

VDT 서비스제공을 위한 RAIS 비디오서버 구축사례

成 五

韓國通信 映像事業部

요 약

멀티미디어시대를 맞이하여 미국, 영국 등 여러 선진각국에서는 멀티미디어의 핵심서비스인 대화형 영상서비스 VDT(Video Dial Tone)을 시험/시범적으로 제공하고 있다고 보도되고 있지만 실제로는 일반가입자에게 상용화에 근접한 서비스를 제공하지 못하는 실정이다. 한국통신에서 제공중인 전화비디오는 비록 소규모이지만 아시아권내에서 최초로 일반가입자에게 안정된 영상서비스를 지난 11월부터 반포전화국지역에 제공하고 있다. 본 고에서는 서비스구현에 필수적인 비디오서버 요구조건을 제시하고 한국통신에서 도입한 RAIS 비디오 서버를 중심으로 구조적특성, 구성원리 및 S/W 운용체계를 알아본다.

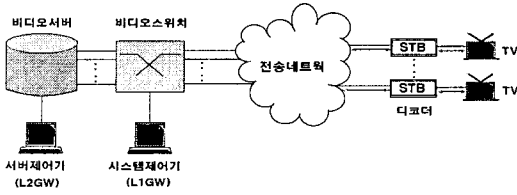
I. VDT시스템의 기본구성

VDT서비스란 가입자가 원하는 시간에 언제든지 영상정보를 요구할 때 수초이내에 즉시 수신할 수 있고 시청도중 제어신호를 통하여 화상제어가 가능한 대화형 영상 서비스이다.

VDT서비스를 구현하는 시스템은 동영상정보를 전송할 수 있는 1.5Mbps 이상의 고속 전송망과 가입자가 보내는 제어신호(Enter, FF,play 등)을 송, 수신할 수 있는 양방향 전달경로로 구성되는 구조적 특징을 갖고 있다. VDT시스템의 주요구성으로는 그림 1과 같으며 기본적으로 4가지 부분으로 구분할 수 있다.

- 가. 비디오서버 : 압축된 동영상정보 저장 및 전송
- 나. 비디오스위치 : 동영상정보와 제어신호 교환
- 다. 전송네트워크 : 양방향 전달경로 제공
- 라. 디코더(STB) : 압축된 영상정보를 복원

시스템 제어기는 영상과 제어 신호전달 경로를 설정, 포기 및 해제하는 비디오 스위치를 통하여 시스템 감시, 운용 및 관리기능을 수행할 뿐만 아니라 비디오 서버와 네트워크간의 통신을 위한 정합



(그림 1) VDT 시스템 구성도

기능과 가입자가 초기 메뉴를 선택할 때 특정 서버를 할당시키는 GW level 1 기능을 담당한다. 서버 제어기는 비디오서버의 상태를 감시하고 운용자가 시청내역 확인, 프로그램 관리 및 운용 S/W 관리를 할 수 있고 서비스종류를 선택하는 GW level 2 기능을 수행한다.

II. 비디오서버 요구조건

비디오서버는 동영상정보를 저장, 검색, 처리 및 입출력 한다는 점에서 기존의 컴퓨터기능과 유사하지만 중앙집중처리 기능보다는 검색된 영상정보를 즉시 고속으로 입출력시키는 기능을 강화하여 설계된 특징을 갖고 있다. 이는 기존의 화일서버는 다량의 동영상정보를 저장할 수 있는 능력과 고속으로 여러개의 영상채널로 전송할 수 있는 기능이 부족하기 때문에 이러한 점을 고려하여 비디오서버를 개발한 것이다. VDT시스템의 핵심부분인 비디오 서버가 대화형 영상서비스 구현을 위하여 갖추어야 할 조건은 다음과 같다.

1. 저장매체와 영상스트림 관리

일반적인 컴퓨터 운용시스템(Operating System) 기능인 프로세스관리, 메모리관리 및 인터럽트관리 기능보다 입출력 제어기능이 특별히 강화된 비디오서버에 대한 총구축 비용은 주로 저장매체비용에 의존된다.

이러한 저장매체는 전자기적, 광자기 및 테이프 구조로 되어 있다. 영상정보를 저장 매체로 전달하

는 데는 소형컴퓨터시스템 정합표준(Small Computer System Interface, SCSI) 또는 광채널 표준(Fiber Channel Standard, FCS)을 사용하고 이러한 접속 표준은 X3 T9.3 위원회에 의해 제정되었다. SCSI는 컴퓨터와 그 주변장치간에 접속을 위해 여러개 병렬형 입출력버스로 구성되며, 디스크와 테이프 드라이브, CD-ROM, MD 드라이브 및 WORM(Write Once, Read Many Times) 드라이브와 접속할 수 있는 표준화된 프로토콜이다. 이의 전송속도는 최대 20Mbytes/s이지만 좀 더 빠른 전송을 위해서는 광대역 표준인 FCS가 요구된다.

이는 일대일 통신방식으로 스위칭기능을 갖고 있고 연속적으로 초당 30Mbytes에서 100Mbytes로 고속 전송이 가능하다. 광대역 영상서비스는 스트림을 기본단위로 제공된다. 비디오데이터는 스트림 형태로 전송되기 때문에 사용자에게 가시적인 잠음없이 전달하는 것이 중요하다.

일단 스트림이 전송되기 시작하면, 일련의 연속적인 전달이 보장되어야 한다. 사용자의 요구시간은 정해지지 않고 임의로 영상정보를 요구하기 때문에, 중간 저장 매체인 버퍼메모리와 디스크와의 불규칙적으로 정보교환을 할 때, 최소한의 잠음상태하에 연속적인 전송이 가능하도록 스트림 관리가 되어야 한다.

이를 위해 비디오서버로부터 Set-Top으로 전송되는 모든 영상스트림들은 종합 처리할 제어프로세서가 필요하다.

2. 동시 사용가능한 가입자 수

일반적으로 단일 디스크로서 하나의 가입자에게 서비스제공이 가능하다. 그러나, 여러 가입자가 동시에 동일영상정보를 요구하였을 때 다수의 가입자에게 어떻게 하면 동시에 동일영상정보를 요구하였을 때 다수의 가입자에게 어떻게 하면 동시에 서비스 제공이 가능한가?

이를 구현하기 위해 데이터를 반복복사(Interleaving)하는 방법으로서 RAID(Redundant Arrays of Inexpensive Disks)를 이용해 여러 개의 디스크에 동일 영상정보를 저장하는 것이지만 여분의 디스크사용으로 인하여 고가의 비용이 소요된다.

RAID1인 경우 데이터를 부가적 디스크를 이용하여 이중화시키고 RAID3에서는 1개의 부가적인 디스크로 각각의 어레이(Array)에 대한 패리티를 별도 저장한다. RAID3에 있어서는 디스크가 고장날 경우 패리티드라이브를 기존 드라이브와 결합해 데이터를 다시 재구성하여 원래 데이터를 재생시킨다. 그러나 이 재생 알고리즘은 매우 복잡하고 그 처리시간이 길기 때문에 상당시간이 소요된다.

RAID방식보다 디스크 사용효율이 높은 방법으로 영상정보가 보조기억장치에서 빠르게 전송되거나, 인기있는 영상정보가 비디오서버내에 멀티디스크어레이 복사를 통하여 RAM으로 빠른속도로 저장되면 종래의 RAID를 사용하지 않고 실시간 서비스가 가능하다.

3. 프로그램내용의 저장 비트율

서버에 저장되어 있는 인코딩된 영상정보는 원래 1.5Mbps, 2Mbps 또는 3Mbps중 하나로 고정된 속도로 전송된다. 그 이유는 프로그램저장에 사용되는 비트율은 네트워크 전송할 수 있는 대역폭에 의해 제한을 받고 있기 때문이다.

그러나 멀티미디어 타이틀을 서버내에 저장할 때 멀티미디어 타이틀 제작시 문자, 이미지, 단순 그래픽 및 동화상과 같은 다양한 포맷을 이용하기 때문에 저장속도가 각각 달라지게 된다.

통신채널은 고정된 전송속도를 갖고 있는 반면 서버는 여러 가지 전송속도를 갖는 정보를 저장할 수 있다. 이에 대한 대책으로 모든 프로그램의 내용을 스트림형태가 아니라 패킷이나 셀형태로 저장하는 것이다.

ATM의 다중화 특성을 살려서 여러 개의 셀을 동기화 기술을 적용하여, 적당히 조합하고 가입자가 원하는 스트림을 발생시킨다. 따라서 멀티미디어 관련 포맷별로 표준화된 비트율이 요구된다.

4. 에러제어와 비화(Encryption)

전송 에러율을 낮추기 위하여 FEC(Forward Error Correction)방식이 이용된다. 이는 서버와 VDT 게이트웨이간의 광선로를 사용하는 경우는 에러가 거의 없기 때문에 FEC 방식은 사용되지 않

지만 전화선로를 이용하는 ADSL 방식에 주로 사용된다.

영상정보의 불법적이 접속을 방지하기 위해 준비된 시스템인 조건부 접속시스템의 경우 허용된 사용자만이 STB의 스크램블 해제할 수 있도록 특별코드나 열쇠를 부여한다. 그러나 현재는 스크램블이나 비화 장치비가 VCR과 맞먹는 가격이며 비화하는대는 추가처리 시간과 비용이 수반된다.

비디오가 가입자로 부터 요구될 때 비디오스트림은 LFSR(Linear Feedback Shift Register)에 의해 인코딩되어 전송된다. 중요한 것은 스트림별로 서로 다른 비화방식을 사용하기 때문에 서버에 저장되기 전에는 비화가 불가능하다.

따라서 스트림이 디스크로 부터 읽혀진 직후 VDT 게이트웨이 또는 서버내의 별도의 모듈에서 처리해야 한다.

III. 한국통신이 도입한 RAIS 비디오 서버

1. 개요

RAIS 비디오서버의 구조는 대화형 영상서비스 제공에 필수적인 동영상정보를 저장, 분배 및 관리하는데 효율적인 엔진형태로 설계되어 있다. RAIS는 전송망 사업자나 영상프로그램 공급자에게 멀티미디어 정보를 처리할 수 있도록 완벽한 분배와 제어시스템을 제공한다.

특히 가입자단말과 정합을 지원하고 프로그램 자동검색 및 분배용 S/W를 갖추고 있고 시스템 제어, 요금관리 및 고장처리 기능을 포함한다. RAIS는 시청도중 가입자가 보내는 VCR 제어신호인 플레이, 정지, 일시정지 등을 수신하여 영상스트림 제어를 수행한다. S/W 연동성을 높이기 위해 개방시스템이 구현될 수 있도록 일반적인 컴퓨터 플랫폼인 UNIX 시스템 V, C언어, X윈도우시스템, OSF/Motif, TCP/IP, SQL 및 SCSI-2를 이용하여 운용체계를 구축했다. RAIS 구조는 모듈 단위로 구성되어 확장이 용이하고 사용효율을 증대시킬 수 있기 때문에 동시에 1만 영상스트림 이

상으로 확장이 가능하다.

이는 Payload 데이터가 RAIS 제어기내에 중앙 프로세서를 통하지 않고 처리가 가능하기 때문이다. 서버내부의 영상정보 전달경로상에 Traffic을 분산시키기 위해 여러 개의 소형화된 프로그램 저장처리 장치를 프로세서간에 전송되는 데이터 비율은 2.4Kbps부터 622Mbps까지 가능하다. RAIS는 CD-ROM, 8mm Tape, Magnetic disk 및 RAM을 포함하여 다양한 디지털 저장 및 분배회로를 수용한다. 한국통신에서 도입한 시험사업용 RAIS 비디오서버는 40개의 T1 영상스트림을 동시에 출력이 가능하고 동일 영상정보에 대한 동시 사용가능한 가입자수는 6가입자이다.

2. 구조적 특성

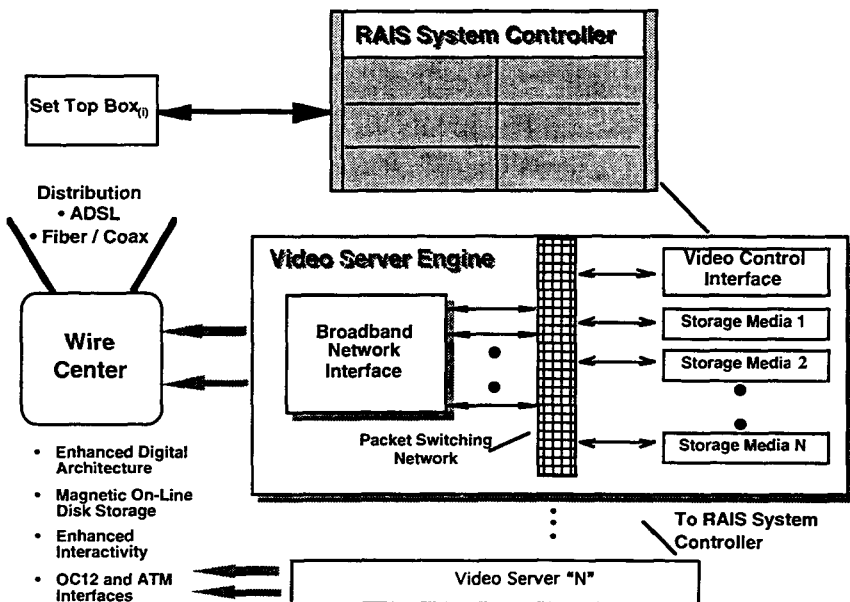
RAIS 비디오서버 플랫폼에 대한 구조는 그림 2와 같고 RAIS 시스템제어기는 가입자 단말과 타 장비 정합부분을 제어 및 관리한다.

이러한 정합을 통하여 시청자가 프로그램 요구 시 사용자 ID확인과 프로그램 전달 경로를 설정한다. 이는 UNIX 베이스 워크스테이션이나 서버급

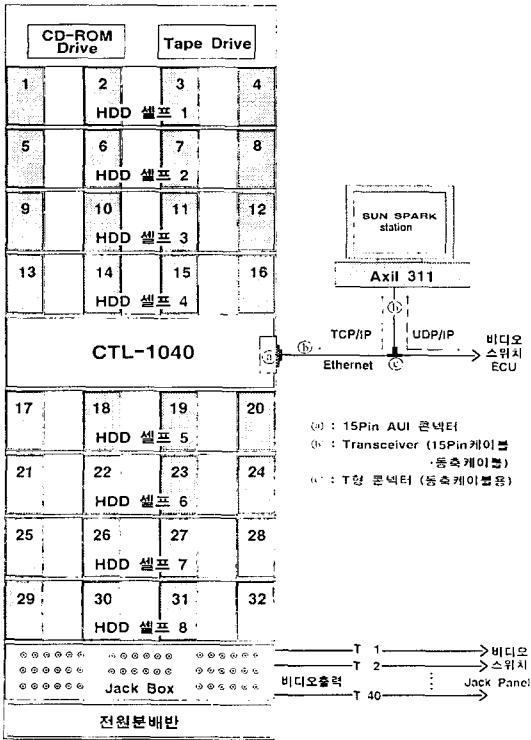
장비인 시스템제어기 상에 구동되어 일주일 내내 고장없는 상태로 계속적으로 서비스가 제공될 수 있도록 지원한다.

가입자가 시청을 요구할 때 시스템제어기는 접속요구신호를 수신하여 비디오서버로 전송한다. 이때 비디오트렁크를 할당받아서 영상정보 전달경로(Session)을 설정한 후 비디오서버 엔진은 비디오 서버 제어기를 통하여 영상정보 송출을 시작한다.

이 엔진구조는 실시간으로 구동되어진 멀티미디어 정보가 광대역 네트워크를 통하여 어떤 가입자에게도 자동으로 전송될 수 있도록 설계된 디지털 시스템이다. 서버는 SCSI-2 기술을 이용하여 여러 가지 인코딩속도를 가진 CD-ROM이나 디스크를 이용한 실시간 전송 및 저장이 가능하다. 프로그램 저장 매체와 네트워크간의 정보전달방법은 고속의 패킷 스위칭 네트워크를 이용하여 고화질과 높은 음질을 구현하도록 방대한 데이터 스트림에 대한 전달경로를 제어하여 효과적으로 분배한다. 또한 각각의 HDD에서 전송되는 데이터가 SCSI 버스를 공유할 때 상호충돌이 발생하지 않도록 RISC(Reduced Instruction Set Computing) 기술을 이



〈그림 2〉 RAIS 플랫폼



〈그림 3〉 비디오서버 구성

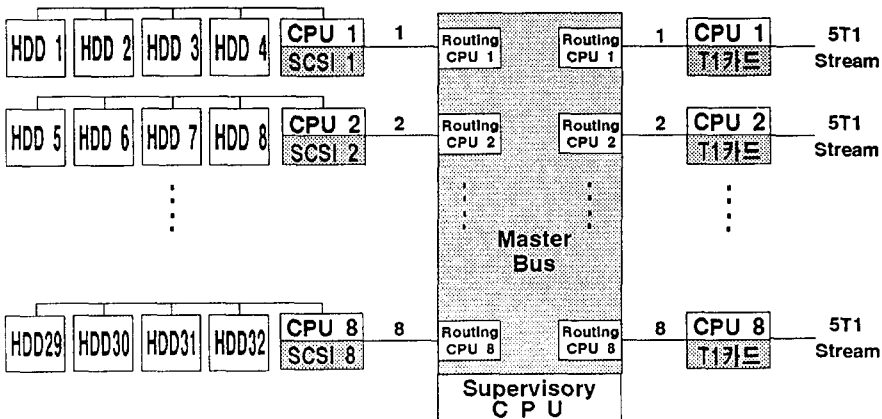
용하여 처리속도를 640MB/s으로 향상시켰다.
비디오서버는 그림 3에서 보는 바와 같이 타장

치의 연동 및 서버내 HDD를 제어하는 서버제어장치(CTL-1040)과 32개의 HDD로 구성되며 운용자 단말(SUN SPARK Station)는 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 통하여 비디오서버의 상태감시, 운용 및 제어기능을 수행한다. UDP(User Datagram Protocol)은 Connectionless 프로토콜로서 마이크로셀 교환방식인 비디오스위치와 운용자단말(Sun Spark)간에 패킷블럭단위로 데이터 송수신을 지원한다.

HDD 한 개의 용량은 약 2.2G Bytes로 MPEG I 영상정보를 3시간 정도 저장할 수 있어서 총 저장용량을 약 70G Bytes로서 최대 저장시간이 약 100시간이다. 또한 한 셀프당 4개의 HDD로 구성되고 총 8셀프를 이루고 각각의 셀프는 SCSI 카드와 연결되어 있다. HDD는 MPEG I 영상정보를 저장하고 있고 서버제어장치내 T1카드는 MPEG I 정보를 수신하여 T1으로 휘젓 변환시켜 비디오스위치로 전송한다.

3. 구성원리

각각의 HDD에 저장된 비디오스트림이 SCSI를 통하여 T1으로 전송되는 개념도는 그림 4와 같다. 가입자가 제어신호를 통하여 영상정보를 요구할 때 Supervisory CPU는 4개의 HDD를 제어하는



〈그림 4〉 비디오스트림 전송구조

해당 SCSI내의 CPU에게 선택신호를 보내어 HDD를 구동시킨다. Master Bus내의 Routing CPU간에 연결이 Supervisory CPU의 제어하에 이루어져 관련 T1카드로 전달된다.

T1카드 CPU와 SCSI CPU의 각각의 처리능력은 20MIPS, Routing CPU와 Supervisory CPU의 처리능력은 30MIPS로서 33개 CPU의 전체 처리능력은 830MIPS(Million Instruction Per Second)이다. 각각의 CPU의 처리속도는 초당 20MBytes이며 32개의 CPU가 동작될 때 Master Bus의 총 처리속도(throughput)는 초당 640MBytes이다.

이용자는 영상프로그램을 요구하여 수신시 HDD로부터 SCSI를 통하여 Master Bus로 전송되는 과정이 그림 5에서 보여준다. 프로그램 선택 신호는 해당 SCSI CPU 제어하에 요구된 영상프로그램을 저장하고 있는 특정 HDD 액세스한다. 이때 HDD는 MPEG I 영상스트림을 빠른 속도로 SCSI버스를 통하여 SCSI 입출력장치에 전송한다. 영상스트림은 종합입출력 제어기능을 갖고 있는 Transputer인 CPU는 Overflow이나 Underflow가 발생하지 않도록 입출력 전송속도와 전달지연 시간을 계산하고 고속 FIFO와 4MB DRAM 버퍼를 이용하여 전체적인 Flow-Control 역할을 담당한다. 인기있는 영상타이틀을 여러 사람이 전체 방영시간동안 수초 또는 수십분의 시간적 간격을 두고 순차적으로 시청을 요구할 때 동일한 영상정보를 여러 개의 HD에 복사하는 방식인 RAID를 사용하지 않고 Transputer 방식을 이용하여 동시 시청가능한 가입자수는 설계상 최대 12가입자이고

실제 운용해 본 결과 6가입자까지 동일 영상 타이틀을 무난히 시청가능한 것으로 확인되었다.

4. 비디오서버 S/W 운용체계

1) 개요

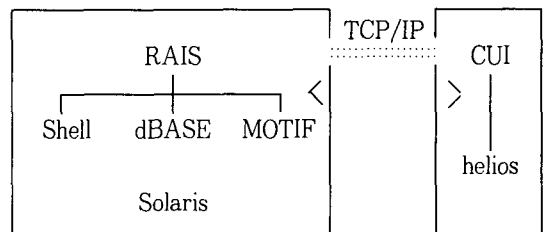
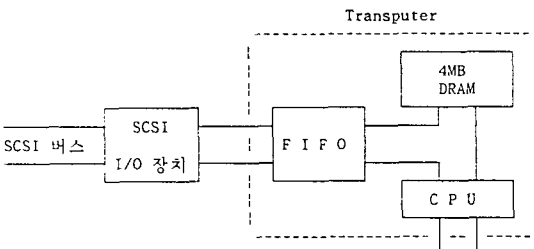
비디오서버를 구동하는 관련 S/W 플랫폼은 기본 OS로서 UNIX, 그 위에 DBMS로 Oracle-7 Version으로 구성된다. 이를 근간으로 VDT서비스를 구현하기 위하여 (미)ODT사에서 응용 S/W로서 RAIS(Random Access Interactive System)를 개발하여 최초로 (미)RBOC중의 하나인 Nynex에 납품하여 현재 사용중에 있다. RAIS는 비디오서버내의 제어장치(CTL-1040)와 비디오서버 관리용 운용단말기(Sun SPARK station)간을 상호연동시켜 시스템관리, 운용을 지원하는 응용 S/W이다.

2) 관련 S/W 구성체계

비디오서버 제어장치와 운용단말기에서 사용하는 UNIX 베이스 S/W와 관련 운용 S/W간의 관계를 도식화하면 아래와 같다. 각각의 사용되는 S/W는 표 1에 요약되어 있다.

비디오서버 제어장치에 내장된 helios라고 하는 제어프로그램은 UNIX OS를 기본으로 가입자가 요구한 영상정보를 동시(Concurrent)에 처리할 수 있는 Process 관리기능이 있고 또한 32개 하드 디스크를 대상으로 액세스하여 실시간으로 영상정보를 출력시켜 준다.

비디오서버에 대한 상태확인, 감시 및 제어하기 위하여 운용단말기상에 표시되는 각종 그래픽 정보는 MOTIF라는 S/W 도구를 이용하여 생성되는



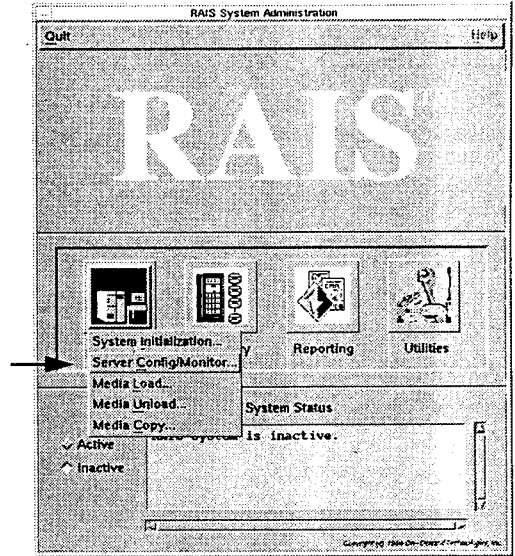
〈그림 5〉 SCSI Block Diagram

비디오서버 운용단말 (Sun Sparkstation)

서버제어장치 (CTL-1040)

〈표 1〉 관련 S/W에 대한 설명

S/W 종류	내 용
Shell	UNIX내의 Kernel과 사용자 인터페이스
dBASE	Oracle에서 제공되는 각 장비에 대한 초기 상태 운용내역 자료
MOTIF	X-Window tool의 하나로서 그래픽객체(예:누름버튼, 스크롤막대 메뉴 등)를 제공
Solaris	UNIX 통합 Version
CUI (Celerity User interface)	RAIS GUI환경하에 서버 제어장치용 언어로 변환시키는 정합부
helios	UNIX 운용체제와 유사하고 실시간 처리 및 멀티태스킹을 지원



〈그림 6〉 시스템 초기화 화면

객체지향형인 메뉴, 누름버튼, 아이콘 등으로 구성된다. 운용자가 보내는 각종 제어신호 및 명령어는 shell을 통하여 UNIX Kernel에 입력되고 RAIS를 경유하여 TCP/IP 방식으로 데이터가 비디오서버로 전달된다.

3) RAIS(Random Access Interactive System)

비디오서버 관리용 응용소프트웨어인 RAIS는 비디오서버를 구동하고 가입자 시청통계와 프로그램관리기능을 수행한다. 단말기 초기화면은 그림 6과 같으며 기능별로 크게 4가지로 구분된다.

- 시스템부
 - 시스템 초기화, 재구동, 종료
 - 하드디스크와 비디오 트렁크 상태 감시
 - 프로그램 로딩/언로딩
- Inventory부/Reporting부
 - 서비스 프로그램별 관리
 - 운용자(추가,수정, 삭제, 검색)
 - 프로그램제공사 관리
 - 가입자 ID별
- Utilities부
 - 가입자 정보 수정

- 운용 Password 변경

(1) 시스템관리

화면에 표시된 시스템부분에 커서를 옮겨 시스템 초기화를 실시하면 그림 7과 같이 RAIS상에서 구동되는 프로세서가 나타난다.

SCL(System Controller)는 상위 또는 하위 프로세스에 대한 처리시간 스케줄을 관리하고 스위치와 가입자간의 명령어 전달경로 설정 등을 제어하는 기능을 수행한다. 화면 하단에 있는 시작, 재구동, 종료를 의미하는 버튼을 이용하여 시스템을 운용한다.

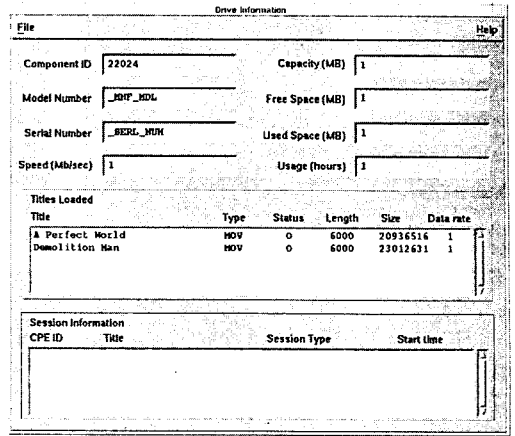
(2) 프로그램 관리

비디오서버는 8개의 SCSI(Small Computer System Interface) 카드와 8개의 T1카드를 갖추고 있으며 각 SCSI 카드에는 4개의 HDD가 연결되어 있다.

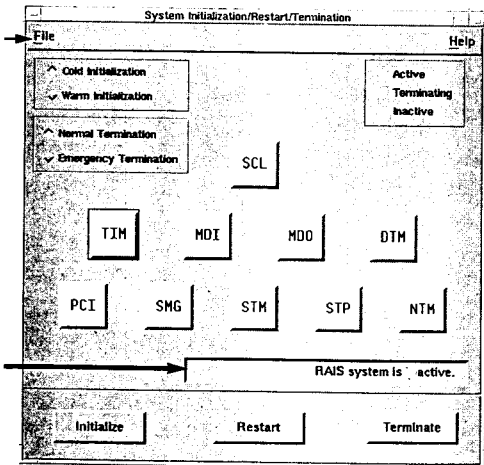
그림 8은 5개의 HDD가 운용중을 나타내며 Pending offline 상태는 시청중인 HDD를 off시키는 경우 시청이 중지될 때까지 on-line상태를 유지하고 시청 완료시 offline으로 전환되는 것을 의미한다. Drive Config는 프로그램 저장복사 및 삭제

시 사용되며, Drive Info 성택시는 해당 HDD에 대한 식별관리, 속도, 총용량, 비어있는 용량 및 상영시간은 그림 9에 보여준다.

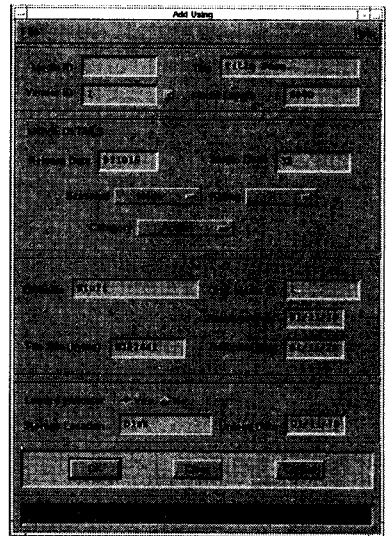
프로그램을 HDD에 저장하려면 inventory를 통하여 프로그램등록을 시키고 그 목록에 입력되는 사항은 프로그램 제목, 프로그램 제공사의 식별번호, 서비스제공물 상영시간, 프로그램종류(예 : 코믹물, 액션물 등), 화일길이 및 프로그램 저장장소로 그림 10에 보여준다. seasonal은 특별히 영상 수요가 높은 기간을 나타내며 Rating은 청소년관람 허용여부를 표시한다.



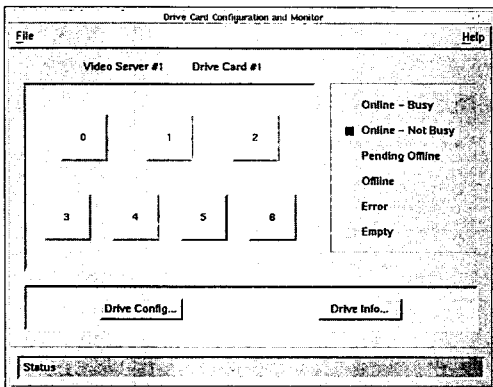
<그림 9> HDD의 상태 화면



<그림 7> RAIS 시스템 구동



<그림 10> 프로그램 삽입시 입력 화면



<그림 8> 운용중인 HDD

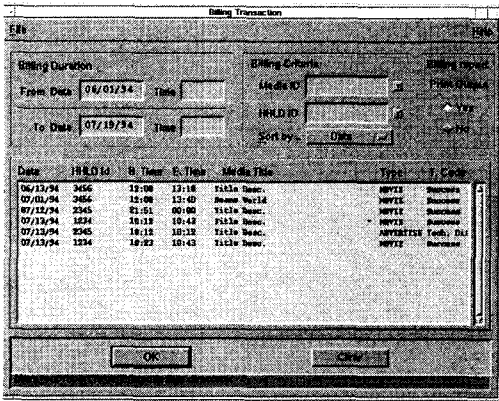
(3) 요금관리

가입자별로 VDT서비스를 제공받은 내역을 프로그램 공급회사별로 집계한 것은 향후 상용화시 영화제작사, 방송국 등 민간 영상업체가 서비스공급자로서 비디오서버를 설치, 운용할 때 요금관리의 편리성을 감안하여 설계된 것이다. Reporting 부에서 Billing Transaction을 선택하여 사용기간과 공급사 ID를 입력하면 그림 11이 나타난다.

시청한 프로그램제목과 시청개시 및 종료시간에 대한 정보를 토대로 가입자 정보를 연결시키면 가

입자별로 요금부과를 할 수 있는 도구를 제공한다. T-code는 시청이 정상적으로 종료되었는지의 여부를 알려주고 시청상태를 아래와 같이 분류된다.

- SVCC-EOC : 프로그램 정상종료
- SVCC-VC : 가입자 취소에 의한 종료
- CX-Drop : 시청도중 전원 공급 중단
- Fail-TNA : 제공할 수 없는 프로그램
- Fail-SE : 시스템 고장발생



〈그림 11〉 시청통계

IV. 결 언

대화형 동영상서비스인 VDT는 컴퓨터와 통신 및 가전분야 관련기술간의 유기적인 통합을 기본으로 상호연동이 완벽하게 이루어져야만 구현이 가능한 서비스이다. 전세계적으로 사용중인 VDT

시스템을 구성하는 장비들은 현재 개발중이거나 겨우 개발완료된 상황이므로 완벽한 시스템통합을 통하여 상용화 시킬 수 있는 서비스 구현은 단기간 내에 매우 어려울 것이라고 예상된다.

한국통신이 사용하고 있는 RAIS 비디오서버는 (미)H.P.사에서 제작한 H/W와 (미)ODT사에서 개발한 응용S/W를 결합한 형태이다. 현재는 신뢰도시험 기간중이며 연 2개월동안 총 정지시간이 30분 이내의 엄격한 신뢰도검사 기준을 만족해야 함격할 전망이다.

'95년 10월에는 동영상정보뿐만 아니라 그래픽, 이미지, 정지화상 등 다양한 Data Format을 저장할 수 있는 멀티미디어 서버를 도입하여 홈쇼핑, 전자도서관, 전자신문 등과 같은 응용서비스 제공에 사용될 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] On-Demand Tech, Inc. "Video Server Solutions for the Information Super highway" May 1994.
- [2] On-Demand Tech, Inc. "RAIS 2.0 System Administrator's Guide." July 1994.
- [3] Yee-Hsiang Chang, "An Open-System Approach to Video on Demand" IEEE Communications Magazine PP.60~80, May 1994.
- [4] 민성오. "VDT서비스 구현방안" 통신저널 PP.116~122, 9월 1994.

저 자 소 개



閔 成 五

1955年 2月 1日生
 1981年 2月 한국항공대학 전자공학과 학사
 1988年 2月 뉴욕주립대학원 전기과 석사
 1992年 5月 뉴욕주립대학원 전기과 박사

1980年 12月~1981年 12月 체신부 사무관
 1982年 1月~1982年 10月 한국통신 전신전화건설국 과장
 1992年 7月~1994年 1月 한국통신 선로연구소근무
 1994年 2月~현재 한국통신 영상사업부장

주관심 분야 : Holographic Optical Interconnect, Optical Switching, VDT System
 Integration 등