

## [전송통신] 40G 이더넷 및 100G 이더넷 수용하는 광 전달망 신호 인터페이스 표준화

2010년 6월에 IEEE(미국 전기전자학회)에서 40G 이더넷 및 100G 이더넷 규격을 위한 IEEE 802.3ba 표준안이 최종 제정되었다. 반면, 국제표준화 기구인 ITU-T SG15에서는 40G 이더넷 및 100G 이더넷 규격이 IEEE에서 표준화되는 동시에, 40G 이더넷 및 100G 이더넷 신호를 광 전달망(OTN: Optical Transport Network)으로 전송하기 위한 인터페이스 규격을 함께 승인하는 것을 준비해왔다. 요구되는 속도와 신뢰성을 만족시키는 차세대 백본 네트워크 표준으로 자리 잡고 있는 광 전달망(OTN)은 100G 이더넷 LAN PHY를 지원할 수 있는 유일한 네트워크 백본 전송 계층 표준이다. 본 고에서는 2010년 6월 ITU-T SG15 표준화 회의에서 승인된 40G 이더넷 및 100G 이더넷 신호를 수용한 광 전달망 인터페이스 표준화 관련 쟁점 기술에 대해 요약한다.

### 40G 및 100G 광 전달망(OTN) 신호 표준화 동향

최근 ITU-T SG15 연구과제 11에서는 미래의 다양한 전송 신호를 수용하고 보장할 수 있는 범용 매핑 절차(GMP; Generic Mapping Procedure) 및 유동적 광 채널 데이터 유닛(ODUflex; flexible Optical channel Data Unit) 기술을 적용한 G.709 v3.0 권고안을 개발하였으며, 2009년 12월에 최종 제정(approval)되었다. 하지만, G.709 v3.0 개발 당시 IEEE 802.3에서 100G 이더넷 및 40G 이더넷 표준화가 최종 승인되지 않은 상태였기 때문에, 40G 이더넷 및 100G 이더넷 신호 수용 기술이 표준안 본문에 포함되지 않았다.

한편, G.709 v3.0이 승인됨에 따라 ITU-T SG15 연구과제 9에서는 2010년 6월 초에 승인(consent)된 광 전달망 장비의 기능 블록 특성을 다루는 G.798 v3.0 권고안 초안을 개발하였다. 40G 이더넷 및 100G 이더넷 규격인 IEEE 802.3ba 표준안이 예정대로 2010년 6월에 최종 제정됨에 따라, 2009년 6월 ITU-T SG15 회의에서는 G.709 Amendment 1 및 G.798 v3.0 권고안에 모두 40G 이더넷 및 100G 이더넷 신호를 광 전달망으로 전송하기 위한 인터페이스 규격을 추가하여 승인(consent)되었다.

### 100G 이더넷 신호 수용 기능 블록

100G 이더넷의 데이터 속도(Data rate)는 103.125 Gb/s이고, 이를 수용하기 위한 100G급 OTN 데이터 인터페이스 신호인 ODU4(Optical channel Data Unit level-4)의 데이터 속도는 대략 104.356 Gbit/s이다. 따라서 최근 표준화된 GMP 방식의 매핑을 통해서 ODU4에 100G 이더넷 신호를 직접 수용하여 광 전달망으로 전송하게 할 수 있다.

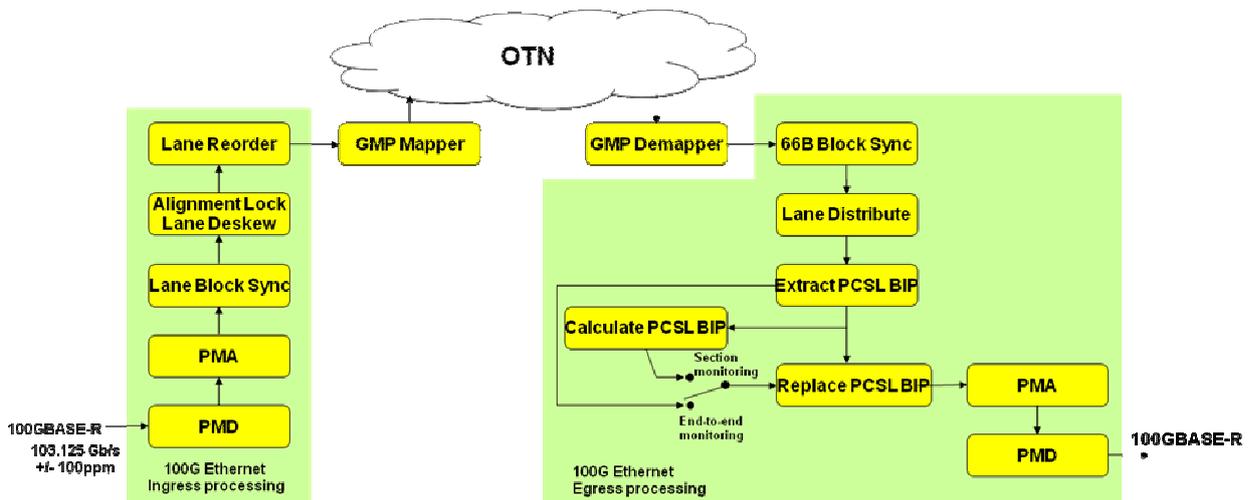
40G 및 100G 이더넷 신호를 광 전달망으로 전송 시에 요구되는 기능은 다음과 같다.

- timing transparent 전송
- 이더넷 신호 수신단에서 PCS(Physical Coding Sublayer) 레인 스큐 보상

- end-to-end 경로 구간 및 장비 구간에서의 PCS 레인별 성능 감시

이때 100G 이더넷 신호를 광 전달망으로 전송하기 위해 필요한 기능 블록은 <그림 1>과 같다. IEEE 802.3ba 표준안과 밀접한 관계를 가지고 있어서, BIP(Bit Interleaved Parity) 관련 몇몇 기능 블록을 제외한 나머지 블록들은 모두 100G 이더넷 LAN PHY에서 기본적으로 사용되는 블록이다.

2009년 1월 IEEE 802.3 회의에서 PCS 레인 마커에 레인 식별값 이외에 레인별 BIP 값을 추가하기로 결정하였다. 기존 sync header 오류 누적값은 한 링크에 대한 장기간 비트 오류율을 감시하는데 유용하지만, 예상되지 못한 비주기적인 오류 발생을 검출하기에 적합하지 않기 때문에, 기존 광 전달망에서 사용되어온 BIP 기술을 채택한 것이다. 이에 따라 광 전달망에서는 이러한 PCS 레인 BIP값을 보상해주거나 새로운 값으로 넣어주는 등의 추가 기능 블록이 정의되었다.



<그림 1> 100G 이더넷의 OTN으로 매핑 기능 블록

#### 40G 이더넷 신호 수용 기능 블록

40G 이더넷 신호 수용은 100G 이더넷 신호 수용과 약간 상황이 다르다. ODU4는 100G 이더넷 신호 수용을 모두 고려하여 데이터 속도가 정의되었지만, ODU3는 40G 이더넷이 표준화되기 오래전인 2002년에 이미 표준화된 신호이며, 이미 40G 광 전송 인터페이스로 사용되어 오고 있다. 즉, 40G 이더넷의 데이터 속도는 41.25 Gb/s인 반면에, 40G급 OTN 데이터 인터페이스 신호인 ODU3(Optical channel Data Unit level-3)의 데이터 속도는 대략 40.15 Gbit/s이다.

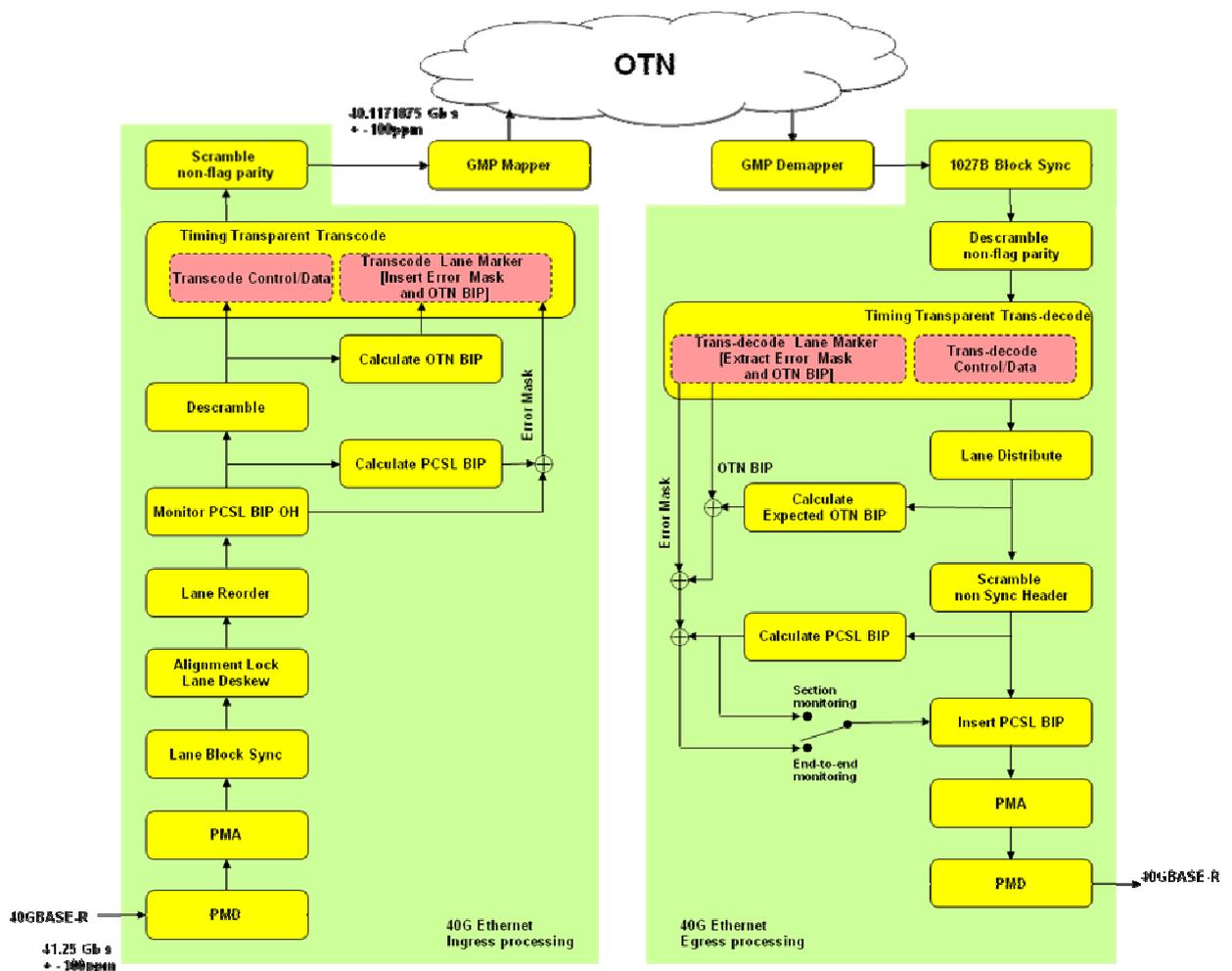
이와 같이 ODU3에 40G 이더넷 신호를 직접 수용할 수 없기 때문에 IEEE 802.3과 ITU-T SG15가 공조하여 timing transparent한 transcoding(부호화 변환) 기술을 표준화하였다. 즉, 64B/66B 블록 16개를 1024B/1027B 블록으로 부호화 변환하여, 40G 이더넷 신호 데이터

속도를 40.1171875 Gb/s (1027/1024 x 64/66 x 41.25 Gb/s)로 낮추어서 ODU3에 매핑 가능하게 하였다.

이와 같은 개념 아래 40G 이더넷 신호를 광 전달망으로 전송하기 위해 필요한 기능 블록은 <그림 2>와 같다.

이더넷 ingress블록에서는 timing transparent transcode 기능 블록과 변환된 1024B/1207B 블록을 스크램블링하는 스크램블 블록 및 PCS lane BIP값을 end-to-end 경로 구간까지 전달하기 위한 관련 BIP 블록들이 추가된다.

이더넷 egress블록에서는 1024B/1207B 블록을 찾아 디스크램블링하고 timing transparent trans-decode 기능을 수행한 후, PCS 레인 BIP값을 보상해주거나 새로운 값으로 만들어주는 BIP 관련 블록들이 적용된다.



<그림 2> 40G 이더넷의 OTN으로 매핑 기능블럭

## 결언

ITU-T SG15 6월 회의에서 40G 이더넷 및 100G 이더넷 신호를 광전달망에 수용하기 위해 G.709 Amendment 1 (광 전달망 신호 규격 및 인터페이스) 및 G.798 v3.0 (광 전달망 장비 기능 블록 특성) 권고안이 승인(consent)되었다. 이후 회원국 및 회원기관의 검토를 거쳐 2010년 내에 최종 제정(approval)될 것으로 전망된다.

이에 따라 광 전달망(OTN) 기술은 차세대 백본 네트워크의 핵심기술로 자리 잡게 되었으며, 2010년 중반에 ITU-T 및 IEEE에서 40G 및 100G 광 전송관련 표준이 최종 승인됨에 따라, 40G 및 100G 전송 장비 개발이 더욱 활기를 띠게 될 것으로 예상된다.

향후 beyond 100G를 위한 표준화가 시작될 경우에도 IEEE 802.3 워킹그룹과 ITU-T SG15는 서로 공동보조를 통해 표준화를 진행하게 될 것으로 예상된다.

신중윤 (한국전자통신연구원 광인터넷연구부 선임연구원, jyshin@etri.re.kr)

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