

동기식 전송망 관리 시스템의 TMN 구현 기술

嚴斗浩, 朴昌朝

韓國通信 研究開發院

I. 서 론

정보화 사회의 도래에 따라 통신서비스의 이용자들은 보다 빠르고 다양한 서비스를 요구하게 되고 이에 부응하여 통신망도 고도화, 지능화되고 있다. 특히 통신사업자는 다양한 통신망 요소(NE: Network Element)로 구성된 방대한 시설을 경제적인 통신망 운용관리를 통해, 관리비용을 줄이고 양질의 통신상품을 제공할 수 있는 경쟁력의 확보가 중시되는 실정이다.

통신망의 효율적인 운용관리를 위해서 구현되는 망관리시스템들은 크게보아 교환, 전송, 선로등 분야별로 구축되고 있으며, 이들을 TMN 관리계층에 따라 논리적인 구조 측면에서 살펴보면 대부분 요소관리, 네트워크관리, 서비스관리계층의 영역에 해당되는 역할을 수행하게 된다.

기존의 비동기식 전송망(PDH)은 그 OAM 정보구조가 각 전송계위별 장치마다, 또한 제작회사마다 다르므로 이들을 총체적으로 관리하기 위한 관리시스템의 개발이 매우 어렵고, 이같이 장치마다 상이한 운용관리 정보를 이해, 습득하여 이들에 대한 유지보수 업무를 수행하는데도 많은 노력과 교육 훈련이 필요하게 된다. 현재 국내에서 운용되는 각 전송장치에서 사용되는 프로토콜은 장치마다 접속 통신 프로토콜부터 제각각이므로 이들을 중앙집중화 시킬 수 있는 관리시스템을 개발하는 업무자체가 복잡하게 되고 이는 결국 통신망 관리 업무를 선진화시키는데 장애요소로 작용하게 된다. 이러한 문제들을 극복하기 위해 ITU-T는 1988년 통신망 운용관리를 위한 논리적인 구조와 이를 지원하는 하부구조의 기술적인 표준화 개념으로서 M.30에서 처음으로 TMN(Telecommunications Management Network)을 권고한 이래 계속하여 이를 확대, 심화 발전시켜오고 있는 중이다. TMN 관련 권고사항으로는 공통적으로 적용되는 TMN의 구조와 관리서비스, 관리기능, 관리정보모형, 통신 프로토콜 등의 분야로 구분할수 있고, 교환, 전송등 각 장치별로 OAM 관련 기능 구현을 위한 권고들이 있다.

본고는 동기식 전송망을 수용하여 총체적인(Global)관리와 일원화된(Unified)관리, 단대단(End-to-End)관리, 실시간(Real-Time)관리의 실현을 위해 개발중인 동기식 전송망관리시스템(MOST)에 적용되는 TMN 관련기술에 대해 설명한다.

II. 동기식 전송망관리 기술의 발전동향

ITU-T에 의해 광대역 ISDN의 망대망 접속(NNI) 표준으로 채택된 동기식 전송방식(SDH)은 국산 개발에 성공하여 155M, 622M급 장치들은 이미 기간 통신망에 설치 운용단계에 있다. 동기식 전송방식(SDH)은 기존의 비동기식 전송방식(PDH)과 비교할 때 여러가지 특징을 갖고 있다. 즉, 구조화된 신호포맷으로 인해 one-step 다중화 및 역다중화가 가능하고 복미 전송방식(NAS)과 유럽전송방식(CEPT)의 계위 신호를 모두 수용하여 처리할 수 있으며, 신호용량의 약 10%를 Overhead로 할당함으로써 충실한 OAM 정보를 제공하게 된다.

지금까지의 망관리시스템은 각 장치별로 독립되거나, 독자적인 관리정보를 기반으로 출발하기 때문에 고장관리, 구성관리, 성능관리등을 위해 독립적인 운용이나, 자료의 중복관리가 불가피한 실정이었다. 그러나, 동기식 전송장치들은 비동기식 전송장치와는 달리 월등히 우월한 OAM 정보의 제공 능력과 전송장치의 종류 및 제작사에 무관하게 표준화된 접속방식과 관리정보를 제공하므로, 기존의 전송방식보다는 더욱 체계적이고 일원적인 관리체계의 구축이 가능하다.

이와같은 체계의 구축은 TMN 기술을 적용시켜 동기식 전송망에서 발생하는 상황을 중앙집중방식으로 실시간적으로 감시 제어하고, 각 서브망간의 구성상태를 관리함으로써 전송망 운용관리 업무에 대한 자동화와 전산화가 가능한 망관리 시스템을 통해서 실현 시킬수 있다.

ITU-T의 TMN 관련 권고에서는 동기식 전송망의 관리구조를 표준화시켜 시스템간의 접속을 통

일하고, 관리대상인 전송망에 대한 모델링을 표준화 함으로써 효율적인 OAM 정보교환이 가능하게 하였다. TMN과 관련된 연구는 ITU-T, ANSI, ETSI, NM Forum, TINA-C, RACE와 같은 국제 표준화 조직들이 수년간에 걸쳐 TMN 표준 개발을 위해 노력해 오고 있고, 현재 세계 유수의 통신사업자와 유관업체에서는 이와같이 일원화된 TMN 구조의 망관리시스템과 소프트웨어 플랫폼 개발에 진력하고 있으며, 그 초기제품이 시장에 선보이고 있다. 국내에서는 동기식 전송장치 내부의 OAM 정보구조를 TMN 관련 권고에 맞춰 개발중에 있고, 이들을 수용하여 관리하기 위한 동기식 전송망관리시스템(MOST)도 한국통신에서 독자기술로 본격 개발 단계에 있다.

동기식 전송망 관리시스템이 개발 구축되면 모든 동기식 전송장치들을 일원화된 구조로 수용하여 집중감시 제어함으로써 동기식 전송망 관리의 자동화, 집중화를 통하여 망운용의 효율성을 높일 수 있다. 또한 독립된 지역 단위로 동기식 전송망 차원에서 전체적인 구성관리가 가능하게 되어 전송로 자원의 이용효율을 극대화 시킬 수 있으며, 기존의 비동기식 전송장치에 비하여, 동기식 전송장치에서는 대폭 강화된 End-to-End 성능정보를 효과적으로 관리 활용하게 되므로 실효성있는 예방보전이 가능하게 되어 망의 품질 및 신뢰성을 높일 수 있을 것이다

III. SDH 전송망의 TMN 구현 기술

음성 서비스가 중심인 기존의 비동기식 전송장치는 대용량의 데이터를 전송할 수 있는 기술을 중심으로 발전해 왔으므로, 관리체계의 상당 부분이 비효율적이고 일원화되어 있지 않은 실정이다. 여기서 비동기식 전송장치들의 관리체계에 대한 문제점을 몇가지 나열하면 다음과 같다.

첫째, 비동기식 전송장치와 망관리시스템 간의 관리정보를 교환하는 프로토콜이 표준화되지 않았다는 점이다(〈표 1〉 참조).

(표 1) 국내 전송장치에 사용된 프로토콜

관리시스템명	수용장치명	적용프로토콜	
디지털 전송로집중운용 보전 시스템 (DTMS)	중앙센터와 지역센터간 통신		
	565Mbps 광전송장치	국산제품	TBOS와 유사(ETRI 개발)
		Telco사 제품	TBOS 변형
		Rockwell사 제품	TBOS(AT&T) 개발
	90M 광전송장치	Binary 포맷	
	M13 다중화장치	Open/Ground 방식	
	MX13 다중화장치	TBOS(AT&T 개발)	
	디지털 마이크로웨이브(MCS-11)	MCS-11프로토콜(Rockwell사 개발)	
디지털 마이크로웨이브(DCP-1500)	TL1(Bellcore 제정)		
전용회선 집중운용보전 시스템 (DELMONS)	DB 장치와 지역센터 HOST간	TCP/IP	
	원격국 시험장치	TL1(Bellcore 제정)	
동기식 전송망관리 시스템 (MOST)	중앙센터와 집중센터간 통신		
	국산 동기식 전송장치 (155M,622M,2.5G,BDCS I,II)	CMIP (ITU-T 제정)	
	광가입자 전송장치(FLC)	CMIP (ITU-T 제정)	
전용통신망 관리 시스템 (DMAS)	DB 장치와 HOST간 통신	TCP/IP	
	회선분배장치 (DCS II)	PDS 프로토콜(AT&T 개발)	

둘째, 관리 측면에서 보면 비동기식 전송장치들의 메세지형태가 표준화되지 않았다는 점이다.

셋째, 관리대상인 전송장치와 전송망에 대한 표준화된 모델이 없다는 점이다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 비동기식 관리체계의 문제점은 네트워크 프로토콜 부분, 메세지형태 부분, 전송장치와 전송망의 모델 부분으로 크게 나눌 수 있다. 따라서 새로운 전송방식인 SDH (Synchronous Digital Hierarchy)는 상기의 문제점에 대한 해결책이 제시되어야 한다. 이에 대한 해결책이 TMN이라는 관리체계이다. TMN은 비단 동기식 전송장치 뿐만아니라 교환, 시스템 설치, 트래픽 관리, IN(Intelligent Network), CCS (Common Channel Signaling) 시스템 관리, 고객 관리 등 현재까지 통신망에 도입된 모든 방식과 분야에 대한 체계적이고 총체적인 관리체계이다.

이제 TMN에 대한 일반적인 내용과 구성 요소

들을 살펴 보고, 상기에 언급한 문제점에 대한 TMN의 해결 방식과 이들 각 구성요소들이 SDH에서 어떻게 구현되는가를 살펴 보기로 한다.

1. TMN 기술 개요

권고안 ITU-T M.3100에는 TMN에 대하여 다음과 같이 정의하고 있다.

《통신망 및 통신서비스관리를 목적으로 망관리 시스템과 통신망 설비들을 표준 인터페이스로 연결하고, 이 표준 인터페이스를 통해 관리정보를 상호교환할 수 있도록 한 논리적인 구조이며, OSI 관리 서비스 및 프로토콜을 기반으로 하는 관리기능들을 이용하여 통신망을 구성하는 각종 통신망 구성요소들과 망관리시스템간, 망관리시스템들 간의 관리정보를 교환·처리함으로써 통신망을 관리하는 협력체제구조이다》^[1].

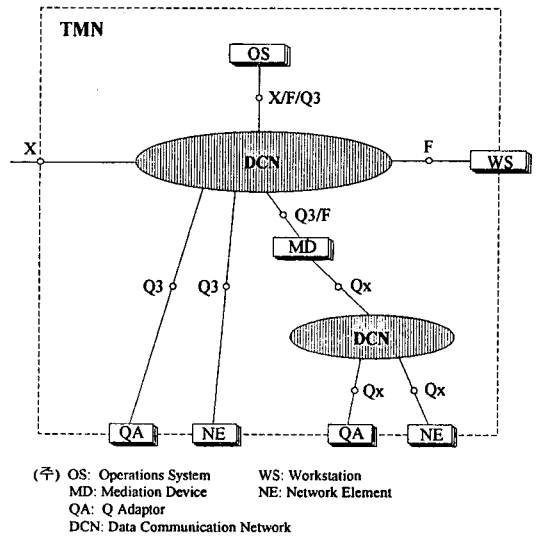
상기의 정의에서 알 수 있듯이 TMN은 공중전

화통신망(PSTN), 공중데이터통신망(PSPDN), 지능망(IN), 광대역 종합통신망(B-ISDN), 개인휴대통신망(PCN)으로 발전해 가는 현재의 통신망과 다양하게 변화해 가는 통신망 운용환경에 능동적이고 효율적으로 대처할 수 있는 관리체계이다. TMN에서는 다양한 환경에 대처할 수 있는 구조를 제시하였는데 이를 그림으로 나타내면 (그림 1)과 같다.

(그림 1)에서 알 수 있듯이, TMN의 기본 구성 요소는 망관리시스템인 OS(Operations System), 교환기와 전송장치들과 같은 NE(Network Element)이며, OS와 NE 간의 관리정보는 DCN(Data Communication Network)을 통해 교환된다. 이외의 구성요소로는 MD(Mediation Device), QA(Q Adaptor), WS(WorkStation)가 있다. MD의 역할은 하위계층의 망관리시스템과 상위계층의 망관리시스템을 중개하는 것이고, QA의 역할은 TMN에 근거하지 않은 장치들을 TMN에 연동시키는 것이고, WS의 역할은 운영자와 관련된 표준 인터페이스를 제공하는 것이다. 그리고 각 구성요소 간의 관리정보 교환시 사용되는 프로토콜을 Q3/Qx/F/X 등으로 정의하였다.

(그림 1)은 물리적인 TMN 기본 구성요소를 중심으로 나타낸 것이고, 각 구성요소간의 관리정보 교환 측면에서 보면 TMN을 관리자(Manager)와 대행자(Agent) 개념으로 나타낼 수 있다. 이 두 개념을 설명하면 다음과 같다. 전송장치 등과 같이 망관리대상이 되는 것에 존재하는 자원을 모델링한 것을 관리객체(MO : Managed Object)라고 하는데, 이들 관리객체들을 외부의 요구에 따라 생성·소멸·변경하는 실제적인 개체를 대행자라고 한다. 그리고 대행자에게 적절한 관리명령을 보내어 그 결과를 관리목적에 이용하는 개체를 관리자라고 한다.

대행자가 관리하는 관리객체들은 GDMO(Guidelines for the Definition of MO)에 의해 정의되고^[2], 그들간에는 표준화된 체계적인 구조를 가지고 있다. 이러한 관리객체들의 모임을 MIB(Management Information Base)라고 한다. 따라서 TMN에서 권고하고 있는 것은 관리자가



〈그림 1〉 TMN 관리 구조

MIB에 있는 정보를 얻기 위해 표준화된 프로토콜을 사용하여 대행자에게 요구하는 구조이다. 여기서 관리자/대행자 간에 사용되는 표준화된 프로토콜이 CMIP(Common Management Information Protocol) 프로토콜이다^[3]. TMN은 관리정보를 요구하는 개체와 그것에 응답하는 개체로 나눌 수 있으므로, 흔히 관리자/대행자 개념과 용어를 자주 사용한다.

이상에서 언급한 TMN 구성요소와 개념을 사용하여 앞서 언급한 세가지 문제점을 해결하는 방법은 다음과 같다.

첫째, 네트워크 프로토콜 부분에 관한 해결책으로서 TMN에서는 OSI 응용계층의 프로토콜로 CMIP를 권고하여, 관리정보 교환의 메세지 형태를 통일하였다. 그리고 네트워크계층은 일반적으로 X.25와 CLNP(ISO 8473)을 근간으로 하며^[4], 이들 간의 프로토콜 변환은 MD가 담당하도록 권고하고 있다. 이는 공중망과 데이터 통신망을 모두 지원하는 구조이므로 하위 네트워크에 관계없이 관리정보 데이터를 교환할 수 있게 되었다.

둘째, 메세지형태 부분에 대한 해결책으로서 TMN에서는 모든 관리대상을 GDMO 형식으로 정의하여 관리객체로 만들 것과 정의된 관리객체

(MO)에는 유일한 식별자를 부여할 것을 권고한다. 그리고 관리객체에서 보고하는 사건/경보 종류에도 유일한 식별자를 부여하여 신호체계의 일원화를 이루고 있다. 따라서 상이한 제작회사에서 만든 전송장치일지라도 관리자 측면에서 보면 동일한 전송장치로 간주할 수 있게 된다.

셋째, 전송장치와 전송망의 모델 부분의 해결책으로서 TMN에서는 관리객체의 집합인 MIB라는 개념을 도입하고 있다. 비록 첫째, 둘째에서 제시한 방식으로 전송장치를 제작하더라도 전송장치에서 제공하는 관리객체들의 집합이 서로 다르다면 관리자에게는 서로 다른 장치로 인식되므로 관리객체 집합, 즉 어떤 MIB를 전송장치에서 제공할 것인가에 대한 표준화가 필요하다. SDH에서 제공해야 되는 MIB는 G.774계열에 정의되어 있는 관리객체이다^[5]. 관리해야할 MIB를 정의한다는 것은 관리하고자 하는 전송장치/전송망에 대한 모델을 정한다는 것과 같은 의미이다.

지금까지 기존의 망관리시스템의 문제점들을 해결할 수 있는 TMN 구조와 구성요소, 기반 기술들에 대하여 간략하게 살펴 보았다. 이제 TMN의 기반 기술과 SDH에 적용된 구체적인 사항들을 논의하기로 한다.

2. SDH 관리시스템 기술

동기식 전송장치와 전송망을 관리하기 위한 관리망을 TMN 개념에 따라 현실적인 요소들을 감안하여 그림으로 나타내면 (그림 2)과 같다.

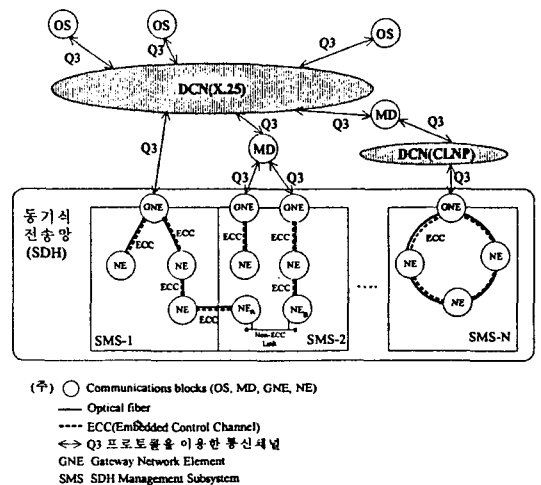
(그림 2)에서 알 수 있듯이 GNE(Gateway Network Element)를 포함하여 모든 NE는 기본적으로 STM(Synchronous Transfer Mode) 신호를 보내는 데이터링크와 외부의 관리자와 직접 연결할 수 있는 Q3채널을 제공해야 한다. 데이터링크에는 관리정보를 보낼 수 있는 DCC(Data Communication Channel)채널이 STM 헤더 신호에 존재하는데^[6], 여기에 CMIP프로토콜로 관리정보를 교환하면 이를 ECC(Embedded Control Channel)채널이라고 한다^[7]. 따라서 NE는 관리정보를 교환할 수 있는 Q3채널과 ECC채널을 제공한다.

NE에서 두가지 관리정보 채널을 제공할 수 있

기 때문에 관리자(OS) 측면에서 보면 대행자(NE)와의 연결에 그룹개념을 도입할 수 있다. (그림 2)에서 알 수 있듯이 그룹개념은 동기식 전송망을 몇개의 단위관리망인 SMS(SDH Management Subsystem)으로 나타낸다. SMS에는 지역 또는 회사조직별로 관장하고 있는 동기식 전송장치들이 존재하는데, 이 장치들을 관리자과 연결시켜주는 것이 GNE이다. 따라서 관리자의 명령은 SMS 내부에 있는 각 NE에 직접 전달되는 것이 아니라 GNE를 통해 전달되고, GNE가 존재하기 때문에 동기식 관리망의 물리적인 구조가 그룹화되어 간단해 질 수 있다.

GNE는 ECC채널과 Q3채널을 동시에 지원하는 대표적인 NE로서 프로토콜 변환 기능은 필수적이고, GNE가 관장하는 NE들에 관리정보를 정확히 보내기 위해 ISO 10589(IS-IS) 라우팅기능을 가지고 있어야 한다^[8]. 많은 경우에 MD와 GNE를 구분하지 않고 GNE에 MD기능을 포함시킨다. 따라서 언급한 기능들을 모두 구현하기 위해 GNE는 실제로 B-DCS(Broadband Digital Cross Connection)와 같이 대용량의 동기식 전송장치로 구현되는 경우가 많다.

동기식 전송망의 특징 중에 하나가 STS-N에서와 같이 SHR(Self-Healing Ring)을 구성할 수



(그림 2) TMN과 SMS 관리망 구조

있으며^[9], 이 경우에 특정한 NE가 GNE로 구현되어 외부와 관리정보를 교환하게 된다. 또한 다수개의 SHR이 DCN을 통해 MD와 연결되어 OS와 관리정보를 교환하는 이단계 그룹화가 가능하다. 여기서 MD와 GNE는 CLNP를 지원하는 DCN으로 연결되는 경우가 일반적이다.

3. GDMO와 SDH 관련 MIB

응용 소프트웨어로 대부분이 구성된 관리자(Manager) 측면에서 볼때, 관리대상인 전송장치의 구체적인 작동원리와 하드웨어에 대한 세부적인 사항과 관계없이 관리대상을 관리하는 것이 최상의 방법이다. 이러한 편의를 제공하기 위해서 전송장치를 개념적이고 추상화된 개체로 모델링하는 기법을 TMN에서는 권고하고 있다. 이렇게 실제 전송장치의 자원(resource)이 개념적이고 추상화된 모델로 정의된 것이 관리객체(MO : Managed Object)이다.

관리객체를 정의할때 도입된 중요한 기술이 객체지향 방법론이다. 이는 구조적 방법론으로 개발되던 소프트웨어 분야에서 생산성 부진이라는 근원적인 문제를 해결하기 위해 등장한 방법론이다. 그러므로 관리객체를 객체지향 방법론으로 정의한다는 자체가 하드웨어 중심에서 소프트웨어 중심으로 전환을 의미하고 이는 곧 관리자 측면에서 정의되는 것을 말한다.

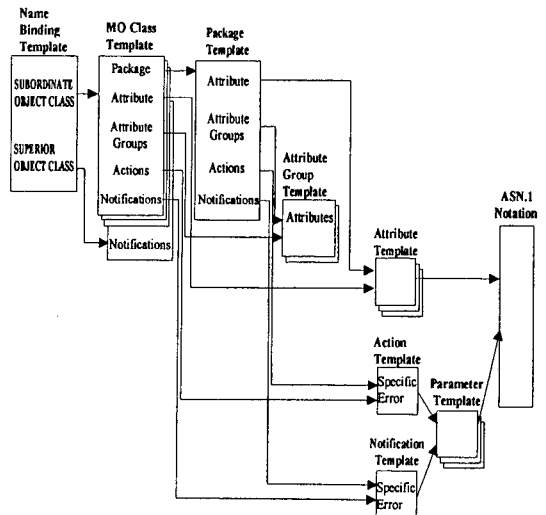
객체지향 방법론으로 정의된 관리객체들은 그 특성상 상속트리(inheritance tree)로 연결될 수 있다. 기존에 정의된 관리객체를 이용하여 새로운 관리객체를 정의할때는 기존 관리객체의 속성을 모두 상속받고 새로운 속성만 정의한다는 것이 '상속'의 본질적인 개념이다. 따라서 표준화된 방식으로 관리객체를 정의한다면, 그것은 새로운 관리객체를 정의할 경우에 생산성 증대 또는 재사용성의 증대를 가져 올 수 있다.

관리객체들 간의 상속트리 이외에 포함트리(containment tree)로 관련 지을 수 있다. 서로 독립적으로 정의된 관리객체들은 관리 목적에 따라 다른 관리객체를 포함하거나 다른 관리객체에 포함되는 논리적인 포함관계가 될 수 있다. 여기서

이들 포함관계를 도식적으로 나타낸 것이 '포함트리'이다. TMN을 실제 구현·개발하는 단계에서 필요한 것은 상속트리가 아니라 포함트리이다.

이상의 개념으로 관리객체를 정의하는 표준화되고 체계적인 방법인 GDMO에 대해 설명하기로 한다. GDMO는 속성트리와 포함트리를 동시에 표현할 수 있어야 하며 그 기본 틀은 (그림 3)과 같다. (그림 3)에서 알 수 있듯이 관리객체(MO)는 5가지 요소(Package, Attribute, Attribute Groups, Actions, Notifications)로 구성되며, 각 구성요소도 자체의 틀(Template)를 가지고 있다. 따라서 관리객체의 각 구성요소에는 기존에 정의되어 있는 틀의 식별자만 표시하면 된다.

이상에서 살펴 본 것과 같이 관리객체의 모든 구성요소와 각 구성요소를 정의하는 틀도 모듈화되어 있으므로 재사용성의 잇점을 극대화하고 있다. 그리고 포함트리에 관련된 정보는 NB-T(Name Binding Template)에 선언되어 있는데, 임의의 두 관리객체에서 포함관계의 하위 관리객체는 'SUBORDINATE OBJECT CLASS'에 포함관계의 상위 관리객체는 'SUPERIOR OBJECT CLASS'에 표기한다. 상속트리에 관련된 정보는 관리객체 틀에 구체적으로 표시한다.



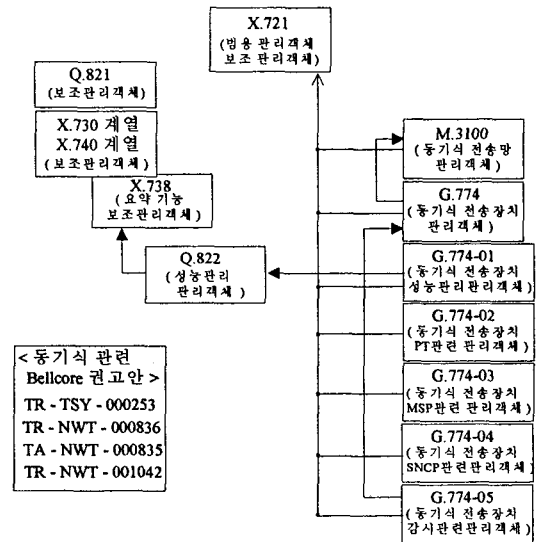
〈그림 3〉 GDMO 구조

〈표 2〉 관리객체 구성요소와 CMIP 기본명령

관리객체 구성요소	CMIP 기본명령	비 고
Attribute	M-GET	관리객체의 현재값 읽기
	M-SET	관리객체의 현재값 수정
Attribute Groups	M-GET	관리객체의 현재값 읽기
	M-SET	관리객체의 현재값 수정
Actions	M-ACTION	관리객체가 제공하는 서비스를 이용하는 경우
Notifications	M-EVENT-REPORT	관리객체내에 사건/경보 검출시 이를 관리자에게 보고할 경우
MO Instance	M-CREATE	새로운 관리객체를 생성
	M-DELETE	기존의 관리객체를 삭제

각 틀에 정의된 구성요소들은 궁극적으로 ASN.1 (Abstract Syntax Notation One)으로 표현된다¹⁰⁾. 관리자가 CMIP 프로토콜을 이용하여 관리객체로 부터 얻을 수 있는 것은 ASN.1으로 표현된 값들이다. 관리객체 틀에 정의된 각 구성요소들은 CMIP 프로토콜의 기본 명령들과 밀접한 관계가 있는데 이를 나타내면 〈표 2〉와 같다.

관리객체를 기본 구성요소로 나누어 각각을 틀에 맞게 정의함으로써 재사용성이 증가하며, 기본 요소들은 CMIP 프로토콜 기본명령으로 생성·삭제·수정 등이 가능하다는 것을 살펴 보았다. GDMO로 정의된 관리객체들은 관리 목적에 따라 특정 집합으로 분류할 수 있는데 이를 MIB(Management Information Base)라고 함은 앞에서 언급한 바 있다. 동기식 전송망과 동기식 전송장치에 관련된 MIB는 일반적인 것, SDH에 국한된 것, ISO에서 정의한 보조관리객체(SMO : Support Managed Object)에 관한 것 등으로 나눌 수 있다. 지금까지 ITU-T에서 권고한 MIB와 그것들 간의 관계를 그림으로 나타내면 (그림 4)와 같다. (그림 4)에서 알 수 있듯이 동기식 전송망과 관련된 관리객체가 정의된 권고안은 M.3100이고, 동기식 전송장치와 관련된 관리객체가 정의된 권고안은 G.774계열이다. 이들 각 권고안에서 사용하는 공통된 관리객체 기본요소들은 X.721 권고안에 정의되어 있다. 그리고 동기식과 관련없이 순수 관



(주) □←—□ : B is inherited from A
 □←—□ : A is referenced by B

〈그림 4〉 동기식 전송망·전송장치 관련 MIB 권고안

리의 편의를 제공해 주는 보조관리객체는 주로 ISO에서 권고하고 있는데, 이를 ITU-T에서 그대로 채택한 권고안이 X.730 계열과 X.740 계열의 권고안들이다.

ITU-T에서 동기식 전송망과 전송장치와 관련된 권고안이 채택되기 전에 Bellcore에서도 자체 권고안을 발표했는데, 이를 (그림 4)의 검은 상자 안

에 표시하였다. 많은 부분이 ITU-T에서 그대로 채택하였으나, SNCP(Subnetwork Connection Protection)와 같이 근본적으로 다른 부분도 있다.

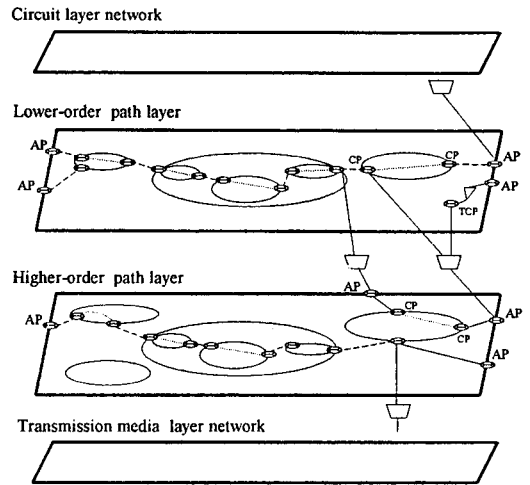
4. SDH 전송망·전송장치의 표준 모델

망관리시스템이 다수 존재하고 동일한 관리대상(전송장치 또는 전송망)에 서로 다른 관리기능을 구현하고자 할때, 관리대상의 모델이 동일하다면 망관리시스템 간의 정보교환·연동이 가능하고 중복투자를 줄일 수 있게 된다. 이는 각각 서로 다른 관리기능을 구현한 망관리시스템 간에 통합 전송망관리 체계를 구축하는 경우를 가정해 보면 그 효과를 이해할 수 있다. 동일한 관리대상의 모델에 근거하여 개발되었기 때문에 각 망관리시스템들은 타 망관리시스템에서 오는 관리정보를 자신에 맞게 변환해야하는 일이 없어지고, 관리정보 교환에도 일관성을 유지할 수 있을 것이다.

ITU-T에서는 통신망에 대한 일반적인 모델링 작업을 추진하여 G.803에 권고하고 있으며^[11], 이를 바탕으로 M.3100에 관련 관리객체를 정의하고 있다. 현재 개발 중인 많은 망관리시스템들은 동기식 전송망에 대한 모델을 M.3100에 정의된 트레일(Trail)과 커넥션(Connection)을 이용하고, 동기식 전송장치에 대한 모델을 M.3100에서 속성을 상속받은 G.774 계열에 정의된 관리객체를 이용한다. 간략하게 말하면, SDH 전송망과 전송장치의 표준화된 모델은 권고안 G.803을 근간으로 한다.

권고안 G.803에 나타난 전송망 모델링의 핵심 개념은 분할화(partitioning)와 계층화(layering)이다. 두 개념은 기존의 비동기식 전송계위 신호와 ATM셀 등을 전송할 수 있게 고안된 SDH 방식을 효과적으로 모델링할 수 있는 기반을 마련해 준다. 분할화와 계층화 개념을 사용해 SDH 전송망을 그림으로 나타내면 (그림 5)와 같다. (그림 5)에서 알 수 있듯이, SDH 전송망을 계층화 측면에서 보면 크게 3개의 네트워크 계층으로 나눌 수 있다.

최상위 계층인 회선계층(circuit-layer network)은 비동기식 데이터나 ATM셀과 관련된 계층이다. 이는 동기식 전송망에 서비스를 요구하는 계층으로서 모델링의 직접적인 대상은 되지 않는



- (주) AP: Access Point
- (T)CP: (Termination) Connection Point
- ▽: Termination Function
- : Adaptation Function
- - - : LC(Link Connection)
- · · : SNC(Sub-network Connection)
- : Sub-network

〈그림 5〉 동기식 전송망의 계층화와 분할화

다.

중간 계층인 패스계층(path-layer network)은 크게 저위패스계층(lower-order)과 고위패스계층(higher-order)으로 나눌 수 있다. 저위패스계층은 VC-11(Virtual Container-11), VC-12, VC-2, VC-3 신호를 전달하는 계층이고, 고위패스계층은 VC-3, VC-4 신호를 전달하는 계층이다.

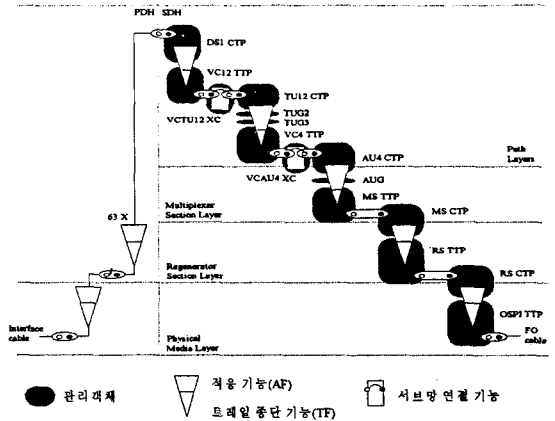
최하위 계층인 전달매개계층(transmission media layer)은 재생기(regenerator), 광 송·수신기와 같이 직접 광케이블에 신호를 주고 받는 부분과 관련된 계층이다. 이상에서 동기식 전송망을 3단계로 계층화함으로써, 계층별 관리가 가능하게 되고, 복잡한 동기식 전송망을 효율적으로 관리할 수 있게 된다. 예를 들면, 전송장치의 하드웨어와 밀접한 관계가 있는 전달매개계층과 전송망의 구성·해제 등과 같이 논리적인 부분과 밀접한 관계가 있는 패스계층을 구분하여 관리할 수 있으므로, 각 계층별 개발이 가능해서 생산성을 높일 수 있다.

계층화된 전송망은 관리목적별 또는 회사조직별

로 분할화가 가능하며 분할화의 기본 단위는 서브망(Sub-network)이다. 서브망은 재귀적으로 자체 안에 다시 복수 개의 서브망을 가질 수 있고, 서브망과 서브망은 LC(Link Connection)로 연결된다. (그림 5)에서 알 수 있듯이, LC는 AF(Adaptation Function)기능을 통해 하위 계층으로 신호 전달을 의뢰한다. 즉, LC는 상위계층과 하위계층 간에 신호를 주고 받는 부분이며, 모델링 기본원리 중의 하나인 클라이언트-서버(Client-Server) 관계를 나타낸 부분이다. LC가 하위계층에 신호 전달을 의뢰하는 AF는 전송장치에서 일반적으로 다중화기능을 담당하는 부분이다. 서브망이 재귀적으로 계속 서브망과 LC로 분할되면, 서브망은 궁극적으로 XC(Cross Connection) 기능이 된다. XC는 흔히 B-DCS 전송장치에 구현되어 있으므로, 서브망은 B-DCS와 같은 교차연결을 지원하는 광전송장치와 LC로 구성된다 할 수 있다.

ITU-T에서는 이상에서 설명한 전송망의 기본 모델에서 두개의 관리객체를 권고하고 있는데, 이를 트레일(Trail)과 커넥션(Connection)이라고 한다. 트레일은 동일한 계층에 있는 두 AP간의 연결을 의미하고, 커넥션은 동일한 계층에 있는 두 CP간의 연결을 의미한다. 따라서 동일 계층에서 트레일은 한개 이상의 커넥션으로 구성되고, 상위 계층의 커넥션은 한개 이상의 하위계층 트레일로 구성된다. 이러한 트레일과 커넥션의 종적·횡적인 상호연결은 향후 새로운 계층망과의 연동에 유연성을 제공한다.

권고안 G.803의 전송장치에 대한 모델링은 전송망의 트레일과 커넥션을 종단점인 AP, CP, AF (Adaptation Function), TF(Termination Function) 등과 연관시키고 있다. 이들 개체는 경우에 따라 두개 이상이 모여 한개의 관리객체를 형성할 때도 있고, 한개의 개체가 여러개의 관리객체를 형성할 때도 있다. 권고안 G.803의 개념에 기반을 두고 권고안 M.3100에서 정의한 관리객체는 두가지가 있는데, 트레일의 종단점을 나타내는 TTP(Trail Termination Point)와 커넥션의 종단점을 나타내는 CTP(Connection Termination Point)가 그것이다. 이 두 관리객체의 속성은 G.774에서



(그림 6) 동기식 전송장치 관리객체 모델

동기식 전송장치를 나타내는 다양한 관리객체에 상속되고 있다.

권고안 G.803 개념에 근거하여 동기식 전송장치 내부를 모듈로 구분하고, 각 모듈에 대한 기능과 상호 관계가 권고안 G.782에 권고되어 있다^[12]. 이들 각 모듈과 권고안 G.774에 정의되어 있는 TTP·CTP 관리객체들 간의 대응을 동기식 다중화기를 예로 들어 그림으로 나타내면 (그림 6)과 같다.

지금까지 TMN에 대한 기본개념과 소요기술을 설명하고, 동기식 전송망과 동기식 전송장비에 대한 모델을 설명하였다. 망관리시스템 개발 측면에서 보면, 동기식 전송망과 동기식 전송장비를 모델링한 관리객체는 특정한 관리 목적을 달성하기 위한 기초적인 자원이라고 볼 수 있다. 따라서 이들 자원들에 어떠한 관리기능을 수행하고 어떠한 관리 목적을 달성하는가에 대한 언급이 필요하다. 이에 대하여 TMN에서는 관리서비스(Management Service)라는 개념을 정의하고, 이를 몇개의 분야로 나누어 각 관리서비스 분야를 구현가능한 단계까지 세부적으로 정의하는 방법을 제시하였다. 구현가능한 단계까지 세부적으로 정의된 방법들은 결국 관리객체와 관련이 있다. 다음에서 이들 관리서비스에 대하여 설명하기로 한다.

IV. SDH 의 TMN 관리기능 구현

망관리체계의 표준인 TMN에서는 망관리를 위한 표준 분야를 기본 구조, 통신 프로토콜, 관리정보 구조, 관리기능 등으로 나누고 있다. 기본구조는 OS, NE, MD 등으로 이루어 지고, 통신 프로토콜은 CMIP을 채택하고, 관리정보 구조는 GDMO 형식에 따라 관리객체를 정의한 MIB로 표현됨을 앞에서 설명하였다. 그러나 ISO, ITU-T, NM Forum, RACE 등과 같은 국제 표준기구와 국가적인 프로젝트에서 많은 연구가 진행 중인 부분이 관리기능이다. 관리기능은 관리자의 측면에서 볼때 TMN 관리서비스를 지원하는 가장 작은 개념이고 중심이 되는 부분이다. 따라서 다양한 TMN 관리서비스를 지원하고 재사용성을 재고하기 위해서는 체계적인 관리기능 정의가 필수적이다. 이러한 요구조건 때문에 관리기능을 정의함에 있어 현재까지도 많은 연구가 진행되고 있다.

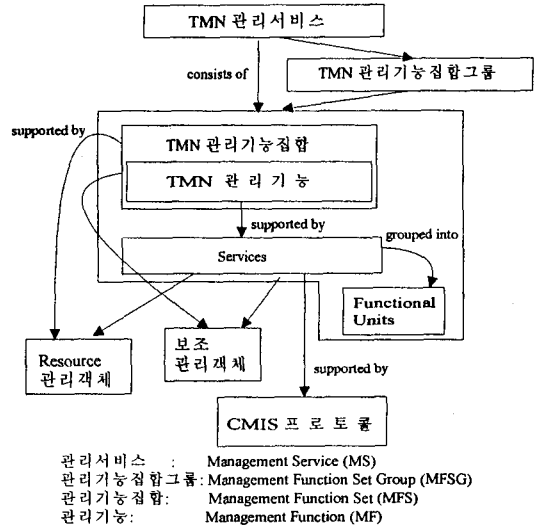
1. TMN 관리서비스(Management Service)

통신망을 체계적이고 효율적으로 관리하기 위하여 선행되어야 할 작업 중의 하나가 “무엇을 관리하는가”인데 이는 관리서비스로 정의될 수 있다. 여기서는 TMN 관리서비스를 정의함에 있어 ITU-T와 RACE의 계층적 구조에 대하여 알아 본다.

관리서비스를 ITU-T에서 다음과 같이 정의하고 있다^[12].

”관리서비스(Management Service)는 사용자의 OAM(Operations, Administrations and Management) 요구조건으로 부터 서술되고 관리될 통신망의 OAM 기능을 지원하기 위하여 제공되는 관리행위의 분야이다.”

TMN은 M.3200에서는 19가지의 관리서비스를 구분하고, 각 관리서비스를 세부적으로 정의하는 방법론은 M.3020에서 설명하고, 각 관리서비스의 구성요소를 세분화하여 ISO의 SMF(System Management Function)와 관련지었다. 관리서비스의 구성요소는 몇가지 변화가 있었으며^[13], 최근

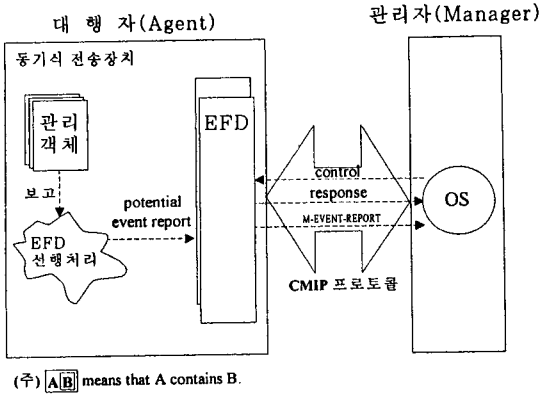


(그림 7) ITU-T의 TMN 관리서비스 모델

에 권고된 것이 (그림 7)과 같다. ITU-T에서 새롭게 제시한 계층적 구조에서의 가장 큰 특징은 관리서비스요소(MSC : Management Service Component)에 대한 언급이 없다는 것이다. 단지 관리기능집합그룹(MMSG : Management Function Set Group)과 관리기능집합(MFS)을 언급하므로써 개념적으로 유사한 기능들을 모아 표현하고자 할때 사용하며, MMSG는 표준화 작업의 범위에 포함되지 않는다.

2. TMN 관리기능(Management Function)과 보조관리객체

관리자가 CMIP 프로토콜을 이용하여 임의의 관리객체에서 관리정보를 교환하고자 할때, 앞서 설명한 바와 같이 관리서비스의 기본 요소인 관리기능을 이용한다. 대부분의 관리기능은 관리객체에 직접 작용하여 관리정보를 주고 받는다. 그러나 사건/경보 보고, 시스템 테스트, 이력관리 등과 같이 빈번한 관리행위에 대해서는 이를 지원하는 보조관리객체(Support Managed Object)를 정의해 관리행위의 편의를 제공하는 경우가 있다. 예를 들어, 사건/경보 보고와 관련된 관리기능에 대한 EFD(Event Forwarding Discriminator) 보조관



〈그림 8〉 보조관리객체 EFD의 기능

리객체를 그림으로 나타내면 (그림 8)과 같다. (그림 8)에서 알 수 있듯이 동기식 전송장치의 관리객체에서 발생하는 사건/경보는 직접 관리자에게 보고되는 것이 아니라, 내부 처리과정을 통해

EFD로 보고된다. EFD에는 필터 조건이 있어 이에 부합되는 것만이 관리자에게 보고된다. 따라서 관리자는 EFD를 적절히 통제하면 전송장치 내의 다양한 사건/경보와 관련된 보고를 효과적으로 관리할 수 있다.

(그림 8)에서 설명한 EFD와 사건/경보 보고에 대한 관리기능들에 대한 상관관계를 표로 나타내면 <표 3>과 같다. <표 3>에서 알 수 있듯이, 같은 관리기능집합(MFS : Management Function Set)에 소속된 사건/경보 보고와 관련된 관리기능들은 EFD 보조관리객체에 의해 효율적으로 구현될 수 있다. 물론 시스템 테스트와 이력관리 등에도 보조관리객체가 정의되어 있다. 이들 보조관리객체들은 ISO에서 정의한 것을 ITU-T에서 그대로 채택한 것으로서 X.730 계열과 X.740 계열 권고안에 정의되어 있으며, 이들을 표로 나타내면 <표 4>와 같다.

〈표 3〉 EFD와 사건/경보 관리기능의 상관관계

관리기능(MF : Management Function)	관련된 EFD 속성	비 고
Report Alarm	-	EFD 본연의 기능
Route Report Alarm Request Alarm Report Route	destination	
Condition Alarm Report Request Alarm Report Control Condition	discriminatorConstruct	
Allow Alarm Reporting Inhibit Alarm Reporting	administrativeState	
Request Alarm Report History Delete Alarm Report History	-	X.735 : Log와 관련된 기능

〈표 4〉에 열거된 관리객체와 관리기능들은 모든 대행자에 구현되는 것이고, 관리 목적과 환경에 따라 필요한 것을 선택하여 구현한다.

3. TMN 구현기술 XOM/XMP에 대한 고찰

TMN에 관하여 표준화 기구인 ITU-T와 ISO 등에서 권고하는 권고안들은 관리자와 대행자 간의 상호연동성이 주 목적이다. 실제로 개방시스템을

구축할때, 상호연동성과 함께 고려되어야 할 것이 망 관리플랫폼에 대한 이식성(portability)이다. 망 관리플랫폼 간의 응용프로그램 인터페이스에 대한 이식성 또는 호환성이 보장되지 않으면, 각기 다른 망관리플랫폼에서 개발된 망관리시스템들 간에 통합이 어려워 지며 이는 TMN의 목적인 총체적이고 일원화된 종합 망관리시스템 구축이 어려워 짐을 의미한다.

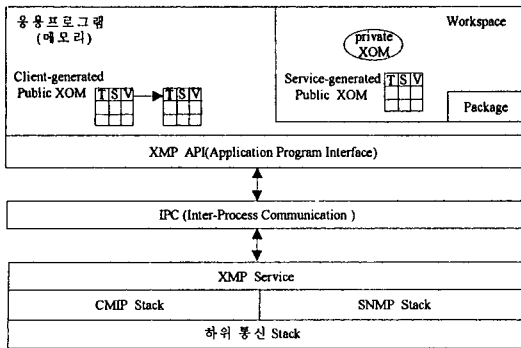
(표 4) 보조관리객체와 관리기능간 관계

관 리 객 체	관리기능과 관련 권고안
Discriminator EFD	Event Report Function (X.734)
Access Control Policy Authorised Initiator Target Access Control Information	Objects and Attributes for Access Control (X.741)
Security Alarm Report Record Security Audit Trail Record	Security Alarm Reporting Function (X.736)
Log Record	Log Control Function (X.735)
Test Object Test Result Record	Test Management Function (X.745)
State Change Record	State Management Function (X.731)
Attribute Value Change Record Object Creation Record Object Deletion Record	Object-Management Function(X.730)
Relationship Change Record	Attributes for Representing Relationship (X.732)
Service Complaint Log Alarm Log Customer Complaint Log Quality of Service Log Accounting Log Log Security Audit Trail Log Security Alarm Log	Log Control Function (X.735)
Alarm Record	Alarm Reporting Function(X.733)
Repertoire Discovery Object Name Node	Management Information Tree Search Function (X.750)
Current Alarm Summary Control Alarm Severity Assignment Profile	Alarm Surveillance Function (Q.821)
Current Data History Data Threshold Data	Performance Management Function (Q.822)

망관리플랫폼에서 제공하는 응용프로그램 인터페이스 중에는 개방시스템을 위한 표준화 협의체인 X/Open에서 권고하는 XMP(X/Open Management Protocol)와 XOM(X/Open OSI Abstract Data Manipulation)가 있다. XOM/XMP는 CMIP 뿐만아니라 컴퓨터 통신망 관리에서 사용되는 SNMP(Simple Network Management Protocol)도 지원하며, 개략적인 개념을 그림으로 나타내면 (그림 9)와 같다. (그림 9)에서 알 수 있듯이 XOM/XMP는 망관리플랫폼 제작사

에 따라 다르게 구현된 CMIP 또는 SNMP 프로토콜 스택에 대한 표준화된 인터페이스를 제공함으로써, 응용프로그램들에게 일관성과 투명성을 제공한다.

XMP는 응용프로그램에게 하부 통신프로토콜을 이용할 수 있는 표준화된 인터페이스를 제공하고, XOM은 XMP가 필요로 하는 관리정보를 표준화된 방식으로 표현하고, 표현된 관리정보를 처리할 수 있는 기능을 나타낸 것이다^[14,15]. XOM의 주 기능은 C 데이터 구조로 표현된 복잡한 관리객체



(주) T, S, V는 T: Type, S: Syntax, V: Value 을 의미 하는 OM-object이다.

(그림 9) XOM/XMP 개요도

를 생성·수정·검색·삭제할 수 있는 서비스를 제공한다. 이를 위하여 XOM은 OM-object라는 데이터 구조를 도입하고, 이 데이터 구조를 처리하는 인터페이스 함수를 제공한다. OM-object 데이터 구조는 Type, Syntax, Value로 구성되는데, Type은 GDMO에 따른 것이고 Syntax는 ASN.1을 표현한 것이고, Value는 Syntax에 따라 적합한 실제값을 표현하는 것이다.

앞에서 언급한 바와 같이 XOM/XMP는 표준화된 응용프로그램 인터페이스를 제공하는 것이다. 그러나 이를 표준으로 정하자는데 적지 않은 반대가 있다. 이는 XOM/XMP의 사용이 상당히 어렵기 때문인데, 이의 주된 원인은 OM-object 데이터 구조가 복잡하고 취급이 어렵기 때문이다. OM-object가 복잡하고 취급하기 어려운 이유에는 원래 GDMO로 정의된 관리객체가 복잡하다는 것, 객체 지향적인 구조를 평이한 C언어로 표현한다는 것, 이것의 복잡성을 쉽게 처리할 수 있는 서비스 함수들이 없다는 것 등이다.

최근 발표되는 망관리플랫폼들에는 OM-object를 쉽게 사용할 수 있는 방법들이 제시되고 있지만, 최종 사용자가 쓰기에는 미흡한 수준이다. 이에 XOM/XMP의 단점을 극복하기 위해서는 다음과 같은 연구개발이 선행되어야 할 것이다.

첫째, C++언어를 지원하며 사용하기 편리한 XOM/XMP 사용자 인터페이스 개발

둘째, XOM/XMP를 이용한 프로그램 개발을

편리하게 해 주는 서비스 개발

셋째, XOM 데이터 구조를 개선한 새로운 데이터 구조 개발

이상에서 살펴 본 바와 같이 GDMO와 ASN.1은 그 표현의 다양성때문에 복잡한 구조를 가진 데이터를 체계적으로 정의할 수 있는 반면, 실제 개발 단계에서 GDMO와 ASN.1이 제공하는 표현의 다양성이 오히려 어려움을 가져다 주는 원인이 된다. 비록 XOM/XMP라는 표준 인터페이스가 발표되고 그것을 이용한 망관리플랫폼이 발표되지만, XOM/XMP는 최종 사용자 측면에서 볼때 아직은 상당히 번거롭고 어려운 인터페이스이다. 이에 사용자 측면에서 표현방식이 GDMO보다 쉽고 구현하기 용이한 SNMP를 이용하는 경향도 적지 않다. 그러나 SNMP는 표현방식이 제한적이라는 약점이 있다. 따라서 앞에서 언급한 연구과제가 조속히 해결되어야 GDMO를 이용한 일원화된 망관리시스템 개발이 가속화될 것이다.

V. 결 론

기존의 통신망 시설, 특히 비동기식 전송장치·전송망에 대한 망관리는 체계적이고 효율적이지 못하였다. 따라서 현재 통신망에 공급되고 있는 동기식 전송장치·전송망에는 비동기식 망관리의 단점을 보완할 수 있는 새로운 관리체계가 도입되었다. ITU-T에서 권고하는 이 관리체계가 TMN (Telecommunications Management Network)이다. 본고에서는 TMN의 표준 분야와 TMN의 기본 기술이 동기식 전송장치와 전송망에 적용되는 방법 등을 살펴 보았다.

TMN에서는 망관리를 위한 표준 분야를 기본구조, 통신프로토콜, 관리정보 구조, 관리기능 등으로 나누고 있다. TMN의 기본구조는 OS, NE, MD로 구성되며 각각의 개체는 CMIP 통신프로토콜을 이용하여 관리정보를 교환하고, 관리정보는 GDMO 표기법에 의해 체계적으로 정의되는 관리객체(MO: Managed Object)로 표현된다. 그리

고, TMN에서는 관리서비스를 구현하기 위해 기본 요소인 관리기능을 정의하고, 이들을 ISO에서 권고한 보조관리객체와 연관시켜 관리의 효율을 제고한다.

관리자의 측면에서 볼때, 관리대상인 동기식 전송장치와 전송망에 대한 표준화된 모델이 정의되어 있으면 망관리시스템 간의 정보교환과 연동이 수월하고 중복된 관리체계를 일원화시킬 수 있다. 이에 ITU-T에서는 TMN의 기술에 따라 동기식 전송장치와 전송망에 대하여 표준화된 모델과 해당 관리객체들을 체계적으로 정의하였는데, 이들 모델과 관리객체들은 확장성과 유연성이 높아 향후 도입될 새로운 전송방식과 연동이 간단하게 될 것으로 본다.

상기에서 언급한 바와 같이 TMN에 근거한 망관리시스템의 여러 장점에도 불구하고, 이를 개발 단계에서 구현하기에는 기술적으로 어려움이 적지 않다. 이는 TMN에서 요구하는 GDMO와 ASN.1, OSI 프로토콜, 객체지향 방법론, 분산처리 기법 등의 기술들이 최근에 정립된 것들이고, 이 기술들을 지원할 수 있는 소프트웨어 플랫폼들이 성숙하지 않은 것에 원인이 있다. 그러므로 동기식 전송망에 도입된 TMN 구축의 초기단계에서는 기본적인 필수적인 사항 위주로 구현되고, 제반 기술들의 성숙도에 따라 단계적으로 총체적이고 일원화된 TMN 구축이 실현될 것이다.

약 어 풀 이

ANSI : American National Standards Institute
 CMIP : Common Management Information Protocol
 DCN : Data Communication Network
 ETSI : European Telecommunications Standards Institute
 GDMO : Guidelines for the Definition of Managed Objects
 MF : Management Function

MIB : Management Information Base
 MOST : Maintenance and Operation System for Synchronous Trarission Network
 MS : Management Service
 NE : Network Element
 NM Forum : Network Management Forum
 OAM : Operations, Administrations, and Management
 OS : Operations System
 RACE : Research and Development in Advanced Ckcommunications Technologies in Europe
 SDH : Synchronous Digital Hierarchy
 TBOS : Telemetry Byte-Oriented Serial
 TINA-C : Telecommunications Information Networking Architectrue Consortium
 TLI : Transaction Language One
 TMN : Telecommunications Management Network
 XMP : X/Open Management Protocol
 XOM : X/Open OSI Abstract Data Manipulation

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Rec. M.3010, Principles for a TMN, 1992.
- [2] ITU-T Rec. X.722, Guidelines for the Definition of Managed Objects.
- [3] ITU-T Rec. X.711, Common Management Information Protocol Specification, 1991.
- [4] ITU-T Rec. G.773, Protocols Suites for Q Interfaces for Management of Transmission Systems, 1992.
- [5] ITU-T Rec. G.774, Synchronous Digital Hierarchy(SDH) Management Information Model, 1992.
- [6] ITU-T Rec. G.708, Network Node Inter-

- face for the Synchronous Digital Hierarchy, 1993.
- [7] ITU-T Rec. G.784, Synchronous Digital Hierarchy(SDH) Management, 1994.
- [8] ISO/IEC 10589, Intermediate system to Intermediate system Intra-Domain Routing Information Exchange Protocol, 1992.
- [9] TR-TSY-000496, A Unidirectional, Dual-Fed, Path Protection Switched Self-Healing Ring Implementation, Bellcore, Issue 2, Sep. 1991.
- [10] ITU-T Rec. X.208, Specification of Abstract Syntax Notation One(ASN.1), 1988.
- [11] ITU-T Rec. G.803, Architectures of Transport Networks based on the Synchronous Digital Hierarchy(SDH), 1993.
- [12] ITU-T Rec. G.782, Types and General Characteristics of Synchronous Digital Hierarchy(SDH) Multiplexing Equipment, 1990.
- [13] 엄두호, 민경배, 박창조, “동기식 전송망 관리시스템(MOST)의 관리기능 연구”, KTRC 정보통신연구, 제9권 제1호, 1995 4월
- [14] X/Open Ltd., OSI-Abstract-Data Manipulation API (XOM) : X/Open CAE Specification, Nov. 1991.
- [15] X/Open Ltd., System Management : Management Protocols API (XMP) : Preliminary Specification, Mar. 1992.

저자 소개



朴 昌 朝

1953年 8月 22日生

1977年 2月 한국항공대학교 통신공학과(학사)

1988年 2月 한양대학교 산업대학원 전자통신공학과(석사)

1990年 8月~1983年12月 한국전자통신연구소 연구원

1984年 1月~현재 한국통신 연구개발원 통신망연구소 책임연구원(전송망관리 팀장)

주관심분야 : 통신암관리시스템 구축 및 개발기술



嚴斗浩

1966年 12月 18日生

1989年 2月 서울대학교 전자공학과(학사)

1991年 2月 서울대학교 전자공학과(석사)

1991年 2月~현재 한국통신 연구개발원 통신망 연구소 전임연구원

주관심분야: 통신망 관리시스템 구축 및 개발기술