

모바일 VOD 서비스를 위한 브로드캐스팅 채널할당 기법

최 영[†]

요 약

이동통신의 발달과 함께 모바일을 통한 VOD 서비스의 요구는 빠르게 증가하고 있다. 모바일 VOD 서비스는 언제, 어디서든 비디오 정보를 쉽게 액세스할 수 있는 편리함과 교육, 연예, 비즈니스와 같은 많은 어플리케이션 영역에서 유용하게 사용되고 있다. 그러나 모바일 시스템의 특성상 클라이언트의 빈번한 이동과 끊어짐으로 원활한 VOD 서비스를 제공하기에는 많은 어려움이 존재하고 있다. 다수의 클라이언트들에게 보다 안정적인 VOD 서비스를 제공하기 위한 방법으로 브로드캐스팅 전송 기법의 중요성이 강조되고 있으며 특히 주기적 브로드캐스팅 기법에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 본 논문에서는 모바일 환경에서 적은 대역폭 자원을 이용하여 다수의 클라이언트들에게 효율적인 VOD 서비스를 위한 방법으로 기존의 세그먼트 크기에 의해 결정되었던 채널 할당 방법을 무선 중계기를 이용하여 정규채널 그룹과 보조채널 그룹으로 나누고 정규채널에서는 정규 스트림을 전송하고 보조채널에서는 정규 스트림을 받기 위해 발생하는 초기 서비스 지연 시간을 줄이기 위해 첫 번째 세그먼트를 반복 전송함으로써 서버 대역폭 요구량 감소와 초기 서비스 지연 시간을 줄일 수 있는 기법을 제안하고 있다. 제안된 기법을 통하여 서버 대역폭 요구량은 30% 이상 절감시킬 수 있었으며 줄어든 초기 서비스 지연 시간 또한 성능분석을 통해 밝힌다.

An Efficient Broadcasting Channel Assignment Scheme for Mobile VOD Services

Young Choi[†]

ABSTRACT

Recently with the rapid evolution of the mobile computing and communication technologies, mobile VOD service becomes increasingly important for wireless mobile users. The VOD service is being widely used in various areas of application, such as education, entertainment and business, because it provides users convenience in easily having access to video information at any time in any places. However, in reality, the mobile system has many difficulties in providing the smooth VOD service owing to frequent transfers and cutoffs of clients. The importance of a technique to transmit broadcasting is being stressed as a method for providing stabler mobile VOD service to a large number of clients. This paper is aimed at showing how to reduce demands for server bandwidth and delay of earlier service through performance analysis by suggesting an effective VOD broadcasting transmission technique through channel division in the mobile atmosphere. Many researches have been made about regular broadcasting techniques in particular. This study divides the methods used for assigning channels which have been decided by the size of segments into a group of regular channels and assistant channels using wireless gap-fillers to provide effective VOD services to a large number of clients at the mobile environment using small bandwidth resources. The regular channels transfer regular streams, while assistant channels repeatedly transfer the first segment to reduce early service delay time to receive regular streams. In this way, the study suggests a technique to reduce server bandwidth demand and early service delay time. Through the proposed technique, the server bandwidth demand could be reduced by more than 30 percent and the study continuously shows reduced early service delay time through conducting performance analysis.

Key words: Multimedia Streaming(멀티미디어 스트리밍), Broadcasting(브로드캐스팅), Channel Assignment(채널분할), Mobile VOD(모바일 VOD)

※ 교신저자(Corresponding Author): 최영, 주소: 강원도 춘천시 효자2동 192-1(200-701), 전화: 033-521-6190, E-mail: ychoi@kangwon.ac.kr

접수일: 2008년 4월 1일, 완료일: 2008년 5월 9일
[†] 준회원, 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

1. 서 론

최근 모바일은 가장 중요한 정보매체이며 문화적 코드가 되고 있다. 대역폭의 증가와 전송속도의 개선, 단말기 기능강화 등 갈수록 진일보하고 있는 무선인터넷 환경이 필연적으로 모바일 멀티미디어 서비스를 충족시키는데 초점이 맞춰지고 있다. 기존의 VOD 서비스 대부분은 유선환경을 기반으로 서비스가 이루어져 왔으나 차세대 무선 통신 네트워크인 IEEE802.11이나 Bluetooth와 같은 무선 통신 기술의 발달로 사용자들은 무선 네트워크 기반하에서도 VOD서비스 이용이 가능해졌다. 하지만 무선 네트워크의 특성상 광범위한 지역에 많은 모바일 클라이언트들에게 대용량의 VOD 멀티미디어 서비스를 전송하기에는 많은 해결해야 할 문제점들을 가지고 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 중계기를 이용한 브로드캐스팅 전송 기법과 브로드캐스팅 기법 초기에 발생하는 서비스 지연을 줄이기 위한 캐싱 기법 등이 제안되고 있다.[1] 본 논문에서는 모바일 VOD 서비스 환경에 적합한 브로드캐스팅 전송 기법을 제안하고, 제안된 기법에서 발생하는 초기 서비스 지연 시간 증가와 서버 대역폭 요구량을 절감시킬 수 있는 효율적인 채널 할당 기법을 제안한다. 본 논문의 구성은 2장에서 모바일 VOD 서비스를 위한 관련 연구들을 소개하고, 3장에서 본 논문에서 제안한 기법의 시스템 환경과 알고리즘에 대해 설명한다. 4장에서는 제안된 기법의 성능을 분석하고, 5장에서 결론을 맺도록 한다.

2. 관련연구

현존하는 많은 인터넷 VOD 기술은 클라이언트/서버 기반의 구조이다.[2,3] 이러한 구조는 유선 네트워크 환경을 기반으로 하고 있으며, 무선 네트워크 환경에서는 제한된 대역폭으로 인해 많은 클라이언트들에게 대역폭 채널을 분리하여 사용하는 것을 지원하지 못한다. 또한 VOD 서비스를 위한 P to P (peer to peer) 접근은[4] 하나의 무선 피어(peer) 보다 그 이상의 피어를 거쳐 다른 무선 노드에게 비디오를 전송해야 함으로 대역폭과 시스템 사용에 있어 매우 비효율적이다. 무선 네트워크 환경에서 다수의 클라이언트를 위한 VOD 서비스는 브로드캐스팅 전

송 기법을 사용하여 스트림을 전송하는 것이 바람직하다. 현재 연구되고 있는 모바일 VOD 서비스는 광범위한 지역에 비디오를 전송하기 위해 중계기 설치를 제안하고 있으며, 일정한 간격으로 비디오를 반복적으로 전송하는 주기적(periodic) 브로드캐스팅 기법이 주목을 받고 있다. 대표적인 주기적 브로드캐스팅 기법으로 비디오를 여러 개의 세그먼트로 나누고 각각의 세그먼트를 여러 개의 분리된 채널에 반복적으로 전송하는 Staggered 브로드캐스팅 기법[5]을 들 수 있다. 또한 Staggered 브로드캐스팅 기법에서 발생하는 초기 서비스 지연을 줄이기 위한 방법으로 애드 혹(ad hoc) 네트워크 환경에서 노드 간의 캐싱을 이용한 기법들이 제안되고 있다.[1] Skyscraper 브로드캐스팅 기법[6] 또한 각 세그먼트의 크기를 일정한 규칙에 의해 나눈 뒤 할당된 채널을 통해 전송하는 기법으로 Staggered 브로드캐스팅 기법보다 초기 서비스 지연이 짧다는 장점이 있지만 스트림을 받기 위해 두 개 이상의 브로드캐스팅 채널과 추가적인 버퍼 공간이 필요하다는 이유로 시스템 자원이 한정되어 있는 무선 네트워크 환경에서는 적합하지 않다. 표 1에서는 각각의 주기적 브로드캐스팅 기법들이 클라이언트에 필요로 하는 시스템 자원을 나타내고 있다. 제시된 브로드캐스팅 기법들은 초기 서비스 지연이 짧다는 장점이 있지만 추가적인 버퍼 공간 요구나 대역폭 요구에 있어 무선 네트워크 환경에 적합하지 않다.

무선 네트워크 환경에 적합한 VOD 서비스를 제공하기 위해서는 제반 시스템 자원 요구가 가장 적은 Staggered 브로드캐스팅 기법을 사용하여 스트림을

표 1. 주기적 브로드캐스팅 기법의 클라이언트에 대한 시스템 자원 요구

기법	저장공간	대역폭
Staggered [5]	0% of video	1 × consumption-rate
Skyscraper [6]	10% of video	2 × consumption-rate
Pyramid [7]	75% of video	≥ 4 × consumption-rate
Permutation-based [8]	20% of video	≥ 2 × consumption-rate
Pagoda [9]	45% of video	≥ 5 × consumption-rate

전송하는 것이 바람직하며, 차후 무선 네트워크 대역폭이 개선된 후에 다른 주기적 브로드캐스팅 기술의 적용이 가능하다.

3. 채널 할당 기법

3.1 시스템 구조

그림 1은 모바일 VOD 시스템의 전체 구조를 나타낸 그림이다. 모바일 VOD 시스템은 비디오 서버, 로컬 포워더, 클라이언트로 구성된다. 비디오 서버는 비디오 파일들을 갖고 있으며 클라이언트는 모바일 사용자를 의미한다. 무선 네트워크 특성상 광범위한 지역에 위치한 클라이언트들에게 서버가 직접 비디오를 전송하는 것은 불가능한 일이다. 캠퍼스나 공항, 공원 등과 같은 일정지역에 고정되어 있고, 그 지역 안에서 비디오를 중계할 수 있는 로컬 포워더 설치가 필수적이다. 서버는 주기적 브로드캐스트를 통해 로컬 포워더에게 스트림을 전송하고, 로컬 포워더는 서버로부터 전송받은 스트림을 자신이 전송할 수 있는 범위 안에 있는 클라이언트들에게 주기적 브로드캐스팅 전송 기법으로 재전송한다. 최근 나와 있는 Bluetooth 기술의 대역폭은 1Mbps보다 적어 스트리밍 서비스에는 적당하지 못하며 본 논문에서는 IEEE802.11 프로토콜을 사용한다. IEEE802.11은 무선 LAN(WLAN)기술 표준 규격으로 802.11, 802.11a, 802.11b 등이 있다. 802.11과 802.11b는 무선 이더넷 LAN에 적용되고 2.4GHz 주파수에서 운용되며 데이터 속도는 802.11에서 2Mbps, 802.11b에서 11Mbps이다. 802.11a는 무선 비동기 전송 방식(ATM) 시스템에 적용되고 최대 54Mbps의 대역폭

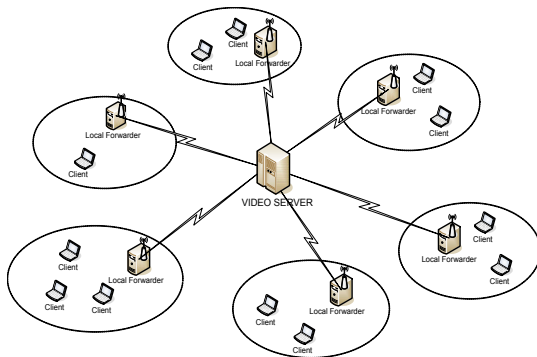


그림 1. 모바일 VOD 시스템 구조

지원이 가능하다. 모든 로컬 포워더는 서버로부터 패킷을 받고 동시에 로컬 포워더에 설치되어 있는 wNIC를 통해 비디오 패킷을 브로드캐스팅 한다. 서버와 로컬 포워더는 유선상의 WAN/LAN이나 기반 무선 네트워크 시설을 통해 연결되어 있고 비디오 패킷을 뿌리는 형태는 서버를 중심으로 한 스타위상을 형성하고 있다.

3.2 서버 브로드캐스팅

서버 브로드캐스팅 전송은 Staggered 브로드캐스팅 기법에 기반하고 있다. Staggered 브로드캐스팅 기법은 비디오를 K개의 동일한 크기의 세그먼트로 나누고 각 세그먼트를 할당된 채널을 통해 반복적으로 브로드캐스팅 한다. K값은 로컬 포워더의 대역폭에 의해 결정되는데, N이 비디오의 수이고, B가 로컬 포워더의 대역폭이라고 가정했을 때 K는 다음과 같이 결정된다.

$$r \times K \times N \leq B \quad (r: \text{전송속도}) \quad (1)$$

그림 2는 Staggered 브로드캐스팅 기법의 동작 방식을 나타낸 그림으로 K개의 세그먼트를 할당된 채널을 통해 주기적으로 전송하고 있다.

Staggered 브로드캐스팅 기법은 하나의 채널을 통해서만 스트림을 순차적으로 전송하기 때문에 적은 대역폭을 필요로 한다는 장점과 추가적인 버퍼 공간이 필요 없다는 장점이 있지만 초기 서비스 지연 시간이 길다는 단점이 있다. 즉 각 세그먼트는 동일한 크기로 분할되기 때문에 최악의 경우 하나의 세그먼트 크기만큼의 초기 서비스 지연이 발생한다.

그림 3은 본 논문에서 제안하고 있는 모바일 VOD 서버의 세그먼트 분할과 브로드캐스팅 전송 방법을 나타낸 그림이다. Staggered 브로드캐스팅 전송 기법을 무선 네트워크 환경에 적합하게 개선하여 세그

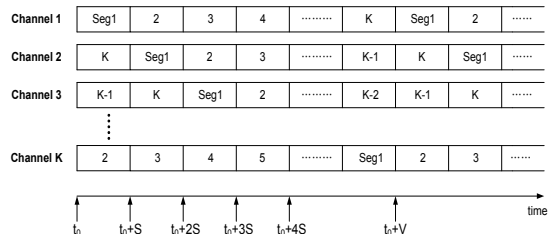


그림 2. Staggered 브로드캐스팅

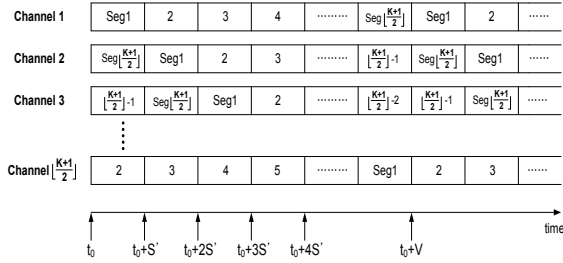


그림 3. 모바일 VOD 서버의 브로드캐스팅 전송

먼트의 크기를 증가시킨 반면 대역폭 요구량은 절반으로 감소시켰다. VOD 서버에서 비디오 전송은 로컬 포워더를 대상으로 하고 있으므로 증가된 세그먼트의 크기로 인해 직접적인 클라이언트의 초기 서비스 지연 시간의 증가로 이어지지는 않는다. 증가된 세그먼트의 크기는 로컬 포워더에서 채널 할당 기법을 통해 첫 번째 세그먼트의 크기만 보조 채널을 이용하여 작게 분할하여 전송함으로써 Staggered 브로드캐스팅에서 발생하는 초기 서비스 지연 시간을 $1/(\lfloor (K+1)/2 \rfloor)$ 로 줄였다. VOD 서버의 대역폭 요구량은 K개의 가용한 채널 중 $\lfloor (K+1)/2 \rfloor$ 개의 채널만을 이용하여 세그먼트를 전송함으로써 서버의 시스템 자원 요구는 절반으로 줄었다.

3.3 로컬 포워더 브로드캐스팅

로컬 포워더의 브로드캐스팅 채널은 서버에서 전송된 스트림을 재전송할 $\lfloor (K+1)/2 \rfloor$ 의 정규 채널과 첫 번째 세그먼트의 분할된 서브세그먼트들을 일정 시간 간격으로 지연 전송하는 $\lfloor (K-1)/2 \rfloor$ 의 보조 채널로 나눈다. 파라미터는 다음과 같다.

- K : 전체 논리채널의 수
- R : 정규 채널의 수
- k : 보조 채널의 수
- V : 비디오의 길이
- S' : 세그먼트의 크기
- r : 비디오 전송 속도
- B : 로컬 포워더 대역폭
- S₁, S₂, S₃, S₄ : 세그먼트1의 서브세그먼트

로컬 포워더 브로드캐스팅 기법에서 서브세그먼트 s₁의 길이는 다음과 같이 결정된다.

$$(서브세그먼트) s_1 = \frac{V}{k+1} = \frac{V}{K+(K-1)k-k^2} \quad (2)$$

s₁의 최소값은 $\frac{4V}{(K+1)^2}$ 로 결정되고, s₁을 최소로

할 때 보조 채널은 $\lfloor \frac{K-1}{2} \rfloor$ 가 할당된다.

클라이언트가 비디오를 재생하는 프로시저는 다음과 같다.

프로시저 Client_Playback()

1. 로컬 포워더 탐색
2. 보조 채널로부터 즉시 서비스 받을 수 있는 서브 세그먼트(s₁) 탐색
3. 보조 채널에 조인
4. 조인된 채널로부터 다운로드 및 재생
5. 같은 시점에서 브로드캐스팅 되고 있는 정규 채널 탐색
6. 정규 채널에 조인
7. 정규 채널로부터 비디오 다운로드 및 버퍼에 저장
8. 보조 채널을 벗어남
9. 정규 채널로부터 비디오 다운로드 및 재생
10. 정규 채널을 벗어남.

모바일 클라이언트가 서브세그먼트(s₁)의 브로드캐스팅 중간에 서비스를 요청한다면 클라이언트는 서브세그먼트(s₁)의 브로드캐스팅 패킷을 놓친 상태다.

따라서 서브 세그먼트(s₁)의 다음 브로드캐스팅까지 기다려야 하는데, 그림 4에서 클라이언트가 t₀+s₁+□(0<□<s₁)에 서비스를 요청한다면, 서브 세그먼트(s₁)의 서비스를 받기 위해서 t₀+s₂까지 기다려야 한다. 따라서 서비스 지연은 s₁-□이며, 최악의 경우 s₁이다. IEEE802.11g와 MPEG-1인 경우에 K=7 채널을 가지고, 60분 비디오를 브로드캐스팅 기법을 사용하여 서비스한다고 가정하면 서비스 지연은 다음과 같다.

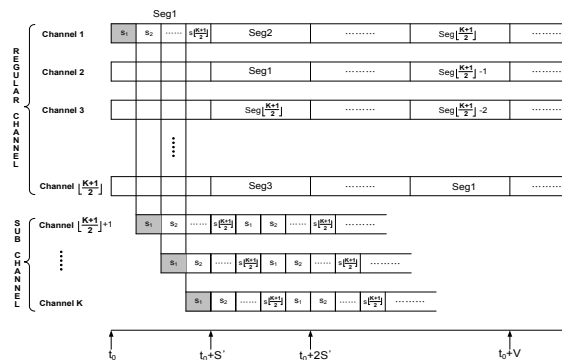


그림 4. 모바일 VOD의 로컬 포워더 브로드캐스팅

정규 채널 브로드캐스팅 : $\frac{60\text{분}}{4} = 15\text{min}$,
 Staggered 브로드캐스팅 : $\frac{60\text{분}}{7} = 8.57\text{min}$
 보조 채널 브로드캐스팅 : $\frac{60\text{분}}{16} = 3.75\text{min}$

로컬 포워더의 보조 채널을 이용한 브로드캐스팅 기법은 기존에 제안된 Staggered 브로드캐스팅 기법에 비해 초기 서비스 지연 시간이 현저히 줄었음을 알 수 있다.

4. 성능 평가

이 장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 로컬 포워더 채널 할당 기법에 따른 서버 대역폭 요구량 감소와 Staggered 브로드캐스팅 기법의 서비스 초기에 발생하는 서비스 지연을 비교 분석한다. 제안된 기법의 성능 평가를 위한 시뮬레이션 모델은 그림 5와 같으며 VBA를 이용하여 시스템 구현 및 발생된 데이터를 분석하였다. 성능 분석을 위한 파라미터로서 채널 수(K)는 4~30으로 변화시켰으며 클라이언트 요청 수는 평균 분당 5 클라이언트가 발생되었다. 중계기의 대역폭(B)은 최대 54Mbps가 지원되었으며, 비디오 재생을 위한 전송속도(r)는 MPEG-1 비디오 데이터를 기준으로 1.5Mbps를 필요로 하고 있다.

우선 VOD 서비스를 받기 위한 모바일 클라이언트는 임의의 시간 간격으로 도착한다. 가용한 로컬 포워더의 무선 대역폭을 기준으로 VOD 서버에 요구되는 대역폭 요구량을 측정한다. 로컬 포워더에서는 보조 채널 그룹을 생성하여 첫 번째 세그먼트를 반복

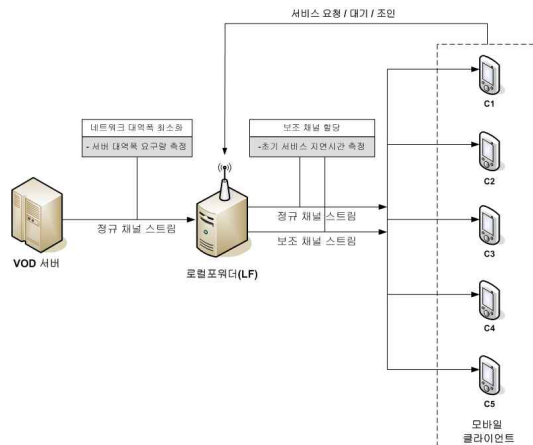


그림 5. 시뮬레이션 모델

전송하게 되는데 클라이언트들이 첫 번째 세그먼트를 서비스 받기 위해 조인되는 초기 서비스 지연 시간을 측정한다. 가용한 무선 대역폭을 기준으로 채널 수가 결정되는데 채널 수 변화에 따라 서버 대역폭 요구량 변화와 초기 서비스 지연 시간의 변화를 그림 6과 7의 그래프를 통하여 비교 분석 하였다. 그림 6에서 Staggered 브로드캐스팅 기법의 경우 채널 수 증가에 따라 서버 대역폭 요구량 또한 동일한 크기로 증가하고 있으나 제안된 기법의 경우 서버 대역폭 요구량은 절반에 그치고 있다. 채널 수 5와 6 또는 7과 8에서 동일한 크기의 서버 대역폭 요구량을 나타내고 있는데 채널 수 5인 경우 제안된 기법의 채널 할당은 정규 채널 3과 보조 채널 2로 분할이 되고 채널 수 6인 경우 채널 할당은 정규 채널 3과 보조 채널 3으로 채널 분할이 이루어짐으로써 서버에 요구되는 대역폭 요구량은 정규 채널에서 필요로 하는 대역폭 요구량만 사용하게 된다. 그림 7은 제안된 기법과 Staggered 브로드캐스팅 기법의 채널 수 변화에 따

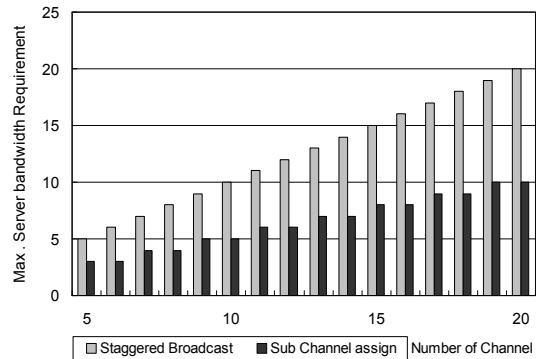


그림 6. 채널 수에 따른 서버 대역폭 요구량

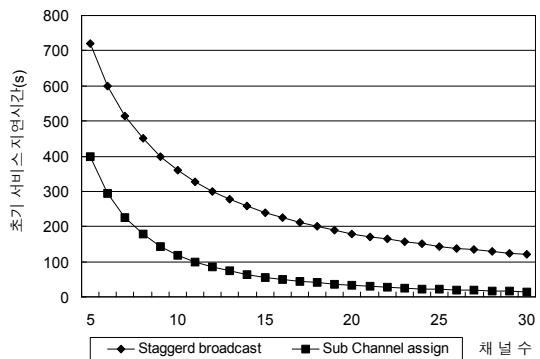


그림 7. 채널 수 변화에 따른 초기 서비스 지연시간

라 초기 서비스 지연 시간을 비교한 그림이다.

제안한 로컬 포워더의 보조 채널 할당 기법은 무선 네트워크 환경 IEEE802.11g에서 지원 가능한 54Mbps 대역폭에서 MPEG-1의 비디오 하나를 전송을 하기 위해 필요한 대역폭 1.5Mbps를 나누어 발생하는 가용한 채널 수 36에서 Staggered 브로드캐스팅 전송 기법은 1.6분의 초기 서비스 지연 시간을 나타내는 반면 제안된 기법은 0.2분의 서비스 지연 시간을 나타내고 있다.

5. 결 론

최근 무선 네트워크 환경에서의 VOD 서비스는 급격히 증가하고 있다. 본 논문은 무선 네트워크 환경에서 효과적인 VOD 서비스를 위한 시스템 구조와 개선된 브로드캐스팅 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 주기적 브로드캐스팅을 사용하여 클라이언트에게 비디오를 전송하였고, 비디오를 여러 개의 세그먼트로 나누고 각각의 세그먼트들은 할당된 채널을 통해 브로드캐스팅 되었다. VOD를 위한 모든 클라이언트가 재생 속도의 최소 2배의 대역폭이 있어야 하는 전통적인 브로드캐스팅 기술과 달리 모바일 VOD는 대부분의 클라이언트들이 재생속도의 1.3배 보다 적은 대역폭을 요구하였다. 본 논문에서 제안하고 있는 모바일 VOD 시스템의 채널 할당 기법은 무선 기술과 QoS 향상에 있어 많은 분야에 적용될 수 있으며, 차후 연구에서 그러한 이슈들을 연구하고, 한층 더 개선하여 현실적인 무선 네트워크 환경에서의 모바일 VOD 서비스가 가능할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] D. A. Tran, Minh Le, and K. A. Hua, "MobiVoD: A Video-on-Demand System Design for Mobile Ad Hoc Networks," *IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM'04)*, p. 212, 2004.
- [2] S. Gruber, J. Rexford, and A. Basso, "Protocol consideration for a prefix-caching proxy for multimedia streams," *In Proc. of the 9th International WWW Conference*, pp. 657-668, 2000.
- [3] K. A. Hua, D. A. Tran, and R. Villafane, "Caching multicast protocol for on-demand video delivery," *In Proc of the ACM/SPIE Conference on Multimedia Computing and Networking*, pp. 2-13, San Jose, USA, Jan. 2000.
- [4] D. A. Tran, K. Hua, and T. Do, "A Peer-to-peer architecture for media streaming," *IEEE JSAC, Special Issue on Advances in Service Overlay Networks*.
- [5] Z. Fei, I. Kamel, S. Mukherjee, and M. H. Ammar, "Providing interactive functions for staggered multicast near video-on-demand systems," *In Proc. IEEE Conference on Multimedia and Computing Systems (ICMCS99)*, pp. 949-953, 1999.
- [6] K. A. Hua and S. Sheu, "Skyscraper broadcasting: A new broadcasting scheme for metropolitan video-on-demand systems," *In Proc. of the ACM SIGCOMM'97*, pp. 89-100, Cannes, France, Sep. 1997.
- [7] S. Viswanathan and T. Imielinski, "Metropolitan area video-on-demand service using pyramid broadcasting," *ACM Multimedia systems Journal*, Vol.4, No.4, pp. 179-208, Aug. 1996.
- [8] C. C. Aggarwal, J. L. Wolf, and P. S. Yu, "A permutation-based pyramid broadcasting scheme for video-on-demand systems," *In Proc. of the IEEE Int'l Conf on Multimedia System'96*, pp. 118-126, Hiroshima, Japan, June 1996.
- [9] J. F. Paris, S. W. Carter, and D. E Long, "A hybrid broadcasting protocol for video on demand," *In ACM/SPIE Conference on Multimedia Computing and Networking*, Vol.3654, pp. 317-326, 1999.



최 영

1990년 2월 경남대학교 수학교육
과 졸업(학사)

1998년 8월 관동대학교 전자계산
공학과 졸업(석사)

2007년 8월 강원대학교 컴퓨터정
보통신공학과 졸업(박사)

2002년 3월~2007년 2월 동우대

학 웹디자인 연구소 연구실장

관심분야 : 멀티미디어 시스템, 디지털 콘텐츠, 데이터베
이스 시스템, 유비쿼터스 시스템 등