

## [전송통신] MPLS-TP(Multi-Protocol Label Switching-Transport Profile) 표준화 현황

### MPLS-TP란?

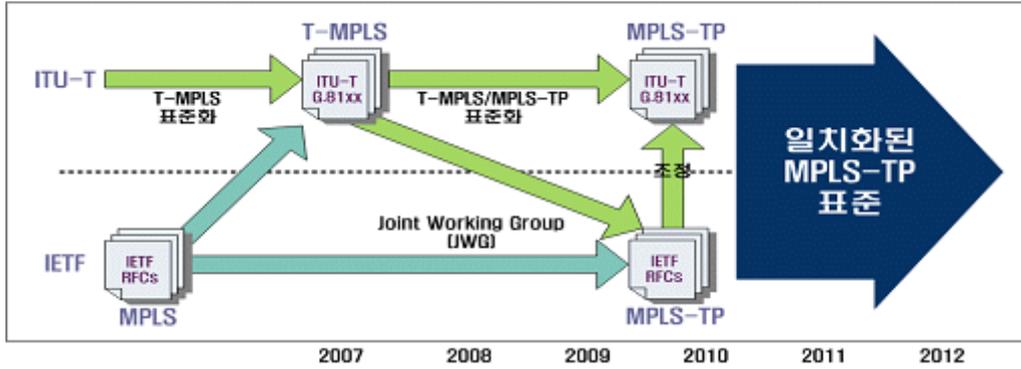
MPLS(Multi-Protocol Label Switching: 멀티 프로토콜 레이블 스위칭) 기술은 IETF에서 표준화한 기술로 IP 패킷 스위칭의 비효율성을 개선하기 위해 2.5 layer 기능으로 다양한 서비스들의 패킷을 레이블화하여 연결 지향적 패킷 서비스를 제공하는 기술이다.

한편 WDM 전송망의 전개와 더불어 이러한 광망을 통한 패킷 서비스 및 다양한 TDM 서비스의 연결 지향적 전송 기능 요구로 인해 어떤 종류의 클라이언트 트래픽(Multi-Service)들에 대해서도, 다양한 서비스 망 스케일(Scalability) 내에서도, 단위 비트당 가장 적은 비용(Cost-Efficiency)으로, 이들을 신뢰(Quality)할 수 있게 집약하는 전송 인프라의 필요성이 제기되었다. 이를 위해 ITU-T SG15와 IETF간 연합 표준화 작업 그룹(MPLS-TP JWT: Joint Working Team)에 의해 MPLS-TP 표준화 작업이 시작되었다. 즉 MPLS-TP는 기존의 MPLS 아키텍처와 포워딩 기능은 그대로 유지하면서 전송에 필요한 프로파일을 취하고 OAM 및 프로텍션의 기능적 개선을 통한 전송 인프라의 새로운 패러다임으로 패킷서비스 기반에서 값싸며 운용측면에서 융통성이 있고 효율적인 전송망을 제공하는 것이 주된 목적이다.

ITU-T SG15와 IETF에 의해 개발되고 있는 MPLS-TP의 해당 표준화 내용은 운용유지보수(OAM: Operation, Administration and Maintenance), 생존성(survivability), 망운영(network management), 그리고 제어평면 프로토콜(control plane protocol) 개발 등을 포함한다.

### 표준화 작업 현황

현재 MPLS-TP에 대한 표준화는 ITU-T SG15 Q12(Transport network architectures), Q9(Transport equipment and network protection/restoration), Q10(OAM for transport networks), Q14(Management and control of transport systems and equipment)와 IETF MPLS WG, PWE3 WG, CCAMP WG으로 구성된 연합 표준화 작업 그룹에서 일치화된 표준화 작업을 추진하고 있다. 위에서 언급한 표준화의 주요 분야에 대한 표준화 과정은 전송망 적용을 위한 ITU-T의 요구사항을 반영하여 IETF 내에서 두 기관의 전문가들이 해당 표준화 분야의 요구사항(Requirement)을 정의한 후, 각 분야별 요구사항에 따라 IETF 해당 WG에서는 ITU-T의 지속적인 검토 의견을 반영하여 프로토콜을 개발, IETF 표준화 절차에 의해 분야별 RFC로 표준화한 후, 다시 그 표준을 ITU-T SG15 해당 Question에서 ITU-T의 권고안 채택 절차에 따라 국제 권고로 채택하여 두 기관이 일치화된 국제표준으로 활용하는 형태이다. 이에 대한 내용을 그림으로 표시하면 아래 <그림 1>과 같다.



<그림 1> ITU-T/IETF MPLS-TP 융합 표준화

ITU-T SG15와 IETF의 해당 WG간 MPLS-TP를 표준화하기 위한 표준화 이력은 다음과 같다. 먼저 ITU-T에서는 ITU-T SG15에서 2005년도에 T-MPLS라는 권고안 이름으로 해당 표준화를 시작하였다. 이는 전송망 기술의 발전에 따른 연결 지향적 패킷 전송 망 기술의 패러다임을 제공하기 위해 IETF에서 정의한 MPLS의 전송 프로파일을 활용하고, ITU-T SG13의 표준화 작업 경험 및 기술을 응용한 전송 기반 OAM 및 보호 기능을 첨가하여 패킷 기반 전송망 인프라로 표준화하려는 의도였다. 2006년에 T-MPLS 구조라 불리는 패킷 전송망 권고안이 다음 <표 1>과 같이 개발되었고, 2008년부터 China Mobile, China Telecom, Telecom Italia 등을 중심으로 T-MPLS 장비를 구축하기에 이르렀다.

<표 1> ITU-T SG15의 T-MPLS 표준화 현황

표준화분야	권고명
프레임워크 및 구조 (Framework and Architecture)	G.8101/Y.1355: Terms and definitions for MPLS transport profile(07/2010)
	G.8110/Y.1370: MPLS layer network architecture(01/2005)
	G.8110.1/Y.1370.1: Architecture of Transport MPLS (T-MPLS) layer network(11/2006)
	G.8112/Y.1371: Interfaces for the Transport MPLS (T-MPLS) hierarchy(10/2006)
보호 (Protection)	G.8121/Y.1381: Characteristics of Transport MPLS equipment functional blocks(03/2006)
보호 (Protection)	G.8131/Y.1382: Linear protection switching for transport MPLS (T-MPLS) networks(02/2007)
망운영 (Network Management)	G.8151/Y.1374: Management aspects of the T-MPLS network element(10/2007)

한편 OAM 기능의 표준화를 담당하였던 ITU-T SG13에서는 2007년 4월에 T-MPLS를 위한 OAM 권고안을 개발하여 SG13 총회에서 권고안으로 동의되었으나 그 다음해인 2008년 1월 총회에서 해당 권고안으로 승인되지 못하는 결과를 가져왔다. 이는 T-MPLS의 OAM 패킷 형식이 기존 MPLS 장비에서 인식될 수 없음에도 불구하고 기존 MPLS에서 사용하는 경보용 레이블(Alert Label)을 T-MPLS의 OAM을 위한 레이블로 사용하고자 함으로써 T-MPLS 망이 기존 MPLS 망에 잘못된 영향을 줄 수 있다는 우려를 포함한 여러 가지 기술적인 이슈가 원인이었으나, 그

이면에는 IETF와 ITU-T간의 표준화 주도권 다툼 및 표준화 이해 당사자 간의 해당 기술 적용 장비의 준비 여부에 따른 이해관계 등의 정치적인 이유가 있었다. 이에 대한 해결책으로 IETF와 ITU-T가 기존 MPLS 아키텍처에 부합하는 패킷 전송 기술로서 MPLS-TP란 이름의 표준 및 권고안을 공동 개발하기로 합의함에 따라 2008년 2월의 ITU-T SG15 총회에서 JWT를 구성하여 그해 4월부터 합동으로 표준화 작업을 시작하여 현재까지 진행되고 있다. 현재 IETF의 MPLS-TP 관련 해당 WG에서 표준화 문서는 10개의 RFC, 50여 개의 WG 및 개인 드래프트들이 작성되어 있다. 2011년 2월 현재 ITU-T 및 IETF의 MPLS-TP 관련 표준화 작업 현황은 다음 <표 2>, <표 3>과 같다.

<표 2> IETF의 MPLS-TP 표준화 현황

표준화 분야	표준명	비고
요구사항 (Requirements)	RFC5654 (Requirements of an MPLS Transport Profile)	ITU-T 동의 및 의견 합의 (G.8110.1에 반영)
	RFC5860 (Requirements for Operations, Administration, and Maintenance (OAM) in MPLS Transport Networks)	ITU-T 동의 및 의견 합의
	RFC5951 (Network Management Requirements for MPLS-based Transport Networks)	ITU-T 동의 및 의견 합의 (G.8151에 반영)
프레임워크 (Frameworks)	RFC5921 (A Framework for MPLS in Transport Networks)	ITU-T 동의 및 의견 합의 (G.8110.1에 반영)
	RFC5950 (Network Management Framework for MPLS-based Transport Networks)	ITU-T 동의 및 의견 합의 (G.8151에 반영)
	draft-ietf-mpls-tp-oam-framework-11 (Operations, Administration and Maintenance Framework for MPLS-based Transport Networks)	드래프트 작업 중
	draft-ietf-mpls-tp-security-framework-00 (MPLS-TP Security Framework)	
	draft-ietf-mpls-tp-survive-fwk-06 (Multiprotocol Label Switching Transport Profile Survivability Framework)	
	draft-ietf-ccamp-mpls-tp-cp-framework-06 (MPLS-TP Control Plane Framework)	
draft-fbb-mpls-tp-p2mp-framework-02	드래프트 작업 중	
데이터 평면 (Data Plane)	RFC5960 (MPLS Transport Profile Data Plane Architecture)	ITU-T 동의 및 의견 합의 (G.8110.1에 반영)
	RFC5586 (MPLS Generic Associated Channel)	
	draft-ietf-mpls-tp-identifiers-03 (MPLS-TP Identifiers)	드래프트 작업 중
	draft-ietf-mpls-tp-uni-nni-03 (MPLS Transport Profile User-to-Network and Network-to-Network Interfaces)	
draft-ietf-pwe3-mpls-tp-gal-in-pw-00 (Using the Generic Associated Channel Label for Pseudowire in MPLS-TP)		

운용유지보수 (OAM)	draft-ietf-mpls-tp-cc-cv-rdi-03 (Proactive Connectivity Verification, Continuity Check and Remote Defect indication for MPLS Transport Profile) draft-ietf-mpls-tp-fault-03 (MPLS Fault Management OAM) draft-ietf-mpls-tp-li-lb-00 (MPLS Transport Profile Lock Instruct and Loopback Functions) draft-ietf-mpls-tp-csf-00 (Indication of Client Failure in MPLS-TP) draft-ietf-mpls-tp-loss-delay-profile-02 (A Packet Loss and Delay Measurement Profile for MPLS-based Transport Networks) draft-ietf-mpls-tp-lsp-ping-bfd-procedures-01 (LSP-Ping and BFD encapsulation over ACH) draft-ietf-mpls-tp-on-demand-cv-02 (MPLS On-demand Connectivity Verification and Route Tracing)	IETF OAM Toolkit으로 개발 중
	draft-boutros-pwe3-mpls-tp-mac-wd-00 draft-boutros-pwe3-mpls-tp-ms-pw-00 draft-farrel-mpls-tp-mip-mep-map-03 draft-flh-mpls-tp-oam-diagnostic-test-02 draft-xiao-mpls-tp-throughput-estimation-01 draft-zhang-mpls-tp-path-segment-monitoring-01	드래프트 작업 중
	draft-bhh-mpls-tp-oam-y1731-06 (MPLS-TP OAM based on Y.1731)	ITU-T G.tpoam 초안에 반영
생존성 (Survivability)	draft-ietf-mpls-tp-linear-protection-04 (MPLS-TP Linear Protection)	IETF 방안으로 개발 중
	draft-liu-mpls-tp-p2mp-shared-protection-00 draft-liu-mpls-tp-ring-protection-01 draft-weingarten-mpls-tp-ring-protection-04 draft-zhl-mpls-tp-sd-03	드래프트 작업 중
	draft-zulr-mpls-tp-linear-protection-switching-02 (Linear Protection Switching in MPLS-TP) draft-umansky-mpls-tp-ring-protection-switching-03 (MPLS-TP Ring Protection Switching (MRPS)) draft-cheung-mpls-tp-mesh-protection-02 (MPLS-TP Shared Mesh Protection)	ITU-T G.8131, G.8132 및 G.smp 초안에 반영
제어 평면 (Control Plane)	draft-ietf-ccamp-rsvp-te-mpls-tp-oam-ext-04 (Configuration of pro-active MPLS-TP Operations, Administration, and Maintenance (OAM) Functions Using RSVP-TE) draft-ietf-mpls-lsp-ping-mpls-tp-oam-conf-00 (Configuration of pro-active MPLS-TP Operations, Administration, and Maintenance (OAM) Functions Using LSP Ping)	드래프트 작업 중
	draft-bao-pwe3-pw-transfer-00 draft-cao-pwe3-mpls-tp-pw-over-bidir-lsp-01 draft-zhang-mpls-tp-pw-oam-config-03 draft-zhang-mpls-tp-rsvpte-ext-associated-lsp-02 draft-manral-mpls-tp-lmp-test-01	드래프트 작업 중
망관리 (Network Management)	RFC5718 (An In-Band Data Communication Network For the MPLS Transport Profile)	ITU-T 동의 및 의견 합의 (G.8151에 반영)
	draft-ietf-mpls-tp-mib-management-overview-02 (Multiprotocol Label Switching Transport Profile (MPLS-TP) MIB-based Management Overview)	드래프트 작업 중
	draft-vkst-mpls-tp-te-mib-00	-

기타	RFC5317 (Joint Working Team (JWT) Report on MPLS Architectural Considerations for a Transport Profile) RFC5704 (Uncoordinated Protocol Development Considered Harmful)	드래프트 작업 중
	draft-ietf-mpls-tp-rosetta-stone-03 (A Thesaurus for the Terminology used in Multiprotocol Label Switching Transport Profile (MPLS-TP) drafts/RFCs and ITU-T's Transport Network Recommendations) draft-ietf-mpls-tp-oam-analysis-03 (OAM functions in MPLS based transport network) draft-ietf-opsawg-mpls-tp-oam-def-07 (Guidelines for the use of the OAM acronym in the IETF)	드래프트 작업 중
	draft-fang-mpls-tp-use-cases-and-design-02 draft-sprecher-mpls-tp-migration-03 draft-tsb-mpls-tp-ach-ptn-00 draft-fang-mpls-tp-oam-considerations-01	드래프트 작업 중

<표 3> ITU-T의 MPLS-TP 표준화 현황

표준화 분야	표준명	비고
요구사항 (Requirements)	G.8121/Y.1381: Characteristics of Transport MPLS equipment functional blocks	개정 작업 중
프레임워크 (Frameworks)	G.8110/Y.1370: MPLS layer network architecture	개정 작업 중
	G.8101/Y.1355: Terms and definitions for MPLS transport profile(MPLS-TP)	개정 작업 중
	G.8110.1/Y.1370.1: Architecture of MPLS-TP Layer Network	개정 AAP 과정 중
	G.8112/Y.1371: Interfaces for the MPLS-TP Hierarchy	개정 작업 중
운용유지보수 (OAM)	OAM (G.tpoam): Operation and maintenance mechanism for MPLS-TP layer networks	초안 TAP 과정 중
생존성 (Survivability)	G.8131/Y.1382: MPLS-TP linear Protection	개정 작업 중
	G.8132/Y.1383: MPLS-TP Ring Protection	초안 작업 중
제어 평면 (Control Plane)	G.7713.2/Y.1704.2: Distributed Call and Connection Management (DCM) - RSVP-TE Implementation	개정 작업 중
	G.7713.3/Y.1704.3: Distributed Call and Connection Management (DCM) - CR-LDP Implementation	개정 작업 중
망관리 (Network Management)	G.8151/Y.1374: Management aspects of the MPLS-TP network element	개정 작업 중
	G.8152/Y.1375: Protocol-neutral management information model for the MPLS-TP network element	초안 작업 중
기타	G.8060/Y.1346(G.ptneq):Types and Characteristics of Packet Transport Networks (PTN) Equipment	초안 작업 중

### 표준화 과정에서의 문제점 및 향후 진행 방향

협동 작업으로 표준화 과정에 있어 가장 문제가 되는 부분은 운용유지보수(OAM)과 보호(Protection) 부분이다. OAM 부분에서는 장비 제조업체 및 망운용 사업자들의 이해관계에

따라 IETF의 IP/MPLS OAM 기반을 선호하여 기존 BFD, LSP-Ping, Traceroute 등을 기능을 보완하는 Toolkit 중심으로 표준화를 주장하는 진영과, ITU-T에서 전통적인 전송망의 OAM 체계를 따라 개발되었고 이미 실제 망 운용을 통해 검증된 Y.1731 이더넷 OAM을 기반으로 MPLS-TP OAM 표준화를 주장하는 진영이 첨예하게 대립하고 있다.

두 번째 쟁점은 보호 부분인데 이 부분 역시 IETF 표준 전문가 중심의 장비 제조업체 및 망운용 사업자는 IETF 내에서 새로운 선형 및 링 보호 표준을 개발하려고 하고 ITU-T 표준 전문가 중심의 진영은 전통적인 전송망의 보호 체계를 따라 개발된 T-MPLS 선형 및 링 보호를 MPLS-TP에 적용할 것을 주장하는 상황이다.

최근 SG15 회의(2011년 2월 14일~25일, 스위스 제네바)에서는 MPLS-TP OAM에 대해서 많은 논의가 이루어지고 결국 폐막총회에서 오후 늦게까지 조율작업 이루어지지 않아 투표에 의해 표준화가 진행되는 사상초유의 사태가 발생하였다. IETF측의 안은 IP/MPLS OAM 기반을 선호하여 기존 BFD, LSP-Ping, Traceroute 등을 기능을 보완하는 Toolkit 중심으로 표준화를 주장하였고, ITU-T측에서는 전통적인 전송망의 OAM 체계를 따라 개발되었고 이미 실제 망 운용을 통해 검증된 Y.1731 이더넷 OAM을 기반으로 MPLS-TP OAM 표준화를 주장하는 진영이 첨예하게 대립하였다. IETF안은 미국, 영국, 캐나다, 이스라엘 등이 강력하게 지지하였고, ITU-T안은 중국, 이탈리아, 러시아, 한국 등이 지지하였다.

회의 기간 내에 합의가 이루어지지 않아, 마지막 SG15 Plenary에서 WP3 Plenary에서 작성해 온 안에 대해 이견을 줄이지 못하고 투표에 들어가 한국이 지지한 ITU-T 안으로 결정되었고(7대 4, 나머지 국가는 기권이거나 불참) 이는 IETF와 ITU-T가 각각 MPLS-TP OAM을 표준화하고 ITU-T에서 IETF에서 개발하는 OAM 표준을 향후 추진 표준화하는 형태로 결정되어, 이 과정에서 MPLS-TP에 관련된 MPLS-TP 구조(G.8110.1) 및 MPLS-TP OAM(G.tpoam) 초안을 패키지로 consent하고 AAP(Alternative Approval Process)를 거치는 형태로 결정하기로 했으나, 미국 등의 강력한 반발로 양보하여 MPLS-TP OAM(G.tpoam)은 TAP 형태로 권고안을 검정하여 agreement하는 형태로 결정되었다.

협동작업팀(JWT)의 MPLS-TP 관련 표준화 완료의 최종 목표 시점이 2009년 7월이었으나 OAM 방법 및 선형 보호 및 링 보호 등에서 양측의 의견 차이가 심각하여 표준화 작업에 난항을 보이고 있다. 한편 MPLS-TP의 요구사항과 프레임워크 관련 대부분은 2011년에 대부분 완성될 것으로 전망되고 그 외 구체적인 동작 기능에 대한 문서는 <표 2> 및 <표 3>과 같이 2011년 후반 혹은 그 이후로도 작업이 계속될 것으로 예상된다.

## 우리나라의 입장

MPLS-TP 표준화 관련하여 지난번 개최된 SG15 정례회의(2011년 2월 14일~25일, 스위스 제네바)에서 OAM 및 보호 부분에서 한국 대표단의 공식적인 국가 입장으로는 ITU-T 측 주장 관점을 취하였다. 이는 한국 ITU-T 연구위원회 SG15 분과위원회 의견 및 국가의 이익을 대변하여 국가대표단 회의를 통해 결정하였는데, 그 이유는 ITU-T에서 추진하는 MPLS-TP

OAM은 전통적인 전송망의 OAM 체계를 따라 개발되었고 이미 실제 망 운용을 통해 검증된 Y.1731 이더넷 OAM을 기반으로 MPLS-TP OAM 표준화를 주장하는 내용이어서 국내 MPLS-TP 활용 사업자와 개발 기관을 고려하여 국익을 최대한 고려하여 반대 국가들의 시선을 의식하여 적극적으로 지지 표명을 피하는 형태로, 투표를 통해 간접적으로만 찬성 대응하였다. 향후 MPLS-TP OAM TAP과정에서 한국의 이익 및 개발내용을 포함하는 형태로 적극 대응하고 그 외 구체적인 동작 기능에 대한 권고안들에 대한 작업을 위해 국가 이익을 대변하여 적극적 참여 및 활동에 주력할 예정이다.

김성운 (부경대학교 정보통신공학과 정교수, kimsu@pknu.ac.kr)

정태식 (한국전자통신연구원 광네트워크연구팀 책임연구원, cts@etri.re.kr)

류정동 (한국전자통신연구원 광네트워크연구팀 책임연구원, ryoo@etri.re.kr)