광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템 기술

정태식, 김홍주, 김선미, 주범순, 이종현
한국전자통신연구원

광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템 기술은 광 전송망, 회선 망, 패킷 전달망 계층을 하나로 통합한 시스템 기술로서, 패킷-회선 교환 전달, ROADM 광파장 교환 전달과 GMPLS 기반 통합제어 및 관리로 트래픽 폭증과 전송 용량 부족 현상을 해결하고, 망 구축 비용과 운용 비용(CAPEX/OPEX) 절감이 가능하여 최근 주목받고 있는 신 기술이다.

연 구 과 제 차세대 광전달망 구축을 위한 테라급 광-회선-패킷 통합스위칭 시스템 기술 개발
기 술 명 광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템 기술
개 발 기 간 2012.3.~2017.2.

Ⅰ. 기술 배경

멀티미디어 서비스의 확산과 스마트폰, 태블릿 PC 등의 모바일 서비스의 증가로 인터넷 데이터 트래픽은 가히 폭발적인 증가 상태이며, 시스코 백서에 따르면 2012~2017까지 트래픽은 1년에 평균 23% (CAGR) 증가하고, 사이언스 매거진에 의하면 2020년경 광전송기술 발전이 트래픽 증가 속도를 따라가지 못하는 '전송용량 부족' (capacity crunch) 상황이 예측되고 있다.

이러한 데이터 트래픽의 폭증과 전송용량 부족으로 통신사업자의 설비 증설이 계속적으로 요구되고 있으나, 망 구축 비용과 운용비용의 증가로 수익은 정체 내지 감소하는'트래픽 증가 대비 수익의 탈 동조화 현상'이 발생하고 있어 통신사업자가 신규 설비 투자를 주저하고 있는 상황이다.

또한 현재의 사업자 전달망은 광 전송망, 회선 망, 패킷 전달망이 각각 계층 별로 개별적으로 설치 및 운용되고 있어, 망 관리가 복잡하고, 장비를 설치하는 상면적이 커서 시설 확장이 용이하지 않으며 네트워크 장비의 소비 전력도 해마다 증가하는 문제점을 내포하고 있다. 이러한 당면 현안들을 해결하고 사업자의 투자 여건을 우호적으로 조성하는 기술로 최근 주목 받고 있는 기술이 광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템 기술이다.

Ⅱ. 기술 개념

현 통신 사업자 전달망의 구조적인 문제점을 해결하기 위해서는 각 계층별로 설치된 네트워크 장비의 제어 관리 단순화와 장비 설치 상면적과 전력 소비량을 최소화할 수 있는 통합 네트워크와 통합 장비의 중요성이 부각되고 있다. 또한 클라우드 네트워크 환경으로의 전환이 확대되면서 IDC 내/간 접속에서 요구하는 저지연, 고품질, 확장성, 자동 장애복구 등이 보장되는 네트워크 기술에 대한 수요가 증대되고 있다.

광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템 기술은 〈그림 1〉에서 보는 바와 같이 하나의 장비에서 ROADM 광파장 교환 전달, 패킷-회선 교환 전달과 GMPLS 기반 통합 제어 및 관리 기능을 수행하면서, 광 전송망(Layer 0), 회선 망(Layer 1), 패킷 전달망(Layer 2) 계층을 하나의 장비에 통합하여 네트워크 구조의 단순화, 네트워크 제어 지능화, 네트워크 용량의 광대역화를 구현한다.

Ⅲ. 기술 개발

한국전자통신연구원(ETRI)과 국내 공동연구 산업체(코위버, 우리넷, 텔레필드)는 전달망 시스템의 발전 추세를 반영하여 ROADM 기반 100G급 광전송기술, switched-OTN 기술, MPLS-TP 기술로 진화하는 패킷 전달 기술을 단일 시스템으로 통합하고, 레이어 통합 자동 제어/관리를 통해 망 자원 활용의 효율성을 향상시켜 네트워크 구축 및 운용 비용을 절감하는 광-

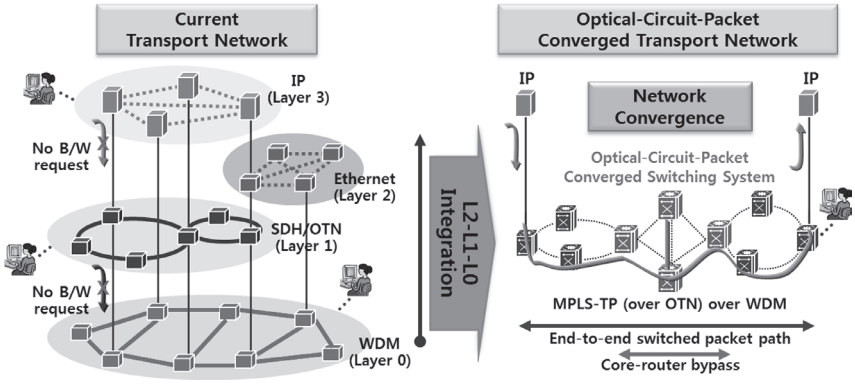

그림 1. 광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템의 개념

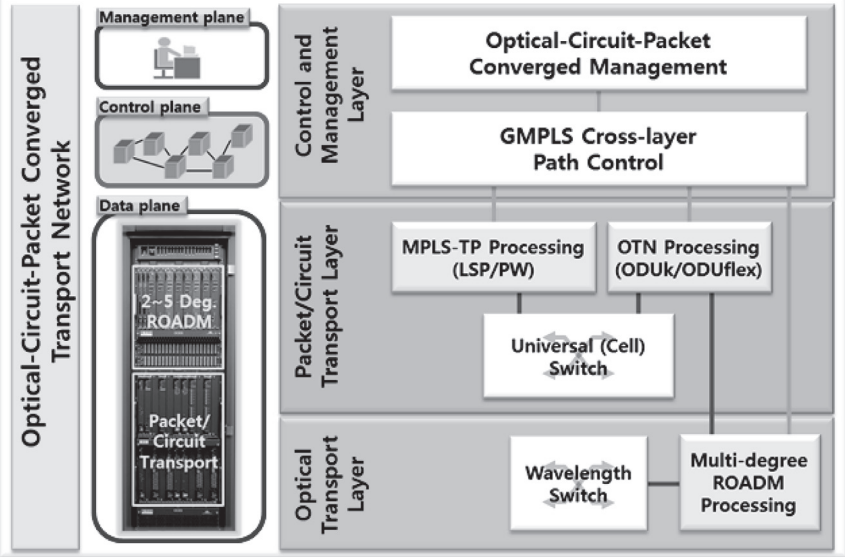

그림 2. 광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템의 주요 기술

회선-패킷 통합 스위칭 시스템을 연구 개발 중에 있다.

각 계층 별로 개별적으로 설치/운용되고 있는 현 전달망을 〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 광-회선-패킷 (L0-L1-L2) 레이어 통합 장비와 통합 전달망 형태로 전환하여 CAPEX/OPEX 절감과 고품질/대용량의 전달 성능을 제고하고, 회선(SONET/SDH) 기반에서 연결지향형 패킷(MPLS-TP) 기반으로 전달 방식을 전환하여 통계적 다중으로 효율성을 증가시키면서 패킷 품질 및 신뢰성을 확보하고, 교환 방식으로 패킷과 OTN 데이타를 단일 스위치 패브릭에서 가능하게 함으로써 패킷 및 OTN 데이터 혼용 수용을 통한 비용 절감과 운용의 편의성을 높일 수 있으며, 다계층 통합 제어 및 관리를 통해 네트워크 자원 사용의 효율성을 증가시킬 수 있으며, 운용비용을 절감할 수 있다.

GMPLS 기반 통합제어기술은 광(WDM), 회선(OTN), 패킷(MPLS-TP) 계층으로 구성된 다계층에서 상위 계층 서비스를 위한 하위 계층 자원의 자동 할당 및 제어를 제공함으로써, 불필요한 사전 할당을 제거하고 고가의 네트워크 자원 활용률을 극대화할 수 있는 기술이다. GMPLS 프로토콜을 이용한 다계층 경로 자원 제어 기능은 노드 내 상위 계층에서 경로 자원 부족 시 하위 계층의 경로 설정 및 경로 자원을 운용하는 레이어 간 (cross-layer) 제어 기능, 노드 간 동일 계층 내에서 경로 설정 및 경로 자원을 운영하는 레이어 내(per-layer) 제어 기능으로 구분한다.

MPLS-TP 기반 패킷 전달 기술은 패킷 전달 경로의 신뢰성을 회선망 수준으로 높이기 위해 MPLS 포워딩 방식을 유지하면서 연결지향형 특성을 제공하는 OAM 및 보호절체 기능을 개선한 것으로, 현재 ITU-T/IETF에서는 MPLS-TP OAM 표준화를 완료하고, MPLS-TP 보호절체 기술에 대한 표준화를 진행하고 있다. ETRI는 ITU-T/IETF 양대 표준화 기구에서 MPLS-TP 보호절체 기술에 대한 에디터로 활동하고 있으며, 관련 기술의 국제 표준화를 주도하고 있다. 또한 ETRI는 국산 MPLS-TP 장비가 국내 통신사업자 망에 조기 진입할 수 있도록 관련 기술에 대한 국내 고유 표준을2013년 제정하였다.

OTN 광전달 전송계위는 ITU-T에서 표준화가 진행되고 있으며, 최근에는 GbE을 직접 매핑하는 ODU0, n x 1.25G (n=1~80)의 ODUflex, GMP라는 매핑 방식이 표준화되었다. 따라서 OTN 기반 광전달망은 파장 단위 이하의 ODUk 대역으로 스위칭이 가능한 Switched OTN 구조로 발전하면서 대역폭을 효과적으로 배분할 수 있고 저지연 트래픽 서비스가 가능하다는 장점이 있다. OIF에서는 패킷 기반의 스위치 패브릭을 통해 ODUk 신호를 스위칭할 수 있는 OFP (OTN over Packet Fabric Protocol) 방식을 표준화하여 패킷 스위치와 OTN 스위치의 통합을 가능하게 하였다.

ROADM 기술은 최근 광파장은 100G 신호를 수용하는 추세이며 자유도(freedom of degree)는 멀티 degree 형태의 광신호 레벨의 광 분배 (cross-connection)가 가능한 구조로 확장되고 있다. ROADM은 파장과 관계없는 분기/결합(C: Colorless), 방향과 상관없는 채널 연결(D: Directionless) 구조의 CD ROADM 기능 조합 형태로 개발 중에 있다.

IV. 시장 전망

광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템은 수년 내에 통신사업자의 핵심 네트워크 장비가 될 것으로 예상되고 있으며, 관련 시장규모도 연평균 7.6%로 성장하여, 2017년에는 310억 달러 규모에 이를 것으로 전망되고 있다.

V. 활용 분야

광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템은 사업자의 전달망 노드 장비 뿐만 아니라 고가용성 데이터 센터 연결, 실시간 고신뢰 클라우드 네트워킹, ALL-IP를 위한 패킷 기반 무선백홀 집선, 저비용 저전력 고신뢰 국가 공공망 구축 및 자가망 구축, DELAY-Sensitive 엔터프라이즈 서비스 망 등에 활용이 가능하다.

약 력

정 태 식

1993년 연세대학교 공학사
1995년 연세대학교 공학석사
2000년 연세대학교 공학박사
2000년~현재 한국전자통신연구원
광전달망시스템연구실 책임연구원
관심분야: 초고속 회로/시스템 설계,
패킷 전달망 기술

김 홍 주

1983년 경북대학교 공학사
1985년 경북대학교 공학석사
1999년 한국과학기술원 공학박사
1985년~2000년 한국전자통신연구원 선임연구원
2000년~2003년 ㈜텔리언 기술이사
2004년~2014년 한국전자통신연구원
광전달망시스템연구실 책임연구원
2014년~현재 코위버㈜ 연구소 기술고문
관심분야: 광대역 전송 기술, 광-회선-패킷 통합
스위칭 시스템 기술

김 선 미

1991년 충남대학교 이학사
1993년 포항공과대학교 공학석사
1993년~1996년 한국전자통신연구원 연구원
1996년~1998년 ㈜ 한솔PCS 연구원
1998년~2005년 ㈜ 코어세스 부장
2005년~현재 한국전자통신연구원
광네트워크제어연구실장 책임연구원
관심분야: 광-회선-패킷 통합 전달망 기술,
유선 네트워크 제어 프로토콜,
네트워크 시스템 소프트웨어

주 범 순

1983년 서울대학교 공학사
1999년 한국과학기술원 공학석사
1984년~현재 한국전자통신연구원
광전달망시스템연구실장, 책임연구원
관심분야: 초고속 시스템 기술, 광캐리어이더넷기술,
광전달망 기술

약 력

이 종 현

1981년 성균관대학교 공학사
1983년 성균관대학교 공학석사
1993년 성균관대학교 공학박사
1993년~1995년 정보통신관리단 파견
(전송관리역)
1983년~현재 한국전자통신연구원
광인터넷연구부장, 책임연구원
관심분야: 광전송 기술(광전달망, 광가입자망),
광캐리어이더넷 기술