

모바일 VOD서비스를 위한 브로드캐스트 채널할당 기법

최영*, 게이기, 최황규
강원대학교 컴퓨터정보통신공학부

acad1@lycos.co.kr*, gigi_1368@hotmail.com, hkchoi@kangwon.ac.kr

An Efficient Broadcast Channel Assign Scheme for Mobile VoD Service

Young Choi*, Yi Qi Gui, Hwang Kyu Choi
Dept. of Computer Engineering, Kangwon University

요 약

이동통신의 발달과 함께 모바일을 통한 VoD서비스 요구 또한 증가하고 있는 추세이다. 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 VoD서비스를 제공하기에는 많은 어려움이 존재하고 있다. 보다 안정된 모바일 VoD서비스를 위한 방법으로 브로드캐스트 기법의 중요성이 강조되고 있으며 본 논문에서는 모바일 VoD 환경에서 효율적인 브로드캐스트를 위한 채널 할당 기법을 제안하고자 한다.

1. 서론

모바일은 이제 가장 중요한 정보매체이며 문화적 코드가 되고 있다. 대역폭의 증가, 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 이루어지고 있으나 차세대 무선통신 네트워크인 IEEE802.11이나 Bluetooth와 같은 무선통신 기술의 발달로 오늘날 모바일 사용자들은 무선 네트워크 기반하에서도 VoD서비스 이용이 가능해졌다.

하지만 무선 네트워크의 특성상 광범위한 지역에 많은 모바일 클라이언트들에게 대용량의 VoD 멀티미디어 전송은 많은 해결해야할 문제점들을 가지고 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 로컬포워더를 이용한 브로드캐스트 기법과 브로드캐스트 초기에 발생하는 서비스 지연을 해결하기 위한 캐싱기법등이 제안되고 있다.[11] 본 논문에서는 모바일 VoD서비스 환경을 위해 Periodic 브로드캐스트에서 발생하는 초기 서비스 지연 제거 및 서버 대역폭 감소를 위한 효율적인 채널 할당 기법을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 모바일 VoD서비스를 위한 관련연구들을 소개하고, 3장에서는 본 논문에서 제안된 기법의 시스템 환경과 알고리즘에 대해 설명한다. 4장에서는 제안된 기법의 성능을 분석하고, 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

이번 장에서는 현재 연구되고 있는 모바일 VoD 기술과 모바일 VoD기술의 근간을 이루고 있는 Periodic 브로드캐스트 기법에 대해 설명한다. 현존하는 많은 인터넷 VoD기술은 클라이언트/서버 기반의 구조이다.[6],[8] 이러한 구조는 많은 클라이언트들에게 무선 대역폭 채널을 분리하여 사용하는 것을 지원하지 못하므로 적합하지 않다. 또한 VoD를 위한 P to P 접근은[10] 하나의 무선 peer 보다 그 이상의 peer를 거쳐 다른 무선 노드에게 video를 전송해야 함으로 대역폭과 시스템 사용에 있어 매우 비효율적이다. 따라서 무선 네트워크 환경에서 VoD서비스는 브로드캐스트 기법을 사용하여 스트림을 전송하는 것이 바람직하다. 현재 연구되고 있는 모바일 VoD 서비스는 광범위한 지역에 서비스를 지원하기 위해 로컬포워더 설치를 제안하고 있으며, 비디오를 여러개의 세그먼트로 나누고 각각의 세그먼트를 여러개의 분리된 채널에 반복적으로 브로드캐스트 하는 Periodic 브로드캐스트 기법중의 하나인 Staggered 브로드캐스트 기법을 사용하고 있다.

또한 Staggered 브로드캐스트 기법의 단점인 초기 서비스 지연을 해결하기 위한 방법으로 Ad hoc 네트워크 환경에서 노드 간의 캐싱을 제안하고 있다.[11]

Skyscraper 브로드캐스트 기법은 각 세그먼트의 크기를 일정한 규칙에 의해 나눈 뒤 할당된 채널을 통해 전송하는 기법으로 Staggered 브로드캐스트 기법보다 초기 서비스 지연이 짧다는 장점이 있지만 스트림을 받기 위해 두 개 이상의 브로드캐스트 채

널과 추가적인 버퍼 공간이 필요하므로 시스템 자원이 한정되어 있는 무선 네트워크 환경에서는 적합하지 못하다.

기법	캐싱공간	대역폭
Staggered[5]	0% of video	1 × consumption-rate
Skyscraper[7]	10% of video	2 × consumption-rate
Pyramid[9]	75% of video	≥ 4 × consumption-rate
Permutation[1]	20% of video	≥ 2 × consumption-rate

표1. Periodic 브로드캐스트 기법의 클라이언트에 대한 시스템 자원 요구

아울러 표1에서 제시된 그외의 브로드캐스트 기법들 또한 초기 서비스 지연이 짧다는 장점이 있지만 추가적인 버퍼 공간 요구나 대역폭 요구에 있어 무선 네트워크 환경에 적합하지 못하다. 따라서 무선 네트워크 환경에 맞는 VoD 서비스를 제공하기 위해서는 제반 시스템 자원요구가 가장 적은 Staggered 브로드캐스트 기법을 사용하여 스트림을 전송하는 것이 바람직하며, 차후 무선 대역폭이 개선된 후에 다른 주기적 브로드캐스팅 기술을 적용할 수 있게 될 것이다

3. 제안된 기법

3.1 시스템 구조

그림1은 모바일 VoD시스템의 전체 구조를 나타낸 그림이다. 모바일 VoD시스템은 비디오서버, 로컬포워더, 클라이언트로 구성된다. 비디오 서버는 비디오 파일들을 갖고 있으며 클라이언트는 모바일 사용자를 의미한다. 무선 네트워크 특성상 넓은 지역 안에 위치한 클라이언트들에게 서버가 직접 비디오를 전송하는 것은 불가능한 일이다. 따라서 일정지역에 고정되어 있고, 그 지역 안에서 비디오를 중계할 수 있는 로컬 포워더 설치가 필수적이다.

서버는 Periodic 브로드캐스트를 통해 로컬 포워더에게 스트림을 전송하고, 로컬 포워더는 서버로부터 전송받은 스트림을 자신이 전송할 수 있는 범위 안에 있는 클라이언트들에게 Periodic 브로드캐스트를 통해 재전송한다.

최근 나와있는 Bluetooth 기술의 대역폭은 1Mbps 보다 적기 때문에 스트리밍 서비스에는 적합하지 못하다. 본 논문에서는 IEEE802.11 프로토콜을 사용한다.

IEEE802.11은 무선 LAN(WLAN)기술 표준 규격으로 이 규격에는 802.11, 802.11a, 802.11b가 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 데이터 속도는 최대 54Mbps이다.

모든 로컬포워더는 서버로부터 패킷을 받고 동시에 로컬 포워더에 설치되어 있는 wNIC를 통해 비디오 패킷을 브로드캐스트한다.

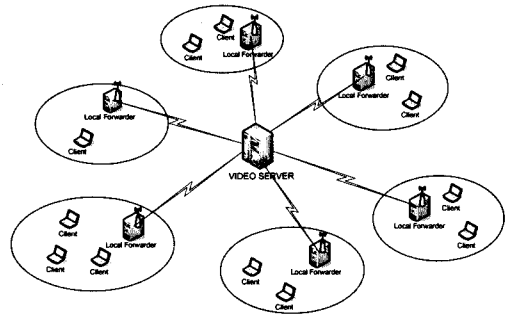


그림1. 모바일 VoD 시스템 구조

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 브로드캐스트 기법

서버 브로드캐스트는 Staggered 브로드캐스트 기법에 기반하고 있다. Staggered 브로드캐스트는 비디오를 K개의 동일한 크기의 세그먼트로 나누고 각 세그먼트들을 할당된 채널을 통해 반복적으로 브로드캐스트 한다. K값은 로컬포워더의 대역폭에 의해 결정되는데, N이 비디오 수이고, B는 로컬포워더의 대역폭이라고 가정했을 때 K는 다음과 같이 결정된다.

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

그림2는 Staggered 브로드캐스트 기법의 동작 방식을 나타낸 그림으로 비디오를 K개의 동일한 크기의 세그먼트로 나눈 뒤, 각 K개의 세그먼트를 할당된 채널을 통해 주기적으로 전송하는 것을 나타내고 있다. Staggered 브로드캐스트 기법은 하나의 채널을 통해서만 스트림을 순차적으로 전송하기 때문에 적은 대역폭을 필요로 한다는 장점과 추가적인 버퍼 공간이 필요없다는 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.



그림2. Staggered 브로드캐스트

그림3은 모바일 VoD서버에서 세그먼트들의 브로드캐스트 전송방법을 나타낸 그림이다.

제안된 브로드캐스트 채널 할당 기법은 Periodic 브로드캐스트 기법의 일종인 Staggered 브로드캐스트

트 기법을 개선한 것으로 로컬포워더에서 Sub Channel을 통해 첫번째 세그먼트 크기를 더 작게하여 브로드캐스트함으로써 Staggered브로드캐스트에서 발생하는 초기 서비스 지연을 줄이고, 서버에서의 브로드캐스트는 K개의 가용한 채널 중 $\lfloor (K+1)/2 \rfloor$ 개의 채널만을 이용하여 세그먼트를 브로드캐스트함으로써 서버에서의 대역폭 요구는 로컬 포워더 대역폭 요구의 50%로 줄었다.

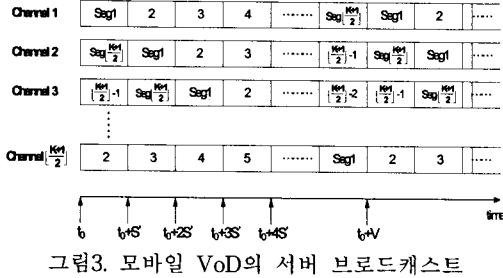


그림3. 모바일 VoD의 서버 브로드캐스트

8. Sub Channel을 벗어남
9. Regular Channel로부터 데이터 다운로드 및 재생
10. Regular Channel을 벗어남.

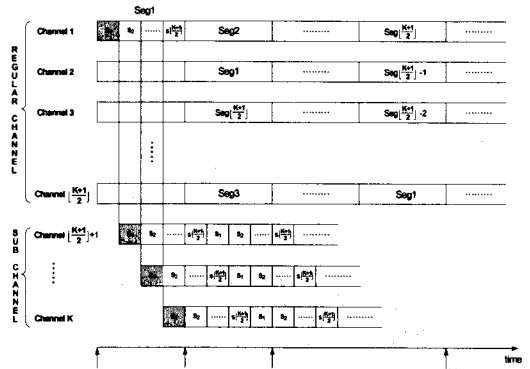


그림4. 모바일 VoD의 로컬 포워더 브로드캐스트

3.3 로컬포워더 브로드캐스트 기법

로컬 포워더에서의 브로드캐스트 채널은 서버에서 전송된 스트림을 재전송할 $\lfloor (K+1)/2 \rfloor$ 개의 Regular broadcast channel과 첫 번째 세그먼트의 분할된 서브세그먼트들을 일정시간간격 동안 지연시켜 전송하는 $\lfloor (K-1)/2 \rfloor$ 개의 Sub broadcast channel로 나눈다.

로컬포워더 브로드캐스트 기법의 파라미터는 다음과 같다.

- K : 전체 논리채널의 수 R : 정규 채널의 수
- k : 서브 채널의 수 V : 비디오의 길이
- S' : 세그먼트의 크기 r : 비디오 전송 속도
- B : 로컬 포워더 대역폭

s_1, s_2, s_3, s_4 : 세그먼트1의 서브세그먼트

로컬 포워더 브로드캐스트 기법에서 서브세그먼트 s_1 의 길이는 다음과 같다.

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

s_1 의 최소값은 $\frac{4V}{(K+1)^2}$ 로 결정되고, s_1 을 최소로 할

때 Sub channel은 $\lfloor \frac{K-1}{2} \rfloor$ 개가 할당된다.

클라이언트가 비디오를 재생하는 간단한 프로시저는 다음과 같다.

프로시저 Client_Playback()

1. 로컬 포워더 탐색
2. 브로드캐스트 되고 있는 Sub Channel로부터 즉시 서비스 받을 수 있는 서브 세그먼트(s_1) 탐색
3. Sub Channel에 조인
4. 조인된 채널로부터 다운로드 및 재생
5. 같은 시점에서 브로드캐스트 되고 있는 Regular Channel 탐색
6. Regular Channel에 조인
7. Regular Channel로부터 video 데이터 다운로드 및 버퍼에 저장

모바일 클라이언트가 서브세그먼트(s_1)의 브로드캐스트 중간에 서비스를 요청한다면 클라이언트는 이미 서브세그먼트(s_1)의 브로드캐스트 패킷을 놓친 상태다. 따라서 서브세그먼트(s_1)의 다음 브로드캐스트까지 기다려야 하는데, 그림4에서 클라이언트가 $t_0+s_1+\delta$ ($0 < \delta < s_1$)에 서비스를 요청한다면, 서브세그먼트(s_1)의 서비스를 받기 위해서 t_0+s_2 까지 기다려야 한다. 따라서 서비스 지연은 $s_1 - \delta$ 이며, 최악의 경우 s_1 이다.

IEEE802.11g와 MPEG-1인 경우에 K=7 채널을 가지고, 60분 비디오를 브로드캐스트 기법을 사용하여 서비스한다고 가정하면 서비스 지연은 다음과 같다.

Regular Channel 브로드캐스트 : $\frac{60\text{분}}{4} = 15\text{min}$

Staggered 브로드캐스트 : $\frac{60\text{분}}{7} = 8.57\text{min}$

서브채널을 이용한 브로드캐스트 : $\frac{60\text{분}}{16} = 3.75\text{min}$

따라서 제안된 로컬포워더의 서브채널을 이용한 브로드캐스트기법이 Staggered브로드캐스트기법에 비해 초기 지연시간이 현저히 줄었다.

4. 성능평가

이 장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 로컬포워더 채널 할당 기법에 따른 서버 대역폭 요구량 감소와 Staggered 브로드캐스트 기법의 서비스 초기에 발생하는 서비스 지연을 비교 분석한다.

성능평가를 위한 파라미터로 비디오 수는 1개이고, 비디오 길이는 60분으로 한다. 채널 수 변화에 따른 서버 대역폭 감소와 초기 서비스 지연시간의 변화를 그래프를 통하여 비교 분석 하였다.

그림 5는 본 논문에서 제안한 채널 할당 기법의 최대 서버 대역폭 요구량을 채널 수 변화에 따라 나타낸 그림이다. Staggered 브로드캐스트의 경우 채널 수가 증가함에 따라 서버 대역폭 요구량 역시 동

일한 크기로 증가하고 있으나 제안된 기법에서의 서버 대역폭 요구는 절반에 그치고 있음을 알 수 있다.

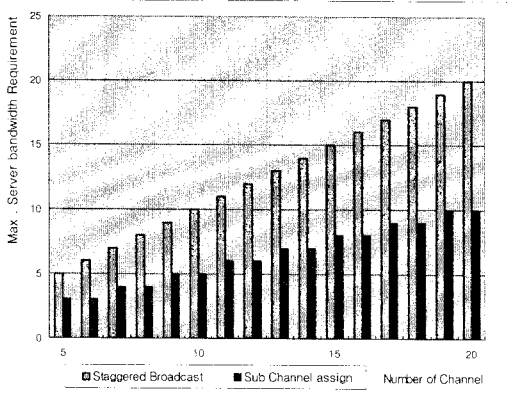


그림 5. 채널 수에 따른 서버 대역폭 요구량

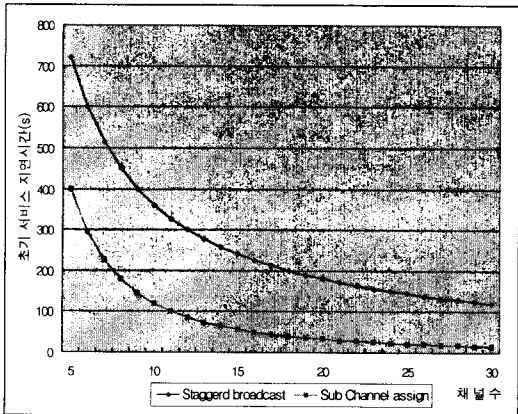


그림 6. 채널 수에 따른 초기 서비스 지연시간

그림 6은 제안된 기법과 Staggered 브로드캐스트 기법을 채널 수에 따른 초기 서비스 지연시간을 비교한 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 본 논문에서 제안한 로컬 포워드 서버채널할당을 통한 브로드캐스트 기법의 초기 서비스 지연시간이 Staggered 브로드캐스트 기법보다 현저히 줄어들었음을 알 수 있다.

5. 결론

최근 무선 네트워크 환경에서 VoD 서비스는 급격히 증가하고 있다. 본 논문은 무선 Network 환경에서 효과적인 VoD 서비스를 위한 시스템 구조와 개선된 브로드캐스팅 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 Periodic 브로드캐스팅을 사용하여 클라이언트에 게 비디오를 전송한다. 비디오를 여러 개의 세그먼트로 나누고 각각의 세그먼트들은 할당된 채널을 통해 브로드캐스트 한다. VoD를 위한 모든 클라이언트가 재생속도의 최소 2배의 대역폭이 있어야 하는

전통적인 브로드캐스트 기술과 다르게 모바일 VoD는 대부분의 클라이언트들이 재생속도의 1.3배 보다 적은 대역폭을 요구한다. 본 논문에서 제안하고 있는 모바일 VoD시스템의 채널 할당 기법은 무선 기술과 QoS 향상에 있어 많은 분야에 적용될 수 있으며, 차후 연구에서 그러한 이슈들을 연구하고, 한층 더 개선한다면 현실적인 무선 네트워크 환경에서의 모바일 VoD 서비스가 가능할 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] 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, pages 118-126, Hiroshima, Japan, June 1996.
- [2] Bluetooth. <http://www.bluetooth.com/>.
- [3] F.Cali, M. Conti, and E. Gregori. Ieee802.11 wireless lan: Capacity analysis and protocol enhancement. In IEEE Infocom, pages 142-149, March 29-April 2 1998
- [4] S. Corson and J. Macker. Mobile ad hoc networks (manet): Routing protocol performance issues and evaluation considerations. RFC 2501, January 1999.
- [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), pages 949-953, 1999.
- [6] 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, pages 657-668, 2000.
- [7] 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, pages 89-100, Cannes, France, September 1997.
- [8] 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, pages 2-13, San Jose, USA, January 2000.
- [9] S. Viswanathan and T. Imielinski. Metropolitan area video-on-demand service using pyramid broadcasting. ACM Multimedia systems Journal, 4(4):179-208, August 1996.
- [10] 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.
- [11] Duc A. Tran, Minh Le, Kien A. Hua, "MobiVoD: A Video-on-Demand System Design for Mobile Ad Hoc Networks," mdm, p. 212, 2004 IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM'04), 2004.