

Flow-based TE기반의 Managed IP 전달망

한국전자통신연구원 강국창, 이순석, 김영부, 김영선

차례

I. 서론

II. 새로운 네트워크 아키텍처의 필요성

III. 2세대 BcN 전달망의 요구사항

IV. IP/MPLS기반 기술의 한계

V. Flow 기반 접근방법 고찰

VI. Flow-based TE기반 Managed IP 전달망

VII. 결론

I. 서론

지식정보사회의 성숙기에 접어들면서, 정보통신이 경제·사회·문화 전반에 걸쳐 많은 변화를 일으키고 있다. 통신이 의식주와 마찬가지로 삶을 영위하는 필수요소로서 인식되고 있어 라이프스타일의 통신의존도가 높아지고 있으며, 산업구조도 각 부문이 유기적으로 연결된 네트워크형으로 변화 발전하고 있다. 모든 형태의 정보가 디지털로 통합되고, 네트워크기술 및 성능 향상으로 네트워크의 공간 및 대상이 급격히 확대되어 통신대상이 인간은 물론 사물까지를 포함하게 될 전망이다.

이러한 환경변화에 대응하고 IT산업을 국가성장의 핵심동력으로 활용하기 위해, IT839전략이 수립되고 그 일환으로써 BcN 구축이 추진되고 있다. BcN의 성공적인 추진을 위해서 산·학·관·연이

힘을 합쳐, 표준모델, 기술개발 전략, 표준화 전략, 서비스개발 등 광범위한 분야의 추진과제들을 수행하고 있으며, 기타 여건조성을 위한 시범사업 추진, 테스트베드 구축, 법제도 정비 등도 함께 다루어지고 있다[1]. 현 시점은 2004~2005년까지의 1단계를 정리하고 2단계로 접어드는 시점으로서, 현재의 1세대 BcN의 개념을 보완하여 2세대 또 그 이후의 BcN 개념 및 비전을 어떠한 방향으로 정립할 것인가에 대한 고민을 다시 한번 해 볼 필요가 있다.

현 단계의 BcN이 추구하는 바를 설명하기 위해서 대표적으로 네 가지 키워드가 사용되고 있다. 통합·융합화, 광대역화, 품질보장화, 그리고 고기능화가 그것이다[2]. 그러나 이러한 키워드들은 기술적인 측면에서 바라본 BcN에 국한된 것일 뿐이며 기술적·기능적 측면만을 고려한 BcN은 제외국에서 추진하고 있는 차세대 네트워크(NGN)와 크게 다를 바

없다. 세계에서 가장 앞서가고 있는 우리의 정보통신 환경은 NGN이 미처 고려하지 못하는 많은 숙제를 안겨주고 있는데, 초고속인터넷 포화에 따라 새로운 개념의 서비스를 요구하는 이용자 욕구의 변화, 제한적인 비즈니스 모델로 인해 수익 정체에 신음하는 통신사업자의 위기, 외국 통신장비제조업자의 시장주도에 의해 설자리를 잃고 있는 국내 장비산업의 침체 등이 특징적인 국내 통신산업의 환경이다. 현단계의 BcN이 추구하는 기술적·기능적 측면의 고도화는 물론이고, 이러한 국내 통신산업의 현안을 해결할 수 있는 방향으로 다음 단계의 BcN이 새로이 정의되어야 할 것이다.

본 논문에서는 2세대 BcN이 추구해야할 기본적인 방향성이 무엇인지 고찰하고 특히 전달망이 갖추어야 할 요구사항이 무엇이고 어떤 기술이 필요한지 논의한다.

논문의 구성은 다음과 같다.

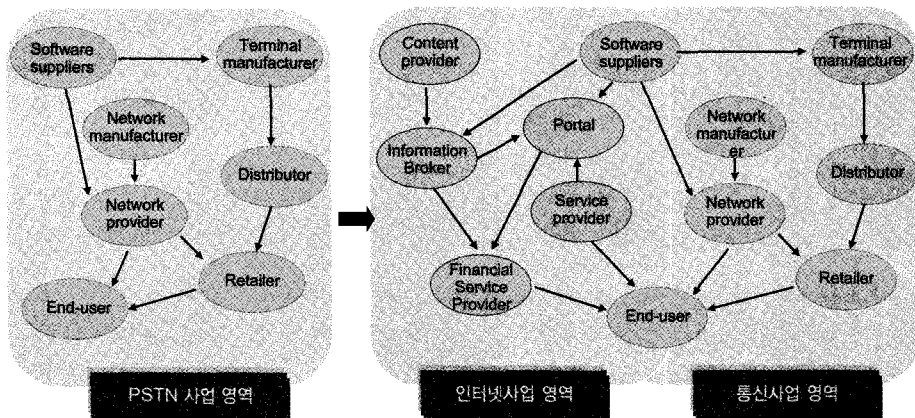
제 2절에서는 통신산업측면에서 왜 새로운 네트워크 아키텍처를 요구하는가에 대하여 논의하고, 제 3절에서 2세대 BcN 전달망을 위한 핵심적 요구사항이 무엇인지 도출한다. 제 4절에서는 이러한 요구사

항을 구현하기 위한 기술대안으로서, 기존의 IP/MPLS기반 기술들이 어떤 한계를 가지고 있는지 밝히고, 제 5절에서는 새로운 기술대안으로 부상하고 있는 Flow 기술 기반의 다양한 접근방법을 고찰한다. 제 6절에서는 Flow 기술 기반 전달망의 기능 요소 및 개념구조를 제시하고 제 7절에서 결론을 맺는다.

II. 새로운 네트워크 아키텍처의 필요성

인터넷이 등장하면서, 통신산업의 가치사슬은 전통적인 PSTN의 영역에서 크게 확장되었다(그림 1). 더욱이 BcN시대에 접어들면서 유선·무선의 통합 및 통신·방송의 융합이 가속화되면서 각 가치사슬을 담당하던 주체의 범위 및 역할도 크게 확대되고 있다.

그러나, 이러한 가치사슬의 정점에는 포털, 커뮤니티, 종합쇼핑몰, 경매 등의 콘텐츠(content) 사업자들이 자리잡고 있으며 그 가치사슬의 기반이 되는



(그림 1) 통신산업의 가치사슬 변화(홍길표 등[6]의 그림을 바탕으로 재구성)

인프라를 제공하고 있는 통신사업자들은 상대적으로 가치사슬의 핵심에서 배제되고 있다. 가치사슬의 급속한 확대에도 불구하고 통신사업자의 수익은 정체되고 있는 것이다. 이는 현재의 네트워크 구조가 통신사업자들에게 매우 제한된 비즈니스 모델만을 제공하기 때문이다[3].

통신사업자의 비즈니스 모델 및 문제점을 구체적으로 들여다보면, 다음 표와 같이 정리할 수 있는데, PSTN 통화료의 감소와 인터넷 트래픽 사용량 증가와 무관한 요금구조로 인하여 수익이 정체될 수밖에 없음을 알 수 있다.

〈표 1〉 통신사업자의 비즈니스 모델

	PSTN	인터넷
수익원	통화료 부가서비스 사용료	접속료(월 정액) 네트워크부가서비스(clean-i 등) 설비/장비 대여료; IDC 등 수수료; Billing 대행 등
사업 이슈	통화수익 확대 부가서비스 개발	고객이탈 방지 비용절감
문제점	통화량 정체 부가서비스 발굴의 한계	가입자 포화 지속적인 신규투자 요구

이러한 한계성을 극복하기 위한 통신사업자들의 주요 비즈니스 현안으로는, 음성전화 수입 감소를 대체할 수 있는 신규 서비스(new cash cows)의 발굴, 고부가가치 VPN(value-added VPN) 제공 등을 통한 네트워크 서비스의 수익성 제고, 종합 통신서비스 제공사업자(total provider)로서의 콘텐츠 제공 능력 확대, TPS 등을 통한 새로운 컨버전스 시장기회의 모색 등을 들 수 있으나 이 역시 현재의 수익구조에 바탕을 둔 이상 제한적인 수익창출 수단에 그칠 수밖에 없다.

가치사슬의 재형성을 통한 수익구조의 재정립만이 현재의 왜곡된 수익구조를 바로잡고 바람직한 수준에서의 투자회수(return on invest)를 가능하게 하는 근본적인 방법일 것이다.

현재의 네트워크에서 제공하는 가입자와 통신사업자 사이의 가치사슬은 매우 단순한 구조로, 가입자 수 기반의 접속료가 중심적인 수익원이 되는데 그치고 있다. 다양한 이용자 특성과 요구사항을 현재의 네트워크에서는 인식할 수 없고 오직 가입자 회선만을 인식할 수 있기 때문이다.

모든 가입자가 단일한 수준의 서비스품질을 제공받고 속도 및 접속율 등의 동일한 SLA 서비스를 받는 십인일색(十人一色)의 서비스만을 제공하는 네트워크인 것이다. 사업자와 가입자 사이에 다양한 가치사슬을 형성시키기 위해서는 가입자 회선이 아닌, 이용자의 다양한 개성과 욕구를 인식하고 그에 따른 트래픽 처리가 가능한 개별화(individualization)서비스[4]가 그 출발점이며 이를 기반으로 일인십색(一人十色)의 서비스를 제공할 수 있는 새로운 네트워크 아키텍처가 정립되어야 한다.

III. 2세대 BcN 전달망의 요구사항

새로운 개념의 네트워크에 대한 필요성과 관련하여, 'Profitable network' [3], '가치통신' [4], '감성통신' [5] 등의 개념과 그 실현을 위한 아키텍처 제시가 있어왔다. 이들 연구들에서는 공통적으로 향후에는 이용자들의 통신욕구 변화를 수용하여 새로운 가치를 제공할 수 있는 네트워크가 요구된다는 기본 인식에서 출발하고 있다. 본 고에서는 이의 연장선상에서, 2세대 BcN이 추구해야 할 기본적인 방향성을 '이용자들에게 새로운 가치를 제공함으로써 통신사업자와 이용자 간에 새로운 가치사슬을 형성해주는 네트워크 아키텍처의 정립'이라고 설정한다.

가입자/이용자와 사업자간에 다양한 가치사슬을 형성하기 위하여 2세대 BcN 전달망이 가져야 할 핵심적인 요구사항을 간추려보면 다음과 같다.

1. 가입자/이용자 인식 기능 (subscriber-aware, user-aware)

앞 절에서 언급하였듯, 다양한 비즈니스 모델이 가능하기 위해서는 기본적으로 이용자 개성 기반의 서비스를 제공할 수 있는 네트워크가 되어야 한다. 네트워크로 진입하는 트래픽이 어느 이용자의 트래픽인지 인식할 수 있어야 이용자별 개성을 수용하는 수익모델 전개가 가능하다.

2. 서비스 구별 기능(service-aware)

가입자 단말에서 발생하는 트래픽이 어떤 서비스에 속한 트래픽인지 구별하고 각 응용(application)별/서비스별 특성 및 요구사항에 맞추어 트래픽을 관리할 수 있는 네트워크가 되어야 한다. 개별 서비스단위의 차별화된 품질정책, 요금정책 수립이 가능해진다.

3. 서비스별 QoS 보장 기능(QoS guarantee)

서비스별로 요구되는 품질요구사항을 확정적으로 제공할 수 있는 네트워크가 되어야 한다. 이용자들에게 기존의 상황허락형(best-effort) 서비스와는 차별되는 가치를 인식시키고 지불용의(willingness to pay)를 높일 수 있는 필수적인 수단이다. 각 서비스 트래픽의 품질요구사항 또는 SLA에 정의되어있는 항목들을 만족시킬 수 있어야 한다.

4. 종량과금 기능(usage-based billing)

앞서 제시한 세 가지의 요구사항을 수용하여 이를 수익과 연결시키기 위해서는 이용자별·서비스별 특

성을 반영한 과금기능이 필수적이다. 통신사업자는 수익극대화 및 이용자의 효용극대화를 동시에 만족시키는 서비스별 요금체계를 설계하는 것이 가능하며, 네트워크에서는 각 서비스별 요금구조에 따라 요구되는 과금기능을 갖추어야 한다.

5. SLA 감시 기능(SLA monitoring)

이용자의 권리를 보호하는 측면에서 SLA에 대한 규제를 강화하는 것은 국제적으로 일반화된 추세이다. 앞에서 언급한 네 가지의 요구사항을 네트워크가 지원하면 훨씬 세련된 SLA정책을 시행할 수 있는 반면에 더욱 정교한 SLA관리 기능이 요구된다. 전달망에서는 이용자별/서비스별 SLA 준수여부를 감시할 수 있는 기능이 필요하며, 품질기반의 네트워크에서는 SLA가 주요한 마케팅 파워로 작용한다.

6. 서비스 정책 수행 기능(service policy-aware)

기존의 가입자 회선 단위의 서비스 구조에서는 매우 제한적인 네트워크 서비스만이 가능하였다. 예를 들어, KT의 경우 가입자별로 clean-i 및 time-codi라는 네트워크 서비스 상품을 제공하고 있는데 이러한 서비스는 가입자회선을 이용하는 다양한 이용자의 개성이 전혀 반영이 안 되는 상품이다. 네트워크에서 이용자 및 서비스를 인식할 수 있게 되면 이용자별·서비스별 특성을 활용하여 훨씬 다양한 네트워크 서비스 상품을 제공할 수 있을 것이다. 전달망에서는 이와 관련된 서비스 정책에 따라 트래픽을 운용하는 기능을 갖추어야 한다.

7. 트래픽 진입 인증 기능(traffic access verification)

요구사항 (1)과 (2)에서 제시한 트래픽의 속성 인식기능과 더불어, 해당 트래픽의 진입인가 여부를 구별하는 기능이 있어야 한다. 이용자와 사업자간에 약속된 트래픽에 대해서만 SLA에 따른 트래픽 처리 및 과금이 이루어져야 하기 때문이다. 또한 비정상 트래픽의 유입을 차단함으로써 인가된 트래픽을 보호하는 역할로 기능한다.

IV. IP/MPLS기반 기술의 한계

위에서 도출한 요구사항들을 뒷받침하기 위한 전달망 기술의 핵심적인 기능은 개별 트래픽의 특성을 인식하는 기능과 그 특성에 합당한 방식으로 트래픽을 처리하는 기능이다. 개별 트래픽의 특성이란 그 트래픽이 어느 사용자의 것이며, 어떤 응용에 해당하는 것인가를 포함한다. 트래픽 특성에 합당한 방식이란 품질요구사항을 보장해주는 것은 물론, SLA 항목별 통계정보를 모니터링하는 등의 내용을 포함한다.

현재 라우터의 기본적 구조인 패킷단위의 제어로는 이러한 기능을 지원하는 것이 불가능하다. IP 네트워크를 구성하는 라우터는 IP 패킷 단위로 착신 IP 주소를 바탕으로 라우팅 프로토콜에 의하여 계산된 링크로 포워딩하는 구조를 가지고 있다. 즉, 패킷이 어디로부터 왔는지는 관심이 없고, 오직 목적지로만 전달해주는 기능만을 담당하고 있다. 이것은 이용자별 서비스별 트래픽을 인식해야 한다는 기본적인 요구사항을 충족시키지 못한다. 또한 착신 IP주소만을 인식하는 구조에서는 트래픽 특성에 따른 차별적인 처리가 상당히 제한적으로만 이루어질 수밖에 없고 의미있는 차별화가 불가능하다.

최근에는 네트워크 프로세서 기술의 발전에 따라, 3-tuples (발신 IP주소, 착신 IP주소, 프로토콜 형태) 또는 5-tuples (3-tuple, 발신 포트, 착신 포

트) 정보를 기반으로 플로우를 구분하여 트래픽 제어를 하는 상용 라우터들이 출현하고 있다. 그러나 운영자(operator)의 지정에 의해서 비실시간적으로 플로우나 마이크로플로우(microflow; 특별히 5-tuples 기반의 플로우를 칭함)를 인식할 수 있는 구조로 되어 있기 때문에 사용자들이 실시간적으로 요청하는 개별 서비스 단위의 트래픽 인식 및 제어가 불가능하다[4]. 이용자에게 새로운 가치를 제공하는 네트워크가 되기 위해서는 실시간적인 플로우 인식 및 플로우별 특성과 요구사항을 인식할 수 있는 기능이 필수적이다.

한편, 품질요구수준과 같은 트래픽 특성에 따른 차별적인 트래픽 처리방식으로써 현재 상용망에 적용되고 있는 기술로는 DiffServ, Diffserv + Bandwidth Broker, Diffserver over MPLS, DiffServ-aware MPLS TE 등이 있다. 이들 네트워크 기술이 가지는 제어성, 신뢰성, 품질보장성 측면에서의 한계는 이미 선행연구들에서 지적된 바 있으며[3] [4], 본 논문에서는 이들 기술 중 가장 진화된 개념인 DiffServ-aware MPLS TE만을 대상으로 그 한계성을 정리하기로 한다.

DiffServ-aware MPLS TE (L-LSP; Label Inferred LSP) 기술은 링크 자원을 서비스 클래스(class of service) 단위로 자원사용에 대한 한계치(bandwidth limit)를 두어 서비스 클래스 간의 일정수준의 품질을 제공해주고자 하는 것이 기본적인 발상이다. 이를 바탕으로 Diffserv over MPLS 기술(E-LSP)을 확장하여 파이프(pipe) 자체에 클래스를 부여하여 동일 클래스만을 동일 파이프에 수용하게 하여 클래스 단위의 품질 수준을 보장해보자는 것이다[7] [8]. 이 방식은 모든 클래스에 대한 품질척도에 대한 이론적 상한치를 제공할 수 있으나 유해 트래픽(abnormal traffic)의 침입이나 악의적 사용자(malicious user)의 네트워크 사용에 따른

품질저하 문제를 극복할 수 없다. 또한, 클래스 단위로 자원 한계치를 적용하기 때문에 패킷통신 방식의 장점인 통계적 다중화 효과를 기대할 수 없어 자원 사용에 대한 효율성 문제가 야기 될 수 있다. 더욱이, 데이터 트래픽을 클래스 단위의 파이프, 즉 L-LSP에 매핑(mapping)시키기 위해서는 서비스 단위로 FTN(FEC-To-NHLFE; Forwarding Equivalent Class-to-Next Hop Label Forwarding Entries) 테이블(table)을 동적으로 갱신해야 하는데, 이것으로 인하여 확장성(scalability) 문제에 봉착하게 된다. 이로 인하여 L-LSP를 상용서비스에 적용시키기 위해서는 고품질 서비스를 이용하는 단말에 특별한 형태의 주소를 부여하거나 포트번호(port number)에 대한 범위의 사전 설정 절차가 선결되어야만 한다. 확장성 적용상의 문제로 인해, 또 클래스별 트래픽 처리라는 기술 속성으로 인해 개별 서비스들이 요구하는 품질수준을 확정적으로 제공하는 것이 곤란하다.

더욱이, 현재의 네트워크 기술들은 실시간적으로 서비스되고 있는 트래픽에 대한 과금 및 SLA관련 모니터링 기능 및 통계 정보 생성 기능에 대해서는 고려하지 못하고 있다. 네트워크로 유입되는 트래픽을 마이크로플로우 단위로 인식해내고, 각 플로우가 요구하는 내용에 알맞은 방식으로 트래픽을 처리하고, 더불어 플로우별 SLA 및 과금 정보를 실시간적으로 모니터링할 수 있는 전달망 기술이 요구된다.

V. Flow 기반 접근방법 고찰

기존의 IP/MPLS 기술의 한계에 대한 대안으로써, 마이크로플로우를 기반으로 트래픽을 처리하는 플로우 기술이 대두되고 있다. 본 절에서는 플로우 기술을 이용한 기존의 접근방법들을 대상으로 그 특

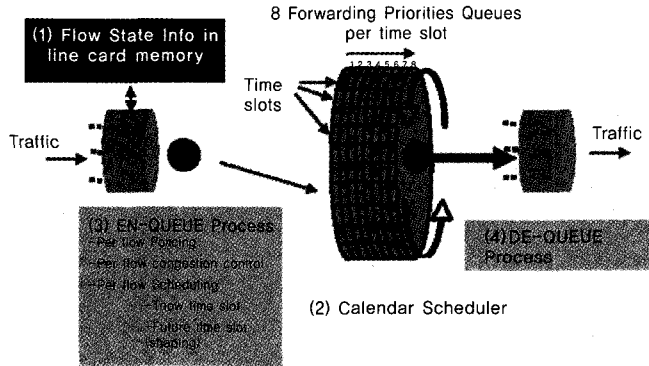
성을 분석한다.

1. Flow-state routing

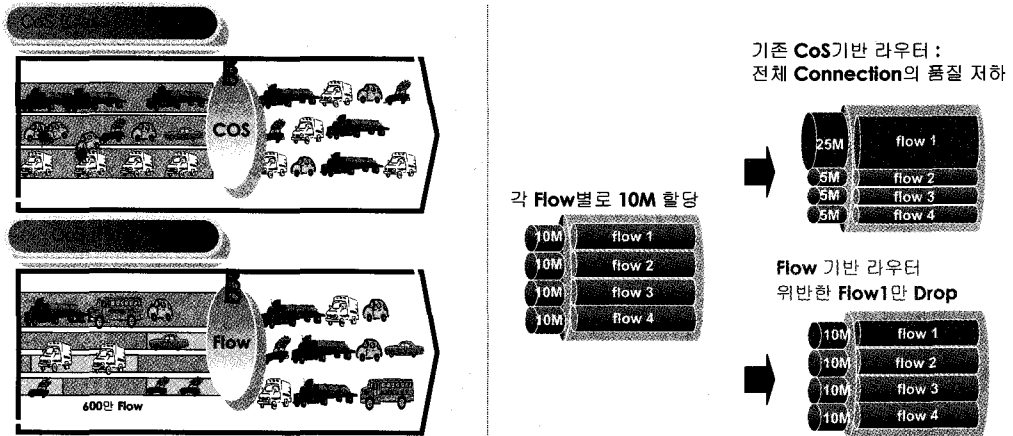
전달장비에 최초로 마이크로플로우 단위의 처리 능력을 부여한것은 Caspian Networks로서 플로우 단위로 트래픽을 인식하고 플로우 단위로 트래픽을 제어할 수 있는 라우팅 장비를 상용화하였다[9]. Flow-state 라우터에서는 5-tuples, DSCP 또는 발신 IP 주소에 따라 플로우를 구별하고 각 플로우별로 QoS 제어를 수행한다. 또한 GR(Guaranteed Rate), MR(Maximum Rate), CR(Composite Rate), AR(Available Rate) 등의 다양한 트래픽 등급(service level, flow type)을 정의하여 각 플로우의 특성에 따라 적절한 유형으로 트래픽을 처리할 수 있도록 하고 있다. 플로우별 트래픽 제어 절차가 (그림 2)에 나타나 있는데, time slot별로 priority queue를 두어 각 플로우의 트래픽 등급에 따라 차별적인 스케줄링을 수행하는 calendar scheduler방식을 사용한다[10].

Flow-state routing 기술의 근간은 모든 네트워크 장비의 링크에서 사용자 서비스 단위의 플로우 인식과 플로우 단위의 트래픽 제어 그리고 할당대역(bandwidth limit)에 따른 커넥션 레벨(connection level)의 자동적인 수락제어 기능인 implicit admission control 기능이다(그림 3). 다시 말해서 모든 링크마다 트래픽 엔지니어링을 통하여 트래픽 클래스에 대하여 대역폭을 설정하고 인입되는 플로우들의 사용량 정보를 기반으로 실시간 수락제어를 통하여 품질 수준을 보장하고자 하는 것이다.

네트워크상에서 피할 수 없는 체증 현상이 발생할 때 implicit admission control을 통하여 품질이 보장될 수 없는 플로우를 네트워크에서 사전에 제거하여 그러한 체증현상을 줄임으로써 서비스 중인 플로우



(그림 2) Caspian의 플로우별 트래픽 제어 절차



(그림 3) 확정적 QoS보장을 위한 플로우 단위의 수락제어 개념

우에 대하여 확정적인 QoS를 보장해준다는 개념이다. 그러나 이러한 방법은 노드별 QoS만을 고려하기 때문에 종단간(end-to-end)의 약속된 품질 수준을 제공하는 SLA서비스를 만족시킬 수 없다. 아울러 기존의 분산형 제어방식과 동일한 패킷 포워딩 방식을 사용하기 때문에 제어성과 신뢰성에 대한 문제 해결은 하지 못하는 한계를 지닌다. 이러한 한계들은 전체 네트워크 아키텍처 측면에서 전달장비가 기능해야 할 역할을 고려하지 못하고 부분적인 기능만을 고려하였기 때문일 것이다.

이러한 한계에도 불구하고 전달장비 측면에서 플로우 단위의 트래픽 처리에 대한 가능성을 열고 종단간 확정적 QoS보장을 위한 요소기술을 제공하였다는 데 큰 의의를 둘 수 있을 것이다.

2. Flow-Aware Networking

FT(France Telecom)에서는 플로우 기술을 기반으로 네트워크에서 수락제어 및 트래픽 제어를 수행하는 품질보장 구조를 제시하고 이를 FAN

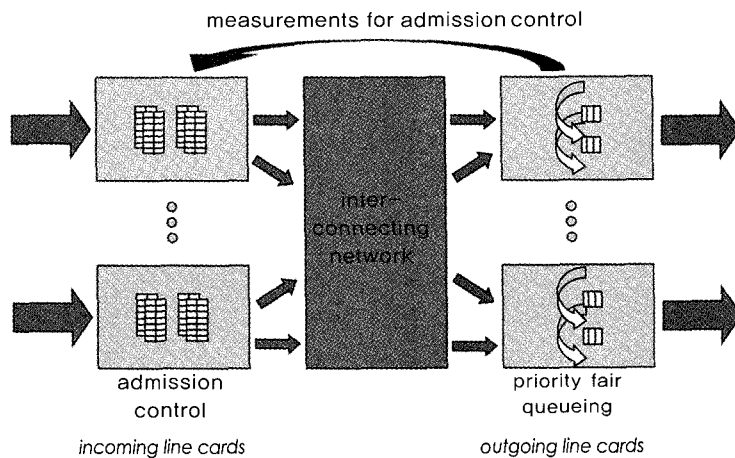
(Flow-Aware Networking)으로 명명하였다 [11] [12]. FAN에서는 서비스 식별 및 수락제어 과정이 모두 외부적인 제어과정 없이 자동적(implicit)으로 이루어진다. FAN에서는 IP 트래픽을 elastic과 stream의 두 가지 유형[13]으로 구분하고 각 트래픽 유형의 특성을 반영한 효율적인 트래픽 관리 방법을 제시하려 하였다.

한편, FAN을 담당할 전달장비를 cross-protect 라우터라고 명명하였는데, 그 구조는 다음 그림과 같이 입력 라인카드와 출력 라인카드, 그리고 입출력 라인카드를 연결하는 스위칭 모듈로 구성된다(그림 4).

전달장비에서 신규로 네트워크에 진입하는 플로우에 대해서 고유한 ID를 부여한 후, 플로우의 수락 여부를 결정한다. 이러한 수락제어는 입력 라인카드에서 수행하는데, 플로우가 수락이 되면, 플로우 ID를 플로우리스트에 추가하고, 플로우의 특성 및 성능 요구에 따라 출력 라인카드에서 스케줄링(scheduling)을 수행한다. 출력 라인카드에서는 PFQ(Priority Fair Queueing) 방식의 스케줄링

을 수행하여 플로우간 공정성(fairness)을 유지하는 동시에 스케줄링 결과를 수락제어 메커니즘에 피드백(feedback) 한다. 트래픽 클래스를 구별하지 않고 성능 요구사항을 충족시키는 구조로, 시그널링(signaling)이 필요없고 플로우별 상태에 대한 최소한의 정보만을 요구하도록 하여 복잡도나 확장성(scalability) 문제를 해결하려 하였다.

그러나 이 접근방법은 대부분의 IP 트래픽이 elastic 트래픽이라는 가정 하에 elastic 트래픽의 공정성을 확보하는 것이 전체의 성능개선을 낳는다는 개념으로부터 출발하여 모든 플로우에 대하여 동일한 수락제어 및 스케줄링을 적용하고 있는데, 트래픽 분포에 대한 가정은 이미 현실과 맞지 않을뿐더러, 오히려 stream 트래픽의 증가가 계속되고 있는 추세이다. 더욱이 플로우별 확정적인 QoS를 보장하는 것은 포기한 채 기존의 best-effort망에 비해 개선된 성능을 얻는 것에 만족하고 있다. 플로우의 개념은 등장하나 플로우별 특성이나 요구에 대한 차별적인 트래픽 처리 및 과금에 대한 개선방향은 전혀 제시하지 못하고 있다. Flow-state routing 기술이 제



(그림 4) cross-protect router

공하는 가능성을 제대로 활용하지 못하고 있는 방법론이라 할 수 있다.

3. Flow-aware service

BT에서는 플로우 정보를 활용하여 인증 및 서비스 정책에 연관시키는 방법[14], GR(guaranteed rate) 서비스를 종단간에 제공하기 위한 flow-aware sub-network과 non flow-aware sub-network간의 연동 방법[15] 등을 제시하였다. 이 용자 트래픽 플로우의 최초 패킷인 start packet이 플로우와 관련된 QoS, 서비스 정책 등의 제반 정보를 담고 있고, 플로우에 대한 인식능력을 갖는 액세스 네트워크가 그 플로우가 원하는 방식으로 트래픽을 전달한다는 개념이다. 이 방법 역시, 네트워크 구간을 거치는 과정은 기존의 분산형 제어방식과 동일한 패킷 포워딩 방식을 사용하기 때문에 종단간에 확정적인 QoS를 보장하는 데는 많은 한계를 가지고 있다. 그러나 플로우에 대한 인식 및 처리 기술이 전달망 전체범위에서 제공되어야 한다는 기본 인식을 토대로 하고 있으며, 점진적인 단계를 거쳐 플로우 기반 서비스를 NGN에서 수용하는 방향성을 제시하기 위한 것이라는 데서 그 의의를 찾을 수 있다.

VI. Flow-based TE기반 Managed IP 전달망

앞 절에서 살펴보았듯 플로우 기반 기술의 중요성 및 필요성을 인식하고 점차 전달망에서 플로우 기술을 도입하려는 시도들이 확대되고 있다. 그러나 이들 접근방법은 이용자에게 새로운 가치를 부여하고 통신사업자에게 풍부한 수익모델을 제시하는 네트워크의 필요성을 인식하지 못하고 있기 때문에 이러한 측

면의 발전적이고 종합적인 솔루션 제시에는 미치지 못하고 있다. 제 3절에서 도출한 각 요구사항을 수용하기 위해서 BcN 전달망에서 담당해야 하는 기능을 요약하면 다음과 같다.

가입자/이용자 인식 및 서비스 구별을 위해서는 액세스 에지(edge)에서 플로우를 구별하고 그 특성을 마킹(marking)하는 기능이 요구된다. 이 마킹은 기본적으로 SLA와 관련된 내용(SLS; service level specification)을 담고있는 것으로 BcN에서 제공되는 각 서비스에 대하여 고유의 마킹체계가 갖추어져 있어야 한다.

서비스별 QoS 보장을 위해서는 각 플로우의 마킹에 따른 요구사항을 바탕으로 네트워크의 상태가 그 요구사항을 충족시킬 수 있는지를 판단할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 CAC기능이 필수적으로 요구되며 CAC를 위한 네트워크 자원관리가 전제되어야 한다. CAC를 거쳐 플로우가 네트워크에 진입하면 각 전달장비는 플로우의 SLS에 합당한 방식으로 트래픽을 처리해야 하며 이를 위해 사전에 각 SLS에 대한 QoS profile이 장비마다 설정되어 있어야 한다.

종량과금 기능을 위해서는 각 플로우와 관련된 과금의 기초가 되는 정보를 수집해야 한다. 이를 위해 BcN 서비스별 과금 파라미터가 무엇이고 과금통계는 어느 지점에서 어떻게 수집해야 하는가가 사전에 정의되어 있어야 한다.

SLA감시 기능을 위해서는 각 플로우의 SLS 파라미터가 정의되어 있어 이와 관련된 품질 및 성능 통계치가 수집되고 보고되어야 한다.

서비스 정책 수행 기능을 위해서는 각 플로우의 5-tuples 및 마킹정보를 이용하여 어느 이용자(발신 IP)가 어떤 서비스(마킹)를 이용하는지를 판별하여 사전에 설정된 이용자별·서비스별 정책을 준수할 수 있도록 플로우에 대한 리마킹(remarking) 혹은 정책기반의 포워딩(policy-based forward-

ding)을 적용할 수 있어야 한다.

트래픽 진입 인증 기능을 위해서는 액세스 에지에 현재 인가된 플로우의 목록(ACL:access control list)이 실시간으로 유지되어야 하는데, 네트워크 진입을 시도하는 모든 플로우에 대해 5-tuples의 정보 및 마킹 정보를 기반으로 필터링(filtering) 기능을 수행해야 한다.

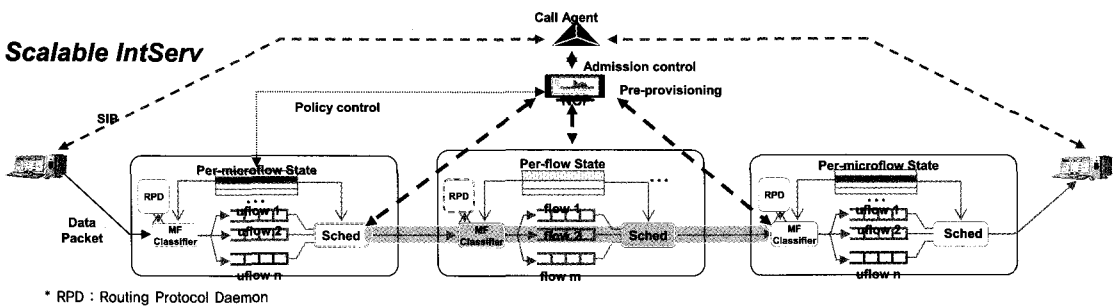
위에서 제시한 기능들을 모두 포함하기 위해서는 모든 플로우에 대한 상태감시가 요구되므로 확장성 문제와 네트워크 제어성의 문제가 야기된다. 본 논문에서는 위의 요구사항을 플로우 기반으로 모두 수용하는 동시에 전달망의 제어성 및 확장성을 확보하는 방법으로서, Flow-based TE 기반의 Managed IP를 제시한다. Managed IP란 서비스 계층의 요구 및 네트워크 운영자의 요구에 따라 네트워크 자원 및 장비에 대한 실시간적인 제어를 통하여 사용자 트래픽을 상태로 유지시킬 수 있는 IP 네트워크라는 의미이다.

Flow-based TE의 근간은 네트워크의 제어성과 신뢰성을 확보할 수 있는 중앙집중형 토폴로지 및 자원관리 기술과 OAM-based SMPLS (Simple MPLS) 기술 그리고 Flow-aware 트래픽 제어 기술과 동적 트래픽 엔지니어링 기술을 접목한 Flow-

aware SMPLS TE 기술이다. 특히, OAM-based SMPLS 기술은 IP/MPLS 기술의 낮은 신뢰성, 낮은 복구 절체의 한계를 극복하기 위한 기술 대안으로서, LSP(Label Switched Path)의 확장 개념인 VSP(Virtual Switched Path)라고 부르는 논리적 가상경로와 OAM 기능을 도입한 진화된 MPLS개념이다[16].

VSP네트워크의 구성을 통하여 네트워크 자원에 대한 실시간 상태를 기반으로 CAC를 수행하여 QoS를 보장하는 동시에 확장성 문제를 해결하는 scalable IntServ를 가능하게 한다(그림 5). 한편, VC(Virtual Circuit), TL(Tunnel) 및 ATL(Aggregated Tunnel) 등의 VSP 계층(hierarchy)별로 장애감지, 연결성 확인 및 VSP별 성능정보 수집 등을 위한 OAM기능을 도입하여 빠른 보호 절체 및 성능 감시 기능을 확보하게 된다.

OAM-based SMPLS 기술과 Flow-aware 트래픽 제어에 기반한 flow-based TE 기술을 요약하면, 중앙집중형 자원관리를 통하여 edge-to-edge간에 논리적 가상경로망(VSP Network)을 사전에 설정하고 가상경로의 입구에서만 gate control과 implicit admission control을 수행하여 edge-to-edge간의 QoS를 보장하고 가상경로의



(그림 5) VSP 네트워크를 이용한 scalable IntServ의 실현

입구와 출구에서 flow-aware 트래픽 제어를 접목하여 end-to-end QoS를 보장하는 개념이다(그림 6).

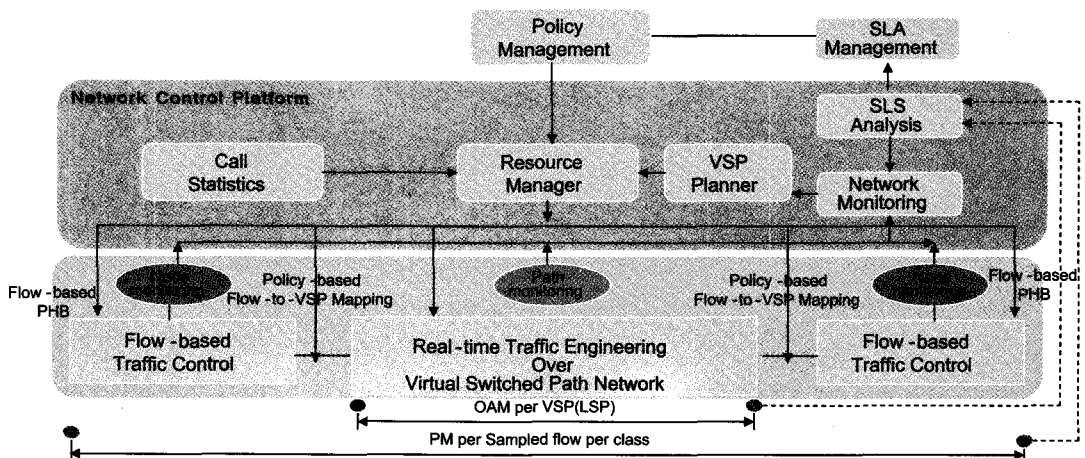
이 방식이 가지는 장점을 정리해 보면 다음과 같다. 첫째, 플로우 단위의 수락제어에 대한 확장성 문제의 해결과 비정상 트래픽과 악의적 이용자 트래픽 유입에 따른 품질저하 문제의 해소, 그리고 네트워크 보안성 문제까지 동시에 해결이 가능한 방식이다. 둘째, 중앙집중형 토폴로지 및 자원관리는 기존의 분산형 제어 방식의 라우팅 프로토콜 기반을 배제하고 네트워크 노드와 노드간의 neighbor discovery를 통한 자동적인 토폴로지 구성 및 자원 발견기법을 채용하고 있어 기존의 인터넷이 가지는 라우팅 프로토콜의 확장성 문제도 해결이 가능하다. 셋째, OAM-based SMPLS기술은 기존 IP기반 MPLS기술이 가지는 신뢰성과 확장성 문제의 해결뿐만 아니라 품질 및 성능 모니터링 기능을 동시에 제공하여 실질적인 플로우 단위의 SLA 서비스 및 과금기능을 지원할 수 있다. 넷째, 플로우 단위의 트래픽 제어를 통하여 stream type 트래픽과 elastic type의 트래픽 등

다양한 트래픽 유형을 혼재시킬 수 있어 자연스러운 통계적 다중화를 통한 네트워크 자원의 경제적 이용을 실현할 수 있다.

한편, 제시된 방법이 중앙집중적인 자원관리 방식에 의존하는 만큼 자원관리의 집중화에 따른 확장성 문제 및 안전성 문제가 해결되어야 하며, 대규모 가상경로망의 최적화에 대한 복잡성 문제를 가지고 있어 이들에 대한 별도의 접근 방식이 요구된다.

VII. 결 론

본 논문에서는 2세대 BcN이 추구해야 할 기본적인 방향성을 ‘이용자들에게 새로운 가치를 제공함으로써 통신사업자와 이용자 간에 새로운 가치사슬을 형성해주는 네트워크 아키텍처의 정립’이라고 설정하였다. 현재와 같이 가입자 회선만을 인식하는 한계를 벗어나 이용자 및 서비스를 인식하게 되면, 이용자는 개성화 욕구를 만족시키는 BcN서비스를 제공할 수 있고, 통신사업자는 고객접점에서의 다양한



(그림 6) 통합 자원관리 체계 기반의 Flow-based TE 개념

수익모델을 창출하는 것이 가능해 질 것이다. 이를 위하여 전달망이 갖추어야 할 기본적인 요구사항으로써, 가입자/이용자 인식 기능, 서비스 구별 기능, 서비스별 QoS보장 기능, 종량과금 기능, SLA감시 기능, 서비스 정책 수행 기능, 트래픽 진입 인증 기능 등 7가지를 도출하고, 이러한 요구사항을 충족시키기 위한 2세대 BcN 전달망의 모습으로 확장성과 제어성을 만족하면서 개별 플로우를 인식 및 처리할 수 있는 'Flow-based TE 기반 Managed IP 전달망'을 제시하였다.

본 논문에서 주목한 부분은 이용자에게 새로운 가치를 부여하는 네트워크이다. 이를 통하여 통신사업자에게 이용자 가치 기반의 풍부한 비즈니스 모델을 제공해줄 수 있는 네트워크이다. 이러한 측면 이외에 차세대 통신서비스가 담당해야 할 이용자의 욕구는 훨씬 다양하다. 이용자는 자신이 원하는 서비스가 유·무선, 통신·방송 어느 영역인지 구분을 하고 싶어하지 않으며 언제 어디서나 어느 단말기를 이용하든 편하고 안전하고 신속하게 서비스를 제공받고 싶어 한다. 네트워크통합, 서비스통합, 신뢰성, 보안성, 이동성 등 BcN 전달망의 요구사항은 훨씬 광범위한 것이다. 본 논문에서 다룬 전달망의 모습은 아키텍처 정립의 가장 기본적인 방향성을 제시한 것으로, 또한 가장 근본적인 접근방법이라 할 수 있다. 컨버전스 시대, 유비쿼터스 시대를 담당하기 위한 인프라 구축 및 지속적인 고도화는 투자의 역할을 담당할 사업자들의 수익기반이 확보되지 않는 한 불가능하기 때문이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 광대역통합망 구축 기본계획, 정보통신부, 2004
- [2] 하상용, "Current Status and Future Plan for BcN Pilot Project," KRNET 2005, 2005
- [3] 이순석 등, "Profitable Network Architecture : 필요성, 정의, 그리고 요구사항," OSIA Standards & Technology Review, 제22권 제1호, 2005
- [4] 이순석 등, "BcN의 핵심 인프라 : Flow기반 QoS 보장 네트워크," Telecommunication Review, Vol.15, 12월 (게재 예정), 2005
- [5] 전경표, "3대 인프라 구축의 의미," 3대 인프라 워크샵, 2005
- [6] 홍길표 등, "통신산업과 인터넷산업의 융합에 대응하는 주요 통신사업자들의 전략적 패턴," Telecommunication Review, Vol.11, 3월, 2001
- [7] Le Faucheur F. et al, "Protocol extensions for support of DS-aware MPLS TE", draft-ietf-tewg-diff-te-proto-05.txt
- [8] Le Faucheur F. et al, "Requirements for Support of Differentiated Services-aware MPLS Traffic Engineering" - RFC 3564, IETF
- [9] Caspian Networks, "Flow-state Routing: Rationale and Benefits", White Paper, Caspian Networks, 2003
- [10] Caspian Networks, "Apeiro QoS Implementation", White Paper, Caspian Networks, 2004
- [11] J. Roberts, "Internet Traffic, QoS, and Pricing", Proceeding of The IEEE, Vol. 92, No. 9, 2004
- [12] S. Oueslati and J. Roberts, "A new direction for quality of service: Flow

aware networking,” NGI 2005, Rome, April, 2005

- [13] K. Lindberger, “Balancing Quality of Service, Pricing and Utilisation in Multiservice Networks with Stream and Elastic Traffic,” ITC 16, Edinburgh, 1999
- [14] BT, “Flow-aware Authorisation and Policy Enforcement Requirements including NGN-compatibility,” ITU-T SG13, delayed contribution 212, Geneva, 29 August ? 9 September, 2005
- [15] BT, “Guaranteed bandwidth delivery and its requirements on a flow-aware sub-network,” ITU-T SG13, delayed contribution 214, Geneva, 29 August ? 9 September, 2005
- [16] S.B. Hong, “QoS based Manageable NGN Architecture”, FGNGN workshop 2005, March, 2005



강국창

1990년 서울대학교 산업공학과 공학사
 1992년 서울대학교 산업공학과 공학석사
 1997년 서울대학교 산업공학과 공학박사
 1997년 ~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 관심분야 : 차세대 네트워크 및 서비스 아키텍처, QoS/SLA 아키텍처, 네트워크 최적설계



이순석

1999년 성균관대학교 산업공학과 공학사
 1990년 성균관대학교 산업공학과 공학석사
 1993년 성균관대학교 산업공학과 공학박사
 1993년 ~ 현재 한국전자통신연구원 Bn설계팀장
 관심분야 : 차세대 네트워크 및 서비스 아키텍처, 네트워크 진화 전략, 네트워크 구조 및 최적설계, 트래픽 엔지니어링, 네트워크 및 통신시스템 성능평가



김영부

1992년 한양대학교 전기공학과 공학사
 1994년 한양대학교 전기공학과 공학석사
 1994년 ~ 현재 한국전자통신연구원 네트워크구조 연구팀장
 관심분야 : Bn, 차세대 네트워크 기반 구조 및 설계



김영선

1980년 고려대학교 전자공학과 공학사
 1982년 고려대학교 전자공학과 공학석사
 1991년 고려대학교 전자공학과 공학박사
 1982년 ~ 현재 광대역융합연구소 네트워크연구 그룹장
 관심분야 : 광인터넷 및 차세대 네트워크, SLA, 차세대라우터, Bn 서비스 등