

碩士學位請求論文

노래방 서비스를 위한 멀티캐스팅

전송 알고리즘에 관한 연구

A study on the Multicasting Delivery

Algorithm for Noraebang Service

仁川大學校 情報通信大學院

뉴미디어專攻

宋吉祚

1999年 12月 日

碩士學位請求論文

노래방 서비스를 위한 멀티캐스팅
전송 알고리즘에 관한 연구

A study on the Multicasting Delivery
Algorithm for Noraebang Service

仁川大學校 情報通信大學院

뉴미디어專攻

宋 吉 祚

1999年 12月 日

碩士學位請求論文

노래방 서비스를 위한 멀티캐스팅
전송 알고리즘에 관한 연구

指導教授 金 益 洙

이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함

1999年 12月 日

仁川大學校 情報通信大學院

뉴 미디어 專攻

宋 吉 祚

宋吉祚의 工學碩士學位論文을 認准함

1999年 12月 日

審査委員長 _____ 印

審査委員 _____ 印

審査委員 _____ 印

仁川大學校 情報通信大學院

목 차

표 목 차	ii
그림 목 차	ii
국문 요약	iii
I. 서론	1
II. 관련 연구	5
III. Music-on-Demand System의 구현	8
1. 시스템 구조	9
2. 시스템 장치의 기능	11
2.1 비디오 서버 및 저장 장치	11
2.2 오디오 서버 및 저장 장치	12
2.3 스케줄러	13
2.4 네트워크	13
2.5 수신 장치	14
3. 멀티미디어 서버 시스템의 구현	16
3.1 서버 시스템	16
3.2 서버의 논리적 모델	18
3.3 서버로부터 데이터 전송 방법	22
IV. 멀티캐스팅 전송 알고리즘	24
1. 클라이언트 알고리즘	25
2. 서버 알고리즘	26
3. 클라이언트 대 예약 순서 2차원 배열	28
V. 시뮬레이션 및 성능 분석	30
1. 시뮬레이션 및 성능 분석	30
2. 성능 분석 결과	32
VI. 결론 및 향후 연구	33
참고문헌	34
부 록	37
영문초록	47

표 목 차

Table 1. Algorithm for client	25
Table 2. Algorithm for server	27
Table 3. Clients vs. reserved list sequence	29
Table 4. Environment for computer systems	45
Table 5. Environment for operation of programs	45

그 림 목 차

Figure 1. Magnitude of network bandwidth and real-time service vs. the kind of services	3
Figure 2. Logical architecture of SVOD system	6
Figure 3. Block diagram of a MOD system	10
Figure 4. Block diagram of a distributed multimedia system	17
Figure 5. Logical model of the server	21
Figure 6. Stream-merge operation	23
Figure 7. Number of channels for service requests	32
Figure 8. Blocking rate vs. service arrival rate	32
Figure 9. Flow chart	43
Figure 10. Action of program	44

論 文 要 約

노래방 서비스를 위한 멀티캐스팅 전송 알고리즘에 관한 연구

宋 吉 祚

仁川大學校 情報通信大學院 뉴미디어專攻

(指導教授 金 益 洙)

일반적으로 주문형(on-demand) 서비스를 위해서는 저장 장치, 호스트 I/O와 광대역의 네트워크 대역폭의 발전이 필수적으로 지원되어야 하며 또한, 서버의 부하 문제도 반드시 고려되어야 한다.

본 논문은 다양한 주문형 서비스의 한 분야로서 부족한 네트워크 자원의 고갈을 방지할 뿐만 아니라, 서버의 부하를 크게 경감시켜 노래방 서버의 성능을 향상시키기 위해 멀티캐스팅 전송을 사용한 새로운 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 서버로부터 클라이언트들이 단일 채널로 전송되는 단일 요청 곡을 서비스 받으면서 동시에 다음 순서의 예약 곡이 멀티캐스트 채널로 서비스될 경우 이를 버퍼에 저장하는 방법을 채택하였다. 따라서, 현재 단일 채널로 서비스 중인 노래를 종료한 다음 단일 채널을 양도하고, 후 순위 예약 곡은 서버를 통하지 않고 직접 클라이언트 버퍼를 통해 서비스 받을 수 있다. 이와 같이 제안된 멀티캐스팅 전송 알고리즘은 예약 곡이 많을수록 소요되는 채널의 수가 크게 감소될 수 있으며, 시뮬레이션을 통해 노래방 서비스 시스템의 성능이 크게 향상됨을 확인하였다.

I. 서론

멀티미디어 데이터 처리는 시스템의 가장 기본적인 요소인 자료 형태를 확장하는 개념이기 때문에 거의 모든 컴퓨터, 통신 응용 분야에 적용될 수 있다.

멀티미디어 정보는 기존의 텍스트 정보는 물론 이미지, 음성과 비디오를 포함하는 다양한 형태의 데이터들로 이루어진 연속 미디어(continuous media)로서 매우 많은 용량의 데이터를 저장하고, 네트워크를 통해 전송해야 하기 때문에 초고속 네트워크, 데이터 저장 장치와 데이터 압축 기술 및 지능을 갖춘 멀티미디어 서버의 개발과 같은 기술적인 발전이 필수적으로 이루어져야 한다.[1][2] 또한, 멀티미디어 정보 시스템은 멀티미디어 데이터를 저장, 전송 및 표현하는 기술을 통합하는 분야로서 현재 교육, 의료와 오락 산업 분야에 광범위하게 이용되고 있으며, 이는 앞으로도 계속 폭발적으로 증가될 전망이다. 이와 함께 멀티미디어 정보 서비스는 언제, 어디서나 사용자가 원하는 시점에 서비스를 제공하는 주문형 서비스의 형태로 발전하고 있다.[1][3]

VOD(video-on-demand), NOD(news-on-demand), EOD(education-on-demand)와 같은 주문형 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 데이터 스트림(stream)들을 필요로 하고, 실시간 검색(real-time retrieval)이 이루어져야 한다. 따라서, 영화, 음악과 뉴스 및 원격교육 등을 주문형으로 서비스를 제공할 수 있는 멀티미디어 시스템의 실현을 위한 노력이 가속화되고 있다.[1][2][3] 이와 함께 시청각 교육, 원격 영상 회의, 홈쇼핑, 대화형 영화, 전자 게임, 지리 정보 시스템, 전자 출판, 디지털 도서관 등도 멀티미디어 처리 분야에서 급속도로 개발되고 있다. 현재의 컴퓨터, 통신, 응용 분야의 발전과 응용 양상을 관측해 보면, 앞으로는 일부 특수한 분야를 제외하고, 거의 모든 응용 분야에서 주문형 서비스가 이루어질 것이다.

연속 미디어인 비디오와 음성 신호는 물론 애니메이션과 같은 동영상 서비스를 실시간으로 제공할 수 있는 멀티미디어 서버의 설계에 대한 연구로서 음악과 동영상을 서비스하는 네트워크를 통한 노래방 서비스는 앞으로 수요가 크게 증가할 것으로 기대된다. 네트워크를 통한 대화형 노래방 서비스는 예약, 서비스, 역 재생, 고속 재생 및 정지 등의 서비스를 제공할 수 있는 대화형 VOD 서비스의 전 단계로서 일반적으로 단지 예약, 서비스, 정지 및 취소만을 필요로 하며 대화형 VOD에 비해 적은 네트워크 대역폭을 사용하기 때문에 조만간 서비스가 상용화될 것이다. 이와 같은 네트워크를 통한 노래방 서비스를 포함한 주문형 서비스를 제공하기 위한 시스템의 설계는 모든 사용자에게 개별적으로 전송 채널과 서버 자원이 할당되어야 하므로 구현을 위한 비용이 매우 높으며 또한, 확장성에 큰 문제점을 갖고 있다.^{[4][5]} 따라서, 대화형 노래방 서비스와 질 높은 다양한 서비스를 제공하는 VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD 서비스는 클라이언트와 서버 사이에 실시간적인 대화를 위해 각 사용자에게 독립된 채널을 장시간 할당해야 하기 때문에 매우 방대한 네트워크 대역폭이 필요하여 현재 극히 제한적인 서비스만이 제공되고 있다. 또한, 제한된 채널 용량으로 인하여 서비스 요청이 실시간 상에서 즉각적으로 이루어지지 않기 때문에 서비스 요청을 일정 시간 동안 지연시켜 서비스를 제공하고 있는 실정이다.^{[1][6][7]}

네트워크를 통한 노래방 서비스는 실시간 대화형 VOD 서비스에 비해서 적은 대역폭으로 실현이 가능하기 때문에 VOD 서비스의 전 단계로써 이용될 수 있다. 그림 1에 서비스 요청에 따른 각종 서비스의 실시간 적용의 정도와 사용되는 네트워크 대역폭의 정도를 나타냈다.

그림 1에 나타낸 바와 같이 대화형 노래방 서비스와 VCR 기능을 갖춘 완전한 VOD 서비스는 실시간으로 질 높은 서비스를 제공하지만 한 개 채

널이 특정 사용자에게 전적으로 할당되므로 매우 방대한 네트워크 대역폭을 필요로 하기 때문에 현재 실현에 큰 어려움이 있다. 그러나 사용자들로부터의 서비스 요청을 그룹 단위로 그룹화하여 서비스를 제공하는 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용할 경우 한 개의 채널로 다수의 사용자가 동시에 서비스를 받을 수 있으므로 적은 대역폭으로 다수의 사용자에게 양질의 서비스를 제공할 수 있을 뿐만 아니라 경제적인 가격으로 시스템을 확장할 수 있다.

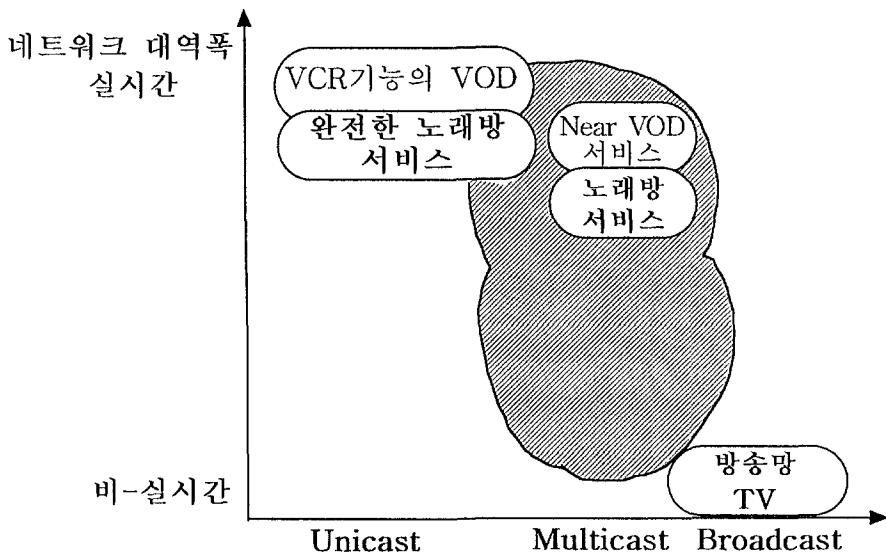


Figure 1. Magnitude of network bandwidth and real-time service vs. the kind of services

본 논문에서 제안한 네트워크를 통한 노래방 서비스를 위한 멀티캐스팅 전송 알고리즘은 사용자측에 소량의 버퍼만으로 서비스가 실시간으로 제공될 수 있으며 또한, 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용한 노래방 서비스는 여러 곳에 산재해 있는 노래방 또는 다수의 가정에서 다수의 사용자들이 서비스를 요청할 경우 특히, 최근에 인기 있는 노래들은 분명히 서비스 요청이 폭주할 것이라는 Zipf분포^{[5][8]}에 따른 요청 패턴에 기초를 두고 사용자측에 소량의 버퍼만으로 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용하여 보다 많은 사용자에게 적은 채널로 서비스가 실시간으로 제공될 수 있다. 따라서, 노래방 사용자 그룹들은 서비스 요청에 앞서 미리 예약 노래를 정하고, 이어서 서비스를 요청할 경우 서버는 각 사용자 그룹의 서비스 요청을 받아 요청된 노래들 가운데 동일한 노래들을 그룹화하여 한 개의 멀티캐스트 채널로 다수의 사용자 그룹에게 서비스하는 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용한다. 이 경우 앞에서도 설명한 바와 같이 부족한 네트워크 자원의 사용을 극대화할 수 있을 뿐만 아니라 서버의 부하도 크게 경감시킬 수 있다. 또한, 제안된 멀티캐스팅 전송 알고리즘은 노래방 서비스 및 VOD 서비스를 포함하는 모든 주문형 서비스를 위한 멀티미디어 전송 알고리즘에 그대로 적용될 수 있다.

본 논문의 구성을 보면, II장에서는 MOD(music-on-demand) 서비스에 관한 관련 연구를 기술하고 III장에서는 MOD 시스템 구현을 하며, IV장에서는 서버 알고리즘 및 클라이언트 알고리즘을 설계한다. V장에서는 설계한 알고리즘을 시뮬레이션하고 성능 분석을 한다. VI장에서는 결론과 향후 연구에 대해 기술한다.

II. 관련 연구

연속 미디어를 지원할 경우 동시 사용자의 수를 증가시키기 위해서는 멀티미디어 파일 시스템, 실시간 디스크 스케줄링 등의 커널 수준의 지원이 필요하며 이에 대한 연구들은 이미 상당히 진행된 상태이다.^{[9][10][11]} 소규모 비디오 서버는 고가 시스템으로 구축하는 것보다 저가의 서버를 클러스터링(clustering)하여 병렬화시키는 것이 비용적인 측면에서 유리하다.^[3]

SVOD(scalable VOD)는 소규모 환경에 적합하도록 저가의 PC서버를 사용하여 시스템을 구축할 수 있으며, SVOD 시스템의 전반적인 구조는 그림 2에서와 같이 하나의 제어 서버와 다수의 스토리지 서버, 그리고 이들을 상호 연결하는 고속의 내부 네트워크로 구성된다.^[12] 따라서, 이 시스템의 구조는 확장성을 고려하여 제어 서버가 클라이언트의 모든 요구를 처리하고, 스토리지 서버는 클라이언트에게 연속적인 데이터 전송을 책임진다.

이것은 스토리지 서버의 동적인 추가에도 적용할 수 있는 구조이고, SVOD 전체의 부하 균형을 이룰 수 있다. 제어 서버와 스토리지 서버, 제어 서버와 클라이언트간의 메시지는 TCP/IP로 신뢰성을 보장하고, 스토리지 서버는 클라이언트와 UDP/IP로 데이터 패킷들을 전송하게 된다. 이것은 제어와 데이터를 분리하여 원활한 전송을 보장할 수 있다. 데이터 패킷으로 UDP를 사용한 것은 비연결 구조인 UDP의 속도가 TCP보다 월등하므로 지원 가능 스트림의 수가 증가되고, 제안된 SVOD가 소규모 응용이므로 연속 미디어를 서비스할 정도의 신뢰성을 얻을 수 있다.^[13]

SVOD는 제어 서버에서 클라이언트나 스토리지 서버의 메시지를 모두 처리하므로, 하나의 세션만 제어 메시지를 처리하는 구조보다 효율적이며, 스토리지 서버의 부하 유지를 효율적으로 조절할 수 있다.

클라이언트와 서버 모듈의 흐름 제어에서 SVOD의 패킷에는 크게 제어 신호와 데이터 패킷이 있는데, 제어 신호는 클라이언트와 제어 센터, 제어 센터와 데이터베이스 센터 그리고 제어 센터와 스트림 관리자로의 신호가 있다.

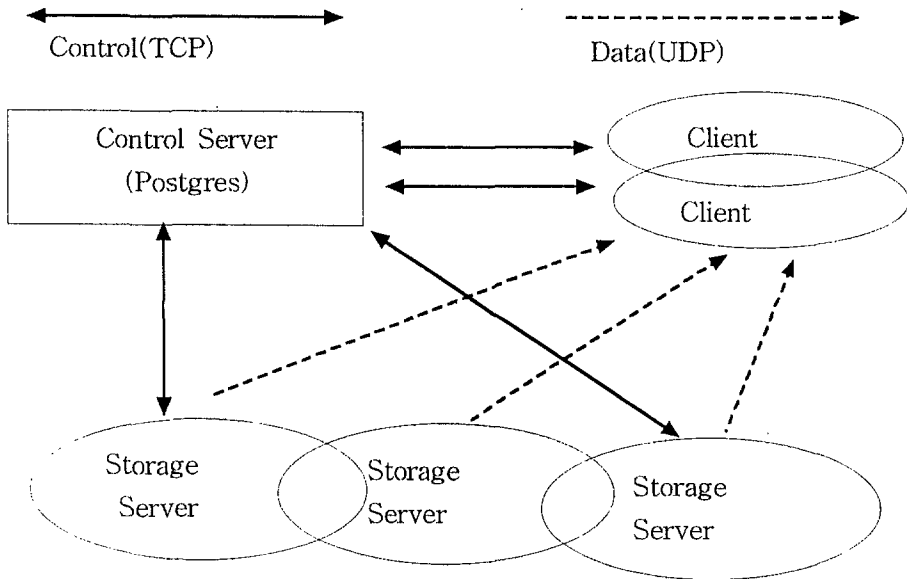


Figure 2. Logical architecture of SVOD system

기존의 운영 체제를 이용한 멀티미디어 데이터의 비주기적인 실시간 스케줄링을 위한 효과적인 방법으로 마감 시간을 고려한 우선 순위 할당 정책을 생각해 볼 수 있다.^[14] 즉, 가장 빠른 마감 시간을 가지는 태스크에 가장 높은 우선 순위를 할당하는 정책이며, 이 방법은 우선 순위를 할당함에 있어 오직 마감 시간만을 고려 대상에 포함하였기 때문에 오버로드 상황에는 대처할 수 없는 단점을 보인다. 기존의 운영 체제에서 실시간 데이터를 스케줄링하기 위한 또 다른 방법으로서 데이터의 마감 시간뿐만 아니라 Weighted Fairness를 고려하는 SMART(a scheduler for multimedia applications)가 있다.^[15] SMART는 마감 시간뿐만 아니라 다른 요소까지 스케줄링에 고려했다는 점에서^[14] 보다 발전, 확장된 방법이지만 스케줄러 각 요소간의 상호 관계가 명확하지 않다. 마지막으로, 과부하 상황을 고려한 주기적 실시간 데이터의 스케줄링에 관한 연구로서^[16] 이 있으나, 비주기적 성격의 멀티미디어 데이터와는 부합되지 않으므로 새로운 형태의 실시간 스케줄링이 필요하다.

지금까지 발표된 논문들은 모두 클라이언트들의 단일 서비스에 대해 네트워크 대역폭에 대한 고려가 없었을 뿐만 아니라 서버의 부하를 전혀 고려하지 않은 경우에 대한 논문들이며, 본 연구 논문은 부족한 네트워크의 자원을 고갈시키지 않고, 서버의 부하를 줄이기 위해 클라이언트의 요청에 대해 동일한 스트림을 요청할 경우 이들을 하나로 그룹화시켜 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용함과 동시에 서비스 요청을 실시간으로 스케줄링 처리하여 한 번의 서버 디스크의 접근에 의해 한 개의 채널을 사용하여 이들을 서비스하는 멀티캐스팅 전송 알고리즘에 대한 성능 분석을 하고자 한다.

Ⅲ. Music-on-Demand 시스템의 구현

주문형 전송 서비스는 TV와 같은 브로드캐스팅 전송 방법과는 근본적으로 다른 방법을 채택한다. 일반적인 TV 시스템은 여러 개의 방송국에서 그들의 프로그램을 동시에 방영하면, 사용자들은 원하는 채널을 선택하여 본다. 따라서, 사용자들은 각 프로그램에 대해서 수동적이다. 그러나 주문형 시스템은 사용자들이 어떠한 제한도 없이 모든 프로그램을 사용자가 원하는 시간에 원하는 프로그램을 언제든지 이용할 수 있다는 점이 장점이다. 주문형 서비스 종류는 MOD, 게임, 뉴스 텔레비전, 광고, 원격 교육 등이 있다. 주문형 서비스는 컴퓨터, 통신, 그리고 TV가 하나로 통합된 형태이라고 볼 수 있다. 즉, TV의 기능 외에 사용자들이 수동적이 아니라 원하는 프로그램을 선택할 수 있으며, VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD, 가상 부동산 서비스와 가상 여행 프로그램 등의 상세한 정보를 처리하고, 다양한 미디어 스트림을 볼 수 있는 인터페이스 및 전자 쇼핑과 개인 통신을 위한 데이터 보안 방법 등의 기능이 추가된 것이라 말할 수 있다.

또한, 예약, 서비스, 역 재생, 고속 재생 및 정지 등의 질 높은 다양한 서비스를 제공하는 VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD 서비스는 클라이언트와 서버 사이에서 실시간적인 대화를 위해 각 사용자에게 독립된 채널을 장시간 할당해야 하기 때문에 현재는 극히 제한적인 서비스만이 제공되고 있다. 또한, 제한된 채널 용량으로 인하여 서비스 요청이 실시간 적으로 즉시 이루어지지 않기 때문에 서비스 요청을 일정 시간 동안 지연시켜 서비스를 제공하고 있는 실정이다.^{[1][7]}

본 장에서는 오락용으로 현재 많이 보급되어 있는 노래방 시스템에 대해 네트워크 상에서의 멀티캐스팅 전송 시스템을 구현하고자 하는데 그 목적이 있다. 즉, 부족한 네트워크 자원을 고갈시키지 않을 뿐만 아니라 서버의 부하를 크게 감소시켜 다수의 사용자가 동시에 서비스를 제공받을 수 있는 특징을 갖는 네트워크를 통한 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용한 노래방 서비스를 지원하는 MOD 시스템의 구현이다.

1. 시스템 구조

현재 제공되고 있는 노래방 서비스와 제한적인 VOD 서비스는 상업케이블망을 통해 브로드캐스팅 기법을 사용하여 채널을 전환하여 자신의 취향에 맞는 서비스를 선택하고 있다.^{[1][4]}

본 장에서는 서버의 부하를 감소시킬 뿐만 아니라 부족한 네트워크 자원을 고갈시키지 않고 다수의 사용자가 동시에 서비스를 제공받을 수 있는 특징을 갖는 네트워크를 통해 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용한 노래방 서비스를 위한 MOD 시스템의 구현에 대하여 논하기로 하며, 본 논문에서 MOD 시스템의 구현은 STB(set-top-box)와 MOD 서버와 같은 종단-시스템(end-system)에 대해 초점을 맞추기로 한다.

노래방 서비스를 위한 MOD 시스템은 노래의 특성 및 사용자의 취향에 적합한 다양한 동영상 데이터가 저장되고, 스케줄러로부터 인가된 제어 신호에 따라 사용자들이 요청한 특정한 동영상 데이터 스트림을 제공하며 또한, MPEG 1 또는 MPEG 2로 압축된 동영상 데이터를 저장하기 위한 비디오 서버 및 저장 장치 그리고 악기 반주를 포함한 가사를 제공하고 CD 음질

을 MP3으로 압축하여 저장하기 위한 오디오 서버와 대용량의 저장 장치로 구성된다. 또한, 사용자 그룹들로부터 서비스 요청을 접수하여 서비스 가능 여부를 알려주고, 예약된 노래에 대하여 서비스를 위한 스케줄을 관리하여 채널을 할당하고, 비디오와 오디오 서버를 제어함으로써 어느 저장 장치에 요청된 노래가 저장되었는가 등을 관리하는 서버 측의 스케줄러(scheduler)부분으로 구성된다. 그리고 효과적인 멀티캐스트 전송을 구현하고 사용자에게 질 높은 서비스 및 충분한 대역폭을 확보하여 실시간 데이터의 전송을 담당하는 네트워크 부분과 네트워크로부터 전송된 데이터 스트림을 수신하여 버퍼에 저장하고 수신된 압축 스트림을 디코드하여 비디오 및 오디오 스트림으로 각각 디스플레이하고, 스피커를 구동하여 사용자들에게 서비스를 하는 수신 장치로 이루어진 클라이언트 부분으로 구성될 수 있으며, 이를 그림 3에 나타냈다.

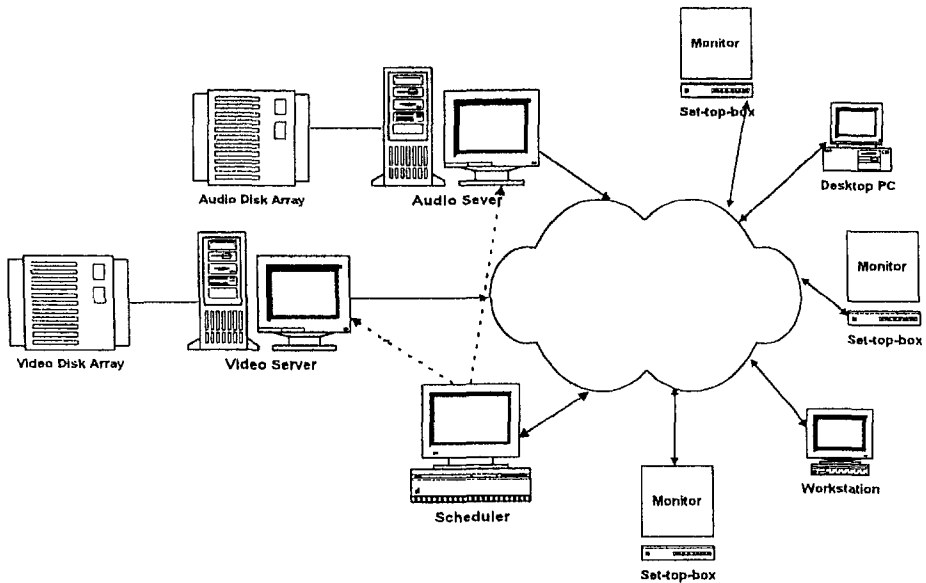


Figure 3. Block diagram of a MOD system

2. 시스템 장치의 기능

2.1 비디오 서버 및 저장 장치

비디오 서버는 일반적으로 다수의 사용자들로부터 서비스 요청을 받아 사용자들에게 요구한 데이터를 전송해야 하는데 이러한 일련의 실행을 하기 위해서는 VCR의 기능 가운데 재생 및 빨리 감기 등의 기능이 요구되므로 서버는 디지털 비디오 데이터를 확보하기 위하여 대용량의 저장 기능이 있어야 하고 또한, 주문한 비디오 데이터를 실시간으로 전송하기 위한 고속 저장 기능이 반드시 필요하다.^{[17][18]} 그 외 동시에 다수의 사용자에게 서비스를 제공하기 위해서는 다중 출력 기능이 가능해야 하며 데이터 베이스 관리 및 장애 복구 기능도 있어야 한다. 그리고 비디오 서버를 구현하는 방법은 전용 하드웨어 개발에 의한 방법과 병렬 처리기를 이용하는 방법^[19] 및 계층적 시스템을 이용하는 방법^{[4][8]} 기존의 파일 서버 또는 PC 서버를 이용하는 방법 등이 있다.^[4]

본 장의 MOD 시스템에서의 비디오 서버 및 저장 장치의 기능은 노래의 특성 또는 사용자의 취향에 맞는 다양한 동영상 데이터가 저장되어 있고 또한, 네트워크에 데이터 스트림을 전송한다. 물론 동영상 데이터는 MPEG 1 또는 MPEG 2로 압축되어 저장되어 있다. 동영상 스트림의 경우 뮤직 비디오의 부재와 낮은 대역폭 때문에 소수의 대표 화면(전원 풍경, 뮤직 비디오 화면 등)을 사용한 브로드캐스트 방식으로 전송되거나 또는 사용자가 요구하는 조건에 적합하게 멀티캐스트 방식으로 전송된다.

그림 3에 나타낸 비디오와 오디오 데이터 스트림을 저장하는 디스크-어레이 저장 장치들은 한 개의 스트림이 단일 디스크에 저장될 경우 최대 검색 대역폭이 해당 디스크의 데이터 전송율에 제한^{[8][12]}되기 때문에 라운드

로빈(round robin) 방식을 사용하여 연속되는 미디어 데이터 스트림을 다수의 디스크에 분산 저장하는 스트라이핑(striping) 기술을 사용한다. 또한, 상호연결망(interconnection network)을 사용하여 프로세서와 저장 장치 사이에 연결을 제공한다.

2.2 오디오 서버 및 저장 장치

악기 반주를 포함한 다양한 오디오 신호와 가사 등이 저장되고 네트워크에 데이터 스트림을 전송한다. 데이터는 CD 음질의 MP3으로 압축되어 있다. MP3은 오디오, 비디오 압축 규격인 MPEG의 한 종류로 오디오 CD에 못지 않은 스테레오 음질의 음악을 저장하고자 할 경우에 노래 한 곡에 대한 파일을 압축하고자 한다면 압축률이 평균 1분당 1MB 정도라서 3분~5분 가량의 곡을 녹음할 경우 약 3~5MB면 충분하기 때문에 PC통신과 인터넷을 통해 파일 전송이 가능해 현재 많이 이용되고 있다. 또한, 오디오 CD와는 달리 MP3으로 음악 파일을 만들면 CD 1장에 가요나 팝송의 경우 1백30여곡 이상을 저장할 수 있고, 연주 시간도 10시간에 가까운 장점도 가지고 있다. MP3은 확장자가 mp3 으로 끝나는 파일로 이른바 인간의 제한된 청력을 고려한 인식 코딩 기술이다. MP3은 음악을 CD수준의 음질로 유지하면서 12대1 정도로 압축할 수 있는 장점이 있다. 이를테면 음반 CD의 1곡을 CD 음질을 유지하면서 그대로 추출하면 50MB 정도의 용량이 되지만 이를 MP3으로 압축, 변환하면 그 크기는 4~5MB로 크게 감소하기 때문에 저장 장치의 크기가 줄어드는 것은 물론 네트워크 상에서 전송 시간이 크게 감소하게 된다.

2.3 스케줄러

스케줄러는 사용자 그룹들로부터 서비스 요청을 접수하여 서비스 가능 여부를 알려주고, 예약된 노래에 대해 서비스를 위한 스케줄을 잡음과 동시에 멀티캐스팅 전송이 가능한 노래를 선별하여 비디오 서버와 오디오 서버를 제어한다. 또한, 서비스를 요청한 모든 사용자 그룹에게 프로그램의 스케줄 결과를 전송한다.^[20] 이 밖에도 스케줄러는 서버의 메모리 및 디스크 이용도를 고려하여 수용 가능성 검사를 수행하며 수행 가능한 경우, 검색 스케줄 벡터를 생성하여 해당 저장 서버로 전송한다.

검색 스케줄 벡터는 저장 서버가 매 주기마다 디스크에서 읽어 들여야 하는 데이터 블록의 수를 기록한 것으로 이것은 클라이언트가 요청하는 재생율을 만족시키면서 연속성을 보장할 수 있도록 생성된다. 스케줄 벡터의 연속성을 보장하기 위해 필요한 정보들은 스케줄 서버 내의 데이터베이스에 의해 관리된다.

2.4 네트워크

액세스 망은 고속기간망을 사용하여 서버와 STB 사이를 연결시켜 주는 네트워크이며 다중화 장치와 전송 선로로 구성이 된다. 다중화 장치는 비디오 데이터와 제어용 신호를 다중화하여 고속기간망과 서버를 접속시키게 된다. 효과적인 멀티캐스트 전송을 구현하고, 사용자에게 향상된 좋은 품질의 서비스를 제공하기 위한 충분한 대역폭을 확보해야 한다.

클라이언트로부터 노래방 서비스의 요청, 정지 및 취소 기능과 같은 제어 신호의 전달과 요청된 스트림에 대해 서버로부터의 데이터 전송과 서비스 요청의 허가 및 다른 채널로 전송되는 다른 스트림의 캐칭과 같은 제반

제어 신호를 전달할 수 있도록 양방향 통신을 제공한다.

양방향 통신을 제공하기 위한 고속기간망과 STB 사이의 전송 선로 구성 방법은 전화 교환기의 음성 신호와 비디오 서버에서 출력되는 영상 스트림을 결합하여 가입자 전화 선로에 동시에 전송할 수 있는 고속의 모뎀 장치인 ADSL(asymmetrical digital subscriber line) 방식과 기존의 일반 케이블 선로를 이용하고 있으며, 최근에는 전송 용량이 20배 이상(24~30배) 확장된 T1(1.544Mbps) 또는 E1(2.048Mbps) 신호를 기존의 일반 전화 선로를 이용하여 전송함으로써 사용 효율을 극대화한 HDSL(high-speed digital sub-scriber line) 방식 및 비교적 넓은 대역폭과 수백 개의 동시 연결이 가능한 동축케이블을 이용한 방식을 사용하기도 한다.

현재는 Sonet과 FDDI나 LAN, WAN(wide area network)등과 같은 네트워크 구조 방식을 이용하고 있다. 특히, Sonet은 ANSI에서 표준화한 광 전송 인터페이스로서 51.84Mbps 채널을 이용하며 네트워크 상에서 연결 장치간의 광신호 표준화를 제시했으며 또한, B-ISDN 서비스를 가능하게 하였다.

2.5 수신 장치

STB 수신 장치는 네트워크로부터 전송된 데이터 스트림을 수신하여 버퍼에 저장하고, 수신된 압축 스트림을 디코드하며 비디오 및 오디오 스트림을 각각 모니터에 디스플레이하고 동시에 스피커를 구동한다.

또한, STB는 단일 채널로 전송된 데이터 스트림을 디스플레이할 동안 서버 측으로부터 후 순위 요청 곡에 대해 멀티캐스트 채널로 서비스 중임을 나타내는 버퍼 저장 토큰을 인가 받을 경우, 버퍼에 후 순위 노래를 저

장하고 단일 채널로부터의 서비스가 종료할 경우, 버퍼로부터 데이터를 디스플레이 하여 후 순위 예약 곡을 서비스한다. 그림 3에 나타난 비디오와 오디오 데이터 스트림을 저장하는 디스크-어레이 저장 장치들은 한 개의 스트림이 단일 디스크에 저장될 경우, 최대 검색 대역폭이 해당 디스크의 데이터 전송률에 제한^{[8][12]}되기 때문에 라운드 로빈 방식을 사용하여 이어지는 데이터 스트림을 다수의 디스크에 분산 저장하는 스트라이핑 기술을 사용하기로 한다. 또한, 상호연결망을 사용하여 프로세서와 저장 장치 사이에 연결을 제공한다. 수신 장치는 소량의 버퍼가 장착되어야 하고 버퍼의 크기는 최소 한 개의 데이터 스트림을 저장할 수 있는 소량의 버퍼이며, 경제적인 측면을 고려하여 4-5곡을 저장할 수 있는 크기가 되어야 한다. 이 경우 MPEG 1의 경우는 약 20MB 정도의 버퍼만을 사용하기 때문에 현재의 가격을 고려해 볼 때 STB의 구현에 문제점이 없을 것으로 예측된다.

STB에 추가되는 버퍼의 용도는 서버 측에서 서비스 요청한 사용자 그룹의 예약된 데이터 스트림들이 다른 멀티캐스트 채널로 서비스될 경우 이들을 캐싱(caching)하고,^{[5][20]} 현재 서비스되고 있는 단일 채널 또는 멀티캐스트 채널로부터 요청된 노래의 서비스가 종료될 경우 네트워크를 통해 서버에 연결하지 않고 추가된 버퍼로부터 요청된 노래를 디스플레이 하도록 한다. 따라서, 제안된 방식은 부족한 네트워크 자원을 고갈시키지 않고 즉, 새로운 채널의 할당없이 예약된 노래를 버퍼로부터 직접 들을 수 있을 뿐만 아니라 버퍼에 이미 저장되어 있는 노래에 대해서는 서비스를 하기 위해 서버는 새로이 디스크에 접근을 하지 않아도 되기 때문에 서버의 부하도 크게 경감시키게 된다. STB는 이 밖에도 기존의 VCR과 스피커는 물론 노래의 선택을 위한 키보드 및 게임 제어기 등이 연결되어 이미 가정에서 사용중인 서비스 기기들과 연결될 수 있어야 한다.

3. 멀티미디어 서버 시스템의 구현

3.1 서버 시스템

이 시스템의 가장 핵심적인 요소는 매우 빠른 I/O를 처리하기 위해 고성능 서버를 최대한 활용할 수 있도록 구성을 하였다는 점이며, 그림 4는 시스템의 전체적인 구조를 보여주고 있다.^[12] 이와 같이 최적화된 서버를 구성하는 데는 병렬 처리가 가장 적합하며 이러한 병렬 처리는 동시에 다중 클라이언트를 취급하는 것이 가능하다. 병렬 처리는 High-disk와 노드 메모리, 그리고 데이터 검색의 비교에 의해 데이터 스트라이핑을 할 수 있도록 하였다. 그림 4의 모델에서 서버는 광통신 네트워크를 사용한 고속 WAN에 연결되어 있다고 가정을 한다.

멀티미디어 시스템의 구현은 서버와 클라이언트 부분으로 구현되며 원격 클라이언트 컴퓨터의 경우 주기억 장치의 용량은 10Mbytes 정도이고, 보조 기억 장치는 100Mbytes 정도의 메모리 용량을 가지고 있거나 지능형 STB로 구성될 수 있다.

멀티미디어 데이터는 디지털 형태로 압축하여 서버에 저장되며 멀티미디어 산업이 발전함에 따라 표준화가 규정되었다. 실제로 MPEG 1의 표준은 디지털 비디오 데이터율(data rate)은 1.5Mbps이고, MPEG 2는 3-4Mbps 보다 높은 대역폭 이상의 데이터율이 요구된다. 압축 및 복원을 위한 구성 요소가 반드시 STB에는 필수적으로 내장되어야 하며 데이터 복원은 원격 클라이언트 멀티미디어 터미널에서 처리하게 된다. 이때 클라이언트 멀티미디어 터미널은 지능형 컴퓨터와 STB, 마이크, 디지털 비디오 카메라, 고해상도 그래픽 디스플레이, 스테레오 스피커 등의 하드웨어 기기로 구성되어 있어야 한다.

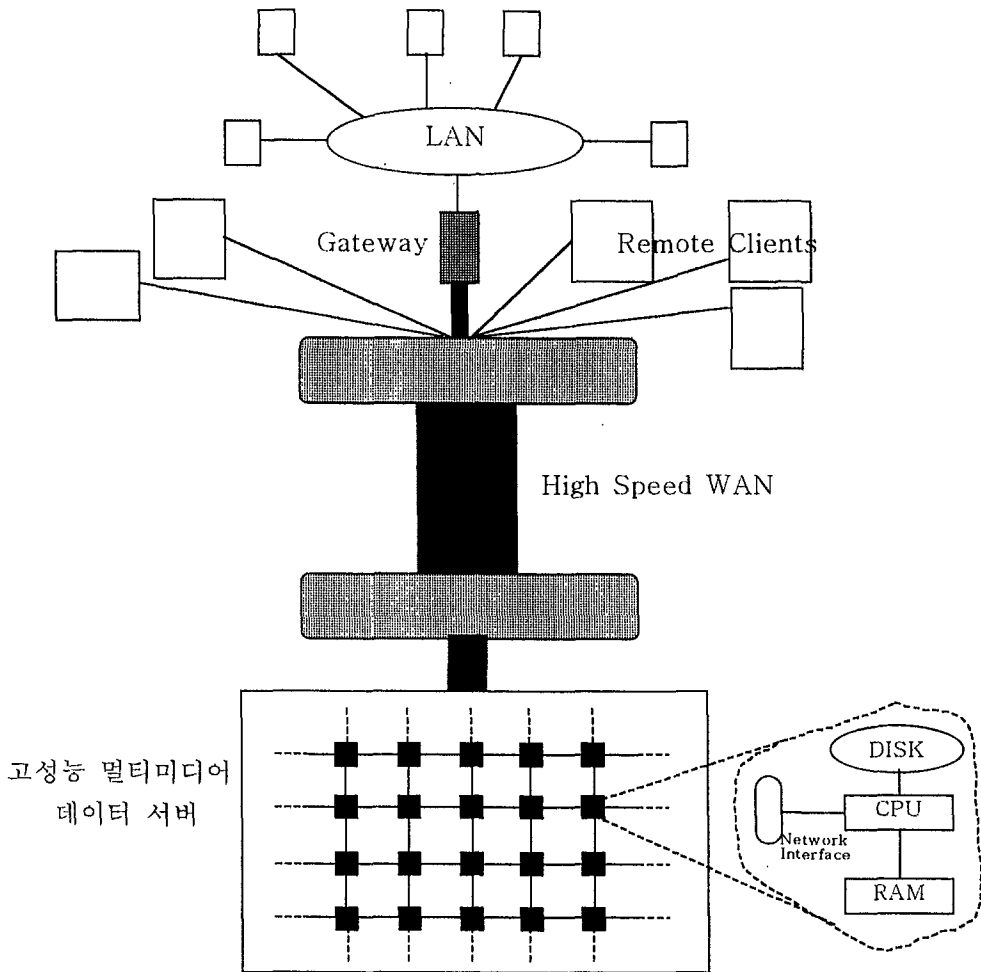


Figure 4. Block diagram of a distributed multimedia system

3.2 서버의 논리적 모델

제안한 서버의 논리적 모델의 블록도는 그림 5와 같으며 이와 같은 블록도에서 물리적인 서버 노드들은 기본적인 기능에 따라 객체관리, 인터페이스, 서버 노드로 구분된다. 모든 인터페이스 노드(I_i)들은 모든 서버 노드(S_j)에 연결되어 있으며, 그림 5에서 인터페이스 노드 I_1 은 서버 노드 S_1 과 S_3 에 저장되어 있는 데이터를 스트림으로 공급받고, 인터페이스 노드 I_2 는 서버 노드 S_1 , S_2 및 S_4 에 저장되어 있는 데이터를 스트림으로 공급을 받는다. 인터페이스 노드 I_3 은 서버 노드 S_4 , S_5 에 저장되어 있는 데이터를 스트림으로 공급받는다. 각 노드 사이에 점선은 제어 신호의 전송을 나타내며, 실선은 데이터 스트림의 전송을 나타내고 있다. 다음은 각 노드에 대한 기능을 살펴보고자 한다.

첫 번째, 객체 관리 노드는 객체에 대한 클라이언트들의 요구를 항상 받아들일 수 있도록 하며 또한, 각 객체 요구들을 검색하여 스케줄하고 클라이언트 요청에 대해 단일 채널과 멀티캐스트 채널 변환 제어를 수행한다.

두 번째, 서버 노드는 해당 디스크들로부터 객체들을 검색하여 전송한 후에 인터페이스 노드로부터 전송된 여부를 확인할 수 있어야 한다. 이 밖에도 자원의 요구 요청이 최대 시스템 부하보다 적을 경우에는 객체의 요구를 수용하게 된다.

세 번째, 객체관리 노드로부터 특정 인터페이스 노드에 서버 노드로의 접근을 허락할 경우 객체 관리 노드는 인터페이스 노드에게 스트림 공급에 대한 모든 권한을 위임한다. 또한, 인터페이스 노드는 서버 노드로부터 스트림 플레그먼트 검색 및 클라이언트로부터의 요구율로 전송한다.

3.2.1 객체 관리 노드

객체 관리 노드는 서버의 계층적인 제어 구조의 최상위 영역에 존재하며 스케줄러 부분, 전송 흐름 제어 부분과 단일-다중 채널 변환 부분으로 구성이 된다. 스케줄러는 사용자 그룹들로부터 서비스 요청을 접수하여 서비스 가능 여부를 알려주고, 예약된 노래에 대해 서비스를 위한 스케줄을 잡음과 동시에 멀티캐스팅 전송이 가능한 노래를 선별하여 비디오 서버와 오디오 서버를 제어한다. 또한, 서비스를 요청한 모든 사용자 그룹에게 프로그램의 스케줄 결과를 전송한다.

서버의 메모리 및 디스크 이용도를 고려하여 수용 가능성 검사를 수행하며 수행 가능한 경우, 검색 스케줄 벡터를 생성하여 해당 저장 서버로 전송한다. 그리고 단일-다중 채널 변환 제어 관리는 사용자의 예약 곡이 유일한 예약 곡일 경우는 사용자에게 단일 채널을 제공하고, 다른 사용자들의 예약 곡과 서로 동일한 곡을 신청을 했을 경우는 이들을 멀티캐스트 그룹으로 그룹화하여 한 개의 멀티캐스트 채널로 서버는 단 한번의 해당 디스크 접근으로 서비스를 한다. 따라서, 객체 관리 노드는 들어오는 모든 미디어 객체에 대한 요구를 수용하게 된다. 객체 관리 노드는 인터페이스 노드의 과부하 상태를 항상 인지하고 있어야 하며 노드는 한 개의 인터페이스 노드를 선택한 다음에는 인터페이스 노드에 스트림 전송에 관한 모든 권한을 위임한다. 따라서, 객체 관리 노드는 데이터 요구 형태를 기록하고 이를 이용하여 서버 응답 시간과 처리량 등을 최적화할 수 있다.

3.2.2 인터페이스 노드

인터페이스 노드는 객체의 요구를 받아들인 경우에는 스케줄링과 스트림 공급에 대한 책임이 있다. 그리고 주요 기능은 서버 노드로부터 디스크-어레이에 스트라이핑된 데이터를 요구하고, 그 요구에 의해 서버로부터 패킷들을 공급받아 초고속 WAN을 통하여 클라이언트에게 패킷들을 전송한다. 인터페이스 노드의 이러한 기능을 효과적으로 수행하기 위해서는 효율적인 버퍼 관리 알고리즘의 구성이 반드시 필요하다. 따라서, 인터페이스 노드의 경우 빈번하게 처리해야 하는 데이터 객체의 소스는 내부 보조 기억 장치에 저장하여 사용할 수도 있다. 그리고 사용자들로부터 요청된 객체가 현재 인터페이스 노드로부터 서비스중일 경우 해당 객체를 서비스하기 위해 인터페이스 노드는 다시 서버 노드에 접근을 하지 않고 자신의 버퍼로부터 즉각적으로 서비스하도록 버퍼 알고리즘^[21]을 채택할 수 있다.

3.2.3 서버 노드

서버 노드는 실제적으로 스트라이프 형태로 보조 기억 장치인 디스크-어레이에 멀티미디어 데이터가 저장되어 있고, 인터페이스 노드로부터 객체의 요구가 있을 때 데이터 스트림을 검색하여 인터페이스 노드로 데이터 전송을 수행한다. 따라서, 서버 노드는 I/O 처리량이 많기 때문에 저장 장치는 주로 디스크-어레이와 독립적인 디스크를 사용한다.

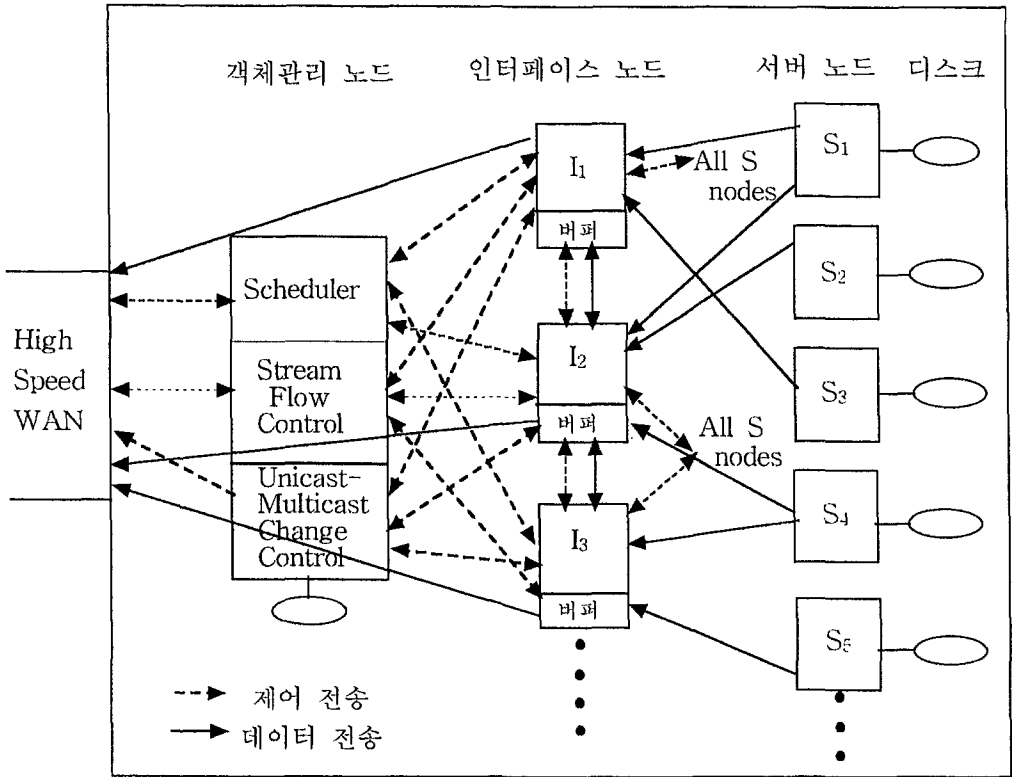


Figure 5. Logical model of the server

3.3 서버로부터 데이터 전송 방법

본 논문에서 제안한 노래방 서비스의 데이터 스트림 전송 방법은 다음과 같은 세 가지 모델로 구분된다.

첫 번째는, 특정 사용자 A로부터의 예약 곡이 다른 사용자(B, C, . . . , 등)의 예약 곡들과 서로 다른 경우의 서비스 전송 방법.

두 번째는, 다른 사용자 예약 곡과 동일한 경우의 서비스 전송 방법.

세 번째는, 서비스 요청 사용자들의 첫 번째 예약 곡이 서비스 개시 시점에서 앞선 예약자들의 후 순위 예약 곡의 노래와 동일하고 또한, 이의 서비스 시점이 다른 경우의 서비스 전송 방법.

첫 번째 모델의 경우는 사용자 A의 예약 곡이 유일한 예약 곡일 경우로서 사용자 A에게 단일 채널을 제공한다. 두 번째 모델의 경우는 다른 사용자들의 예약 곡과 서로 동일하므로 이들을 멀티캐스트 그룹으로 그룹화 하여 한 개의 멀티캐스트 채널로 서버는 단 한번의 해당 디스크 접근으로 서비스를 한다. 세 번째 모델은 요청 곡들을 멀티캐스트 그룹으로 정할 수 있지만 서비스 시점이 다르기 때문에 멀티캐스트 채널의 사용에 약간의 수정이 필요하다. 즉, 이들의 서비스 시점이 다른 경우에는 사용자 A의 서비스가 개시된 다음 사용자 B가 동일한 노래를 예약했을 경우로서 사용자 B에 일단 단일 채널을 통해 서비스를 개시함과 동시에 스케줄러는 사용자 A의 채널을 사용자 B가 포함되는 멀티캐스트 채널로 전환하게 된다. 따라서, 사용자 B는 단일-채널을 통해 전송되는 요청 곡을 서비스 받음과 동시에 해당 멀티캐스트 채널을 통해 전송되는 노래를 자신의 버퍼에 저장하여 단일 채널과 버퍼에 저장된 노래 부분이 서로 이어지는 시점에서 단일 채널을 양도함과 동시에 버퍼로부터 요청한 노래를 이어서 서비스 받게 되며 이를 단일-멀티 채널이라 하자. 이와 같은 세 번째 전송 모델은 서비스 요청자

들의 초기에 발생할 수 있는 채널의 부족 현상을 해결할 수 있는 방법이다. 이를 스트림-머지(stream-merge) 동작으로 그림 6에 나타냈다. 그림 6에서 서비스 A는 시간 a에서 개시되며, 서비스 B의 동일한 예약 폭은 시간 b에서 서비스됨을 나타내며, 서비스 B는 단일 채널로 c-b의 시간 동안 서비스 받음과 동시에 멀티캐스트 채널로 d-b 시간 동안 전송되는 스트림을 버퍼에 저장하게 된다. 따라서, 서비스 B는 시간 c 이후에는 버퍼로부터 서비스를 제공받게 된다.

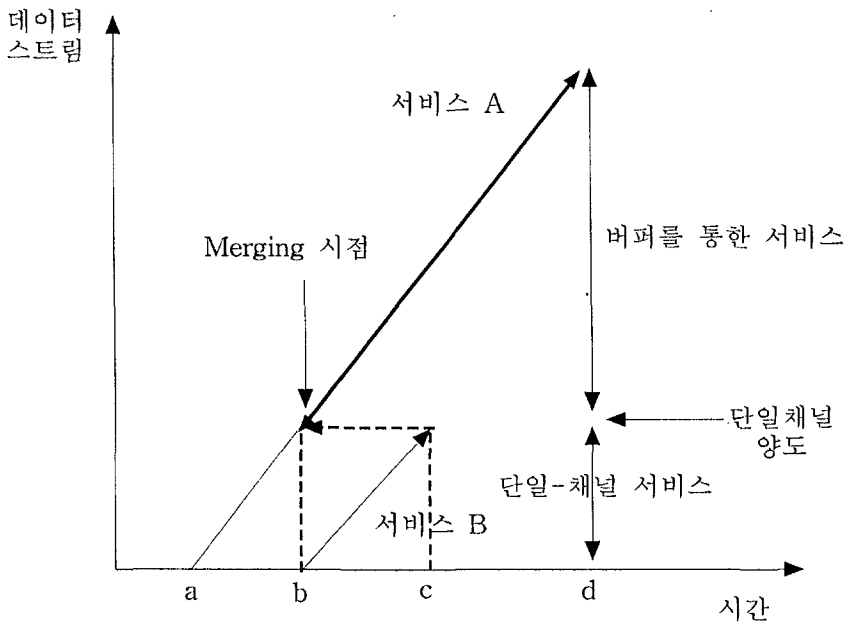


Figure 6. Stream-merge operation

IV. 멀티캐스팅 전송 알고리즘

네트워크를 통한 노래방 서비스는 차세대 주문형 서비스의 총아로 불리어지는 VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD 서비스 시스템과는 달리 노래 곡명의 예약과 서비스, 정지 및 취소만의 기능만 가지고 있으며 서비스가 가능하기 때문에 VOD 서비스에 비해 상대적으로 매우 단순하게 구성이 된다.

따라서, MOD 시스템의 구현을 위한 비용은 VOD 서비스의 구현 보다 매우 경제적으로 구축할 수 있으며 시스템의 확장성을 고려하고 MOD 서버의 부하를 줄이면서 네트워크의 자원을 효율적으로 제공할 수 있는 새로운 노래방 서비스 전송 알고리즘을 다음과 같이 제안한다.

본 논문의 III장에서 이미 제안한 노래방 서비스의 데이터 스트림 전송 방법 세 가지 모델을 보면 다음과 같다. 첫 번째는, 특정 사용자 A로부터의 예약 곡이 다른 사용자(B, C, . . . , 등)의 예약 곡들과 서로 다른 경우의 서비스 전송 방법. 두 번째는, 다른 사용자 예약 곡과 동일한 경우의 서비스 전송 방법. 세 번째는, 서비스 요청 사용자들의 첫 번째 예약 곡이 서비스 개시 시점에서 앞선 예약자들의 후 순위 예약 곡의 노래와 동일하고 또한, 이의 서비스 시점이 다를 경우의 서비스 전송 방법이다. 이와 같은 세 가지 모델에 입각한 멀티캐스팅 전송 기법을 사용한 노래방 서비스는 서버 측과 클라이언트 측으로 구분하여 다음과 같이 알고리즘을 설계한다.

1. 클라이언트 알고리즘

클라이언트 알고리즘의 실행 순서는 표 1에서와 같이 6단계로 구성이 되며, 실행 순서 가운데 단계 3은 서로 다른 클라이언트들의 사용자들이 요청 또는 예약한 곡이 동일하지 않을 경우에는 각 클라이언트들은 서버로부터 단일 채널로 서비스를 제공받게 되고 또한, 각 클라이언트들 가운데 버퍼 저장 토큰을 수신한 경우에는 예약 곡들 가운데 동일한 곡은 멀티캐스트 채널로 서비스를 제공받게 된다. 단계 6은 단일 채널로 서비스되는 단일 예약 곡이 종료될 경우 서비스 채널을 양도하고, 단일 채널로 서비스 중에 이미 다른 채널로 멀티캐스트 서비스된 경우 또는, 서비스 중에 동일한 곡이 멀티미디어 채널로 서비스되어 버퍼에 저장된 경우는 일정한 시간이 경과한 후에 서버를 통하지 않고 버퍼로부터 직접 서비스하는 단계이다.

Table 1. Algorithm for client

단계 1. 클라이언트 ID, 노래 ID 서버 전송
단계 2. 서비스 인증 ID 수신. 인증 ID를 수신 못할 경우 단계 1으로 이동
단계 3. 단일 채널로 전송되는 노래 연주 버퍼 저장 토큰 수신 : 멀티캐스트 채널로 전송되는 노래를 버퍼에 저장
단계 4. 단일 채널 또는 버퍼로부터 오디오/비디오 플레이어가 서비스를 시작
단계 5. 추가 예약 노래 ID 전송
단계 6. 단일 채널로부터 서비스 종료 토큰을 수신 : 채널 양도

2. 서버 알고리즘

서버 알고리즘에서 실행 순서는 표 2에서와 같이 5단계로 구성이 되며, 단계 3의 스케줄러는 예약 받은 노래를 요청된 순서대로 2차원 배열 큐(queue)에 저장하게 된다. 이때, 2개 이상의 클라이언트에서 요청이 들어올 경우 각 클라이언트마다 우선 순위를 결정하게 된다. 우선 순위는 멀티캐스팅과 실시간 시스템에서 중요한 요소이기 때문에 우선 순위 계수기가 스케줄러에 포함되어야 한다. 예약한 첫 번째 클라이언트 C_1 부터 C_N 까지의 예약 곡들 가운데 동일한 곡의 예약 여부를 검사한다(클라이언트 당 예약 곡수를 $R_N=5$ 로 5곡씩 예약하도록 하였다). 이때 중복되는 예약 노래들은 멀티캐스트 채널을 통해서 서비스가 되게 하고, 단일 예약 곡들은 단일 채널로 서비스되게 한다.

클라이언트가 단일 예약 곡을 단일 채널로 서비스 받는 동안 후 순위로 예약된 곡이 멀티캐스트 채널을 통해 전송될 경우 스트림을 버퍼에 저장하게 된다. 클라이언트의 STB에 삽입되는 버퍼는 VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD의 경우보다 단순하며, 구현이 매우 용이하기 때문에 버퍼의 용량은 몇 개의 곡만을 저장할 수 있도록 한다. 즉, MP3의 경우 최대 4곡을 저장할 분량인 20MB 정도만이 필요할 것이며, 이는 시스템을 구현하는데 문제점이 없으리라 판단된다.^[7]

Table 2. Algorithm for server

- 단계 1. 클라이언트 ID, 노래 ID를 클라이언트로부터 수신
채널에 여유가 있으면 서비스 인증 ID 송신,
채널의 여유가 없으면 대기, 거부계수기를 1로 세트

- 단계 2. 배열에 클라이언트 ID, 노래 ID 저장

- 단계 3. 스케줄러 배열 비교 : 동일한 곡이 있으면 멀티캐스트 채널을 할당,
: 동일한 곡이 없으면 단일 채널을 할당

- 단계 4. 송신/서비스 : 단일 채널 서비스
버퍼 저장 토큰 송신/서비스 : 멀티캐스트 채널 서비스

- 단계 5. 추가 예약 노래 ID 수신, 단계 2로 이동

3. 클라이언트 대 예약 순서 2차원 배열

MOD 시스템을 이용한 노래방 서비스에서 각 클라이언트에 노래를 예약하는 순서는 2차원 배열을 적용 했으며 그 예는 표 3과 같다.

표 3에서 클라이언트 C1의 첫 번째 예약곡 22번의 서비스가 종료되기 전에 클라이언트 C2와 C3의 서비스 요청을 동시에 인증 받은 후 클라이언트 C2의 첫 번째 예약곡 10번이 서비스될 경우, 그리고 노래 10번은 3개 클라이언트들이 이미 예약되어 있으므로 클라이언트 C1과 C3은 각각 단일 채널1과 3을 통해 각각의 노래 22번과 8번이 서비스됨과 동시에 채널 2는 멀티캐스트 채널로 노래 10번이 서비스되고 있으므로 서버는 클라이언트 C1과 C3에 버퍼 저장 토큰을 전송하여 멀티캐스트 채널 2를 통해 전송되는 스트림을 각각의 버퍼에 저장하도록 제어한다.

따라서, 클라이언트 C1은 첫 번째 예약곡 22번을 서비스 받은 다음 채널 1을 양도하고 버퍼로부터 예약곡 10번을 서비스 받게 되며, 이의 종료와 함께 다시 3번째 예약곡 35번을 서비스 받기 위해서 다시 계속해서 채널을 요청하게 된다. 클라이언트 C3은 클라이언트 C1과 같이 2, 3번째 예약 곡 17번과 49번을 서비스 받은 후 버퍼로부터 10번을 4번째로 서비스 받게 된다. 또한, 표 3으로부터 서버는 멀티캐스트 채널을 사용하여 동일한 예약곡 10번을 서비스 한 후에는 멀티캐스트 채널을 단일 채널로 변환하여 클라이언트 C2의 두 번째 예약 곡 41번을 단일 채널로 서비스하게 된다. 그리고 클라이언트로부터 서비스 요청이 폭주하여 채널의 여유가 없을 경우 요청은 거부되고 이때, 거부 계수기가 1로 세트되며 이는 채널의 여유가 생길 때 우선 순위를 갖게 되어 거부 계수기가 1인 사용자에게 서비스 요청을 허락(인증 ID 전송)한다.

이와 같이 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 기본으로 하여 사용자 그룹들의 예약된 노래를 서비스하기 때문에 멀티캐스트 채널 서비스는 단일 채널 서비스에 비해 서비스되는 비율이 크게 향상된다.

Table 3. Clients vs. reserved list sequence

예약 순서(R_N) 클라이언트 (C_N)	1	2	3	4	5
C_1	22	10	35	47	54
C_2	10	41	30	20	35
C_3	8	17	49	10	27
...
C_N	35	9	30	40	22

V. 시뮬레이션 및 성능 분석

1. 시뮬레이션 및 성능 분석

제안된 알고리즘을 사용하여 시뮬레이션 결과를 다음과 같은 환경에서 성능을 평가하였다. MOD 노래방 서버가 제공할 수 있는 N개의 노래 곡목 ID 가운데 i번째 노래를 선택할 확률을 구하기 위하여 Zipf 분포를 사용한다.^{[5][8]}

N개의 노래 ID 가운데 i번째로 자주 선택할 확률은 Z/i 로 나타낼 수 있으며, 여기서 $Z=1/(1+1/2+1/3+\dots+1/N)$ 이다. Zipf 분포를 사용하여 i번째 노래의 서비스 요청율은 $\lambda_i = \lambda\rho_i$ 이고, 여기서 $\rho_i = Z/i$ 이다.^[8]

이와 같은 Zipf 분포에서 노래방 서버로부터 제공되는 노래 곡목 N개 가운데 단지 10%의 곡만이 90% 이상 요청되고 있다. 따라서, 가장 인기 있는 곡 즉, 노래방 서비스를 요청하는 사용자들의 예약 곡의 선택 확률은 일부의 곡만으로 집중된다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 Zipf 분포는 VOD 서비스는 물론 주문형 서비스를 포함하는 멀티미디어 서버의 요청 패턴을 특징 지워 주는 분포로서 광범위하게 사용되고 있다.

본 논문의 시뮬레이션에서 사용되는 노래방 MOD 서버가 제공할 수 있는 노래의 곡목 수는 $N=5000$ 곡으로 정했으며, 고객들로부터의 서비스 요청율 λ 는 분당 100회에서 1000회까지로 그리고 고객들의 서비스 예약 곡은 5곡으로 가정한다. 그림 7은 고객들로부터 노래방 MOD 서버로의 서비스 요청율에 따른 요구되는 채널 수의 결과를 나타냈으며, 그림 7에 나타낸 바와 같이 제안된 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용하여 서비스 요청율 λ 를

분당 100회에서 1000회까지로 했을 경우 한 개 곡만을 요청할 때 단일 채널 서비스에 비해 채널 수가 49.6%로 감소할 수 있음을 확인하였고 또한, 두 번째 예약 곡을 서비스할 경우 요구되는 채널 수는 약 16.3%로 감소하였다. 그리고 세 번째 예약 곡의 경우 8.3% 정도, 네 번째 예약 곡의 경우 5.7%로 감소될 수 있음을 확인하였으며, 다섯 번째 예약 곡을 서비스할 때에는 요구되는 채널 수가 3.7%로 줄어들게 되었음을 확인하였다.

그림 8은 MOD 시스템이 제공할 수 있는 서비스 채널들이 100개일 때 사용자들로부터 인가되는 서비스 요청율이 $\lambda=100$ 에서 $\lambda=1000$ 일 때까지의 서비스 요청에 대한 거부율(blocking rate)을 나타내고 있다. 그림 8에 나타낸 바와 같이 제안된 알고리즘의 거부율 또한, 예약 곡목이 많을수록 크게 낮아지고 있음을 알 수 있다. 따라서, 제안된 멀티캐스팅 전송 알고리즘의 성능이 크게 향상되고 있음을 알 수 있다.

앞으로 사용될 초고속 네트워크도 사용자의 폭발적인 증가와 서비스 질의 증대 요구로 인하여 대역폭의 제한과 주문형 시스템의 서버 부하 문제는 앞으로도 계속될 것이기 때문에 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용한 주문형 서비스 시스템을 구현해야만 서비스에서 발생하는 문제점들을 해결할 수 있으리라 확신한다.

2. 성능 분석 결과

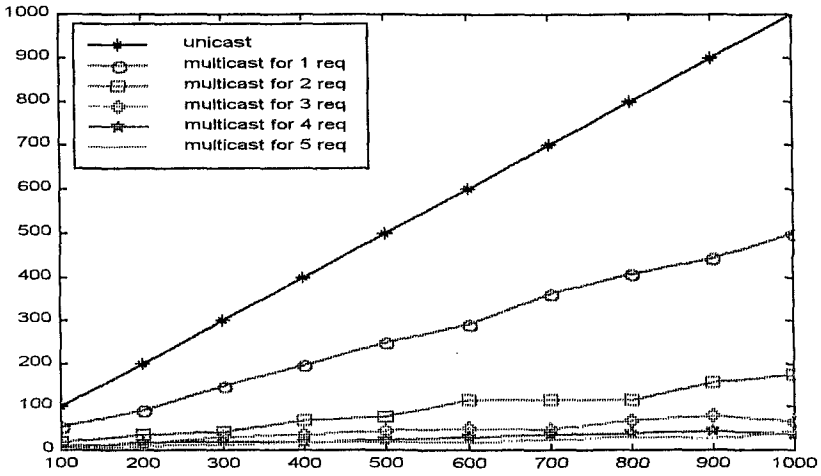


Figure 7. Number of channels for service requests

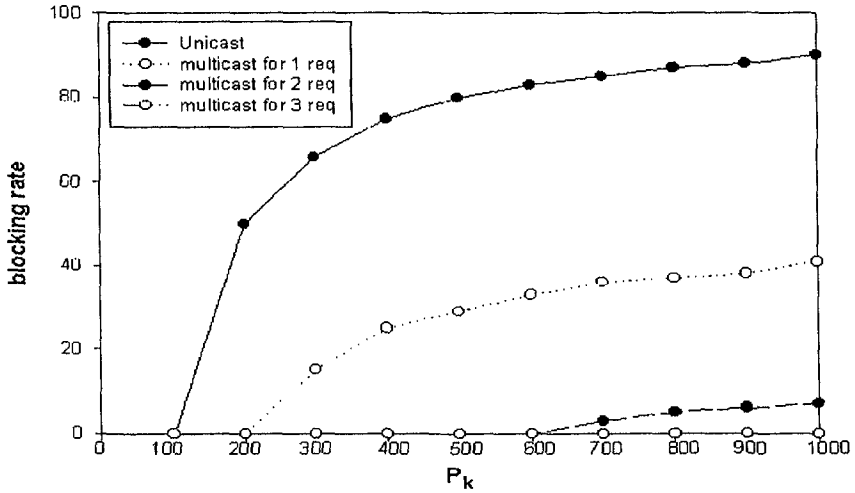


Figure 8. Blocking rate vs. service arrival rate

VI. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 제안한 네트워크를 통한 노래방 서비스 전송은 부족한 네트워크 자원을 멀티캐스팅 전송 알고리즘을 사용하여 요구되는 채널의 수를 크게 줄일 수 있음을 확인하였으며, 이와 동시에 서버의 부하도 크게 감소시켜 클라이언트가 5곡을 예약할 경우 소요 채널의 수를 최대 3.7%로 줄일 수 있음을 확인하였다. 따라서, 시스템의 성능은 최고 5배 이상(5.98배)으로 효율성을 증대시킬 수 있으며, 사용되는 버퍼의 용량이 적기 때문에 시스템 구현에 경제적 문제점이 없으리라 판단된다.

앞으로 노래의 인기도에 따른 서비스 요청 분포를 보다 정확하게 측정할 수 있어야 할 것이며, 그 외 네트워크 환경에서 효율적인 MOD 서비스를 위해 멀티미디어 데이터의 실시간 스케줄링, 클라이언트 기반 동기화 제어를 위한 알고리즘 및 병렬 처리기를 이용하여 구현하는 방법에 대한 많은 연구가 요구되며, 향후는 확장성을 고려하여 소규모 환경에 적합한 저가 PC 서버를 사용하여 시스템을 구축하는 방법에 관한 연구도 필요하다.

이와 같은 연구가 지속적으로 이루어질 때 이를 기반으로 한 실제 시스템의 구현이 가능할 것이며 이를 더욱 발전시킨다면 향후에는 노래방은 물론 원격 교육 및 다양한 주문형 형태의 서비스에 이용될 수 있으리라 생각되고, VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD 서버의 기초로도 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] K.Almeroth and M.Ammar, "The Interactive Multimedia Jukebox(IMJ): A New Paradigm for the On-Demand Delivery of Audio/Video," the 7th International WWW conference, Brisbane, Australia, April 1998
- [2] L.Golubchik. J.Lui and R.Muntz, "Adaptive Piggybacking: A Novel Technique for Data Sharing in Video-on-Demand Storage Servers," ACM Multimedia Systems Journal, vol.4, No.3, pp.140-155, 1996
- [3] P.Basu, R.Krishnan and T.D.C.Little, "Optimal Stream Clustering Problems in Video-on-Demand," Proc. Parallel and Distributed Computing and Systems, LasVegas, NV, Oct. 1998
- [4] Y.J.Lee, D.H.C.Du and W.H.Ma, "SESAME: A Scalable and Extensible Architecture for Multimedia Entertainment," IEEE 20th Int'l Computer Software and Applications Conference (COMPSAC96) Seoul, Korea, Aug. 1996
- [5] K.A.Hua, Y.Cai and S.Sheu, "Patching: A Multicast Technique for True Video-on-Demand Services," ACM Multimedia 98 the 6th ACM Int'l Multimedia Conf., pp191 - 200, 1998
- [6] K.Almeroth and M.Ammar, "On the Use of Multicast Delivery to Provide a Scalable and Interactive Video-on-Demand Service," Journal on Selected Areas of Communications(JSAC), Aug. 1996
- [7] Backhyun Kim, Seungchan Moon, Iksoo Kim and Yoseop Woo, "A Buffering Algorithm for Providing The Truly Interactive Video-On-Demand Services," Proceeding of International Conference on Parallel and Distributed Processing Technology and Applications(PDPTA 99), pp211-217, 1999

- [8] P.Mundur, R.Simon and A.Sood, "Integrated Admission Control in Hierarchical Video-on-Demand Systems," IEEE Multimedia Systems vol. 1, pp220 - 225, 1999
- [9] M.M.Buddhikot.X.J.C.Hem.D.Wu, and G .M .Parukar, "Enhancements to 4.4 BSD UNI for Efficiented Multimedia in Project MARS" , IEEE Multimedia Systems, pp.316-325,1998
- [10] S.R.Tong, Y.F.Huang, and J.C.L.Liu, "Study on Disk Zoning for Video Servers", IEEE Multimedia Systems,pp.86-95,1998.
- [11] J.W.Kim, Y.L.Lho, and K.D.Chung, "An Effective Video Block Placement Scheme on VOD Server based on Multi-Zone Recording Disks" , IEEE Multimedia Systems,pp.29-36,1997.
- [12] D.Jadav, C.Srinilta and A.Choudhary, "An Evaluation of Design Tradeoffs in a High Performance Media-on-Demand Server," ACM Multimedia Systems Journal, Jan. 1997
- [13] 이승원,김인환,김창식,정기동, "확장 가능한 VOD 시스템의 설계 및 구현", 부산대학교, 1998년.
- [14] B. Adelberg, H.Garcia-Molina, B.Kao, "Emulating Soft Real-Time Scheduling Using Traditional Operating System Schedulers", April 1994.
- [15] Jason Ni도, Monica S.Lam, "The Design of SMART : A Scheduler for Multimedia Applications", June 1996.
- [16] Teik Guan Tan, Wynne Hsu, "Scheduling Multimedia Applications under Overload and Indeterministic Conditions"
- [17] chung-Bin Fong, Chih C. Wang, and Hsueh-MingHang. oraoke-On-Demand Server & System to DAVIC. Internet FTP site airborne.cnm. bell-atl.com:/davic/call-for-proposals/KODFINAL.RTF,December 1994.

- [18] 안성준, 이용희, 조진성, 김태현, 신현식, "디스크배열기술을 이용한 실시간 디지털 오디오/비디오 저장서버의 설계 및 구현," 한국정보과학회 논문지(C), 1권 1호, pp 35-45, 1995년 9월
- [19] J.Rosario and A.Choudhary. High-performance I/O for parallel computers: problems and prospects. IEEE Computer, March 1994.
- [20] Jinsung Cho, Heonshik Shin, "Scheduling Algorithms in a Largescale VOD Server," Procs. of the IPPS'97 Workshop on Parallel Processing and Multimedia, pp. 17-25, Geneva, Switzerland, Apr., 1997.
- [21] W.shiands. grandeharizadeh "Buffer sharing in video on demand servers", ACM sigmetrics Bulletin, 1997
- [22] 황태준,송길조,김익수,우요섭, "멀티캐스팅 기술을 사용한 노래방 서비스 알고리즘", 한국정보 처리학회 추계학술대회, 1999년 10월.
- [23] 송길조,김익수, "노래방 서버의 성능 향상을 위한 멀티캐스팅 전송 알고리즘", 인천대학교 공업개발 기술연구소, 1999년.

부 록

A-1. 서버 프로그램

'각 Client에서 노래 요청이 들어오면,

'해당하는 Client에 노래를 보내주는 역할이며, 일종의 메인 서버이다.

Option Explicit

Global Const cnsRoomGaSu = 9 ' Client의 개수-1

Global strRoomData(cnsRoomGaSu, 50) As String '노래 가사 저장

Global intRoomEnd(cnsRoomGaSu) As Integer '노래가 종료 되었는지 알려주는 일종의 플래그

Global intSoNum(cnsRoomGaSu, 50) As Integer '예약한 번호 2차원 배열

Global intRoomNum(cnsRoomGaSu) As Integer 'Client마다의 예약된 곡수

Function subFileInput(ByVal strFileName As String, ByVal intRoomNum1 As Integer)

'노래 요청이 들어왔을때 Client마다 지정된 변수에다 노래를 저장
'(노래이름(파일이름), 요청이 들어온 Client 번호)

Dim strTemp As String '임시 기억을 위한 변수선언

Dim bolCk(cnsRoomGaSu, 50) As Boolean ' Client마다 체크하는 루틴

Dim i, j As Integer

For i = 0 To cnsRoomGaSu

If intRoomNum1 <> i Then '호출한 Client는 검색에서 제외시킴

For j = 1 To intRoomNum(i) ' Client마다 예약된 곡의 개수까지

bolCk(i, j) = False '일단 거짓으로 한 다음에

If intSoNum(i, j) = Val(strFileName) Then

```

        bolCk(i, j) = True      '찾았으면 참으로 한다.
    End If
Next j
End If
Next i

strFileName = strFileName & ".txt"      '텍스트 파일로
Open strFileName For Input As #1
    '일단 요청이 들어온 노래를 파일로 불러들인다.

strRoomData(intRoomNum1, 0) = "" '공백으로
While Not EOF(1) '가사 전부를 저장
    Line Input #1, strTemp
    strRoomData(intRoomNum1, 0) = strRoomData(intRoomNum1, 0)
    & " " & strTemp '파일에 내용저장.

Wend
For i = 0 To cnsRoomGaSu      '만약 노래 검색이 체크되면
    For j = 1 To intRoomNum(i)      ' Client마다 예약된 곡수 까지
        If bolCk(i, j) = True Then
            '예약된 곡을 동시에 보내준다.(Multicasting)
            strRoomData(i, j) = strRoomData(intRoomNum1, 0)
        End If
    Next j
Next i

subFileInput = 0

Close #1      '파일을 닫는다.
End Function

```

A-2. 클라이언트 프로그램

Option Explicit

```
Private Sub comCancel_Click(index As Integer) '중단 루틴
    Dim i As Integer
    txtMain(index).Text = "" ' Client의 텍스트를 초기화.
        '노래가 연주되지 않는 중에 취소버튼이 눌러졌으면 무시
    If intRoomEnd(index) = 0 Then Exit Sub
    intRoomEnd(index) = 0 '0 이면 종료(끝), 1이면 노래하는 중
        '한 곡씩 쉬프트 된다.
        '노래가 끝나면 해당하는 Client에 예약된 노래를 연주..
    '3 2 1 4 <== 이렇게 예약이 되었으면...
    '3번 노래가 끝나면 ==> 2 1 4 순서로 진행이 된다.
    '쉬프트 되게 하는 것.
    For i = 0 To intRoomNum(index) - 1
        intSoNum(index, i) = intSoNum(index, i + 1)
        strRoomData(index, i) = strRoomData(index, i + 1)
    Next i
    If strRoomData(index, 0) <> "" Then
        intRoomEnd(index) = 1 '노래는 지금 시작이다.
    End If
    intSoNum(index, 50) = 0 '항상 끝은 0
    intRoomNum(index) = intRoomNum(index) - 1 '하나 감소
    subYaDisplay (index) '예약된 곡 출력
End Sub

Private Sub ComEnd_Click() '종료 버튼 루틴.
    Dim intYesNo As Integer
    intYesNo = MsgBox("종료할까요?", vbYesNo, "안녕하세요 ^^")
    If intYesNo = vbYes Then End
End Sub

Private Sub comStart_Click() '시작과 멈춤
'Timer Control/Timer event를 실행, 중지하면서 전체적인
```

'동작을 시작, 멈춤을 할 수 있다.

```
If Timer1.Enabled = True Then
    Timer1.Enabled = False
    comStart.Caption = "시작(&S)"
Else
    Timer1.Enabled = True
    comStart.Caption = "멈춤(&S)"
End If
```

End Sub

'예약을 받는 루틴.

```
Private Sub comYa_Click(index As Integer)
```

```
    Dim intNum, a As Integer          '입력받은 수
```

```
    If txtInput(index) = "" Then Exit Sub '예약이 없을 경우 무조건 종료
```

```
    intNum = Val(txtInput(index))      '입력받은 수를 기억
```

```
    txtInput(index) = ""              '지우기
```

```
    If intNum < 1 Or intNum > 9 Then
```

```
        txtInput(index).SetFocus      '정확하게 입력이 되지 않으면 다시
```

```
        Exit Sub
```

```
    Else                                '예약된 곡 저장
```

```
        intSoNum(index, intRoomNum(index)) = intNum
```

```
        '예약된 총 노래수 저장
```

```
        intRoomNum(index) = intRoomNum(index) + 1
```

```
        subYaDisplay (index)
```

```
    End If
```

End Sub

'종료 루틴.

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
```

```
    Dim intYesNo As Integer
```

```
    intYesNo = MsgBox("종료할까요?", vbYesNo, "안녕하세요 ^^")
```

```
    If intYesNo = vbNo Then Cancel = 1    '종료하지 않는다.
```

End Sub

```

**중요한** Timer event 루틴
Private Sub Timer1_Timer()
    Dim i, j, a As Integer
    For i = 0 To cnsRoomGaSu
        '노래가 끝나고 && 예약된 곡이 있으면.
        '그리고 저장되는 변수에 아무 것도 없을 때..
        '혹시 그전에 다른 Client에서 예약한 것 때문에
        '저장되었을 수가 있으니까.
        If intRoomEnd(i) = 0 And intSoNum(i, 0) <> 0 _
            And strRoomData(i, 0) = "" Then
            '노래를 받는다. 노래 가사는 변수에 저장된다.
            a = subFileInput(CStr(intSoNum(i, 0)), i)
            intRoomEnd(i) = 1
            subYaDisplay (0)
        End If
    Next I
    '노래가 출력되는 루틴입니다.
    For i = 0 To cnsRoomGaSu
        If intRoomEnd(i) = 1 Then
            '노래가 진행중이면
            txtMain(i).Text = strRoomData(i, 0)
            '출력.
            If Len(strRoomData(i, 0)) <> 0 Then
                '끝이 아니면
                strRoomData(i, 0) = Mid(strRoomData(i, 0), 2)
            Else
                '끝이면...
                comCancel_Click (i)
            End If
        End If
    Next i
End Sub

Private Sub txtInput_KeyPress(index As Integer, KeyAscii As Integer)
    '입력상태에서 엔터 키를 치면....
    If KeyAscii = 13 Then
        comYa_Click (index)
    End If
End Sub

```

```

'예약된 것을 화면에 디스플레이 시켜주는 루틴
Sub subYaDisplay(ByVal index As Integer) '예약된 것을 라벨에 표시
Dim i, j, intTempLen As Integer
Dim intCount1, intCount2 As Integer
    For i = 0 To cnsRoomGaSu ' Client의 수
        rtxYa(i).Text = ""
        For j = 0 To intRoomNum(i) - 1 ' Client에 예약된 수만큼
            If j = 0 Then
                rtxYa(i).Text = "<- " & CStr(intSoNum(i, j))
            ElseIf strRoomData(i, j) = "" Then
                rtxYa(i).Text = rtxYa(i).Text & " " &
CStr(intSoNum(i, j))
            Else
                rtxYa(i).Text = rtxYa(i).Text & " *" &
CStr(intSoNum(i, j))
            End If
        Next j
    Next I

End Sub

```

A-3. 흐름도 작성

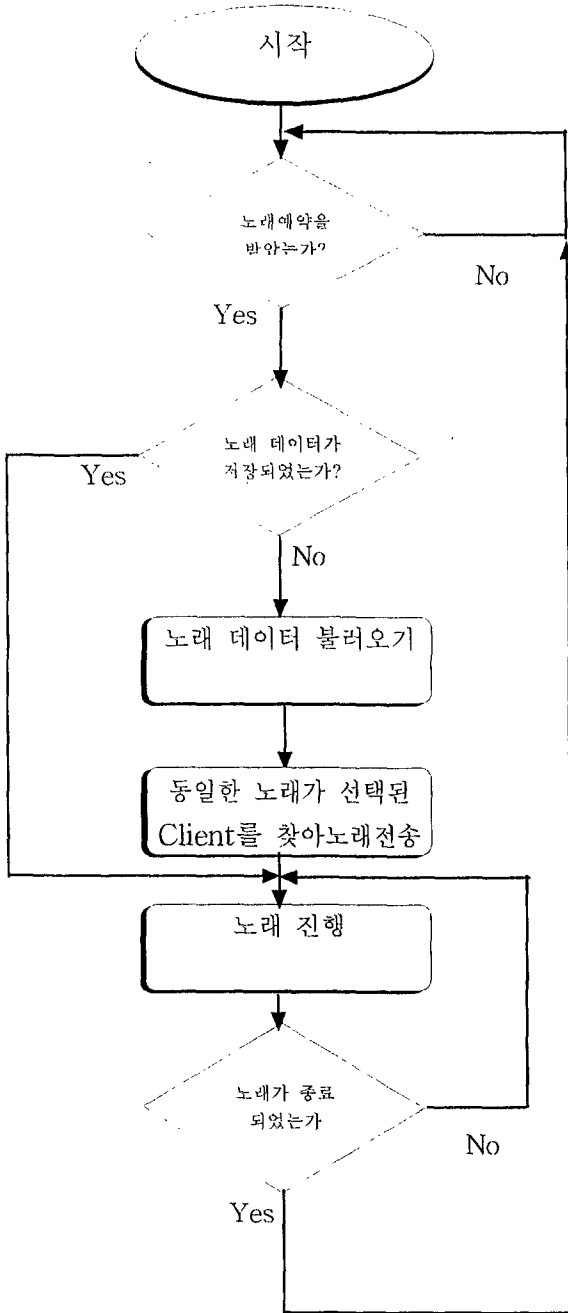


Figure 9. Flow chart

A-4. 프로그램 실행

본 프로그램은 Visual Basic 5.0의 폼(Form)과 객체(object)를 이용하여 구성했으며 그림 10과 같다. 실행은 Visual Basic 5.0 프로그램을 실행한 후 메뉴 바의 실행을 선택하고 다음 팝업 메뉴의 시작을 누르면 우측 상단에 프로젝트의 폼과 모듈이 나타나면서 폼 화면이 활성화된다.

서버-클라이언트 멀티캐스트 스트림 전송을 위한 프로그램 구현을 하기 위해서는 이미 텍스트로 만들어 놓은 10곡(1-10번)의 해당 번호를 예약과 중지 버튼 옆의 박스에 입력하고 아래의 시작 버튼을 누르면 신청한 노래가 디스플레이 된다. 또한 예약을 할 수도 있으며 특히, 몇 개의 클라이언트에 동일한 곡이 예약된 경우는 동일한 곡을 예약한 클라이언트 가운데 제일 먼저 동일한 곡을 시작할 때 다른 클라이언트에는 그 곡에 해당하는 데이터가 멀티캐스팅 전송 알고리즘에 의해 전송되어 버퍼에 저장된다.

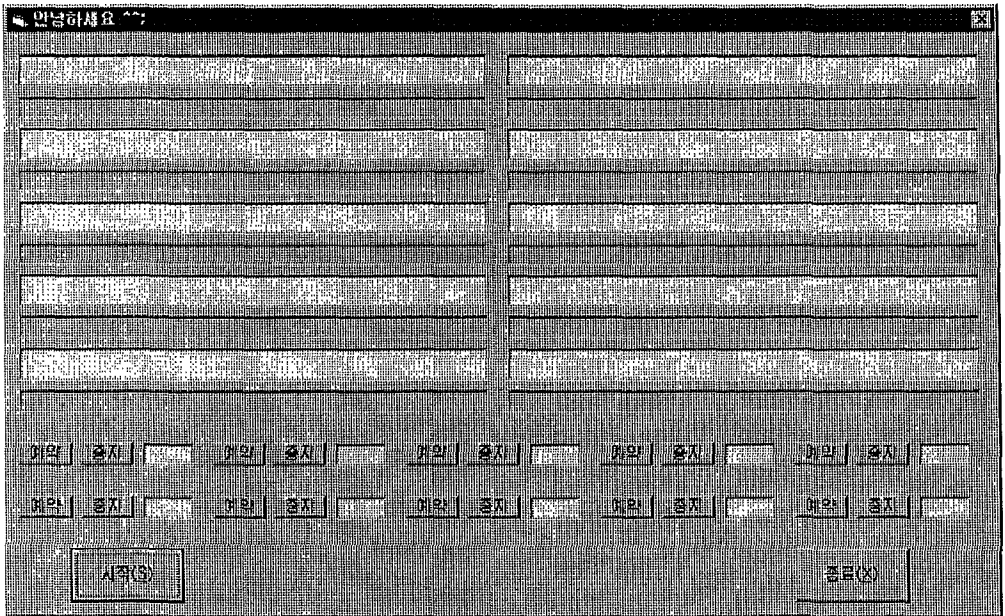


Figure 10. Action of program

A-5. 개발 환경 및 운영 환경

- 본 연구에 사용된 프로그램 개발 환경은 표 4와 같다.

Table 4. Environment for computer systems

하 드 웨 어	CPU	Pentium-166이상
	RAM	32MB
	Graphic Card	TGUI 9680-PCI (800*600, 16bit color)
	Mouse	Digital Optical Mouse 500 dpi
	CD-ROM Drive	LG전자 12배속
	이미지스캐너	Relisys RELI 9612
	프린터	Qnix 큐레이저 SF700
소 프 트 웨 어	유틸리티	어도비 포토샵 4.01 Paint Shop Pro 5.0β2
	운영체제	한글 Windows 95 이상
	프로그램	VisualBasic 5.0 , Visual C++ 5.0

- 본 프로그램의 운영 환경은 표 5와 같다.

Table 5. Environment for operation of programs

		운영 환경
하 드 웨 어	CPU	80586 이상(PentiumII 급 이상 권장)
	RAM	64MB 이상
	Graphic Card	SVGA(640*480, 64K color)이상
	Video Card	Soyo 리바 TNT-2 ultra-32M
	MIC	MIC
	CD-ROM Drive	32배속 이상
소 프 트 웨 어	운영체제	한글 Windows 3.1/95이상
	프로그램	VisualBasic 5.0이상, Visual C++ 5.0

A-6. MOD 및 VOD 관련 사이트

● 국내

길튼정보통신 <http://www.keil.co.kr/>
건한(주) <http://vod.kaist.ac.kr/>
디엠기획 <http://home.menupan.co.kr/>
태승정보시스템 <http://www.tsinfo.co.kr/>
영택정보시스템 <http://www.minet.co.kr>
닉스정보통신(주) <http://www.nics.co.kr>
TCS Corp,Ltd <http://www.tcs.co.kr/>
조선대학교 <http://cselab.snu.ac.kr/>
한국과학기술원 <http://rtlab.kaist.ac.kr/>
연구개발지원센터 <http://www.kordic.re.kr/>

● 국외

<http://www.jiten.com/mm/mm-orig/karaoke-on-demand/>
<http://www.usc.edu>
<http://www.ibsworld.co.kr/project/>
<http://www.karaoke.com/>

Abstract

A study on the Multicasting Delivery Algorithm for Noraebang Service

Gil Jo, Song

Department of Newmedia

Graduate school of Infomation and Telecommunications, University of Inchon
Inchon, Korea

Generally on-demand service requires the development of memory construction, broad host I/O and network band-width. besides, the load of server must be considered. This paper, a part of service on demand, propose new multicasting delivery algorithm for enhancement of the performance of Noraebang Server by diminishing the load of server as well as preventing the exhaustion of network resource. This proposed algorithm took up the method that simultaneously saves the post-orderly reserved song into local buffer through the multicasting channels while receiving required uni-song the service delivered through unicast channels from server. Therefore, unicast channel is released after completion of service through unicast channel at present. And later post-orderly reserved songs will be directly served through client's buffer, not through server. Using this algorithm, the number of channels required in Noraebang service can be decreased a great deal as more songs are reserved. We have confirmed the enhancement of system performance by simulation based on this algorithm.