

# NGN 전송 층의 자원 관리를 위한 프로토콜 중립적인 정보 모델링과 웹 서비스 구현

임 영 은<sup>†</sup> · 권 태 현<sup>††</sup> · 차 영 욱<sup>†††</sup> · 김 춘 희<sup>††††</sup> · 한 태 만<sup>††††</sup> · 정 유 현<sup>†††††</sup>

## 요 약

NGN은 QoS가 지원되는 광 대역 전달 망에서 세션 및 비-세션 서비스를 지원하기 위한 패킷 기반의 융합 망이다. NGN의 RACF(Resource and Admission Control Functions)는 전송망의 토폴로지 및 자원 상태 정보를 수집하기 위하여 COPS와 SNMP를 자원 관리 프로토콜로 고려하고 있다. 본 논문에서는 NGN 전송 층의 토폴로지 및 자원 상태 관리를 위한 요구 사항을 정의하며, 자원 제어 프로토콜에서 정의되는 데이터 모델들의 일관성을 유지하기 위해 프로토콜 중립적인 정보 모델을 제안한다. 또한, UML로 기술된 정보 모델을 이용하여 웹 서비스 기반의 NGN 자원 관리 시스템을 설계 및 구현하였다.

키워드 : NGN, RACF, 정보 모델, 데이터 모델, COPS, SNMP, 웹 서비스

## Protocol-independent Information Modeling and Web Services Implementation for Resource Management in NGN Transport Stratum

YoungEun Yim<sup>†</sup> · TaeHyun Kwon<sup>††</sup> · YoungWook Cha<sup>†††</sup>  
ChoonHee Kim<sup>††††</sup> · TaeMan Han<sup>††††</sup> · YouHyeon Jeong<sup>†††††</sup>

## ABSTRACT

NGN is a packet-based converged network to support session and non-session based services in QoS-enabled broadband transport technologies. Resource and admission control functions (RACF) of NGN have been considering COPS and SNMP as resource management protocols to collect network topology and resource status information of transport network. This paper defines requirements of resource management in NGN transport network, and proposes protocol independent information model to keep consistency of data models of each resource management protocol. Based on this information model described with UML class diagram, we designed and implemented NGN resource management system on Web Services.

Key Words : NGN, RACF, Information Model, Data Model, COPS, SNMP, Web Services

## 1. 서 론

최근의 통신 환경과 통신 시장은 이미 포화 상태에 이른 전송망 기술, 다양한 서비스에 대한 요구, 새로운 수익원 창출이라는 문제에 직면해 있다. 이에 대한 해결 방안으로 차세대 네트워크(NGN : Next Generation Network)를 주목하고 있으며, NGN이 통신 시장의 새로운 활력소로 작용할 것으로 기대하고 있다[1]. NGN은 다양한 통신망들을 통합한 IP 기반의 광대역 통합 망으로, ITU-T(International Telecommunication

Union-Telecommunication) SG 13의 주도하에 표준화가 진행되고 있다[2,3]. NGN의 신호 요구 사항과 프로토콜의 표준화를 수행하는 ITU-T SG 11은 전송망 제어 기능인 RACF(Resource and Admission Control Functions)의 자원 제어 프로토콜들을 위하여 Q.rcp.X(Resource Control Protocol no.X) 문서들을 정의하고 있다[4].

SG 11에서는 RACF가 전송망의 토폴로지 및 자원 상태 정보를 수집하기 위하여 COPS(Common Open Policy Service) [5]와 SNMP(Simple Network Management Protocol)[6]을 현재 고려하고 있지만, 추후 웹 서비스 기반의 관리와 같은 새로운 자원 제어 프로토콜들이 제안될 것으로 예상된다. 토폴로지 및 자원 상태를 수집하기 위한 다양한 자원 제어 프로토콜에서 정의되는 데이터 모델들의 일관성을 유지하기 위해 자원 제어 프로토콜에 중립적인 정보 모델의 정의가 요구된다. 관리 정보에 대한 정보 모델은 개념적인 레벨에

\* 본 논문은 한국과학재단 우수연구센터(OIRC) 사업과 ETRI 정보통신 연구 개발사업 위탁과제의 연구결과임.

† 정 회 원 : 티맥스 소프트웨어 EA 개발실 연구원

†† 정 회 원 : 안동대학교 컴퓨터공학과 연구원

††† 정 회 원 : 안동대학교 컴퓨터공학과 부교수 (교신저자)

†††† 정 회 원 : 대구사이버대학 컴퓨터정보학과 조교수

††††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 임베디드 S/W 연구단 책임연구원

†††††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단 NCP기술팀 팀장  
논문접수 : 2007년 2월 20일, 심사완료 : 2007년 7월 4일

서 특정 구현이나 프로토콜에 독립적인 관리 객체를 모델링하는 것이고, 데이터 모델은 정보 모델에 기반하여 특정 구현이나 프로토콜에 종속적인 관리 객체를 모델링하는 것이다[7]. ITU-T SG 4에서는 프로토콜 중립적인 관리 정보 모델링을 위하여 UML(Unified Modeling Language)를 이용하고 있다[8].

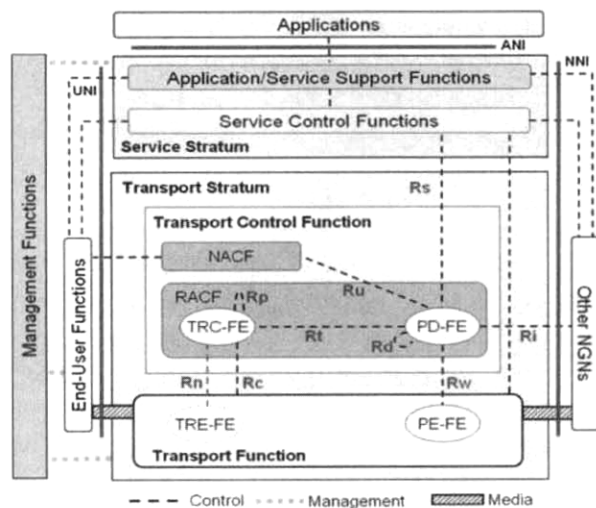
본 논문에서는 UML을 이용하여 NGN 전송 층의 토폴로지 및 자원 상태 관리를 위한 요구 사항을 정의하며, 이를 기반으로 프로토콜 중립적인 관리 정보의 정보 모델을 제안한다. 관리 정보의 정형화된 정보 모델을 정의함으로써 자원 제어 프로토콜에 독립적으로 RACF와 전송망 사이에서 교환되는 관리 정보의 데이터 모델들에 대한 일관성을 유지할 수 있다. 또한, 제안된 정보 모델을 이용하여 IETF Netconf 워킹 그룹에서 정의한 웹 서비스 기반[9,10]의 자원 관리 시스템을 설계 및 구현함으로써, 프로토콜 중립적인 관리 정보의 모델링에 기반한 자원 제어 프로토콜의 실현성을 제시한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 NGN 구조 및 인터페이스

#### 2.1.1 NGN 기능 구조

NGN은 기존의 다양한 통신망을 통합하여 품질이 보장된 광대역 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나 끊김 없이 원활하게 제공할 수 있는 IP 기반의 광대역 통합망이다. NGN 기능 구조는 (그림 1)과 같이 서비스 층(Service Stratum)과 전송망 하부구조인 전송 층(Transport Stratum)으로 분리되어, 전송망에 다양한 전송망이 적용 가능한 유연성을 가진다[2]. 서비스 층은 다양한 응용 서비스를 사용자에게 제공하기 위해 지원 및 제어 기능으로 구성되며, 전송 층은 액세스 망과 코어 망을 통해 트래픽을 전송하기 위한 전송 기능과 이를 제어하는 제어 기능으로 구성된다.



(그림 1) NGN의 기능 구조 및 인터페이스

서비스 층의 응용/서비스 지원 기능은 제 3의 서비스 사업자와 종단 사용자에게 응용 레벨의 게이트웨이, 등록, 인증 및 권한 부여 기능을 제공한다. 서비스 제어 기능(SCF : Service Control Functions)은 미디어 자원 제어 기능과 서비스 레벨에서의 세션 제어, 등록, 인증 및 권한 부여 기능을 수행한다.

전송 층은 NACF(Network Attachment Control Functions)와 RACF를 포함하는 전송 제어 기능(Transport Control Functions)과 전송 기능(Transport Functions)으로 구성된다. 전송 제어 기능에 포함된 NACF는 사용자의 가입 정보 및 액세스 망의 정보를 관리하며, RACF는 전송 기능과 상호 작용하여 전송 자원 제어와 수락 제어를 위한 중재자 역할을 수행한다. RACF는 망 자원에 대한 수락 제어의 최종 결정을 내리는 PD-FE(Policy Decision Functional Entity)와 전송망의 관리 정보 수집 및 전송망 레벨에서의 자원 수락 제어를 수행하는 TRC-FE(Transport Resource Control Functional Entity)로 구성된다. 전송 기능은 트래픽 전송을 위한 IP 연결성을 제공하며, PE-FE(Policy Enforcement Functional Entity)와 TRE-FE(Transport Resource Enforcement Functional Entity)로 구성된다. PE-FE는 RACF의 PD-FE가 결정한 망 정책 규칙을 전송망에 반영시키고 집행하며, TRE-FE는 RACF의 TRC-FE가 지시하는 전송 자원의 정책 규칙을 집행한다[3].

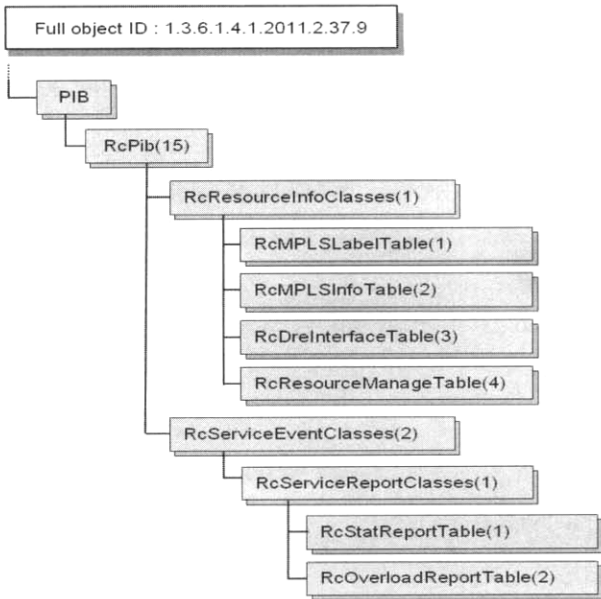
#### 2.1.2 Rc 인터페이스의 자원 제어 프로토콜

RACF는 내부 기능 엔티티들간 혹은 외부 기능 엔티티들과의 상호 작용을 위해 (그림 1)과 같이 Rs, Rw, Rc 등의 자원 제어 인터페이스를 가진다. 그 중 Rc 인터페이스는 전송망의 자원 제어 기능인 RACF의 TRC-FE가 전송 층의 여러 기능 엔티티들과 상호 협력하여, 액세스 및 코어 망의 토폴로지 정보와 자원 상태 정보를 수집하는 자원 제어 인터페이스이다[3].

현재 ITU-T SG 11의 Q5/11에서는 RACF에 상호 연결된 각 인터페이스들의 자원 제어 프로토콜들을 <표 1>과 같이 Q.rcp.X 문서로 정의하고 있다[4]. Q.rcp.X 문서들은 각 인터페이스를 위한 프로토콜과 메시지 형식 및 동작 등을 포함한다. Rc 인터페이스를 위한 자원 제어 프로토콜로 COPS 기반의 Q.rcp.4.1 문서[5]와 SNMP 기반의 Q.rcp.4.2

<표 1> 자원 제어 프로토콜의 표준화 동향

기능 엔티티	인터페이스	기본 프로토콜	Q.rcp.X
SCF, PD-FE	Rs	DIAMETER	Q.rcp.1
TRC-FE, TRC-FE	Rp	RCIP	Q.rcp.2 Part 1
PD-FE, PE-FE	Rw	COPS	Q.rcp.3.1
		H.248	Q.rcp.3.2
		DIAMETER	Q.rcp.3.3
TRC-FE, TF	Rc	COPS	Q.rcp.4.1
		SNMP	Q.rcp.4.2
PD-FE, PE-FE	Rt	정의 예정	Q.rcp.5
PD-FE, PD-FE (inter-domain)	Rd	정의 예정	Q.rcp.6



(그림 2) Q.rcp.4.1 문서의 PIB

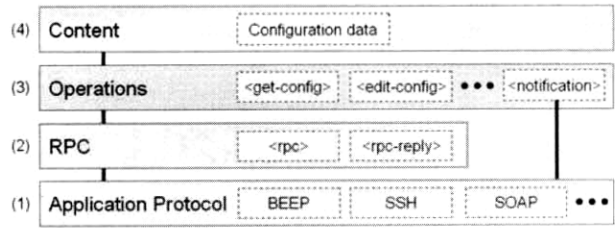
문서[6]를 제안하고 있다.

Q.rcp.4.1 문서에는 관리 정보들을 (그림 2)와 같이 PIB(Policy Information Base)를 이용하여 RcPib로 정의하고 있다. RcPib에는 자원 정보와 서비스 이벤트 클래스 정보들만 정의되어 있으므로 Rc 인터페이스의 요구 사항인 토폴로지 및 자원 상태를 관리하기에는 관리 정보가 미흡하다. Q.rcp.4.2 문서에는 SNMP 자원 제어 프로토콜의 적용 방안이 아직 정의되어 있지 않으며, 관리 정보들은 IETF의 MIB-II인 RFC 1213 문서[11]에 기반하여 일부 정의되어 있다.

RcPib는 자원 정보를 수집하기 위한 RcResourceInfoClasses와 발생된 이벤트에 대한 정보를 수집하기 위한 RcServiceEventClasses로 구성된다. RcResourceInfoClasses는 자원 정보를 수집할 전송망이 MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 망인 경우에는 RcMPLSLabelTable과 RcMPLSInfoTable을, MPLS 망이 아닌 일반적인 DRE(Data Relay Entity) 경우에는 RcDreInterfaceTable을 이용한다. RcResourceManageTable은 대상 엔티티에 대한 특정 인터페이스의 자원 정보를 질의하기 위해 사용한다. RcServiceEventClasses는 전송망의 정보를 보고하기 위해 사용되는 RcServiceReportClasses를 가진다.

## 2.2 웹 서비스 기반의 망 관리

망 관리는 망 자원의 유지 관리 및 제어 그리고 성능 모니터링을 통해 망의 이용성을 높이며 효율적인 망운용이 가능하도록 한다. SNMP 기반의 관리는 사용의 단순성 및 상호 운용성으로 인해 망 관리 기술로 널리 이용되고 있지만, 망의 거대화로 인해 방대한 관리 정보를 효율적으로 처리하는데 한계가 있다. SNMP 기반 관리의 문제점을 해결하기 위해 XML(eXtensible Markup Language)을 이용한 웹 서비스 기반의 망 관리가 대두되었다[12-14]. 웹 서비스 기반



(그림 3) NETCONF 프로토콜의 계층 구조

의 관리에서는 XML을 이용한 복잡한 관리 정보들의 구조적인 표현, 압축 기능을 사용한 전송 대역폭 감소, 상호 운용성 제공 등의 장점을 이용하여 효율적으로 망을 관리할 수 있다.

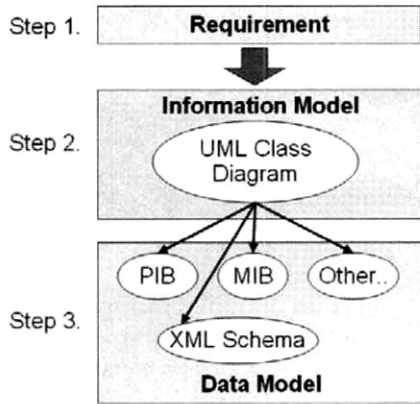
IETF의 Netconf 워킹그룹의 NETCONF 프로토콜은 XML 기반의 구성 관리 프로토콜로, SOAP(Simple Object Access Protocol)을 이용하여 웹 서비스 기반의 망 관리에 이용된다[9,10]. NETCONF 프로토콜에는 망 장비의 관리, 구성 정보의 검색, 그리고 새로운 구성 정보의 전송 및 조작 등을 위한 메커니즘이 정의되어 있다. 망 관리자와 망 장비 사이의 유연한 통신을 위해 NETCONF 프로토콜은 (그림 3)과 같이 4 계층으로 정의되고 있다. 응용 프로토콜 계층은 NETCONF 프로토콜을 전송하기 위한 응용 프로토콜을 다루는 계층이며, RPC(Remote Procedure Call) 계층은 RPC 인코딩을 위한 메커니즘을 제공하는 계층이다. 오퍼레이션 계층은 구성 관리를 위해 RPC 함수로 호출되는 기본 오퍼레이션들을 정의한다. 내용(content) 계층에서는 구성 관리를 위한 데이터를 정의한다. 그러나 내용 계층에서 정의되는 관리 객체의 데이터 모델은 관리되어야 할 장비 및 장비 업체에 의존적이기 때문에 Netconf 워킹 그룹에서는 아직 정의하고 있지 않다.

## 3. NGN 전송 층의 자원 관리를 위한 정보 모델링

NGN 기능 구조를 나타내는 (그림 1)에서 RACF는 서비스 층으로부터 요청받은 자원에 대하여 자원 수락의 결정을 수행한다. 자원 수락의 결정은 전송망의 자원 정보를 기반으로 수행되므로, Rc 인터페이스를 통해 교환되는 관리 정보의 요구 사항과 관리 정보에 대한 정보 모델의 정의가 필수적이다.

### 3.1 Rc 인터페이스의 3 단계 정의

ITU-T SG 11의 Q5/11에서 자원 제어 프로토콜로 제안되고 있는 Q.rcp.X 문서들은 특정 프로토콜을 중심으로 관리 정보에 대한 데이터 모델을 정의하고 있다. 현재 Rc 인터페이스의 Q.rcp.X 문서로는 COPS와 SNMP 기반의 자원 제어 프로토콜이 제안되고 있으며, 이 문서에는 Rc 인터페이스에서 요구되는 관리 정보들 중 일부만이 정의되고 있다. 더욱이, Rc 인터페이스의 다양한 요구 사항을 수용하기 위하여 새로운 자원 제어 프로토콜이 제안될 가능성이 있



(그림 4) Rc 인터페이스의 정의 단계

다. Rc 인터페이스로 제안되거나 제안될 자원 제어 프로토콜들은 각각의 고유한 데이터 모델링 방식을 가지므로 각 프로토콜에서 정의된 데이터 모델들 간의 일관성이 결여될 수 있다. 따라서 Rc 인터페이스의 관리 정보를 위한 데이터 모델의 일관성을 제공하기 위해 프로토콜 중립적인 정보 모델의 정의가 요구된다.

ITU-T SG 4의 Q9/4에서는 TMN(Telecommunication Management Network) 인터페이스를 위한 관리 정보와 관리 기능을 명세화하기 위해 요구 사항 정의, 분석 그리고 설계의 TMN 방법론을 이용한다. 특정 구현에 종속되지 않도록 요구 사항 정의와 분석 단계에서는 UML 표기법을 이용하며, 설계 단계에서는 특정 관리 기술에 종속적인 명세화를 한다[8]. 본 논문에서는 TMN 방법론과 같이 NGN 자원 관리를 위한 Rc 인터페이스의 정의를 (그림 4)와 같이 3 단계로 구분하여 정의한다.

단계 1은 NGN 전송망의 자원 관리를 위한 Rc 인터페이스의 기본적인 요구 사항 및 교환되는 관리 정보의 요구 사항을 정의한다. 단계 2는 단계 1에서 정의된 요구 사항을 기반으로 UML을 이용하여 프로토콜 중립적인 관리 정보들

의 정보 모델을 정의하는 단계이다. 단계 3은 특정 자원 제어 프로토콜의 데이터 모델링 방식에 기반하여 단계 2에서 정의한 정보 모델을 MIB, PIB 그리고 XML 스키마와 같은 다양한 형태의 데이터 모델로 구체화하는 단계이다. Rc 인터페이스를 통해 교환되는 관리 정보를 UML 다이어그램을 이용하여 정보 모델을 정의함으로써 단계 3에서 구축되는 자원 프로토콜들에 대하여 항상 일관된 형태의 데이터 모델을 구축할 수 있다.

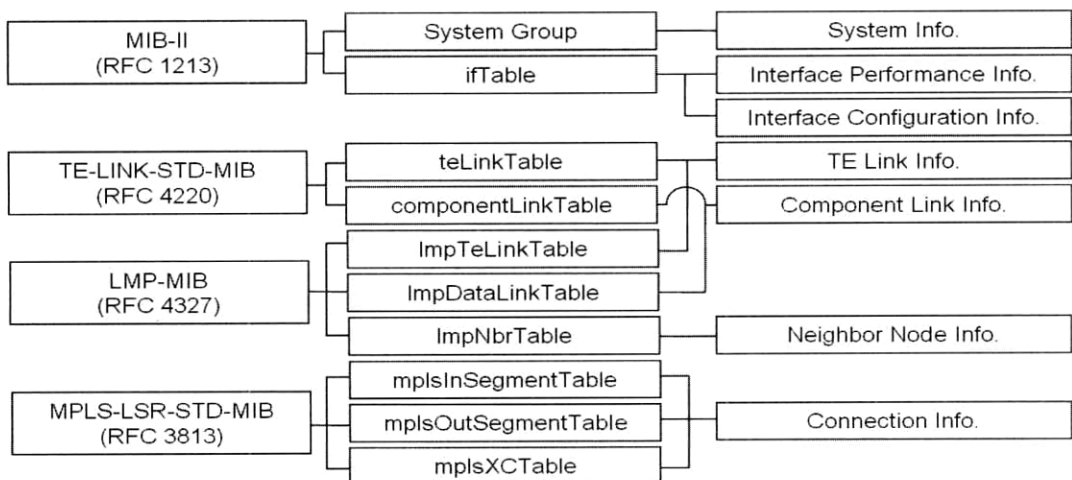
### 3.2 Rc 인터페이스의 관리 정보 요구 사항

ITU-T SG 13에서 정의한 Y.2111 문서에는 RACF의 각 인터페이스들을 위한 요구 사항을 정의하고 있으나, Rc 인터페이스를 위한 세부적인 요구 사항에 대해서는 명확하게 정의되어 있지 않다. 본 논문에서는 RACF와 전송망 사이의 Rc 인터페이스에 대한 기본적인 요구 사항을 분석하고, 이를 기반으로 Rc 인터페이스에서 교환되는 관리 정보의 요구 사항을 정의한다.

Y.2111 문서에 기술되어 있는 Rc 인터페이스의 기능 요구 사항은 코어 망이나 액세스 망의 토폴로지 정보 및 자원 상태 정보를 수집하는 것이다[3]. 이를 위해 RACF는 Rc 인터페이스를 통하여 전송망으로부터 시스템 정보, 인터페이스 구성 및 성능 정보, TE(Traffic Engineering) 링크 정보, 컴포넌트 링크 정보, 인접 노드 정보, 연결 정보 등의 관리 정보를 수집해야 한다. 이와 같은 관리 정보들의 세부적인 정보들은 이미 기존 망에서 MIB들로 정의되어 있으므로, 이들 MIB의 관리 객체나 테이블 정보를 참조하여 Rc 인터페이스의 관리 정보에 대한 요구 사항을 정의한다. (그림 5)는 RACF가 수집하는 토폴로지 및 자원 상태 정보와 기존 MIB들과의 관계를 나타낸다.

#### 3.2.1 시스템 정보 (System Info.)

시스템 정보는 전송망에서 관리 정보의 수집 대상이 되는 노드의 정보로, (그림 5)와 같이 MIB-II[11]의 System Group으로부터 필요한 정보를 추출하여 정의하였다. 시스템



(그림 5) Rc 인터페이스에서 수집되는 관리 정보와 표준 MIB의 관계

과 관련된 관리 정보에는 시스템을 식별하기 위한 식별 정보, 시스템 유형, 시스템의 대표 IP 주소와 시스템이 최근에 초기화된 이후부터의 시간인 시스템 업 시간 등을 포함해야 한다.

3.2.2 인접 노드 정보 (Neighbor Node Info.)

인접 노드 정보는 관리 정보의 수집 대상이 되는 노드와 인접한 노드들의 정보로, (그림 5)와 같이 필요한 관리 정보를 링크 관리 프로토콜(LMP : Link Management Protocol)의 LMP-MIB[15]에 있는 LMP 인접 테이블(impNbrTable)로부터 추출하여 정의하였다. 인접 노드 정보에는 인접 노드를 식별하기 위한 정보, 인접 노드의 대표 IP 주소, 인접 노드의 관리 상태(administration status)와 운영 상태(operation status) 등을 포함하여야 한다.

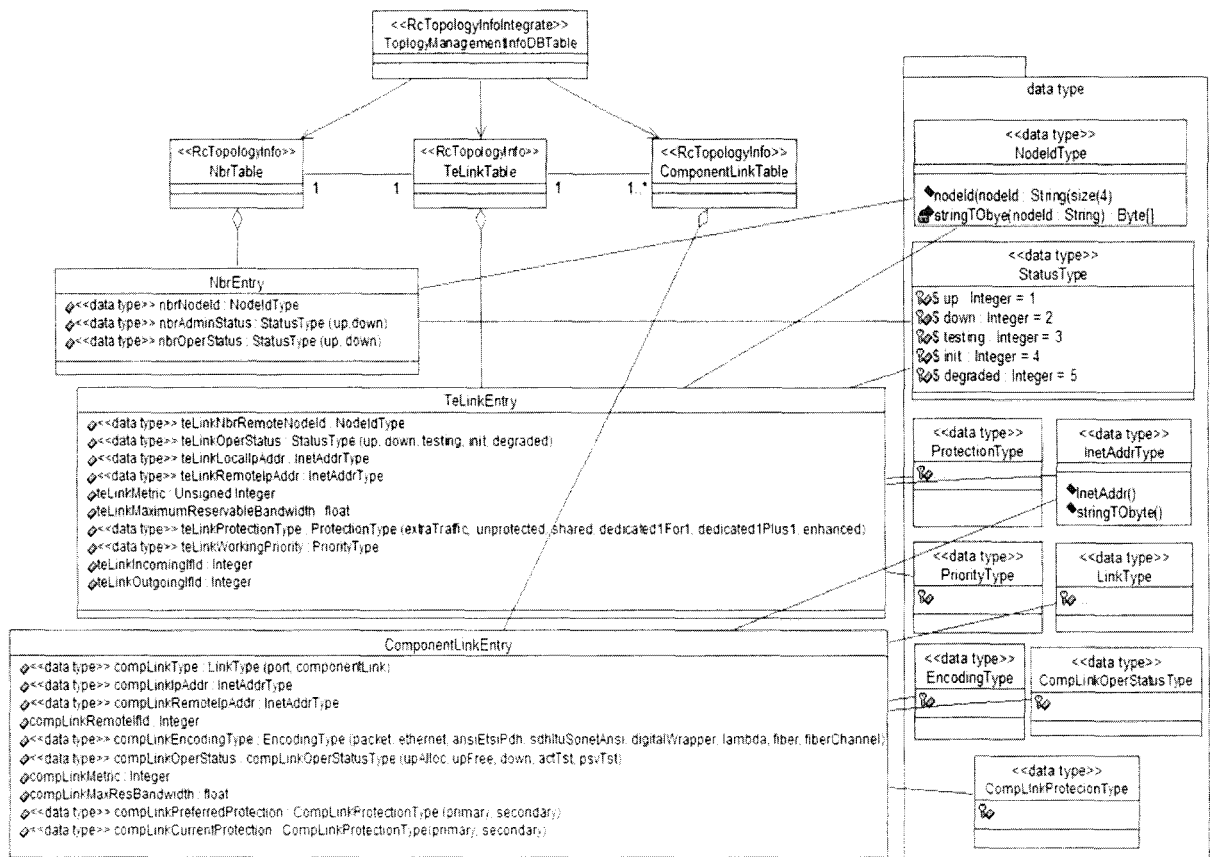
3.2.3 인터페이스 구성 / 성능 정보 (Interface Configuration / Performance Info.)

인터페이스는 두 노드를 연결하는 물리적 또는 논리적인 통신 인터페이스이다. 인터페이스 정보는 성능을 나타내는 인터페이스 성능 정보와 구성을 나타내는 인터페이스 구성 정보로 구분하여 정의하였다. 인터페이스 구성 정보와 성능 정보에 필요한 관리 정보는 (그림 5)와 같이 MIB-II에 있는 Interface Group의 인터페이스 테이블(ifTable)로부터 추출하

여 정의하였다. 인터페이스 구성 정보에는 인터페이스 식별자, 인터페이스 유형, 자신 및 인접 노드의 대표 IP 주소, 송대역폭, 최대 전송률, 인터페이스의 상태 정보 등을 포함하여야 한다. 인터페이스 성능 정보에는 송수신 데이터 크기, 송수신 유니캐스트 및 비-유니캐스트 패킷의 수, 송수신 가용 대역폭, 송수신 오류 발생 및 폐기된 패킷의 수와 같은 정보를 포함하여야 한다.

3.2.4 링크 정보 (TE / Component Link Info.)

두 노드 간에 설립된 링크는 논리적인 링크와 물리적인 링크로 구분할 수 있다. TE 링크는 두 노드 간에 설립된 유사한 특성들을 가지는 링크들을 그룹화한 하나의 논리적인 링크이고, 컴포넌트 링크는 TE 링크를 구성하는 물리적인 링크이다[16,17]. TE 링크 정보는 TE-LINK-STD-MIB[18]의 TE 링크 테이블(teLinkTable)과 LMP-MIB의 LMP TE 링크 테이블(impTeLinkTable)을 이용하였으며, 컴포넌트 링크 정보는 TE-LINK-STD-MIB의 컴포넌트 링크 테이블(componentLinkTable)과 LMP-MIB의 LMP 데이터 링크 테이블(impDataLinkTable)을 이용하여 필요한 관리 정보를 추출하였다. TE 링크 정보와 컴포넌트 링크 정보에는 링크로 연결된 자신 및 인접 인터페이스 IP 주소, 최대 대역폭, 최대 예약 가능한 대역폭, 인코딩 유형, 전체 정보, 링크의 관리 및 운영 상태 등의 정보를 포함해야 한다.



(그림 6) 토폴로지 관리를 위한 정보 모델

### 3.2.5 연결 정보 (Connection Info.)

연결 정보는 두 노드 간의 연결 상태를 확인하기 위한 정보로, 필요한 관리 정보는 (그림 5)와 같이 MPLS-LSR-STD-MIB[19]의 MPLS 입력 세그먼트 테이블(mplsIn-SegmentTable), MPLS 출력 세그먼트 테이블(mplsOut-SegmentTable) 그리고 MPLS 크로스 커넥터 테이블(mplsXCTable)로부터 추출하여 정의하였다. 연결 정보에는 송수신 인터페이스 및 포트 식별 정보, 지원되는 QoS 정보, 대역폭, 연결의 관리 및 운영 상태 등의 정보를 포함해야 한다.

### 3.3 프로토콜 중립적인 정보 모델링

NGN 전송 층의 토폴로지 및 자원 상태 관리를 위해서는 (그림 5)와 같이 시스템 정보, 인접 노드 정보, 인터페이스 정보, 링크 정보 및 연결 정보가 요구된다. 본 절에서는 UML 다이어그램 표기법을 이용하여 토폴로지 관리 정보에 대한 프로토콜 중립적인 정보 모델링의 방안을 제시한다. 토폴로지 관리를 위한 정보로 (그림 5)의 인접 노드 정보를 수집하기 위한 인접 노드 테이블(NbrTable), TE 링크 정보

를 수집하기 위한 TE 링크 테이블(TeLinkTable), 그리고 컴포넌트 링크 정보를 수집하기 위한 컴포넌트 링크 테이블(ComponentLinkTable)이 요구된다. (그림 6)은 UML을 사용하여 토폴로지 관리를 위한 정보의 세부 내용 및 연관 관계를 나타내는 정보 모델이다.

RAC는 Rc 인터페이스를 통해 전송망으로부터 Nbr 테이블, TeLink 테이블과 ComponentLink 테이블을 수집하며, 수집된 관리 정보를 기반으로 토폴로지 관리 정보를 위한 데이터베이스를 구축하게 된다. TeLink 테이블은 Nbr 테이블과는 1대 1 관계, ComponentLink 테이블과는 1대 다 관계를 가지도록 정의된다. 테이블 엔트리의 관리 정보들 중 기본 타입 이외의 데이터 타입들은 (그림 6)의 우측과 같이 정의하여 나타내었다. 엔트리의 특정 관리 정보가 한정적인 값을 가질 경우에는 중괄호를 이용하여 그 값을 명시하였다. (그림 6)과 같이 정의된 정보 모델은 COPS의 PIB나 SNMP의 MIB와 같은 특정 자원 제어 프로토콜의 데이터 모델로 구체화되며, 해당 관리 정보들은 Rc 인터페이스를 통해 실제적인 정보 수집에 이용된다.

```

<!-- Edited with XML Spy v2005 (http://www.xmlspy.com) By YoungEun Yim -->
<xsd:schema xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:rc="http://ngn.andong.ac.kr/rc/TopologyMnt/rc.xsd"
xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="http://ngn.andong.ac.kr/rc/TopologyMnt/rc.xsd">
  <xsd:complexType name="TopologyManageInfo">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="TopologyManageInfoType" type="xsd:string" minOccurs="0"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  <xsd:complexType name="TopologyManageInfoType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="nbrTable" type="rc:NbrTableType"/>
      <xsd:element name="teLinkTable" type="rc:TeLinkTableType"/>
      <xsd:element name="componentLinkTable" type="rc:ComponentLinkTableType"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  <xsd:complexType name="NbrTableType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="nbrEntry" type="rc:NbrEntryType"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  <xsd:complexType name="TeLinkTableType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="teLinkEntry" type="rc:TeLinkEntryType"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  <xsd:complexType name="ComponentLinkTableType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="componentLinkEntry" type="rc:ComponentLinkEntryType"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  <xsd:complexType name="NbrEntryType">
  <xsd:complexType name="TeLinkEntryType">
  <xsd:complexType name="ComponentLinkEntryType">
  <xsd:simpleType name="NodeIdType">
  <xsd:simpleType name="StatusType">
  <xsd:simpleType name="InetAddrType">
  <xsd:simpleType name="ProtectionType">
  <xsd:simpleType name="PriorityType">
  <xsd:simpleType name="LinkType">
  <xsd:simpleType name="EncodingType">
  <xsd:simpleType name="CompLinkOperStatusType">
  <xsd:simpleType name="CompLinkProtectionType">
</xsd:schema>

```

(그림 7) XML 스키마를 이용한 데이터 모델링

#### 4. 웹 서비스 기반 Rc 인터페이스의 설계 및 구현

본 장에서는 NGN 전송 층의 자원 관리를 위한 Rc 인터페이스를 IETF Netconf 워킹 그룹에서 정의된 웹 서비스 기반으로 구축하기 위한 데이터 모델링과 설계 및 구현에 대하여 기술한다.

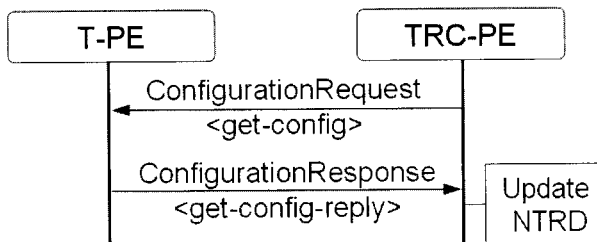
##### 4.1 데이터 모델링

웹 서비스 기반 관리에서의 정보 교환은 XML로 인코딩되는 SOAP 메시지를 사용하며, 관리 정보의 데이터 모델은 XML 스키마로 구조화 되어야 한다. 본 논문에서는 Rc 인터페이스의 토폴로지 및 자원 관리를 위해 필요한 데이터 모델로 Nbr 테이블, TeLink 테이블 그리고 ComponentLink 테이블을 (그림 7)과 같이 XML 스키마를 이용하여 정의하였다. Rc 인터페이스를 위한 XML 스키마는 (그림 6)에서 정의한 정보 모델의 각 테이블에 명시된 속성, 타입, 기본값을 기반으로 정의하였다. XML 스키마의 정의에 따라 TopologyManageInfo 엘리먼트는 Rc 인터페이스를 통해 교환되는 각 테이블들을 자식 엘리먼트로 가지며, 각 테이블들은 각각 nbrEntry, teLinkEntry, componentLinkEntry를 자식 엘리먼트로 가진다. 각 엔트리들이 가지는 자식 엘리먼트들은 NodeIdType, StatusType, InetAddrType 등과 같은 타입을 가진다.

##### 4.2 Rc 인터페이스의 오퍼레이션 및 정보 수집 절차

전송 제어 기능의 RACF는 전송망의 스위치나 라우터로부터 Rc 인터페이스를 통하여 웹 서비스 기반의 오퍼레이션을 교환함으로써 토폴로지 및 자원 관리 정보를 수집한다. RACF는 NETCONF 프로토콜에 정의된 기본 오퍼레이션들 중 <get-config> 오퍼레이션을 사용한다. <get-config> 오퍼레이션은 구성 정보에 대한 특정 정보 또는 전체 정보를 검색하여 얻어오기 위한 것으로 Rc 인터페이스를 통해 필요한 관리 정보를 수집하기에 적합하다. <get-config> 오퍼레이션에 대한 응답 오퍼레이션으로는 <get-config-reply>를 정의하여 사용한다.

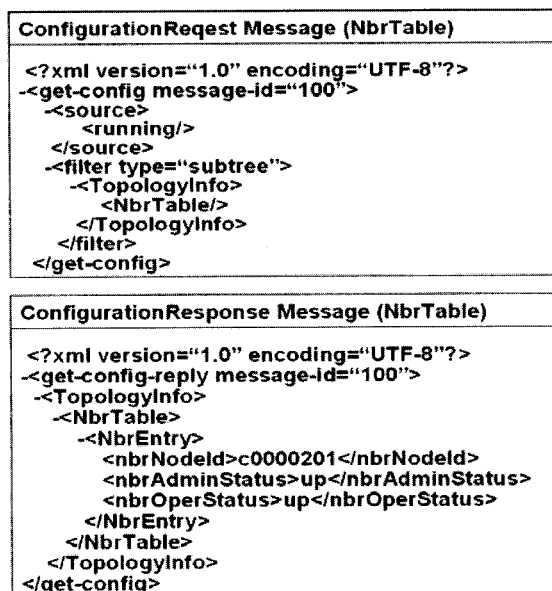
(그림 8)은 RACF가 Rc 인터페이스를 통해 전송망의 스위치나 라우터로부터 토폴로지 및 자원 관리 정보를 수집하는 절차를 나타낸다. Rc 인터페이스는 (그림 1)에서 보듯이 RACF의 TRC-PE(Transport Resource Control Physical Entity)와 T-PE(Transport Physical Entity) 사이의 인터페이스이다. T-PE는 전송망에 위치하여 트래픽의 전송을 담당하는 스위치나 라우터 등이며, TRC-PE는 전송망의 스위치나 라우터들로부터 토폴로지 및 자원 관리 정보를 수집하고 관리하는 망 관리 기능이다. TRC-PE는 정보 수집을 위해 필요한 정보를 요청하는 ConfigurationRequest 메시지를 T-PE에게 보낸다. ConfigurationRequest 메시지를 수신한 T-PE는 응답으로 ConfigurationResponse 메시지를 TRC-PE에게 전달한다. TRC-PE는 T-PE로부터 수신한 ConfigurationResponse 메시지에 포함된 정보들을 기반으로



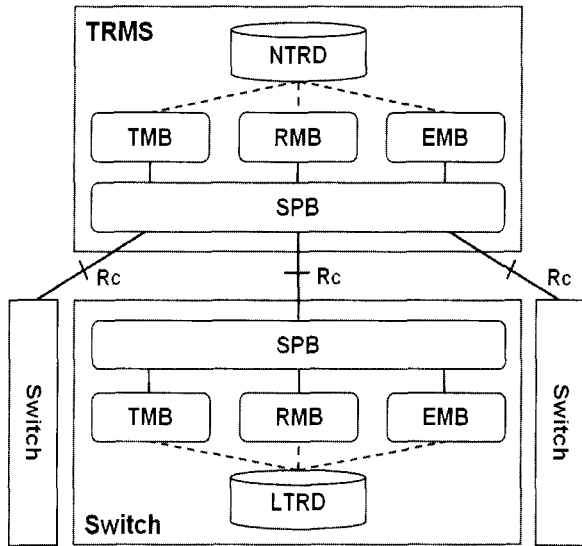
(그림 8) 요청 및 응답 메시지와 정보 수집 절차

네트워크 토폴로지 및 자원 데이터베이스(NTRD: Network Topology and Resource Database)[3]를 갱신하여 최신의 정보를 유지한다.

NETCONF 프로토콜의 <get-config> 오퍼레이션을 사용하는 인접 노드 테이블(NbrTable)의 요청과 응답 메시지는 (그림 9)와 같다. 웹 서비스 기반의 Rc 인터페이스는 자체적으로 RPC 메커니즘을 제공하는 NETCONF over SOAP/HTTP[10]를 사용하기 때문에 NETCONF의 RPC 계층에서 정의된 <rpc>와 <rpc-reply> 태그를 사용하지 않고 (그림 9)와 같이 <get-config>를 오퍼레이션으로 채택하는 정책을 사용하였다. 이는 <rpc>와 <rpc-reply>로 인한 추가적인 XML 파싱을 없애기 위하여 포항공대에서 제안된바 있다[13]. RACF의 TRC-PE는 <get-config>를 이용하여 T-PE에게 NbrTable을 요청하기 위해 요청 메시지(ConfigurationRequest)의 <source> 파라미터에는 <running/>, <filter> 파라미터에는 NbrTable에 접근하기 위한 경로를 명시하여 SOAP 메시지를 인코딩한다. 요청 메시지를 수신한 T-PE는 응답 메시지(ConfigurationResponse)의 <get-config-reply> 오퍼레이션 내에 인접 노드와 관련된 관리 정보(NbrTable)를 인코딩하여 RACF의 TRC-PE에게 전송한다.



(그림 9) 인접 노드 테이블의 요청 및 응답 메시지



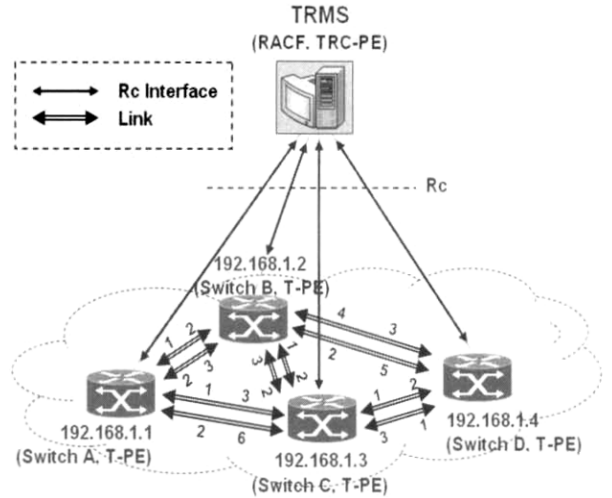
EMB : Event Management Block  
 RMB : Resource Management Block  
 SPB : SOAP Processing Block  
 TMB : Topology Management Block  
 NTRD : Network Topology and Resource Database  
 LTRD : Local Topology and Resource Database

(그림 10) Rc 인터페이스의 구현 구조

4.3 Rc 인터페이스의 구현

웹 서비스 기반의 Rc 인터페이스를 위한 토폴로지 및 자원 관리 시스템(TRMS : Topology and Resource Management System)과 스위치의 구현 구조는 (그림 10)과 같다. TRMS에는 전송 층의 제어 기능인 RACF 기능이 구현된다. TRMS와 스위치에는 관리 정보를 교환하여 토폴로지 관리를 담당하는 TMB(Topology Management Block)과 자원 상태를 관리하는 RMB(Resource Management Block) 그리고 이벤트를 담당하는 EMB(Event Management Block)블록이 있다. TRMS의 NTRD는 스위치로부터 수집한 네트워크 토폴로지 및 자원 정보를 저장하는 데이터베이스이다. 스위치의 LTRD(Local Topology and Resource Database)는 인접 노드로부터 얻어진 토폴로지 정보와 자원 정보들을 로컬하게 저장하는 데이터베이스이다. SPB(SOAP Processing Block)블록은 SOAP 엔진이 탑재되어 Rc 인터페이스를 통해 교환되는 관리 정보를 위한 SOAP 메시지의 인코딩 및 디코딩을 수행한다.

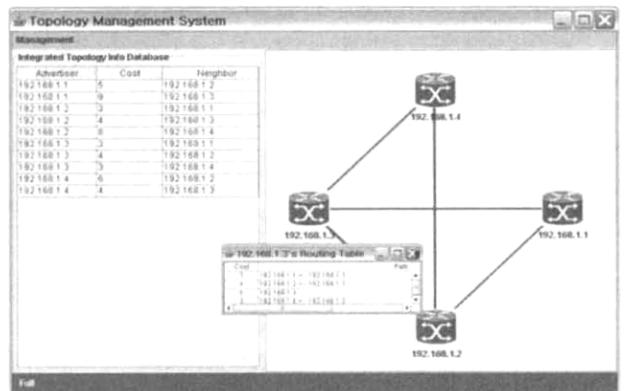
(그림 11)과 같이 중앙 집중화된 TRMS와 4개의 스위치들로 구성된 실험 환경의 망 구성에서 웹 서비스 기반의 Rc 인터페이스를 통한 토폴로지 관리의 실현성을 확인하였다. 망을 구성하는 스위치들 사이에는 다수의 링크가 존재할 수 있으며, 링크마다 서로 다른 비용(cost)이 할당 될 수 있다. 그림에서 표시된 링크의 비용은 한 스위치에서 다른 스위치로 데이터 트래픽을 전달하는데 소요되는 비용을 나타낸다. 즉, 스위치 A에서 C로 비용 3 또는 6을 갖는 링크로 데이터를 전달 할 수 있으며, 스위치 C에서 A로는 비용 1 또는 2를 갖는 링크로 데이터를 전달할 수 있다고 가정하였다.



(그림 11) 토폴로지 정보 수집을 위한 실험 환경의 망 구성도

TRMS는 윈도우 기반의 P4 3.2GHz PC를 사용하였으며, 스위치의 Rc 인터페이스 기능은 리눅스 기반의 MPC 860 보드를 사용하였다. TRMS의 SPB 블록에는 웹 응용과의 인터페이스를 쉽게 개발할 수 있는 Java 기반의 Axis[20]로 구현된 웹 서비스 기능을 탑재하였으며, 스위치의 SPB 블록에는 자원의 소모가 적고 경량으로 임베디드 시스템에 적합한 C 기반의 gSOAP[21]으로 구현된 웹 서비스 기능을 탑재하였다.

각 스위치들은 인접한 스위치들에 대한 인접 정보, TE 링크 정보, 데이터 링크 정보를 링크 관리 프로토콜이나 라우팅 프로토콜을 이용하여 수집한다. 본 논문에서는 이러한 정보들을 각 스위치에서 유지하는 LTRD에 정적으로 설정하여 사용하였다. TRMS는 스위치들로부터 인접 노드와 링크 정보를 수집하여 네트워크 토폴로지 및 자원 데이터베이스(NTRD)를 구축하게 된다. (그림 12)과 같이 TRMS는 네트워크 토폴로지 및 자원 정보를 이용하여 스위치들이 연결된 전송망의 토폴로지 형상을 구축하며, 각 스위치에서 경로 계산을 위한 라우팅 테이블을 생성하게 된다. 스위치들 사이에 존재하는 링크는 비용을 통합한 하나의 링크로 표시



(그림 12) 토폴로지 정보 관리 시스템



하였다. 이와 같이 UML 다이어그램을 사용하여 정의된 Rc 인터페이스의 관리 정보 모델을 사용함으로써, 동일한 의미를 갖는 XML 스키마, PIB 그리고 MIB 형식의 데이터 모델을 구축할 수 있게 된다. 즉, 웹 서비스 기반의 SOAP이 아닌 COPS 또는 SNMP 기반의 자원 제어 프로토콜을 사용하더라도 (그림 12)와 같이 동일한 TRMS 시스템을 구축할 수 있게 된다.

## 5. 결 론

NGN 전송 층의 RACF는 Rc 인터페이스를 통해 수집된 전송망의 관리 정보를 기반으로 서비스 층에서 요청된 서비스의 수락 여부를 결정한다. ITU-T SG 11의 Q5/11에서는 Rc 인터페이스를 위해 COPS와 SNMP 기반의 자원 제어 프로토콜이 제안되고 있으나, Rc 인터페이스의 다양한 요구 사항을 위하여 새로운 자원 제어 프로토콜이 제안될 것으로 예상된다. 본 논문에서는 RACF Rc 인터페이스의 다양한 자원 제어 프로토콜에 대하여 토폴로지 및 자원 상태 정보에 대한 일관성 있는 데이터 모델을 구축하기 위하여 프로토콜 중립적인 정보 모델링을 제안하였다. 이를 위해 Rc 인터페이스에서 교환되는 관리 정보의 요구 사항을 정의하였으며, UML 다이어그램 표기법을 이용한 정보 모델의 구축 방안을 제시하였다. 또한, 제안된 정보 모델을 이용하여 웹 서비스 기반 Rc 인터페이스를 설계 및 구현함으로써, 프로토콜 중립적인 관리 정보의 모델링에 기반한 Rc 인터페이스 관리의 실현성을 확인하였다.

향후 연구 과제로는 NGN의 Rc 인터페이스에 대한 세부적인 자원 관리 정보의 요구 사항들을 정의하여 이들에 대한 정보 모델을 정의하며, RACF의 자원 수락 제어 기능과 이들 자원 상태의 정보에 대한 연관성을 제시하는 것이다. 그리고 자원 제어 프로토콜로 제안되고 있는 SNMP와 COPS 기반의 TRMS 시스템을 구축하여 성능을 비교 분석하는 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Chae-Sub Lee and Dick Knight, "Realization of the Next-Generation Network," *IEEE Communication Magazine*, vol. 43, no. 10, pp. 34-41, October 2005.
- [2] ITU-T Draft Document, TD 194 (PLEN), "Draft Recommendation Y.2012 (formerly Y.NGN-FRA) [Draft Version 0.8]," ITU-T SG 13 Geneva Meeting, 17-28 July 2006.
- [3] ITU-T Draft Document, TD 141 (WP 4/13), "Draft revised Recommendation Y.2111 (Y.RACF R2) - Release 2 Version 0.1," ITU-T SG 13 Geneva Meeting, 24 October - 3 November 2006.
- [4] ITU-T Draft Document, NGN-GSI/DOC-90, "Q.5/11 Meeting Report," NGN GSI Rapporteur Group Meeting, 24 October - 3 November 2006.
- [5] ITU-T Draft Document, TD 328 (GEN/11), "Agreed output from Kobe meeting for draft Q.rcp.4 Annex A (COPS version)," ITU-T SG 11 Geneva Meeting, 17-28 July 2006.
- [6] ITU-T Draft Document, TD 434 (GEN/11), "Output draft of Q.rcp.4 Annex B SNMP Alternative," ITU-T SG 11 Geneva Meeting, 24-28 July 2006.
- [7] A. Pras and J. Schoenwaelder, "On the Difference between Information Models and Data Models," IETF RFC 3444, January 2003.
- [8] ITU-T Draft Document, TD 255 (GEN/4), "Q9/4 Interim Activities - Report to SG4 - Part 2 - Draft Revised M.3020," ITU-T SG 4 Beijing Meeting, 24 May - 2 June 2006.
- [9] R. Enns, "NETCONF Configuration Protocol," IETF RFC 4741, December 2006.
- [10] T. Goddard, "Using NETCONF over the Simple Object Access Protocol (SOAP)," IETF RFC 4743, December 2006.
- [11] K. McCloghrie and M. Rose, "Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II," IETF RFC 1213, March 2291.
- [12] Jurgen Schonwalder, Aiko Pras and Jean-Philippe Martin-Flatin, "On the Future of Internet Management Technologies," *IEEE Communications Magazine*, vol. 41, no. 10, pp. 90-97, October 2003.
- [13] Mi-Jung Choi, Hyoun-Mi Choi, James W. Hong and Hong-Tack Ju, "XML-Based Configuration Management for IP Network Devices," *IEEE Communications Magazine*, vol. 42, no. 7, pp. 84-91, July 2004.
- [14] Aiko Pras, Thomas Drevers, Remco van de Meent and Dick Quartel, "Comparing the Performance of SNMP and Web Services-Based Management," *IEEE eTransactions on Network and Service Management*, vol. 1, no. 2, pp. 72-82, December 2004.
- [15] M. Dubuc, T. Nadeau, J. Lang and E. McGinnis, "Link Management Protocol (LMP) Management Information Base (MIB)," IETF RFC 4327, January 2006.
- [16] K. Kompella, Y. Rekhter and L. Berger, "Link Bundling in MPLS Traffic Engineering (TE)," IETF RFC 4201, October 2005.
- [17] E. Mannie, "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Architecture," IETF RFC 3945, October 2004.
- [18] M. Dubuc, T. Nadeau and J. Lang, "Traffic Engineering Link Management Information Base," IETF RFC 4220, November 2005.
- [19] C. Srinivas, A. Viswanathan and T. Nadeau,

"Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label Switching Router (LSR) Management Information Base (MIB)," IETF RFC 3813, June 2004.

[20] Apache Web Services Project, Axis, <http://ws.apache.org/axis>

[21] SourceForge gSOAP Project, <http://gsoap2.sourceforge.net>

### 임 영 은



e-mail : youngeun\_yim@tmax.co.kr  
2005년 안동대학교 컴퓨터공학과(학사)  
2007년 안동대학교 컴퓨터공학과  
(공학석사)  
2007년 2월~현재 티맥스 소프트사 EA  
개발실

관심분야: 웹 서비스, 망 관리, NGN 등

### 권 태 현



e-mail : taehyun@andong.ac.kr  
2001년 안동대학교 컴퓨터공학과(학사)  
2003년 안동대학교 컴퓨터공학과  
(공학석사)  
2006년 8월 안동대학교 컴퓨터공학과  
(공학박사)

2003년~현재 안동대학교 컴퓨터공학과 시간강사

2006년 9월~현재 안동대학교 연수 연구원

관심분야: 광 인터넷, 개방형 통신망, 망 제어 및 관리, NGN 등

### 차 영 욱



e-mail : ywcha@andong.ac.kr  
1987년 경북대학교 전자공학과(학사)  
1992년 충남대학교 계산통계학과  
(이학석사)  
1998년 경북대학교 컴퓨터공학과  
(공학박사)

1987년~1999년 한국전자통신연구원 선임연구원

2003년~2004년 매사추세츠 주립대학 방문학자

1999년~현재 안동대학교 컴퓨터공학과 부교수

관심분야: 광 인터넷, 개방형 통신망, 망 제어 및 관리, NGN 등

### 김 춘 희



e-mail : chkim@dcu.ac.kr  
1988년 전남대학교 전산통계학과(학사)  
1992년 충남대학교 전자계산학과  
(이학석사)  
2000년 8월 경북대학교 컴퓨터공학과  
(공학박사)

1988년~1995년 한국전자통신연구원 연구원

2002년~현재 대구사이버대학교 컴퓨터정보학과 조교수

관심분야: 고속통신망, 트래픽 제어, 망 관리 등

### 한 태 만



e-mail : tmhan@etri.re.kr  
1985년 경북대 전자공학과(학사)  
2003년 충남대 컴퓨터학과(공학석사)  
1986년~1987년 삼성전자 통신연구소  
1987년~1995년 LG정보통신 중앙연구소  
1995년~현재 한국전자통신연구원 임베디드

S/W연구단 U-소프트웨어공학팀 책임연구원

관심분야: 망 제어 및 관리, 인터넷 QoS, 멀티캐스트 기술,  
스트리밍 프로토콜 기술, HDTV 콘텐츠 제작 기술 등

### 정 유 현



e-mail : yhjeong@etri.re.kr  
1980년 광운대학교 전자계산학과(학사)  
1989년 광운대학교 대학원 컴퓨터학과  
(공학석사)  
1998년 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과  
(공학박사)

1980년~현재 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단

NCP기술팀 팀장, 책임연구원

관심분야: 인터넷 QoS, 광 인터넷, 이미지 트랜스코딩 기술,  
음성정보처리(음성인식 & 합성)기술 등