

# 효율적인 노래방 서비스를 위한 멀티미디어 분산 프락시 캐싱 구조

김동수, 김영준, 김익수  
인천대학교 정보통신공학과

kds1113, airfight@hanmail.net iskim@lion.inchon.ac.kr

## Multimedia Distributed Proxy Caching Mechanism for Effective Noraebang Service

Dongsoo Kim, Youngjune Kim, Iksoo Kim  
Dept. of Information and Telecommunication Eng,  
Univ. of Incheon

### 요약

본 논문은 주문형 서비스의 한 분야로서 부족한 네트워크 자원을 고갈시키지 않을 뿐만 아니라 서버의 부하를 크게 경감시켜 MOD의 성능을 최대화시켜 효율적인 노래방 서비스를 위한 새로운 프락시 캐싱을 제안한다. 제안된 프락시 캐싱 구조는 일반적인 unicast 전송으로 멀티미디어 데이터를 서비스 받고 동시에 요청된 데이터가 다른 종단노드(HEN)에 이미 캐싱 되어 있을 경우 후 순위 예약 곡들을 그 종단노드(HEN)로부터 데이터를 전송 받아 스위칭 에이전트(SA)의 스위칭 테이블을 통해 미리 디스크에 저장하여 unicast 채널의 서비스 종료된 다음 후 순위 예약 곡을 서비스 받는 방법을 사용한다. 제안된 분산 프락시 캐싱은 예약 곡목이 많을수록 서버 부하와 과도한 네트워크 트래픽으로 인한 병목현상으로 인한 지연을 크게 감소시킬 수 있고, 시뮬레이션을 통해 성능의 우수함을 확인하였다.

### 1. 서론

최근 멀티미디어 정보 서비스는 언제, 어디서나 사용자가 원하는 시점에 서비스가 제공되는 주문형(On-demand) 서비스의 형태로 발전하고, [1,2] 주문형 서비스의 형태는 VOD, NOD와 EOD 서비스 등으로 구분할 수 있다. 이와 함께 시청각 교육, 원격 화상회의, 홈쇼핑, 대화형 영화, 전자게임, 전자도서관 등도 멀티미디어 처리 분야에서 급속도로 개발되고 있다. 많은 응용분야에서 On-demand 서비스가 이루어질 것이다.

앞서 기술한 바와 같이 멀티미디어의 중요성과 처리기술의 확보, 그에 따른 멀티미디어의 처리 역시 수많은 기술적인 난관을 갖고 있다. VOD, NOD와 EOD 같은 주문형 서비스를 제공하기 위해서는 다

양한 데이터 스트림(stream)들을 필요로 하고, 실시간 검색(real-time retrieval) 및 매우 방대한 양의 데이터를 저장하여야 하기 때문에 우선적으로 고속 네트워크, 대용량의 저장장치와 데이터 압축기술 및 지능을 갖춘 멀티미디어 서버의 개발과 같은 기술적인 발전이 필수적으로 이루어져야 한다[2,3]. 이와 같은 기술적인 발전과 함께 영화, 음악과 뉴스 및 원격교육 등을 주문형으로 서비스를 제공할 수 있는 MOD 시스템의 실현을 위한 노력이 가속화되고 있다[1,3,4]. 따라서 비디오와 오디오등의 멀티미디어 데이터를 실시간으로 제공할 수 있는 멀티미디어 서버의 설계에 대한 연구로서 음악과 동영상을 서비스 하는 네트워크를 통한 노래방 서비스는 앞으로 수요가 크게 증가할 것으로 기대된다.[7]

네트워크를 통한 대화형 노래방 서비스는 예약, 서비스, 역 재생, 고속재생 및 정지 등의 서비스를

제공할 수 있는 대화형 VOD(Video-on Demand) 서비스의 전 단계로서 일반적으로 단지 예약, 서비스, 정지 및 취소만을 필요로 하며 대화형 VOD에 비해 적은 네트워크 대역폭을 사용하기 때문에 상용화하는데 용이하다. 그러므로 오락용으로 사용될 수 있는 네트워크를 통한 노래방 서비스는 다양한 주문형 서비스(On-demand service)의 한 분야로서 이용될 수 있다.[5,6] 질 높은 다양한 서비스를 제공하는 VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD 서비스를 위해서는 많은 대역폭이 요구되기 때문에 현재 극히 제한적인 서비스만이 제공되고 있다. 이로 인한 불편은 클라이언트들에게 전가되어 오고 있다[2,6]. 따라서 네트워크를 통한 노래방 서비스는 Proxy caching 기술을 이용해 실시간 대화형 VOD 서비스보다 적은 대역폭으로 구현이 가능하기 때문에 VOD 서비스의 전 단계로써 이용될 수 있다.

Proxy caching 기법은 한번 요청된 데이터를 Proxy에 저장하여 이후에 클라이언트들이 Proxy에 caching되어 있는 데이터의 요청이 있을 경우에는 서버를 통하지 않고 Proxy에만 접속하여 서비스를 제공받는 방식으로서 서버의 부하를 줄일 수 있다 [9,10].

그러나 기존의 Proxy 구조는 일반적으로 서버 근처에 위치하면 End-to-end 지연은 다소 줄일 수는 있지만 네트워크의 부하는 물론 특정 데이터에 대한 Proxy의 부하를 줄일 수 없는 단점이 있을 수 있다. 본 논문에서는 클라이언트 부근에 Proxy를 두어 전송 지연을 크게 줄일 수 있을 뿐만 아니라 네트워크의 부하도 줄일 수 있으며, 분산 Proxy를 통해 클라이언트들에게 보다 만족스러운 서비스를 가능하게 할 수 있다. 그러나 분산 Proxy를 구현하여 서비스를 제공하더라도 인기 있는 데이터를 저장하고 있는 Proxy는 상대적으로 다른 Proxy에 비해 트래픽이 폭주하는 단점이 내포되고 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서 새로운 분산 Proxy caching 구조를 제안한다.

## 2. 분산 Proxy Caching 구조

### 2.1 개요

본 논문에서 제안하는 새로운 Web-caching 기법은 클라이언트들이 접속되어 있는 다수의 단말-노드(HEN : Head-End Node)들에 소량의 버퍼를 장착하여 이를 Proxy로 활용함과 동시에 클라이언트들

의 모든 서비스를 관찰하도록 한다. 특정 단말-노드(HEN 1)들에 연결된 클라이언트가 서비스를 요청할 경우 서버로부터 전송되는 데이터는 일단 HEN 1의 버퍼에 저장됨과 함께 서비스 요청 클라이언트에 스트리밍 서비스가 이루어진다. 이후 다른 단말-노드들(HEN 2, HEN 3)로부터 동일한 데이터에 대해 서비스를 요청할 경우에는 서버로부터 데이터를 전송받지 않고 HEN 1에서 데이터를 전송 받아 서비스하게 된다. 스위칭 에이전트 SA(Switching Agent)는 전체 HEN들이 가지고 있는 모든 데이터를 공유함으로써 추가 서버 접속을 없게 함으로써 서버의 부하를 크게 줄일 수 있다. 이와 같은 새로운 분산 Proxy caching 기법은 VOD 서비스에 있어서 인기 있는 데이터의 경우 보다 많은 단말-노드들이 서비스를 요청하기 때문에 해당 데이터에 대해 각기 다른 단말-노드에 저장되어 자동적으로 서버 부하의 분산이 이루어질 수 있는 장점을 보유하고 있다.

### 2.2 구성 역할

분산 Proxy caching 구조에서 각 구성요소들의 역할을 설명하겠다.

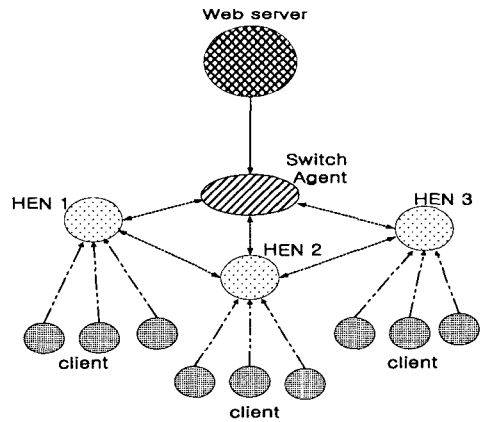


그림1. 분산 Proxy caching 구조

#### 2.2.1 HEN (Head End Node)

중단노드 (HEN)는 클라이언트와 스위칭 에이전트 사이에 구성되며 스위칭 에이전트를 통하여 서버로부터 데이터를 수신하고 저장하며, 사용자들에게 서비스를 제공하는 기능을 수행한다. 사용자가 요청한 데이터가 중단노드에 저장되어 있는 경우는 스위

칭 에이전트와는 무관하게 즉시 서비스되며, 저장되어 있지 않은 경우는 스위칭 에이전트로 해당 데이터를 저장하고 있는 종단노드를 요청하여 데이터를 수신하여 서비스를 제공한다. 종단노드는 수신되는 모든 데이터를 저장하며 저장용량을 초과하는 경우 버퍼 제거 알고리즘을 사용하여 지속적으로 데이터를 저장한다.

### 2.2.2 SA (Switching Agent)

스위칭 에이전트는 클라이언트에 의해 발생하는 서비스 요청을 종단노드를 통하여 수신한 후, 이를 취합하여 서버로 전송한다. 서버로부터 데이터를 수신하여 요청 곡의 Song ID(SID)와 종단노드 ID(NID)를 스위칭 테이블에 저장한다. 이후 동일한 곡 서비스를 요청한 종단노드에 데이터를 검색하고 Round-Robin 방식으로 분산 저장하도록 한다.

## 3. 분산 Proxy Caching 전송 절차

특정 단말 노드에 속해있는 클라이언트가 서비스를 요청할 경우 단말노드는 스위칭 에이전트 SA를 거쳐 서버에 연결되며, 이때 SA는 요청한 데이터가 다른 단말노드에 이미 caching되어 있는지를 스위칭 테이블에서 확인 후 cache hit와 cache miss에 따라 다음과 같은 알고리즘에 따른다.

### 3.1 cache miss

클라이언트의 노래 요청에 단말노드의 Proxy에 저장되어 있지 않을 경우에 대한 절차는 다음과 같다.

1. 접속 단말노드는 SA를 통해 서버에 서비스 요청과 함께 SA는 스위칭 테이블을 조사
2. SA는 스위칭 테이블을 조사한 후 결과 cache miss될 경우 서버로의 연결유지
3. 서버로부터 해당 노래를 요청 단말 노드에 전송과 함께 스위칭 테이블 작성
4. 요청 단말노드는 Proxy에 저장과 함께 요청자에게 노래 제공

### 3.2 cache hit

클라이언트의 노래에 대한 서비스 요청에 대해 단말

노드의 Proxy에 데이터가 존재할 경우에 대한 절차는 다음과 같다.

1. 접속 단말노드는 SA를 거쳐 서버에 서비스 요청과 함께 SA는 목록을 검색
2. 접속 단말노드에 해당 노래가 존재할 경우 서비스 제공
3. SA는 목록조사 결과 cache hit될 경우 서버로의 연결 해지
4. SA는 스위칭 테이블을 조사해 다른 단말노드와 같은 노래를 예약할 경우 미리 해당 단말노드에 후 순위 예약 곡을 전송

## 4. 시뮬레이션과 성능 분석

주문형 서버가 제공할 수 있는 데이터 중  $i$ 를 선택할 확률을 구하기 위하여 인기순위( $R_M$ )와 요청빈도수( $F_R$ ) 사이에  $R_M \times F_R = C$ 의 법칙이 존재하는 Zipf 분포를 사용하였다.  $N$ 개의 데이터 중  $i$ 가 선택될 확률은  $Z/i$ 로 나타낼 수 있으며, 여기서  $Z = 1/(1+1/2+1/3+\dots+1/N)$ 이다. Zipf 분포를 사용하여  $i$ 번째 데이터의 서비스 요청률은  $\lambda_i = \lambda \rho_i$ 이고, 여기서  $\rho_i = Z/i$ 이다.[8]

시뮬레이션에 사용된 단말노드(HEN)의 수는 3, 5, 10개로 하고 단말노드 당 클라이언트 수는 100명, 서버에 저장된 곡 수는 5000곡으로 한다.

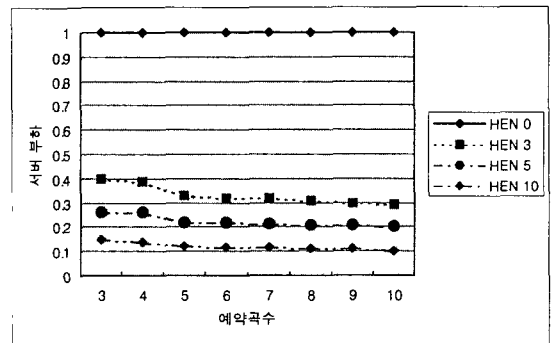


그림 2. 예약곡 수의 증가에 따른 서버 부하

우리는 그림 2.를 통해 단말노드(HEN) 증가와 예약곡 수의 증가에 따른 서버의 부하가 크게 감소됨을 알 수 있다.

## 5. 결론

본 논문에서 제안한 web caching을 이용해 네트워크를 통한 노래방 서비스는 부족한 네트워크 자원을 감소시키고, 이와 동시에 단말노드들에게 데이터 분산을 통한 부하 분배를 적용함으로써 서버의 부하도 크게 감소시킨다.

사용되는 버퍼의 용량이 작기 때문에 MOD 시스템 구현에 경제적 문제점이 없으리라 판단된다.

앞으로 노래의 인기도에 따른 서비스 요청 분포를 보다 정확하게 측정할 수 있어야 할 것이며, 이를 토대로 실제 시스템이 구현될 경우 노래방은 물론 원격교육 서비스에 이용될 수 있으리라 사료되고, VCR 기능을 갖춘 대화형 VOD 서버의 기초로도 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 한국 과학 재단 지정 인천대학교 멀티미디어 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

## 참고문헌

1. 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
2. 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
3. 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
4. J.Caviedes, "A Technological Perspective of Anytime, Anywhere Education," ALN Magazine vol.2, Issue 1, 1998
5. 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
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. 황태준, 김익수, 우요섭 " 효율적인 노래방 서비스를 위한 멀티캐스팅 전송 알고리즘 " 정보처리학회 13회 추계 학술 대회 1999년 10월
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. Jia Wang " A Survey of Web Caching Schemes for the Internet " Cornell Network Research Group (C/NRG)
10. Reza Rejaie, Haobo Yu, Mark Handley, Deborah Estrin " Quality Adaptation for congestion controlled playback video over the internet," To appeared Proc, ACM SIGCOMM, Sept,1999