

# BcN에서의 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 Inter-Domain 네트워킹 기술

영남대학교 김영탁

목 차

I. 서 론

II. BcN에서의 QoS 보장형 서비스 제공을 위한 트래픽 엔지니어링

III. Inter-Domain 네트워킹 기능 구조

IV. Inter-Domain 네트워킹 기능 구현 방안

V. 결 론

## 요 약

광대역 유선통신망과 무선통신망이 통합되고, 통신과 방송이 융합되는 BcN 환경에서는 서비스 품질(QoS)이 보장되는 다양한 종류의 멀티미디어 서비스가 제공될 수 있어야 하며, 다수의 통신망 사업자가 제공하는 BcN들 간에 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-domain 트래픽엔지니어링 기능이 제공되어야 한다.

특히, BcN 구축 초기 단계에서는 각 통신망 사업자가 개별적으로 구축 및 운영하는 BcN의 NNI signaling과 망운용관리 기능에 많은 차이점이 존재할 것으로 예상되기 때문에, 이들을 효율적으로 연동시킬 수 있는 inter-domain networking 기능 구현

방안이 상세히 연구되어야 한다.

본 논문에서는 BcN 환경에서의 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-domain 네트워킹 기술에 대하여 각 영역별로 살펴보고, 상용 BcN간 연동에 적용될 수 있는 트래픽엔지니어링 및 관련 구현 기술에 대하여 살펴본다. Inter-domain networking 기능 모델로는 유럽연합(EU)의 IP Premium 프로젝트의 일환으로 개발된 MESCAL (Management of End-to-End Quality of Service Across the Internet at Large)을 분석하며, 세부 기능 구현 방안으로 MPLS NNI signaling 기반의 제어평면 연동 방안, Web service 구조와 XML 기반의 망운용관리 평면 연동 기능 구현 방안에 대하여 살펴본다.

1) 본 연구는 대학IT연구센터(ITRC) 사업 (영남대 광대역이동멀티미디어 연구센터) 지원을 받아 수행된 결과임.

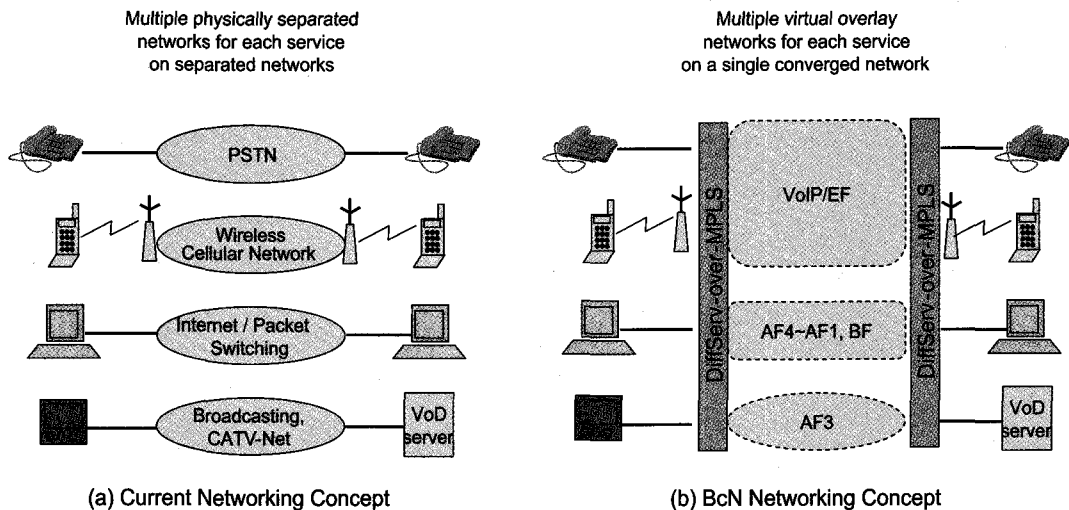
## I. 서론

BcN (Broadband convergence Network)에서는 광대역 유선통신망과 무선통신망이 융합되고, 통신과 방송이 융합되어 보다 효율적으로 서비스를 제공할 수 있는 통신망 환경이 제공된다 [1-11]. BcN 환경이 기존 best-effort 방식의 인터넷과 차별화되기 위해서는 서비스 품질이 보장되는 멀티미디어 제공이 제공될 수 있어야 하며, 다수의 통신망 사업자가 제공하는 BcN들 간에 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-domain 트래픽엔지니어링 기능이 제공되어야 한다[12]. 특히, BcN의 기본 구축 및 운영 목적이 정보통신 기술을 기반으로 한 업무효율성 향상과 단위 시간당 고부가가치 생산성 향상 및 각 개인 삶의 질 향상에 두어야 하므로, 기본적인 고품질 전화 서비스 (예: Hifi VoIP), 품질보장형 휴대인터넷 서비스 이외에 고품질 원격회의 및 원격 교육, 원격 진료 등에 사용될 다자간 실시간 품질보장형 멀티미디어 회의 서비스, 실시간 방송형 서비스 (예: BcN

기반의 IPTV 및 DMB) 등이 유비쿼터스 환경으로 제공될 수 있어야 한다.

특히, 기존 전화망, 휴대전화망, 인터넷 및 CATV 망 등이 개별적으로 구축되어 각각 서비스를 제공하던 개념에서, 하나의 통합된 통신망 환경에서 다수의 개별적인 서비스망을 가상적으로 구축할 수 있어야 한다. (그림 1)은 이러한 개념적 차이점을 잘 보여주고 있다. 하나의 통합망 체계에서 다수의 서비스망을 구성하기 위하여 다수 사업자의 BcN 망연동 환경에서도 효율적으로 제공될 수 있는 inter-domain networking 기능이 체계적으로 구현되어야 한다.

초기 BcN 구축단계에서는 기존 광대역 통신망과 상용 인터넷의 통합으로 추진될 것으로 예상되며, 이에 따라 초기 단계의 BcN 망연동에서는 BcN 사업자 망의 제어평면 (예: NNI signaling, BGP의 트래픽엔지니어링 기능 등)과 관리평면 (예: 서비스 제공을 위한 구성관리 기능, QoS 제공 성능 측정 및 분석, 장애 복구 및 처리 절차 등)의 세부 기능에 차이가 존재할 것이 예상된다. 이러한 BcN 망간 연동 문제를 효과



(그림 1) BcN 통합망 환경에서의 품질보장형 차별화 서비스 제공 개념

적으로 해결하고, 성공적인 BcN 확산을 위해서는 효율적인 inter-domain networking 기능이 필수적이다. 특히, 초기 단계에서의 NNI signaling 기능 미비, 각 BcN 사업자망에서 제공하는 서비스 등급 및 등급별 품질에 차이가 날 수 있는 점을 잘 조정하여, 사용자에게 제공되는 서비스 품질이 SLA에서 규정되는 품질 등급을 만족할 수 있게 하여야 한다.

본 논문에서는 BcN 환경에서의 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-domain 네트워킹 기술에 대하여 각 영역별로 살펴보고, 상용 BcN간 연동에 적용될 수 있는 트래픽엔지니어링 및 관련 구현 기술에 대하여 살펴본다. 먼저, BcN의 inter-domain 네트워킹 환경에서 제공되어야 하는 QoS 보장형 차별화 서비스 종류 및 요구 사항에 대하여 DiffServ-over-MPLS 체계의 서비스 유형들에 대하여 살펴본다. Inter-domain networking 기능 모델로는 유럽연합(EU)의 IP Premium 프로젝트의 일환으로 개발된 MESCAL (Management of End-to-End Quality of Service Across the Internet at Large)을 분석하며, inter-domain 네트워킹 세부 기능 구현 방안으로 i) IP/MPLS inter-domain NNI signaling 기반의 제어평면 연동 방안과, ii) Web service 구조와 XML 기반 망운용관리 평면 연동 기능 구현 방안에 대하여 각각 살펴본다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 BcN에서의 QoS 보장형 서비스 제공을 위한 트래픽엔지니어링 기술에 대하여 살펴보고, 품질보장형 DiffServ 제공 구조, 가입자 접속망 구간 및 중계망 구간에서의 품질보장형 차별화 서비스 구조에 대하여 각각 살펴본다. 제 III장에서는 MESCAL에서 제시하는 도메인간 네트워킹 기능 구조에 대하여 살펴본 후, QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-domain 네트워킹의 세부 요구사항에 대하여 살펴본다. 제 IV장에서는 inter-domain 네트워킹의

기능 구현방안으로 BGP 및 MPLS Signaling 기반의 도메인간 제어평면 연동 방안과 Web service 및 XML 망운용관리 기반의 관리평면 연동 기능 구현방안에 대하여 살펴본다. 그리고 제 V장에서 결론을 맺는다.

## II. BcN에서의 QoS 보장형 서비스 제공을 위한 트래픽 엔지니어링

### 2.1 BcN에서의 품질보장형 차별화 서비스

차세대 유무선 광대역 통합 인터넷인 BcN (Broadband Convergence Network)에서는 MMoIP/VoIP, 원격 회의, 원격 진료, 원격 교육 등의 다양한 실시간 멀티미디어 서비스들을 제공할 수 있어야 하며, 이들 실시간 멀티미디어 서비스들은 영상 화질 및 음성 음질의 품질 보장을 위하여 일정 한도 이상의 통신망 패킷 전달 성능을 요구하고 있다 [1]. 예를 들어 고화질 영상의 시스템의 경우 1.5 Mbps 이상의 정보 전송 대역폭이 보장되어야 하며, 실시간 대화형 서비스를 위해서는 400 msec 이하의 전달 지연 시간 보장 및 50 msec 이하의 전달 지연 변동 보장이 요구된다. 또한 영상 화질과 음성 음질의 유지를 위하여 패킷 손실율은 1천분의 1 (10<sup>-3</sup>) 이하로 유지되어야 하고, 패킷 에러 발생율은 1만분의 1 (10<sup>-4</sup>) 이하로 유지될 수 있어야 한다.

현재의 인터넷에서는 이러한 실시간 멀티미디어 서비스 품질 보장을 위한 기능이 제공되지 않으며, 단지 “최선을 다하여 제공하지만 보장은 할 수 없는”, “best effort (최선형, 비보장형)” 개념으로 인터넷 검색과 E-mail/파일/메시지 전송 등의 서비스만이 주로 제공되고 있고, 실시간 멀티미디어 품질 보장형

서비스를 업무용으로 사용하지는 못하고 있다. 차세대 유무선 통합 인터넷인 BcN이 보다 활성화 되고, 이를 기반으로 업무 효율 및 생산성 향상을 위해서는 우선적으로 통신망의 패킷 전달 성능 보장이 가능하도록 구성되고 운영되어야한다 [12, 13]. 특히, 광대역 유선통신망과 함께 다양한 종류의 무선통신망이 함께 연동되는 융합망 (convergence network) 환경에서 품질보장형 실시간 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 유선망 구간에서의 대역폭 보장 및 품질 관리와 함께 무선접속망 구간에서의 품질관리도 효율적으로 이루어 져야 한다[13].

BcN에서 효율적으로 제공하여야 하는 품질보장형 차별화 서비스의 유형으로는 인터넷 사용자의 트래픽을 8개 정도의 유형으로 구분하여 차별화 서비스를 제공하고, 총괄 대역폭을 보장함으로써 사용자 입장에서는 인터넷 이용효율이 매우 높이며, 망사업자 입장에서는 수익성이 보장되는 품질보장형 차별화 서비스 제공이 가능한 등급으로 구분하여 제공하는 것이 바람직하다. <표 1>에서는 IETF DiffServ의 class-type을 고려하고, ITU-T 및 IETF에서 제시하는 다양한 서비스 등급 및 관련 QoS 파라미터를 제안하고 있다[14].

현재 IETF의 DiffServ 서비스 모델에서는 크게 NCT (Network Control Traffic), EF (Expedited Forwarding), AF (Assured Forwarding), BF (Best-effort Forwarding)으로 분류하고 있으며, 우선 순위를 서로 다르게 지정할 수 있게 한다. <표 1>의 예에서는 NCT를 NCT1과 NCT0으로 세분하고, AF class-type을 AF4, AF3, AF2, AF1 4가지로 세분하고 있다. NCT는 통신망의 제어평면에서 요구되는 signaling 메시지 및 VPN 서비스 제어 정보와 같이 실시간 멀티미디어 단말기의 종단간에 전달되는 제어 정보와 서비스 관리 정보가 해당된다. NCT 정보는 신속한 통신망 제어, 운영 및 장애 관리를 위하여 종단간 전송 지연 시간이 50 ~ 100 ms 이내로 제한되며, 패킷 에러 발생율이 최소화되어야 하고, 가장 높은 우선 순위를 가지도록 관리하여야 한다.

EF (expedited forwarding)은 VoIP (Voice over IP)와 같이 실시간 대화형 음성 서비스, 실시간 대화형 영상전화 서비스와 같은 지터 변동에 민감한 서비스이며, 1:1 대화형 서비스를 유지하기 위하여 종단간 전달 지연을 100 ms 이내로 제한하고, 지터는 50 ms 이내로 제한하여야 한다. AF4 service

<표 1> BcN에서의 품질보장형 차별화 서비스 유형 및 QoS 파라미터

| Class-type<br>Nature | Objective                                       | Example                         | Delay         | Jitter  | packet<br>Loss<br>Rate | Bandwidth<br>Definition | QSCP                 |
|----------------------|---|---------------------------------|---------------|---------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| NCT1/NCT0            | Minimized error,<br>high priority               | VPN Service<br>Control Traffic. | 50 ~ 100 msec | U       | 10 <sup>-4</sup>       | Peak rate               | 111 000 /<br>110 000 |
| EF                   | Jitter sensitive, real-time high<br>interaction | Hifi VoIP                       | 100 msec      | 50 msec | 10 <sup>-3</sup>       | Peak rate               | 101 110              |
| AF4                  | Jitter sensitive, real-time<br>interaction      | Video conference                | 400 msec      | 50 msec | 10 <sup>-3</sup>       | Committed rate          | 100 000              |
| AF3                  | Interactive transaction data                    | Terminal session<br>Custom app  | 1 sec         | U       | 10 <sup>-3</sup>       | Committed rate          | 011 000              |
| AF2                  | Transaction data,<br>database access            | Data base Web                   | 3 sec         | U       | 10 <sup>-3</sup>       | Committed rate          | 010 000              |
| AF1                  | Low loss bulk data                              | FTP E-mail                      | 5 sec         | U       | 10 <sup>-3</sup>       | Minimum rate            | 001 000              |
| BE                   | Best effort                                     | Best effort service             | U             | U       | U                      | U                       | 000 000              |

(Note : a) U : undefined, b) Drop precedence of AF4~AF1 : 010, 100, 110)

class-type은 영상회의시스템과 같은 종단간 전달 지연 400 ms 이내의 대화형 서비스를 대상으로 하며, 지터는 50 ms 이내로 제한하여야 한다.

AF3은 원격 터미널 작업과 같이 대화형 트랜잭션 데이터 서비스에 해당하며, 지터에 대해서는 별도의 제한이 없고, 종단간 전달 지연을 1 sec 이내로 제한한다. AF2는 AF3 보다 실시간 정보 전송의 제한성이 완화된 서비스 등급이며, 종단간 전달 지연이 3 sec 이내로 완화되며, 지터에 대해서는 별도의 제한을 두지 않는다. AF1은 대용량의 파일 전송이나 E-mail 전송과 같은 응용 서비스군이며, 최속 대역폭이 보장될 수 있어야 하고, 종단간 전송 지연 시간은 5 sec까지 완화시킨다. BE class-type은 기존 인터넷의 최선형 (Best effort) 서비스에 해당하며, QoS 파라미터로 특별히 요구하는 사항이 없는 class-type이다.

## 2.2 BcN 중계망 구간에서의 품질보장형 차별화 서비스 제공

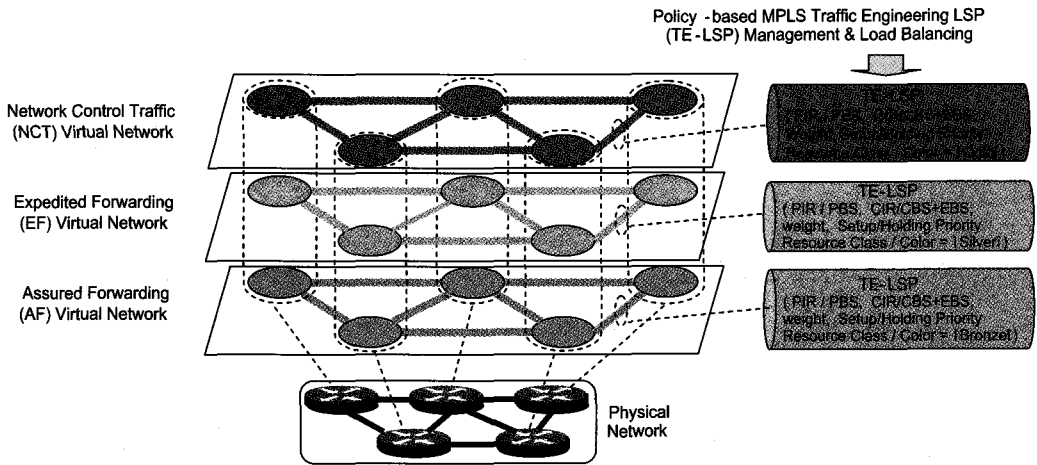
BcN에서 품질보장형 멀티미디어를 효율적으로 제공하기 위해서는 각 서비스 유형이 요구하는 QoS 파라미터 및 트래픽 파라미터를 보장할 수 있는 다수의 overlay network를 DiffServ-over-MPLS 체계로 구성하고, 이를 기반으로 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 사용자 서비스 유형 구분 (packet classification) 및 각 유형별 queue 관리 (active queue management), 패킷 스케줄링 등의 기능을 제공하여야 한다. DiffServ-over-MPLS 오버레이 네트워킹에서 Edge LSR (LER) 간에는 제공 서비스 유형별로 사전에 TE-LSP를 미리 중계망 트렁크 형태로 구성하여 두는 방법이 각 사용자 서비스 요청에 대한 실시간 품질보장형 트래픽 엔지니어링을 보다 신속하게 제공할 수 있게 한다. 사용자로

부터의 QoS 보장형 실시간 멀티미디어 서비스를 위한 연결 설정 요청이 발생하면 DiffServ-over-MPLS signaling 절차에 따라 QoS/call request로 요구사항이 Edge LSR (LER)로 전달되고, 이 요구사항을 만족시킬 수 있는 MPLS TE-LSP를 선택하여 패킷을 전달하게 하며, 요청된 사용자 서비스 트래픽 유형에 따라 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 패킷 선별, 각 유형별 트래픽 측정 및 우선 순위 조정, 구별된 queuing, 패킷 스케줄링에 대한 운영 파라미터 설정 기능 등이 DiffServ-over-MPLS Edge LSR (LER)에서 제공된다.

(그림 2)는 DiffServ-over-MPLS 체계의 overlay networking 구성을 보여주고 있다. 품질보장형 차별화 서비스를 보다 효율적으로 제공하기 위하여 각 ISP의 도메인 네트워크 내에 각 서비스 등급에 따른 다중 오버레이 네트워크를 구성한다. 각 오버레이 네트워크는 특정 class-type의 서비스 품질 요구사항을 보장할 수 있어야 하며, 새로운 트래픽 설정요청에 대한 연결 승인 제어 (CAC) 기능이 이를 관리하게 된다. 사용자 단말기로부터의 연결 설정요청은 RSVP-TE를 사용하는 것으로 가정하고 있다. 각 도메인 네트워크내에서의 다중 오버레이 네트워크 설정 및 관리는 MPLS의 L-LSP들을 각 edge 노드간에 해당 서비스 유형의 요구사항에 따라 설정함으로써 구성하게 된다. 이들 다중 오버레이 네트워크는 품질보장형 차별화 서비스별로 논리적인 중계망을 구성하게 되며, 그도메인 네트워크의 관리 정책에 따라 구성 및 관리 된다.

## 2.3 BcN 광대역 유선 및 무선 가입자 망 구간에서의 품질보장형 서비스 제공

BcN의 가입자 단말들은 (그림 3)에서 보는 것과



(그림 2) DiffServ-over-MPLS 구조의 다중 오버레이 BcN 중계망 구성

같이 다양한 종류의 광대역 유선 및 무선 가입자망을 통하여 서비스를 제공받게 된다. 광대역 유선 가입자망으로는 FTTx, PON (Passive Optical Network) 과 Gigabit Ethernet, xDSL 등을 통하여 구성되며, 광대역 무선 가입자망으로는 IEEE 802.11a/b/g/e 무선 LAN과 IEEE 802.16 무선 MAN (WiBro, WiMax), 3G/4G의 Cellular 무선 전화망, 그리고 지상파/위성 DMB 등의 기술을 기반으로 구성될 것이다.

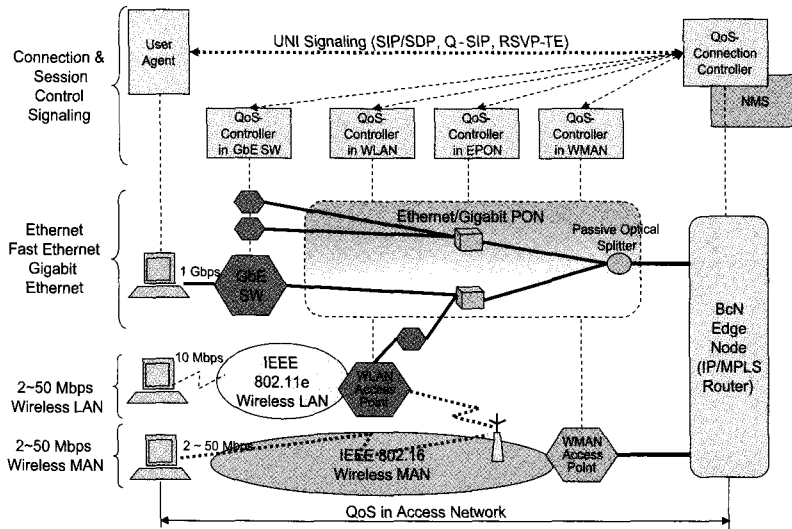
광대역 유선 및 무선 가입자망에서 서비스 품질을 보장하기 위해서는 upstream 및 downstream 채널들의 할당에서 각 class-type이 요구하는 QoS 성능을 만족시킬 수 있도록 link 이용률 및 각 사용자 트래픽에 제공되는 패킷 전달율 및 전달 지연시간이 관리되어야 한다. (그림 3)에서 나타난 것과 같이, 접속망 구간에서의 요청되는 사용자 서비스 트래픽 파라미터 및 QoS 파라미터를 광대역 가입자 접속망 구간의 자원/채널 할당을 관리하는 접속점 (access point)에 제공하고, 이에 따라 채널의 할당 스케줄링이 관리될 수 있어야 한다.

현재 NetSpot/HotSpot을 통한 IEEE 802.11a/b/g/e 무선가입자망의 경우에도 QoS 보장형 서비스를 제공하기 위해서는 각 단말기로부터 채널 사용 승인을 받도록 하는 연결형 서비스 제공 체계가 구성되어야 하며, 이를 위한 광대역 단말기와 접속 라우터 (edge router) 및 접속점 (AP) 간의 signaling 기능이 제공되어야 한다. BcN 광대역 가입자 접속망에서의 연결 설정 및 관리를 위한 signaling 기능으로는 SIP/SDP의 기능을 확대하여 QoS 보장형 연결 설정에 사용할 수 있게 하거나, 기존 MPLS signaling 체계인 RSVP-TE UNI signaling 기능을 사용할 수 있다.

### III. Inter-Domain 네트워킹 기능 구조

#### 3.1 MESCAL 구조

다수의 사업자가 운영하는 BcN들이 상호 연동되



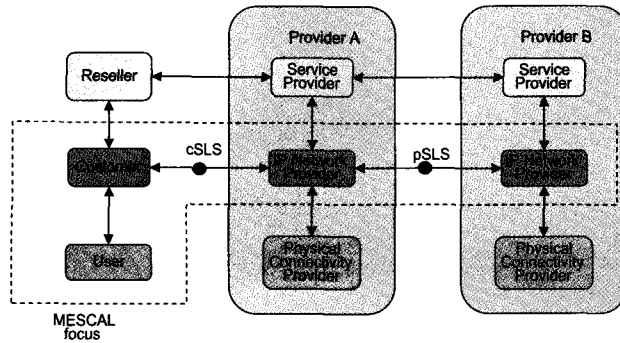
(그림 3) BcN 광대역 접속망 구조

어 있는 환경에서도 QoS 보장형 차별화 서비스가 제공되기 위해서는 각 BcN의 사용자 평면의 패킷 전달 기능과 함께, 제어평면과 관리평면의 기능의 연동이 매우 중요하다. 다수의 인터넷 사업자망간 연동 모델로서 EU의 IP Premium 프로젝트로 진행된 MESCAL (Management of End-to-End Quality of Service Across the Internet at Large)은 각 기능모듈의 좋은 연동 시나리오 및 상세 요구사항을 제시하고 있다. MESCAL의 비즈니스 모델에서는 (그림 4)에서 보는 것과 같이, 서비스 제공자, IP네트워크 제공자, 물리망 제공자로 구분하여, 상호간의 연동을 규정하고 있다 [15]. 이러한 비즈니스 모델은 물리 계층망 제공 기능, IP 네트워크 제공 기능 및 부가 서비스 제공 기능을 구분하여, BcN에서 각 IP 계층망 사업자가 제공하는 패킷 전달기능을 다양한 부가 서비스 사업자들이 활용할 수 있도록 하는 구조가 된다. 이렇게 통신망 사업자와 부가 서비스 사업자간의 접속에서는 OSA (open service architecture)를 체계에 따라 서비스가 제공될 수 있

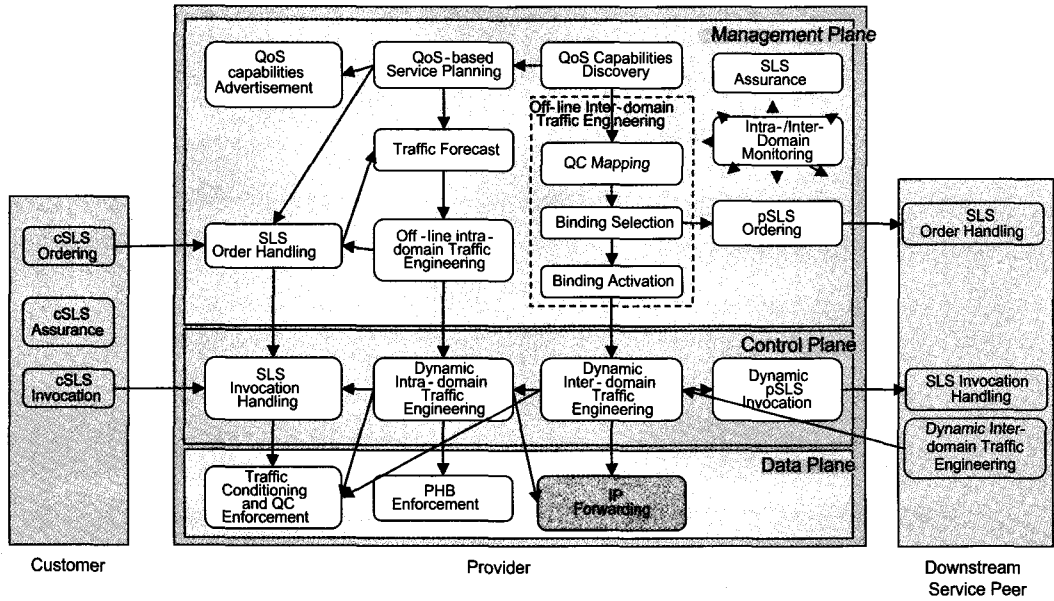
어야 한다.

(그림 4)에서 표시되어 있는 것처럼, MESCAL에서는 IP 네트워크 계층의 상호 연동을 주로 다루고 있다[15]. MESCAL에서 가입자와 망사업자간의 연동은 cSLS (customer service level specification)으로 규정되고, 다수의 망사업자간 연동은 pSLS (peer service level specification)으로 규정된다. 본 고에서 주로 다루고 있는 BcN 사업자 망간 연동은 MESCAL model에서 pSLS의 세부 내용으로 규정되고 있는 inter-domain 상호연동 기능 모델이 좋은 기준이 될 수 있다.

(그림 5)는 MESCAL에서 사용자 평면, 제어평면, 관리평면의 세부 기능모듈들 간의 상호 연계 동작을 상세히 보여주고 있다 [15]. 먼저 품질보장형 서비스 제공을 위해서는 QoS-based service planning을 하게 되며, 이 때 필요한 네트워크 자원들을 파악하게 된다. 만약 다수의 IP 네트워크 연동 환경에서 서비스 제공이 필요하다면, 이웃 IP 전달망 사업자에게 pSLS ordering 기능을 통하여, 제공 예정인 QoS-



(그림 4) Mescal Business Model



(그림 5) Mescal inter-domain interaction model

기반 서비스의 종류와 이를 위하여 필요한 통신망 자원을 요청하게 된다. QoS 보장형 서비스에 대한 예측 데이터를 고려하여, 사업자망 내에서의 트래픽 엔지니어링 기능을 수행한다. 이 트래픽 엔지니어링 단계에서 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 중계망 구성을 위한 TE-LSP의 라우팅 기능과 가상 오버레이 네트워크 구성 등을 망운용관리 기능으로 수

행하게 된다.

가입자로부터 QoS 보장형 서비스 요청을 제어 평면의 signaling 기능을 통하여 전달받게 되면, intra-domain traffic engineering 기능과 함께 해당 사업자 망내에서의 연결 설정 및 각 교환기/라우터의 자원 할당 등이 수행되어야 한다. 만약 가입자가 요청한 서비스가 다른 BcN 사업자망으로 연결되어야 하는 경



우, 다음 단계의 사업자망으로 pSLS 요청을 하게되며, 이 때 inter-domain traffic engineering 기능이 함께 수행되어야 한다.

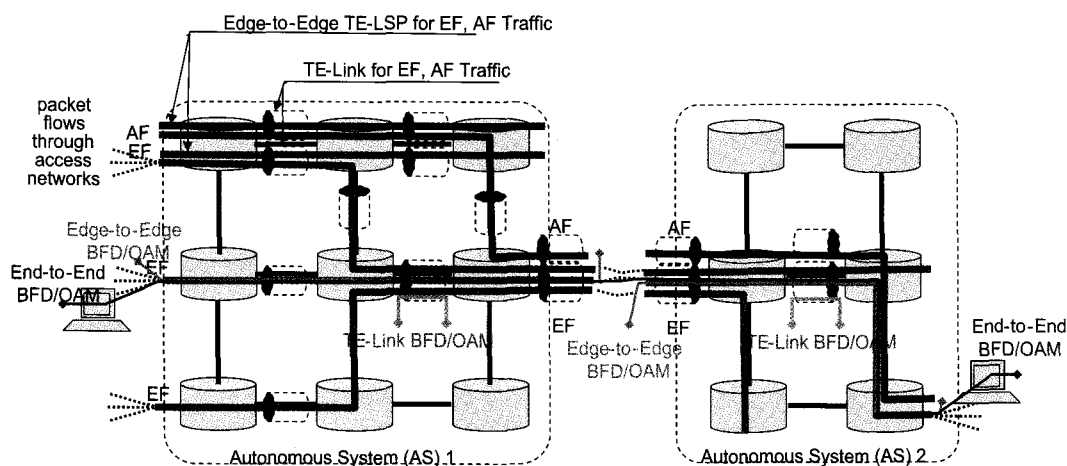
### 3.2 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-Domain 네트워킹

다수의 BcN 연동환경에서 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위하여 각 사업자망별로 각 DiffServ class-type 별 QoS 보장형 virtual overlay network를 구성하고, 이를 기반으로 서비스를 제공하여야 한다. (그림 6)에서는 각 class-type별 virtual overlay network 구성을 위하여 MPLS TE-LSP들을 체계적으로 구성하는 방안을 보여주고 있다. 각 IP/MPLS 라우터들 간의 물리적 링크에 class-type별로 요구되는 QoS를 만족시키기 위한 TE-Link들을 구성하고, 각 TE-Link내에 edge-to-edge TE-LSP들을 수용하게 함으로써 QoS 보장형으로 운용할 수 있다. 각 TE-Link 및 TE-LSP들의 QoS 제공 성능을 지속적으로 측정하고 확인하

기 위하여 OAM (operation, administration, maintenance) 기능이 제공되어야 한다.

QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 BcN 망 간연동에서는 각 사업자망 내부에서 구성되어 있는 AS (autonomous system)별 virtual overlay network들을 상호 연동시켜, 해당 class-type 별 서비스를 품질보장형으로 제공할 수 있어야 한다. 각 BcN 사업자별로 정의된 class-type 종류 및 관련 QoS 성능지표가 서로 다른 경우에는 사용자로부터의 종단간 서비스 요청 요구사항을 만족시킬 수 있는 TE-LSP가 상호 연동될 수 있어야 한다. 이에 따라 각 AS domain network의 경계지점에 있는 ASBR (autonomous system border router) 들은 자신이 접속되어 있는 이웃 ASBR이 제공하는 class-type 종류 및 관련 QoS 파라미터를 정확하게 파악하고 있어야 하며, 종단간 QoS 보장형 연결 설정시 이러한 정보를 기반으로 사용자의 요구 QoS 성능을 만족시킬 수 있는 경로가 선정되어야 한다.

(그림 7)은 inter-domain networking 환경에서 종단간 QoS 보장형 연결설정 기능을 보여준다. 앞에



(그림 6) QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 TE-LSP 기반의 오버레이 네트워킹

서 설명한 바와 같이, 각 AS domain network은 edge router들간에 제공할 수 있는 class-type 유형 및 관련 QoS 파라미터, 그리고 현재 설정 가능한 최대 대역폭 등을 항상 파악하고 있게 된다. 또한 각 ASBR들은 자신이 연결되어 있는 이웃 ASBR과 연결설정이 가능한 class-type, 관련 QoS 파라미터 및 대역폭에 대한 정보를 파악하고 있어야 한다. BcN 가입자는 UNI signaling 또는 XML/SOAP 메시지를 통하여 종단간 QoS 보장형 서비스 제공 요청 (연결 설정 요청)을 자신이 가입되어 있는 AS 도메인 네트워크의 edge router 또는 NMS로 보낸다. 사용자의 연결설정 요청을 받은 edge router 또는 NMS는 요청된 목적지까지 QoS 및 대역폭을 보장하면서 최단거리/최소비용을 가지는 경로를 routing 기능을 통하여 찾고, 이에 따라 연결을 설정하게 된다.

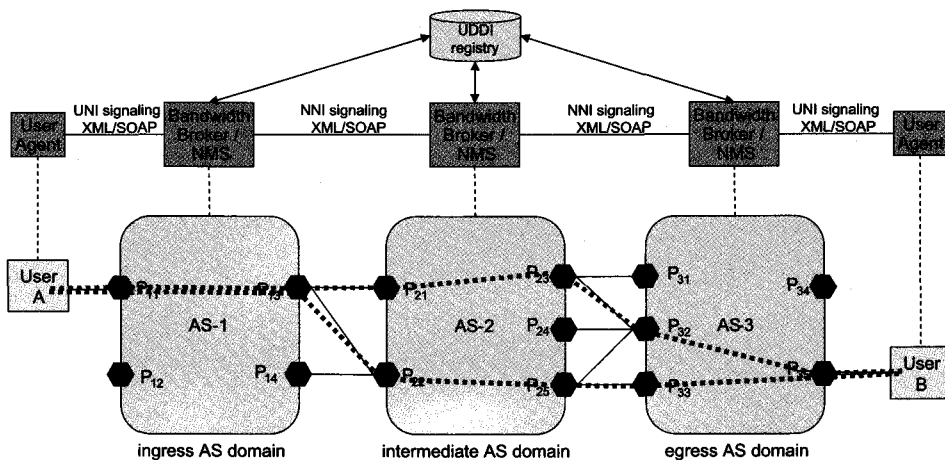
일반적으로 목적지로부터 각 ASBR까지 요구된 QoS 및 대역폭을 만족하는 최소비용 경로 각각 찾고, 이를 다음 단계의 AS 도메인 네트워크의 ASBR로부터 목적지까지의 최소 비용을 누적시켜가며 찾는 방법을 계속 반복하게 한다. 최종적으로는 송신측 가입

자가 접속되어 있는 edge router로부터 목적지까지의 최소비용 경로를 찾을 수 있게 된다. 다수의 BcN 사업자망을 경유하는 QoS 보장형 최소 비용 경로를 찾는 방안은 IETF의 PCE (Path Computation Element)에서 보다 상세한 방안을 제안하고 있다 [18-20].

#### IV. Inter-Domain 네트워킹 기능 구현 방안

##### 4.1 BGP 및 MPLS Signaling 기반의 inter-domain 제어평면 연동 기능 구현 방안

BcN 망연동 환경에서의 QoS 보장형 서비스 제공을 위한 inter-domain 네트워킹 기능 구현 방안으로는 IP/MPLS 망연동 관점에서 NNI signaling 기능과 BGP-TE 기능을 기반으로 구현하는 방안을 고려할 수 있다. 현재 상용 IP/MPLS 라우터의 경우 많



(그림 7) Inter-domain networking에서의 QoS 보장형 연결설정 관리

은 기종이 RSVP-TE signaling [21, 22] 기능을 구현하고 있으며, 이를 타 사업자 BcN과의 MPLS TE-LSP연동에 사용될 수 있도록 제공하여야 한다. 이 때, 각 BcN 사업자망간의 라우팅 정보를 기존 BGP 프로토콜에 트래픽엔지니어링 기능이 추가된 BGP-TE로 제공할 수 있어야 한다. 현재 망사업자간의 RSVP-TE NNI signaling 기능은 상호연동 시험 중에 있으며, BGP-TE 기능은 IETF를 중심으로 제안이 되고 있으나, 실제 구현까지는 좀 더 많은 기간이 소요될 것으로 예상된다. BcN 사업자망간 연동에서 NNI Signaling으로 사용될 수 있는 다른 방안으로는 현재 IETF NSIS (Next Step in Signaling) working group에서 표준화하고 있는 signaling을 구현하는 방안을 고려할 수 있다 [23, 24].

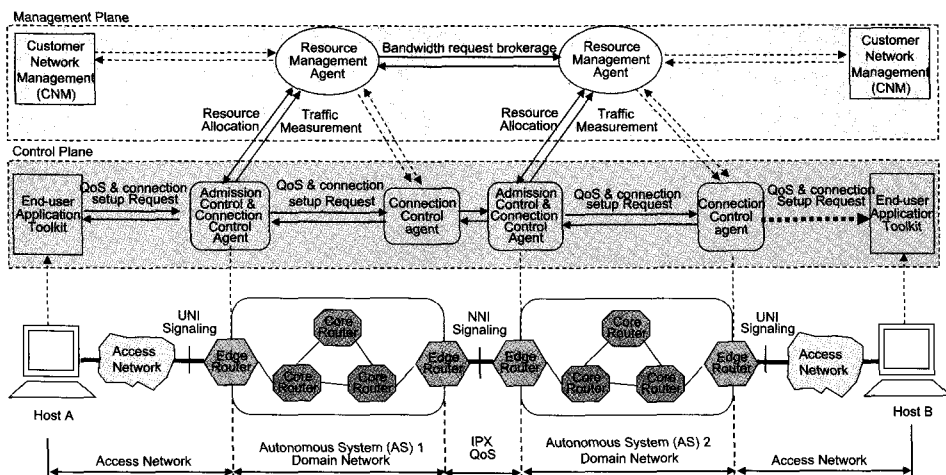
### 4.2 Web 서비스 구조 및 XML기반의 inter-domain 관리평면 연동 기능 구현 방안

BcN 구축 초기 단계에서 IP/MPLS NNI

signaling의 연동이 본격적으로 구축되어 있지 않는 환경에서 inter-domain 네트워킹 기능을 구현하는 방안으로 Web service 구조와 XML/SOAP 기반의 망운용관리 기능을 활용하는 방안을 고려할 수 있다. 현재 많은 통신망 사업자들이 자체 통신망 운용관리 기능을 확장성과 융통성이 큰 XML 및 Web Service 구조 기반으로 구축을 진행하고 있기 때문에 초기 BcN 연동환경에서 다양한 QoS 보장형 VPN 구축, VoIP 서비스 제공을 위한 inter-domain TE-LSP 설정 등에서 망운용관리 기반으로 트래픽 엔지니어링 트렁크를 설치할 수 있다 [25].

(그림 9)는 Web service 체계의 inter-domain 네트워킹 개념을 보여주고 있다.

이 구조에서 각 NMS는 UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration)에 자신의 주소 및 제공 정보를 등록하여, 타 NMS가 AS domain network별로 제공 가능한 class-type별 edge-to-edge 통신망 자원을 파악할 수 있게 한다. 각 NMS는 가입자로 부터의 종단간 연결 설정 요청을 받은 후, 목적지까지의 경로 설정이 가능한 다양한



(그림 8) QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-domain 네트워킹

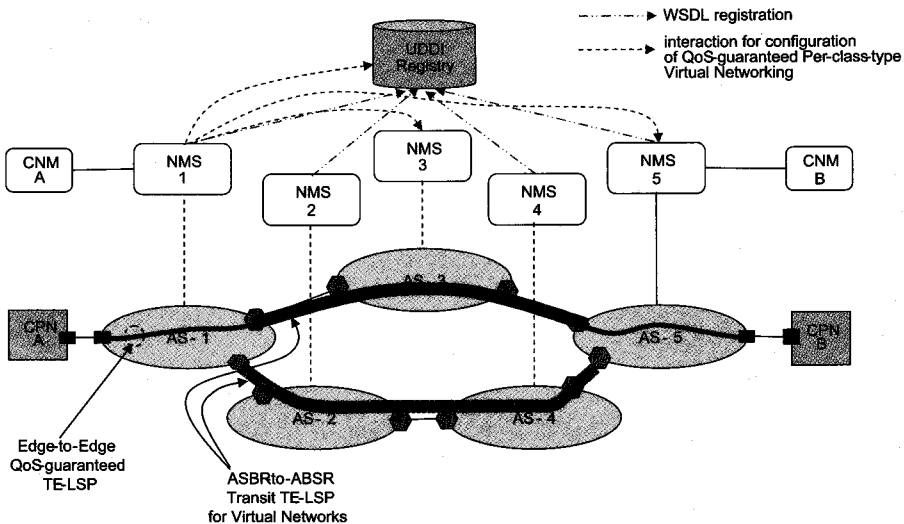
정보를 각 NMS로부터 파악하고, 이 정보를 기반으로 CSPF (constraint-based shortest path first) 라우팅에 따라 최소 비용 경로를 선정한 후, source routing 방식의 연결 (TE-LSP) 설정을 요청할 수 있다. 각 AS 도메인 네트워크 내부에서의 연결 설정은 해당 네트워크 intra-NNI signaling 기능을 활용할 수 있다.

(그림 10)은 XML/SOAP 기반의 inter-domain 네트워킹에서 각 NMS가 관리하며, 외부에 공개할 수 있는 MIB와 내부적으로 관리하는 MIB의 구성 예를 보여주고 있다. 각 NMS는 상세 물리 계층 통신망 자원 정보는 내부적으로만 관리하며, IP/MPLS 계층 망에서 외부 타 BcN 사업자에게 망연동 및 서비스 제공 차원에서 공개할 수 있는 정보를 구분하여 제공하게 된다. 특히, QoS 보장형 BcN 구축에서는 각 BcN 도메인 네트워크에서 제공할 수 있는 edge-to-edge 간의 TE-LSP 구축 상황, 그리고 제공할 수 있는 QoS 및 트래픽 파라미터, 제공 가능 대역폭 등의 정보를 타 BcN 사업자에게 공개함으로써 다수의

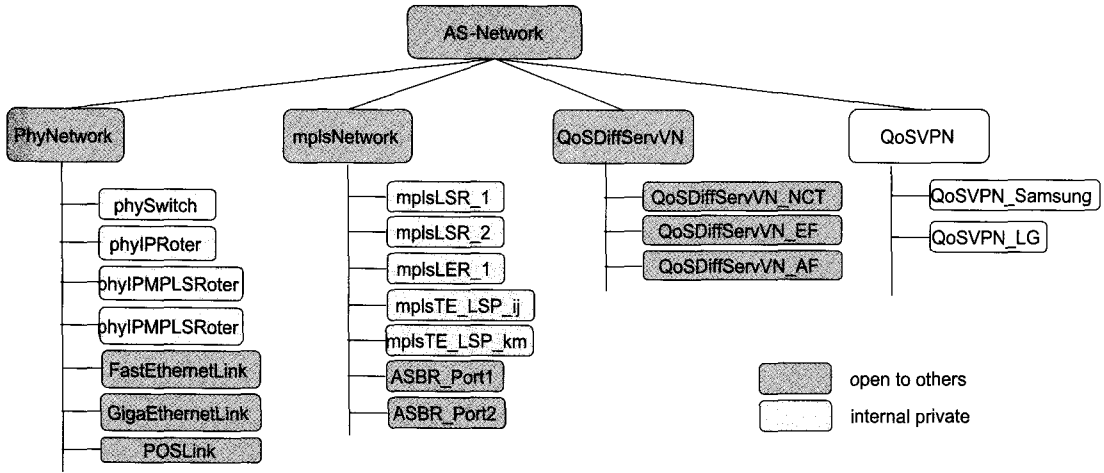
BcN사업자망이 연동되어 종단간 서비스를 효율적으로 제공할 수 있게 된다. 현재 XML 기반의 망운용관리에서 이러한 MIB의 설계는 inter-domain networking에 필요한 MO들의 설계 및 구현이 제대로 이루어져 있지 않은 상태이다. BcN 망간 연동 기능 모델이 BcN 망사업자간에 협정이 된다면, 망사업자간 호환성 문제를 쉽게 해결하기 위하여 DTMF CIM (common interface model)을 기반으로 inter-domain 관리 평면 연동 기능에 필요한 MO들을 상속 개념 및 객체지향형으로 설계 및 구현하여야 한다.

## V. 결 론

BcN 구축 초기 단계에서는 각 통신망 사업자가 개별적으로 구축 및 운영하는 BcN의 NNI signaling과 망운용관리 기능에 차이가 존재할 것으로 예상되기 때문에, 이들을 효율적으로 연동시킬 수 있는 inter-



(그림 9) Web service 체계의 inter-domain 네트워킹



(그림 10) Inter-domain 네트워킹을 위한 MIB/MIT

domain networking 기능을 제공하여 다수의 BcN 환경에서도 다양한 품질보장형 실시간 멀티미디어 서비스가 제공될 수 있어야 BcN의 사업성이 향상되고, 확대 구축이 본격적으로 추진될 것이다. 본 논문에서는 BcN 환경에서의 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 inter-domain 네트워킹 기술에 대하여 각 영역별로 살펴보았으며, 상용 BcN간 연동에 적용될 수 있는 트래픽엔지니어링 및 관련 구현 기술에 대하여 살펴보았다.

우선 BcN에서 제공될 것으로 예상되는 QoS 보장형 차별화 서비스의 유형 및 관련 QoS 파라미터 및 트래픽 파라미터에 대하여 살펴보고, BcN 중계망 및 광대역 유무선 가입자 접속망에서의 품질보장 방안에 대하여 살펴보았다. Inter-domain networking 기능 모델로는 유럽연합(EU)의 IP Premium 프로젝트의 일환으로 개발된 MESCAL (Management of End-to-End Quality of Service Across the Internet at Large)를 살펴보았으며, 세부 기능 구현 방안으로 MPLS 기반의 Inter-domain NNI signaling 제어 평면 연동 방안과 Web service 구조

와 XML 기반 망운용 관리 평면 연동 기능 구현 방안에 대하여 살펴보았다.

다수의 BcN 사업자간 망연동을 보다 조기에 효율적으로 구현함으로써, BcN 가입자를 조기에 충분히 확보할 수 있고, 이를 통하여 보다 적극적으로 BcN 구축을 확산시키며, BcN 이용을 활성화 시킬 수 있을 것이다. BcN inter-domain networking을 기반으로 보다 넓은 영역에서 품질보장형 실시간 멀티미디어 서비스 제공을 확산시킬 수 있고, 이를 통하여 업무효율성 향상과 단위 시간당 고부가가치 생산성 향상 및 각 개인 삶의 질 향상이라는 당초의 BcN 구축 목표를 조기에 달성할 수 있을 것이다.


[참고 문헌]

[1] Broadband IT Korea 건설을 위한 광대역 통합망 구축 기본계획, 정보통신부, 2004. 2.  
 [2] 김철수, 손진혁, 박나정, “BcN 표준모델” 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.

- [3] 김정윤, 황진경, 최우용, 장득구, "BcN 서비스 및 제어계층", 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.
- [4] 정희창, "BcN 전달망계층", 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.
- [5] 배성준, "BcN 유선 가입자망 모델", 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.
- [6] 김수창, 송평중, 김영진, "BcN 무선 가입자망 모델", 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.
- [7] 김정덕, "방송가입자망 모델", 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.
- [8] 황원주, "홈 및 단말계층", 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.
- [9] 권준철, 박중계, "BcN 서비스 시나리오 및 시범사업 요구사항", 한국통신학회, 정보통신 제22권 3호, 2005. 3.
- [10] 차지훈, 정예선, 김규현, "BcN에서의 IPTV 및 DMB 서비스", 한국통신학회, 정보통신 제22권 4호, 2005. 4.
- [11] 최준환, "BcN을 위한 IP 멀티캐스트 기술이슈", 한국통신학회, 정보통신 제22권 4호, 2005. 4.
- [12] 김영탁, "Inter-domain BcN Management," KRnet 2005, 2005. 6, pp. 496 ~ 501.
- [13] 채영수, 김영탁, 이재훈, "차세대 유무선 통합망 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 기술 연구", 한국통신학회 정보통신, 제21권 12호, pp. 47~60.
- [14] 연구보고서, 차세대 통합네트워크 (BcN)에서의 통신망 트래픽관리를 위한 기술정책 연구, 한국전산원, 2003. 12.
- [15] Michael P. Howarth, et. al, "Provisioning for Interdomain Quality of Service: the MESCAL Approach," IEEE Communication Magazine, June 2005, pp. 129-137.
- [16] Specification on Business Models and a Functional Architecture for Inter-Domain QoS Delivery, MESCAL Consortium, May 2003.
- [17] <http://www.mescal.org>.
- [18] Fabio Ricciato, et. al, "Distributed schemes for diverse path computation in multidomain MPLS networks," IEEE Communications Mag., June 2005, pp. 138 ~ 146.
- [19] A. Farrel, et. al., "Path Computation Element (PCE)," IETF Internet draft, Feb. 2005.
- [20] D. Awduche, et. al., "RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels," IETF RFC 3209, December 2001.
- [21] Arthi Ayyangar et. al, "Inter-domain GMPLS Traffic Engineering - RSVP-TE extensions," IETF Internet Draft, draft-ietf-ccamp-inter-domain-rsvp-te-02.txt, Oct. 2005.
- [22] J. P. Vasseur, et. al, "A Per-domain path computation method for establishing Inter-domain Traffic Engineering (TE) Label Switched Paths (LSPs)," IETF Internet Draft, Oct. 2005.
- [23] IETF RFC 4080, Next Steps in Signaling (NSIS): Framework, June 2005.
- [24] Luyuan Fang, et. al., "Interprovider IP-MPLS Services: Requirements, Implementations, and Challenges," IEEE

Communication Mag., June 2005., pp. 119 ~ 128.

- [25] Youngtak Kim, Hyun-Ho Shin, "Web Service based Inter-AS Connection Managements for QoS-guaranteed DiffServ-aware-MPLS Internetworking," Proc. of International Conference on Software Engineering Research, Management & Applications (SERA 2004), San Francisco, pp. 256-261.



**김영탁**  
 1984년 영남대학교 전자공학과 학사  
 1986년 KAIST(한국과학기술원) 전기및전자공학과 석사  
 1990년 KAIST(한국과학기술원) 전기및전자공학과 공학박사  
 1990년 ~ 1994년 한국통신 통신망연구소 선임연구원 / 실장(전송망구조연구실, 고속데이터 통신연구실)  
 1994년 ~ 현재 영남대학교 공과대학 전자정보공학부 교수  
 관심분야 : 차세대 인터넷 네트워킹 및 품질보장형 BcN 트래픽엔지니어링, 통신망 운용 및 관리 시스템