

Ntopia 사업현황과 발전방향

김 동 권, 민 경 선

KT 통신망연구소

요 약

ADSL을 중심으로 브로드밴드 인터넷 사용이 보편화되면서 이용자의 욕구는 보다 향상된 품질과 고속화된 서비스로 급속히 변화하고 있다. 네트워크 사업자들은 망 고도화와 더불어 망서비스 수준에서 벗어나 다양한 콘텐츠 제공을 통해 새로운 부가서비스를 창출하기 위한 전략 수립에 전력을 기울이고 있다. 이에 따라 Network Utopia 건설을 목표로 2000년 부터 공급하기 시작한 IP/이더넷 기반의 KT 엔토피아 서비스 현황과 활용기술 및 발전방향에 대해 소개한다.

I. 서 론

KT는 ADSL 사업을 위한 성숙된 기술과 폭발적인 수요를 바탕으로 불과 3년여 만에 4백만이 넘는 가입자를 확보하였고, 세계적인 인터넷 강국의 신화를 창조함으로써 국내는 물론 벤더와 더불어 해외 사업까지 진출하는 개가를 올리고 있다. 그러나 동선 위주의 서비스 한계, 경쟁사와 소규모 업체의 저가 공세로 인해 성장세가 둔화되고 있어 이를 대체하기 위한 Post-ADSL 개발이 시급한 상황이다.

통신사업자의 인프라 구축과는 별도로 초고속 인터넷 사업 추진의 중요한 요소중 하나는 정부 정책이다. 1999년 정부에서는 신규아파트, 빌딩에 초고속인터넷 설비와 보안관리를 의무화하는

초고속 정보통신 건물 인증제를 도입하였다. 구내 정보통신 설비에 따라 3개 등급으로 분류되는데, 1등급 인증건물의 경우 구내 간선계는 광케이블, 건물 간선계와 수평간선계는 UTP 케이블 포설을 의무화하는 등 3등급 건물까지 모두 Cat.3 이상의 케이블이 포설된다. 정부발표(2002.4.3 건설교통부 업무보고)에 의하면 아파트 등 새로 건축될 주택이 올해 부터 2012년까지 10년 동안 매년 50만 가구씩 총 500만 가구가 신축될 예정이며, 리모델링이 가능한 아파트는 기존아파트 중 4회선 설치가 의무화 되어 있지 않은 1988년 이전에 건축된 약 130여만 가구가 추정된다. 또한, 470만호로 추정되는 기존 아파트 중 ADSL 경쟁 취약지역까지 신규 고객 영역으로 본다면 인터넷 접속서비스 시장은 매년 백만 가구가 넘을 것으로 예상된다.

시장 규모는 커지고 있으나, 사용자 입장에서 볼 때 기존 인터넷 접속서비스 보다는 경쟁력이 뛰어난 상품을 선택하는 것은 당연하다. 이를 위해 저렴한 가격과 고품질, 광대역서비스를 제공할 수 있는 새로운 Ntopia 네트워크 서비스 상품이 2001년에 정식으로 출시되었다. 이더넷 기반으로 가입자 당 양방향 최대 100Mbps 속도의 대칭서비스를 제공할 수 있어 소비자들로 부터 좋은 반응을 보이고 있다. UTP 케이블이 포설된 아파트는 Ntopia-E(Ethernet), 동선 환경의 아파트에는 Ntopia-S(SDSL)를 공급하였고, 올해부터 Ntopia-A(IP-ADSL)와 Ntopia-V(IP-VDSL)가 추가된 네 가지 방식으로 확대되었다.

FTTC-LAN 구조의 Ntopia 망의 요소기술

은 기존 ATM 기반의 ADSL 기술과 달리 1985년 IEEE802.3(The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)에서 표준화된 CSMA/CD 이더넷 기술이다. 그 후 많은 발전을 거듭한 결과 현재는 동일 가격에서 성능이 두 배가 되는 기간이 10개월로 투자비용 측면에서 타 기술에 비해 매우 유리할 뿐 아니라 전세계적으로 가장 많이 사용되는 안정된 기술이다. 또한, 최근 광 기술과 이더넷기술이 결합된 광 이더넷의 탄생으로 과거에는 불가능했던 장거리 전송이 가능해졌고, IEEE802.17 RPR(Resilient Packet Ring) 기술을 이용한 SDH 전송망 수준의 복구시간(Restoration time: 50ms 이내)과 다양한 속도의 대역폭 조절(Rate Limiting), QoS(Quality of Service) 기능 등도 일부 벤더에서 이미 적용하고 있거나, 적용을 준비중에 있으며, 관련 워킹 그룹에서 표준화가 진행되고 있다. 장비 용량면에서도 10Gbps 이더넷 장비가 이미 출시되어 가입자에게 수 Gbps까지 제공이 가능해졌다. 그러나 아직까지 미해결 과제로 남아 있는 OAM(Operation & Administration Maintenance) 기능은 IEEE802.3ah EFM(Ethernet in the First Mile) SG(Study Group)에서 프리앰블 필드(Preamble Field: 8bytes)를 활용해 해결하기 위한 표준화가 진행되고 있다.

본 고에서는 Ntopia 사업현황과 통신망 구조 및 특성을 살펴보고, III장에서는 VLAN 등 엔도피아 망에서 활용하고 있는 기술과 xDSL 방

식별 상호간 간섭현상 및 개선 방안을 소개한다. IV장에서는 향후 제공될 서비스들을 예측하고 이를 수용하기 위한 신기술과 발전방향을 소개하고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 엔도피아 사업현황

1. 서비스 종류

Ntopia 서비스는 기존 ATM 기반의 동 ADSL과 함께 메가패스 브랜드를 사용하며, 구현 방식에 따라 IP 기반의 xDSL 서비스와 UTP 케이블 기반의 이더넷서비스로 구분된다. IP 기반의 xDSL 서비스는 다시 ADSL, SDSL 및 VDSL 서비스로 세분화되며, 방식별 서비스 비교는 <표 1>과 같다.

2. 방식별 서비스 제공 대상

1) Ethernet

Cat.3 이상의 UTP 케이블이 가정까지 포설된 초고속정보통신 인증 신규아파트와 리모델링 아파트를 대상으로 최대 100Mbps 속도를 제공할 수 있는 서비스로 xDSL 방식과 달리 인터넷 회선과 전화회선(POTS)이 별개로 존재한다. Optical Ethernet(IP over Ethernet over Optical) 기술을 사용하며, 현재 가입자 속도는 10Mbps로 제한하고 있다.

<표 1> Ntopia 방식별 서비스 비교

구 분	서비스명	제공시기	제공속도 (bps)	전송거리 (가입자계)	WAN I/F	변조/코딩방식	
						Baseband	Broadband
Ethernet	Ntopia-E	2000.10	양방향 10/100M	100m	1000 Base-Lx	Manchester	—
IP based xDSL	ADSL	Ntopia-A	상향: 640K 하향: 8M	4Km	〃	—	DMT
	SDSL	Ntopia-S	양방향 2M	2Km	〃	2B1Q	—
	VDSL	Ntopia-V	양방향 13M	1Km	〃	—	n*QAM

〈표 2〉 IP based ADSL과 ATM based ADSL 방식 비교

구 분	망계위	적용기술		망종단	수용포트 /SYS	상향 링크속도	IP 할당방식
		가입자계	전송계				
IP based ADSL	구내망	DMT 변조	Ethernet /Optical	가입자 스위치	24~48	100 Mbps (FE)	DHCP
ATM based ADSL	접속망	DMT 변조	ATM/SDH	KORNET Node	1,300 ~2,200	155 Mbps (SDH)	PPP (NAS)

※ 제공속도 및 제공거리는 양 방식 동일함

2) IP-ADSL

ADSL 집선장치인 DSLAM과 가입자 맥내에 설치하는 외장형 혹은 PC 내장형·모뎀 구간은 기존의 ADSL과 동일한 DMT 변조방식을 활용하지만, WAN 구간은 Ethernet 기술을 적용하는 방식으로 선로거리 4Km 이내의 도시, 농·어촌 지역 등 인구 밀집도가 낮은 일반주택 가입자를 대상으로 제공하며, 기존 ATM 기반 ADSL과의 차이점은 〈표 2〉와 같다.

3) IP-SDSL

Base band 방식으로 2B1Q 코딩방식을 사용하며, 초고속정보통신 인증을 받지 못한 동선기반의 공동주택 등 집단지역에 공급하는 서비스로 선로거리 2Km 이내에서 양방향 2Mbps 속도를 제공하는 방식이다. 그러나 선로 상호간 간섭을 유발하는 주체로 현장에서 타 방식에 영향을 주고 있어 하나의 케이블 바인더 내에서 타 xDSL 방식과 혼합 사용을 피해야 하는 등 간섭현상 차단 기법을 반드시 적용해야 한다. 또한, 국사(Central Office)로 부터 2Km를 초과하면, 거리에 비례해 전송속도가 급격히 감소하는 점을 고려해야 한다.

4) IP-VDSL

현재 변조방식에 대한 표준화가 진행중인 기술로 2002년 엔토피아서비스에 우선 적용하였고, 향후 표준화 동향에 따라 신속적으로 대응해 나갈 계획이다. Ethernet 방식과 함께 KT의 초기 Post-ADSL의 핵심 솔루션으로 자리잡을 가능성이 높으며, 동선 기반의 기존 아파트를 대상으

로 신규 혹은 ADSL 대체서비스로 공급될 전망이다. 대칭, 비대칭서비스 제공이 가능하고, 전송거리는 짧은 반면, 높은 전송효율을 갖는 방식이다.

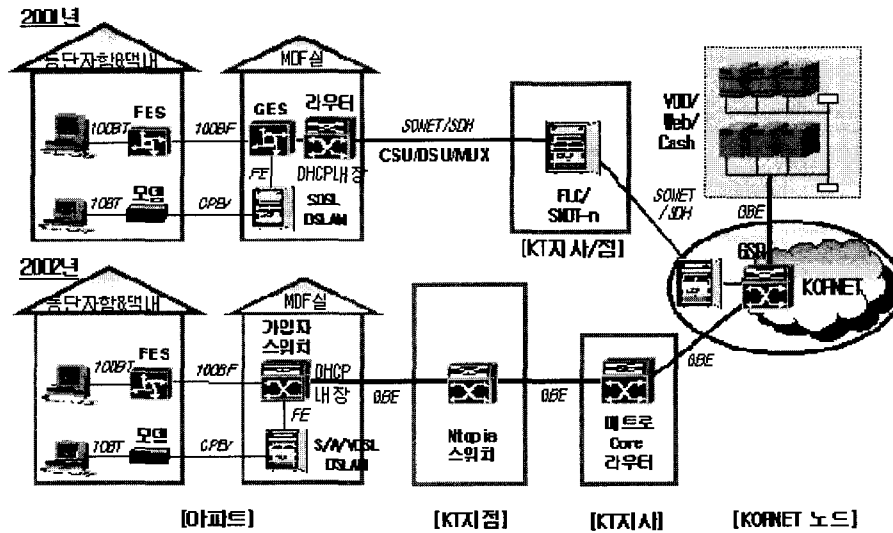
3. 엔토피아 통신망 특성

1) 통신망 구성

엔토피아 통신망은 일반 인터넷 망처럼 가입자망, 접속망 및 기간망으로 구분되는데, 가입자망에서 접속망까지는 독자적인 망을 갖추고 있고, 기간망은 KORNET에 연동 및 통합되는 구조이다. 2001년 가입자망은 FTTC-LAN 구조로 아파트 가입자 전체가 하나의 LAN을 공유하는 방식이었고, 〈그림 1〉과 같이 KORNET POP 구간 접속은 SDH 기반의 전송망을 통해 연동되는 구조였다.

2002년 엔토피아 망은 2001년 말에 메트로이더넷 사업이 시작되면서 코넷노드에 직접 연결되는 접속망 구조에서 메트로이더넷 망에 통합되어 기간망에 연동되는 구조로 진화되었고, 장비기술의 발전에 따라 아파트 구내의 집선용 장비는 Layer 2 스위치와 Layer 3 라우터 기능이 하나로 통합 구현되었다. 즉, 인터넷 POP이 인터넷 노드에서 KT 지점으로 전진 배치되어 액세스 구간의 전송 솔루션이 SDH 전송망에서 광 이더넷 기반의 메트로이더넷 기술로 대체된 점이다.

Ntopia 서비스는 제공속도 및 품질향상, 고장감소 등의 장점으로 인해 지속적으로 확대 보급될 계획이며, 기업 가입자까지 서비스 영역을 확대해 나갈 계획이다. 또한, IPv6 적용과 홈 네트



〈그림 1〉 Ntopia 통신망 구성도(2001/2002년)

워킹 서비스 수용 등 다양한 네트워크 솔루션의 제공이 가능해 통신망 고도화 및 진화에 능동적으로 대처할 수 있다.

없다.

III. IP 네트워킹 요소기술의 적용

1. 간섭특성

KT는 이미 ATM 기반의 ADSL 기술을 적용해 브로드밴드 서비스를 제공하고 있고, 보다 향상된 서비스 품질을 제공하기 위해 Ntopia-E 서비스와 더불어 이더넷 기반의 Ntopia-xDSL 서비스를 제공하고 있다. 그러나 다양한 xDSL 방식 상호 간에는 변조 방식과 선로 특성 등의 영향에 의해 발생하는 간섭의 영향을 무시할 수

1) IP-ADSL과 SDSL 상호간 간섭특성
 ADSL과 SDSL 상호간 간섭특성은 하나의 케이블 바인더 내 동선을 공유하는 경우 DMT 변조방식과 2B1Q 코딩 방식 간에 존재하며, 기존 ADSL과 같이 근단누화(NEXT: Near End Cross Talk)의 영향에 의해 SDSL로 부터 선로거리에 따라 크기는 3Mbps 정도의 감쇠 영향을 받는 것으로 나타났다. 이에 따라 동일 케이블 바인더(보통 25 Pairs 단위) 내에 두 방식의 동시 수용은 반드시 피해야 한다. SDSL 선로거리를 2Km로 고정하고, ADSL 선로거리를 3Km로 연장하면, 동일한 현상에 의해 평균 1Mbps (18%) 감쇠되었으며, ADSL 선로거리를 4Km로 연장하면, 평균 4.4% 감쇠 영향을 받는 것으

〈표 3〉 ADSL, SDSL 각각 2Km 거리에서의 감쇠 특성(동일 바인더)

구 분	ADSL Only			ADSL+SDSL (SDSL Power On)			감쇠량 (하향%)	선번
	하향	상향	NMR (dB)	하향	상향	NMR (dB)		
Port 1	8,128	896	18	5,792	896	13	28.7	1
Port 2	8,128	896	19	4,896	896	12	39.8	3
Port 3	8,128	896	20	5,632	896	14	30.7	5
Port 4	8,128	896	20	5,448	896	13	33.0	7



〈그림 2〉 IP-VDSL 시험망 구성도

〈표 4〉 ADSL과 SDSL 간섭에 의한 VDSL 특성

선로길이	A사	B사	C사	D사
400, 800m	Full rate	Full rate	Full rate	Full rate
1,000m	Full rate	Link fail 5회선	Full rate	Full rate
1,100m	—	—	Full rate	속도저하 2회선

※ 시험 회선수 : 12회선(판매 실적이 있는 국내업체 선별 시험)

로 나타났다. SDSL의 2B1Q 신호는 4단계 고레벨(+2~-2)의 사용에 의해 주 간섭원이 되는 것으로 보이며, 그 정도는 2Km 이내에서 크게 나타났고, 이를 초과하면 그 감쇠 영향이 급격하게 저하됨을 알 수 있었다. 시험결과는 〈표 3〉과 같다.

2) IP-ADSL/VDSL/SDSL 상호간 간섭 특성

하나의 바인더 내에 ADSL/VDSL/SDSL 방식이 혼재하는 경우 DMT/QAM/2B1Q 상호간 간섭 현상도 간섭의 주체는 SDSL 방식이었고, VDSL과 SDSL 상호간 간섭은 비교적 미약했으며, ADSL과 VDSL간 간섭은 무시할 수 있을 정도로 미미했다. 즉, SDSL(2B1Q) 방식의 고레벨로 부터 간섭의 영향을 심각하게 고려해야 할 대상은 256개의 반송파를 사용해 브로드밴드화하는 ADSL(DMT) 방식이었고, VDSL(QAM) 방식에서는 비교적 안정적인 특성을 나타냈다. 시험망도는 〈그림 2〉, 시험결과는 〈표 4〉와 같다.

IP-VDSL은 2002년 상반기 부터 Ntopia-V로 상용서비스 되었다. 그러나 표준화가 진행중인 기술로 현재는 N*QAM(N-ary Quadrature Amplitude Modulation) 변조방식을 사용하고 있어 무선 햄 주파수와 중첩된 주파수 대

가 다음과 같이 존재함에 따라 상호간 간섭 현상의 존재 가능성을 배제할 수 없다.

- VDSL 주파수 대역 : 138 KHz~12 MHz
- 햄 주파수 중첩대역 : 1.8~1.8125($f_0=1.825$ MHz), 3.5~3.55($f_0=3.525$ MHz), 3.79~3.8($f_0=3.795$ MHz), 7.0~7.1($f_0=7.05$ MHz), 10.1~10.15($f_0=10.125$ MHz) 등 5개 대역이다.

이를 줄이려면 DMT(Discrete MultiTone) 변조방식으로 전환해 중첩주파수를 Notch 시키거나 또는 Cat.5 이상의 UTP 케이블을 사용할 수 있다. 그러나 DMT 변조를 적용할 경우 ADSL 방식에서 처럼 SDSL로 인한 간섭을 피할 수 없게 된다.

2. 엔토피아 망과의 연동

IP based xDSL의 집선장치(DSLAM)는 아파트 단지의 MDF실에 설치되는 엔토피아 망의 가입자/xDSL 집선 스위치에 100Base-Tx Fast Ethernet으로 연동되며〈그림 1〉, Bridge 기능과 집선기능을 갖는다. 가입자 맥내는 리모트 장치인 xDSL 모뎀에 의해 단말기와 집선장치간 연동된다. 또한, 가입자 단말은 가입자 스위치에 내장된 DHCP 서버의 IP Pool로 부터 동적으

로 IP를 할당 받아 인터넷 망에 접속한다. 즉, DSLAM의 주요 기능은 여러 가입자를 하나 이상의 100Mbps 이더넷 링크로 집선하는 기능과 동선구간 변조과정에서 삽입된 캐리어 등을 중단해 이더넷 프레임으로 분해·조립하는 기능이다.

3. VLAN(Virtual Local Area Network)과 Multicast

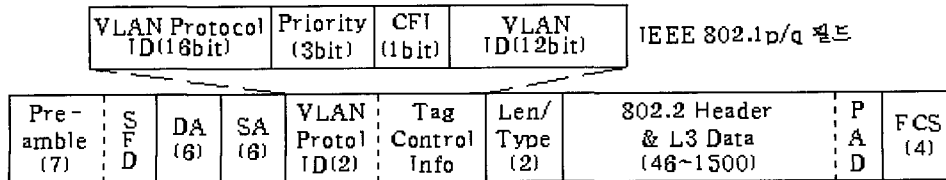
IEEE802.1q에서 표준화된 기술로 이더넷 프레임내에서 12비트를 활용해 4,096개까지 네트워크를 분리할 수 있으나, 밴드에 따라 장치의 리소스를 절약하기 위해 신축적으로 구현하고 있다. Ntopia 구내망 구조가 하나의 LAN을 다수의 이용자가 공유하는 방식임에 따라 일정 단위별로 네트워크를 분리할 필요가 있는데, 실제 Ntopia 구내망에서는 아파트 통로별로 하나의 VLAN을 할당하도록 권장하고 있다. VLAN은 MAC 주소, IP 주소 및 Port based VLAN으로 구분되는데, Ntopia 망에서는 Port based VLAN을 적용하고 있으며, 프레임 구성은 <그림 3>과 같다.

현재의 Ntopia 서비스는 인터넷 접속 위주의 Best effort 서비스임에 따라 QoS(Quality of Service) 기능을 활용해 당장 품질을 차등화해야 할 필요는 없다. 그러나 SLA(Service Level Agreements) 도입 등 향후 서비스 차별화에 대비해 Layer 2의 IEEE802.1p와 Layer 3의 flow based QoS 등 다양한 방식의 적용을 추진하고 있다. 즉, VLAN 필드의 IEEE802.1p Priority Control bit를 활용해 8단계의 QoS 등급을 구현할 수 있고, 특정 IP에 대해 QoS를 보장하는 Flow Control 기법 등 다양한 방식으로 구현이 가능하다. 현재 Ntopia 시험망에는

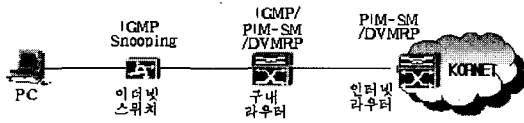
VoD 서비스를 수용하기 위한 flow based QoS 를 시험 적용하고 있다.

Multicast(IETF RFC 2236/IGMP, RFC 2362/PIM-SM 등) 기술의 활용은 방송과 통신의 융합을 위한 전제 조건일 수 있을 만큼 매우 민감한 사안이다. 네트워크 전체가 동시에 구현되어야 하고, 장비 제조업체간 연동이 전제되어야 적용이 가능한 기술이다. 기술적으로 해결이 된다 해도 고화질 VoD 서비스의 예에서 보듯이 방송서비스 영역을 포함하고 있는 경우 제도적으로 풀어야 할 과제가 남아 있는 Hot issue이다. 통신망 사업자 관점에서 보면, 멀티캐스트 기술을 활용해 하나의 IP flow로 고급의 광대역 정보를 원하는 다수 사용자에게 제공함으로써 서비스의 부가 가치를 높이고, 투자비용을 최소화할 수 있어야 한다. 멀티캐스트는 브로드캐스트의 단점을 보완하기 위해 개발되어 표준화된 기술로 Mbone(Multicast Backbone) 등을 통해 활발한 시험을 거쳐 현재의 상용화 기술로 정착되었다.

멀티캐스트 기능을 연동하려면 <그림 4>와 같이 세 가지 조건을 모두 만족해야 한다. 첫째, 가입자계의 이더넷스위치가 IGMP(Internet Group Management Protocol) Snooping 기능을 지원해 구내 라우터와 연동되어야 하고, 둘째, 구내 라우터(MDF실)는 IGMP 및 PIM-SM(Protocol Independent Multicast-Sparse Mode) 또는 DVMRP(Distance Vector Multicast Routing Protocol) 기능을 지원해 구내 라우터의 멀티캐스트 정보가 인터넷망에 연동되도록 릴레이 기능을 가져야 한다. 셋째, 인터넷 망의 라우터 간에는 PIM-SM 또는 DVMRP 기능을 지원해 엔드 투 엔드 사용자간 멀티캐스트 정보



<그림 3> IEEE802.1p Ethernet 프레임 구성



〈그림 4〉 망 요소별 멀티캐스트 기능 요소

를 전송할 수 있어야 한다.

4 가입자 IP 할당 기술

어느 국가이든 IPv4 체계에서 직면하고 있는 문제가 바로 주소 부족이다. 이를 해결하기 위해 주로 동적 할당방식을 적용하고 있고, 향후 IPv6 체계를 도입해 고정할당 방식으로 전환을 고려하고 있다. 동적 주소 할당 방식에는 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), NAT(Network Address Translation) 및 NAPT(Network Address Port Translation) 방식이 있으며, Ntopia 망에서는 DHCP 방식을 적용하는데, 별도의 서버 구축없이 가입자계의 MDF실에 설치되는 가입자 스위치에 DHCP 서버 기능을 구현해 활용하고 있다.

1) NAT 방식

NAT란 사설망과 공중망을 연동해 사용하는 경우 일반적으로 사설망 내부에서는 사설 IP를 이용하지만, 외부 공중망과 통신 할 경우는 사설 IP를 공인 IP로 변환 또는 역 변환해 사용한다. NAT 기능은 Packet by Packet Processing에 의해 사용자의 모든 정보 패킷을 확인함에 따라 NAT를 수행하는 장치(NAS: Network Access Server, 라우터 등)가 본연의 기능 이외에 부가 기능이 추가되어 CPU(Central Processing Unit) 등 장치의 리소스 사용이 증가하게 되므로 소형 라우터의 경우 약 30% 정도의 기능 저하를 초래했다. 그러나 최근에는 장비 성능의 향상으로 기능저하 현상이 현저히 줄어 홈네트워킹 분야에서 사용이 증가할 것으로 보이나, Layer 4까지 처리해야 하는 복잡성과 일부 응용서비스 이용이 제한되는 문제가 상존하고 있다.

2) DHCP 방식

DHCP 방식은 CATV, ADSL B&A 처럼 사용자가 PC 부팅시 DHCP 서버로부터 IP 주소를 할당받는 방식으로 NAT 방식과 달리 IP가 할당되고 나면, 패킷의 확인이 생략되므로 장치의 리소스 사용이 적다. 또한, 마이크로소프트의 Windows'95 이후 버전에서는 DHCP Client Program을 기본적으로 지원해 ADSL 방식과 같은 별도의 Client 프로그램(Winpoint 등)이 필요하지 않아 고장요인이 상당부분 개선된다. 그러나 가입자 규모가 커지면서 관리해야 할 IP 수가 증가하는 경우 추가 검증이 필요하고, 가입자 인증과정이 생략되면서 보안상 취약점을 가지고 있다. 현재 Ntopia망의 DHCP 서버 IP Pool에서 관리하는 IP 수는 전체 가입자수의 70~80% 범위 내에서 500~1,000개까지이며, Lease time은 1분에서 60분까지 1분 단위로 조정할 수 있고, 보통 Default 20분으로 운용한다. (벤더에 따라 다소 차이가 있음)

3) DHCP 관련 고려사항

DHCP 측면에서 고려해야 할 사항은 크게 두 가지이다. 하나는 IP Pool 문제로 동시 접속 수가 1000 가입자를 초과하는 경우 라우터의 DHCP 서버 안정성이 저하되는 현상이며, 또 다른 문제는 임의의 가입자가 개인적으로 DHCP 서버를 올려 Home Network을 구축하는 경우 하나의 LAN을 공유하는 Ntopia 구내망의 속성상 동일 LAN 내에 다수의 사설 DHCP 서버와 KT가 구축한 공인 DHCP 서버가 공존함에 따라 일반 이용자가 망 측으로 IP를 요구하면, 사설측 DHCP 서버에서 사설 IP를 할당해 줄 수 있다. 이때 사설 IP를 할당 받은 사용자는 인터넷망 접속이 불가능해지는 일명 Cygate 문제이다.

IP Pool 용량 초과 문제는 별도의 DHCP 서버를 사용해 해결할 수 있고, DHCP 서버 용량을 확장할 수 있다. 또한, Cygate 문제는 사설 DHCP 차단 소프트웨어를 사용하거나, 혹은 가입자측 인터넷스위치(FES) 및 DSLAM에 사

설 DHCP 정보의 접근을 차단하는 DHCP Filtering 기능을 적용할 수 있다.

5. 네트워크 보안 및 기타 기능

1) 보안기능

일반적으로 인터넷 보안은 네트워크 보안과 서비스 보안으로 구분되며, 보통 서비스 보안은 네트워크 중앙에 별도의 장치를 두어 구현하고, Ntopia 네트워크 보안은 엔드장치(FES, DSLAM)에서 구현하고 있다. Ntopia 망에서는 네트워크 공유에 의해 가입자 상호간 보안에 상당한 취약점을 갖는다. 네트워크 공유 정보는 DHCP 정보와 같이 망에 브로드캐스트로 요구하게 되는데, 가입자를 수용하는 FES 혹은 DSLAM의 입력단에서 브로드캐스트 패킷만 추출해 분석하고, 가입자의 공유를 요구하는 정보인 경우 이를 차단하는 NetBIOS Filtering 기능에 의해 해결될 수 있다. 보통 Ntopia 망에서 발생하는 브로드캐스트 트래픽이 10% 미만인 점을 고려하면 엔드 장치가 처리해야 할 부하 부담은 크게 증가하지 않게 된다. 이와 같은 방법 이외에 Ntopia 망에서는 개인용 방화벽을 설치해 사용하도록 지역서버에 관련 프로그램을 준비해 놓고 있어 이중으로 보안기능을 구현하고 있다. 그러나 개인 방화벽을 사용하는 경우 일부 네트워크 게임의 사용에 번거로움을 느낄 수 있다. 스타크래프트 게임의 경우 상대방의 위치정보를 알기 위해 대부분 Map hack이란 해킹 프로그램을 사용하는데, 개인 보안용 소프트웨어에 의해 차단될 수 있기 때문이다. 이와 유사한 네트워크 게임이 지속적으로 출현될 수 있으므로 보다 포괄적인 대안 제시가 필요하다.

2) 기타 기능

라우터의 Load sharing 기능은 라우팅 프로토콜 및 링크 애그리게이션 기능에서 Packet by Packet 프로세싱에 의해 구현하고 있는 로드 배런싱과는 다른 개념으로 사용자 규모가 600에서 900 가입자인 경우 WAN 구간에 2개의 DS-

3 전용선 링크를 사용하게 되는데, 대역폭을 90 Mbps까지 Static하게 모두 사용할 수 있는 기능을 말하며, 2001년 망에 적용하였고, 2002년에는 광 이더넷 기술과 Rate Limiting 기술을 적용함에 따라 현재는 필요 없게된 기술이다.

Stacking 기능은 한 아파트 통로의 이용자가 24세대 이상인 경우 하나의 Up-link(가입자 스위치)에 다수의 FES를 연결해 사용하는 기능으로 최대 8대까지 연결이 가능하고, 시스템 관리 측면에서도 하나의 시스템 IP를 할당해 다수의 FES를 제어·관리할 수 있는 기능이며, Star 방식과 Bus 방식이 있다.

MAC(Medium Access Control) 주소제한 기능은 가입자가 승인없이 다수의 단말을 접속해 사용할 수 없도록 차단하는 기능으로서 가입자측 이더넷스위치(FES)에 적용한다. MAC 주소 자체를 제한하는 방식과 단말기 수를 제한하는 방식이 있으며, Ntopia 망에서는 단말기 수에 따라 기본 1대로 제한하고 있고, 최대 4대까지 제공할 수 있다.

대역폭 할당기능은 가입자 구간과 네트워크 구간의 구현 기법이 각기 다르다. 가입자 구간은 FES의 10/100 Mbps Auto-sensing 기능을 활용해 단말기에서 망측으로 대역폭 협상을 요구할 때 가입자와 망간을 연동하는 FES에서 본 기능을 off하므로써 10Mbps로 제한하고 있고, 네트워크 구간은 KT 지점에 설치되는 Ntopia 스위치에서 Rate Limiting 기능을 활용해 가입자 규모에 따라 Inbound & Outbound에 대해 50 Mbps 대역폭 단위로 가변 할당하고 있다.

그 이외에 Link Aggregation(IEEE802.3ad) 기능의 활용도 검토하였으나, 가입자측 이더넷 스위치가 하나의 단일 up-link 이고, 구내망에서 POP(Point Of Presence)까지 IP로 처리됨에 따라 필요가 없게 되었다. 그러나 메트로 이더넷 기반의 MAN(Metropolitan Area Network) 등 다수의 가입자 링크로 부터 Aggregation 된 Layer 2 트래픽이 두개 이상의 up-link를 통해 연결되는 경우 로드 배런싱 측면에서 매우 필요한 기능이다.

IV. 엔토피아 발전방향

1. 향후 서비스 예측

엔토피아 망을 중심으로 가입자에게 최대 100 Mbps의 광대역서비스 제공이 가능해지고, 다양한 서비스를 제공하는 서버들도 지역으로 분산 설치되고 있어 패킷 중계경로 수를 나타내는 홉(hop)수도 줄어드는 추세이다. 이같이 급속히 진화되는 망 환경에서는 고급 콘텐츠의 실시간 전달이 가능해져 MPEG-II급 VOD, EOD(Education On Demand) 및 영상전화 등 광대역서비스 이용이 가능해진다. 또한, KT 지사(점)에 서버팜을 구축해 개인용 정보저장 공간의 할당과 각종 응용 프로그램의 지원을 통해 개인용 컴퓨터를 인터넷 망 내로 흡수함으로써 저가의 저미형 단말 혹은 개인용 휴대단말기(PDA)로 서비스 이용이 가능한 일명 네트워크 컴퓨팅서비스의 제공도 가능해질 것이며, 그 외에 동영상에 의한 가입자 대내 감시, 사이버 반상회 등 영상 위주의 홈 네트워크 서비스 수요가 발생 할 것으로 보인다. 이와 같은 다양한 형태의 멀티미디어 서비스는 공중망의 지속적인 진화와 더불어 홈 게이트웨이를 통해 하나로 통합 수용되는 구조로 진화될 것으로 보인다.

2. 광대역서비스 수용방안

광대역서비스를 수용하기 위해서는 서비스 수요예측과 이에 따른 모델링이 선결되어야 하고, 가입자당 양방향 10Mbps 이상의 대역폭을 제공할 수 있어야 하며, 기술적으로는 집단 가입자 구내에서 POP 구간에 기가비트 광 이더넷 솔루션을 적용하고, 소요 대역폭의 할당과 고품질을 요구하는 서비스에 대해 엔드 투 엔드간 QoS 보장이 필수적이다. 또한, VoD 서버의 경우 히트 레이트가 높은 영화 등은 KT 지점 혹은 가입자 구내에 서버를 두어 흡수를 최소화하고, 히트 레이트가 낮은 영상물은 지역 IDC(Internet Data Center)에 수용하는 방안을 고려해야 하며, 멀티캐스트 기능의 적용을 통해 망 자원을 효율적으

로 이용할 수 있어야 한다.

캐시 서버의 지역분산 구축 등 일련의 조치에도 불구하고 지역에서 제공 불가능한 원격지 서비스의 이용을 개선하고, LAN간 고품질 링크 서비스를 제공하기 위해서는 코어 구간에 MPLS(Multi Protocol Label Switching) 기능의 활용을 검토해야 한다. 또한, RTSP(Real Time Streaming Protocol)를 사용하는 실시간 서비스는 망의 안정성이 무엇보다 중요한 요소이므로 네트워크 장비는 물론 단말장비 등 서비스 이용에 필요한 모든 시스템의 안정성이 필수적이다. 최근 셋톱박스 등 소형 시스템들도 컴퓨팅 알고리즘을 사용하므로 버그 발생이 서비스 이용의 중요한 장애가 될 수 있음에 따라 충분한 시범서비스 과정을 거쳐 문제점을 보완한 후 상용서비스로 발전시켜야 할 것이다.

3. 통신망 구조개선과 신기술 적용방안

1) 통신망구조 개선

현재의 엔토피아 통신망은 주로 스타구조를 적용하고 있다. 이런 망 토폴로지에서는 기본적으로 많은 광 케이블이 소요되어 고 비용을 초래할 수 밖에 없는 구조이다. 이의 개선을 목표로 현재 표준화가 진행중인 IEEE802.17 RPR 기술에서는 링 구조를 제안하고 있는데, 주로 케이블 인프라가 없는 신생 사업자들이 적은 투자비 이점 때문에 링 토폴로지를 적용하고 있다. 물론 대형 네트워크 사업자는 풍부한 네트워크 인프라를 보유하고 있어 망 구조에 대해 심각하게 고민하지 않고 있으나, 케이블 수명이 무한한 것이 아닌 만큼 지역적으로 링 토폴로지의 적용 방안을 마련하고, 그에 필요한 적합성 검증을 서둘러야 할 때이다.

MPEG-II VoD 서비스를 고려 한다면, 가입자 집단지역에서 POP 간 링크 대역폭을 가산해 주어야 한다. 텔코의 공중망에서 VoD 서비스를 가입할 확률은 일반적으로 15%에서 30%이고, 이중 동시에 서비스를 이용할 확률 30%를 감안한 네트워크 설계가 반영되어야 한다. [Video

Dialtone VDT2000 ; vol. 2, 2000]. 즉, 총 엔토피아 가입자 중 VoD 서비스의 동시 이용 확률인 최소 4.5%에서 최고 9%까지 대역폭의 추가 할당이 필요하며, 아울러 동 구간의 VoD 트래픽에 대해 QoS를 보장해야 한다. 또한, 네트워크 상에서 VoD 서버의 구축 위치가 매우 중요하다. 홉 수를 줄여 서비스 품질을 극대화 하려면 호텔 등 숙박업소 처럼 가입자에게 설치해야 하고, 통신망 구축 및 운용비용을 줄이기 위해서는 중앙에 두어야 하는 상호 트레이드 오프 관계가 있다.

2) 신기술 적용방안

이더넷기술에서 가장 취약 했던 장거리 전송, 전송망 수준의 Restoration time, QoS 지원, TDM 기능 및 대역폭 제한 기능 등의 문제는 해결 되었거나 혹은 일부 벤더들에 의해 구현되어 필드에 적용하고 있으나, OAM(Operation & Administration Maintenance) 기능은 아직 미 해결 상태이므로 운용관리에 취약할 수 밖에 없다. 이를 해결하기 위해 진행중인 OAM 표준화 동향과 링 구조의 RPR 표준화 동향을 간략하게 살펴보고, 엔토피아 망과의 연관성을 살펴본다.

(1) 이더넷 OAM 기술

현재 이더넷 망에서 가장 취약한 기능이 운용관리로서 Fault Message 관리와 고장시 절체 기능, 루프백 기능 등이 있다. IEEE802.1d STP (Spanning Tree Protocol) 기능을 이용한 절체방법은 수십초가 소요되는 현실적인 문제로 인해 퀄리티 베이스의 고품질 서비스에 적용하기는 힘들다. 또한, SNMP(Simple Network Management Protocol) 혹은 RMON(Remote MONitoring) 기능을 활용해 고장관리를 수행하고 있지만 아직 전송망 수준의 관리는 어려운 실정이다.

따라서 Link Monitoring, Remote Failure Indication 및 Remote Loop Back 등 전송망

SOP (1B)	OAM (1B)	MSG (1B)	Reserved (2B)	Logical PHY ID (2B)	FCS (1B)	Preamble 필드

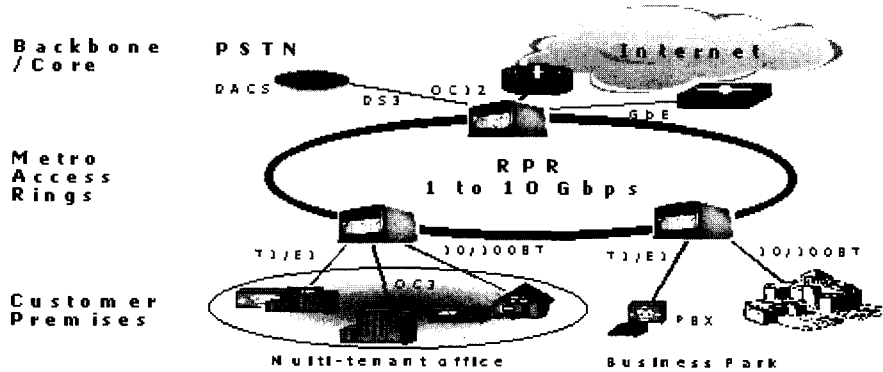
〈그림 5〉 IEEE802.3ah EFM 이더넷 OAM 프레임 구성

수준의 이더넷망 운용관리를 위해 〈그림 5〉와 같이 IEEE802.3ah EFM Task Force에서 프리앰블 필드(Preamble Field)를 이더넷의 OAM 핸들러로 사용해 전송망 수준에 가까운 OAM 기능의 구현을 추진중에 있다. OAM 이외에 Logical PHY ID까지 수용해 프레임 구조의 변화를 가져 왔으며, ATM과 같이 헤더에 CRC 비트를 두어 유료 부하와 분리해 헤더 에러를 검출한다.

(2) RPR(Resilient Packet Ring)

2000년 IEEE802.17 워킹그룹이 결성되어 2003년 표준화 완성을 목표로 진행중인 기술로 50ms 이내의 Restoration Time, TDM 및 가변 대역폭 지원, 장거리 전송 등을 지원한다. 〈그림 6〉과 같이 링 토폴로지를 적용하였고, 메트로 이더넷망에서 전용선서비스 제공에 적합한 기술이며, T1/E1, DS -3, STM-n CES(Circuit Emulation Service)와 POS, MPEG-II VoD, TLS(Transparent LAN Service), VPRN (Virtual Private Routed Network) 솔루션 제공도 가능한 신기술이다.

RPR 기술의 도입은 망 토폴로지를 바꿔야 하는 큰 작업인 만큼 심도 있는 검증을 통해 결정되어야 할 사안이다. 링 구조가 안정성을 갖고 있다고는 하나 현실적으로 대형 공중망이 아닌 사설망 수준에서 적용중인 기술임에 따라 표준화 추세에 맞춰 테스트베드를 구축해 검증하고, 그 결과를 토대로 규모가 작은 Ntopia 가입자망 부터 적용한 후 엑세스망 으로 확대해 나가는 것이 바람직할 것이다. 운용관리 기술은 이더넷 OAM 에서도 적용이 가능할 것으로 보여 사업자의 망 운용관리 정책과도 연계되어야 한다.



<그림 6> RPR 기반의 메트로이더넷 망 구성도

V. 맺는 말

음성 위주의 회선교환망에서 음성 트래픽을 능가하는 데이터 트래픽 중심의 IP 망으로 진화하고 있는 가운데 인터넷 접속망은 Post-ADSL을 지향하는 광대역의 초고속 인터넷 접속서비스를 필요로 하게 되었다. 최근 Ntopia 접속망이 구축되면서 가입자에게 최대 100 Mbps의 광대역 서비스 제공이 가능해졌고, 높은 수준의 서비스 품질이 확보됨에 따라 KT Post-ADSL의 큰 축으로 급 부상하고 있다. 이를 통해 부가가치가 높은 다양한 응용서비스 제공이 가능한 네트워크 인프라가 형성된 만큼, 새로운 비즈니스 모델과 지속적인 신기술의 개발 및 적용, 네트워크 구조 개선 등을 통해 질적인 서비스 품질의 향상을 도모하고, 아울러 구축 및 운용비용 절감을 위한 네트워크 최적화를 추구해야 한다.

현재 인터넷 망은 품질 보장이 어려운 Best effort 서비스 위주로 정액 요금제를 채택하고 있다. 그러나 SLA 제도의 조기 도입이 예정됨에 따라 향후 서비스별 QoS/CoS 기술의 적용을 통해 서비스 품질을 차별화하고, 서비스 등급별 종량제로의 전환을 고려해야 한다. 또한, VoD, EoD, X-Box 등 홈네트워킹 사업과 연계된 부가서비스 제공을 통한 새로운 수익원의 창출이 필요하다.

이더넷 기술의 빠른 발전에 힘입어 고 품질의 부가서비스를 제공하기 위한 다양한 기술적 요구들이 구현되었고, 이를 적용한 사례가 Ntopia 사업이라 할 수 있다. 향후 홈 네트워킹 기술과 B-PON(Broadband Passive Optical Network) 등 광대역 액세스망 기술과 RPR 기술 등의 활용을 통한 네트워크의 통합과 토털 솔루션의 제공이 가시화 될 것으로 기대된다.

저자 소개



金 東 權
 1994년 2월 : 대전 한밭대 전자공학과 졸업, 1995년 10월~1999년 6월 : KT 충남본부, 1999년 7월~현재 : 통신망연구소, <주관심 분야 : 초고속통신망>



閔慶善
 1991년 8월 : 한양대 대학원 졸업(석사), 1998년 7월 : 이주대 대학원 졸업(박사), 1980년 8월~1984년 12월 : ETRI, 1984년 12월~현재 : 통신망연구소