

# 전달/제어 평면간의 연동구조 표준 동향

Standardization Trend for Interworking Architecture between Forwarding and Controlling Plane

김현중 (H.J. Kim)	네트워크아키텍처연구팀 위촉연구원
김정윤 (J.Y. Kim)	네트워크아키텍처연구팀 전문위원
김영부 (Y.B. Kim)	네트워크아키텍처연구팀 팀장

## 목 차

- .....
- I. 서론
  - II. 제어 평면 관련 표준 동향
  - III. 제어 평면 기술 개발 현황
  - IV. 결론

전달망 계층을 효율적으로 관리하고 이중망간의 확장성을 제공하기 위해 전달 평면과 제어 평면을 논리적으로 분리하여 독립적으로 표준화 및 기술 개발이 진행되고 있다. 두 평면의 기능 요소들이 각각 독립적으로 기술 개발 및 표준화됨에 따라 이들 간의 연동 구조 및 시그널링 방안에 대한 표준화가 요구되고 있으며 이에 따라 IETF 및 ITU-T와 같은 국제 표준 기구에서 관련 표준화가 진행중에 있다. 이에 IETF의 FORCES WG의 표준 동향 및 ITU-T의 iSCP 표준 동향을 중심으로 전달 평면과 제어 평면간의 연동을 위한 표준 동향에 대해 살펴보고 관련 기술 현황을 파악하여 향후 제어 평면 구조 및 프로토콜에 대한 기술 개발과 표준화 방향을 모색하고자 한다.

## I. 서론

NGN은 유무선 통신·방송·데이터가 융합된 품질보장형 광대역 서비스를 언제 어디서나 안전하게 즐길 수 있어야 한다. 이에 차세대 네트워크는 전달 평면과 이를 제어하는 제어 평면을 논리적으로 분리하여 각각 독립적으로 기술 발전 및 표준화하고 있다. 이에 두 평면간의 연동을 위한 구조 및 시그널링을 위한 프로토콜에 대한 연구가 요구되며 이를 표준화하기 위한 움직임이 일고 있다.

IETF의 경우 FORCES WG은 전달과 제어 평면의 분리를 위한 요구사항 및 각 평면의 기능 모델에 대해서 이미 정리하고 있었지만, 두 평면간의 연동 구조 및 두 기능 요소간의 시그널링 프로토콜에 대한 표준을 위해 재논의되고 있다.

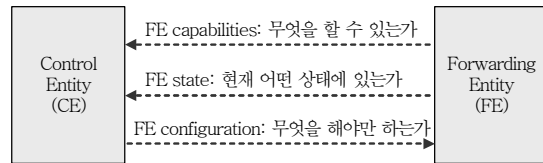
또한 ITU-T의 경우 미래 패킷 기반 네트워크 환경에서 향상된 품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 전송 계층에서 제어 계층을 분리한 iSCP 구조를 제안하고 요구사항 및 시나리오에 대해 정리하고 있다. 이에 본 고에서는 국제 표준 기구에서의 제어 계층 관련 표준 동향 및 관련 기술 현황에 대해 살펴보고자 한다.

## II. 제어 평면 관련 표준 동향

### 1. IETF 표준 동향

IETF에서는 전송 및 제어 계층에서의 라우팅 프로토콜, 수락 제어 및 시그널링 등을 포함하는 논리적으로 구분된 제어 평면 기능과 패킷 포워딩, 큐잉 및 패킷 헤더 편집과 같은 패킷 전달 기능간의 정보 교환 표준 메커니즘 및 프레임워크 표준화를 위해 FORCES WG를 구성하였다.

네트워크에서 제어 및 전달 기능 요소를 구분하고 표준 메커니즘 정의를 통해 FORCES WG은 제어와 전달 평면에서의 빠른 발전을 가능하게 함으로써 두 평면의 기능 요소들을 연동하기 위한 기능 요소와 이들간의 시그널링을 위한 구조 및 프로토콜에 대하여

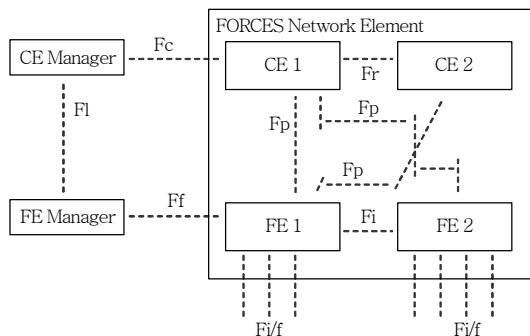


(그림 1) CE와 FE간의 시그널링 구조[1]

표준화를 진행중에 있다. (그림 1)은 FORCES에서 제안하는 전달 기능 요소(FE)와 제어 기능 요소(CE)간의 시그널링 구조를 보여주며 각 기능 요소간에 주고 받는 메시지 내용을 보여준다[1].

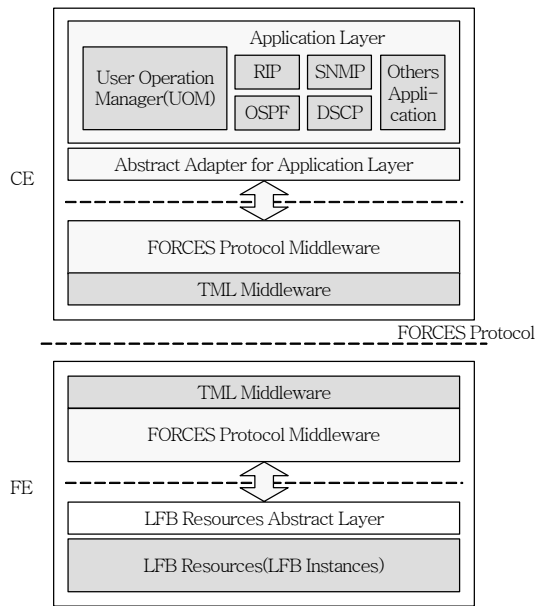
FORCES WG은 IP 네트워크 구성 요소에 대해 제어 평면과 데이터 전달 평면을 논리적으로 구분하기 위한 메커니즘을 연구 개발하고 요구사항을 정의하고 있다. 또한 FORCES 모델 및 이와 관련된 프로토콜의 응용가능성에 대해 설명하고 FORCES의 접근 방안과 관련된 RFC 문서를 정리하고 있다. 또한 네트워크 구성 요소와 그들간의 인터페이스를 정의하고 프레임워크를 연구 개발하며 기능 모델의 포워딩 기능에서 IP 포워딩, IntServ 및 DiffServ QoS를 포함하여 제어 대상으로 정의하고 있다[2].

(그림 2)는 FORCES의 기능 구조 및 이들간의 인터페이스 구조를 보여준다. 기본적으로 FORCES 네트워크 구성 요소는 CE와 FE로 나뉘며 이들간의 연동 및 제어를 위해 각 인터페이스를 통해 시그널링 메시지가 전달되는 구조이다[3].



Fp: CE-FE Interface  
 Fi: FE-FE Interface  
 Fr: CE-CE Interface  
 Fc: Interface between the CE Manager and a CE  
 Ff: Interface between the FE Manager and an FE  
 Fi: Interface between the CE Manager and the FE Manager  
 Fi/f: FE External Interface

(그림 2) FORCES 기능 구조 및 인터페이스[3]



(그림 3) FORCES 라우터 구조

빠른 경로 탐색 메커니즘 또는 전달 평면이 구현된 라우터와 같은 네트워크 장치의 출현과 함께 차세대 네트워크에서 3rd party 시그널링, 라우팅 및 다른 라우터에 제어 평면 기능이 구현되면서 전달 평면과 제어 평면의 결합을 위한 표준 메커니즘이 요구된다. 이에 따라 IETF FORCES WG은 제어 평면과 전달 평면을 논리적으로 분리하고 두 평면간의 정보 교환을 위한 표준 프레임워크 및 관련 메커니즘을 정의하고 표준화를 진행하고 있다(그림 3) 참조.

전달과 제어 평면의 분리에 대한 요구사항은 RFC 3654에 정리되어 있으며, 프레임워크는 RFC3746에 정의되어 있다. 지난 2005년 5월 회의에서 기능 모델에서의 제어 대상에 대한 형식상의 정의가 이루어졌으며, 이는 2009년 5월 74차 IETF 회의에서 IESG에 대해 적합성 여부를 논의하였다.

지난 74차 회의에서 IETF FORCES는 ITU-T iSCP와의 교섭을 진행하고 있으며, FORCES 프로토콜을 사용할 예정으로 iSCP는 2008년 9월 ITU-T Q20/SG13 회의에서 발의되었다. iSCP 시나리오, 요구사항 및 구조에 대해서는 ITU-T 표준 동향에서 다루도록 하겠다.

현재 Internet-Drafts로는 forces-model, forces-

protocol, forces-mib, forces-sctptml 및 forces-interopability 등이 있으며 각 문서에서는 다음과 같은 내용으로 표준화가 진행중에 있다.

- draft-ietf-forces-model-16: FORCES 프로토콜에서 사용되는 FE 모델을 정의하고 이 모델은 FE의 처리 능력, 구성 상태를 나타냄에 따라 CE가 FE를 제어할 수 있는 모델을 제안하고 있으며 이 FE 모델은 RFC3654에 명시된 FORCES 요구사항들을 만족시켜야 함
- draft-ietf-forces-protocol-22: FORCES에 사용되는 프로토콜에 대해 명세하고 있으며 이 FORCES 프로토콜은 네트워크 요소 내에서 CE와 FE 간의 통신을 위해서 사용된다. 이 문서는 RFC3654에 명시된 FORCES 프로토콜의 요구사항을 만족시키도록 작성되었으며 또한 FORCES 프로토콜 외에도 TML을 위한 요구사항을 정의함
- draft-ietf-forces-mib-10: 이 문서는 인터넷 통신에서 네트워크 관리 프로토콜을 사용하기 위한 MIB 모듈을 정의하고 있으며, 특히 FORCES 네트워크 요소를 위해 관리되고 있는 객체들을 정의하고 있음[4]
- draft-ietf-forces-sctptml-06: 이 문서는 FORCES 프로토콜을 위한 SCTP를 기반으로 한 TML을 정의하고 있으며 또한 SCTP(RFC 2960) 선택에 대한 이론적인 설명과 함께 RFC3654와 FORCES 프로토콜 초안에 명시된 모든 요구사항을 이 TML이 어떻게 수용하고 처리할 것인가에 대해 설명하고 있음[5]
- draft-ietf-forces-interopability-00: 이 문서는 FORCES 프로토콜의 상호운용성 시험에 대한 세부 내용을 다루고 있으며 이 상호운용성 시험에 참여하고 싶은 모든 관계자들에게 필요한 정보를 제공하고 있음

FORCES 라우터의 상호운용 가능성을 확인하기 위해 2009년 7월 그리스 Patras 대학에서 Model draft-16, Protocol draft-22, SCTP-TML draft-04에 대한 테스트가 진행되었으며, 그 결과로 FORCES

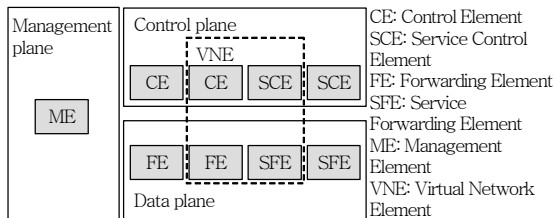
에 대한 구성 유형 및 FORCES의 최적의 구현 장소에 대하여 설명하고 있다.

## 2. ITU-T 표준 동향

앞서 언급한 바와 같이 ITU-T는 전송 평면으로부터 제어 평면을 논리적으로 분리하기 위해 IETF의 FORCES 프로토콜을 사용할 예정으로 지난 2008년 9월 iSCP에 대한 연구 및 표준화에 대해 발의되었다.

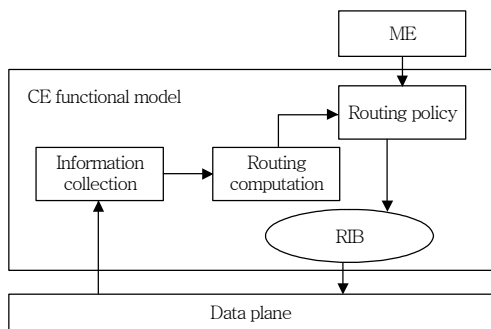
ITU-T는 미래 패킷 기반 네트워크 환경에서 향상된 품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 전송 계층에서 제어 계층을 분리한 iSCP 구조를 제안하고 요구사항 및 시나리오에 대해 정리하고 있다 [6]-[8].

(그림 4)는 iSCP의 기능 요소 및 구조를 보여주며 FE와 SFE로 구성된 데이터 평면, CE와 SCE로 구성된 제어 평면, ME로 구성된 관리 평면으로 이루어져 있다.



(그림 4) iSCP의 기능 요소 및 구조[7]

(그림 5)는 iSCP에서 CE의 기능 구조 참조 모델을 보여주며 CE는 라우팅 경로 계산 및 다수의 FE에 대한 IP/MPLS 포워딩 테이블을 관리하며, 라우



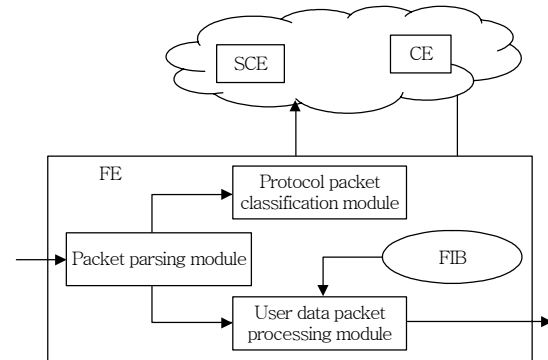
(그림 5) iSCP의 CE 기능 구조 참조 모델[7]

팅 정책 및 라우팅과 관련된 명령을 수행한다.

SCE는 네트워크 레벨에서 다수의 SFE에 대하여 4계층 이상의 서비스 및 보안, NAT에 대하여 네트워크 서비스를 결정하고 서비스 정책 및 서비스 제어와 관련된 명령과 서비스 제어 테이블 업데이트를 수행한다.

SCE는 네트워크 레벨에서 다수의 SFE에 대하여 4계층 이상의 서비스 및 보안, NAT에 대하여 네트워크 서비스를 결정하고 서비스 정책 및 서비스 제어와 관련된 명령과 서비스 제어 테이블 업데이트를 수행한다.

(그림 6)은 FE의 기능 구조 참조 모델을 보여준다.



(그림 6) iSCP의 FE 기능 구조 참조 모델[7]

여기서 FE는 CE에 의해 결정된 라우팅 경로에 따라 사용자 데이터를 전송하는 구성 요소이며, 사용자 데이터 트래픽으로부터 라우팅 프로토콜과 관련된 패킷을 분리하여 해당 CE로 전달하는 기능을 수행한다.

ITU-T에서는 다음과 같이 iSCP를 위한 요구사항들을 정리하고 있다[6].

- Reachability: CE와 FE간 라우팅 메커니즘 지원, 시그널링을 통한 CE와 FE간의 연결성 지원 요구
- Scalability: iSCP는 FE, CE, SCE 및 SFE의 확장성에 대해 지원이 가능해야 하고 CE는 다수의 FE 제어가 가능하도록 하는 네트워크 확장성이 요구되며 또한 서비스에 대한 확장성도 요구됨
- Flexibility: iSCP는 각 기능 요소들이 쉽게 추가, 제거 및 업그레이드가 가능해야 함

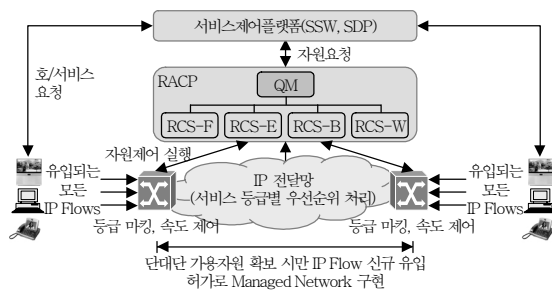
- Reliability: iSCP는 제어 평면이 다수의 전달 평면을 제어함에 따라 기능 요소의 고장으로 인해 넓은 범위의 서비스 지역이 영향을 받을 수 있기 때문에 제어 평면 기능 요소에 대해 내고장성을 지원해야 함
- Manageability: iSCP는 ME로 하여금 네트워크의 모든 구성 요소들(CE, FE, SCE 및 SFE 등)을 모니터링하고 관리할 수 있어야 함
- Security: 네트워크 및 서비스에 대한 보안 필요
- Interworking: 향후 네트워크 및 서비스 연동에 대한 표준화 진행 필요

네트워크 제어 기능과 관련하여 고려될 수 있는 ITU-T의 RACF는 서비스 요청시 해당 네트워크의 자원 상황에 따라 서비스를 수락할지 여부를 결정하고 수락된 서비스에 대해서 자원을 할당함으로써 원활한 서비스 제공을 목적으로 하는 반면, IETF의 FORCES나 ITU-T의 iSCP는 전달 평면과 제어 평면이 독립적으로 발전해나감에 따라 각각의 독립성을 인정하여 각 평면에서의 기능을 정의하고 요구사항을 정리하여 각 평면의 발전을 도모하는 것을 목적으로 하는 차이가 있다.

### III. 제어 평면 기술 개발 현황

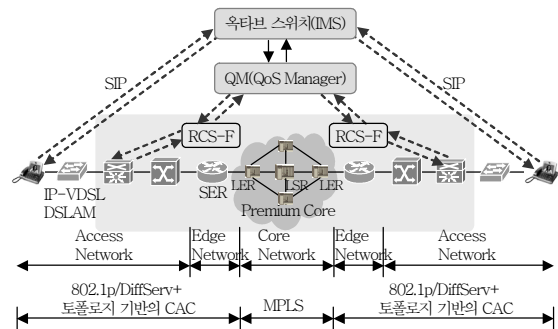
제어 계층의 기술과 관련하여 국내 주요 통신 사업자들은 전송 계층과 분리된 제어 시스템을 도입하여 네트워크의 수락제어 및 정책제어를 수행하는 구조로 발전하고 있다.

KT의 경우 자원제어플랫폼(RACP)은 서비스제



(그림 7) 자원제어플랫폼 구조(KT)[9]

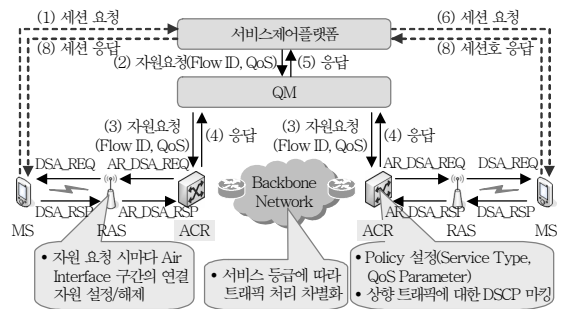
어플랫폼과의 연동 및 end-to-end QoS coordination을 수행하는 QM과 백본망의 자원수락제어를 담당하는 RCS-B, 메가패스망의 자원수락제어 및 정책제어를 담당하는 RCS-F, WiBro 망의 자원수락제어 및 정책제어를 담당하는 RCS-W 서브시스템들로 구성되어 있다(그림 7) 참조.



(그림 8) 유선망에서의 QoS 제어 구조(KT)[9]

(그림 8)은 KT 유선망에서의 QoS 제어 구조로 옥타브 스위치의 경우 IMS를 기반으로 단말로부터 세션 요청이 들어오면 망자원의 가용여부를 QM에게 문의하고, 자원이 가용한 경우 상대편 단말에게 세션 요청을 알린다. QM은 옥타브 스위치로부터 받은 자원 요청 메시지를 분석하여 자원을 요청하고 RCS-F는 유선 액세스망의 자원관리, CAC 및 유선 네트워크 장치를 제어하는 시스템이며, QM으로부터 자원요청 메시지를 받아 자원의 가용여부를 판단하여 다시 QM으로 자원현황을 보고하는 구조로 종단간 네트워크를 제어하고 있다.

(그림 9)는 KT의 무선망(WiBro)에서의 QoS 제어 구조를 보여준다. 여기서 옥타브 스위치는 앞서



(그림 9) 무선망(WiBro)에서의 QoS 제어 구조(KT)[9]

살펴본 바와 같이 IMS를 기반으로 하며 단말로부터 세션 요청이 들어오면 망자원의 가용여부를 QM에게 문의하고 자원이 가용한 경우 상대방 단말에게 세션을 요청한다. RCS-W는 WiBro 망의 ACR을 제어하며 무선 QoS 서비스 플로를 생성 및 관리하고 CAC를 제공하는 시스템이다.

ACR은 QM으로부터 받은 자원 요청에 대하여 자원의 가용 여부를 판단하여 QoS manager로 응답 메시지 전송, 세션 연결시 air interface 구간의

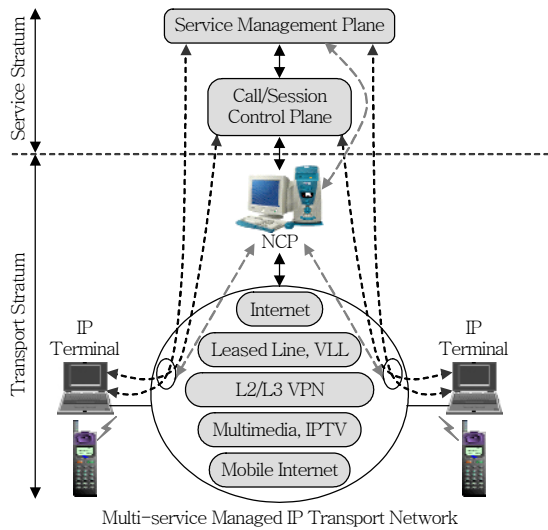
연결 자원을 설정 및 해제하는 기능을 수행한다.

네트워크 제어와 관련하여 ETRI NCP 구조를 연구 개발하였다. NCP 관점에서의 BcN 네트워크는 service stratum, transport stratum으로 계층을 나눌 수 있으며, NCP는 transport stratum에 속한다. Service stratum은 서비스 관리 및 제어에 관련된 역할을 담당하며, 서비스를 위해서 transport stratum에 제어가 필요한 경우에는 NCP에게 관련 제어를 요구한다(그림 10) 참조).

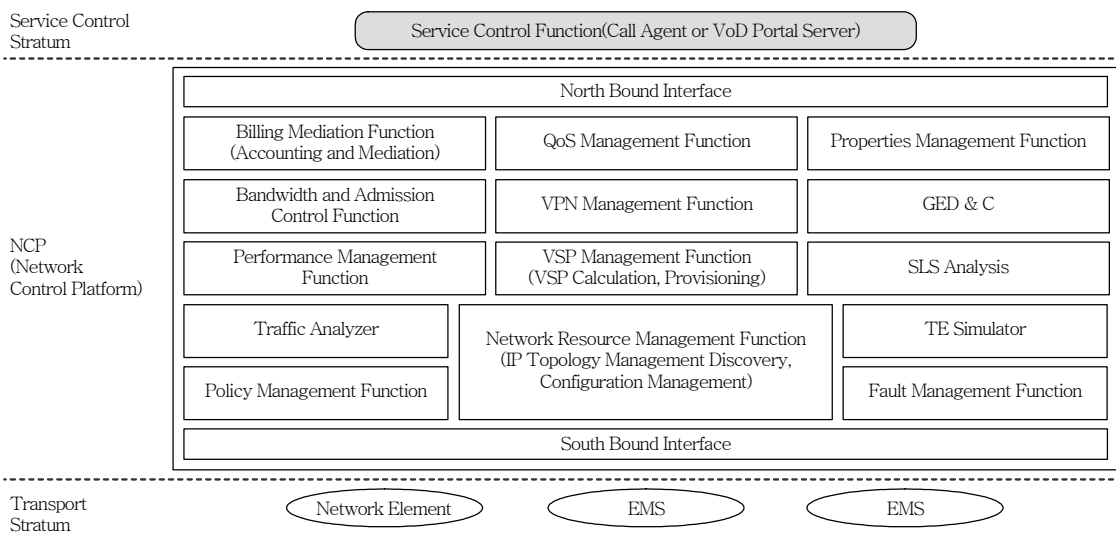
NCP는 transport stratum의 전체 제어를 담당 하면서, service stratum의 요청에 따라서 네트워크 제어를 수행하거나 service stratum에 필요한 정보를 제공하거나 조회하여 동작을 수행한다. BcN에서 NCP의 역할은 QoS 제공기능이 제한적인 IP 전달망 장비를 적극적으로 제어하여 다양한 품질의 서비스 제공이 가능한 전달망으로 구축이 가능하게 한다.

NCP의 기능은 NMS에 속한 많은 기능을 갖추고 BcN 네트워크를 중앙집중 형태로 관리/제어, 트래픽/품질 모니터링 및 분석, 네트워크 설계(VSP design), 트래픽 엔지니어링, QoS 관리(SLA analyzer, QoS management function), bandwidth and admission control function 등의 기능을 수행한다.

NCP는 transport stratum의 전체 제어를 담당



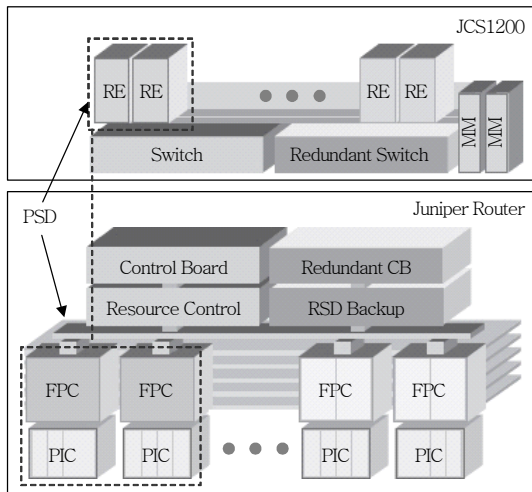
(그림 10) BcN에서의 NCP 포지셔닝[10]



(그림 11) NCP 기능 구성도[10]

하면서, service stratum의 요청에 따라서 네트워크 제어를 수행하거나 service stratum에 필요한 정보를 제공 또는 조회하여 동작을 수행한다. BcN에서 NCP의 역할은 QoS 제공기능이 제한적인 IP 전달망 장비를 적극적으로 제어하여 다양한 품질의 서비스 제공이 가능한 전달망으로 구축하는 것이다 ((그림 11) 참조).

주요 네트워크 장비제공업체인 주니퍼 네트워크는 강력한 제어 평면 스케일링 시스템이 탑재된 JCS 1200 제어 시스템(JCS1200)을 개발하였고, JCS1200은 라우터의 제어 평면을 스케일링하고 서비스 및 네트워크 구성요소들을 명백히 구분하기 위해 고안되었으며, 통합된 라우팅 플랫폼에서 탁월한 확장성을 제공하고 멀티서비스 네트워크의 구축 및 운영에 있어서 상당한 감소 효과를 제공하는 것이 특징이다 ((그림 12) 참조)[11].



(그림 12) JCS1200 동작 원리 및 구성도[11]

#### IV. 결론

본 고에서는 앞서 살펴본 바와 같이 네트워크 제어 기능과 관련된 전달 평면과 제어 평면의 구조에 대한 표준 현황 및 네트워크 제어 기술 현황에 대하여 살펴보았다. 특히 이종망들이 통합된 NGN 환경에서 단말 및 서비스 이동성 지원과 더불어 종단간

QoS 제공은 필수적으로 요구된다. 이를 위해 제어 평면을 위한 표준 동향과 기술 개발 동향에 따라 IP 기반의 미래 인터넷에서 요구되는 네트워크 구조에 대해서 IETF의 FORCES WG의 표준 동향 및 ITU-T의 iSCP 표준 동향을 중심으로 제어 평면을 위한 표준 및 기술 개발을 준비해야 할 것이다.

#### ● 용어해설 ●

**FORCES(Forwarding and Control Element Separation):** NGN 네트워크 환경에서 라우팅 프로토콜, 수락 제어 및 시그널링 등을 포함하는 논리적으로 구분된 제어 평면 기능과 패킷 전달, 큐잉, 패킷 헤더 편집과 같은 패킷 전달 기능 간의 정보 교환 표준 메커니즘 및 프레임워크 표준화를 위해 구성된 IETF의 WG

**iSCP(independent Scalable Control Platform):** 미래 패킷 기반 네트워크 환경에서 향상된 품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 전달 평면에서 제어 평면을 분리하여 이종망간 연동을 위한 확장성 제공을 위한 네트워크 구조로 ITU-T에서 표준화 진행중

#### 약어 정리

CAC	Call Admission Control
CE	Control Element
FE	Forwarding Element
FORCES	Forwarding and Control Element Separation
IESG	Internet Engineering Steering Group
iSCP	independent Scalable Control Plane
ME	Management Element
MIB	Management Information Base
NCP	Network Control Platform
NGN	Next Generation Network
QM	Quality Manager
RACF	Resource Admission Control Function
RCS-B	Resource Control Subsystem-Backbone
RCS-F	Resource Control Subsystem-Fixed
RCS-W	Resource Control Subsystem-WiBro
SCE	Service Control Element
SCTP	Stream Control Transmission Protocol
SFE	Service Forwarding Element
TML	Transport Mapping Layer
VNE	Virtual Network Element

## 참 고 문 헌

- [1] J. Halpern and J. Hadi Salim, "ForCES Forwarding Element Model," IETF draft-ietf-forces-model-16, Oct. 2008.
- [2] H. Khosravi and T. Anderson, "Requirements for Separation of IP Control and Forwarding," IETF RFC3654, Nov. 2003.
- [3] A. Doria, R. Hass, J. Hadi Salim, H. Khosravi, and W.M. Wang, "ForCES Protocol Specification," IETF draft-ietf-forces-protocol-22, Mar. 2009.
- [4] R. Hass, "ForCES MIB," IETF draft-ietf-forces-mib-10, Sep. 2008.
- [5] J. Hadi Salim and K. Ogawa, "SCTP Based TML(Transport Mapping Layer) for ForCES Protocol," IETF draft-ietf-forces-sctptml-06, Sep. 2009.
- [6] ITU-T SG13 WP 5/13 TD53, "Scenarios for Independent Scalable Control Plane(iSCP) in FPBN," Sep. 2009.
- [7] ITU-T SG13 WP 5/13 TD56, "Architecture of Independent Scalable Control Plane(iSCP) in FPBN," Sep. 2009.
- [8] ITU-T SG13 WP 5/13 TD57, "Requirements of Independent Scalable Control Plane(iSCP) in FPBN," Sep. 2009.
- [9] 제 1회 네트워크 QoS 워크숍, "QoS Manager를 이용한 유무선통합망 자원제어 방안," 2008년 10월.
- [10] 정유현, 정현석, 윤승현, 이경호, "BcN 자원 승인 제어 기술 동향," 전자통신동향분석, 제21권 제6호, 2006년 12월, pp.20-31.
- [11] Juniper Networks White Paper, "Control Plane Scaling and Router Virtualization," Feb. 2009.