | | | |
| | | 05 이전 | 06 | 07 | 08 | 09 이후 | |
| GMPLS기반 보호/복구 기술 | - GMPLS기반 보호/복구 기술 | 02 | | | ▶ | | ★★☆ |
| | | 02 | ▷ | | | ● | |
| | | 02 | | ○ | | | |
| GMPLS 신호 프로토콜 | - GMPLS 신호 프로토콜 | 03 | | | ▶ | | ★★☆ |
| | | 03 | ▷ | | | ● | |
| | | 03 | | ○ | | | |
| FTTH/PON 기술 | - FTTH/PON 기술 | 01 | | ▶ | | ● | ★★★ |
| | | 02 | ▷ | | | | |
| | | 02 | | ○ | | | |
| Optical Ethernet 기술 | - Optical Ethernet 기술 | 02 | | ▶ | | ● | ★★☆ |
| | | 02 | | ▷ | | | |
| | | 02 | | ○ | | | |

1) 국내 표준화 추진전략

- 광인터넷 표준화는 기존 SONET/SDH 전송 시스템, OXC 시스템, OADM 시스템 등 모든 광 네트워크 장비에 대하여 GMPLS 기반의 제어 체계를 수용함으로써 광 네트워크의 구축 및 운용 비용을 혁신적으로 절감할 수 있다. GMPLS 기술을 적용한 광인터넷 장비는 기술투자 대비 경제성 효과가 매우 커서 기존에 사용하던 PDH 및 SONET/SDH 계열의 모든 광 네트워크 장비를 교체가 될 것이다. 특히, 기존 라우터망을 오버레이 형태로 수용시 MPLS 기반 IP 라우터 망일 경우 GMPLS 기반 광인터넷과 접속 비용이 최소화되어 기존의 대부분 라우터 망도 MPLS 프로토콜을 탑재할 할 것이다.
- 또한, MPLS 및 GMPLS 기술은 유선 기반 망에만 효과적인 것이 아니라 무선 및 이동 통신망을 지원하는 데 매우 효과적이다. 왜냐하면 무선 및 이동통신망을 지원하기 위해서는 코어망 내부에 Home Agent 및 Foreign 또는 HLR/VLR 등과 같은 다양한 서버 또는 라우터를 경유하는 경우가 많아 이 때 주로 Tunneling 프로토콜을 사용하는 데 MPLS/GMPLS 프로토콜은 이러한 tunneling 환경을 가장 경제적으로 제공할 수 있기 때문이다.
- 결론적으로 IP 기술은 다양한 서비스를 수용하는 가장 좋은 환경을 제공한다면, MPLS/GMPLS 기술은 어떠한 물리 매체도 통합 운용 및 제어하는 환경을 제공하기 때문에 미래의 BcN (Broadband convergence Network) 환경에 가장 효과적이다.
- 국내 표준화 추진 측면에서 현재 국내에 관련 광인터넷 장비는 먼저 코어망 분야에서는 기존 산업계는 지난 수년간 통신사업자 들의 장비 구매를 하지 않아서 매우 위축된 상태에 있고 ETRI를 중심으로, 일부 학계에서 기술 개발을 해오고 있다. 그러나 광인터넷은 망의 기간 시설에 속하는 분야로서 가장 많은 망 시설투자비가 요구되는 분야이기 때문에 국내 산업을 일으킬 효과적인 방안이 필요하다. 따라서 국내 표준화 작업을 국내 산업계가 초기에 국내 시장을 확보하고, 나아가 세계 시장으로 진출할 매우 중요한 분야이다.
- 둘째로 광 가입자 기술 분야는 그동안 경기의 위축에도 불구하고 정부가 PON 기술 개발에 적극 노력한 덕분에

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

국내 시장 뿐만 아니라 국제 경쟁력을 어느 정도 갖추었다고 보인다. 따라서 FTTH/PON 분야를 국내 시장 확보의 교두보 역할을 하게하여 나아가 MPLS/GMPLS 기술과 결합하여 관련 시장의 경쟁력을 확보하는 것이 매우 중요하다. 따라서 광가입자의 국내 및 국제 기술 경쟁력을 바탕으로 코어망 분야도 기술 경쟁력을 확보하는 것이 매우 중요하다.

- 이러한 MPLS/GMPLS 기술을 광 네트워크에 접목한 광인터넷 분야는 시장 규모 및 투자 환경, 국내 기술 개발 수준 및 서비스 전망 등을 종합적으로 고려해 볼 때 향후 우리나라가 BcN 분야의 가장 경쟁력을 가질 수 있는 분야가 될 것으로 예측되기 때문에 다른 분야보다도 많은 기술 개발 투자와 표준화 작업을 주도할 필요가 있는 분야이다. 이러한 이유로 인해 MPLS/GMPLS 기술이 BcN의 가장 중요한 연구 개발 항목 중의 하나로 선정되어 있는 것이다.
- 우리나라는 초고속 인터넷 구축으로 인해 국내 상당수의 업체가 가입자 액세스 시장에 상당한 기술 경쟁력을 확보하고 있고, 메트로 스위치 시장을 포함하여 Ethernet 스위치에 대한 시장 경쟁력을 어느 정도 확보하고 있다. 이는 Optical Ethernet 분야에서도 국내 산업계가 상대적으로 시장 경쟁력 확보가 용이하다고 볼 수 있다. 특히, 고품질 인터넷 망 구축을 위해 Optical Ethernet 기술을 적용을 할 경우에는 우리나라가 세계의 독보적인 시장 확보가 가능할 것이다.
- 따라서 Optical Ethernet 기술을 BcN 환경에 적용하여 유, 무선 통합 환경을 가장 경제적으로 수용하도록 국제 표준을 주도한다면 이는 국내 산업계가 관련 산업의 국제 시장 경쟁력을 갖는 데 많은 도움을 주게 될 것이다.

2) 국외 표준화 추진전략

- 광인터넷 분야는 지난 수년 동안 ITU-T SG15가 기존의 광네트워크의 운영관리 및 제어에 IP 기술을 적용할 가능성에 대하여 검토를 해오던 중, IETF 및 OIF 등지에서 MPLS 기술 개발과 동시에 이를 광 네트워크에 적용하기 위해 GMPLS 프로토콜을 개발하면서 활발하게 표준화 작업이 추진되었다. 현재는 기본적인 MPLS/GMPLS 표준은 많이 완성되었으나 실질적인 망 적용에 따른 후속적인 표준화 작업이 진행 중에 있다.
- 그러나 시장 측면에서 우리나라가 초고속 인터넷의 급속한 확산과 더불어 광대역 수요가 가장 많기 때문에 광 인터넷 시장은 우리나라가 세계에서 가장 먼저 일어날 것으로 판단한다. 따라서 기술 개발 측면이 아니라 실질적인 수요를 바탕으로 망을 가장 효과적으로 운영할 수 있는 관련 기술 표준을 우리나라가 주도함으로써 이러한 실질적인 요구사항을 접한 국내 기업이 2 ~ 3 년 이후 세계에 관련 시장이 일어날 경우 가장 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단한다.
- Metro Ethernet에 대한 표준은 이미 MEF 등을 통하여 많은 부분이 표준화가 되었으나 액세스 구간 뿐만 아니라 백본구간까지 종단간 End-to-End QoS를 제공하는 표준에 대한 부분은 아직 작업이 이루어지지 않고 있다. 다른 나라의 경우는 우리나라의 BcN과 같은 유, 무선 통합 액세스에 대한 수요가 긴급하지 않기 때문에 우리나라가 NGN 환경을 대비한 Ethernet 표준을 주도하고, 관련 시스템을 개발할 경우 우리나라 산업계가 국제 시장 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 예상된다. 이는 현재 우리나라가 주도하고 있는 TR-enet (The QoS Architecture for the Ethernet-based NGN) 표준을 기반으로 Optical Ethernet 표준을 주도하고, 관련 시스템 개발에 나선다면 국제 시장을 선점할 가능성이 매우 높다.
- 국제 표준 선도 분야: GMPLS 신호 프로토콜 기술, GMPLS 트래픽 엔지니어링 기술, Optical Ethernet 기술

GMPLS 신호 프로토콜을 이용한 중단간 대역폭 보장 및 실시간 망 운영 관리 분야이다. 다른 나라는 관련 기술에 대하여 시장이 늦게 형성되었지만 국내는 이러한 중단간 대역폭 보장이 현실적으로 요구되고 있어서 국내의 실질적인 서비스 요구사항을 관련 표준화 작업에 반영하여 우리나라가 관련 국제 표준을 선도할 수 있다. 표준화 분야는 GMPLS 신호 프로토콜 기술 분야와 아직 표준화 활동이 미흡한 GMPLS 트래픽 엔지니어링 분야이다. 또한, Optical Ethernet 기술은 Ethernet 시스템을 SONET 기반 광네트워크와 동등한 보호 절체 및 OAM 기능을 넣는 것으로 중단간 QoS 보장을 위해서는 매우 중요하다.

-표준의 전략적 제후 및 조기 상용화 분야 : GMPLS 망 구조 기술, GMPLS 라우팅 기술

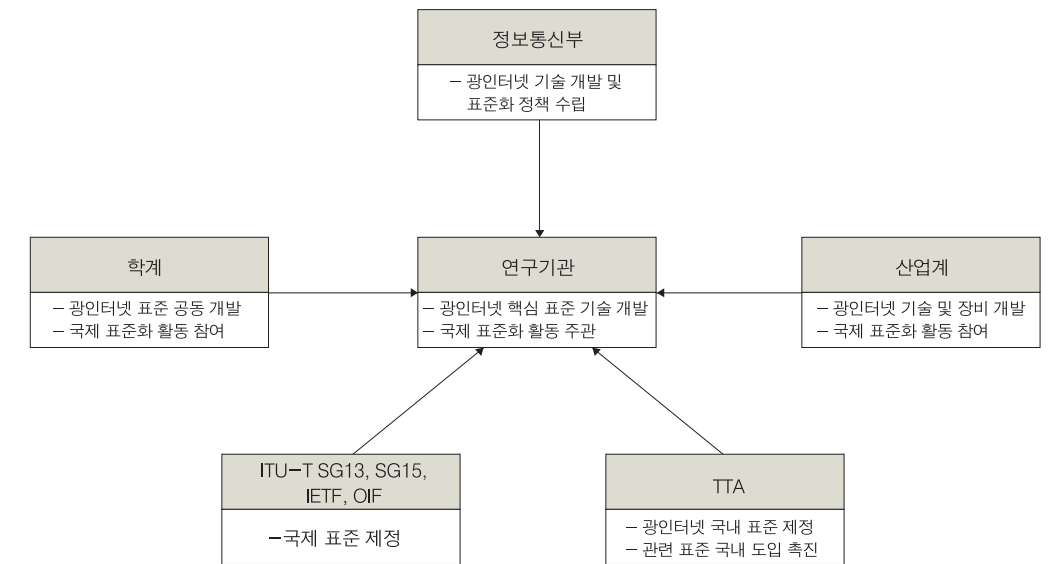
현재 표준안의 기본 골격이 완성되어 있는 GMPLS 망 구조 분야는 이미 우리나라보다 지리적 규모가 큰 나라에서 적용을 할 수 있도록 많은 표준화가 완성되었다. 또한, GMPLS 라우팅 분야 또한 미국을 중심으로 많은 기술 개발이 된 분야이다. 따라서 GMPLS 망구조 기술과 GMPLS 라우팅 기술 분야는 북미 지역과 전략적인 제후를 통하여 조기 상용화를 시킬 분야이다.

-국제 표준 선택/수용을 통한 호환성 확보 및 국가 정보화 추진 분야 : GMPLS기반 보호/복구 기술, GMPLS 기반 망관리 기술

광 네트워크 장비의 안정성 및 신뢰성을 주기위해 진행되고 있는 GMPLS기반 보호/복구 기술 분야이다. 이는 국내 개발 장비 및 국외 장비를 망에 적용시 상호 호환성이 유지하는 것이 매우 중요하다. 왜냐하면 일부 구간의 보호/복구 방식이 다를 경우 망장비나 선로 고장시에 이를 가장 효과적으로 절체를 할 수가 없기 때문이다. 또한, 국가 정보화 추진 분야로는 GMPLS 기반 망관리 규격은 향후 국내 모든 망의 관리 체계를 일관되게 관리를 하고, 특히 타망과 상호 접속을 위해서는 국가 차원에서 이에 대한 관리가 필요한 분야이다.

3.3.2. 표준화 추진체계

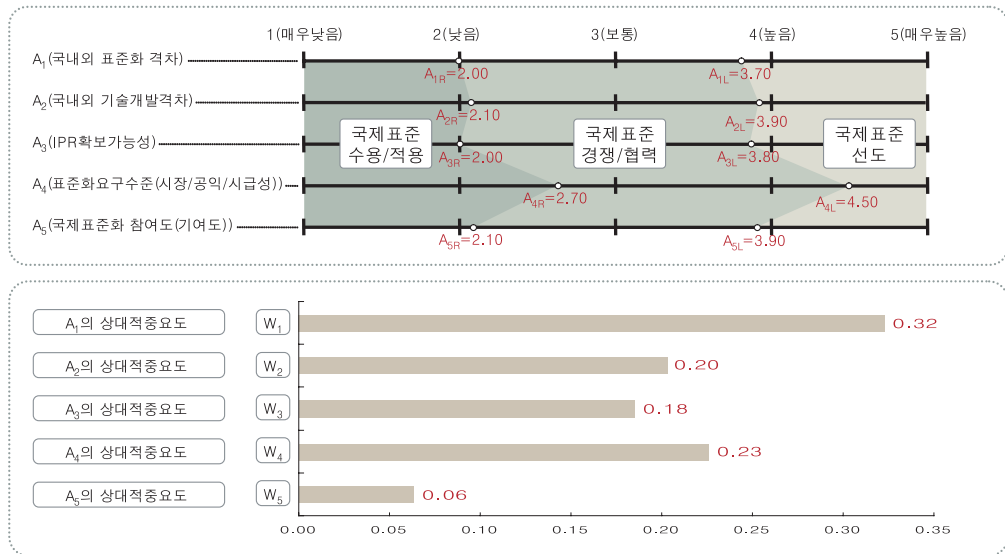
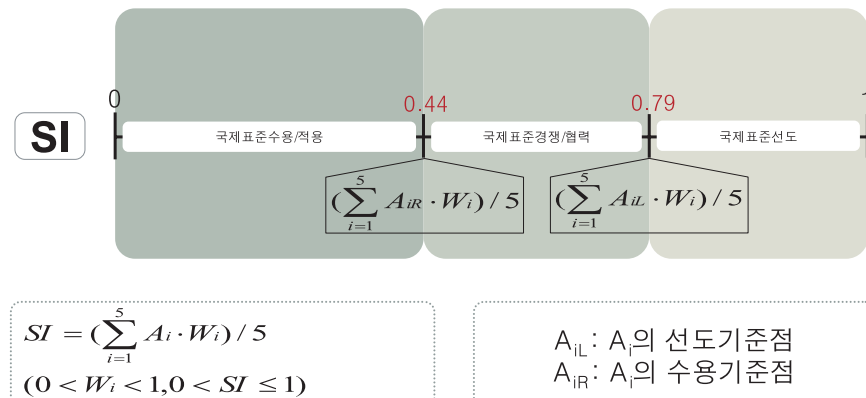
- 국내 표준화 추진 체계를 보면 먼저 정부에서 광인터넷 기술 개발 계획과 BcN 표준화 부분을 긴밀하게 연계를 시킬 필요가 있다.
- 정부의 연구 개발 계획에 따라 각 연구 기관에서는 관련 광인터넷 시스템 개발과 동시에 이를 국제 표준화를 한다. 일부 표준은 국제 표준을 수용하고, 우리나라가 경쟁력을 가질 수 있는 광인터넷 프로토콜 분야에 국제 표준화 활동을 집중한다. 이를 위해 필요시 학계 및 산업계와 공동으로 국제 표준화 활동을 추진한다.



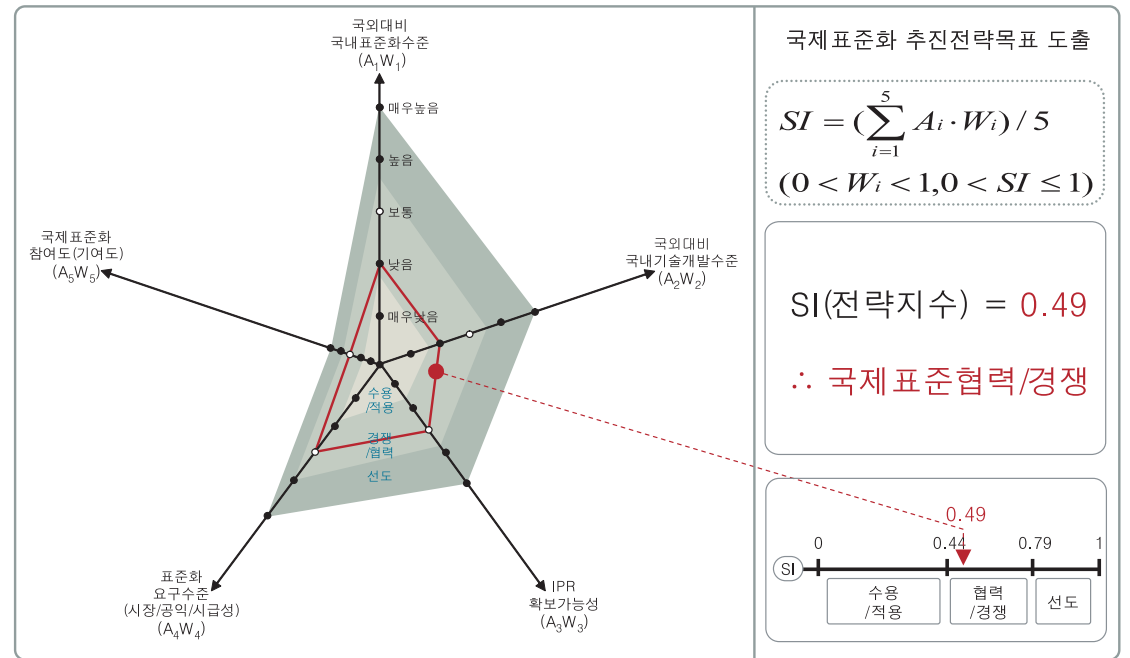
(그림 7) 광인터넷 기술 표준화 추진 체계

- 국제 표준화 분야는 ITU-T SG15를 중심으로 IETF 및 OIF 등을 통하여 추진하고, ITU-T SG13의 NGN 표준화에서는 Ethernet QoS를 포함하여 관련 표준을 우리나라가 주도할 필요가 있다. 국내는 TTA를 중심으로 단체 표준 및 국가 표준 작업을 수행한다.

3.3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

BcN분야의 전략목표 기준점 및 고려요소간 상대적 중요도
(기술표준기획전담반 대상 설문조사 결과)BcN분야 SI(전략지수) 기준점
(기술표준기획전담반 대상 설문조사 결과)Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

• GMPLS 보호/복구 기술



- 세부 전략(안)

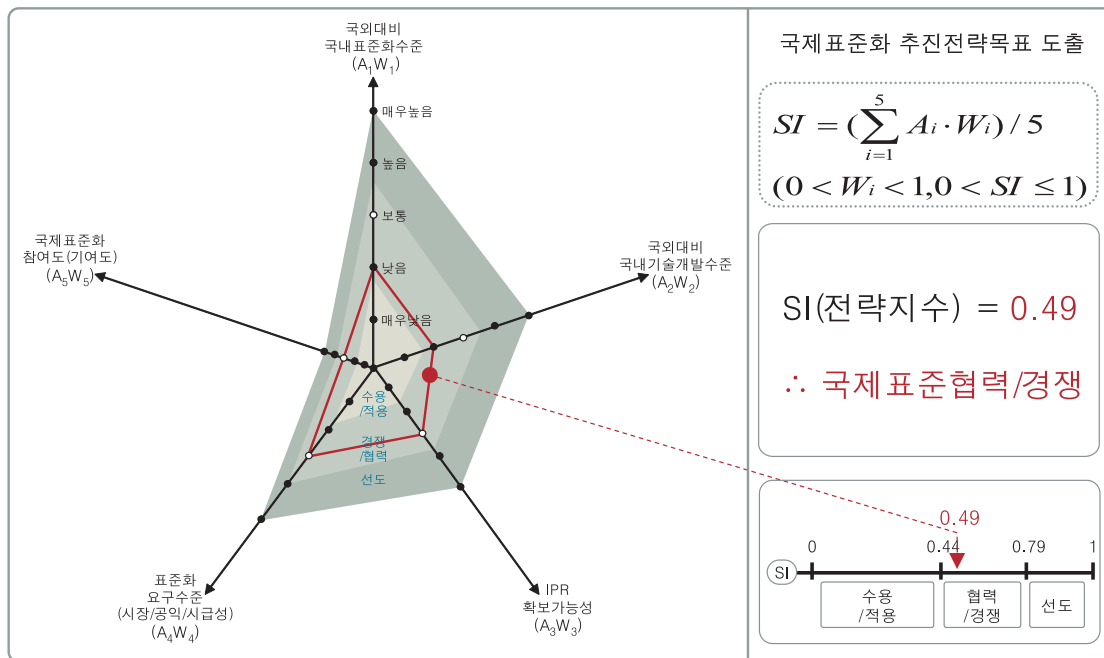
- GMPLS 보호/복구 기술은 표준안 개발 측면에서 SONET/SDH의 광 네트워크의 1+1 절체 방식을 대체하고 망 차원에서 종단간 가용도를 높일 수 있는 가장 효율적인 방안이다. 따라서 현재 표준화가 제정된 GMPLS기반 ASON을 확장하여, 다양한 이종 물리 매체에 확대하여 lambda 기반망과 MPLS 기반 패킷 망에 대하여 확대 적용을 위한 세부적인 표준안 작업이 추진되어야 한다. 또한, L1 VPN 환경에 보호/복구 기법을 세부적으로 적용할 수 있는 관련 표준안 개발이 필요하며, MPLS의 aggregate flow 뿐만 아니라 5 tuple의 IPv6 flow까지 보호/복구 기법을 적용하기 위해 세부적인 표준안 작업을 단계적으로 진행해야 한다. 이는 가입자 측면에서는 multi-homing 기법과 결합하여 응용해야 한다.
- 국내 망 구축 측면에서는 GMPLS 기반 보호/복구 기술은 국내 통신 사업자 망에 우선 적용하여 망의 신뢰도/가용도 향상을 위해 실질적으로 적용할 수 있는 국내 단체 표준안을 제정을 시급히 진행해야한다. 또한, 나아가 WDM 기술을 사용한 광 채널 단위나 MPLS의 흐름 단위에서 보호/복구 표준이 제정이 필요하다. 또한, 유, 무선 통합 액세스 환경에서 Ethernet 이나 유,무선의 이종 물리 매체에 대하여 코어망의 GMPLS 보호/복구 기법을 확장하여 적용할 수 있는 표준을 개발할 필요가 있다.

- IPR 확보방안

- 보호/복구 기술은 광 네트워크 시스템 및 알고리즘에 따라 매우 다양한 방안이 나올 수 있는 분야이다. 특히, SRLG (Shared Risk Link Group) 등을 광 네트워크에 적용하는 다양한 알고리즘과 보호/절체 우선 순위 등을 선정하는 알고리즘 등은 많은 특허가 예상되는 분야이다.

- 대부분 통신사업자는 OAM 및 링크관리 기술이 없이는 해당 장비를 전혀 구매를 하지 않기 때문에 반드시 구현은 해야 하나 현재 표준을 구현하는 효과에 의문을 갖고 있다. 따라서 OAM 및 링크관리를 가장 저렴하게 실현할 수 있는 기술을 개발하면 이는 대부분 광 네트워크 장비에서 바로 채택을 할 가능성이 매우 높기 때문에 해당 특허를 확보하는 그 효과는 매우 크다고 볼 수 있다. 특히, 이러한 부분은 광 네트워크 자체 기술이라기 보다는 기존 IP 나 MPLS 기술 개념을 광네트워크에 실현하는 방법을 찾는 방법으로 가능하여 상대적으로 기술이 많은 사람에게 개방되어 있어 우리나라가 충분히 노력해볼만한 가치가 있는 분야이다.

• GMPLS 신호 프로토콜 기술



- 세부 전략(안)

- GMPLS 신호 프로토콜은 여러 곳에 분산된 지역을 연결하는 L2 VPN 이나 L3VPN 등을 구성하기 위해서 지금까지 망운용자에게 요청하여 provisioning 형태로 망을 구성하는 것이 아니라 사용자의 필요에 의하여 실시간으로 dynamic 하게 망을 구성하거나 연결 경로를 설정하는 표준이다. 이는 기존에 망 운영자에 조장으로 구성이 되던 전용선 망이나 VPN 망의 경우 망 구성에 수시간이나 수일 이상이 소요되는 데 반하여 GMPLS 신호 프로토콜을 적용시 수 초 이내에 망 구성이 가능하여 망 사용 효율이 혁신적으로 개선된다. 또한, 트래픽 수요와 지리적인 분포의 변화에 따라 망을 실시간으로 재구성이 가능하기 때문에 변화하는 트래픽 상황과 신규 수요에 대처하기가 매우 용이하다. 즉, GMPLS 신호 프로토콜 기술은 광대역 채널을 제공하는 광 네트워크 뿐만 아니라 무선 채널 등에서 대역 효율을 높이는 데 매우 효과적인 표준이다.
- 국내 망 구축 측면에서는 기존에 망 운영자의 조장으로 구성하던 전용선 망이나 L2 VPN 망을 GMPLS 신

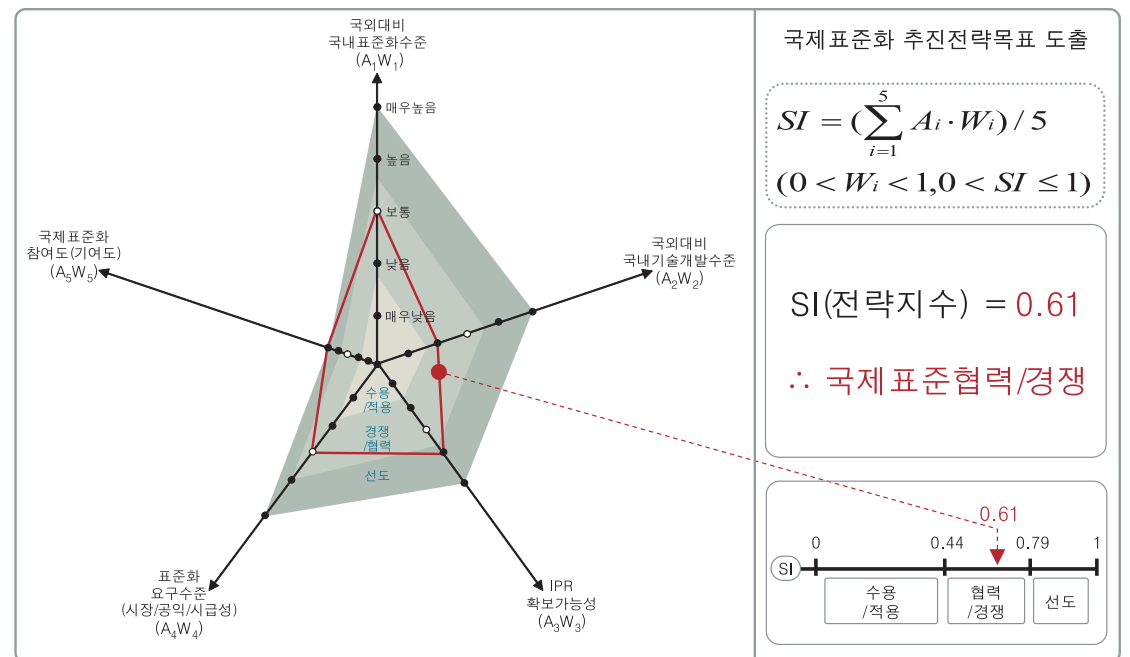
Standardization Roadmap for IT839 Strategy

호 프로토콜을 사용하여 자동화하여 망 이용 효율성을 높이고, 광 채널이나 소규모의 micro flow 단위의 패킷 채널에 대하여도 다이나믹하게 채널을 구성하여 이용효율을 극대화할 필요가 있다. 또한, 유선 Ethernet 뿐만 아니라 다양한 무선 액세스 등과 같은 다양한 물리매체에 대한 채널 이용 효율을 개선하여 유,무선이 통합하는 BcN 환경에서도 적용할 수 있는 표준안 개발이 필요하다.

- IPR 확보방안

- 현재 세계적으로 GMPLS TE에 대하여는 많은 관심을 가지고 있지 않고 있다. 이유는 아직 광네트워크에 트래픽 엔지니어링을 통하여 망 효율을 개선을 필요할 정도로 망이 성숙되지 않고 있기 때문이다. 그러나 우리나라는 초고속 인터넷이 급속히 확장되어 망 대역 사용 효율에 대한 부분이 세계에서 가장 먼저 관심 대상으로 등장할 것이기 때문에 관련 특허를 선점할 경우 다른 나라에서 관련 문제점 발생시 우리나라가 관련 특허를 통한 효과를 볼 수 있는 분야이다.

• FTTH/PON 기술



- 세부 전략(안)

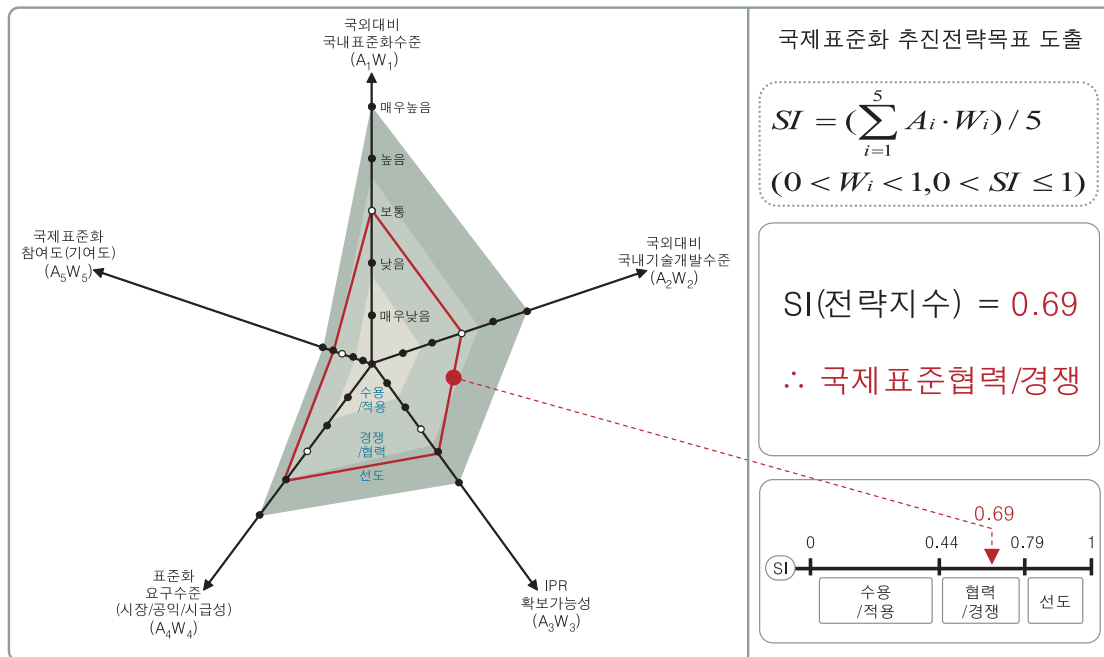
- FTTH/PON은 KT 등과 같은 통신 사업자가 가장 의욕적으로 구축을 하고 있는 기술이며, 이는 초기에 ATM-PON 및 Ethernet-PON 등을 적용하여 액세스망 구축 및 운용 비용을 혁신적으로 낮출 필요가 있다. 특히, 중국 및 일본 등에서 FTTH/PON을 위해서 매우 의욕적으로 추진하기 때문에 이에 대응하여 관련 표준을 조기에 개발 할 필요가 있다.

- 망 구축 측면에서 향후 통신사업자 중심의 액세스망은 FTTH/PON 구조가 가장 중심이 될 것이며, 망 이중화 및 보호/복구를 위해서는 PON 망을 서로 이중화하는 메트로 망이 구축될 것이다.

- IPR 확보방안

- FTTH/PON 분야에서 신규로 특허 확보가 가능한 분야는 OAM 분야와 유,무선 통합 환경에서 Hybrid 대역 제어 방안 등이 가장 시장 수요가 많은 분야이다.
- 또한, 광대역 추세에 맞추어서 10 Gbps 급이상 E-PON 이나 NGN의 리소스 제어 메카니즘과 결합하는 방안에 대한 분야가 특허 확보가 용이하다.

• Optical Ethernet 기술



- 세부 전략(안)

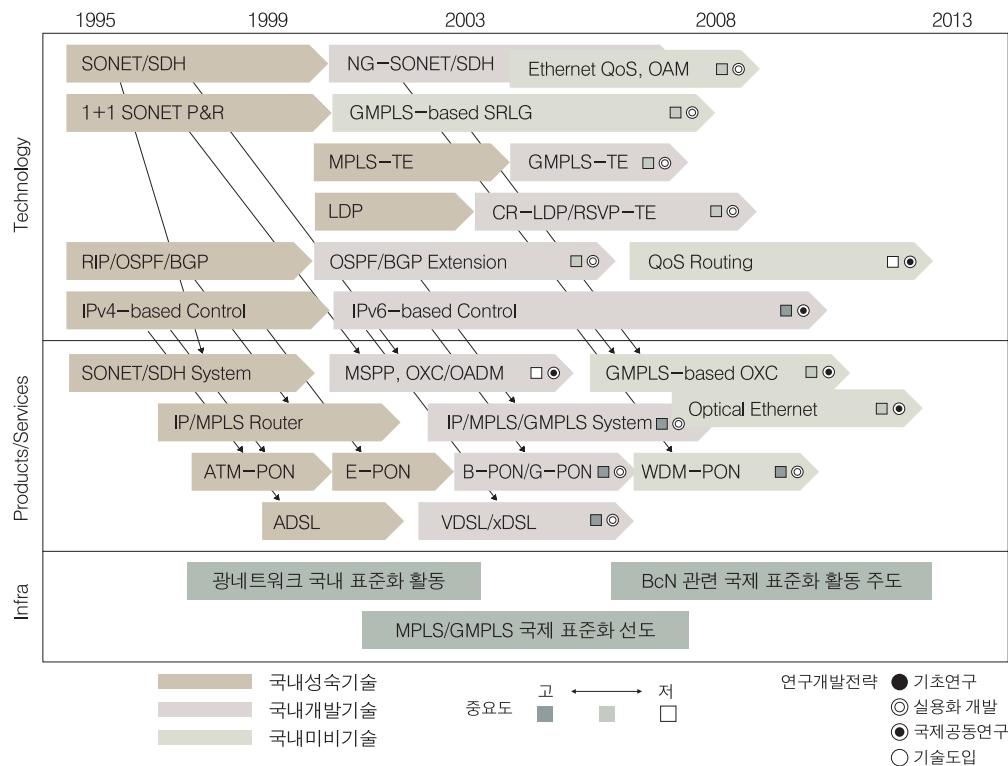
- Optical Ethernet 기술은 다가오는 NGN의 통합망 환경에서 기존 SONET/SDH 망의 단점을 보완해주고, 단말 접속 능력이 매우 좋은 가장 성장 가능성이 높은 분야이다.
- 또한, 지난 ITU-T WTS2004 회의에서 Ethernet 기술의 전략적인 중요성에 대하여 충분한 공감대가 형성 되었으며, 기존 SONET/SDH 망을 대체할 가장 유력한 전달망 기술로 평가하고 있다. 따라서 Optical Ethernet 기술이 SONET/SDH의 장점인 보호 절체 및 OAM 등에 유사한 능력을 가지게 되면, 기존 대부분 망 들이 Ethernet 기술을 사용하게 될 것이다. 특히, 유,무선 단말 접속 능력이 매우 우수하여, E2E QoS 제 공을 위한 솔루션이 완성이 되면, NGN 환경에서 가장 각광을 받을 기술이다.

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- IPR 확보방안

- 현재 Metro Ethernet 분야는 타국이 주요 시장을 장악하고 있으나 이를 BcN의 유,무선 통합 환경과 백본망 의 캐리어급 Ethernet QoS 기술을 적용하여 종단간 End-to-End QoS를 위한 솔루션은 아직 고려하고 있지 못하기 때문에 우리나라가 관련 기술 특허를 확보하고, 국내 광 가입자 시장부터 Optical Ethernet 기술을 실 질적으로 적용하면 이는 단순히 시장 선점 효과뿐만 아니라 나아가 다른 나라도 광 가입자 망에 Optical Ethernet 기술을 적용할 경우에 국내 산업계가 국제 시장에 진출할 수 있는 가장 좋은 환경이 조성될 것이다.

3.3.4. 장기 표준화로드맵(10년 기술예측)



Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

[국내외 관련 표준 대응리스트]

| 요소 기술 | 표 준 명 | 기구 (업체) | 제정 연도 | 제개정 현황 | 국내 관련표준 | 국내 추진기구 |
|---------------------|---|----------|-------|--------|---------------|------------|
| GMPLS 망 구조 기술 | 광인터넷프레임 구조 | IETF2001 | | | | TTA |
| | GMPLS 구조 | IETF | 2002 | | | TTA |
| | SDH/SONET 네트워크를 GMPLS 기반에서 제어하기 위한 프레임워크 | IETF | 2002 | | | TTA |
| | SONET/SDH의 제어에 필요한 GMPLS의 확장 | IETF | 2002 | | | TTA |
| | 비표준 SONET/SDH의 제어에 필요한 GMPLS의 확장 | IETF | 2002 | | | TTA |
| | 사업자 관점에서 본 광서비스 요구사항 | IETF | 2002 | | | TTA, KT |
| | 2계층 가상 사설망 프레임워크(L2 VPN Framework) | IETF | 2004 | | | TTA |
| | IP 기반 가상 사설망의 프레임워크 (A Framework for IP based VPN) | IETF | 2004 | | | TTA |
| | MPLS IP 가상 사설망 구조 (A core MPLS IP VPN Architecture) | IETF | 2004 | | | TTA, LG 전자 |
| | | | | | | |
| GMPLS 기반 보호/복구 기술 | GMPLS기반 보호/복구 기술광인터넷 절제 및 복구절차 | IETF | 2001 | | | TTA |
| | 자동 교환 광네트워크 구조 | ITU-T | 2002 | | TTAS.IT-G8080 | TTA, KT |
| | GMPLS 복구 메커니즘 분석 | IETF | 2003 | | | TTA |
| | Generalized MPLS 복구 기능 규격 | IETF | 2003 | | | TTA |
| GMPLS OAM 및 링크관리 기술 | GMPLS 보호 및 절제 용어 | IETF | 2003 | | | TTA |
| | LMP 프로토콜 규격 | IETF | 2002 | | | TTA |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| GMPLS 신호 프로토콜 | GMPLS 신호프로토콜-RSVP-TE | IETF | 2001 | | | TTA |
| | GMPLS 신호프로토콜-LDP, CR-LDP | IETF | 2001 | | | TTA |
| | 광인터넷에서 GMPLS 프로토콜 | IETF | 2001 | | | TTA |
| | 광 UNI 신호절차 | OIF | 2001 | | | TTA |
| | CR-LDP에서 비번호링크신호방식 | IETF | 2003 | | | TTA |
| | RSVP-TE 에서 비번호 링크 신호방식 | IETF | 2003 | | | TTA |
| FTTH | ADSL/VDSL | ITU-T | 2001 | | | TTA |
| | Ethernet-PON | FSAN | 2001 | | | TTA |
| | WDM-PON | FSAN | 2005 | | | TTA |
| Optical Ethernet | Ethernet Architecture | ITU-T | 2003 | | | TTA |
| | Ethernet-based NGN QoS | ITU-T | 2005 | | | TTA |
| | IP Access Network에서 QoS 구조 | ITU-T | 2003 | | | TTA |

[참고문헌]

[1] <http://www.itu.int/>

[2] <http://www.ietf.org/>

[3] Bala Rajagopalan, et al., "IP over optical networks: a framework," IETF internet- draft <draft-ietf-ipo-framework-04.txt>, Mar. 2003, work in progress.

[4] C. Qiao, "Labeled optical burst switching for IP over WDM integration", IEEE Comm. Mag., Sept. 2000, pp.104~114.

[5] Gyu Myoung Lee, Jun Kyun Choi, "Evolutional architecture of control plane for optical IP network," Proceedings of COIN 2002, pp. 25-27, July 2002.

[6] Chunsheng Xin, et.al, "On an IP-centric optical control plane," IEEE Comm. Mag. Sep. 2001.

[7] L. Andersson, et al, "LDP specification," RFC3036, Jan. 2001

[8] D Awduche, J. Malcolm, J. Agogbua, M. O' Del, J, McManus, "Requirements for Traffic Engineering Over MPLS," RFC 2702, September 1999

[9] Daniel O. Awduche, Yakov Rekhter, et.al. "Multi-Protocol Lambda Switching: Combining MPLS Traffic Engineering Control with Optical Cross-connects" Internet Draft <draft-awduche-mpls-te-optical-03.txt> July 2004

[10] Y.1306/G.8010, Architecture of Ethernet Layer Networks

[11] Y.1307/G.8011, Ethernet over Transport – Ethernet services framework

[12] Y.1307.1/G.8011.1, Ethernet private line service

[13] Y.1308/G.8012, Ethernet UNI and Ethernet over Transport NNI

[14] Y.1415, Ethernet-MPLS network interworking – User plane interworking

[15] Y.1730, Requirements for OAM functions in Ethernet-based networks and Ethernet service