

유무선 망에서의 신뢰적 멀티캐스트 프로토콜

권영호^o안상현

서울시립대학교 컴퓨터·통계학과
{yhwon95^o, ahn}@venus.uos.ac.kr

Wired and Wireless Co-existent Networks Reliable Multicast Protocol

Youngho Kwon^oSanghyun Ahn

Dept. of Computer Science & Statistics, University Of Seoul

요 약

유무선이 혼합된 망에 적용할 수 있는 신뢰적 멀티캐스트를 지원하기 위해서는 피드백 포구, 재전송 노출 등의 문제를 해결하여 효율성과 확장성을 보장해야 한다. 이를 위해서 유선망과 무선망의 특성을 함께 고려한 적절한 방법이 필요하였다. 본 논문에서는 유선 망에서는 신뢰성을 보장하기 위해 NACK 기반의 신뢰성 전송기법을 사용하고, 무선 망에서는 ACK와 NACK를 병행하는 방법으로 제어 패킷의 수와 복구시간을 줄여 효율적인 신뢰적 멀티캐스트 서비스를 지원하도록 하였다.

1. 서 론

유무선이 혼합된 망에 적용할 수 있는 신뢰적 멀티캐스트 기술로서 피드백 폭주, 재전송 노출 등의 문제를 해결하여 멀티캐스트 프로토콜의 신뢰성과 함께 효율성 (efficiency)과 확장성 (scalability)을 보장하기 위해 유선 망에서는 NACK 기반의 신뢰적 전송기법을 사용하고 손실률이 높은 무선 망에서는 ACK와 NACK를 병행하는 방법으로 효율적인 신뢰적 멀티캐스트 서비스를 지원하는 기법을 제안한다.

2. 개 요

인터넷 멀티캐스트는 한번의 데이터 전송으로 다수의 수신자들이 동시에 서비스를 받게 하여 네트워크 대역폭을 효율적으로 사용하게 한다. 이러한 서비스들은 인터넷 방송과 같은 멀티미디어 서비스나 파일 배포 서비스, 뉴스 서비스, 주식 정보 제공 서비스, 인터넷 경매 서비스와 같은 서비스들이 있다. 인터넷 멀티캐스트는 다수의 수신자를 대상으로 효율적으로 데이터를 전달할 수 있는 장점을 지니고 있지만, 데이터를 최선의(best-effort) 방식으로 전달하기 때문에 신뢰적인 데이터 전송을 보장하지 못한다. 특히 파일 배포 서비스나 주식 정보 서비스, 인터넷 경매 서비스의 경우는 반드시 데이터의 신뢰성이 보장되어야 한다. 이와 관련된 연구로는 손실 패킷을 재전송하는 방법을 통해 복구해 주는 신뢰적 멀티캐스트 프로토콜이 많이 연구되고 있으며 최근 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 신뢰적 멀티캐스트는 최선의 전달 방식으로 발생하는 데이터의 손실(loss), 오류(error), 중복(duplication), 잘못된 순서(out-of-order)를 복구하고 올바르게 재배치하여 응용에게 전달하는 것이다.

SRM[1], RMTP[2], PGM[2], LMS[4] 멀티캐스트 기

술은 모두 유선 망에서의 멀티캐스트 기술로서, 피드백 폭주, 재전송 노출 등의 문제를 해결함으로써 멀티캐스트 프로토콜의 신뢰성과 함께 효율성과 확장성을 보장한다. 또한 동시에 좀더 빠른 복구시간(recovery latency)을 추가적으로 고려하고 있다.

최근 이동전화, PDA, Hand-held PC, 노트북 등과 같은 무선 인터넷 기기들이 보편화됨에 따라 이동 호스트를 가진 망에서의 멀티캐스트와 그에 따른 신뢰적 멀티캐스트에 관한 연구도 점차 증대되고 있다. 이동 호스트를 가진 망은 모든 호스트들이 무선 통신을 지원하고 망 끝단에서의 데이터 전달 방식이 무선으로 이루어지는 망으로 구성되어 있다.

현재 이동 호스트를 가진 망의 구조를 살펴보면, 이 망에서의 신뢰적 멀티캐스트를 설계함에 있어 고려해야 할 주요한 특징과 기존의 유선 망에서의 멀티캐스트 기술을 곧바로 적용하는데 어려움이 있다는 것을 알 수 있다. 무선 단말 기기는 제한된 대역폭(bandwidth), 메모리(memory), 전력(battery power) 등의 자원을 가진다. 따라서 피드백 폭주나 재전송 노출과 같은 문제를 좀더 효율적인 방법으로 해결해야 한다. 다음으로 이동 호스트들 대부분이 그들간의 직접적인 통신을 할 수 있는 기능을 갖추지 못하고 있기 때문에, 같은 셀(cell)에 속한 다른 호스트와의 통신도 기지국(Base Station, BS)을 경유하여 통신해야 한다. 마지막으로 가장 중요한 특징이 호스트의 이동성(mobility)이다. 호스트가 이동하여 로밍(roaming)이나 핸드오프(hand-off)가 발생하는 경우, 이 과정동안의 데이터 손실은 필연적이다. 이 과정 동안의 손실은 새로운 셀의 BS로부터 재전송 받아야 한다. 그렇지만 모든 셀들이 동기적 - 똑같은 시간에 똑같은 순서(sequence)로 데이터를 전달 - 하지 못하고, 새로운 셀이 멀티캐스트 그룹에 참여하고 있지 못하는 경우가 빈번하기 때문에 추가적인 재전송 기술이 필요하다.

이동 호스트를 가진 망에서의 신뢰적 멀티캐스트를 설계함에 있어서 추가적으로 기존 유선 망에서의 멀티캐스트 기술과의 호환성 문제가 고려되어야 한다.

현재까지 제안된 이동 호스트를 가진 망에서의 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송을 보장하는 방법으로는 HVMP[5, 6], ReIM[7] 등이 있다. 멀티캐스트 메시지가 모든 이동 호스트로 전송되었음을 보장하기 위해서는 모든 이동 호스트로부터 송신자가 ACK를 받아 볼 필요가 있다. 하지만 그룹 내 모든 이동 호스트들로부터 ACK를 수신하게 되면 ACK 폭주 문제가 발생하기 때문에 계층적 개념을 도입하였다. 송신자가 이동 호스트로부터 ACK를 직접 수신하지 않고, 하위 개체를 통해서 수령된 결과만을 수신하도록 하는 방법이다. HVMP는 2 계층 접근 방법이며, ReIM은 하나의 계층을 더 추가한 3 계층 접근 방법이다. ReIM은 핸드오버시마다 제어 메시지 교환에 따른 높은 오버헤드를 가지는 HVMP의 문제점을 어느 정도 해결하기는 하였지만, ACK 폭주 문제와 제어 메시지 처리의 불균형으로 인한 전체 멀티캐스트 그룹 크기의 제한을 가져올 수 있다는 문제점을 지니고 있다. MRMoM[8]에서도 계층적인 방법을 응용하였으며 다른 점은 이동 호스트로부터 NAK를 수신하는 방법을 사용하고, 추가적으로 낮은 빈도로 이동 호스트의 일련번호를 보고 받는 방법을 사용한다. 본 논문에서는 유무선이 혼합된 망에서 신뢰적인 멀티캐스트를 구현하기 위해 유선에서 NAK 기반으로, 무선에서 ACK와 NAK를 병행하여 효율성과 확장성을 보장하는 방법을 제안한다.

2. 본 론

2.1. 신뢰적인 멀티캐스트 데이터의 전달

유무선이 혼합된 망에서 신뢰적으로 데이터를 전달하기 위해서는 유선과 무선 망 각각의 특수한 환경을 고려해야 한다. 무선 망에서의 높은 링크 오류율 때문에 손실에 대한 재전송을 송신자에게 요청하는 것은 거의 불가능하며 유선 망의 끝단인 BS에게서 재전송을 받는 것이 바람직하다. 따라서 BS는 자신의 서비스 영역내에 멀티캐스트 멤버가 존재한다면 해당그룹으로 전송되는 데이터를 받고 버퍼에 저장하여 그룹 멤버에게 신뢰적으로 데이터를 전달해야하고 로밍이나 이동으로 인해 손실된 데이터의 복구도 담당해야 한다.

현재 무선랜 표준인 802.11에서는 멀티캐스트와 브로드캐스트 데이터에 대해 MAC에서의 재전송과 ACK를 하지 않기 때문에 무선 링크에서 손실된 데이터에 대한 복구는 전송계층에서 처리해야 한다.

2.2. 유선 망에서의 신뢰적인 멀티캐스트 데이터 전달

유선 망에서는 확장성과 효율성을 보장하는 방법은 기존의 NAK 기반인 SRM, LMS, PGM 등이 사용될 수 있다. 유선 망의 종단점은 BS가 되며 만약 유선 망에서 데이터의 손실이 발생할 경우 BS에서 일련번호의 공백(gap)을 통해 데이터의 손실을 감지하고 NAK를 보내어

손실에 대한 재전송을 요청한다.

3.3. 무선 망에서의 신뢰적인 데이터 전달

무선 망에서의 신뢰적인 데이터 전달은 BS와 이동 호스트 사이의 전송을 의미한다. BS와 이동 호스트는 한 홉이라는 특수한 관계에 있으며, BS는 충분한 크기의 버퍼를 가지고 있어서 멀티캐스트 그룹의 데이터를 수신하면 버퍼에 저장하고, 자신에게 등록한 멤버들에게 멀티캐스트로 데이터를 전달하며 멤버가 손실된 데이터에 대한 재전송을 요청하면 멀티캐스트로 재전송 해준다. 이때 그룹 멤버들은 ACK 또는 NAK를 기반으로 동작할 수 있도록 구성한다.

ACK 정보에 기반하여 동작하게 되면, BS가 패킷을 수신한 멤버들로부터 ACK를 받는다. BS는 모든 멤버가 패킷을 제대로 받았는지 확인하기 위해서 그룹에 가입한 멤버들의 정보와 ACK 리스트를 BS에서 유지하며, 모든 멤버들에게서 ACK를 받으면 BS의 버퍼에서 해당 패킷을 삭제한다. 또한, 타이머를 설정하고 해당 시간이 지날 때까지 ACK가 오지 않으면 손실로 판단하고 멀티캐스트로 재전송을 한다. ACK 정보를 기반으로 동작하는 방식의 장점은 타이머를 짧게 설정하므로 손실이 발생한 경우 신속하게 재전송을 요청해서 복구시간을 줄일 수 있다는 것이다.

NAK 정보에 기반하여 동작할 때에는 송신자는 모든 패킷을 멀티캐스트로 전송하며, 패킷 손실을 검출할 때마다 일대일 전송으로 BS에게 재전송을 요청하는 NAK를 보내고 타이머를 동작시킨다. 요청한 패킷이 도착하지 않으면 타이머의 설정 시간이 지난 후에 다시 NAK를 일대일 전송으로 보내어 멀티캐스트로 재전송한다. NAK 정보에 기반하여 동작할 때도 ACK처럼 BS에게 한번에 많은 수신자가 동시에 NAK를 보낼 수 있으나, 이를 해결하기 위해 NAK를 보내야 하는 여러 수신자들이 임의의 시간(random time) 동안 NAK를 보내지 않고 있다가 그 중 타이머 값이 가장 작은 이동 호스트가 NAK를 보내고 같은 패킷에 대해 NAK를 보내려고 하던 주위의 다른 수신자들은 NAK를 보내지 않도록 제어할 수 있다.

본 연구에서는 위 두 가지 방법의 장단점을 고려함으로써 무선 이동망에서의 신뢰적 멀티캐스트의 효율을 개선하는 새로운 방식을 제안한다. 각각의 멤버로 하여금 자신의 상태 정보를 가지고 스스로 ACK 또는 NAK 기반으로 동작할 지를 결정하게 하는 것이며 변경이 일어날 경우 자신이 어떻게 동작할 것인지 BS에게 알려주어야 한다. 변경이 일어나는 시점은 그룹의 크기나 멤버들의 상태 등이 될 수 있고, MH와 BS에서 유지되는 정보들은 아래와 같다.

MH	NAK list
BS	Member List, ACK list

[표 1] 이동호스트(MH), 기지국 (BS)에서 유지하는 정보

3. 실험 결과

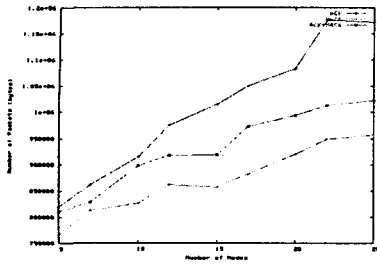


그림 1. 전체 트래픽의 양

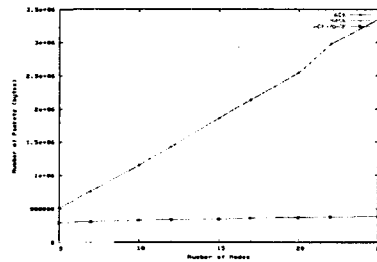


그림 2. 제어 트래픽의 양

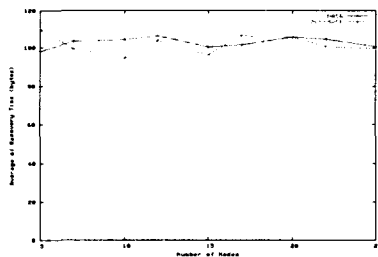


그림 3. 복구 시간

실험은 NSv2를 사용해서 수행하였고, 유선에서의 손실은 없다고 가정하며, 손실이 발생하는 원인은 무선 링크의 오류에 의한 손실과 멤버의 이동으로 인한 손실이라고 가정한다. 성능 분석의 요소는 ACK, NAK로 인한 제어 패킷 수, 복구시간이다. 위 그림은 무선 망에서 ACK 기반, NAK 기반, ACK·NAK 병행 기반으로 각각 제어 패킷 수와 복구시간 등을 측정된 결과를 보여준다.

그림 1에서는 전체패킷의 양을 나타내며, ACK와 NACK를 병행한 경우 ACK에 비해 전체 트래픽 생성이 줄어드는 것을 볼 수 있으며, 그림 2에서는 제어트래픽의 수가 어느정도 감소하는 것을 볼 수 있다. 마지막으로 그림 3에서는 NAK를 사용할 때 보다 복구시간이 줄어드는 결과를 보여주고 있다. 이런 방법으로 무선 환경에서의 데이터 손실에 보다 적절히 대응하여 유무선 통합 환경에서의 효율성과 신뢰성을 얻을 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 유무선이 통합된 망에서의 일대다 멀티캐스트 환경에서 신뢰적인 데이터 전달을 위한 방법을 제안하였다. 특히 피드백 폭주, 재전송 노출 등의 문제를 해결하여 멀티캐스트 프로토콜의 신뢰성과 함께 효율성과 확장성을 보장하기 위한 방법을 제안하였다.

현재는 BS에서는 단순한 데이터의 전달만 하고, 멀티캐스트에 대한 추가적인 기능이 없지만 점차 복잡하고 다양한 서비스들의 요구사항에 따라 여러 가지 기능이 추가되어 더 다양한 유무선 통합 환경을 지원하게 될 것이다.

6. 참고문헌

- [1] Floyd, S., et al., "A Reliable Multicast Framework for Light-weight Sessions and Application Level Framing", Proc. of ACM Sigcomm '95, pp. 342-356, September 1995.
- [2] Paul, S., et al., "RMTP: A Reliable Multicast Transport Protocol for High-Speed Network", Proceedings of the Tenth Annual IEEE Workshop on Computer Communications, September 1995.
- [3] Rizzo, L., et al, "PGMCC Single Rate Multicast Congestion Control: Protocol Specification", IETF INTERNET-DRAFT, February 2001.
- [4] Papadopoulos, C. and Parulkar, G., "An Error Control Scheme for Large-Scale Multicast Applications", IEEE INFOCOM 1998
- [5] Acharya, A., et. al, "Delivering Multicast Messages in Networks with Mobile Hosts", 13th Intl. Conf. on Distributed Computing Systems, May 1993.
- [6] Acharya, A., et. al, "A Framework for Delivering Multicast Messages in Networks with Mobile Hosts", manuscript.
- [7] Brown, K., et. al, "RelM: Reliable Multicast for Mobile Networks", Computer Communications, V. 21, No. 16, 1998.
- [8] Prawit Chumchu, Aruna Seneviratne, "Multi-Level Reliable Mobile Multicast Supporting SRM(Scalable Reliable Multicast)," Proc. of IEEE VTC'2002 Spring, 2002.
- [9] C.Perkins, et al., "IP Mobility Support," RFC2002, October 1996