

ATM 망에서 신뢰성 있는 IP 멀티캐스트를 위한 흐름제어에 관한 연구

황기연, 이광재*, 임형규

서남대학교 컴퓨터정보통신학과, * 서남대학교 전기전자멀티미디어공학부

전화 : (063) 620-0109 / 팩스 : (063) 620-0013

A Study on the flow control for reliable IP multicast of the ATM network

Gi Yean Hwang, Kwang Jae Lee*, Hyung Gyu Lim

Dept. of Computer Science and Information Communications Seonam Univ.

* School of Electronics and Electrical Engineering Seonam Univ.

E-mail : infoguy@orgio.net, *kjlee@tiger.seonam.ac.kr, imh7580@tiger.seonam.ac.kr

Abstract

Since the IP multicast was proposed, there have been many research works on reliable multicast protocols[1]. In multicast communication, many reliable multicast schemes were studied in order to overcome packet losses in the network. However the fact that packets are lost in the underlying networks but the solutions are sought in the end hosts makes the search for solutions difficult. If routers can identify packets before dropped from congestion, the routers can initiate recovery process. Recovery scheme by routers is proposed. This scheme is much faster than by sender-initiated or receiver-initiated recovery and latency is smaller.

1. 서론

급격한 인터넷 사용자의 증가와 인터넷 서비스 보급의 대중화로 인하여 다양한 형태의 멀티캐스트 응용 서비스에 대한 요구가 증가하고 있는 반면, 보편적으로 대중화된 서비스 및 기술은 찾아보기 어렵다. 현재는 IETF를 중심으로 새로운 인터넷 멀티캐스팅 기술들이 개발되고 있다. 인터넷 멀티캐스트 기술은 멀티캐스트 응용서비스 기술, TCP와 상용되는 수송계층에서의 신뢰성 제공기술 및 네트워크 계층에서의 멀티캐스트 라우팅 기술로 분류할 수 있다. 수송계층에서의 신뢰성 제공은 TCP처럼 오류제어 및 혼잡제어를 통해 멀티캐스트 중단 사용자간의 데이터 전송의 신뢰성을

제공하는 기술이다. TCP는 유니캐스트 전송에서의 유일한 신뢰성 제공 프로토콜이다. 현재 멀티캐스트 응용서비스의 경우 UPT(User Datagram Protocol)위에서 작동하거나 혹은 IP 계층과의 raw 소켓(socket) 인터페이스를 통해 제공되고, 전송오류에 대한 복구 기능이 전혀 없는 비신뢰성 프로토콜이다. TCP와는 달리 신뢰성 기반 멀티캐스트 RMT(Reliable Multicast Transport) 관련기술은 크게 오류제어, 흐름제어, 폭주제어 나눌 수 있다. 이 중에서 흐름제어는 멀티캐스트 수신자의 버퍼 혹은 패킷 처리능력을 초과하지 않도록 송신자의 송신속도를 제어하는 기법을 말한다.

지금까지 연구되어진 모든 프로토콜들은 신뢰성을 보장하지 못하는 IP 계층 위에서 작동한다. 현재 사용되는 IP 멀티캐스트로 제공되는 서비스는 신뢰성을 보장할 수 없었다. 본 논문에서는 신뢰성 있는 IP 멀티캐스트 통신을 위해 제 2 절에서 수송계층에서의 다양한 국외 연구 방법들 중에서 4가지 방식과 간단한 프로토콜의 예를 소개한다 제 3 절에서는 RMTP 프로토콜과 TRAM 프로토콜의 문제점인 일정시간의 지연이 발생하는 점을 보완하여 전송과정에서 손상된 패킷을 중단으로부터 재전송하지 않고 ATM 망자체 라우터에서 재전송하는 방법을 버퍼라우터에서의 흐름제어와 캐시라우터에서의 흐름제어를 각각 제안하였다. 제 4 절에서는 간단한 결론 및 향후 연구방향에 대하여 논의한다.

2. 주요 RMT 기술

신뢰성을 보장하려는 국외 연구들의 접근 방법은 모두 수송계층에서 제안되었다. 현재 활발하게 진행중인 프로토콜들은 SRM[2], RMTP[3], TRAM[4], RMDP[5], PGM[6] 등이 있다. 위에서 기술한 신뢰성 제공을 위한 제어 메커니즘과 기술개발 관련 이슈를 해결하기 위해 다양한 방식들이 제안되어 왔으며, 이 중 현재까지 알려진 주요 RMT 기법을 정리하면 다음과 같다. [7,8]

2.1 트리 기반 (tree-based) ACK 방식

멀티캐스트 사용자를 연결하는 수송계층의 논리적 트리를 구성하여 트리 계층 구조를 이용하여 오류를 복구하는 기법이다. 그림 1에서 상위 노드는 DR (Designated Receiver)로써 표기되고 있으며, 각 하위노드로부터 받은 ACK 패킷 및 손실정보로 오류를 복구한다.

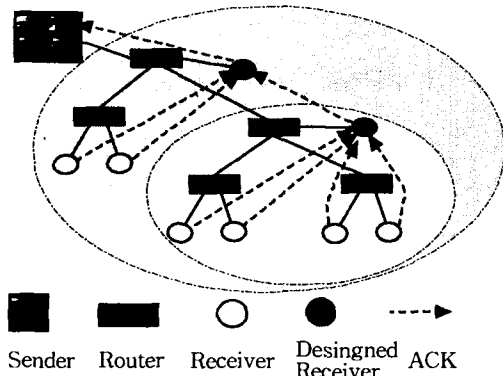


그림 1 트리 기반 ACK 방식
Fig. 1 Method of ACK Tree-Based

이 기법은 어떤 수신자 혹은 개체를 상위노드로 정하는 문제와 망의 혼잡제어를 위해 각 수신자의 정보를 송신자에게 보낼 필요가 있는 경우, 해당 제어 패킷이 트리를 따라 송신자에게 전달되는 동안 일정시간의 지연(delay)이 발생하는 것에 대한 문제가 있다. RMTP(Reliable Multicast Transport Protocol) 및 TRAM(Tree based Reliable Multicast)이 트리 기반 ACK 방식의 대표적인 프로토콜이다.

2.2 NACK 기반 신뢰성 제공

패킷오류 발생시 수신자는 NACK 패킷을 전체 그룹

에 전송하고 이중 가까이에 있는 수신자가 NACK 패킷에 응답해주는데, 여러 수신자들이 동시에 발생시키는 것을 방지하기 위해 각 수신자는 타이머(timer)를 이용하여 폭주를 방지하는 기법을 NACK 억제(suppression)기법이라 한다. 이 기법은 오류복구 기능을 송신자보다 가까운 수신자로부터 패킷재전송을 받고자 한다. 또한 타이머의 동작이 전체 성능 및 확장성에 영향을 준다. 단점으로는 ACK 패킷의 기능중의 하나인 수신버퍼의 방출(release 혹은 flush) 기능이 없다는 문제점이 있다.[22] SRM(Scalable Reliable Multicast)방식이 대표적인 프로토콜이다.

2.3 FEC(forward error correction) 방식

비동기(asynchronous) 네트워크에서 적용이 용이한 방식으로 송신자가 데이터 송신 단계에서부터 패리티 비트(parity bits) 등의 추가 비트를 부과하여 데이터를 전송하는 방식이다. 즉, 수신자로부터의 피드백(feedback) 없이, 패킷 손실이 발생했을 경우 다른 패킷의 추가비트의 정보를 이용하여 손실된 패킷을 복구하는 방식이다. 재전송 및 오류복구 등으로 인한추가 지연시간이 소요되지 않지만, 별도의 FEC 코딩(coding) 방식이 요구되며 오버헤드가 발생할 수도 있다. RMDP(Reliable Multicast Dissemination Protocol)방식이 대표적인 프로토콜이다.

2.4 GRA(generic router assist)기반 NACK 방식

네트워크 계층의 라우팅 트리 자체를 오류 복구에 이용하여 수송계층의 신뢰성을 제공하는 기법이다. 패킷 손실이 발생할 경우 NACK 패킷을 송신자에게 전송하고, 상위라우터는 이를 취합하여 하나의 NAK 패킷을 차상위 라우터에 전송한다. 따라서 각 라우터는 수송계층의 NAK 패킷을 해석하고 상태정보를 기억해야 한다. 송신자는 NACK 패킷이 도착하면 재전송 패킷을 통해 오류를 복구한다.

Application		
TCP	UDP	TCP
IP		
DataLink		
Physical		

그림 2 PGM 프로토콜 계층
Fig. 2 PGM Protocol Layer

이 방식은 각 라우터에서 수송계층 메시지를 해석, 처리하는 기능이 요구된다. PGM(Pretty Good Multicast)방식이 대표적인 프로토콜로 그림 2에서 보여지듯이 IP 계층 바로 위에 위치하여, 라우터와 상호 연동을 통해 수송계층의 멀티캐스트 서비스를 제공하고자 한다.

3. 신뢰성있는 IP 멀티캐스트의 흐름제어

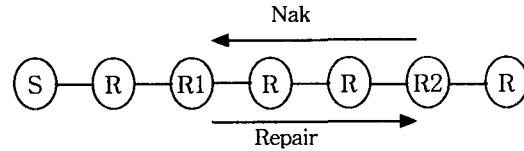
지금까지 수송계층에서 제안한 신뢰성을 보장하려는 국외 연구들의 접근 방법들을 살펴보았다. 본 논문에서는 전송과정에서 손상된 패킷을 망의 종단으로부터 재전송을 하지 않고 ATM 망 자체 라우터에서 재전송하는 방법을 제안한다. 라우터에서의 패킷 복구를 하기 위해서 다음과 같이 버퍼라우터와 캐시라우터의 측면에서 각각 제안한다.

3.1 복원 방법

라우터에서 혼잡이 발생하게 되면 라우터는 혼잡이 제거될 때까지 더 이상의 입력 패킷은 큐에 받아들이지 않고 무시한다. 데이터를 패킷단위로 전송하는 과정에서 분할된 패킷들은 전송로를 따라 대상 호스트에 모인다. 모이는 과정에서 손실되거나 드롭된 패킷들은 다시 전송하기 위해, 드롭된 패킷들의 머리말을 포함한 요구 패킷을 보낸 송신측 상위 라우터로 재 송신을 부탁한다. 상위 라우터는 버퍼나 캐시를 가지고 있어야 한다. 모든 라우터가 버퍼를 가지고 있는 것이 아니라 몇 개에 하나씩 홉을 두거나 버퍼를 두어 별도의 저장소를 두어 임시 복사를 할 수 있게 제안을 한다. 재 송신은 IP주소가 헤더에 있는 부가된 호스트에 의해서 만들어진다. 패킷이 호스트로부터 더 멀리 드롭 되어질 때 송신 호스트에 의해 복구되는 것은 조금 더 길게 필요로 한다. 여기서 제안한 멀티캐스트 라우터들은 내부버퍼를 가지고 있는데 이 내부버퍼들은 멀티캐스트 라우터에서 패킷을 복사여 다음 멀티캐스트 라우터에 도달할 수 있는 동안 보관하고 있는 기능을 가진다. 멀티캐스트 라우터는 모두 버퍼를 가지고 있는 것이 아니라 경로배정 트리에 몇몇 홉들의 최적으로 선택된 라우터들만 버퍼를 가지고 있다. 패킷이 경로 배정 트리를 따라 이동하기 때문에 몇몇 라우터들은 그냥 거쳐 지나간다. 다만 버퍼를 가지고 있는 라우터에서만 임시저장하고 복사한 후, 다음 경로로 이동을 한다.

3.2 버퍼라우터에서의 흐름제어

버퍼를 가진 라우터에서의 흐름제어를 살펴보면 다음과 같다. 그림 3에서 라우터 R1,R2는 버퍼 라우터이고, R은 라우터이다. 라우터 R2에서 패킷의 손실이 발생했다면, 버퍼를 가진 라우터 R1에서 재전송을 하게 된다.



S : 송신자 R1,R2 : 버퍼 라우터 R : 라우터

그림 3. 버퍼라우터에서의 패킷복구
Fig. 3. Repair Packet of Buffer Router

버퍼를 가진 라우터에서 손실된 패킷을 복원하기 때문에 기존에 망에서의 패킷 재전송에 비하여 패킷전송의 효율성이 향상될 것으로 기대된다.

3.3 캐시 라우터에서의 흐름제어

캐시 라우터에서의 흐름제어를 살펴보면 그림 4와 같다. 캐시 라우터들은 링형 캐시에 저지연 서비스 형태로 모든 멀티캐스트 패킷을 계속하여 복사한다. 캐시 라우터가 멀티캐스트 패킷을 보낼 때 옵션에서 캐시 라우터 번지를 갱신을 하게 된다. 멀티캐스트가 목적지로 네트워크를 따라 이동할 때 패킷이 캐시 라우터들을 통하여 지나갈 때 매번 캐시 라우터 주소는 갱신된다.

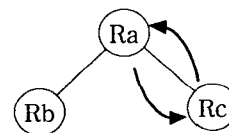


그림 4. 캐시라우터에서의 패킷복구
Fig. 4. Repair Packet of Cache Router

그림 4에서 캐시 라우터 Rc에서 패킷 손실이 발생했을 때, IP 주소가 패킷의 주소 기록란에 지정된 이전의 캐시 라우터 Ra로 재전송을 요구하게 된다. 즉, 혼잡으로 인해 또는 패킷의 손실이 발생했을 때 바로 이전의 홉으로부터 재전송을 요구하게 된다. 재전송을 요구받은 캐시 라우터 Ra는 요구받은 패킷과 같은 패킷을 찾아서 Rc로 재전송을 하게 된다. 그러나, 캐시 라우터 Ra에 요구받은 패킷이 있으면 전송을 하게 되지만, 캐시 라우터는 새로운 패킷으로 갱신되기 때문에 복구되지 않을 수 있다. 즉 실시간 패킷이 혼잡되어 패킷손실이 일어난 지

점으로부터 바로 이전 라우터들에 의해 복구된다는 것을 알고 있어야 한다.

제 6 장 결론 및 향후 연구 방향

멀티캐스트 통신분야에서 망에서의 패킷 손실을 극복하기 위한 많은 신뢰성 있는 기법들이 연구되어 왔으나 하부망에서 손실되는 패킷을 중단 호스트에서 복구하려는 난점이 있었다. 망 기술이 향상됨에 따라 대부분의 패킷 손실은 망의 혼잡에 기인하는데, 지금까지 연구되어진 프로토콜들은 신뢰성을 보장하지 못하는 IP 계층 위에서 작동하도록 설계되어 있다. 현재 사용되어지는 IP멀티캐스트 서비스는 best-effort 서비스로써 신뢰성을 보장할 수 없으므로 신뢰성 보장하려는 모두 수송계층에서 동작하도록 설계되고 있다.

본 연구에서는 라우터에서의 손상된 패킷을 어떻게 중단으로부터 재전송을 받지 않고 망 자체 내에서 해결할 수 있는 방안을 제안하였다. 버퍼 라우터에서의 패킷 손상이 발생했을 때, 이전의 버퍼 라우터에 재전송을 요구하였으며, 캐시 라우터에서의 패킷 손상이 발생하였을 때에는 이전의 캐시라우터에서 패킷을 재전송 받는 방안을 제시하였다. 이 기법은 송신자 중심(sender-initiated) 나 수신자 중심(receiver-initiated) 복구보다 훨씬 더 빠르고 지연이 더 적을 것으로 예상된다. 뿐만 아니라, 실시간 패킷들이 재저장될 수 있기 때문에 지연 지터도 더 적을 것으로 예상되므로 보다 정량적인 성능의 평가와 적절한 프로토콜 모델이 제시될 것으로 생각된다.

향후 신뢰성이 보장된 멀티캐스트 통신 구조는 신뢰성을 보장하는 멀티캐스트 IP를 기반으로 하여야 한다. 기존의 일대일 통신에서 사용되어온 비신뢰성 IP계층상의 신뢰성을 보장하는 수송계층 프로토콜 개념이 멀티미디어 통신 응용을 위해서는 신뢰성 있는 멀티캐스트 IP상의 수송계층 프로토콜 개념으로 전환되어야 한다.

참고문헌

- [1] S. Deering, Host Extensions for IP Multicasting, RFC 1112, Jan. 1989.
- [2] Floyd S., et al., "A Reliable Multicast Framework for Lightweight Sessions and Application-Level Framing", ACM SIGCOMM '95, pp. 342-356, October, 1995.
- [3] Whetton B., et al., The Reliable Multicast Transport Protocol, IETF Internet Draft, draft-whetton-rmtp-ii-00.txt, April 1998.
- [4] Kadansky M., et. al., Tree Based Reliable Multicast, IETF Internet Draft, draft-kadansky-tram-02.txt, January 2000.

- [5] Yavatkar R., etc, "A Reliable Dissemination Protocol for Interactive Collaborative Applications", Proceeding of ACM Multimedia '95, 1995.
- [6] Farinacci D., etc, "PGM Reliable Transport Protocol Specification", draft-speakman-pgm-spec-01.txt", Jan., 1998.
- [7] 고석주 외, "멀티캐스트 전송을 위한 오류제어 기법의 분류," ETRI 전자통신동향분석, 99년 6월호, pp. 76-84, 1999.
- [8] 고석주 외, 멀티캐스트 신뢰전송 기술 동향, ETRI 주간기술동향, 제 00-16호, pp. 16- 33, April 2000.