

□ 특 집 □

## '93 대전 EXPO 회장내 지역통신망 시스템 : Client Server 방식의 다양한 Application들을 지원하는 복합 광 LAN 시스템

시스템공학연구소 이용우 · 최정호

● 목

차 ●

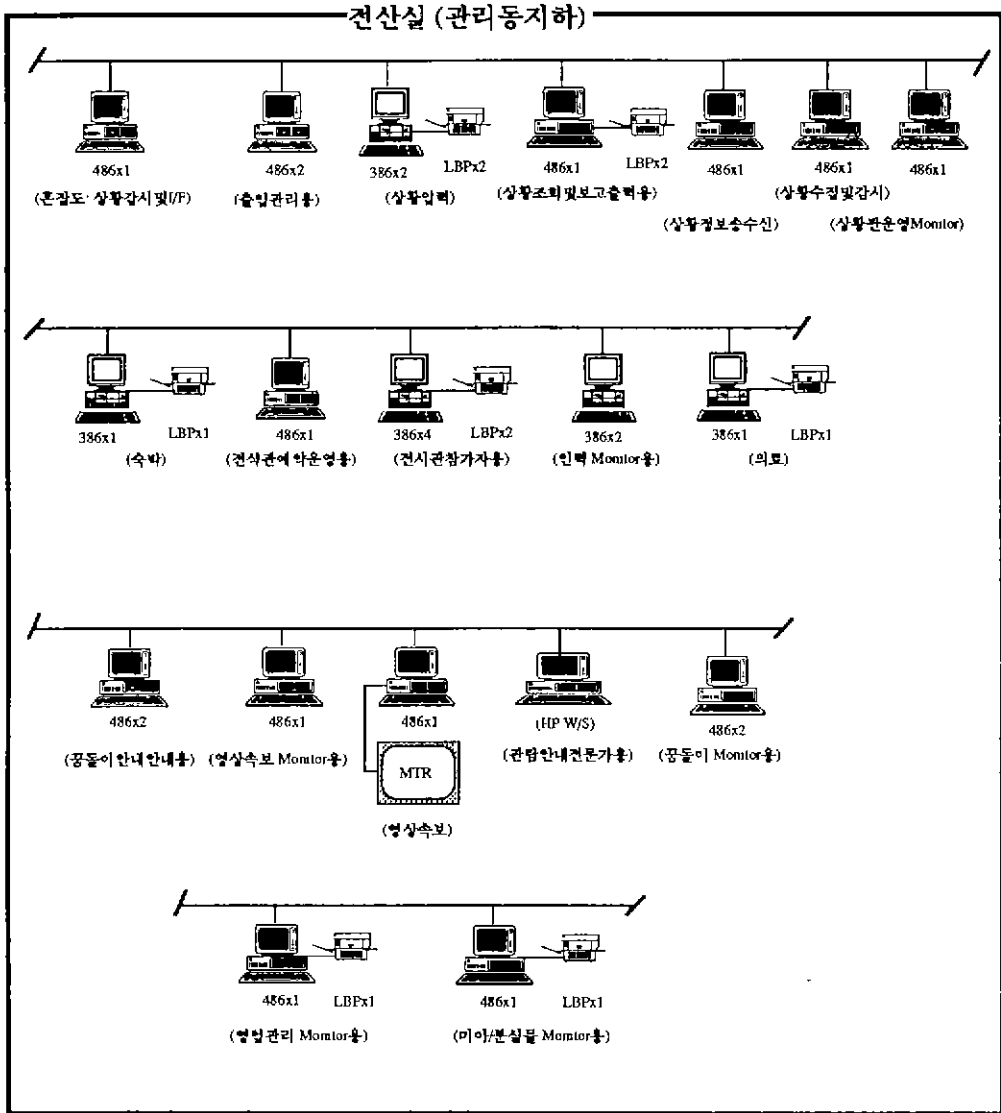
- I. 서 론
- II. 요구사항 분석
- III. 엑스포 전산망의 구축

- IV. 엑스포 전산망의 관리
- V. 결 론

### I. 서 론

'93년 Expo 전산 시스템에는 차세대 컴퓨팅 (Next Generation Computing) 기법들이 될 것이라고 예견되어 지고 있는것들 중에 많은 기법들이 사용되어지고 있다. 다운사이징(Down-sizing)의 급속한 진행과 통신망 기술의 발달로 지역 통신망(LAN)으로 연결된 클라이언트 서버(Client-Server) 방식이 널리 보급되고 있다. 이에 발 맞추어 '93 Expo 전산시스템은 (그림 1)(지면 관계상 일부만 게재함), (그림 2)에서 같이 온라인 처리 클라이언트 서버(On-line processing Client-Server) 방식으로 FDDI/Ethernet 복합 근거리 통신망(ALN)을 사용하여 구축되고 있다. '93 Expo 전산시스템은 이 기종간의 시스템통합(SI: System Integration)이 구현된 이기종 클라이언트 서버 시스템(heterogeneous client-server system)으로서 <표 1>에서 일부 볼 수 있듯이 (지면 관계상 일부만 게재함) 약 790여 개의 386 급, 486급의 PC와 SUN SPARC workstation,

CDC4360, CDC4330, HP Workstation 등을 주축으로 하여 구성된다. '93년 Expo 전산시스템에서는 장차 일상생활에 널리 쓰이게 될 멀티미디어 데이터(Multi-media data)도 선보이게 된다. 이 중 음성정보(Voice data)는 각단말기에서 자체처리되고 영상정보(Image data)와 일반정보(Text data)는 클라이언트 서버(Client-server) 방식으로 온라인(on-line) 처리된다. 영상정보나 음성정보는 대량의 정보 전송을 유발하는 대표적인 정보로 현재 세계각국에서 활발히 연구개발되고 있는 차세대 통신망의 주요 전송성분이기도 하다. 클라이언트(Client)와 서버(Server)를 합쳐 약 800여대 이상의 기기를 효율적으로 지원하고, 영상정보 등의 대형정보(bulk data) 전송도 원활히 하기 위하여 '93 Expo전산시스템에서는 FDDI [BURR 86], [ROSS87]와 Ethernet [METCALFE *et al.* 76], [SHOCH *et al.* 82]을 복합하여 사용하게 된다. FDDI는 기간망(Backbone)으로서 회장내 각 구역의 Ethernet들을 연결하는 역할을 하게된다. '93 Expo 전산시스템은 (그림 3)에서 볼 수 있듯이, 회장 밖 원격



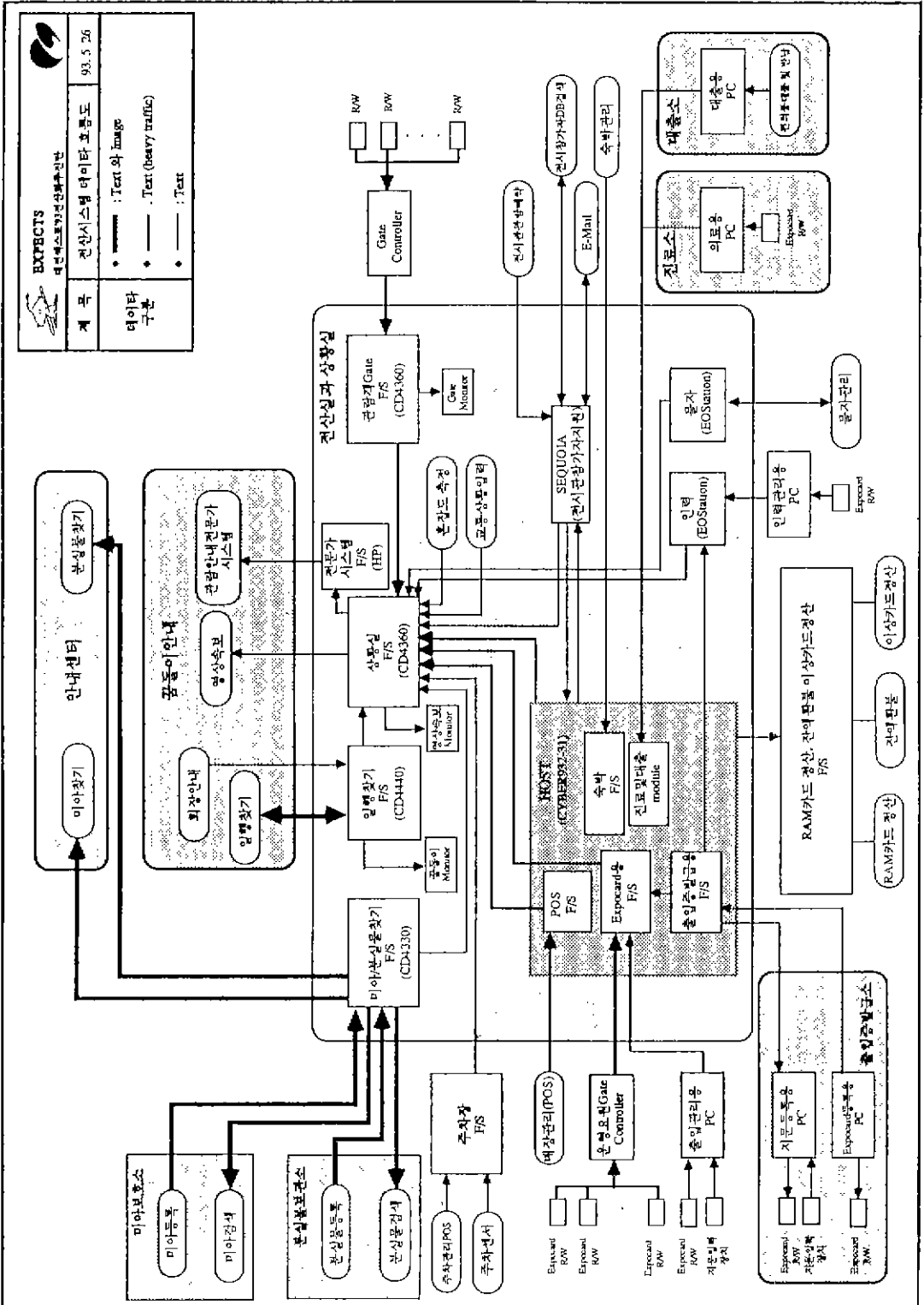
(그림 1)

장비들도 지원하고 있다. 이 원격장비들은 PSTN, PSDN과 연동되어 운영되어 진다. 본 원고에서는 회장내 복합 지역전산망(LAN)에 대하여만 초점을 맞추어 개괄적으로 알아보려고 한다.

'93 Expo회장내 복합 지역 전산망은 다음과 같은 단계로 설계되어졌다.

먼저 각 응용프로그램의 통신방식, 통신량을 분석한 후 다음 단계에서 이 분석을 토대로 하여 Expo회장내 통신망의 기본 골격을 작성하였다. 이 단계에서 FDDI와 Ethernet 복합 방식 등의

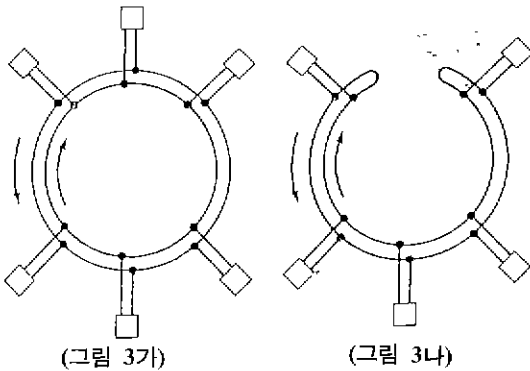
통신사안이 결정되어지고, 수량 등이 정해졌다. 세번째 단계에서는 첫번째와 두번째 단계의 결과를 토대로 단순화된 Network 모델을 구하여 해석적 방법으로 검증을 하여 Network 초안을 작성하였다. 네번째 단계에서는 Network 초안에 근거하여 Simulation을 하여서 수정보완, 그리고 Simulation의 과정을 반복하여 최적화된 최종 Network을 확정하고 통신방식을 정하였다. 본 원고에서는 진술한 바와 같이 각 Network 설계 단계에 맞추어 개괄적으로 고찰하고, 구성요소,



대전엑스포93지역통신망유지반 EXPECTS	대전엑스포93지역통신망유지반 EXPECTS
계획 : Text and Image	93.5.26
데이터 구분 : Text (heavy traffic) : Text	

(그림 2)





운영방안, 연구 쟁점(Issues) 등을 설명하고자 한다. 각 장의 내용은 다음과 같다. 2장에서는 요구사항 분석을 설명하였다. 3장에서는 요구사항에 의거하여 설계된 Network의 구성요소, 특성 등을 설명하였다. 4장에서는 Expo 기간 중의 운영방안을 포함한 연구 쟁점(Issues) 등을 살펴보고 제5장에서 결론을 맺었다.

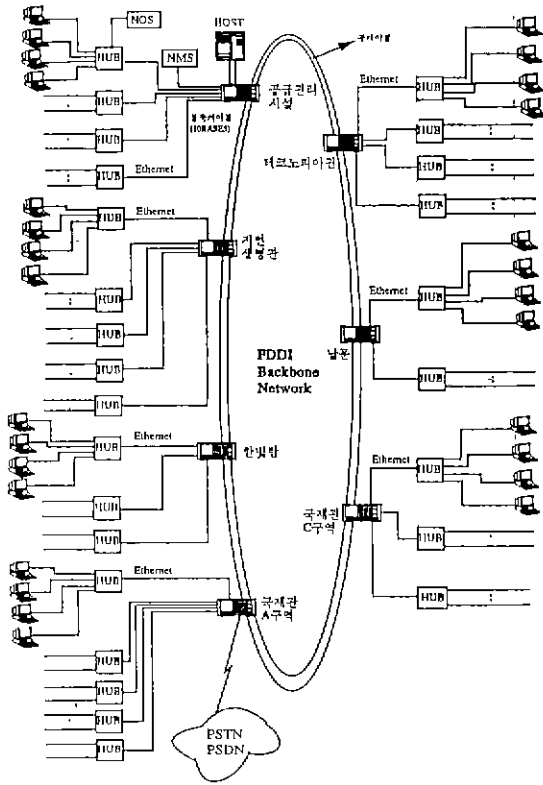
## II. 요구사항 분석

'93 Expo 시스템은, 일부 사업단의 응용프로그램에서 매일 Expo 회장 개장전 또는 폐장 후에 일괄처리(Batch)방식으로 데이터(Data)를 처리하는 경우도 있으나 온라인(On-line) 처리를 기본 골격으로 하고 있다. Expo 회장내 시스템은 클라이언트 서버(Client-Server) 방식으로 구축되어 있는데, (그림 1)과 (그림 2)에서 보듯이 성능과 사양이 다른 790여개의 386급, 486급의 pc가 클라이언트(client)로 구성되어지고, 386pc, 486pc, SUN Sparc Workstation, HP(Hewlett Packed) Workstation, CDC4330 Workstation, CDC 4360 Workstation, Sequoia Minicomputer, Cyber 932-31 Minicomputer 등이 서버(Server)로 사용되어지며, 서버(server)간 상호정보 교환도 이루어지는 이기종 분산시스템(Heterogeneous distributed system)이다. 이와같은 시스템의 통신 Network상의 Data 전송량, 전송방식, 전송경로, 전송Data의 성격 등을 알기 위하여 응용프로그램의 성질, 내부 논리(전개), 입력, 출력, 운영방식 등을 분석하였다. 19개 사업단의 (미아찾기 시스템, 분실물찾기 시스템, 주차장

서비스(service) 시스템, POS(Point-of-Sales) 시스템, 숙박관리 시스템, 입, 퇴장관리 시스템, 운영요원 관리 시스템, 정산소관리 시스템, 의료 관리 시스템, 물자관리 시스템, 대출관리 시스템, 관람 안내전문가 시스템, 일행찾기 시스템, 영상 속도 시스템, 전시관 관람 예약 시스템, 혼잡로 관리 시스템, 참가자 지원 시스템, 인력관리 시스템, 엑스포 카드(Expo-card) 시스템) 응용 프로그램들을 분석하여 얻은 것이 (그림 2)이다. Expo 시스템의 일반 텍스트 정보(Text information), 영상 정보(image information), 음성 정보(voice information) 등의 멀티 미디어데이터(multi-media data)를 취급한다. 이중 음성 데이터(voice data)는 시스템 상호간에 전송되지는 않고 각 PC내에서만 독자 처리된다. 영상 데이터(image data)는 미아찾기 시스템, 분실물 찾기 시스템, 일행찾기 시스템에서 각 화일 서버(File Server)와 클라이언트(Client) 간에 트랜잭션(Transaction) 당 약 70 k bytes 정도 크기의 대량 데이터(bulk data)로 전송된다. 응용프로그램들에 대한 상세한 소개는 본 특집호의 관련 논문을 참조하기 바란다.

## III. 엑스포 전산망(Expo Network)의 구축

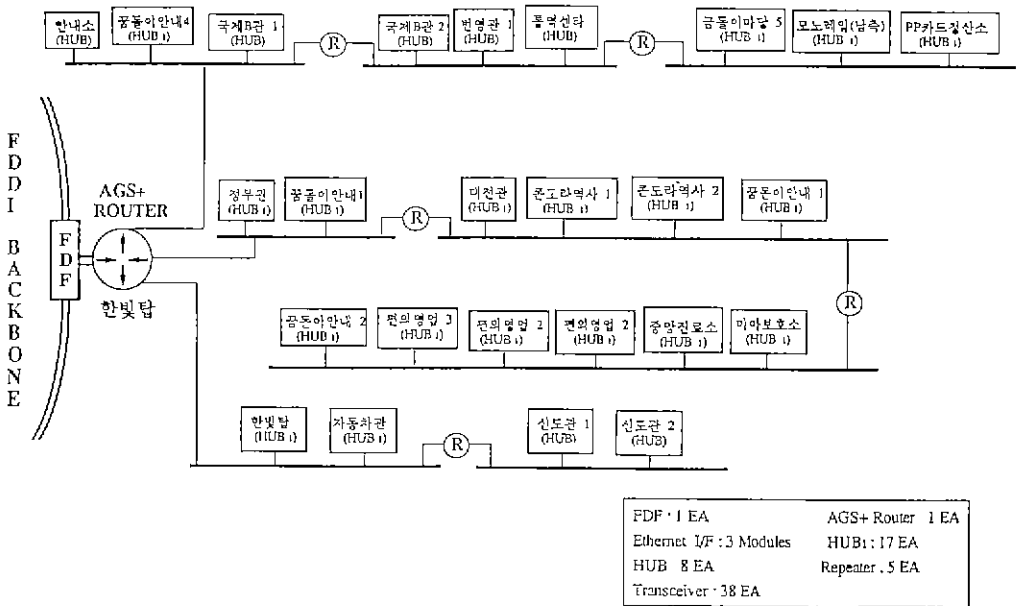
제 2 장에서 분석된 요구사항에 맞추어 Network 구성요소를 선정하고 수량 등을 정했다. '93 Expo 시스템의 Network에는 덩어리 데이터의 전송(bulk data transfer)을 원활히 하고, 790 여대의 클라이언트(client) pc가 화일 서버(File Server)와 연결되는 대규모 이기종 분산시스템(heterogeneous distributed system)을 안정되게 지원하기 위하여 광 LAN인 FDDI를 기간망(Backbone)으로 사용하여, 전시관들과 부대편의시설 등에 포설된 Ethernet을 상호 연결하였다. 8 port를 지원하는 MPT 대신에 12 port를 지원하는 Hub를 사용하였으며, 거리가 먼 경우 Repeater로 Ethernet을 구성하였다. 운영상 중요한 지점들은 지능형 허브(Intelligent Hub)를 설치하여 중앙제어시스템에서 NMS(Network Management System)를 통하여 망 관리를 할 수 있도록 하였다. Ethernet의 종류는 10 Mbps로 처



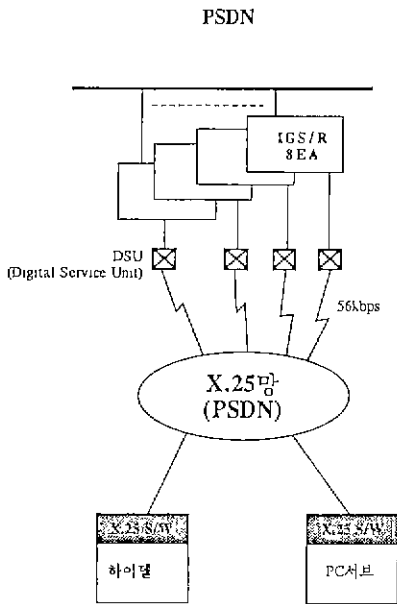
(그림 4가) [삼성전자 제안서]로부터

리하고 500 m까지 연결가능한 IEEE 802.3 10 Base 5 Ehternet을 사용하였다. 기간망(Backbone)으로 사용된 FDDI는 multi-mode optical fiber와 LED를 사용하여 광전송을 하고, Error율은  $2.5 \times 10^{-10}$  이내이며, 2개의 서로 다른 방향으로 회전하는 고리(ring)를 갖고 있어서 고정 허용(Fault Tolerancy)기능이 있다. 즉 (그림 4가)에서 볼 수 있듯이 하나의 링이 파손되면, 다른 하나가 백업(Backup) 기능을 할 수 있다. 만약에 두개의 링 모두가 같은지점에서 파손되면, 두개의 링이 (그림 4나)에서와 같이 하나의 고리(single ring)로 이어져서(이때 고리(ring) 길이는 2배가 된다) 자동복구(Auto Recovery)되는 기능을 갖고 있다. 이와같은 고장 허용기능을 위해 각 스테이션(station)은 릴레이(relay)를 갖고 있어서 두 링을 결합시키거나 고장난 스테이션(station)을 단순 통과(Bypass) 할 수 있게 해준다. 암호화(Encoding) 기법(scheme)으로는 4 out of 5 encoding scheme을 사용하고, 운용방법은 Token ring과 유사하다. 큰 차이점은 IEEE 802.5 Token ring에서는 한 Station에서 전송된 Frame이 전송을 한 스테이션(station)으로 되돌아 올 때까지

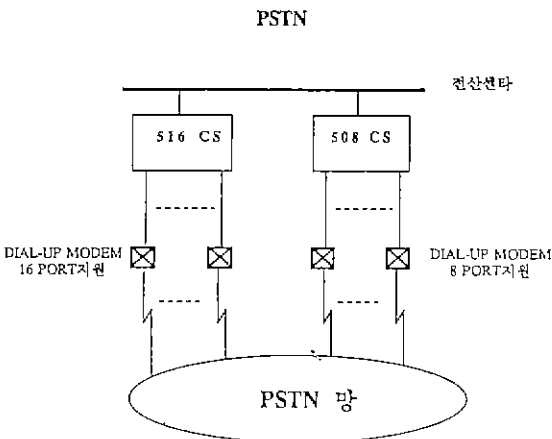
한빛탑



(그림 4나) [삼성전자 제안서]로부터



(그림 4다) [삼성전자 제안서]로부터



(그림 4라) [삼성전자 제안서]로부터

그 스테이션(station)은 새로운 Token을 전송할 수 없으나 ANSI X3T9.5 표준 FDDI에서는 frame이 스테이션(station)을 떠난 이후에는 언제든지 스테이션(station)에서 새로운 토큰(Token)을 사용할 수 있어서, 한 순간에 한 링에 동시에 여러 개의 frame이 있을 수 있다는 점이다. 그 이유는 많은 숫자의(500) 스테이션(station)을 지원할 수 있고, 100 km까지 연결할 수 있게 되 있으므로, frame이 일회전하여 송신 스테이션(station)까지 오는데 걸리는 대기 시간

(waiting time)이 문제가 되기 때문이다. Expo system에 기간망(Backbone)으로 채택된 FDDI는 SNMP또는 망관리 protocol을 지원하며, ANSI X3T9.5 FDDI 표준에 부합되고, Routing을 통해 IEEE 802.3 Ethernet에 접속될 수 있다. EXPO network에서 Router로 사용되는 Cisco사의 AGS Router는 station 내부 처리속도가 533 Mbps 이상이며 Filtering rate는 150,000 packets/sec 이상, Forwarding rate는 14,000 packets/sec 이상을 지원한다. SNMP 표준 망관리 protocol을 지원하며 IEEE 8023 Ethernet을 접속할 수 있다. 모든 스테이션(station)이 A급 클래스 스테이션(class A station)으로서 서로 다른 방향으로 회전하는 두개의 ring을 다 연결할 수 있으며, 각 스테이션(station)은 relay를 내장하고 있어서 두 링을 결합시키거나, 고장난 스테이션(station)을 단순통과(Bypass)할 수 있게 해주어 앞서 언급된 고장허용(Fault-Tolerancy) 기능을 지원한다. (그림 4가)는 요구사항(Requirement)에 맞추어 구현된 Network 중 FDDI 기간망(Backbone Network)과 각 스테이션(station)을 중심으로 하여 Ethernet의 연결상황을 표시하고 있는데 7개의 스테이션(station)을 사용하고 있으며 각 스테이션(station)은 2대~5대까지의 Ethernet을 연결하고 있다. (그림 4나)는 특정 station에 연결된 Ethernet망을 보여 주고 있다 (자연생명관의 근거리 통신망(LAN)배치를 보여주고 있다). 공급관리시설 스테이션(station)에는 (그림 4다)와 (그림 4라)와 같은 PSTN, PSDN이 연동접속되고, NMS(Network Management System)와 화일 서버(file server)들이 집중적으로 배치된다.

EXPO 시스템에는 통신 Software로 TCP/IP가 기본 Software로 쓰이며 X.25를 통하여 공중통신망에 연동된다. 하이텔, 천리안 등의 PC 통신 서비스는 56kbps 고속 전송 통로를 통하여 이 공중통신망에 접속됨으로서 지원된다. 클라이언트 서버 시스템(Client-Server System)의 상위 수준 패키지로는 CDC (Control Data Corp.)사의 VISTACOM, SUN사의 PC/NFS, NFS 등이 쓰인다.

VISTACOM은 Remote log-on, Remote Inte-

〈표 2〉 From [CDC 90]

PC to UNIX Using TCP/IP				
Rate		Send	Receive	
10 Megabit Ethernet		58,156	58,321	

PC to PC Using Asynchronous Connection				
Rate	Type	Send	Receive	Bi-directional
2400	Character	305.1	303.7	597.7
2400	Binary	252.2	251.4	495.1
4800	Character	577.7	577.7	1078.8
4800	Binary	403.1	480.2	921.7
9600	Character	1040.0	992.3	1382.9
9600	Binary	878.6	859.7	1220.7

PC to CMS Using Telnet X.25				
Rate	Type	Send	Receive	Bi-directional
1200	Character	142.8	143.9	267.7
1200	Binary	121.2	121.0	221.4
2400	Character	256.4	252.9	375.1
2400	Binary	218.4	215.5	329.3

raction. 화일전송기능을 제공한다. 〈표 2〉는 VI-STACOM-V의 전송속도(Transfer rates)를 보여 주고 있다. PC/NFS는 NFS 기능 중 Client쪽 기능만 제공한다.

이상과 같은 구성요소를 갖는 엑스포 네트워크를 구축함에 있어서 2장의 요구사항 분석결과에 맞게 해석적 방법 (Analytic Approach) 및 시뮬레이션을 통하여 시행착오(Try and Error) 방식으로 최종 엑스포 네트워크를 구성했다. 엑스포 시스템에서 운영될 응용 프로그램들의 입출력 데이터를 (그림 2)의 데이터흐름에 맞추어 분석하여 데이터 전송량 분석표를 만들어서 해석적 방법 및 시뮬레이션을 통한 성능 분석 입력자료로 사용했다. 〈표 1〉의 각 전시관과 부대 편의시설물 내의 컴퓨터 기기 배치 계획안과 (그림 1), (그림 2)를 조합하여 엑스포 행사장 세밀지도에 설계한 기초안은 해석적 방법과 시뮬레이션에 의해 병목현상지점 발견 및 문제점 해소 과정을 반복하여 최종안으로 확정되었으며 예행 연습기간 동안 실측값을 이용하여 검증하는 단계를 거치게 된다. 엑스포 전산망 설계시 고려사항으로는, Ethernet의 제한거리, 건물내 케이블의 포설상황, 송신속도, 허브(Hub)의 허용 포트(port)수, 응용 프로그램의 상대적 중요성,

전시관 또는 부대 편의시설의 엑스포 전산 시스템의 관점에서 본 상대적 중요성, 비용 등등이다.

이때 Ethernet의 사용율(Utilization)은 순수 데이터 전송량으로 20% 이상을 넘지않도록 설계하였다.

#### IV. 엑스포 전산망의 관리

EXPO 전산망에서 안정적이고 일정시간 내에 응답시간을 보장하는 통신 서비스를 제공하기 위하여는 병목현상이 없는 최적화된 EXPO 전산망의 구축뿐만이 아니라 효율적인 망 관리도 필요하다. 이 장에서는 EXPO 전산망의 망 관리 내용을 알아보도록 한다.

EXPO 전산망 관리는 NMS (Network Management System)를 운영하여 중앙집중식으로 모니터링 및 통제를 하게된다. 각 응용 프로그램 담당 사업단에서는 담당 클라이언트 서버 (Client-Server) 시스템을 연결해주는 네트워크의 모니터링 및 통제를 책임지고 있어서 2중적으로 안정적인 망관리가 수행된다.

EXPO 전산망 관리 NMS로는 2대의 칼러 모니터를 갖춘 SUN SPARC Workstation을 독자적으로 운영하여 삼성이 개발한 NMS System과 CISCO사의 NMS System을 동시에 사용하게 된다. 두 NMS System은 한글화된 GUI (Graphical User Interface) 사용자 인터페이스 기능, 자동 토폴로지(Auto Topology)기능, 산업표준 SNMP 관리 기능, 액세스(Access) 제어기능 등의 기본 기능을 제공한다.

이 두대의 NMS를 사용하여 관리하고자 하는 내용은 4가지이다.

- 첫째, 망구성 관리 (Configuration Management)
- 둘째, EXPO 전산망의 이상 상태 모니터링 및 통제 (Fault Management)
- 셋째, 성능관리 (Performance Management)
- 넷째, 안전관리 (Security Management)

엑스포 전산 시스템 사전 시험장 (Testbed) 및 3차에 걸친 예행 연습 기간 동안에는 망구성 관리



기능이 많이 쓰이게 될 것이다. 실제 엑스포 기간 중에는 특별한 경우에만 망구성 관리 기능을 사용하게 될 것이다. 사전 시험장 시험 기간 및 3차에 걸친 예행연습기간, 실제 엑스포 기간 동안 내내 EXPO 전산망 이상상태 모니터링 및 통제 기능은 유용하게 쓰이게 된다. 중요한 전시장 또는 부대시설에는 지능형 허브 (Intelligent Hub)를 설치하여 이상 상태 보고 전에 중앙통제소에서 NMS를 통하여 직접 모니터링하고 통제할 수 있도록 하였다.

성능 관리기능은 사전 시험기간 및 3차에 걸친 예행 연습기간 동안 매우 중요하게 쓰이게 된다. Ethernet과 FDDI 등의 사용상태, 데이터 전송량, 에러 발생량, Ethernet과 FDDI의 데이터 전송 패턴 등이 각 트랜잭션의 응답시간과 연계되어 저서 모니터링 되어진 후 병목현상 제거 및 응답시간의 목표값 이내의 달성을 위한 EXPO 전산망 조정 작업에 쓰이게 된다. 시뮬레이션에 의한 전산망 조정작업과 연계되어저서 이루어지게 되는 이 작업은 성공적인 EXPO 전산시스템 운영의 성패와 직결되어 있다. 실제 운영기간 중에도 성능관리 기능은 내내 가동되어저서 원활한 망 운영을 도모하게 된다.

안전관리 문제는 클라이언트 서버 (Client-Server) 방식이 시스템의 큰 취약점 중의 하나이다. 기본적인 안전관리를 위해서는 NMS의 제공기능을 이용하게 된다. 컴퓨터 바이러스의 전파 차단 등의 고차원적인 안전관리는 현재 방안이 마련되어저 있지 않다. 일반사용자가 운영 프로그램 및 데이터(Data)를 직접 디스켓 리더(Diskette Reader) 및 자판 입력장치를 통해 입력하는 일이 없으므로 이 문제에 대해서는 별도의 방안이 마련되지 않았다.

V. 결 론

EXPO 전산 시스템 네트워크는 여러가지 주목할만한 특징을 갖고 있어서, 차세대 고속 네트워크 개발, 차세대 분산 시스템의 개발, 멀티미디어(Multi-media) 통신, 시스템 통합 (SI: System Integration) 등등의 관련 연구에 유익한 실험장으로서의 역할을 하고 있다.

구체적으로 다음과 같은 주요한 특징들이 서로 함께 작용하게 되는 EXPO 전산 시스템 네트워크의 구축 및 운영에서 얻는 여러가지 정보 및 경험들이 위와 같은 관련연구에 귀중한 초석이 될 것으로 믿어마지 않는다.

- 1) 많은 숫자의 다양을 접속을 갖는 분산 화일 시스템이라는 점
- 2) 현재 널리 쓰이고 있는 Ethernet과 앞으로 널리 쓰이게 될 것으로 예측되는 FDDI 근거리 통신망을 복합 운영한다는 점.
- 3) 영상정보(Image Data)를 온라인(On-Line) 트랜잭션(Transaction) 형태로 처리함으로써 덩어리 데이터 (Bulk data) 전송이 복합 근거리 전산망에 미치는 영향을 현장 검증해 볼 수 있다는 점.
- 4) 다양한 기능을 제공하는 멀티 시스템(Multi-System)이 여러 기종으로 독자적으로 구성된 후 시스템 통합 (SI)이 된다는 점

EXPO 전산 시스템 네트워크를 구성함에 있어서 네트워크 사용자 특성을 예측할 수 있고 가동될 응용 프로그램이 미리 정해져 있다는 점이 보통의 전산 시스템 네트워크와는 다른 점이다. 이점에서 보면 은행의 온라인 업무처리 증권거래소의 온라인 트랜잭션처리 등과 맥락이 비슷하다. 이와같이 가동기간 중의 운영상태를 미리 상세하고 정확하게 예측할 수 있다는 점이 네트워크 구축을 용이하게 하였다.

끝으로 EXPO 전산 시스템 네트워크 구축에 적극적인 협조를 아끼지 않고 있는 EXPO 통신사업단, 한국통신, 삼성전자, 시스템공학연구소 LAN 담당 사업팀 등등의 여러기관과 참가자들에게 감사사를 드린다.

본 원고는 5월 초에 작성되었다.

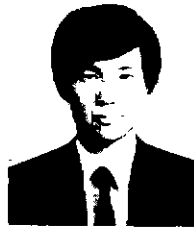
참 고 문 헌

[BURR 86] W. E. BURR, "The FDDI optical data link", IEEE communication magazine, Vol. 25, pp. 18~23, May 1986.  
 [METCALFE et al. 76] R. M. METCALFE et al., "Ethernet: Distributed Packet switching for lo-

cal computer networks”, CACM, Vol. 19, No. 7, July 1976.

[ROSS 87] F. E. ROSS, “Rings are round for good”, IEEE Network Magazine, Vol.1, pp 31~38, Jan. 1987.

[SHOCK *et al.* 82] J. F. SHOCK *et al.*, “Evolution of the Ethernet Local Computer Network”, IEEE Computer, August 1982, pp.10~27.



**이 용 우**

1981 서울대 전기공학과 졸업  
 1981 ~1982 Schulumberger Inc. (International Engineer)  
 1982 ~현재 KIST 시스템공학 연구소 선임연구원  
 1989 ~현재 영국 Edinburgh 대학, Computer Science Dept.

관심 분야 : Distributed and Parallel Processing, High Speed Computer Communication, Operating System, Performance Evaluation



**최 정 호**

1975 서울대학교 물리학과 대학원 석사  
 1980 ~현재 시스템공학연구소 책임연구원  
 관심 분야 : 시스템인테그레이션, Biometric, Security System 대용량 데이터 고속 실시간 처리.