

신뢰성 있는 멀티캐스트 전송을 위한 에러 제어 방법 설계

정 세환^o, 박 용진
한양대학교 정보통신대학원
{shjung^o, park}@hyuee.hanyang.ac.kr

Design of error control method for Reliable Multicast Transport

Se-hwan Jung^o, Yong-jin park
The graduate school of information & communications, Hanyang University

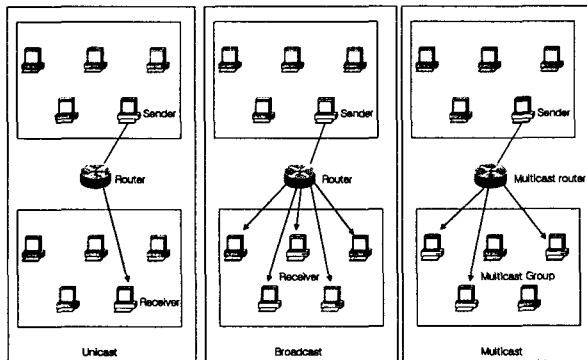
요 약

인터넷 멀티캐스트 서비스는 네트워크 자원의 효율적 사용이라는 장점과 15년 이상의 연구, 개발에도 불구하고 아직 보편화 되지 못하고 있다. 이는 멀티캐스트 서비스가 망에서 지원이 잘 되지 않고 있고, 멀티캐스트 망 관리의 어려움, Killer Application 부재 등 많은 문제점이 있고, 멀티캐스트 서비스의 신뢰성 보장이 되지 않고 있다는 것도 하나의 문제점 이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 인터넷 멀티캐스트 서비스의 신뢰성 보장을 위한 방법으로 기존에 발표된 트리기반의 프로토콜인 RMTP (Reliable Multicast Transport Protocol)[1], [2]의 단점을 보완하여 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송을 위한 방법을 제안하고자 한다.

1. 서 론

인터넷에서 데이터전송 방식중 하나인 멀티캐스트는 중간노드에서 데이터를 복사하여 멀티캐스트 그룹 (class D : 224.0.0.0~239.255.255.255)에 가입된 호스트에게 데이터를 전송하는 방식으로 유니캐스트나 브로드캐스트 방법에 의한 데이터 전송 방법에 비해 네트워크 자원을 효율적으로 사용할 수 있다는 장점과 Sender의 부하를 줄일 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다.



[그림 1] 인터넷에서 데이터전송 방식

1990년대 후반에 들어오면서 멀티캐스트 서비스는 인터넷 방송, 실시간 증권정보, Medical 이미지 전송 등 신뢰성이 요구되는 서비스까지 멀티캐스트 범위가 확장되었고, 그로인해 멀티캐스트 서비스에도 신뢰성 보장이 요구 되었다. 90년대 후반부터 현재까지 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스에 관한 많은 연구와 개발이 이루어지고 있고, 많은 프로토콜이 제안되었다.

본 논문에서는 인터넷 멀티캐스트 서비스의 신뢰성 보장을 위한 방법으로 제안된 트리기반의 프로토콜인 RMTP (Reliable Multicast Transport Protocol)[1], [2]의 단점을 보완하여 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송을 위한 방법을 제안하고자 한다. 2장

에서는 현재까지 개발된 IP 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 대해 기술하고, 3장에서는 RMTP (Reliable Multicast Transport Protocol)에 대한 동작원리와 단점을 기술한다. 4장에서는 RMTP의 단점에 대한 보완방법을 제안하고, 5장에서는 본 논문의 결론 및 향후과제를 제시한다.

2. IP 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

현재까지 개발된 IP 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 Dense Mode 라우팅 프로토콜(DVMRP, MOSPF, PIM-DM)과 Sparse Mode 라우팅 프로토콜(CBT, PIM-SM)로 구분할 수 있다.[4]

2.1 Dense Mode 라우팅 프로토콜

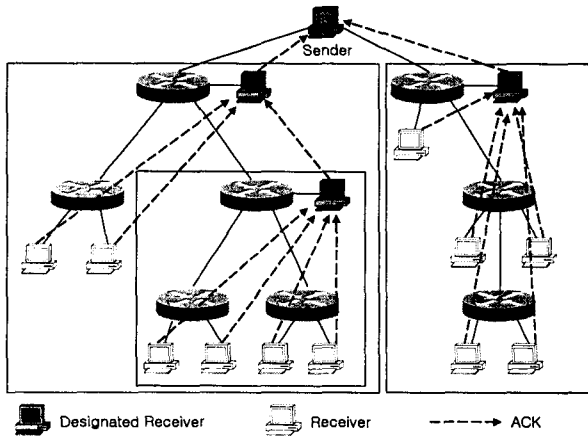
Dense Mode 라우팅 프로토콜은 충분한 대역폭 자원에 그룹 구성원이 높은 밀도로 망에 존재하는 경우에 장점을 가지고 있다. DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol)[5]는 Distance Vector를 이용하는 Unicast 라우팅 프로토콜인 RIP의 멀티캐스트 확장형으로 RPM (Reverse Path Multicasting) 알고리즘을 사용하여 전송 트리를 구성한다. MOSPF (Multicast Extensions to Open Shortest Path First)는 Link State를 이용하는 Unicast 라우팅 프로토콜인 OSPF 상에서 구축된 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로 IGMP를 통하여 얻은 그룹 Membership 정보와 OSPF의 링크 상태 데이터베이스를 바탕으로 전송트리를 구축한다. PIM-DM (Protocol Independent Multicast-Dense Mode)은 RPM 알고리즘을 사용하여 전송 트리를 구성하지만, 특정 Unicast 라우팅 프로토콜을 기반으로 하지는 않는다.

2.2 Sparse Mode 라우팅 프로토콜

Sparse Mode 라우팅 프로토콜은 대역폭 자원이 충분하지 않은 WAN과 같은 환경에서, 그룹 구성원들이 망 전체에 낮은 밀도로 존재하는 경우에 장점을 가지고 있다. CBT (Core Based Shared Tree)와 PIM-SM (Protocol Independent Multicast-Sparse Mode)[6]는 공유 트리를 기반으로 멀티캐스트 서비스를 하는데, RP (Rendezvous Point) 또는 Core라 불리는 라우터에게 'Join' 메시지를 보냄으로서 특정 멀티캐스트 그룹에 참여할 수 있다.

3. Reliable Multicast Transport Protocol (RMTP)

RMTP는 계층적인 ACK 트리 구조를 이용하여 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스를 제공한다. 전체 멀티캐스트 그룹을 지역(region)으로 나누어 지역그룹간의 계층 트리를 구성한다. 각 지역그룹마다 Designated Receiver (DR) 을 배치하여 에러 복구를 담당하도록 한다. 송신자를 대신하여 DR에서 에러 복구를 담당하며, 만약 지역그룹의 DR에서 에러 복구를 처리해 주지 못할 경우에는 상위 지역그룹의 DR에게 에러 복구를 요청한다. 지역그룹의 DR에서 에러 복구를 담당하므로 ACK implosion 문제를 예방할 수 있다. 수신자들은 일정한 주기로 자신이 속한 지역(region)의 DR에게 ACK을 전송하여 패킷의 손실 혹은, 오류의 유무를 알린다.



[그림 2] RMTP의 ACK처리 방식

RMTP는 계층 트리를 기반으로 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스를 지원하지만, DR을 기반으로 정적인 ACK 트리를 구성하기 때문에 동적인 환경에 대한 적응성이 떨어진다는 단점을 가지고 있고, 지역그룹내의 DR에게 일정한 주기의 ACK를 보냄으로써 패킷의 손실과 오류를 감지할 수 있으므로, 해당 패킷에 대한 복구가 이루어지기까지의 복구 지연 시간이 길어진다는 단점이 있다.

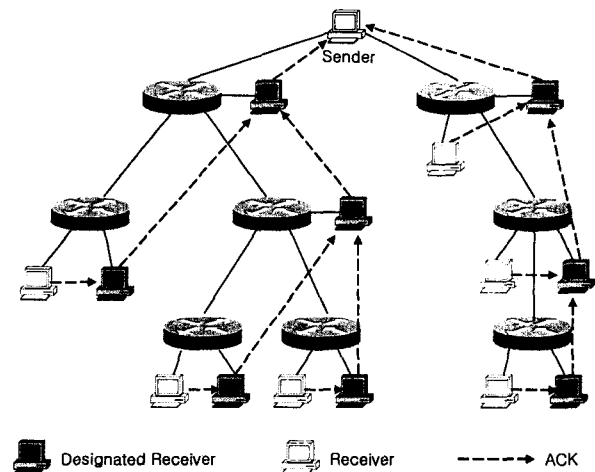
4. RMTP의 단점 보완 방법

RMTP의 단점을 보완하기 위하여 LMS(Light-weight Multicast Services)[8] 모델을 기반으로 유동적인 Designated Receiver (DR)를 선택하여 정적인 ACK 트리 구성의 문제점을 해결하고, 에러 복구 시간을 단축하려고 한다.

4.1 동작원리

멀티캐스트 서비스가 이루어지기전 각 멀티캐스트 라우터들은 자신의 local 범위안의 수신자들에게 주기적인 메시지를 보내 그 중 가장 응답이 빠른 수신자를 Designated Receiver (DR)로 선정하고, 그 정보를 저장한다. 그 후 송신자와 수신자

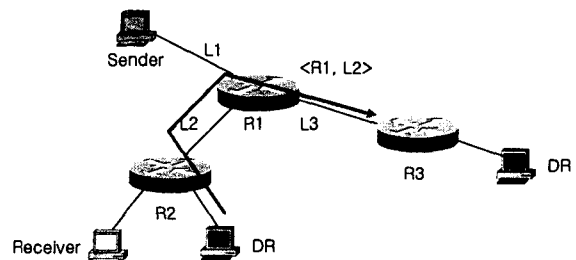
사이에 RMTP Connection이 이루어지고, 멀티캐스트 서비스를 위한 계층적인 트리가 구성된다. 트리를 기반으로 멀티캐스트 서비스가 이루어지고, 멀티캐스트 서비스 도중 각 수신자는 수신한 패킷의 sequence number를 기반으로 패킷 손실을 감지하고, 패킷 헤더의 checksum 필드를 사용하여 비트 오류를 감지하게 된다. 수신자들은 주기적인 ACK를 자신이 속해 있는 local의 DR에게 보냄으로써 패킷의 손실과 오류의 유무를 알린다. 각 local의 DR은 상위 링크의 DR에게 주기적인 ACK를 보냄으로써 자신이 속한 local의 패킷 손실과 오류의 유무를 알린다.



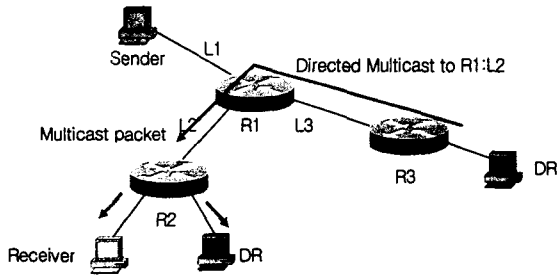
[그림 3] RMTP의 단점을 보완한 ACK처리 방식

4.2 Directed Multicast

하위링크의 DR이 상위링크의 DR에게 ACK를 보낼때, [그림 4]와 같이 <router address, link id>정보를 함께 보낸다. ACK를 받은 DR은 <router address, link id>정보를 보고 ACK가 온 지역을 알 수 있으며, 만약 L2에서 패킷손실이 발생하게 되면 [그림 5]와 같이 R2까지 가기위한 유니캐스트 패킷을 encapsulate 하여 보내게 되고, R2는 패킷을 decapsulate 하여 자신의 하위 링크에 멀티캐스트로 재전송 한다.



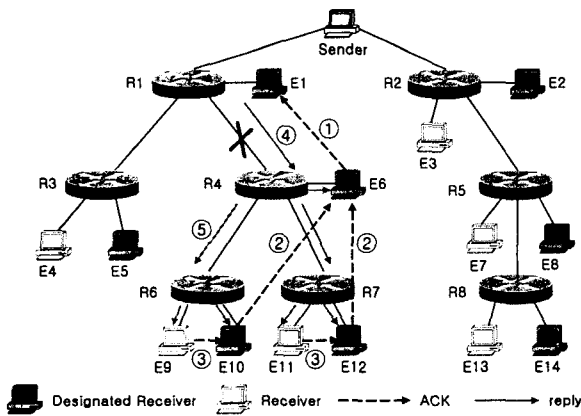
[그림 4] 상위링크의 DR에게 에러복구 요청



[그림 5] Directed Multicast방법을 이용한 재전송

4.3 에러복구 과정

멀티캐스트 서비스 도중 패킷에 에러가 발생하게 되면, Designated Receiver (DR)를 중심으로 에러복구가 이루어진다. 만약, [그림 6]와 같이 R1과 R4 사이에 패킷 손실이 발생하게 되면 E6, E9~E12는 패킷 손실을 감지하게 되고, 각 local의 DR에게 재전송을 요청한다. 재전송 요청을 받은 DR은 자신의 버퍼내에 요청된 패킷이 있는지 확인한 후, 버퍼내에 패킷이 있으면 재전송을 해주고, 그렇지 않으면 상위링크의 DR에게 재전송을 요청한다. (①, ②, ③)
 재전송 요청을 받은 E1은 자신의 버퍼내에 요청된 패킷이 있는지 확인한 후 R4까지 Directed Multicast방법으로 재전송을 하게 된다. (④,⑤)



[그림 6] 손실된 패킷의 복구 과정

4.4 장 점

RMTP에 LMS 기법을 이용함으로써, 유동적인 트리 기반의 정확한 패킷전달이 가능하게 되었고, 에러 복구의 지연시간이 짧아졌다는 장점이 있다. 뿐만아니라, LMS은 NAK (Negative ACK)를 기반으로 손실 복구를 처리하므로 버퍼내의 불필요한 패킷을 판단하기 어려워 버퍼관리의 문제점이 있었는데, ACK를 사용함으로써 버퍼관리의 문제점을 해결하였다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 RMTP의 단점을 보완하여 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송을 위한 방법을 제안하였다. 이 방법은 RMTP에 LMS 기법을 이용하여 망의 상태에 따라 유동적인 DR선택이 가능하게 되었고, ACK를 사용하여 LMS의 단점인 버퍼관리 문제도 항상 시켰다.

본 논문에서 제안하는 방법은 멀티캐스트 전송 트리를 구성하는데, 라우터의 도움이 필요한데 그 도움을 최소화 하는 방향과 시뮬레이션을 통한 효율성 입증은 향후 연구과제로 남아 있다.

참고 문헌

[1] J. Lin and S. Paul, "RMTP: A Reliable Multicast Transport Protocol," IEEE INFOCOM '96, San Francisco, CA, March 1996.
 [2] S. Paul, K. K. Sabnani, J.C. Lin, and S. Bhattacharyya, "Reliable Multicast Transport Protocol", IEEE JSAC, 1997.
 [3] K. Obraczka, "Multicast Transport Protocol: A Survey and Taxonomy", IEEE Communications Magazine, pp. 94-102, January 1998.
 [4] H. Gossain, C. Cordeiro, D. Agrawal, "Multicast : Wired to Wireless", IEEE Communications Magazine, June 2002.
 [5] D. Waitzman, C. Partridge, S.E. Deering, "Distance Vector Multicast Routing Protocol", IETF RFC 1075, November 1988.
 [6] D. Estrin, D. Farinacci, A. Helmy, D. Thaler, S. Deering, M. Handley, V. Jacobson, C. Liu, P. Sharma, L. Wei, "Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM)", IETF RFC 2117, June 1997.
 [7] M. Handley, S. Floyd, B. Whetten, R. Kermode, L. Vicisano, M. Luby, "The Reliable Multicast Design Space for Bulk Data Transfer", IETF RFC 2887, August 2000.
 [8] Papadopoulos, C. and Parulkar, G., "An Error Control Scheme for Large-Scale Multicast Applications", Proceedings of IEEE INFOCOM 1998.
 [9] I. Rhee, N. Ballaguru, and G. N. Rouskas, "TCP: Scalable TCP-like Congestion Control for Reliable Multicast", IEEE INFOCOM '99, 1999.