

# 사이버아파트용 웹서버의 Specification 및 오스 기술

장 위\*, 유경중\*, 이장호\*, 민병조\*

(\*씨아이사 C-EISA(주) 중앙기술연구소)

## 1. 사이버 아파트의 정의 및 성립 배경

사이버 아파트는 근본적인 주거환경의 변화를 의미한다. 과거 및 현재의 주거 환경은 잦은 공간이동을 필요로 하고, 시공간 이용이 비효율적이며, 정보제공이 비효율적인 물리적 공간이라 할 수 있다. 반면에 미래 주거환경의 발전 방향은 인간중심적 설계와 정보 인프라 제공, 대량의 정보 전달의 편리성, Communication의 다양화가 수반되는 가상 공간으로 점차 변화될 것이다. 이러한 사이버 주거공간은 정보단위 중심의 新공동체 문화로 변형되는데 이는 정보 제공과 시공간 이용의 효율성 때문에 가능하다. 또한 정보기술의 발달로 일정한 주거 공간을 단일화할 수 있기 때문에 지역 Community의 활성화로 핵가족 문화의 단점을 보완할 수 있다. 결과적으로 사이버 아파트의 개념적인 틀은 하나의 아파트 단지가 인트라넷(Intranet)이 되고, 전국에 있는 모든 사이버 아파트는 Extranet의 개념으로 확장한다. 여기에 각 단지에 있는 지역사업자를 정보망에 포함시킴으로써 지역 Community를 활성화시키고, 교통정보 시스템 도입으로 장소의 제약을 줄임으로써 효율적인 시공간 관리가 가능해진다. 그리고 초고속 통신망을 이용하여 기존의 인터넷 사용환경보다 빠른 속도로 정보이용이 가능해진다. 하지만, "사이버아파트"라는 용어가 대중적인 관심을 끈 것은 그리 오래 전의 일이 아니다. 지난해 삼성이 "사이버아파트 래미안(來美安)"이라는 브랜드로 국내 주택시장에 처음 선보인 이래 올들어 다른 주택건설업체도 본격적으로 사업모델을 구축하고 경쟁에 뛰어 들고 있다. 이는 인텔리전트 빌딩이나 적용할 수 있었던 기술과 정보들을 가정에서도 비교적 손쉽게 구현할 수 있게 되면서 미래의 주력사업으로 자리잡고 있으며, 이에 맞물려 인터넷 인프라 구축을 위한 정보통신부의 사이버코리아21 프로젝트도 이러한 추세에 힘을 더하는 요인이 되었다. 본 논문은 이러한 사이버 아파트의 시장 및 기술동향을 기술한다. 더불어 본사가 보유하고 있는 사이버 아파트용 웹서버의 Specification 및 요소기술에 관해서도 논하고자 한다.

## 2. 시장 규모 및 동향

건설교통부는 올해 주택시장 안정화를 위해 지난해보다 14만가구 증가한 50만가구의 주택을 건설키로 했다. 건설업체들은 이 가운데 60% 정도인 30만가구를 사이버 아파트로 건설하고 있다. 그래서 현재 주요 건설업체들은 소비자에게 주거생활과 관련된 토털솔루션 제공을 위한 컨소시엄 구성에 앞다퉈 나서고 있다. 이를 위해 이들 업체는 사이버아파트의 인터넷 커뮤니티를 기반으로 한 확고한 수익모델을 앞세워 기술력이 뛰어난 업체들을 최대한 협력업체로 확보하는 데 주력하고 있는 상황이다. 올해 30만가구 전량을 사이버아파트로 건설하게 되면 네트워크 구축, 인터넷 접속기기(정보단말기), 전용선망 설치 등 약 7500억원의 하드웨어 시장이 새롭게 형성되고 공공주택 20만가구도 저렴한 비용으로 구축할 경우 사이버아파트 시장의 규모는 순수하게 약 1조원 규모에 이를 것으로 전망된다.

건설업체들은 이처럼 거대시장을 형성할 것으로 전망되는 사이버아파트 시장을 선점하기 위해 관련업계를 망라한 다양한 형태의 컨소시엄을 구성하는 등 세력확장에 총력을 기울이고 있다. 현재 구성되고 있는 컨소시엄의 형태는 대형건설업체와 인터넷업체 및 관련 벤처기업들 가운데 주역을 맡는 업체에 따라 약간씩 다르게 구분된다. 이 가운데 가장 크게 사이버아파트 사업을 벌이고 있는 대형 컨소시엄은 삼성물산 주택부문 등 13개 업체가 참여한 ㈜씨브이넷(CVnet)과 대림산업, 현대산업개발, 동아건설, 부영건설 등 10개 업체가 공동 설립한 아이씨티로(icitiro), LG건설, ㈜한화 건설부문, 한진중공업, 건영 등 19개 업체가 함께 설립한 이지빌(ezVille), 대우건설, 금호건설, 롯데건설, 로커스, 유니보스, 드림위즈 등의 업체가 테크노빌리지(technovillage)라는 컨소시엄을 구성한 상태이다. 이외에도 현대정보기술의 인터넷 아파트팀이 현대건설과 그외 현대 계열사를 중심으로 컨소시엄을 구성하고, 분사한 상태이며, 쌍용정보통신도 사이버아파트 사업을 추진중에 있다.

인터넷업체형의 컨소시엄으로는 네오센츄리시스템과 모

음정보가 주도하는 네오커뮤니티, 나이스넷, 네티즌 등 9개 업체가 뭉친 한국지역통신망사업자협회, 코스모정보통신, 하나로통신이 결성한 사이버타운 등이 있다.

또한 사이버아파트 시장이 확장되면서 정보통신부는 초고속 정보통신건물 인증제도 시행을 가시화해 사이버아파트가 발전할 수 있는 기반을 만들고 있다. 기존 아파트의 경우 광케이블을 통해 기간망에 연결된다 해도 아파트 단지내의 배선은 노후되고 품질에 차이가 있어 입주자들이 원하는 시스템 구축엔 한계가 있다. 현재 신규 건설중인 아파트에 대해 정보통신부 초고속정보통신건물 인증 제도 현황은 표 1과 같다.

표 1. 정보통신부 초고속정보 통신건물 인증 제도의 현황

구분		1등급	2등급	3등급	준3등급	합계
주거용	정식인증	1	4	5	68	78
	예비인증	116	375	30		521
업무용	정식인증	1	6	2	0	9
	예비인증	4	13	3		30
합계		122	398	40	68	628

현재 주거용의 경우 3등급 이상 예비 인증을 받은 단지 수가 521개 단지로 약 35만 세대에 달한다. 연간 아파트 건설 시장을 약 50만 세대로 잡으면 약 70% 이상은 사이버 아파트의 인프라를 갖추었다고 할 수 있다. 2000년 이후 설계된 시공중인 아파트는 대부분 2등급 이상의 인프라 구축을 진행중이다.

### 2.1 1세대 사이버 아파트

현재 주택건설업체들이 표방하고 있는 사이버아파트는 엄격히 따지자면 정보통신부가 인정하는 초고속 정보통신아파트다. 즉 정보통신부가 정한 일정기준 이상의 초고속 정보통신망을 갖춘 아파트에 불과하다. 초고속 정보통신망을 설치하고 인터넷에 자유롭게 접속할 수 있는 설비를 갖추면 정보통신부에서 엠블렘(등급을 매긴 별표)을 부여하기 때문이다. 이를 통칭하여 1세대 사이버 아파트라고 정의할 수 있다. 하지만 사이버아파트라는 것이 단순히 기존 아파트에 광통신망 등 인터넷 전용 고속회선을 설치하는 것을 의미하지는 않는다. 현재 확장되고 있는 사이버 아파트라는 개념에는 기본적으로 다음과 같은 네가지 요건이 충족되어야 한다.

- 첫째, 기본적인 중요한 유형(有形)의 인프라로서 네트워크 장비
- 둘째, 이를 통해 네트워크상에 구현되는 시스템장비(웹서버·어플리케이션 등)
- 셋째, 이와 관련하여 디지털의 형태로 표현되는 지역 생활정보로서의 콘텐츠
- 넷째, 이러한 기반하에서 무형(無形)으로 형성되는 커뮤니티

### 2.2 2세대 사이버 아파트

이러한 정보통신아파트를 제1세대라고 한다면 결국 제1세대는 제2세대를 위한 기반으로서 네트워크 및 속도중심이었다고 할 수 있다. 그동안 많은 아파트들이 광케이블을 설치하고 이를 근거로 사이버아파트임을 강조했다지만 그러한 물리적 인프라 위에서 운영하는 소프트웨어는 네트워크 모니터링이나 매니지먼트를 위한 것이 대부분이었다. 그러나 올 들어 주택건설업체들은 일제히 “사이버공동체”, “사이버커뮤니티” 또는 “사이버빌리지” 등으로 초점을 전환하고 있다. 이들이 추구하는 사이버공동체는 기존의 사이버아파트처럼 네트워크/하드웨어적 기반 위에서 주거환경을 포괄하는 생활편의 자체를 소프트웨어화한 운영체제와 지역커뮤니티의 구성이라는 측면이 강조되고 있다. 이는 아파트라는 생활공간 속에서 인터넷이라는 인프라를 통해 각 가정이 적극적으로 공동체를 형성하는 것을 말한다. 또한 기술적인 관점에서는 이러한 커뮤니티를 구성하기 위해, 전자상거래, 인터넷 TV 셋탑박스, 홈 네트워킹 등 IT (Information Technology) 및 전자/통신 분야의 새로운 기술들을 적극적으로 적용할 수 있는 시험장이 되는 셈이다.

## 3. 기술 동향

### 3.1 네트워크 구성 및 기술

#### -네트워크 구성 및 장비(데이터센터/가정/단지 등)

현재 일반적인 사이버 아파트 단지의 배선 인프라는 100Mbps급의 카테고리 5급의 UTP(Unshield Twisted Pair)케이블이 포설되고 있으며, MDF(Main Distribution Frame)실에 각 동으로 광케이블이 포설되어 있다. 또한 세대 내에서도 카테고리 5급의 UTP 케이블이 배선돼 세대내 회선 분배는 세대 단자함에서 분배하고 있다. 또한 아파트 단지의 MDF 실에 설치된 장비를 살펴보면 기간 사업자들의 광단국설비를 비롯해 인터넷 접속을 위한 라우터가 있고 각 동에 위치한 동간 허브에 연결되는 메인 스위칭 허브와 각종 웹/VOD 등의 서버를 제공하는 서버류가 설치된다. 데이터 센터에서 각 아파트 단지에 이르기까지의 가상적 네트워크 구성도는 다음 그림 1과 같이 표현할 수 있다.

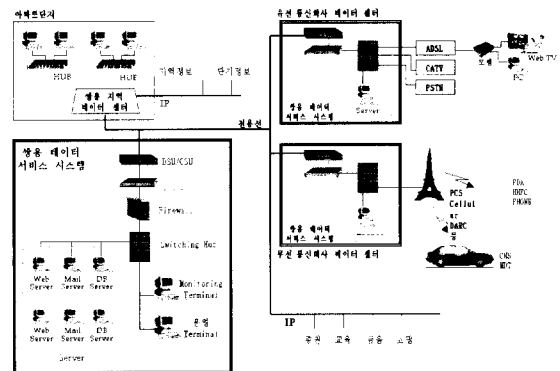


그림 1. 사이버 아파트 네트워크 구성의 개념적 모델

또한 현재 씨아이사와 쌍용정보통신이 구상하고 있는 네트워크 구성도는 그림 2와 같이 표현된다.

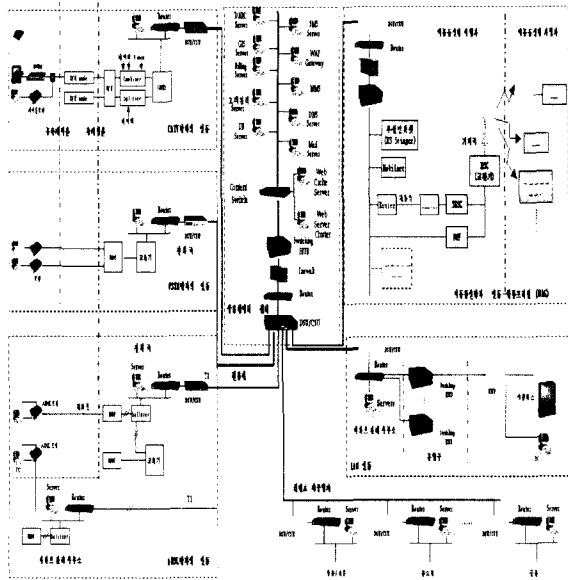


그림 2. 쌍용 사이버 아파트 상세모델

### 3.2 제공되는 서비스

2세대 이상의 사이버 아파트에 제공될 서비스/커뮤니티/포털의 종류는 열거하기 힘들 정도로 많으며, 현재도 새로운 아이디어를 이용해 새로운 서비스 종류가 생기고 있다. 간단히 분류, 정리해 보면 다음과 같다.

- 인터넷(웹/메일/VoIP 등)
- 전자상거래 (Electronic Commerce)

2세대 이상의 사이버 아파트에서의 경제활동 측면은 eCommerce로 대표할 수 있다. 실물적 소비활동에 있어서 사이버 쇼핑몰, 이벤트성 구매, 공동구매, 백화점 및 대형 할인점과의 연계, 기존 지역 상가와의 연계 서비스를 제공하며, 각종 거래활동의 편의성 제공 뿐만 아니라 향후 개인 자산종합관리 서비스의 토대가 되는 사이버 बैं킹, 사이버 증권거래, 경매/역경매, 각종 금융상품 정보제공 등의 서비스를 제공한다. 간단한 사이버 아파트용 전자상거래의 네트워크 및 시스템 구성도는 그림 3과 같다.

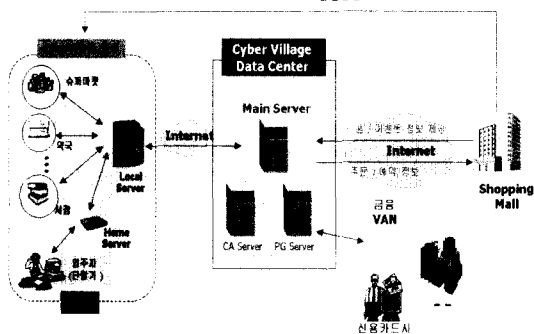


그림 3. 사이버 아파트 전자상거래 네트워크 구성도

- 커뮤니티 (eCommunity)
- 오락 (Entertainment Service)
- 아파트관리업무 (Integrated APT Administration)
- 아파트 A/S (Integrated After-Service)
- 동호회 (Cyber Community)
- 보안/필터링 솔루션(Security & Filtering Service)
- 원격 의료 (Tele-Medical Service)
- 지역 생활정보 (Local living Information)
- 가정 관리 (Intelligent House-Keeping Service)
- 전자민원 (Electronic Government Service)
- 인터넷 TV 셋탑박스
- HA(home automation)
- VOD(Video On Demand)

## 4. 씨아이사의 역할 및 제품 소개

현재 씨아이사과 쌍용정보통신이 추진하고 있는 사이버 아파트 프로젝트는 전국에 걸친 아파트 단지들과 쌍용정보통신이 구축할 IDC(Internet Data Center)를 기반으로 하여, 앞절에서 소개한 전자상거래/홈네트워킹/인터넷 TV/커뮤니티/보안 등의 솔루션을 제공하거나, 가까운 미래에 개발된 기술 및 서비스에 대해 확장가능한 인프라 및 네트워크를 갖추는 것이 그 목적이다. 현재 이러한 쌍용 데이터 센터 시스템 및 씨아이사에서 제공할 클러스터링 시스템(SCALA 1.0) 구성도는 그림 4와 같으며, 아파트 단지내 시스템 구성도는 그림 5와 같이 구축될 수 있다.

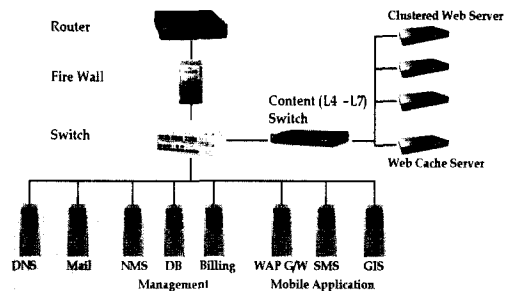


그림 4. 쌍용 데이터 센터 시스템 구성도

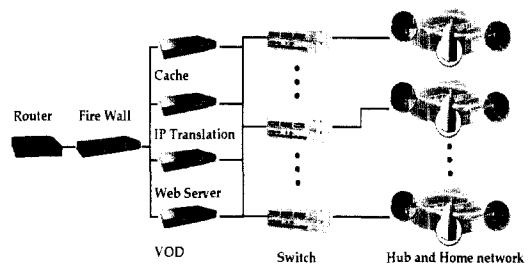


그림 5. 아파트 단지내 시스템 구성도



### 4.1 클러스터링 웹 서버

씨아이사의 Scala 1.0은 여러 대의 서버 컴퓨터를 연결한 리눅스 운영체제 기반의 클러스터 시스템으로서, 많은 서비스 요구에 의해 발생하는 부하를 분산 처리함으로써 빠른 서비스를 제공하며, 클러스터를 구성하는 일부 서버들이 서비스를 공급하지 못하더라도 나머지 컴퓨터들에 의한 정상적인 서비스가 가능하도록 설계된 시스템이다. 확장성이 뛰어나서 동시 접속자수가 증가함에 따라 기존의 시스템을 바꿀 필요 없이 서버노드의 추가만으로 성능향상이 가능하도록 설계되었고, 관리자를 위한 웹 기반의 편리한 관리도구는 관리자로부터 외부에서 웹 브라우저를 통해 시스템을 손쉽게 관리하는 것을 가능하게 한다. Scala 1.0은 ISP, IDC, ASP, 대규모 웹 서비스나 email 서비스 또는 신문, 방송, 오락 등 인터넷 미디어 서비스 등과 같이 고도의 성능과 높은 가용성 그리고 높은 확장성을 필요로 하는 서비스를 제공할 수 있으며, 사이버 아파트의 인터넷이나 웹 서비스를 제공하는데 있어 고가용성 및 안정적인 서비스, 높은 확장성을 보장할 수 있다. 현재 출시되는 리눅스 기반 클러스터링 서버 제품들이 가상서버의 로드밸런싱을 위한 스케줄링 알고리즘으로서 Round-Robin(RR) 스케줄링, Least-Connection(LC) 스케줄링, 또는 이들의 각각에 weight를 준 weight RR 스케줄링, weighted LC 스케줄링 방법들이 사용되고 있고, 클러스터링 웹서버에서 클라이언트가 요구하는 정보를 전달하기 위해 NAT(Network Address Translation), IP tunneling, Direct Routing과 같은 기술을 사용하고 있다. 본 사에서는 스케줄링 알고리즘으로서 LC 알고리즘을 기본적으로 사용한 뒤 실시간 transaction 작업 관점에서의 최적 스케줄링 기법을 설계, 구현하였다. LC 알고리즘은 기존의 애용되던 RR 알고리즘이 갖고 있던 부하의 불평형 분배 문제를 해결한 방법으로서 일정한 알고리즘에 의해 새롭게 접속된 클라이언트를 가장 부하가 적은(접속 이용자가 가장 적은) 서버에 연결시켜주는 개념이다. 그리고 로드밸런서 쪽에서 병목현상을 발생시켜 서비스 속도를 감소시키는 NAT보다는 IP-tunneling이나 Direct routing을 이용하여 서버의 다운로드 속도를 높이게 된다. 또한, HA를 위하여 현재 리눅스 기반 클러스터링 웹서버 출시회사들이 사용하는 기법들로서 로드밸런서에 백업(hot-standby)을 사용하고 heartbeat, fake, mon 등의 기법을 이용하였다. 본 제품에서는 로드밸런서와 백업 사이에 서로의 상태를 확인하고 있는 heartbeat 기법과 로드밸런서가 각 서버의 상태를 모니터링 하는 mon 기법, 그리고 로드밸런서가 고장났을 때 백업으로 대체되는 fake 기법들을 이용함과 동시에 동적여분과 정적여분 기법을 사용하여 서버 시스템의 신뢰도 및 가용성을 높이게 된다.

### 4.2 SCALA 1.0의 특징 및 스펙

간단한 제품 특징은 다음과 같으며, 클러스터링을 구성하는 SCALA 1의 하드웨어 및 소프트웨어 스펙은 각각 표 2, 3과 같다.

- 고성능:** 서비스 요청을 부하분산서버를 통해 여러 서버노드에 분산 처리함으로써 서비스 처리성능을 높였다. 클러스터를 구성하는 서버노드수가 많을수록 더 많은 동시 접속 사용자들에게 더 빠른 서비스를 제공한다.
- 고가용성 및 결함허용:** 클러스터내의 일부 서버 노드들이나 부하분산서버가 노드고장이나 네트워크 문제로 인하여 서비스를 공급하지 못하는 경우에 자동으로 이를 감지하고 시스템을 재구성하여 서비스가 지속시킨다.
- 높은 확장성과 저렴한 구축비용:** 동시 접속하는 사용자수가 증가하게 되어 서비스 처리능력을 향상시킬 필요가 있을 때에는, 클러스터에 서버노드를 간단히 추가함으로써, 서버 자체 외에 추가가격의 부담 없이 서비스처리속도를 증가시킨다.
- 편리한 웹 기반의 관리도구:** 클러스터를 관리하기 위한 웹 기반의 편리한 관리도구를 제공함으로써 관리자가 외부에서 원격으로 웹 브라우저를 통해 부하분산서버와 실제 서버 등의 관리 등을 포함하여 Scala 1.0을 쉽게 관리하는 것을 가능하게 한다.

표 2. Scala 1.0 하드웨어 스펙

Scala 1.0 하드웨어 스펙	
Chipset	ServerWorks
Processor	Pentium III 450 - 933 MHz
Support	Dual Processor (Socket 370)
Main Memory	Four 168-pin DIMM sockets, Up to 1024MB PC100/PCI33 compliant Registered SDRAM
SCSI	Dual Channel Ultra LVD SCSI,LSI Symbios SYM53C896, 80MB/s transfer rate
Disk Type	U2W SCSI
Disk Bay	2
Disk	18.2 GB(up to 36GB x2)
RAID(option)	
Floppy(option)	
CD-ROM(option)	
Graphics Card	ATI VGA 4MB on board
Network	Dual Intel 82559 Lan Controller
System Fan	40 mm x 4
Height	IU(4.4cm)

표 3. Scala 1.0 소프트웨어 스펙

Scala 1.0 소프트웨어 스펙	
Linux Server Clustering	Load balancing High availability (Automatic fault detection and recovery) Highly scalable architecture
Cluster Management Tool	Web-based user interface Real-time system monitoring Remote process start/stop functionality Error notification (e-mail) to system administrator
File System	RAID(H/W, S/W) support Shared File System (NFS, Samba) REISER file system Hot swap supporting hardware system
Web Server	Apache 1.3.12, HTTP 1.1, PHP, Perl 5.0, CGI, DNS, Sendmail 8.10.1

### 4.3 클러스터 매니지먼트 UI 구성도

SCALA 1.0의 클러스터링 시스템은 네트워크가 분리된 머신에서 웹상으로 클러스터링 매니지먼트 및 시스템 인스톨이 가능하며, 다음과 같은 기능을 제공한다.

- 1) 클러스터링 시스템 전반적 운영에 대한 편리한 모니터링 및 매니지먼트 제공
- 2) User friendly 하며 easy-controllable한 서버 및 클러스터 관리 제공

그림 6, 7, 8, 9는 각각 SCALA Manager에 관한 실제 설정 및 모니터링 화면을 캡처한 것이다.

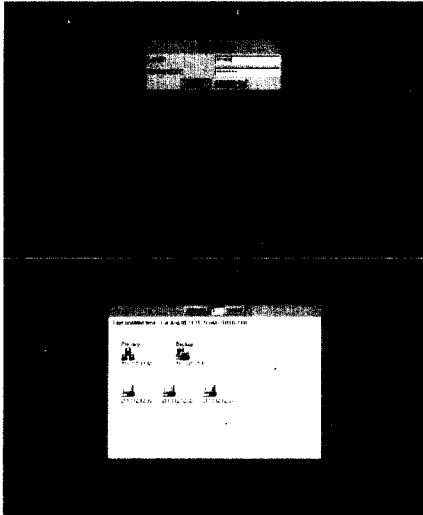


그림 6. SCALA 1.0 MANAGER 관리자 로그인 화면과 클러스터링 Quick View

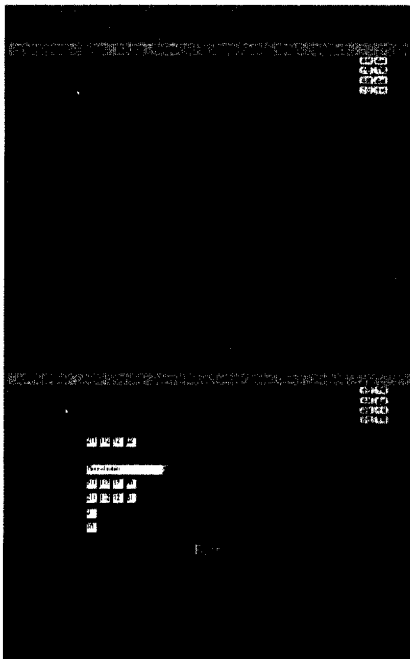


그림 7. SCALA 1.0 MANAGER 클러스터링 Detail View 화면과 서비스 설정 화면

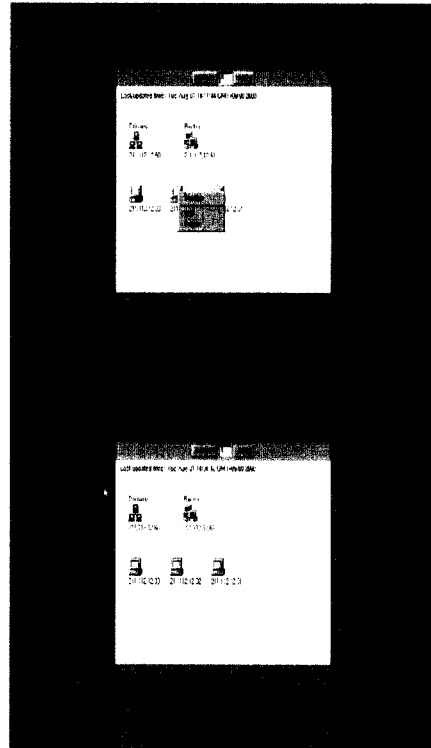


그림 8. SCALA 1.0 MANAGER 클러스터링 서버 모니터링 화면

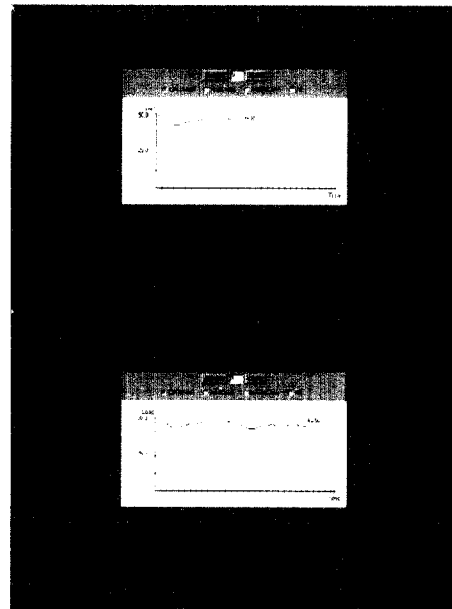


그림 9. SCALA 1.0 실시간 서버 로드 및 커넥션 수 모니터링 화면

### 4.2 웹 가속기

현재 SCALA 1.0 에션 구현되어 있지 않지만 10월 경 출시될 SCALA 2.0 에서는 웹서비스의 성능 향상을 위해, 웹 가속기 기능을 추가하는 작업을 하고 있다. 현재 최종 프로



토타입을 구성하고 있으며, 실제 웹 서비스의 성능을 크게 증가시켜 줄 것으로 기대하고 있다. 현재 SCALA 2.0에 탑재예정되어 있는 SCALA accelerator는 네트워크 라우팅으로 들어오는 클라이언트 리퀘스트를 웹서버 프로세서보다 빠르게 처리하도록 설계되어 있으며, 이를 위해 디스크 드라이브 액세스 대신 메모리 액세스를 하며, 유저 프로그램 레벨의 프로세스가 아닌 커널 레벨의 쓰레드를 통해 구현되었다. 또한 클러스터링 시스템과의 연동을 통해서 단일 가속기가 설치된 웹서버보다 더 높은 성능 향상을 기대할 수도 있다.

### 5. 결 론

현재 주택건설업계는 몇 년동안 침체된 경기속에서 “사이버 아파트”라는 뛰어난 아이디어를 실현하게 되었다. 하지만 지금 당장 알 수 있는 건 아파트 전용선의 속도가 얼마인지, 셋톱박스를 달아 주는지 하는 정도이다. 더 중요한 문제, 즉 주민들의 편의를 위한 콘텐츠와 아파트 커뮤니티가 제대로 형성될 것인지는 앞으로의 일이다. 이를 실현화하기 위해서는 인터넷/홈네트워킹/시큐리티/전자상거래 등 수많은 신기술이 테스트되고 구현되어야 한다. 본 논문에서는 사이버 아파트의 시장규모와 기술동향과 사이버 아파트 인터넷 인프라기술의 핵심인 클러스터링 웹 서버 및 웹 가속기에 대해 기술하였다.

### 참고문헌

[1] Braam,P.J. "The Coda Distributed File System", *Linux Journal*, June 1998.

[2] Satyanarayanan.M, "Coda: A Highly Available File System for a Distributed Workstation Environment", *IEEE Workshop* Sep. 1989,

[3] 서대화, "리눅스 클러스터 환경에서의 분산 병렬 파일 시스템", *정보처리학회지 Vol.6, No.6*, pp.47-48,1999.

[4] 김해진, "리눅스 연구 개발 현황 및 방향", *정보처리학회지 Vol.6, No.6*, pp.12-16, 1999.

[5] 최재영 외 3인, "고가용성 리눅스", *정보처리학회지 Vol.6, No.6*, p.19, 1999.

[6] Distributed file systems on Linux, [http://www.idg.net/crd\\_file\\_81719.html](http://www.idg.net/crd_file_81719.html)

[7] Linux Virtual Server Project, <http://www.linux-vs.org>

[1] William Stallings, "High-Speed Networks : TCP/IP and ATM Design Principles", Prentice-Hall International, Inc.

[2] Michael Beck외, "Linux Kernel Internals", Addison-Wesley, Second Edition,

[3] V. Cardellinu, M. Colajanni and P. Yu, "Redirection Algorithms for Load Sharing in Distributed Web-Server Systems", *Distributed Computing Systems*, 1999. Proceedings. 19th IEEE International Conference on, pp.528-535, 1999.

[4] A. Mourad and H. Liu, "Scalable Web Server Architectures", *Computers and Communications*, 1997. Proceedings., Second IEEE Symposium on, pp.12-16, 1997.

[5] B. Narendran, S. Rangarajan and S. Yajnik, "Data Distribution Algorithms for Load Balanced Fault-Tolerant Web Access", *Reliable Distributed Systems*, 1997. pp.97-106, 1997.

[6] <http://www.linux-vs.org>

[7] M. Dias, W. Kish, R. Mukherjee and R. Tewari, " A scalable and highly available web server," *IEEE Proceedings of COMPCON '96*, pp.85-92, 1996.

[8] N. Budhiraja, K. Marzullo, "High-available services using the primary-backup approach," *management of replicated data*, pp.47-50, 1992.

[9] K. Shin and X. Cui, "Effects of computing time delay on real-time control systems," *Proc. of 1988 ACC*, pp.1071-1076, 1988.

## 저 자 소개



장 휘(張輝)

1965년 3월 13일생. 1988년 서울대 기계설계공학과 졸업. 1989년 Univ. of Michigan at Ann Arbor 기계공학 대학원졸업(석사). 1990년-1993년 Univ. of Michigan at Ann Arbor 전산역학 대학원졸업(공박). 1996년-1997년 삼성자동차기술연구소 선임연구원. 1997년-2000년 서울산업대 조교수. 2000년 4월-현재 씨아이사(C-EISA) CEO



유경중(劉京鍾)

1966년 10월 16일생. 1989년 서울대 계산통계학과 졸업. 1989년 1월-1995년 4월 LG Soft 1998년 8월-1999년 10월SK Telecom 2000년 6월-현재 씨아이사(C-EISA) 수석연구원



이장호(李將虎)

1967년 12월 29일생. 1990년 서울대 컴퓨터공학과 졸업 1992년 서울대 컴퓨터공학과 대학원 졸업(석사). 1992년-1993년 현대전자 소프트웨어 연구소 2000년 미국 미시간대 대학원 Department of EECS(Electrical Eng. and Computer Science) 졸업(공박). 2000년 8월-현재 씨아이사(C-EISA) 수석연구원



민병조(閔丙朝)

1975년 3월 26일생. 1998년 연세대 전기공학과 졸업.1998년-현재 동 대학교 전기컴퓨터공학과 석사과정