

---

碩士學位論文

# 大學內 網 設計에 관한 研究

濟州大學校 大學院  
電子工學科



1995 年 12 月

# 大學內 網 設計에 관한 研究

指導教授 金 敬 植

尹 晟 輔

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

1995年 12月

尹晟輔의 工學碩士學位 論文을 認准함



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長

都 良 會



委 員

강 인 제



委 員

김 명 석



濟州大學校 大學院


1995年 12月

---

# A Study on the Campus Network Design

Sung-Bo Youn

( Supervised by professor Kyung-Sik Kim )

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRONIC ENGINEERING  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1995. 12.

# 목 차

Summary .....	1
I. 서론 .....	2
II. 대학내 망 기술의 선택 .....	4
1. 지원 서비스 고찰 .....	4
1) 대학내 망의 통신 서비스 .....	4
2) 서비스 품질 및 제공방법 .....	5
2. 대학내 망에 사용되는 기술 .....	7
3. LAN 근간망 종류의 비교 .....	10
4. 망 장비의 선택 .....	13
III. 망 구성 요소의 최적화 .....	16
1. 망 구성 요소의 특성 .....	16
2. 망 구성요소의 최적화를 위한 설계 알고리즘의 제안 .....	18
1) 기존 알고리즘 .....	19
2) 알고리즘 개발 .....	25
3. 제주대학교 전산망 적용 결과 .....	29
IV. 망의 관리 .....	36
V. 결론 .....	38
參考文獻 .....	39

---

## Summary

In this paper, the practical algorithm for designing campus networks is presented. Cheju National University is selected as a case study to test this algorithm.

By considering reliability, manageability, expansion, performance, cost and maintenance, the FDDI dual and the Ethernet are selected as backbone and the subnet of Cheju National University Network.

The practical algorithm is proposed to optimize the selected network. The proposed algorithm designs the campus networks efficiently by optimizing the placement of devices and wires.

The proposed algorithm has been applied to design the Cheju National Campus Network. The result has shown that this method can save the cost and time for designing campus network more than other methods.

## I. 서 론

대학내 전산망은 오래 전부터 필요성이 강조되어 왔고, 많은 대학에서 이미 전산망을 구축하여 운용하고 있다. 그러나 아직까지 국내에서는 대학내 전산망 설계에 있어서 설계 알고리즘을 이용한 연구 보고서가 발표된 바가 없으며, 외국의 자료들을 보더라도 피상적인 주제만을 다루고 있어 대학내 망 설계자에게 망 설계에 대한 방향을 실질적으로 제시하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 이유로 대학내 전산망을 설계하고자 할 때 많은 난관에 부딪치게 되는데 이런 상황을 고려해 볼 때 대학내 전산망 설계에 대한 실질적인 방향설정이 절실하다.

망 설계의 목적은 가장 적은 비용으로 가장 좋은 성능을 갖는 망을 설계하는 것이다. 그러나 성능과 비용은 상충(Trade-off) 관계이기 때문에 모두 최적화시키는 것은 어렵다. 대다수의 망 설계는 성능을 제한 조건으로 하고 비용을 최소화 시키는 방법으로 행해진다.

망 설계는 망의 선택과 망의 최적화 그리고 망의 관리로 이루어진다. 망의 선택 문제는 최종 이용자들이 원하는 통신서비스를 고찰한 후에 이를 지원할 수 있는 기술들을 고려하여 망을 선택하는 단계이다. 일반적으로 고속망은 고가이고 저속망은 저가이므로 대량의 데이터 교환에는 고속망을 그리고 소량의 데이터 교환에는 저속망으로 선택되어야 하고 통신서비스의 질에도 문제가 없어야 한다. 망의 최적화는 망의 성능을 제한조건으로 하며, 설계 알고리즘을 이용하여 경제적으로 망 장비와 회선을 배치하는 단계이다(Kershbaum, 1993), (Van Norman, 1992). 국내 대학내 망 설계를 살펴보면, 망의 최적화 단계를 적용하지 않고 망 구성을 수작업에 의존하는 실정이다. 이는 망 최적화 단계에 설계 알고리즘을 적용한 보고서가 아직까지 없기 때문이라 생각된다. 끝으로 구축된 망을 효율적으로 운용하고 향상된 서비스를 제공할 수 있도록 하는 망의 관리가 있다.

대학내 망의 특징은 일반적인 회사의 LAN(Local Area Network)보다 다양한 서비스를 제공해야 하고 다수 이용자들이 사용하기 때문에 데이터량이 많다. 그러므로 대학내 망은 일반 LAN보다 고속망으로 구축되어야 한다. 그러나 고속망으로 모든 데이터가 처리되게 설계를 하면 망 선로의 비효율성을 초래한다. 근간망을 고속망, 부속망은 저속망으로 하면 성능이 저하없이 설계 비용을 줄일 수 있다. 대학내 망은 근간망과 부속망으로 이루어진 두 종류의 망들이 결합형태로 설계된다(EDCOM, 1988).

따라서 본 논문에서는 위와 같은 망의 설계 방법을 가지고 최적화 단계에서 망 구성을 수작업이 아닌 설계 알고리즘을 이용하여 제주대학교 전산망 구축에 실제적으로 어떻게 적용하였는가를 설명한다. 대학내의 통신서비스들의 종류와 데이터량 및 지원방법을 고찰한 후 여러가지 망 선택 인자들(성능, 확장성, 신뢰성, 관리성, 경제성, 지속성 등)을 고려하면, 근간망(Backbone)은 FDDI(Fiber Distributed Data Interface)이고 부속망으로는 이더넷(Ethernet)인 망이 선택되어진다. 이러한 대학내 망은 회선배치와 망 장비의 배치에 따른 비용변화 모두를 고려해야 한다. 그런데 기존의 설계 알고리즘은 회선의 최적 배치에만 중점을 두었기 때문에 선택된 대학내 망에 기존 알고리즘을 적용하는 것은 좋은 최적화 방법이라 할 수 없다. 이러한 이유로 회선배치와 망 장비배치를 모두 고려하는 새로운 설계 알고리즘을 제안한다. 이 설계 알고리즘은 근간망(Backbone)이 FDDI이고 부속망이 이더넷인 경우에 비용을 최소화시키는데 일반적으로 적용할 수 있다.

## II. 대학내 망 기술의 선택

대학내 망 기술을 적절하게 선택하려면 망의 최종 사용자가 원하는 서비스와 대학내 망에 사용되는 망 기술 및 근간망 구성에 대한 고찰이 필요하다. 최종적으로 망을 선택할 때는 요구서비스에 대한 지원가능 여부, 확장성, 망의 성능, 경제성, 신뢰성, 관리성, 지속성 등 이러한 인자들에 대해 고찰을 한 다음 가장 최적의 망을 결정한다(Kershbaum, 1993), (Van Norman, 1992).

### 1. 지원 서비스 고찰

망 설계에서 최종 사용자에게 망이 지원해야 할 서비스 결정은 망의 목적을 설정하는 것이므로 신중히 생각하여야 한다. 대학내 망이 수용해야할 통신량 예측은 파일 송수신, 데이터 베이스 액세스(DataBase Access), 전자 우편(E-Mail), 원격 로그인(Remote Login), 텔넷(Telnet) 등과 같은 데이터 통신량과 비디오 방송, 정지화면 전송, 화상회의 등과 같은 화상통신량 그리고 전화, 팩시밀리, 인터넷 폰 등과 같은 음성통신에 의한 발생을 고려해야 될 것이다.

제주대학교의 전산망은 대학교라는 특수성 때문에 일반적인 회사의 LAN 보다 다양한 서비스를 제공해야 하고 다수 이용자들이 사용하기 때문에 많은 인자들을 고려해야 한다. 이러한 특수성을 감안하여 대학교의 전산망이 제공해야할 서비스를 그룹으로 나누어 설명하고, 제공 서비스 품질 및 제공방법에 대하여 설명한다.

#### 1) 대학내 망의 통신 서비스

대학내 통신서비스는 교육지원분야 통신 서비스, 연구지원분야 통신 서비스,



학사행정분야 통신 서비스 그리고 정보 서비스분야 통신 서비스로 크게 4가지로 구분 할 수가 있다.

(1) 교육지원분야 통신 서비스

학사관련 전산화 정보이용, 수강신청 입력, 취업정보 검색, 학적사항 검색, 장학사항 검색, 교육자료 검색, 교육관련 소프트웨어 활용, 도서대출, 통계처리, 학습정보의 교환, 원격강의

(2) 연구지원분야 통신 서비스

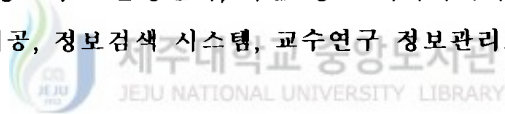
교수연구를 위한 최신 정보자료의 검색 및 취득, 국내외 학술 정보 교환, 전산시설 이용 연구, 국제 공동학술연구 수행, 교육용 패키지 활용, 컴퓨터 사용 교육

(3) 학사행정업무지원 분야 통신 서비스

학사행정 업무 전산화, 인사업무 전산화, 물품관리 전산화, 급여회계관리 전산화, 강의 및 강의실 분배, 온라인(On-line) 문서처리, 공지사항 안내, 증명서 발급

(4) 정보 서비스 분야 통신 서비스

도서 및 최신 정보자료 운영관리, 학술 정보 데이터베이스 구축, 하이퍼미디어 응용 웹서비스 제공, 정보검색 시스템, 교수연구 정보관리, 망 관리 시스템, 전자메일



2) 서비스 품질 및 제공방법

I장 1)절에 나열된 서비스들이 어떤 방법으로 이용자들에게 제공되는가를 결정하는 문제는 망의 선택을 결정하는 주요한 인자가 된다. 즉 데이터의 전송방식, 데이터량 및 요구되는 망의 성능이 서비스 제공방법과 품질에 의해 대략적으로 결정이 나게 된다.

제주대학교의 전산망은 I장 1)절에서 나열된 서비스들을 다음과 같은 방법으로 제공되어지도록 설계한다.

(1) 일반적인 데이터를 주고 받을 수 있는 기본적인 통신로를 제공한다.

- 
- (2) 분산 전산자원을 활용할 수 있는 서비스를 제공한다.
  - (3) 전자우편, 전자 게시판, 파일전송, 가상 터미널 등의 정보교환 서비스를 제공한다.
  - (4) 국내의 각종 학술정보 및 WWW(World Wide Web)과 같은 첨단 자료검색 서비스를 제공한다.
  - (5) 화상회의 등 멀티미디어 응용 서비스를 제공한다.
  - (6) 사무자동화와 통합행정정보 시스템 구축 환경을 조성할 수 있는 행정전산화를 위한 기본 통신로를 제공한다.
  - (7) 다양한 교육 수단으로 컴퓨터와 멀티미디어를 활용할 수 있는 통신로를 제공한다.
  - (8) 표준화를 위해 OSI(Open System Interconnection) 및 IEEE 802의 규격을 준수한 설계 사양 시스템을 채택한다.
  - (9) 망에 접속된 모든 시스템은 컴퓨터 기종에 무관하게 서로 액세스가 가능하게 설계한다.
  - (10) SNMP(Simple Network Management Protocol)가 지원되어야 한다.
    - 구성관리(Configuration Management)
    - 성능관리(Performance Management)
    - 장애관리(Fault Management)
    - 보안관리(Security Management)
    - 계정관리(Accounting Management)

## 2. 대학내 망에 사용되는 기술

대학내 망은 규모면으로 볼 때 일반적인 LAN보다 크고 WAN(Wide Area Network)보다 작으며, 특징은 일반적인 회사의 LAN보다 다양한 서비스를 제공해야 한다. 대학내 망은 다수 이용자들이 사용하기 때문에 데이터량이 많으므로 일반 LAN보다 고속망으로 구축되어야 한다. 그러나 고속망으로 모든 데이터가 처리되게 설계를 하면 망 선로의 비효율성을 초래한다. 근간망을 고속망, 부속망은 저속망으로 하면 성능이 저하없이 설계 비용을 줄일 수 있다. 대학내 망은 근간망과 부속망으로 이루어진 두 종류의 망들이 결합형태로 설계된다. 즉, 대학내 망은 부속망들이 근간망에 의해 연결된 형태가 된다. 대학내 망의 기본 액세스 프로토콜은 필요에 의해 고속 통신 프로토콜이어야 한다. 고속 통신 프로토콜은 다양한 매체 수용이 용이하고 급속히 발전하는 광통신 추세에 부응할 수 있다. 따라서 설치하는데 비교적 긴 시간을 요하며, 설치후 오랜 기간 동안 안정적 운용이 필요한 대학내 망의 요구로 볼 때 현재 국내에서 많이 사용하고 있는 고속통신 프로토콜인 FDDI, FDDI-II, 고속 이더넷, ATM(Asynchronous Transfer Mode)에 대한 비교와 부속망으로 사용하기 위한 이더넷과 토큰링에 대한 비교가 필요하다. 대학내 망에 사용될 수 있는 프로토콜은 표 2-1에 나타내었다.

ATM은 각 노드에 전용 대역폭을 할당하도록 하는 스위칭 개념의 전송기술이다. ATM 기술을 이용하면 LAN과 WAN의 인터페이스가 용이해 진다. ATM은 회선교환 방식의 장점인 빠른 전송과 패킷교환의 장점인 회선효율을 동시에 보장한다. 그러나 아직 표준화가 완료되지 않아 제품 호환성이 결여되어 있다. FDDI-II는 음성 및 비디오와 같은 동시성 정보를 수용할 수 있도록 FDDI를 개선한 프로토콜이다. 동시성 트래픽을 제외하고는 FDDI와 동일하며 아직 프로토콜의 표준화가 완성되지 못한 상태이다(이병기 등 1995). 고속이더넷은 데이터를 10Mbps(Mega byte per second) 속도로 수 킬로미터 보낼 수 있다면 100Mbps로 수백 미터를 전송할 수 있다는 가장 기초적인 아이디어

어에서 100Mbps 이더넷 연구가 시작되었다. 100Mbps 이더넷은 기존의 이더넷 기술에서 미디어 액세스 방법을 개선한 것이고, 미디어 액세스 방법에 의해 100Base-VG와 100Base-X로 나뉘어진다. 두 가지 방법 모두 100Mbps 속도로 수백 미터 거리에 있는 노드간의 전송이 가능하다. 100Mbps 이더넷의 데이터 포맷은 기존의 이더넷 포맷을 사용하였기 때문에 10Mbps 이더넷의 데이터를 변형하여 전송하는 것이 용이하나 연결거리(100Base-X 100m, 100Base-VG는 200m을 대상으로 개발)가 짧아 수 킬로미터의 근간망으로는 적합하지 않다. 그리고 이방식들은 최근의 기술이어서 아직 표준이 완성되지 못했고, 다른 망과의 상호연동에 대해 아직 증명되지 않았다. FDDI는 가장 먼저 정착된 프로토콜이다. FDDI의 가장 큰 특징은 장애시 복구할 수 있는 능력이 있다는 것이다. 대표적인 장애 복구 기능으로 듀얼 링 구조와 링크 모니터 기능이 있다. FDDI는 사용자들에게 가장 안정적이고 완벽한 서비스를 제공할 수 있다. 대학내 망에서 단말 연결용으로 많이 사용되고 있는 이더넷과 토큰링을 보면 이더넷은 확장성이 좋고 가격이 저렴하며 토큰링은 이더넷 보다 고가이면서 장애에도 또한 약하다(이 등 1995), (동서네트워크연구회, 1990).

대학내 망에 사용되는 기술을 비교하여 보았다. 근간망은 고속으로 사용되어야 하므로 신뢰성이 높고 안정적이면서 장애 복구가 쉬운 기술을 선택하는 것이 바람직하다. 부속망은 추가 삭제 변경 등이 자주 일어날 수 있으므로 설치하기가 쉽고 가격이 저렴한 기술을 선택하는 것이 좋다.

Table 2-1. Network technologies.

구분	이더넷	토큰링	FDDI	고속 이더넷	FDDI-II	ATM
매체 종류	동축, TP, 광섬유	광섬유, TP	광섬유, TP	TP, 광섬유	광섬유, TP	광섬유, TP
구성 방법	버스, 스타	링	링	스타, 버스	링	스타
전송 속도	10Mbps	4Mbps 16Mbps	100Mbps	100Mbps	100Mbps	UTP :25~51Mbps 광섬유 : 100,155, 633Mbps
최대 거리	10baseT :100m 10baseF :4.2Km	UTP,16Mbps:100m STP,16Mbps 4/5 : 150m UTP,16Mbps 3:31	단일모드 : 20Km 다중모드 : 2Km	100baseX : 100m 100baseVG : 200m	단일모드 : 20Km 다중모드 : 2Km	
최대 노드수	1024	STP,4/16Mbps : 250 노드 UTP,16Mbps : 150노드 UTP,4Mbps : 72노드	500	100		
특징 및 장점	LAN 단말 인터페이스	LAN 단말 인터페이스	고속 LAN LAN 백본	고속 LAN, 백본:백플레인버스	고속 LAN, LAN 백본, 음성화상통신 통합	고속 LAN, LAN/WAN 백본, 음성화상통신 통합, CATV, 위성 및 지상망
구현 환경	건물내	건물내	대학내	건물내	대학내	대학내
IEEE 표준	IEEE 802.3	IEEE 802.5	ANSI X3T9.5	IEEE 802.12	ANSI X3T9.5	ATM 포럼

### 3. LAN 근간망 종류의 비교

실험실, 단일건물 등 중소규모에 적합한 근간망은 독립 Ethernet 근간망, Bridge를 이용한 Ethernet 근간망, Brouter를 이용한 Ethernet 근간망, Brouter를 이용한 Ethernet Star 근간망, Collapsed Router Star 근간망, Collapsed Router with FDDI Ring 근간망 등이 있다. FDDI Star 방식은 FDDI 근간망에 광콘센트레이터를 설치하여 단말기를 직접 연결하며, 단말기들이 고속의 성능을 필요로 하는 공장에서 주로 많이 사용된다. 성능이 우수한 Collapsed, Switched 근간망은 부속망의 속도향상을 가져왔으나, 가격이 고가이고 Switching 허브의 고장 발생시 전체망에 문제가 된다. ATM 근간망은 성능이 우수하고 분산방식을 사용하나 장비 가격이 비싸고 표준화가 이루어지지 않아 신뢰성이 확실치 않다. FDDI Dual Ring 근간망은 대학내 망에 가장 많이 사용되고 있으며, 성능 및 확장성이 우수하고 분산방식을 사용하고 있다.

LAN 근간망 종류를 주요구성장비, 토폴로지, 사용회선, 속도, 규모, 장점과 단점으로 나누어 표 2-2로 나타내었다.



< Table 2-2 > LAN Backbones(1).

Backbone종류	Network 구분	주요구성장비	topology	Media	속도	규모	장점	단점
1 독립 Ethernet Backbone	10 Base2 10 Base5	LAN Card	BUS	Coaxial	10M	소규모 실험실	가격이 저렴 설치간편	확장성 X 유연성 X 관리성 X 거리제한
2 Bridge를 이용한 Ethernet Backbone	10 Base2 10 Base5	Bridge LAN Card	BUS	Coaxial	10M	소규모 실험실 (Node 확장)	가격이 저렴	//
3 Brouter를 이용한 Ethernet Backbone	10 Base5 10 BaseT	Brouter(low) HUB	Star BUS	UTP Coaxial	10M	중규모 (단일건물)	Traffic 처리	거리 한계 속도 한계
4 Brouter를 이용한 Ethernet Star Backbone	10 BaseT 10 BaseF	Brouter(low) HUB	Star	UTP Fiber	10M	중규모 (복수건물)	비교적 저렴한 가격으로 복수 건물 연결	속도 한계
5 Collapsed Router Star Backbone	10 Base5 Token Ring	Brouter(High)	BUS Ring	Coaxial	10M	중규모 (단일건물)	3,4방법에 비해 Subnet 간 Traffic 처리가 뛰어난 token ring 지원	거리 한계 가격 상승

< Table 2-2 > Continued(2).

BackBone종류	Network 구분	주요구성장비	topology	Media	속도	규모	장점	단점
6 Collapsed Router with FDDI Ring Backbone	FDDI 10 Base5	FDDI Router	Ring BUS	Fiber Coaxial	100M 10M	중규모	performance 우수	Router 고장시 전체 Network 문제
7 FDDI Star Backbone	FDDI 10 BaseT 10 Base5	FDDI Router FDDI Concentrator HUB	Ring Star	Fiber UTP	100M 10M	대규모 (공장)	performance 우수 집중방식 FDDI 접속용이	FDDI Concentrator 문제 시 위험
8 FDDI Dual Ring Backbone	FDDI 10 BaseT 10 Base5	FDDI Router Concentrator	Ring Star	Fiber UTP	100M 10M	대규모 (Campus)	performance 우수 분산방식 확장성 우수	Subnet 속도 한계
9 Collapsed, Switched Backbone	Switching 10 BaseT 100 BaseT	Switching HUB Router	Star	Fiber UTP	100M 10M	중, 대규모	performance 우수 집중방식 Subnet 속도 향상	가격 고가 Switching HUB 문제시 전체 LAN 문제
10 ATM Backbone	ATM 10 BaseT	ATM Switch LAN Switch	Star	Fiber UTP	155M 10M	대규모	performance 우수 분산방식	가격 고가 신뢰성 문제 표준 미확정



#### 4. 망 장비의 선택

망의 선택은 성능, 확장성, 신뢰성, 관리성, 경제성, 지속성 등을 고려하여 선택한다. 근간망은 성능을 중점적으로 고려하면서, 신뢰성, 경제성, 지속성 등을 평가한다. 부속망은 경제성, 확장성, 관리성, 지속성 등을 고려해야 한다. 근간망은 부속망이 연결되어 많은 데이터가 교환되므로 고속망을 선택하여 성능을 좋게 한다. 또한 근간망의 고장은 망전체에 큰 영향을 미치므로 신뢰성을 고려하여 장애 복구기능이 있는 망을 선택해야 한다. 이러한 성능과 신뢰성을 고려하면서 부품조달의 지속성과 망 장비의 경제성을 고려하여 망을 선택한다. 부속망은 사용자가 직접 연결되는 망이므로 확장성과 관리성이 우선되어야 한다. 확장성은 새로운 사용자의 연결, 연결위치의 변경, 연결의 제거가 손쉬워야 하며 이러한 과정에서 장애가 발생할 가능성이 높기 때문에 관리가 용이한 구조가 되어야 한다. 또한 부속망내의 교환데이터량은 근간망에 비해 소량이므로 성능보다는 경제성을 고려한다. 부품고장시 대체 할 수 있어야 하기 때문에 지속성을 고려해야 한다(Van Norman, 1992).

- (1) 성능면 : 전송속도와 처리능력
- (2) 확장성 : 연결의 변경, 추가, 삭제의 용이성
- (3) 신뢰성 : 데이터 전송의 실패 여부
- (4) 경제성 : 망 장비의 비용
- (5) 지속성 : 망의 지속적인 유지관리를 위한 지속적 부품 조달 가능 여부
- (6) 관리성 : 예러 발생시 진단 및 복구의 용이성

이와 같은 망의 선택사항을 고려한다면 근간망은 성능과 신뢰성, 경제성 그리고 지속성을 고려할 때 FDDI Dual 방식이 적당하다. 부속망은 확장성과 경제성측면에서 토큰 링보다는 이더넷이 우수하며 관리성을 고려해서 스타 토폴로지 구성하는 것이 가장 타당하다.

기술적 측면을 고려하여 선택한 후에 발생하는 문제는 용량을 선정하는 문

제이다. 현재의 통신서비스에 대한 만족뿐만 아니라 장래의 통신서비스 변화를 고려해야 한다. 많은 돈을 투자하여 힘들게 구축한 대학망이 설계의 부주의로 인하여 몇 년도 사용하지 못하고 무용지물이 된다면 큰 경제적 낭비가 아닐 수 없다. 구축된 전산망이 적어도 몇 년 동안의 통신서비스와 가입자의 변화에 대해서도 수용할 수 있도록 충분한 사전준비가 필요하다.

제주대학교의 경우 단말기를 1000대 정도 연결 사용가능하다. 일반적인 이더넷 패킷의 최대 길이는 1500Byte이고 평균 초당 근간망에 유입되는 패킷 수를 전체 단말기가 전부 사용 한다고 가정하여 현재의 통신 서비스의 데이터량을 추론하면 초당 12Mbit가 근간망에 유입된다. 이는 성능에 아무런 문제없이 지원할 수 있으며 이데이터 량의 5배 까지도 충분히 지원할 수 있다. 선택된 망의 특징을 보면 근간망은 광케이블을 사용하여 고속망으로 구성하고 FDDI 프로토콜을 사용한다. 토폴로지는 근간망은 이중 링, 부속망은 스타형태로 한다. 트래픽량이 많은 곳에 FDDI Node(Router)를 설치하고 부속망은 10Mbps 이더넷으로 구성한다. 건물별 부속망과 라우터는 광케이블로 연결한다. 각 건물내의 집중기 혹은 허브로부터 단말기까지는 UTP(Unshielded Twisted Pair) 케이블(Category label 5)을 사용한다. 전자계산소 내에 전산망 관리시스템을 설치하고 교육망 및 타 외부 전산망과 연동할 수 있도록 한다. 이러한 망의 대략적인 구조를 그림 2-1에 나타내었다(EDCOM, 1991).

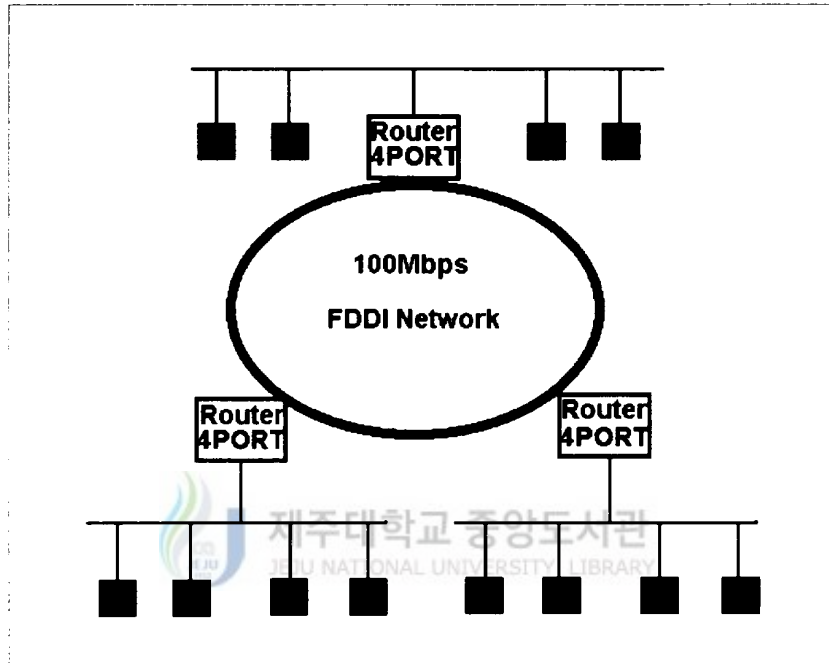


Fig. 2-1. The structure of campus networks.

### III. 망 구성요소의 최적화

망 구성요소의 최적화에서는 선택된 망 기술의 특성과 기존의 설계 알고리즘에 대한 조사를 하여 설계 알고리즘을 제안하였고, 이를 제주대학교 전산망에 적용하였다.

망 구성요소는 설계 알고리즘을 이용하여 최적화한다. 그러므로 적용할 설계 알고리즘을 선택하는 것이 선행되어야 할 것이다. 설계 알고리즘을 선택하려면 II장에서 결정된 FDDI와 이더넷 동작특성과 설계 알고리즘에 대한 이해가 선행되어야 한다. 설계 알고리즘을 잘못 적용하여 망을 설계한다면 망의 구성과 동작이 예상과 많은 차이를 보일 수 있으며, 극단적인 경우에는 망을 다시 구축하는 경우가 생길 수 있다.

#### 1. 망 구성요소의 특성

대학내 전산망의 부속망은 이더넷으로 구성되고, 이더넷의 최대 전송 데이터의 크기는 1500byte이다. 이더넷은 프로토콜로써 CSMA/CD(Carrier Sence Multiple Access / Collision Detection)를 채택하고 있기 때문에 전송 속도와 데이터의 처리량에 많은 차이가 존재할 수 있다. 이더넷의 전송속도는 10Mbps이나, 최대 처리량은 전송속도 $\times 0.184$ 이고 딜레이를 고려할 때는 전송속도 $\times 0.1$ 정도의 데이터 전송능력을 갖는다(Van Normanl, 1992), (Housley, 1987). 그러므로 각 건물마다 부속망을 설치 한다고 보았을때 딜레이를 고려한 초당 부속망에 유입되는 패킷 수는 83개이다. 한 단말기에서 발생하는 패킷이 평균 초당 1개라고 가정한다면 83대 정도의 단말기가 동시에 사용되더라도 통신서비스의 성능저하는 부속망에서는 발생하지 않는다. 제주대학교의 경우 하나의 부속망내 최대 단말기 수는 78개이므로 부속망에서의 성능저하

는 발생하지 않는다. 이러한 이유로 제주대학교의 부속망의 내부는 고려하지 않고 하나의 노드로 간주하여 대학내 망을 설계하여도 무방하다. 대학내 전산망의 근간망 전송속도는 100Mbps이고 전송데이터의 최대 길이는 4.5KByte이다. 근간망노드가 N개이면, 각 노드당 전송속도는  $100/n$  Mbps로 근사화할 수 있다. 부속망에서 전송된 데이터가 근간망에서 성능상의 문제가 야기되려면 동시에  $100/n$ 개 이상의 부속망이 한 근간망 노드에 집중될 때 발생한다. 그러므로 근간망 노드에 연결되는 부속망의 수는  $100/n$  이하이어야 한다. 대학내 전산망의 연동장치로써 캡슐화(Encapsulating) 라우터가 사용된다. 이 장비는 동일한 부속망 사이의 통신을 이와 다른 매체와 데이터링크층으로 구성된 근간망을 통하여 데이터가 전송될 때 사용되는 라우터이다. 이 라우터는 일반적으로 사용되는 변환(Translating) 라우터보다 가격면과 성능면에서 우수하다.

제주대학교 전산망의 부속망은 모두 이더넷으로 구성되었기 때문에 캡슐화 라우터가 사용되어 진다.



## 2. 망 구성요소의 최적화를 위한 설계 알고리즘의 제안

설계 알고리즘은 접근방법에 따라 휴리스틱 알고리즘과 discreet event simulation으로 구분되고, 설계목적에 따라 연결 결정과 라우터 위치 결정으로 구분된다(Van Normanl, 1992). 이번 절에서는 기존의 휴리스틱 알고리즘을 사용한 연결 결정과 라우터 위치 결정에 대하여 고찰하고 회선배치와 망 장비배치를 모두 고려하는 알고리즘을 제안한다.

제주대학교의 전산망은 근간망과 부속망으로 이루어지기 때문에 가장 먼저 라우터가 설치될 노드들을 결정하는 것이다. 이 노드들은 근간망 노드가 된다. 부속망은 관리성과 확장성을 고려하여 허브보다는 집선장치를 설치한다. 이러한 설치의 스타구조가 된다. 망 구성요소의 최적화는 근간망과 부속망을 동시에 고려하면서 이루어진다.

일반적으로 대학망은 여러 개의 LAN이 상호연결된 형태이기 때문에 근간망이 존재하며, 근간망 노드 선정이 선행되어야 한다. 근간망 노드가 선정되면, 부속망과 근간망이 대략적인 윤곽이 나타나기 때문에 망 전체의 최적화가 용이하여진다. 즉 근간망 노드가 처리할 수 있는 능력을 고려하여 부속망을 최적화 시키면 최적화된 망을 얻을 수가 있다. 이러한 과정을 수행하기 위해서 필요한 것은 근간망 노드를 결정하는 알고리즘과 근간망 노드가 처리할 수 있는 능력을 고려하여 부속망을 최적화시키는 알고리즘이다. 이러한 알고리즘을 선택할 때 가장 중요한 것은 어떤 알고리즘이 선정된 망에 적합한가를 판단하는 것이다. 적합한 알고리즘이 없을 때에는 새로운 알고리즘을 개발하여 적용시켜야한다. 그러므로 기존의 근간망 노드 선정 알고리즘과 중앙집중망 설계 알고리즘에 대한 고찰이 필요하고, 이러한 알고리즘들이 망에 적용할 수 있는지를 판단한다. 대학내 전산망으로 선택된 망은 회선배치보다 장비에 의해 생기는 비용변화가 크기 때문에 회선배치에 의한 비용의 최소화에 중점을 둔 기존의 알고리즘으로는 만족할 만한 효과를 얻기가 어려웠다. 그래서 회선배치와 장비배치를 모두 고려하는 알고리즘을 제안하였다.

1) 기존 알고리즘

기존의 알고리즘들에 대해 알아보고, 이 알고리즘들이 대학내 전산망에 적용가능한지 고찰하여야 한다.

(1) 초기 라우터 후보지 선택 알고리즘

① NEWCLUST 알고리즘중에서 초기 라우터 후보지의 선택

라우터의 위치 선택은 망 설계에서 중요하다. Dysart\_Georganas는 이러한 라우터 선택 방법에 대한 NEWCLUST 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 노드간의 거리를 바탕으로 하고 있으며 내용은 다음과 같다.(Ahuja, 1985), (Dysart and Georganas, 1978)

N : 총 노드 수

k : 설계시 매개변수

<1 단계> N개 노드에 대해 각각의 노드로부터 인접한 노드를 k개까지 나열한다.

<2 단계> 1 단계에서의 결과로부터 각 노드의 발생빈도를 구한다.

<3 단계> 각 노드는 빈도  $p = 1, \dots, F$  중에서 하나를 갖게 된다. F는 발생빈도의 최대값이다. 모든 노드를  $S(p)$ ,  $p = 1, \dots, F$  안으로 분할한다.

$$\text{<4 단계> } KM = \left( \sum_{p=1}^F \frac{px(p)}{N} \right) + 1, \quad \sum_{p=1}^F x(p) = N$$

KM : 라우터 후보지를 결정을 위한 매개변수, 즉 KM을 바탕으로 후보지의 위치를 구할 수 있다.

<5 단계> 리스트  $S(p)$  안의 노드 위치들로부터 초기 집중기의 위치 리스트를 구할 수 있다.

$S(p)$  : 발생빈도 수에 따른 노드들의 집합

알고리즘을 그림 3-1에 적용하면 2단계까지의 결과는 표 3-1, 3단계까지의 결과는 표 3-2, 4단계로부터  $KM$ 을 구할 수 있고,  $KM$ 으로 부터  $S_i$ 에 대해 라우터 위치에 대한 후보지를 선택한다.

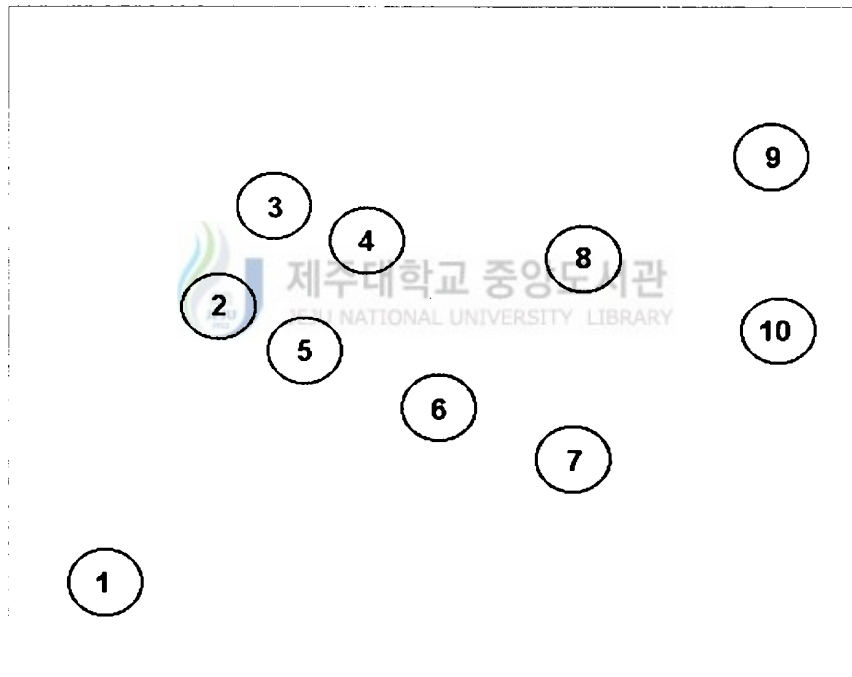


Fig. 3-1. An example data of the NEWCLUST algorithm.



Table 3-1. The results of the second step.

Terminal location	List of the terminal and its K-nearest neighbors	Frequency of occurrence
1	1, 2, 5, 6	1
2	2, 3, 4, 5	5
3	3, 2, 4, 5	3
4	4, 3, 2, 5	6
5	5, 2, 4, 6	6
6	6, 5, 4, 7	5
7	7, 6, 8, 10	5
8	8, 7, 4, 6	4
9	9, 8, 7, 10	2
10	10, 7, 8, 9	3

Table 3-2. The results of the third step.

$S_i$ : Ordered list of terminal locations, where $i$ is the frequency of occurrence
$S_1 = (1)$
$S_2 = (9)$
$S_3 = (3, 10)$
$S_4 = (8)$
$S_5 = (2, 6, 7)$
$S_6 = (4, 5)$

$$KM = \text{weighted mean} + 1$$

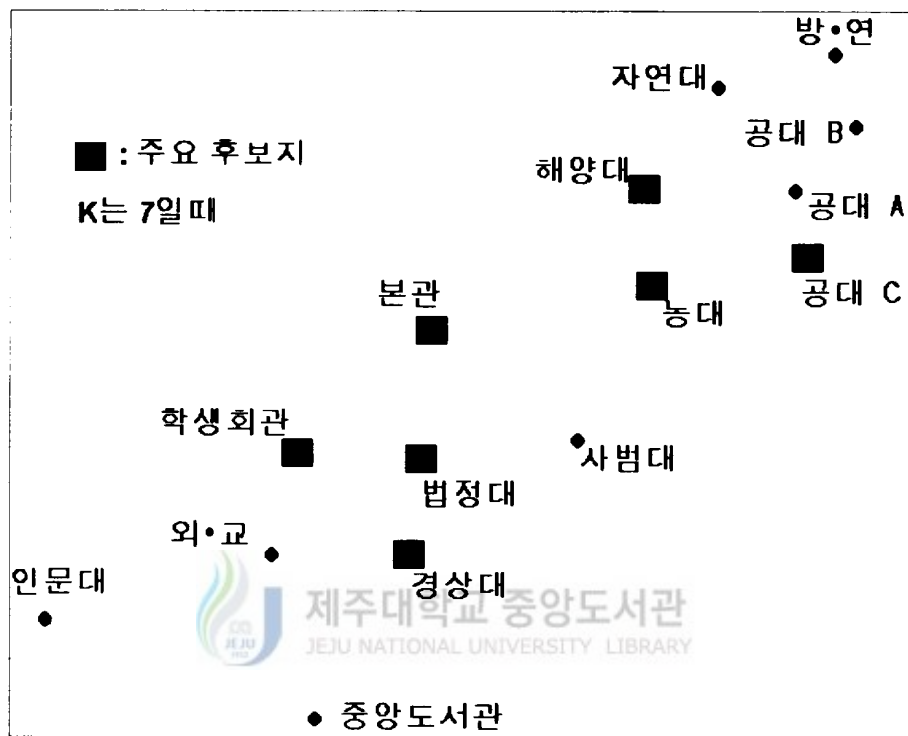
$$= \frac{1+2+6+4+15+12}{10} + 1$$

$$= 5$$

$S_i$  중에서  $i$ 가 5보다 크거나 같은 항을 선택한다. 결국 주요 후보지는 다음과 같다.

주요 후보지 노드 = { 2, 4, 5, 6, 7 }  $K=3$ 일 때

예를 들어 제주대학교의 경우 이와 같은 알고리즘을 적용하면 결과는 그림 3-2와 같다.



< Fig. 3-1 > The result of NEWCLUST algorithm on the Cheju Univ.

그러나 제주대학교 전산망 설계에서는 이미 전산소와 도서관 등 주요노드가 될 수 있는 건물이 이미 지정이 되어 있으므로 이 단계를 이용하지 않는다. 제주대학교의 전산망에서는 트래픽량과 확장성을 고려하여 주요노드를 전산소(본관)와 도서관 그리고 공과대학(7동)을 주요노드로 선정되었다.

## (2) 회선연결 알고리즘

### ① Minimum Spanning Tree ( MST ) 알고리즘

MST는 채널용량에 비해 트래픽이 아주 적을 때 적용하는 알고리즘이다. MST는 폐경로를 갖지 않으면서 모든 노드를 연결하고 연결되는 선로비용의 합이 최소가 되도록 하는 알고리즘이다. MST를 구하는 알고리즘은 여러가지가 있으나 일반적으로 Kruskal 알고리즘에 기초를 두고 있다. 그러나 MST 알고리즘은 현실적으로 적합하지 않으며, 실제적인 문제에 접했을 때는 이 알고리즘을 기본으로 한 응용 알고리즘을 적용하여 문제를 해결한다(Ahuja, 1985).

### ② Chandy-Russell 알고리즘

Chandy-Russell 알고리즘 제한사항이 있는 MST를 구하는 알고리즘이다. 이 알고리즘의 절차는 1단계에서는 제한사항이 없는 MST를 구한다. 2단계에서는 제한사항이 없는 MST가 제한 사항을 만족하는지 검사하고 제한조건을 만족하면 종료하고 만족하지 않으면 다음 단계로 간다. 3단계에서는 2단계에서 제한사항을 만족하지 않은 가지를 갖는 구조를 제외시키고 1단계 과정부터 다시 수행된다(Ahuja, 1985).

### ③ 휴리스틱 알고리즘

휴리스틱 알고리즘은 근사화된 방법을 이용하여 적은 계산량으로 최적 해를 구하는 알고리즘이다. 일반적인 휴리스틱 알고리즘의 해는 5~10 % 내에 오차를 갖고 있다. 이러한 오차가 있더라도 휴리스틱 알고리즘이 사용되는 지는

것은 많은 노드로 이루어진 망일 경우에도 짧은 시간에 최적 해를 구할 수 있기 때문이다. 이러한 휴리스틱 알고리즘은 Esau-Williams에 의해 시작되었으며 Kruskal 알고리즘과 통합 알고리즘들이 있다.

Esau-Williams 알고리즘은 직접 중심 노드와 연결하는 것과 이웃 노드에 연결했을 때의 비용이득을 고려하는 방법이고, Kruskal 알고리즘은 최소 비용 링크를 연결하는 방법이다. Chou-Kershenbaum은 이와 같은 알고리즘들에 대한 통합할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 가중치가 첨가된 링크비용( $d_{ij}$ )이 최소인 링크를 선택하여 이미 선택된 링크들과의 폐경로 여부와 제한사항을 검사하고, 이러한 과정을 모든 노드가 포함될 때까지 반복하는 방법이다.

$$\text{Min}(d_{ij}=C_{ij}-W_i)$$

$$w_i = a[bC_{i1} + (1-b)C_{i2}]$$

이 알고리즘은 각 노드에 대한 가중인자  $w_i$ 을 사용한다. 특정 휴리스틱 알고리즘은  $w_i$ 를 어떻게 정의하느냐 하는 문제에 달려있다.

$w_i = a[bC_{i1} + (1-b)C_{i2}]$  여기서  $a$ 와  $b$ 는 각각  $a \geq 0$ ,  $b \geq 0$ 인 파라미터이고,  $C_{ij}$ 는 노드  $i$ 와 노드  $j$ 사이의 링크 비용이다. 만일  $a=0$ 이면 Kruskal 알고리즘이 되고  $a = b = 1$ 이면 Esau-William 알고리즘이 된다.

대학내 전산망으로 선택된 망은 회선배치에 의해서 생기는 비용변화보다 장비의 효율적인 사용에 의해 생기는 비용변화가 크다. 이러한 대학내 전산망의 특징으로 인하여 회선배치에 의한 비용의 최소화에 초점을 둔 기존의 알고리즘으로는 만족할 만한 효과를 얻기가 어려웠기 때문에 장비배치와 회선배치를 모두 고려하는 적합한 알고리즘 개발이 요구된다(Ahuja, 1985).

## 2) 알고리즘 개발

### (1) 제안된 설계 알고리즘

제안 알고리즘에서는 라우터의 효율적인 사용과 회선비용의 감소에 기반을 두고 있으며 우선적으로 라우터의 효율적인 사용에 목적을 두고 있다. 라우터

의 효율적인 사용이라 함은 부속망의 수에 따른 라우터에 사용되는 카드의 사용을 최소화하는 것이다. 이 카드의 비용이 회선비용과 비교해서 아주 큰 가격차이를 보이고 있다. 즉 약간의 회선비용의 추가가 있을지라도 고가의 장비를 최소의 갯수로 하는 것이 경제적인 설계가 된다. 즉 장비의 가격절감과 동시에 최소한의 회선비용으로 설계를 하는 것이 이상적이다. 따라서 본 논문에서는 라우터에 들어가는 카드의 최소화에 관점을 두며 회선비용의 최소화에 대한 새로운 알고리즘을 제안한다.

제안 알고리즘의 설계 과정은 다음과 같다.

<1 단계> 망 설계시 사용되는 최소의 카드 수 결정하기

망 설계시 최소한의 사용될 카드수(card\_num)를 구한다.

$$\text{card\_num} = \lfloor (N-1) / \text{PORT} \rfloor + 1$$

카드 : 라우터에 들어가는 장비로 이터넷포트 연결용

N : 노드 수

PORT : 한 개의 카드에서 사용할 수 있는 이터넷 port의 수

$\lfloor x \rfloor$  : x를 넘지 않은 가장 큰 정수

<2 단계> 각 노드에서 인접한 라우터 결정하기

각 노드(라우터가 있는 노드 포함)를 가장 인접한 라우터에 연결시키고 n\_link 를 바탕으로 각 라우터에 연결된 노드 수를 구한다.

각 노드에 대해  $\min[\text{cost}[i][j]]$ 를 구하고 그 중에서 연결시 가장 회선비용이 적게 드는 라우터를 선택하고 선택된 라우터에 대해 r값을 1만큼 증가시키고 각 라우터에 대해 r을 구한다.

n\_link : 각 노드에서 연결될 라우터를 설정

$\min[\text{cost}[i][j]]$  : 노드i와 라우터j간의 비용이 최소가 되는 값

r : 각 라우터에 연결된 노드의 갯수(라우터가 있는 노드 포함)

<3 단계> 사용된 카드 수 구하기

2단계의 결과에서 각 라우터에서 필요로 하는 카드 수의 총합으로 구한다.

$$r\_card\_num[] = [(r-1) / PORT] + 1$$

$$\text{총합} = \sum_{i=1}^K r\_card\_num[i]$$

if card\_num = 총합 then goto 6단계

else goto 4단계

K : 라우터의 갯수

r\_card\_num : 연결 후 각 라우터에서 필요로 하는 카드의 수

[r % PORT] : r의 값을 PORT 값으로 나눈 나머지

<4 단계> 각 라우터에 들어가는 카드 수의 재결정

①  $r\_card\_num[] = [r / PORT]$  ,  $t[] = r \% PORT$

if r\_card\_num[] = 0 then { r\_card\_num = 1, t = t - PORT }

t : 양수이면 모자란 포트의 수

음수이면 남은 포트의 수

②  $\sum_{i=1}^K t_i > 0$  이면 라우터중에서 t가 가장 큰 노드에 카드를 증설 한다.

③ 다시 4단계 ②의 과정을  $\sum_{i=1}^K t_i \leq 0$  일 때까지 반복한다.

<5 단계> 라우터에서 남은 노드들에 대해 노드의 연결을 재구성한다.

① 노드의 재 연결할 때 먼저 고려해야 할 라우터는 t < 0 인 라우터로 부터 t > 0 인 라우터중에서 가장 멀리 떨어져 있는 라우터부터 고려하여 다음의 단계를 따른다.

② 라우터에 연결된 노드중에서 t값에 해당하는 갯수 만큼의 후보지 선정에 있어서 다음 조건을 만족하는 노드를 선택한다.

라우터에 연결된 각 노드에 대해 현재의 연결 비용과 다른 라우터간의 연결비용을 비교하여 차가 적은 노드를 후보지로 선택한다.

③ 선택된 후보 노드에서  $t < 0$  인 라우터에 연결시의 비용과 후보지 선택시 관련된 라우터에 연결( $t < 0$ ) 또는 경유(이 라우터의  $t > 0$ 이면 노드간의 교환)시의 비용 중에서 적은 비용을 갖는 경우를 선택하여 연결한다(복수개가 한 라우터와 관련이 있을 경우에는 그 라우터에서 멀리 있는 노드를 우선적으로 선택한다).

④ 5단계 ①에서 고려되었던 라우터에 대해서는 고려 대상에서 제외한다.

⑤ 각 라우터에 대해  $t \leq 0$  일 때까지 위의 과정을 반복한다.

<6 단계> 알고리즘에 의한 설계 결과를 출력한다.

## (2) 입력 데이터 분석

알고리즘에 적용할 입력 데이터에 대한 분석이 선행되어야 된다. 입력 데이터는 각 건물간의 거리, 선로비용, 라우터의 위치와 카드수 및 비용, 연결될 단말기수, 매홀의 설치여부, 공사비용 등이 될 수 있으며 가능한 실제의 값들과 유사하도록 구해야 한다. 입력데이터가 정확하여야 설계 결과도 그만큼 신뢰성을 갖기 때문이다(Van Norman, 1992).



### 3. 제주대학교 전산망 적용 결과

제주대학교 전산망에서는 장비(집선장치, 라우터등)들의 기능과 가격, 건물 간 맨홀의 설치 여부, 각 건물간의 거리, 회선 설치에 대한 비용(인건비, 광케이블 포함)등 여러 가지 입력 데이터들을 수집하여 분석하였다. 이러한 데이터들은 제안 알고리즘에 적용되므로써 회선배치나 라우터의 배치에 직·간접적으로 영향을 주어 망의 구조를 변화시키기 때문이다.

아래와 같은 제주대학교 전산망의 입력 데이터를 조사하여 제안 알고리즘에 적용하였다.

- 각 노드간의 거리 : 각 노드간의 거리를 표 3-3에 나타내었다.
- 고정비용 : 회선배치나 라우터의 배치에 의하여 변하지 않는 비용
- 유동비용 : 회선배치나 라우터의 배치에 의하여 변하는 비용
- 서비스 노드 : 제주대학교 서비스 노드는 라우터가 들어가는 건물로써 본관 · 공대A동 · 중앙도서관으로 설정이 되어 있다. 즉 라우터가 들어가는 건물은 3개가 된다.
- 집선장치에 연결된 터미널의 수 : 각 건물(이하 “노드”라함)에서 10baseT로 연결된 단말기의 수를 조사한다.
- 라우터에 사용되는 카드 : 하나의 카드에서 이더넷 포트를 4개 지원한다 .
- 각 집선장치와 라우터사이에 맨홀의 유무를 파악하여 맨홀이 설치되어 있지 않은 경우에는 맨홀 설치비용과 우회시의 회선비용을 비교하여 경제적인 경우를 선택한다.
- 광케이블의 공사비용 : 포설 1m당 1,017원
- 맨홀의 공사비용 : 1m<sup>3</sup>에 터파기 7,443원, 되메우기 2,863원,  
PVC 1m당 270원, 인건비 4,360원  
즉, 맨홀 1m당 총비용 14,936원
- 회선비용은 통신회선(광케이블, 맨홀 포함)비용을 나타낸다.

- 라우터 비용 : 라우터 케이스 비용(고정비용)과 이더넷 포트를 지원하는 카드의 비용(유동비용)으로 구분된다.

수작업을 통한 설계는 적은 수의 노드로 이루어진 경우에는 어느정도 가능할 수 있으나 노드수가 많아질수록 실수 할 가능성이 많아지고 설계 소요시간이 걸린다.

알고리즘을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션은 단시간에 설계가 가능하기 때문에 설계되었을 때의 성능을 추론할 수 있어 수작업의 시행착오에 의한 시간적 손실을 막을 수 있었다. 또한 노드가 아주 많은 경우에는 수작업에 의한 설계는 너무 복잡하기 때문에 단 한번의 설계에도 많은 시간이 소요된다. 이러한 망에 제한 조건을 고려한 최적 설계는 더 많은 시간이 소요되어 거의 불가능하였지만 알고리즘을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션은 제한 조건을 고려하면서도 짧은 시간 안에 설계가 가능하였다.

알고리즘을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션은 계산의 신속, 정확하기 때문에 많은 노드로 이루어진 망 설계에 제한 조건을 고려한 최적 설계(최소 비용)가 가능하였다.

그림 3-3은 각 노드에서 라우터에 대한 최단거리 연결도, 그림3-4은 포트수가 4인 경우, 그림 3-5는 포트수가 5인 경우, 그림3-6은 포트수가 3인 경우의 결과를 보여준다.

그림 3-4는 제주대학교 전산망에 제안 알고리즘을 적용하여 얻은 결과이며, 이 구성은 3장 1절에서 언급한 부속망과 근간망의 성능 제한조건을 만족시키고 있으므로 이 결과를 토대로 구축하였다.

Table 3-3. The distance of nodes. (단위 : m)

	본관	방연	공B	공A	공C	차대	해대	농대	사대	경대	법대	인대	중도	학회	외교
본관	0	435	420	354	360	360	225	195	165	210	120	435	375	162	255
방연	435	0	72	129	186	81	210	255	420	600	525	867	771	594	687
공B	420	72	0	75	120	114	201	228	378	564	495	849	732	576	666
공A	354	129	75	0	60	123	147	159	303	489	423	780	657	507	597
공C	360	186	120	60	0	186	180	168	279	471	414	774	633	507	591
차대	360	81	114	123	186	0	135	195	366	534	456	792	708	519	612
해대	225	210	201	147	180	135	0	72	237	399	318	657	573	384	477
농대	195	255	228	159	168	195	72	0	171	342	270	621	513	348	438
사대	165	420	378	303	279	366	237	171	0	189	147	501	354	252	324
경대	210	600	564	489	471	534	399	342	189	0	90	321	171	138	159
법대	120	525	495	423	414	456	318	270	147	90	0	360	255	108	177
인대	435	867	849	780	774	792	657	621	501	321	360	0	246	273	183
중도	375	771	732	657	633	708	573	513	354	171	255	246	0	249	192
학회	162	594	576	507	507	519	384	348	252	138	108	273	249	0	93
외교	255	687	666	597	591	612	477	438	324	159	177	183	192	93	0

① 최단거리 연결도인 경우

회선거리 : 2541m

사용카드수 : 5개

즉 회선거리와 사용카드수의 비용의 합은

$$2541m \times 1017원 + 5 \times 8000000원 = ₩ 42,584,197$$

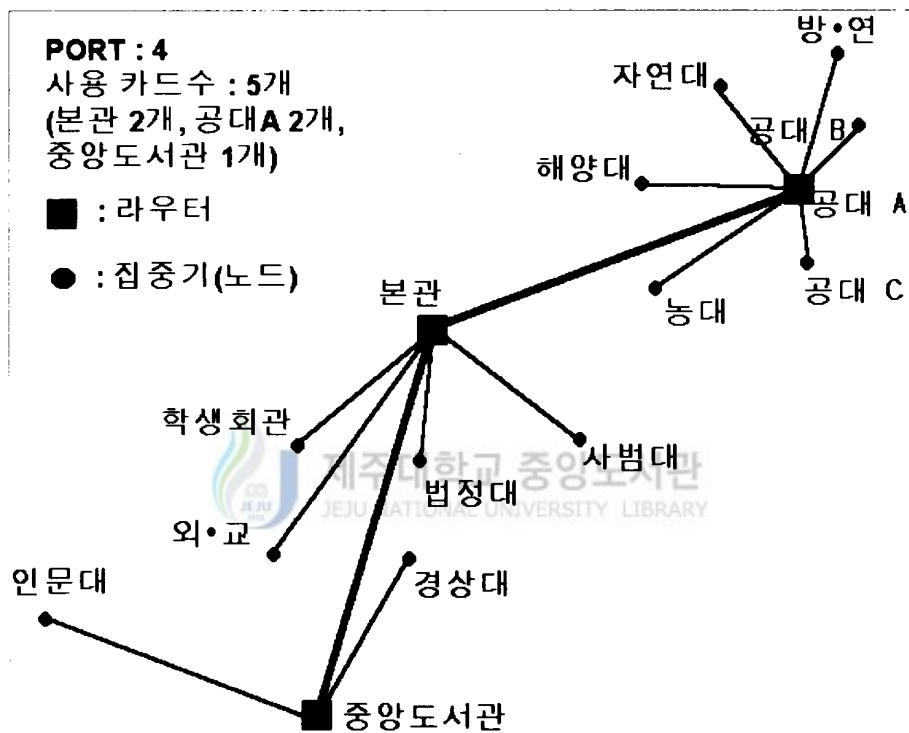


Fig. 3-3. The configuration on the shortest path.

② 4 PORT 카드를 사용한 경우(제안 알고리즘 적용)

회선거리 : 2676m

사용카드수 : 4개

즉 회선거리와 사용카드수의 비용의 합은

$$2676\text{m} \times 1017\text{원} + 4 \times 8000000\text{원} = \text{₩ } 34,721,492$$

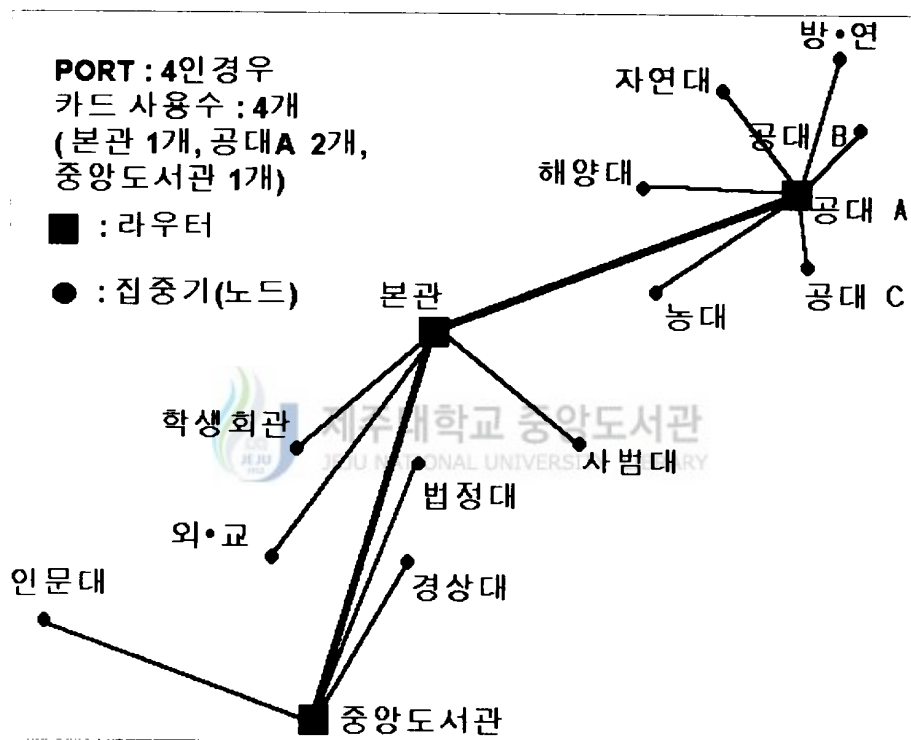


Fig. 3-4. The configuration with 4 ports.

③ 5 PORT 카드를 사용한 경우(제안 알고리즘 적용)

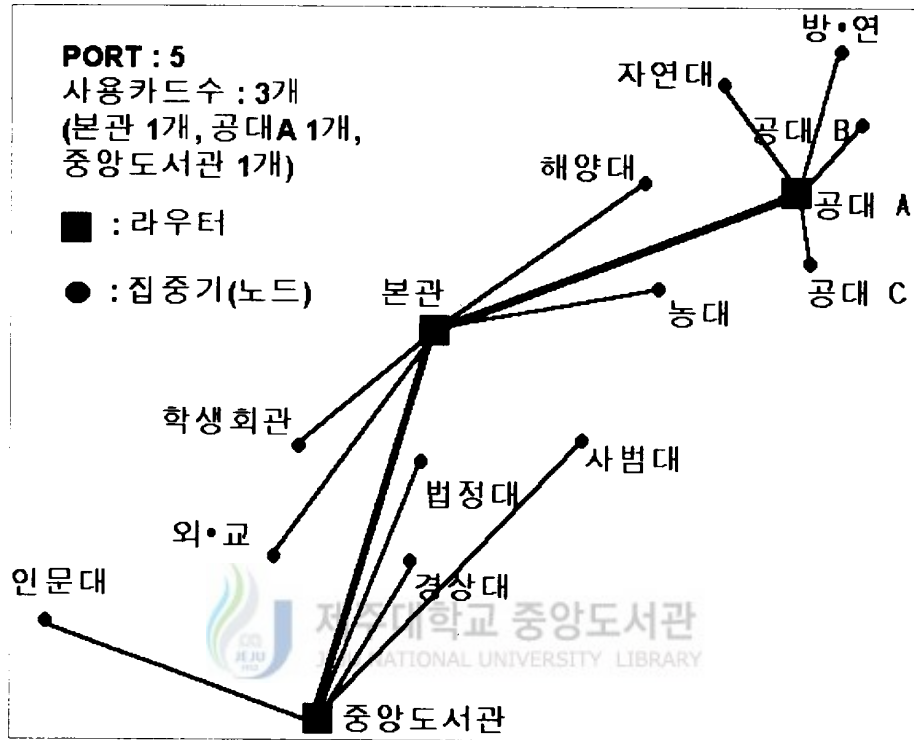


Fig. 3-5. The configuration with 5 ports.

④ 3 PORT 카드를 사용한 경우(제안 알고리즘 적용)

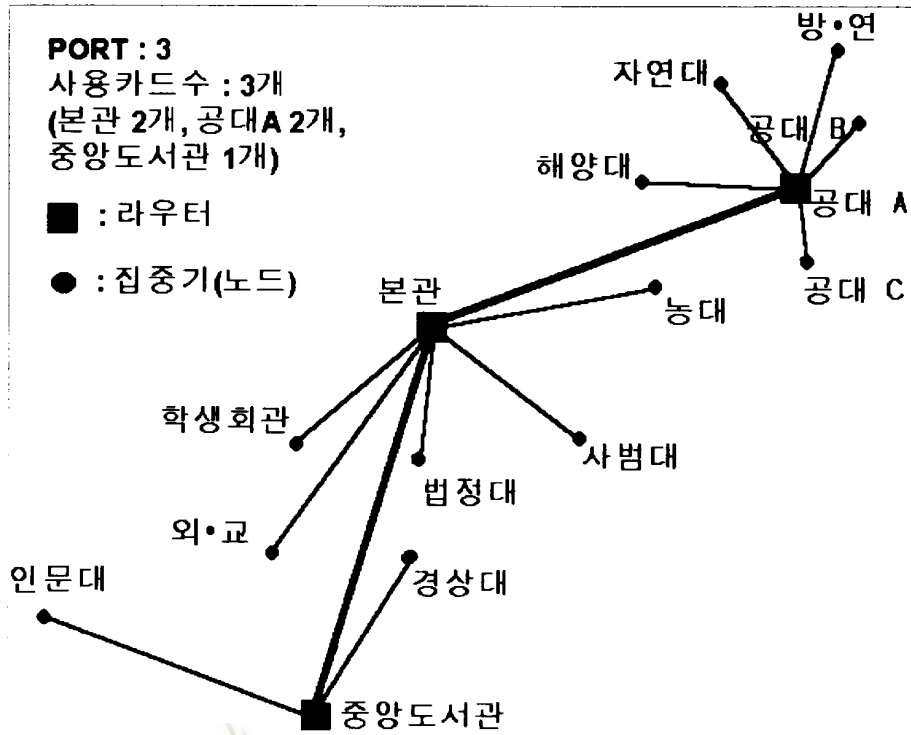


Fig. 3-6. The configuration with 3 ports.

⑤ ②의 결과는 ①의 결과에 제안 알고리즘을 사용하여 재구성한 결과이다. ②의 결과를 보면 ①의 결과보다 회선길이 135m가 늘어났으나, 카드의 수는 한 개가 줄어들었다. 즉, 비용은 ①의 결과와 비교를 하면 ₩ 7,862,705의 비용의 감소를 가져왔다. 설계결과는 3-1절의 근간망과 부속망의 특징에서 언급된 조건을 만족하여야 한다. 근간망 노드가 3개이므로 근간망 노드에 연결되는 부속망 수는 33개 이하이고 하나의 부속망에 연결된 단말기의 수는 83개 이하이어야 한다. ②의 설계 결과는 이러한 조건을 만족하므로 성능상에 문제점이 없으므로 설계가 종료된다.

## IV. 망의 관리

대학내 망이 구성되면 전산망 고장 탐지 및 복구를 위해서 대학내 망에 대한 전체 관리 시스템이 있어야 한다. 이 전용 관리 시스템은 전체망을 관리하고 특히 이기종의 장비관리가 가능해야 효율가치가 크다. 이 관리 기능은 대학내 망 구축 현황과 설치된 배선 및 장비들을 한 화면에 나타내고 장비고장 발생시 경보를 울리고 고장난 장비의 표시 색깔이 변하도록 해서 관리자가 쉽게 알아 볼 수 있게 한다. 이러한 망관리 시스템은 전자계산소에서 운용되어야 한다.

또한, 각 장비에 대한 자세한 내용을 파악할 수 있어야 한다. 이러한 망관리 기능은 라우터, 브리지, 집선장치, 허브, 케이블, 호스트, 워크스테이션 그리고 pc 등 하드웨어와 소프트웨어를 종합적으로 관리할 수 있어야 한다. 이러한 망관리는 구성관리, 성능관리, 장애관리, 계정관리 그리고 보안관리를 통하여 이루어진다.

대학내 망의 요구들을 실현하기 위해서 다섯가지로 구분된 구체적인 관리 기능을 보면,

(1) 구성관리 : 다른 모든 관리기능보다 우선적으로 이루어져야 한다. 구성 관리는 망에 존재하는 모든 하드웨어, 소프트웨어적인 자원들의 존재를 정확히 파악 되어야 관리가 시작될 수 있기 때문이다. 망관리 시스템은 주기적으로 구성요소 등을 폴링하며 이들의 통계적 상태를 파악하고 분석을 통해서 망의 계획, 제어, 변경 등을 행할 수 있게 한다. 근본적으로 구성관리는 망의 구성상태를 계속 모니터링 함으로써 추정하는 일이다. 구성관리는 add, delete, move, report, note, database기능을 포함하고 있어 망 구성변경의 자동적인 수용 등의 일을 수행한다.

(2) 장애관리 : 장애가 발생한 장비를 그래픽이나 경보 등으로 알려주고 그 장애를 국지적으로 분리하여 치유한다. 망 시스템의 하드웨어나 소프트웨어



그리고 케이블 장애 등을 감시하고 장애 발생처의 진단관리를 제공한다.

(3) 성능관리 : LAN의 하드웨어, 소프트웨어, 미디어에 대한 이용률, 에러율, 응답시간 등을 진단하여 LAN 장비와 링크 이용 현황 데이터를 수집한다. 수집된 데이터를 이용하여 이용률이 높은 장비에 대한 데이터를 분석하고 최상의 LAN 성능을 발휘할 수 있도록 적응라우팅(Adaptive Routing)기능을 갖고 있다. 또한 전체망 시스템과 각 노드의 현황에 대한 정보와 서비스시간, 응답시간 등의 효율성 개선을 위한 관련 자원의 취합과 응용이 필요하다.

(4) 계정관리(재정관리) : 망 관리자가 망 자원의 사용을 분석하여 이용자에게 비용을 부과하는 역할을 한다. LAN 구성요소들의 사용기록을 갱신함으로써 성능 변화를 감지하여 가능한 장애를 예측할 수 있다.

(5) 보안관리 : LAN 장비와 호스트들에 대한 사용자들의 액세스를 제한하고 전산자원의 무단 사용을 금지하는 기능이다. 이 기능은 중요한 정보를 지정하고 정보에 대한 액세스포인트를 찾아 다음 액세스포인트를 잠금하여 잠금된 액세스포인트를 계속 유지하는 구조를 갖고 있다. 또 암호화 LAN 주소, 사용자 이름, 패스워드 등을 이용하여 관리한다.

대학내 망은 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 사용하기 때문에 현재는 SNMP를 많이 사용하고 있으나, 향후는 OSI의 CMIP(Common Management Information Protocol) 지원도 가능해야 한다.

## V. 결 론

본 논문에서는 대학망의 설계 및 구축에 대한 실질적인 방법을 제주대학교 전산망의 설계과정을 통하여 제시하였다. 일반적인 망설계 과정인 망의 선택, 선택된 망의 최적화, 망의 관리 3단계로 구분지어 대학망 설계과정을 기술하면서 각 단계마다 제주대학교 전산망의 실제 적용 예를 제시하였다.

망의 선택에서는 대학내의 통신서비스들의 종류와 데이터량 및 지원방법을 고찰하였다. 여러가지 망 선택 인자들(성능, 확장성, 신뢰성, 관리성, 경제성, 지속성 등)을 고려하여 대학내 망은 근간망(Backbone)이 FDDI(Fiber Distributed Data Interface)이고 부속망은 이더넷(Ethernet)으로 망이 선택되어졌다. 이러한 망의 회선과 장비 모두를 최적으로 배치할 수 있는 알고리즘을 제안하여 망 최적화 단계에 이용하였다. 알고리즘을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션은 단시간에 설계가 가능하기 때문에 수작업의 착오에 의해 발생하는 손실을 예방할 수 있었다. 제주대학교에 적용한 결과 수작업에 의한 설계보다 설계 소요시간을 줄일 수 있었고 대학내 망의 총 설계비용을 줄일 수 있었다. 제안 알고리즘은 근간망(Backbone)이 FDDI이고 부속망이 이더넷인 경우에 비용을 최소화시키는데 일반적으로 적용할 수 있다.

## 參 考 文 獻

- Ahuja Ravindra K., Thomas L. Magnanti and James B. Orlin, 1993, "Network Flow", Prentice-Hall.
- Ahuja Vijay, 1985, "Design and Analysis of Computer Communication Networks".
- Black Uyles, 1992, "Computer Network Protocols, Standards and Interface", Prentice\_Hall.
- Craig Partridge , 1994, "Gigabit Networking", Addison Wesley.
- Doll Dixon R., 1978, "Data Communications", John Wiley & Sons.
- 동서네트워크연구회, 1990, "이기종 접속과 LAN 도해식 해설", 동서.
- Dysart H. G. and N. D. Georganas, 1978, "NEWCLUST : An Algorithm for the Topological Design of TWO-level, Multidrop Teleprocessing Networks." *IEEE Transactions on Communication*, vol.COM-26, no.1, January, pp. 55-61
- EDCOM, 1991, "Campus Networking Strategies" Digital Press.
- Esau L. R. and K. C. Williams, 1966, "On Teleprocessing System Design. a Method for Approximating the Optimal Network," *IBM System Journal*, vol.5, no.3, pp. 142-177
- Halsall Fred, 1992, "data communication, computer networks & open systems", Addison Wesley.
- Housley, 1987, "DATA COMMUNICATIONS & TELEPROCESSING SYSTEMS", Prentice-Hall.
- Kauffels Franz-Joachim, 1992, "Network Management", Addison Wesley.
- Kershenbaum, A. and R. Boorstyn, 1983, "Centralized teleprocessing network design," *Networks*, 13 : pp. 279-293.

- 
- Kershenbaum, A. and S. L. Peng, 1986, "Neighbor finding algorithms for cmst calculation," *IEEE INFOCOM '86*, April.
- Kershenbaum Aaron, 1993, "Telecommunications Network Design Algorithms", Mc Graw Hil.l.
- 김태윤, 1990, "데이터 통신과 컴퓨터 통신", 집문당.
- King Peter J.B., 1990, 'computer and communication systems performance' prenticehall.
- 이노우에 노부오, "정보통신 뉴미디어의 세계", 전자신문사
- 이병기, 강민호, 이종희, 1995, "광대역 정보 통신", 교학사.
- Marlin-William, 1990, "Network Modeling, Simulation, and Analysis, Marcel Dekker".
- Monma, C. L. and D. L. Sheng, 1986, "Backbone network design and performance analysis : A methodology for pkt switching network," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, 4: 946-965.
- Rose Marshall T., 1990, "The open book", Prentice-Hall.
- Schwartz Mischa, 1977, "Computer Communication Network Design and Analysis", prenticehall.
- Spragins John D., 1991, "Telecommunications PROTOCOL AND DESIGN", Addison Wesley.
- Stalling, 1993, "SNMP,SNMPv2,and CMIP" , Addison Wesley.
- 성승희, 이인행, 1990, "데이터 통신과 프로 토콜", 홍릉과학출판사.
- Suruagy Monteiro J., Gerla M. and Pazos R., 1989, "Topology design and band-width allocation in ATM networks.", *IEEE JSAC*, 7 : 1253-1262.
- Tanenbaum, 1989, " COMPUTER NETWORKS", Prentice-Hall.
- Van Norman Harrell J., 1992, "LAN/WAN Optimization Techniques", Artech House.

## 감사의 글

본 논문을 완성하기까지 보살피 주시고 따뜻하게 지도해 주신 김경식 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 본 논문의 부족한 점을 지적해 주시고 다듬어주신 도양희 교수님과 강민재 교수님께 감사드립니다. 재학 기간동안 저를 가르쳐주신 이광만 교수님, 고성택 교수님, 김경연 교수님께도 감사드립니다. 그리고 지속적인 관심을 갖고 격려해 주신 여러 교수님들과 양상우 선생님, 김인홍 선생님께 감사드립니다. 저를 도와준 전자계산소 선생님들에게도 본 지면을 통하여 고마움을 전합니다. 저와 함께 동고동락을 같이한 대학원생들에게도 뜻하는 일들이 다 이루어지기를 바랍니다. 성주, 성필, 천석, 신기, 용남, 봉구, 영식, 중철, 치우, 병철 그리고 승우에게도 부족하나마 감사의 뜻을 전합니다. 본 논문의 완성되어지기까지 밤샘을 같이 하면서 도와준 김동춘, 백원석 후배에게 진심으로 고마운 마음을 감사의 말로 전합니다. 오늘의 재가 있기까지 모든 것을 저에게 주신 아버님께 머리숙여 감사드리며 동생들의 호의를 오래 기억해 두고자 합니다.

항시 곁에서 격려를 해주는 아내 그리고 사랑하는 유미, 운영, 정민과 함께 이 기쁨을 소중하게 간직하면서 이 조그만 논문을 어머니 영전에 바치오며 명복을 빕니다.