

工學碩士 學位論文

연구망의 효율적 운용을 위한
부산지역망센터 구축 방안 연구

指導教授 鄭 信 一



2002年 2月

釜慶大學校 産業大學院

情報通信工學科

金 正 建

이 論文을 金正建의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2001年 12月 15日

主 審 工學博士 尹 鐘 樂



委 員 工學博士 金 成 箕



委 員 工學博士 鄭 信 一



목 차

Abstract

제 1 장 서 론	1
제 2 장 연구망(KREONet)	4
2.1 연구망 부산지역망센터의 구성	6
2.2 연구망 부산지역망센터 시스템 및 회선 보유 현황	7
2.3 IP 라우팅	9
2.4 연구망 부산지역망센터 트래픽 분석	12
2.5 사용 유형 분석	17
2.6 인터넷 교환노드 구성	22
2.7 연구망 부산지역망센터 구성의 문제점	25
제 3 장 연구망 부산지역망 개선 방안	28
3.1 현재의 망 운영 개선점	28
3.2 제안 네트워크 구성	30
3.3 제안 시스템 분석	33
제 4 장 결 론	37
참고문헌	39
감사의 글	

**A Study on Construction of a Busan Network Center for
Effective Operation of the Research Network**

JUNG-GUN KIM

**Department of Telematics Engineering
Graduate School of Industry
Pukyong National University**

Abstract

In this thesis, the establishing methods of Busan Network Systems were proposed in order to smooth the service of the backbone network in Busan area.

To serve a good communication speed and a steady circuit through the research network systems in Busan area,

problematic points were shown up by comparing and analyzing the traffic and these problematic points have been solved as follows ; First, this thesis expressed the increase of the communication speed of existing backbone network and the steadiness and efficiency of cutting down the expenses and the effectiveness of management in the economical aspects.

It was searched that how the existing research network systems in Busan area were and how the problematic points were presented. On chapter 2, the traffic of research network center in Busan area was checked and analyzed, and on chapter 3, it was shown as the most suitable method to establish the Busan Network Center by comparing and analyzing the traffic in question.

제 1 장 서 론

1980년대 이후 개인용 컴퓨터의 보급 확대와 대중화로 인하여 컴퓨터 사용자가 폭발적으로 증가하였고, 이러한 급속한 사용자의 증가는 컴퓨팅 환경에 많은 변화를 주었다. 데이터 처리 기술면에서는 텍스트 및 단순 그래픽 자료에서 인터넷폰, VOIP(Voice Over IP), 주문형 비디오(VOD), 화상회의시스템 등의 실시간 동영상을 지원하는 디지털미디어로 변모하고 있다[1].

사용자의 환경도 개인용 컴퓨터의 보편화를 비롯하여, 노트북, PDA, PCS, 그리고 IMT-2000 상용화 시스템 개발이 완료되어 있는 등, 다양하게 변화하고 있다.

정보처리 기술과 더불어 정보 유통의 기술도 급격한 발전을 이루어 왔는데, 전 세계의 네트워크를 하나의 표준으로 묶는 인터넷의 등장으로 정보화 기술은 더욱 급격한 발전을 하게되었다.

국내에서도 상업적인 목적의 인터넷 서비스 제공자(ISP, Internet Service Provider)가 속속 등장하였고 교육과 연구 등의 과학기술 정보의 유통 활성화, 대용량 멀티미디어 정보 공동활용 및 상호 교류 수단을 제공하는 과학기술혁신 인프라를 구축을 위한 공공망도 생겨났다.

이와 같이 인터넷의 급속한 보급으로 첨단 과학기술 분야의 시공간을 초월한 원격 공동연구와 정보의 상호 공유가 가능해져서 연구개발이 활성화하고 연구 저변을 확대하는데도 일조를 하고 있다[2].

가입자망에 있어서도 초기 전화회선을 이용한 저속의 모뎀(MODEM)에서 시작하여 ISDN을 거쳐 현재는 초고속통신망을 이용한 ADSL에 이르기까지 멀티미디어 통신이 발전하였다.

그러나, 초기의 TEXT 또는 단순 HTML 위주였던 통신 유형이 인터넷 방송 활성화, 오디오, 비디오 콘텐츠의 유통의 일반화, 그리고 초고속 인터넷의 보급확대 등으로 인하여 그에 따른 충분한 대역폭 확보 또는 QoS의 보장에 한계가 발생하고 있다.

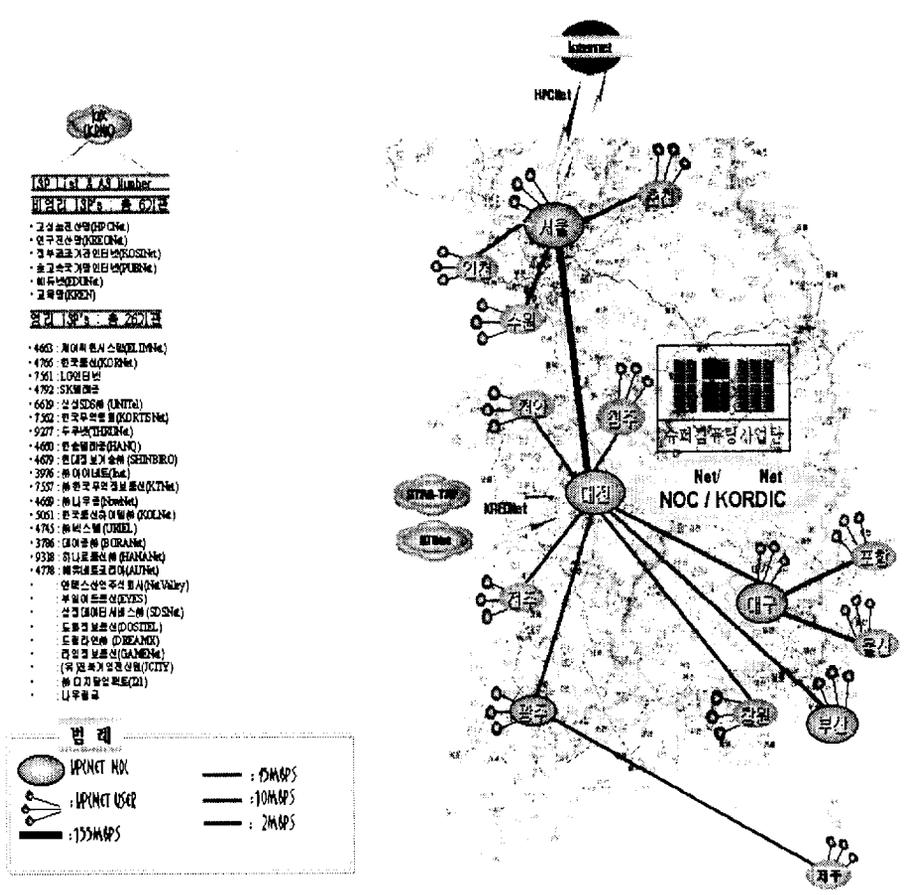
인터넷 서비스 제공자가 보다 안정적으로 인터넷 서비스를 제공하기 위한 방안으로는 통신 회선의 대역폭을 늘리는 방법과 회선을 효율적으로 사용하는 방법의 두 가지 기본적인 방법이 있다. 통신 회선의 효율적인 사용을 위해서는 라우팅 프로토콜 기능 향상, 효율적인 네트워크 트래픽 처리, QoS(Quality of Service)지원, 네트워크 불안정성의 극복, 등 여러 가지 과제가 있고 통신량을 줄이는 방안으로서 압축, 데이터 캐싱 등의 방법이 계속 연구되고 있고, 실제 사용도 되고 있다[3].

본 논문에서는 연구전산망 부산지역센터의 시스템 구성 환경과 통신 유형을 분석하여 통신 회선을 효율적으로 재구성하여 연구전산망 부산지역 사용자들이 멀티미디어 콘텐츠의 원활한 사용을 위

한 방안을 제시하고자 한다. 제2장에서는 연구전산망과 부산지역센터 현황과 구성에 대하여 살펴보고, 제3장에서는 연구망의 효율적인 네트워크 구성 방안에 대하여, 그리고 제4장에서 결론을 맺는다.

제 2 장 연구망(KREONet)

연구망(KREONet)은 1988년 국가 5대 기간망(행정전산망, 금융전산망, 교육.연구망, 국방전산망, 공안전산망) 구축사업의 일환으로 시작되었으며, 국내 연구개발 정보를 필요로 하는 수요자에게 효과적으로 연구개발 정보를 제공하고자 하는 목적으로 추진되었다. 인터넷의 보급이 활발하지 않던 80년대 후반 당시, 연구망의 구축은 가입기관인 연구소를 중심으로 인터넷의 보급과 확산에 기여했으며, 국가적 차원에서 연구개발 정보의 공유를 통한 활용과 가공을 가능하도록 하였다. 현재는 KREONet2, HPCNET 등과 공동망을 구성하고 있으며 대외적으로는 STAR-TAP(Science Technology and Research Transit Access Point), APII(Asia Pacific Information Infrastructure)등과 연동하여 국내 차세대 인터넷(NGI, Next Generation Internet)을 대표하는 망으로 자리를 굳건히 다지고 있다[4]. 현재 연구망은 부산, 대구, 인천 등 15개 지역에 16개 네트워크 센터를 운영하고 250여 개의 국내 첨단과학기술 및 정보통신 선도 기관을 대상으로 서비스를 제공하고 있다. 그림 1은 연구망의 지역센터와 타 망과의 연동에 대한 구성도 이다



ISP List (KAS Number)
비영리 ISP's (공공기관)

- 고성호전산망(KPCNet)
- 연구전산망(KRCNet)
- 경북과학기술원망(KPOSTNet)
- 울공과대학교망(KPURNet)
- 한국망(KKNet)
- 고려망(KORNet)

영리 ISP's (총 26개)

- 4603 : 케이씨넷(CSNet)
- 4706 : 한국통신(KCNet)
- 7361 : LIG인텔
- 4792 : SK네트웍스
- 6639 : 삼성SDS망 (UNITA)
- 7302 : 한국우정통신망(KOKNet)
- 9227 : 두루넷(DURNet)
- 4600 : 한손텔레콤(HANNet)
- 4609 : 현대정보기술(HEINERNet)
- 3976 : 하이아넷(HANet)
- 7357 : 한국우정정보통신(KCTNet)
- 4608 : 하나우공(OneNet)
- 5001 : 한국통신유도망(KODNet)
- 4745 : 한국스텔(KORNet)
- 3706 : 코리아넷(KORNet)
- 9338 : 하나로통신망(HANNet)
- 4778 : 한국네트웍스(KANet)
- 연락스망인주식회사(NM Valley)
- 우정우공(POST)
- 삼진인터넷서비스(3DSNet)
- 도원정보통신(DOSTNet)
- 도원정보통신(DOANet)
- 연경정보통신(GANet)
- 유니온정보통신(CITY)
- 한국지정통신(21)
- 이우넷

범례

	ISPNET HQ	—	5Mbps
	ISPNET USER	—	10Mbps
	155Mbps	—	2Mbps

그림 1. 연구망 구성도

2.1 연구망 부산지역망센터의 구성

연구망의 부산지역망센터의 구성은 그림 2와 같이 부산지역 대학교, 연구소, 공공기관, 지역산업체를 포함하여 21개 기관이 가입되어 있다. 대전의 연구망 본부와는 T3(45Mbps) 전용회선으로 연결되어 있으며, TCP-IP 프로토콜을 근간으로 하여 원격지에 있는 기관들을 연동하고 고성능 컴퓨터를 통한 컴퓨팅 파워 서비스 및 고속의 인터넷 서비스를 제공하기 위한 관련 통신장비들을 관리 운영 중이다.

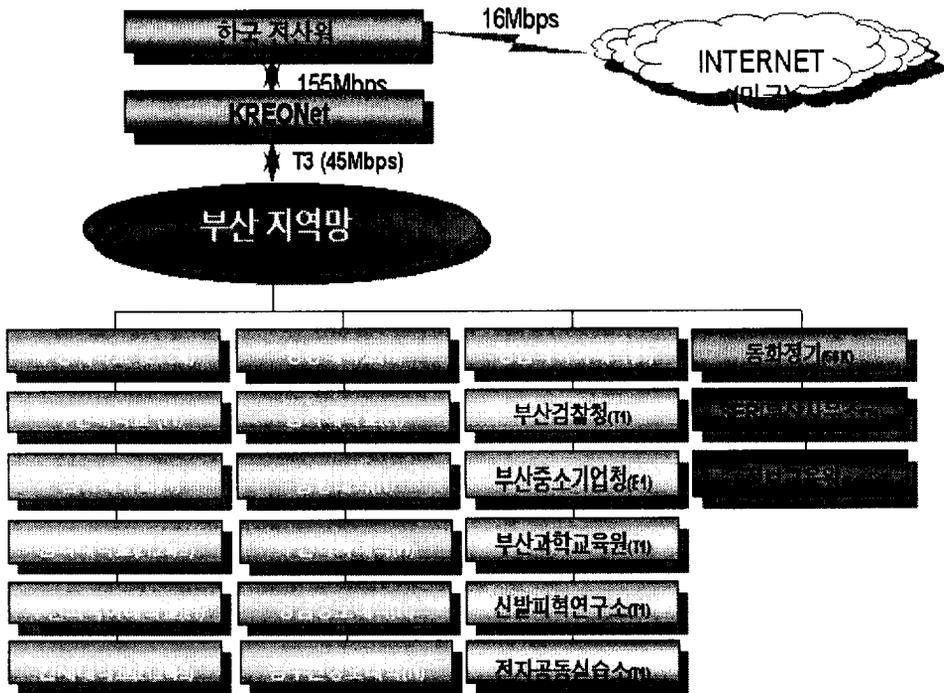


그림 2. 연구망 부산지역망센터 구성도

2.2 연구망 부산지역망센터 시스템 및 회선 보유 현황

2.2.1 회선 증설 현황

1996년 1월 연구망 부산지역망센터와 대전 연구망 본부까지의 전송속도는 512Kbps 이었다. 이 당시 인터넷이 막 활성화시기에 연구망 부산지역망센터에 연동하여 사용하던 기관들이 인터넷 접속 속도가 떨어진다는 내용이 점점 늘어나는 추세여서, 1996년 2월에 부산에서 대전간의 대역폭을 512Kbps의 2배 빠른 T1(1.544Mbps)로 증설하였다. 그러나 표 1과 같이 평균 6개월 단위로 회선 확대를 하였으나 사용자의 정보검색과 정보의 송신·수신 데이터가 점점 대용량화 추세로 변화여 가는 것을 만족시키기에는 정부의 예산이 뒷받침이 되어 주지 못하여 1997년 6월 지역망 센터로는 최초로 T3(45Mbps) 전용회선을 개통하였고 2001년 1월에는 155Mbps로 선도시험망과 연동 회선을 구축하였지만, 현재는 사용자들로부터 회선의 안정성과, QoS 지원의 한계로 많은 문제점을 지적을 받고 있는 실정이다.

표 1. 연구망 부산지역망센터 전송속도 증가 내역

구 분	증속년도	내 역	비 고
1차	1995년 10월	512Kbps	증 속
2차	1996년 02월	1.544Mbps	증 속
3차	1996년 07월	1.544Mbps	1회선 추가 증설 T1 2회선
4차	1997년 06월	45Mbps	지역센터 최초 개통 증속
5차	2001년 01월	155Mbps	선도시험망 연동

2.2.2 부산지역센터 시스템 구성(라우터)

라우터는 지역센터의 중추장비로 각 가입기관의 통신 트래픽을 연결해주는 게이트웨이 역할을 한다.

표 2. 연구망 부산지역망센터 라우터 증설 내역

구분	설치년도	설치 내역	수량	기종	비 고
1차	1996년 02월	익세스 라우터 (4 Port 용)	3EA	Cisco 2500	12 Port 지원
2차	1996년 07월	익세스 라우터 (4 Port 용)	1EA	Cisco 2500	1대 추가 설치 (16 Port 지원)
3차	1997년 06월	중형 라우터 (8 Port 용)	1EA	Cisco 4500	1대 추가 설치 (16 Port 지원)
4차	1998년 07월	대형 라우터 (16 Port 용)	1EA	Cisco 7000	1대 추가 설치 (24 Port 지원)
5차	1999년 10월	대형 라우터 (16 Port 용)	1EA	Cisco 7500	1대 추가 설치 (32 Port 지원)
6차	2000년 11월	대형 라우터 (20 Port 용)	1EA	Cisco 7500	1대 추가 설치 (36 Port 지원)

연구망 부산지역망센터 라우터 증설 내역 표 2에서와 같이 현재는 Cisco 7500(2EA) 시스템으로 운영 서비스하고 있다. 그러나 통신 트래픽의 과부하 현상에 의한 접속 속도 저하 및 회선 장애 자주 발생, 대용량의 데이터 정보의 다운로드(download)시 데이터의 손실 등의 장애가 발생하여 원활한 통신환경 제공에 한계가 발생하고 있다.

2.3 IP 라우팅

라우팅이란 Network Layer에서 담당하는 기능으로 Packet을 상대방측까지 전달하는 기능이다. Packet의 전달하는 과정은 어드레스(Address)를 확인하고, 그 Address에 도착할 수 있는 최적의 경로를 따라 찾아가는 경로 할당의 과정을 거친다[5]. 그리고 네트워크 상의 라우터들은 경로 정보를 정기적으로 주고받아 Packet을 올바르게 라우팅 하는데 사용하는데, 라우터와 라우터 사이에 경로 정보를 주고받을 때 이용하는 Protocol을 Routing Protocol이라 한다.

표 3. 라우터의 기능

기능항목	내 용
Address 인지	Packet에서 목적지Address를 알아냄
Routing Table 검색	경로정보Table을, 검색
Route 결정	여러 경로중 최적의 경로를 선택
packet 전달	결정된 route로 packet 전달
Routing information 교환	인접한 라우터와 경로 정보교환
routing table 갱신	교환된 경로정보를 바탕으로 자신의 routing table 갱신

경로결정의 영향 요소에는 link의 bandwidth, delay, load, reliability, hop count, cost등이 있다.

IP 라우팅 프로토콜에는 그 쓰이는 목적이나 동작 방법에 따라 다양하게 분류될 수 있다.

표 4. 라우팅 프로토콜의 분류표

분류기준	분 류
경로정보의 Update방법	Static Routing Dynamic Routing
지원하는 Network Protocol의 종류	Single-Protocol 라우팅 프로토콜 Multi-Protocol 라우팅 프로토콜
라우팅 프로토콜이 운영되는 범위	Interior Gateway Protocol Exterior Gateway Protocol
동일 목적지에 대해 여러개의 경로를 지원하는 여부	Single-Path 라우팅 프로토콜 Multi-Path 라우팅 프로토콜
neighbor 설정 관계에 따라	Flat 라우팅 프로토콜 Hierarchical 라우팅 프로토콜
변화된 정보를 네트워크에 있는 모든 라우터에게 전달 하는지 또는 인접한 라우터에게만 전달하는지에 따라	Link State 라우팅 프로토콜 Distance Vector 라우팅 프로토콜

이런 라우팅 프로토콜을 통하여 라우팅이 이루어 질 경우 경로의 계산에는 방법 중 가장 기본적인 형태가 Dijkstra 알고리즘이다. [6] 라우팅은 포워딩 테이블을 만드는 과정을 말하는 것으로 정적인 데이터 값을 입력할 수도 있으나, 노드나 링크의 고장 발생 시 자동 복구가 어렵고, 새로운 노드나 링크의 추가를 고려하지 않고, 과도하게 부하가 발생하는 링크는 잠정적으로 높은 비용을 할당하는 것이 바람직함에도 불구하고 에지 비용은 변할 수 없는 등의 단점으로 인하여 이러한 자동화된 알고리즘을 통하여 라우터 사이에 분산적이고 동적인 방법으로 자동으로 수행하도록 할 수도 있다. 라우팅 프로토콜의 대표적인 예는 표 5과 같다[7].

표 5. 라우팅 프로토콜의 종류

구분		라우팅 프로토콜
전용 IP 라우팅 프로토콜	IGP	RIP, IGRP, OSPF
	EGP	BGP4
Multi-Protocol 라우팅 프로토콜		EIGRP

2.4 연구망 부산지역망센터 트래픽 분석

연구망 부산지역망센터의 구성 요소 중 가장 중요한 부분은 송신측 및 수신측 시스템 성능 및 네트워크 환경을 사용자 모두에게 만족시킬 수 있는 형태로 구축 서비스하는 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 문제가 되고 있는 접속 속도 저하 및 장애 발생의 원인을 알아보기 위하여 트래픽을 분석하였다.

2.4.1 사용량 분석을 위한 자료의 수집

연구망 부산지역망센터에서 처리하는 사용량을 분석하기 위하여 라우터의 SNMP(Simple Network Management Protocol) 기능을 이용한 MRTG(Multi Router Traffic Grapher) 시스템을 설치하여 대전 연구망 본부와 연구망 부산지역망센터간의 연결 회선인 T3(45Mbps) 전용회선의 송수신 트래픽량을 표 6의 절차에 의해 2000년 10월부터 2001년 9월까지 약 1년간 데이터를 수집하였다.

표 6. 사용량 분석 절차

구분	내용	세부 내역
1단계	분석 대상 선정	부산지역망 라우터 통신량
2단계	시스템 구성	라우터 SNMP Setting MRTG 서버시스템 설치 및 가동
3단계	데이터 수집	2000년 10월부터 2001년 9월
4단계	데이터 분석	2001년 8월부터 9월

2.4.2 시간대별 사용량

연구망 부산지역망센터의 부산에서부터 대전간의 회선 용량은 T3 급(45Mbps)이다. 그림 3에서 보는바와 같이 일일 사용량 중 내부 사용자의 인터넷 사용 시간은 오전 9시부터 오후 22시에 집중적으로 사용하는 것을 알 수 있다. 그리고 외부 사용자의 접속 시간은 오후 19시부터 05시에 많은 사용량을 보이고 있다.

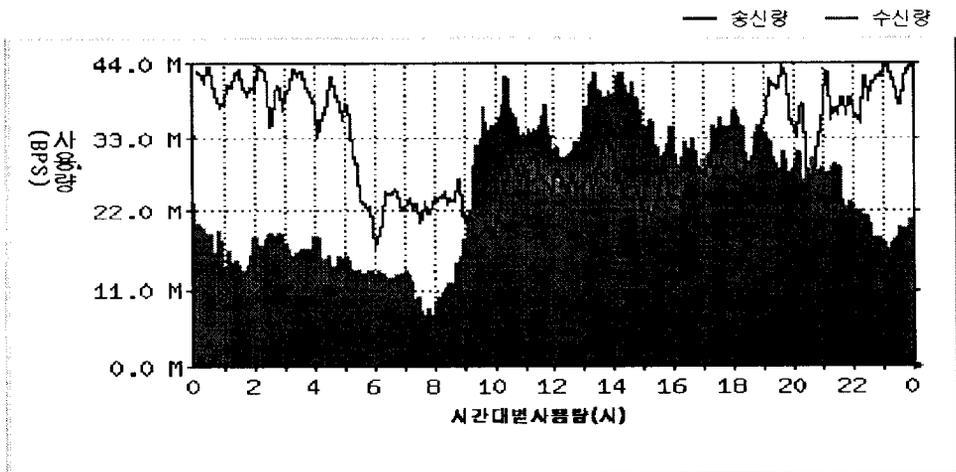


그림 3. 시간별 인터넷 사용량

2.4.3 1주간 사용량 변화

그림 4는 한 주간의 평균 사용량을 그림으로 나타낸 것이다. 이 내용을 볼 때 월요일부터 금요일까지는 내부사용자 외부사용자의 분포가 1일 사용량 분포도와 비슷한 사용 유형을 알 수가 있다. 특이 사항은 토요일 과 일요일은 내부사용자는 적고, 외부사용자 접속이 많은 것으로 볼 때, 연구망 부산지역망센터의 85%가 교육기관이 사용하고 있다. 그러므로 사용자층이 학생들이기 때문에 학교 수업이 있는 월요일부터 금요일까지는 학교에서 사용하고, 학교 수업이 없는 토요일, 일요일은 집이나 PC방에서 학교로 접속하는 것을 알 수가 있다. 그리고 수시로 트래픽이 최대사용량이(Peak) 수시로 발생하여 병목현상(Bottleneck)이 자주 발생하는 것을 그림 4에서 볼 수 있다[8].

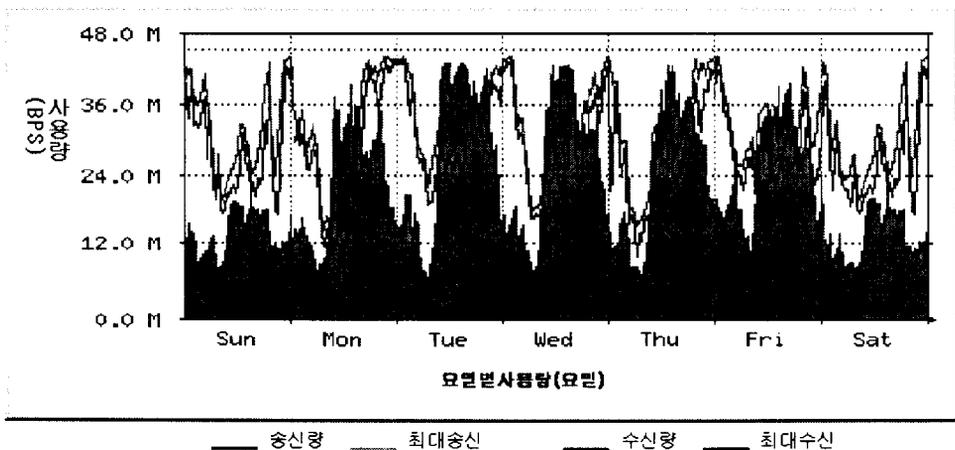


그림 4. 요일별 인터넷 사용량

2.4.4 6주간 사용량 변화

2001년 9월 24일부터 11월 2일까지 측정된 내용을 분석을 하여 보면은 트래픽이 지속적으로 증가하고 있고, 최대 사용량(Peak)발생이 매일 수시로 발생하는 것으로 볼 때, 통신속도의 저하와 잦은 장애 발생의 원인이 되고 있다고 그림 5에서 알 수 있다.

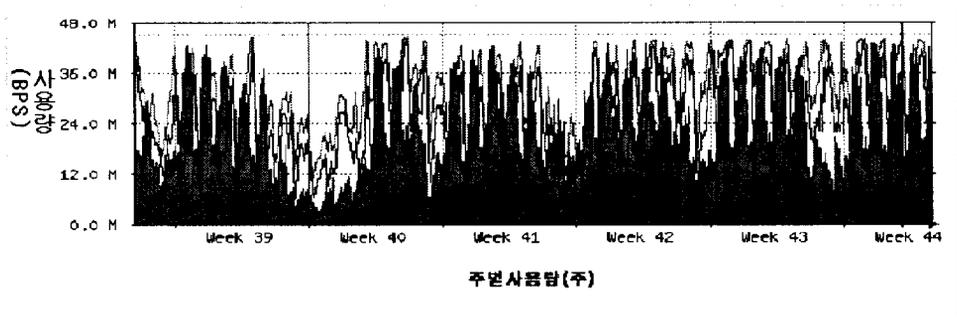


그림 5. 6주간의 사용량 변화

2.4.5 연중 사용량 비교 분석

2000년 10월부터 2001년 9월까지 1년간 측정된 것을 비교 분석하여 보면은 2001년 6월 이후부터 데이터의 트래픽 통신량이 지속적으로 증가하고 있고, 최대 사용량(Peak)이 거의 수시로 발생하는 원인이 무엇인가를 최대 사용량(Peak)시간대의 데이터를 분석하여 볼 때, 데이터 대용량화와 근거리의 타 ISP 서버를 접속하는데 있어서 불필요한 경로를 통하므로 인하여 부산에서 대전간의 트래픽이 최대사용량이(Peak) 수시로 발생하여 병목현상(Bottleneck)이 자주 발생하는 것을 그림 6에서도 볼 수 있다[9].

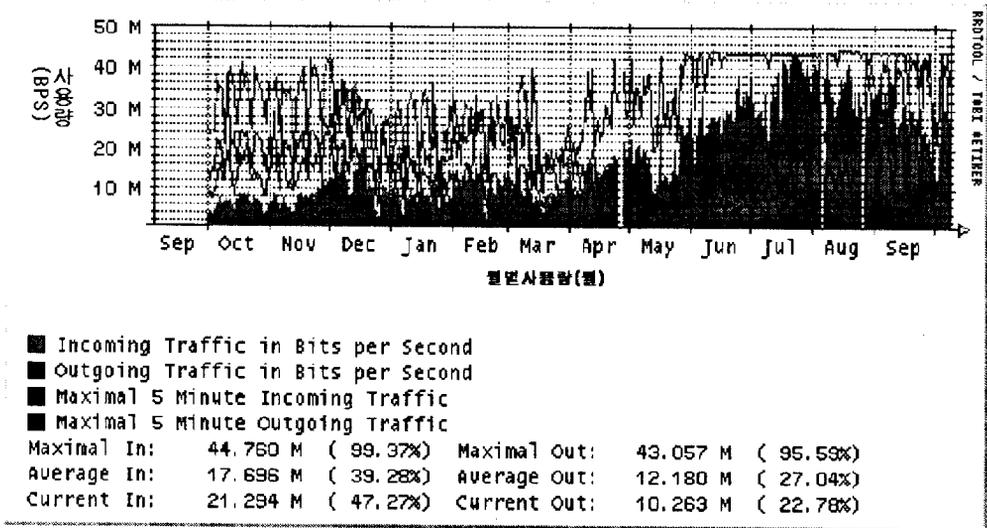


그림 6. 월별 사용량 변화

2.4.6 연구망 부산지역망센터 연중사용량(월 평균)

그림 7에서 보듯이 최대 사용량(Peak) 발생 평균 시간을 비교하여 본측 데이터의 대역폭이 점점 거대하게 확대되어지는 것을 볼 때, 과거의 텍스트 데이터였던 것이 지금은 멀티미디어 즉 동영상, Video와 같은 대용량의 데이터가 사용되어 지는 것을 그림 8에서 알 수 있다.

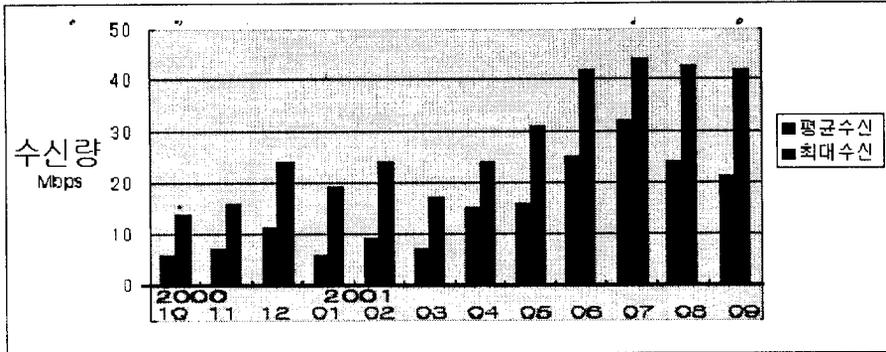


그림 7. 월별 수신량 변화

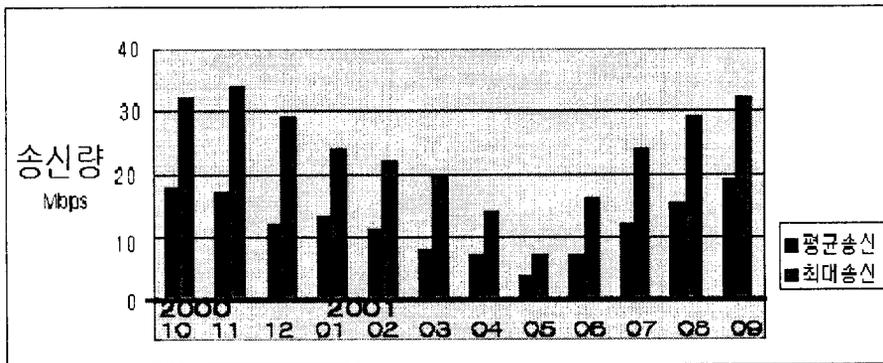


그림 8. 월별 송신량 변화

2.5 사용 유형 분석

연구망 부산지역망센터 라우터 장비의 사용량 분석으로 회선 사용량이 지속적으로 증가되고 있고, 최고치(Peak)에 도달하는 횟수도 증가하고 있어 Peak 발생시의 사용 유형을 분석하여 이에 대한 대처방안을 마련해야 할 필요가 있다.

2.5.1 사용유형 분석을 위한 자료의 수집

Peak 발생시의 장애 발생을 해결하기 위하여 2001년 10월 한달 동안 대전 연구망 본부와 연구망 부산지역망센터의 연결회선인 T3 전용회선과 각 지역 가입기관을 연결하는 전용회선의 통신데이터를 라우터에서 제공하는 Netflow 기능을 이용하여 표 9의 자료를 수집하였다[10].

표 7. 사용 유형 분석 절차

구분	내용	세부 내역
1단계	분석 대상 선정	Peak 발생 시간대의 전체 Traffic 수집
2단계	시스템 구성	라우터 Netflow Setting 분석 시스템 서버 구성
3단계	데이터 수집	2000년 11월
4단계	데이터 분석	한국전산원 ISP별, 지역별 IP현황과 비교 유통 경로 및 사용 Protocol 분석

표 8. 수집 자료 형식

Source IP	Destination IP	Aggregation	Port Number	Protocol	Start Time	End Time	Byte Counter
-----------	----------------	-------------	-------------	----------	------------	----------	--------------

이렇게 수집된 자료 중 Peak가 발생한 시점의 자료를 추출하여 KRNIC으로부터 할당된 국내 ISP주소와 목적지 IP를 비교하여 통신 프로토콜 종류, ISP, 그리고 지역을 분석해 보았다.

2.5.2 사용유형별 분포도

최대사용량(Peak) 문제 발생 시간대의 트래픽을 분석하였다. 그림 7에 보듯이 주로 가상대학, MP3, 인터넷방송국, VOD 등의 멀티미디어 파일(file) 송신·수신에 이용되어 있었고, 다음으로는 FTP(File Transfer Protocol) 와 인터넷, 기타, E-mail 순으로 이용을 그림 9에서 나타내고 있다.

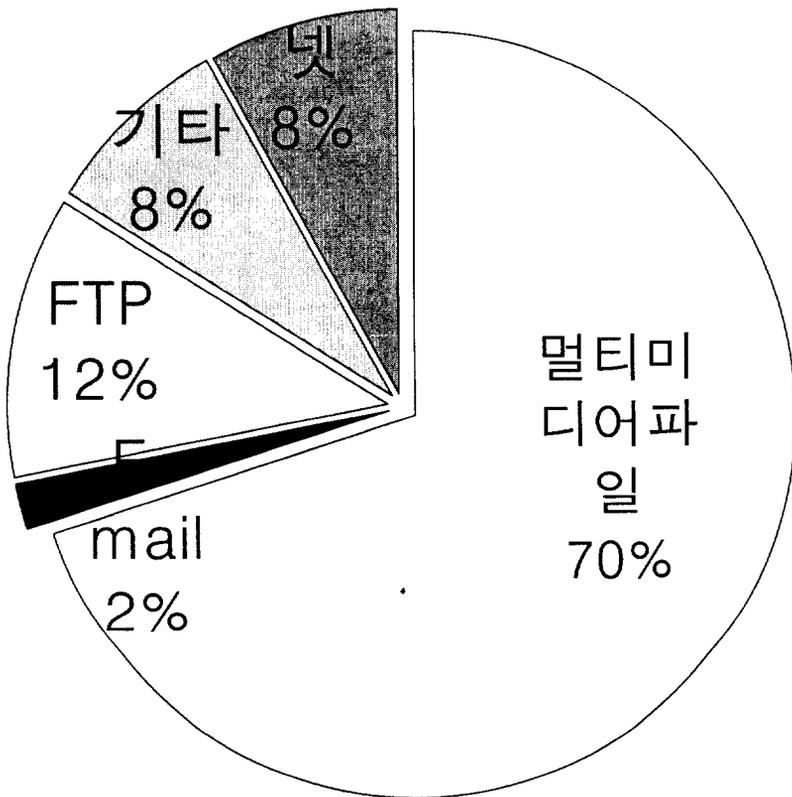


그림 9. 사용 유형별 분포도

2.5.3 ISP별 사용자 접속 유형

그림 10과 같이 사용자들의 직장 또는 PC방, 가정에서 다양한 ISP를 통하여 접속을 하였음을 볼 수 있다. 상용망 접속자중 코넷이 25%, 두루넷이 20%, 보라넷이 15%, 기간망은 연구망이 20%, 교육망이 20%의 사용 접속 유형을 알 수 있다.

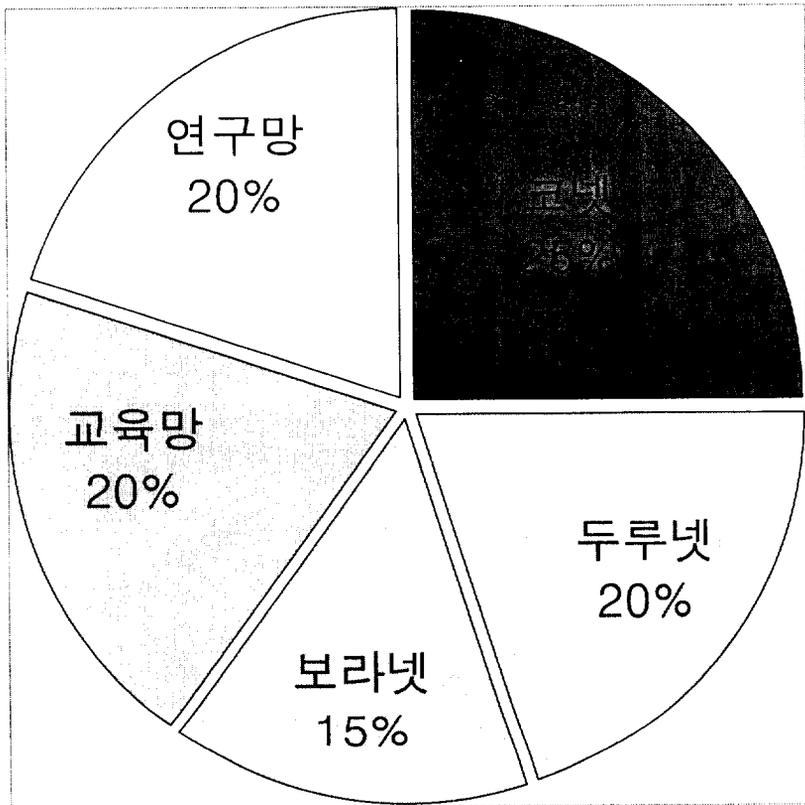


그림 10. 연결 대상 ISP별 사용량 분포

2.5.4 사용 접속 지역별 유형

국내 사용(접속)자를 비교 분석하여 보니, 그림 11과 같이 부산이 45%, 경남이 20%, 서울이 20%, 기타가 15%의 순으로 나타나고 있다. 즉 사용(접속)자의 65%가 부산과 경남의 지역으로 알 수 있다. 그러므로 대다수의 사용자들이 부산, 경남지역에 거주하는 것을 알 수 있고, 또한 그림 11에 보듯이 65%의 사용(접속)자들이 부산, 경남지역에 있는 서버에 접속하여 정보 검색과 자료를 전송(Download)할 때, 현재의 각각의 ISP는 라우팅 주소(IP Address) 체계가 기본적으로 Main 라우터로 가서 그곳에서 디폴트 라우터(Default Router) 설정 값 또는 라우팅 로드 밸런싱(Routing Load Balancing) 경로에 의해서 부산에 접속하고자하는 서버로 이동하는 것을 추적(Tracer Route)통하여 알 수 있다[11].

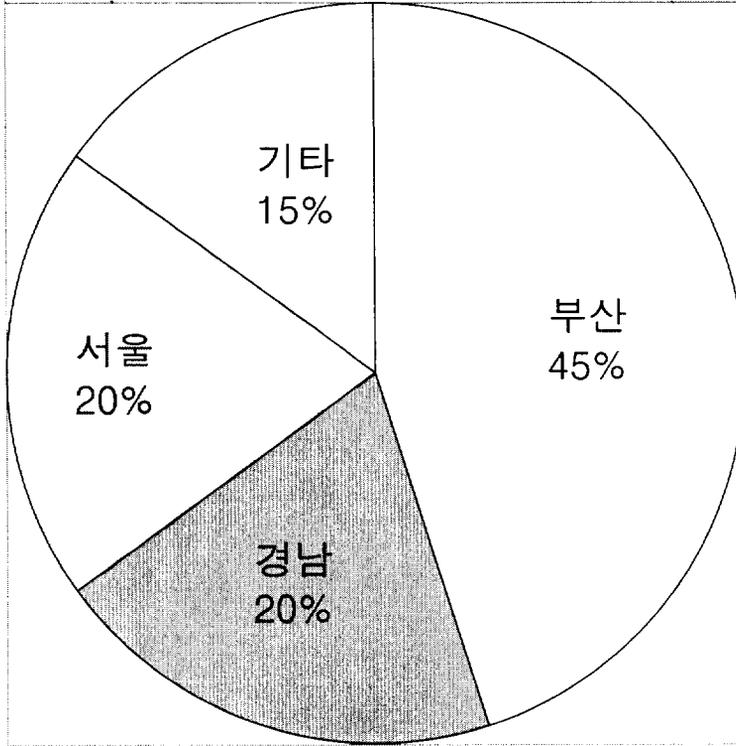


그림 11. 연결 대상 지역별 사용량 분포

2.6 인터넷 교환노드 구성

자료 분석을 통하여 장애의 주요 요인은 멀티미디어 데이터 통신의 활성화로 인한 대역폭 부족이었다. 그러나 부산, 경남지역으로의 연결이 65% 정도로 나타나고 있는 점을 주목할 필요가 있다. 이와 같이 반 이상의 통신데이터가 지역 내부에서 처리할 수 있음에도 불구하고 연구망 센터로 데이터가 흘러가는 것은 사용하고 있는 ISP가 달라 서로 연동하고 있지 못하기 때문이다[12]. 그림 1에서 표현된 내용은 현재의 연구망 네트워크 구조를 통하여 데이터의 흐

Access Point)으로도 불리고 있다. 인터넷 도입 초기에는 국내 ISP들간의 연동이 원활하지 못하여 특정 ISP의 사용자가 다른 ISP 네트워크로 접속하려면 해외인터넷 서비스 제공기관을 경유해야만 했기 때문에 데이터 교환의 능률이 제한됨은 물론 중소 ISP들이 개별적으로 국제회선과 연동 시스템을 강구해야 하는 부담이 존재했다. 이러한 문제점은 한국전산원이 최초(1995년 2월)로 국내 인터넷 교환노드를 구축해 국내 모든 인터넷 트래픽을 연동하기 시작함으로써 해결되었습니다. 현재는 인터넷 트래픽의 효율적인 연동을 위해 한국통신, 데이콤, KINX 등 IX가 분산된 형태로 인터넷교환노드(IX)를 구축 운영하고 있다. KIX(Korea Internet eXchange)란 한국전산원이 운영하고 있는 공공인터넷망간 및 공공인터넷망과 영리망간의 원활한 트래픽 교환을 위한 공공인터넷교환노드를 말하며, 비영리공공 인터넷망 통합관문국 역할을 수행하고 있다[13]. 국내 IX는 ISP들의 자유로운 접속 및 최대 연결성을 제공하고자 4개의 IX를 중심으로 운영되고 있으며, 이들을 통하여 ISP들은 고속회선(T3(45Mbps)에서 STM16(2.5Gbps))으로 연동되고 있다.

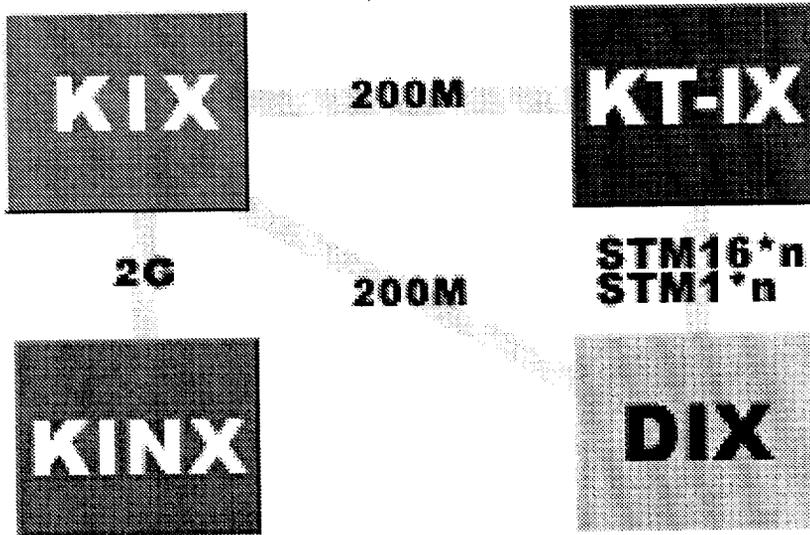


그림 13. KIX 구성도

2.7 연구망 부산지역망센터 구성의 문제점

그림 13과 같이 첫째, 같은 지역 사용자와 서버간에도 서울을 경유하여, 트래픽의 증폭 발생과 통신 속도의 저하, 회선 장애 수시 발생을 한다. 둘째, 경제적인 면에서 회선 구축비용 증가 및 통신 시스템 구축비용 증가로 인하여 예산 낭비가 발생한다. 셋째, 운영적 면과 효율적인 측면에서 볼 때 회선의 무한대 대역폭 확대 한계와 통신 시스템 무한대 증설 구축 또한 한계가 있다.

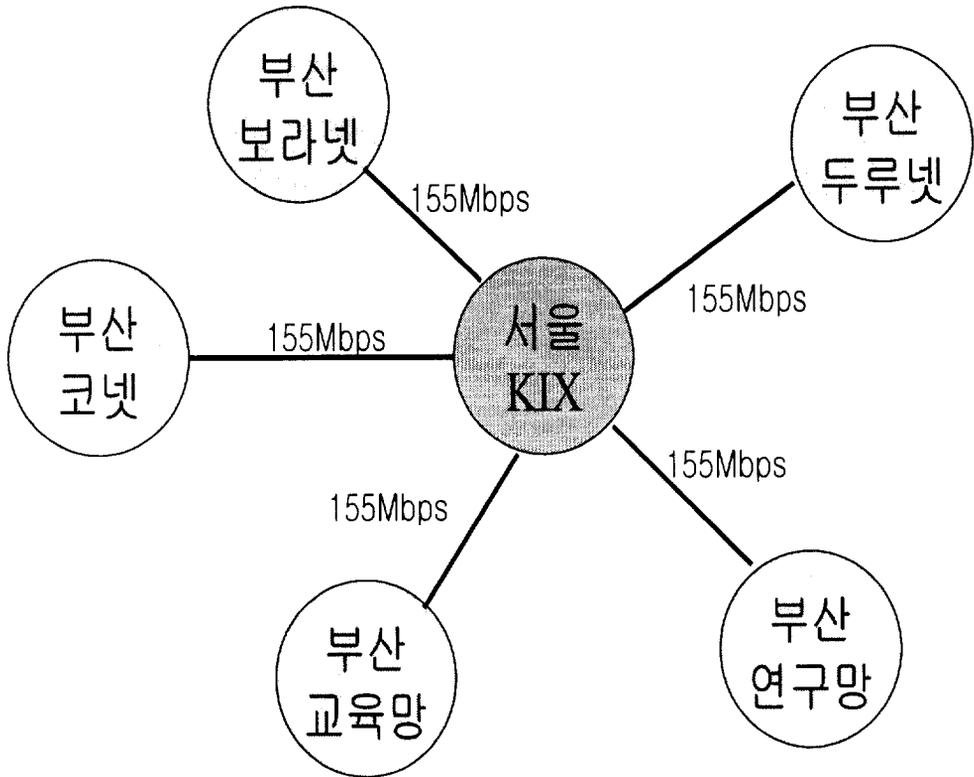


그림 14. 타 ISP간 연결 구성도

예를들면 동명정보대학교에서 부경대학교의 서버로 접속하고자 할 때, 그림 14와 같이 동명정보대학교(연구망)에서 출발하여 대전(연구망)과 서울(연구망)을 통하여 서울(코넷망)과 부산(코넷망)에 도착하여 부경대학교 홈페이지 서버에 접속하는데 시간이 평균 16ms의 시간이 소요되어 서버에 도착하여 간단한 정보만 검색하는데, 사용자(접속) 속도의 저하 및 지연현상이라고 볼 수 있다. 이것은 부경대학교의 라우터의 IP 주소가 지정라우터(Default Router)를

코넷으로 고정되어 있기 때문에 동명정보대학교에서 가장 가까운 위치에 있지만, IP 주소 체계가 라우팅 로드 밸런싱(Routing Load Balancing) 경로에 의해서 코넷의 부산지역센터, 서울 KIX 등을 거쳐 HOP 수가 13이 된다.

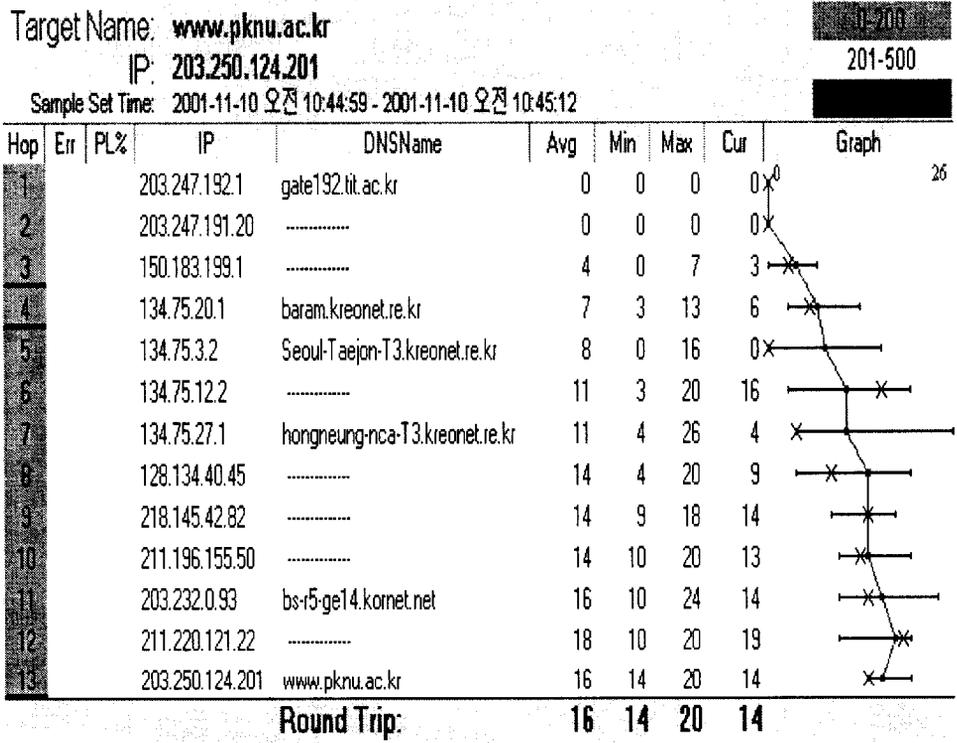


그림 15. 타 망으로 접속시 IP 경로

제 3 장 연구망 부산지역망 개선방안

3.1 현재의 망 운영 개선점

그림 16는 동일망을 사용하는 기관과의 통신 경로를 나타낸 것이다. 서울을 경유하는 타망과의 연동보다 반응 속도가 매우 향상되어 있고, HOP수가 매우 작아 장애 발생과 Jitter발생 요인이 감소되었다.

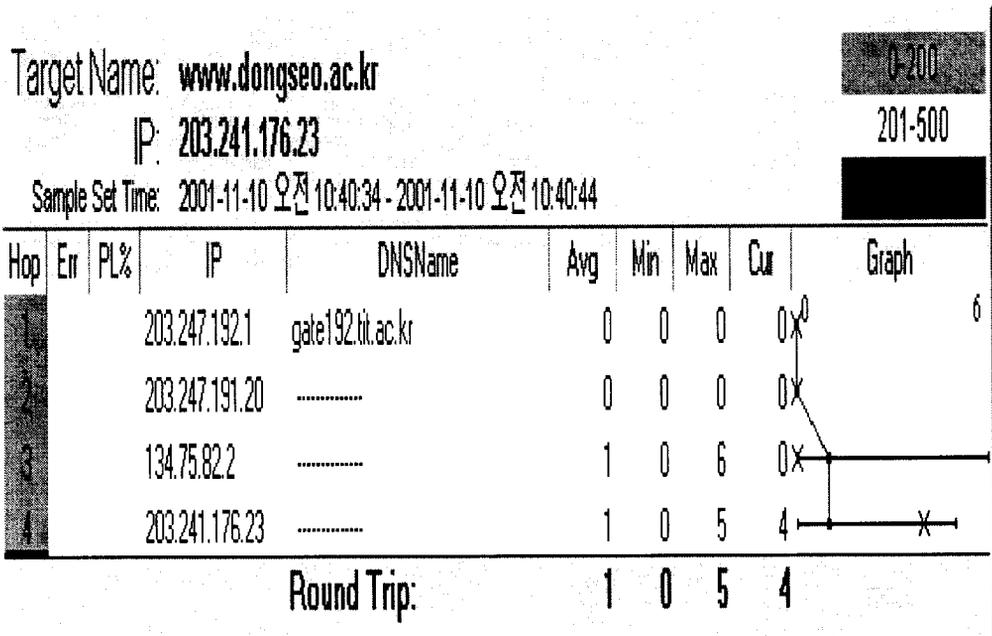


그림 16. 동일망에서의 통신 경로(동명정보대학교-동서대학교)

따라서 원활한 멀티미디어 서비스 제공을 위하여서는 충분한 대역폭의 확보와 함께, Jitter의 최소화, QoS의 제공 등이 필요하므로 Hop수가 동일망처럼 감소한다면 많은 이점을 얻을 수 있다. 그러므로 부산지역의 각 망끼리 연동하는 센터를 구축한다면, 기존에 다른 망으로 접속을 하고자 할 때는 서울까지 갈다가 오는 경로였지만, 새로운 개선점은 부산지역의 다른 망으로 접속은 서울을 경유하지 않고 곧바로 부산네트워크 센터를 경유하여 다른 망으로의 접속 하고자 할 때 빠른 속도로 서버에 접속 할 수 있다. 동명정보대학교에서 동서대학교의 서버로 접속하고자 할 때, 그림 16와 같이 동명정보대학교(연구망)에서 동서대학교(연구망) 홈페이지 서버에 접속하는데 시간이 평균 1ms 의 시간이 소요되어 서버에 도착하여 간단한 정보만 검색하는데, 사용자(접속) 속도의 저하 및 지연현상 없이 곧 바로 접속하는 것을 볼 수 있다. 이것은 동서대학교의 라우터의 IP 주소가 지정라우터(Default Router)를 부산지역 연구망으로 고정되어 있기 때문에 동명정보대학교에서 가장 가까운 IP 주소 체계 라우팅 로드 밸런싱(Routing Load Balancing)경로에 의해서 가장 빠른 속도로 동서대학교의 서버에 접속 할 수 있다.

3.2 제안 네트워크 구성

원활한 멀티미디어 서비스 제공을 위한 연구망 부산지역센터의 네트워크 구성 방안은 그림 17과 같다. 연구망 부산지역망센터를 부산지역의 각 ISP간의 교환을 위한 부산 네트워크 센터에 연동 구축하는 방안이다. 부산 네트워크 센터는 연구망 부산지역망센터에서 각 ISP로의 연결만으로도 가능하고, 독립된 기관으로의 설립도 가능하다.

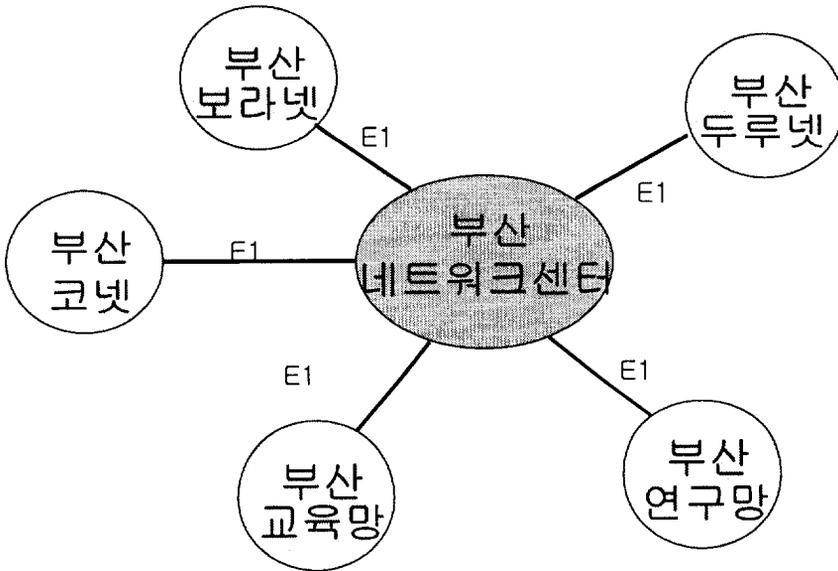


그림 17. 제안된 망 구성도

이러한 부산 네트워크 센터가 설립될 경우 연구망 백본을 통하여 흐르던 약 65%의 부하가 줄어들어 일반 사용자의 속도 개선 효과를 볼 수 있고 특히 멀티미디어 사용자에게는 안정적인 서비스를 사용할 수가 있다. 또한 백본 회선에 대한 사용료 감소분의 일부만 사용하더라도 시내 전용회선으로 연결된 지역ISP 간의 회선사용료로 충분히 활용이 가능하다. 표 9에서는 각 기관 별로 부산 네트워크 센터 설치 시 예상되는 HOP수의 변화를 나타낸다. 서울을 경유하여 처리되는 경우 9에서 15 HOP인 변경 전과 3에서 5로 변경 후 안정화 된 것을 알 수 있다. 대상기관과의 평균 응답시간(RTT, Round-Trip Time)에서도 부산지역 내에서는 약 2에서 6.8ms를 나타내었고, 서울을 경유할 경우 13에서 40ms로 나타나 서울을 경유하지 않고 부산 지역에서 자체 처리할 경우 응답 성능도 매우 크게 향상 될 것으로 예상된다. 또한 Packet Loss도 RTT의 감소와 HOP수의 감소에 따라 상당 부분 개선된다[14].

표 9. 각 기관별 HOP수 변화 예상

구 분	대상기관	Hop수	
		변경전	변경후
부산지역 내 처리 (동일 망)	동아대학교	3	3
	동의대학교	4	4
	동서대학교	4	4
	부산외국어대학교	5	5
	인제대학교	5	5
서울 경유 처리 (타 망)	두루넷	9	3
	하나로	10	3
	부산대학교	10	5
	한국통신 메가패스	11	3
	부산방송국	12	5
	부경대학교	13	5
	데이콤 천리안	13	3
	해양대학교	14	5
	부산시청	14	5
	부산교육대학교	15	5
	신라대학교	16	5

해당 기관과의 통신에서 패킷의 지연시간은 다음과 같이 나타낸다.

$$\text{Delay} = (\text{Depart Time} - \text{Arrival Time}) + \text{Transmission Time} + \text{Latency}$$

여기서 Transmission Time과 Latency는 링크의 대역폭과 소요시간을 각각의미하며 통계적으로 정의된다. 이 경우 Depart Time - Arrival Time은 패킷의 부하 때문에 지연되는 시간의 양을 나타낸다.

다. 따라서 패킷의 부하가 약 65% 줄어들고, Hop 수가 줄게 되면 Transmission Time과 Latency가 동시에 줄어들게 되므로 Delay 감소의 폭은 더욱 커지게 된다.

3.3 제안 시스템 분석

부산 네트워크 센터를 통한 ISP간 통신이 이루어질 경우 약 65%의 불필요한 연구망 백본의 부하를 줄일 수 있다. 사용자의 원활한 멀티미디어 사용 지원을 위하여 백본 회선을 기존 T3회선(45Mbps)에서 STM-1급인 155Mbps로 증속하는 방법이 있지만, 이것은 네트워크 장비와 백본 회선 구축과 운영에 따른 부담이 크게 늘어나게 되고, 또한 장비 및 회선 장애로 인한 사용장애가 발생할 가능성이 상존해 있다. 그러므로 부산 네트워크 센터를 설치한다면 경제적인 측면에서 예산 절감효과와 효율적인 운영을 통하여 STM-1의 회선 사용료인 연간 약 5억원의 예산 절감효과를 보일 수 있고 보다 더 안정된 서비스를 제공 할 수 있다. 표 10은 각 회선 속도별 초고속 국가망의 회선 사용료를 나타낸다.

표 10. 초고속 국가망 회선 사용 요금표(월)

구 분	회선속도	요 금	비 고
전용회선 시외구간 300Km이내	2Mbps	5,397,600	$5,397,600 \times 12 = 64,771,200$ 원
	45Mbps	40,485,440	$40,485,440 \times 12 = 485,825,280$ 원
	155Mbps	80,970,890	$80,970,890 \times 12 = 971,650,680$ 원
부산시내구간	2Mbps	484,380	$484,380 \times 12 = 5,812,560$ 원
	45Mbps	3,632,850	$3,632,850 \times 12 = 43,594,200$ 원
	155Mbps	7,265,700	$7,265,700 \times 12 = 87,188,400$ 원

또한, 사용자가 각 가정이나 회사에서 초고속 통신망을 통하여 접속 할 경우 각 ISP의 부산지역 센터를 거쳐 부산지역 네트워크 센터를 통하여 접속할 수 있기 때문에 지역 ISP 업체에서도 상당량의 백본 Traffic을 줄일 수 있다. 그림 17과 같이 기간 사업자의 백본과 동일한 망에 소속된 것과 같은 효과가 있으므로 3에서 5Hop으로 처리할 수 있게 된다. 서울을 통할 경우는 그림 18과 같이 해당 사업자의 백본과 목적지의 대상 ISP 백본이 동시에 불필요한 Traffic이 흘러 백본 회선과 장비 저하의 요인이 되며 트래픽 과다로 인한 네트워크 장애의 큰 원인이 된다.

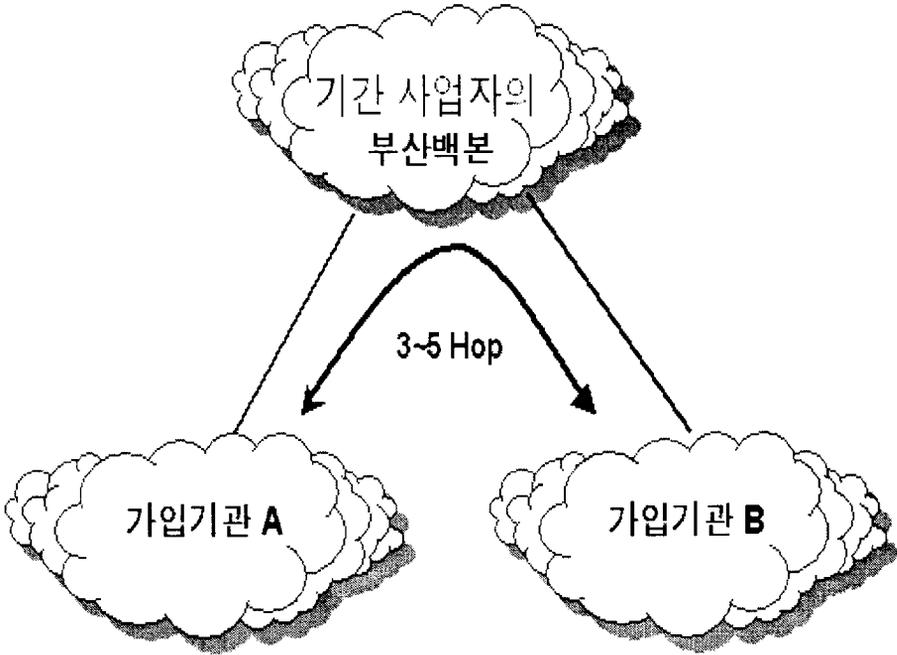


그림 17. 부산지역내 처리 경로도

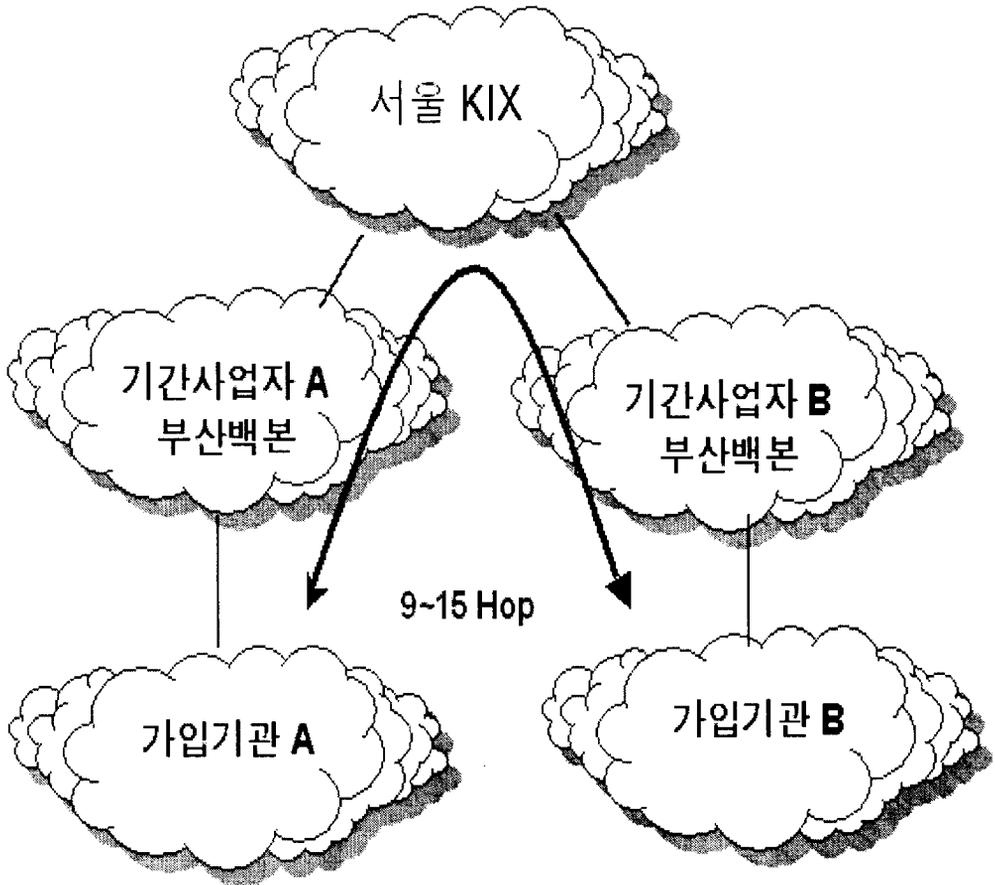


그림 18. 서울 KIX를 경유할 경우 경로도

제 4 장 결 론

본 연구는 부산지역 네트워크 센터 시스템 구축에 관한 것이다. 이를 위해 사용자 증가로 인한 결과로 트래픽의 최대사용량이 (Peak) 수시로 발생하여 회선의 병목현상(Bottleneck)을 해결 할 대안은 부산지역 네트워크 센터 구축 설립이다.

이에 본 연구의 결과는, 첫째 서울을 경유하여 처리되는 경우 9 HOP에서 15 HOP인 변경 전과 3 HOP에서 5 HOP로 변경 후 안정화 된 것을 알 수 있다. 대상기관과의 평균 응답시간(RTT, Round-Trip Time)에서도 부산지역 내에서는 약 2 HOP에서 6.8ms를 나타내었고, 서울을 경유할 경우 13 HOP에서 40ms로 나타나 서울을 경유하지 않고 부산 지역에서 자체 처리할 경우 응답 성능도 매우 크게 향상 될 것으로 예상된다.

또한 Packet Loss도 RTT의 감소와 HOP수의 감소에 따라 상당부분 개선된다. 그러므로 각 망의 불필요한 트래픽의 감소가 예상된다, 둘째 회선대역폭 확대비용과 통신 시스템 확대 구축비용을 절감할 수 있는 금액이 STM-1(155Mbps)급 인 경우 연간 약 5억 원의 예산 절감효과를 보일 수 있고, 예산을 효율적으로 활용을 하다면 보다 더 안정된 서비스를 제공 할 수 있다.

셋째 통신 속도의 향상으로 인하여 인터넷 방송국 접속 속도 향

상, VOD 서버 접속 속도 향상, 가상대학/가상강좌 활성화, 화상회의 활성화, 첨단의료영상 활성화 정착에 효과가 클 것으로 생각되어 진다.

참고문헌

- [1] 한국인터넷 정보센터, “2000년 9월 인터넷통계 월보”, 2000.10
- [2] 한국인터넷 정보센터, “무선 인터넷 접속에 관한 연구”, 1998
- [3] 하석재, 최양희, “고속 라우터 기술현황과 전망”. 한국통신학회지, 제16권 12호, pp. 11-24, Dec. 1999.
- [4] Broadband Media center사, “<http://www.castservice.com/>”
- [5] CISCO사, “<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/iptv30>”
- [6] Lauri Vickers, “2000 Router Market Analysis” Cahners In-Stat Group, Report No. WN0008RT, Dec.2000.
- [7] Mika Ivesmaki, et. al, “Flow Classification Schemes In Traffic-Based Multilayer IP Switching-Comparison Between Conventional and Neural Approach,” Computer Communications, No.21, pp. 1184-1194, 1998.
- [8] Jit Biswas, et al, “The IEEE P1520 Standards Initiative for Programmable Network Interfaces,” IEEE Communications Magazine, Vol. 36,NO. 10, pp. 64-70, Oct. 1998.

- [9] W. Doeringer, G. Karjoth, and M. Nassehi, "Routing on Longest-Matching Prefixes," *IEEE/ACM Trans. Networking*, Vol. 5, No. 1, pp. 86-97, Feb. 1996.
- [10] "Architecture and Design of Function Specific Wire-Speed Routers for Optical Internetworking", <http://www.entridia.com>
- [11] Markus Hofmann, "Adding Scalability to Transport Level Multicast," *Proceeding of Third IEEE Workshop on HPCS*, August 1995.
- [12] Pluris, <http://www.pluris.com>
- [13] S. Deering, C. Patridge, and D. Waitzman, "Distance Vector Multicast Routing Protocol," *RFC 1075*, Nov. 1988
- [14] http://www.iprg.nokia.com/about/technology/papers/ieee_comm96.html

감사의 글

먼저 주님께 영광과 감사를 드립니다.

본 논문이 완성되기까지 따뜻이 보살피 주시고 지도해 주신 정 신일 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 바쁘신 중에도 저의 논문을 검토 보완 주시고 여러 가지 부족한 점에 대하여 많은 조언을 해주신 윤 종락 교수님, 김 성운 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

본 논문은 저 혼자 노력보다는 많은 분들이 격려 속에서 이루어진 것이라 믿고있으며 늘 용기와 희망을 주신 분들에게 지면을 빌어 감사드리고, 특히 대학원 과정을 마칠 수 있도록 항상 많은 격려와 편의를 제공해주신 정 정수 소장님께 감사를 드리며, 광정보처리 연구실, 시스템운영과, 인터넷방송국의 모든 가족에게 진심으로 감사를 드립니다.

세상을 보게 하시고 오늘의 나를 위하여 사랑으로 지켜주시며, 늘 기도하여 주신 어머님과 어려웠던 시기에 용기를 주신 장인 장모님께 온 정으로 감사드립니다. 항상 내조를 아끼지 않았던 아내 유진향, 큰딸 자연, 막내 희연, 그리고 성원과 마음의 후원을 아끼지 않았던 형님, 형수님과 함께 이 기쁨을 나누고자 합니다.

이 논문이 완성되기까지 그 많은 사연들을 글로써 다 표현할 수 없으나 영원히 마음에 간직하고 더 높은 성취를 위하여 노력하겠습니다.

끝으로 나를 믿고 인내와 헌신으로 내조를 아끼지 않았던 아내에게 감사와 기쁨으로 이 논문을 바칩니다.

2001년 12월

김 정 건 드림