

PIM-DM multicast에서의 대기시간 감소에 관한 연구

김주필* 장주욱
서강대학교 전자공학과
(kjp7717, jjang)@eecl.sogang.ac.kr

Improvement for latency time of PIM-DM

Ju-Pil Kim* Ju-Wook Jang
Dept. of Electronic Engineering, Sogang Univ.

요 약

멀티캐스트는 프로토콜 중에서 가장 널리 쓰이는 것이 PIM-DM 프로토콜인데 이 프로토콜을 사용하여 멀티캐스트를 하였을 때 그룹에 가입하기 위해서 대기하는 시간이 일정시간마다 증가하게 된다는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해서 일정시간마다 대기시간이 증가하는 원인을 분석하고 그 원인에 대한 해결방법을 제시하였다. 제안된 기법의 성능 향상을 네트워크 시뮬레이션을 통해서 확인하였다.

1. 서 론

멀티캐스트는 원활한 서비스가 되기 위해서는 그룹의 가입자가 원할 때 가입과 탈퇴가 빠른 시간 안에 이루어짐으로써 서비스를 위한 트리 구성도 정확하게 이루어질 수 있고 불필요한 데이터의 전송도 줄일 수 있다. 기존의 PIM-DM 프로토콜은 일정주기마다 네트워크에 정해진 prune timeout 시간동안 가입 메시지를 처리 해주지 못하는 문제점이 발견되었다. 이러한 문제가 발생하게 되는 것은 멀티캐스트 정보를 보존하기 위해서 일정시간마다 실시하는 flooding에 대한 prune 메시지와 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴하기 위한 prune 메시지가 구별되지 않고 같은 메시지로 간주되면서 flooding과 그룹을 탈퇴하기 위한 prune 메시지가 충돌하면서 flooding을 하지 못하게 된다. 이렇게 되면 각 라우터들은 멀티캐스트 그룹에 대한 정보를 잃어버리게 되어서 그 이하에 있는 사용자들의 가입 메시지를 다음 flooding이 있을 때까지 전달하지 못하게 되는 것이다. 이 문제를 해결하기 위한 방법으로 라우터에서 prune 메시지를 수신하였을 때 prune timer를 확인하고 flooding이 실시되는 동시에 prune 메시지가 수신되면 이것은 그룹 탈퇴 메시지로 간주하고 flooding을 실시하는 기법을 제안하고 네트워크 시뮬레이션을 통해서 기존의 방법과 제안된 개선방법을 codeing 하고 실험 비교하여 향상 정도를 알아보았다.

2. 멀티캐스트 PIM 프로토콜

멀티캐스트 프로토콜은 초기의 IGMP(Internet Group Management Protocol)로 이것은 라우터의 지원이 있어야 가능한 것이고[1], 현재는 자율적인 시스템에서 라우팅을 제공하기 위한 MOSOF(Multicast Open Shortest Path Forwarding) 프로토콜[2]과 WAN간의 전송을 위한 PIM(Protocol Independent Multicast) 프로토콜이 있는데 PIM-DM은 자원이 풍부하고 멤버들이 특정장소에 밀집

되어 있는 학교와 같은 LAN 환경이 주요대상이다. 이 프로토콜은 라우터가 멀티캐스트 패킷을 수신하면 유니캐스트 라우팅 테이블을 참조하여 자신이 근원지(source)로 패킷을 전송하는 인터페이스에서 이것을 수신하였는지, 즉, 근원지까지 최적경로인지를 검사하고, 만약 최적경로가 아니면 prune 메시지를 돌려보낸다. 이 방법을 통해서 라우터는 prune 메시지를 받지 않은 인터페이스를 제외하고 모든 인터페이스에 데이터 패킷을 전송한다. 만약 모든 인터페이스가 prune 메시지를 받았을 때는 자신도 근원지 방향 인터페이스로 prune을 돌려보내게 된다. 또, 자신이 서비스를 받지 않고 있을 경우에 멀티캐스트 그룹에 가입하고 싶을 경우에는 graft 메시지를 근원지까지의 최적경로 인터페이스로 보내서 멀티캐스트 데이터를 수신한다. 그리고 서비스를 받다가 중지하고 싶을 경우에는 prune 메시지를 돌려보낸다. 근원지는 멀티캐스트를 시작할 때와 정해져있는 prune time이 되면 네트워크에 있는 모든 라우터들에게 멀티캐스트 데이터를 보내는 flooding을 실시해서 멀티캐스트 트리를 유지하거나 재구성하게 된다. [3]

본 논문에서는 PIM-DM 방식의 문제점과 원인을 분석하고 해결방법을 제시하는 것이므로 PIM-DM 프로토콜만 간단하게 알아 보았다.

3. PIM-DM의 문제점

PIM-DM은 서비스를 받고 있는 수신자(client)가 그룹으로부터 탈퇴(leave)하기 위해서 prune 메시지를 돌려보냈는데 그 메시지가 링크 중간에서 손실되어서 라우터에 전달되지 못하였을 경우 서비스는 중단되지 않고 계속적인 트래픽이 발생한다.

PIM-DM은 멀티캐스트 트리를 유지 또는 재구성하기 위해서 일정시간(prune time)마다 네트워크에 소속되어 있는 전체 라우터에 flooding을 실시해서 서비스를 받지 않는 라우터는 prune 메시지를 돌려보내게 되고 각 라우터들은 prune 메시지가 돌아온 인터페이스로는 멀티캐스트 데이터를 전송하지 않는다.

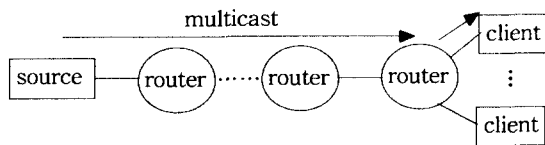


그림 1. 멀티캐스트 서비스를 하는 중 (단, client는 1개)

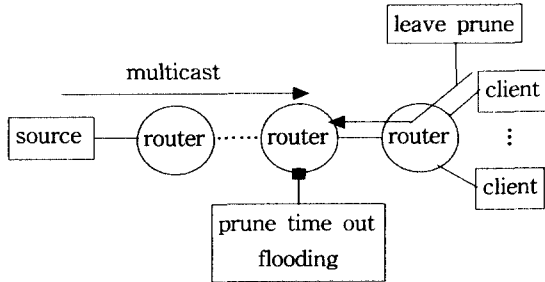


그림 2. router prune time out과 동시에 leave prune 도착 (flooding과 충돌)

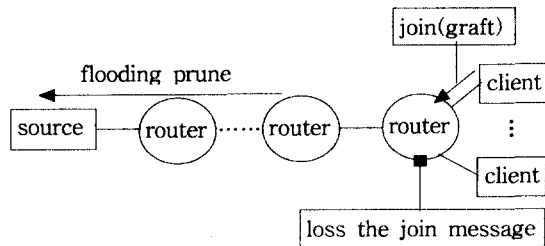


그림 3. router에서 flooding을 하지 않고 source 쪽으로 flooding prune 메시지 전송 (하위 router는 join 메시지 loss)

그림 1과 같이 근원지(source)에서 라우터를 거쳐서 수신단으로 멀티캐스트가 서비스되고 있고 중간에 라우터는 더 있다고 가정한다. 그리고 현재 표시된 수신단에서는 멀티캐스트 서비스를 받는 가입자가 1개라고 할 때 그림 2에서 나타난 것과 같이 라우터에서 prune time out이 되어서 하위에 있는 네트워크에 flooding을 하려고 할 때 수신단으로부터 서비스 받고 있는 그룹에서 탈퇴하겠다는 prune 메시지가 도착하게 되면 라우터는 수신된 prune 메시지가 그룹탈퇴 prune 메시지로 인식하지 않고 자신이 flooding 한 것에 대한 prune 메시지로 인식하게 되어서 flooding을 하지 않고 근원지 쪽으로 prune 메시지를 전송하게 된다. 이 경우 flooding과 그룹 탈퇴 prune 메시지가 충돌하게 된 라우터 하위에 있는 라우터들은 서비스 받고 있던 그룹에 대한 정보를 모두 잃어버리게 되어서 이후에 그 라우터들에 연결된 사용자들로부터 그룹 가입(graft) 메시지를 받게 되어도 근원지 방향으로 전달하지 못하고 그냥 잃어버리게 되어서 다음 flooding이 실시되어서 그룹에 대한 정보를 찾아낼 때까지 멀티캐스트 서비스를 받지 못하게 된다. 이 문제로

인해서 수신단에서는 일정시간동안 그룹에 가입하지 못하고 그룹에 가입하게 되기까지의 시간이 급격히 늘어나는 부분이 일정주기로 나타나게 되는 것이다.

4. 제안된 개선 방법

제시된 문제점을 개선하기 위해서는 flooding에 대한 prune 메시지와 그룹 탈퇴 prune 메시지를 구별하여야만 한다. 이것을 구별해 주기 위한 방법으로는 다음과 같다.

- step 1 : 근원지에서 떨어져 있는 client가 멀티캐스트 서비스를 받는다. (그림 1)
- step 2 : client가 그룹 탈퇴를 위한 leave 전송, leave prune 메시지가 전달되는 중에 time out이 되어서 flooding을 하려는 라우터에 도착 (그림 2)
- step 3 : prune이 수신되면 라우터는 prune timer를 체크하여 flooding을 해야할 경우에 수신된 prune 메시지는 leave prune으로 간주 (그림 4)
- step 4 : flooding에 대한 prune이 아니므로 원래대로 flooding을 실시한다. 각 라우터는 멀티캐스트 정보를 유지하게 됨으로써 가입 메시지를 받아들여 전달해주게 된다. (그림 5)

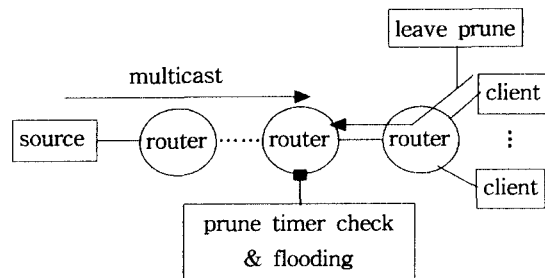


그림 4. router prune timer check

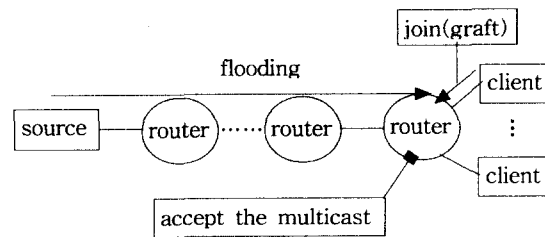


그림 5. flooding 실시, 멀티캐스트 join 메시지 전달

기존에 구현되어 있는 프로토콜을 분석하여 prune이 수신되었을 때 동작하게 되는 클래스의 부분에 위에 제안된 방법을 삽입하여 개선된 프로토콜을 적용하게 되면 제시된 문제점이 개선되고 client가 그룹에 가입하는 대기시간이 현저하게 줄어들게 된다.

5. 실험 및 결과

제안한 개선 방법의 성능을 확인하기 위해서 네트워크 시뮬레이션을 통해 비교해보았다. 시뮬레이션 도구로는 버클리 대학의 ns-2 시뮬레이터를 사용하였다. [4]

5.1 기존의 PIM-DM 실험

ns-2 시뮬레이터 상에 구현되어 있는 PIM-DM 프로토콜을 사용하여 실험을 하였다. 실험에 사용한 토폴로지는 그림 6과 같다. 라우터는 N0부터 N10, 각 링크는 모두 1.5Mb, 10ms, droptail로 설정하였다. 근원지는 N5, 수신단은 N10으로 설정하였다.

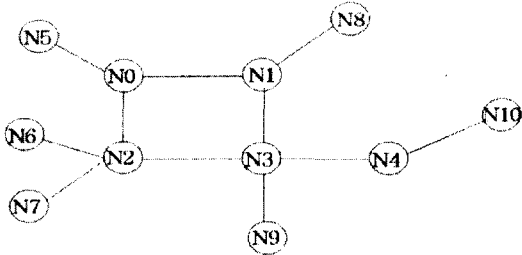


그림 6 실험에 사용된 network topology

실험은 N10에서 일정 시간마다 가입과 탈퇴를 반복해서 가입할 때의 시간이 얼마나 걸리는 지를 측정하였다. 그림 7은 실험 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

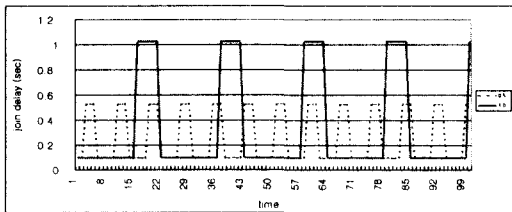


그림 7 PIM-DM 그룹 가입 시간 그래프
[X: 실험시간(눈금*0.2+1 sec), Y: 그룹가입 delay(sec)]

위 그래프에서 x축은 시뮬레이션이 진행된 시간이고 y축은 N10에서 그룹에 가입하겠다는 메시지(graft 또는 join)를 전송한 후에 처음으로 멀티캐스트 데이터를 받을 때까지의 시간을 측정한 join delay를 나타낸 것이다. 굵은 선은 prune time을 1.0sec로 설정한 것이고 점선은 시뮬레이터의 default 값인 0.5sec로 설정한 것이다. 그래프에서 나타난 것과 같이 일정주기마다 그룹에 가입해서 서비스를 받을 때까지의 시간이 갑자기 늘어나는 현상은 본 논문에서 제시한 문제점이다.

5.2 제안된 방법 실험

토폴로지는 그림 6 으로 하고 제안된 개선방법을 적용하였다. 그리고 prune time을 1.0sec로 설정하였다.

실험 결과 그래프는 그림 8과 같다. 그래프의 x,y축의 값은 그림 7과 동일하게 표시하였다. 이 그래프는 그림 7의 굵은 선과 비교해 보면 성능을 알 수 있다.

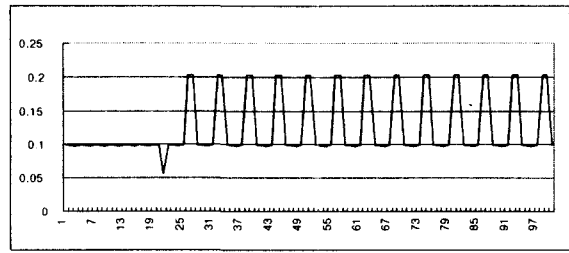


그림 8 제안된 방법을 적용한 실험 (prune time = 1.0sec)

위 그래프에서 아래로 내려간 부분의 경우에는 그룹에 가입하기 위해서 graft 메시지를 전송하는 순간에 flooding이 발생해서 빠른 시간에 가입된 경우이다.

5.3 두가지 방법 비교

위의 그림 7과 8을 비교해 보면 일정주기마다 시간이 늘어나는 것은 완전하게 개선하지 못하였다. 하지만 기존의 방법은 가장 오래 기다리는 시간이 1초를 넘는 반면 제안된 방법으로 실험한 경우에는 0.2초 정도로 감소하여 그룹에 가입대기시간이 감소하였다. 이것을 수치상으로 살펴보면 prune time이 1초로 설정되었을 때 기존 방법은 평균 0.156199초의 시간 지연을 갖는 반면에 개선실험은 평균 0.113647초로 약 37.44%의 개선 효과를 얻었다.

6. 결론

본 논문에서는 PIM-DM 프로토콜에서 그룹에 가입할 때 지연되는 시간에 대한 문제점과 원인을 살펴보고, 그것을 보완하기 위한 방법을 제안하였다. 일단 제안된 방법은 기존의 방법보다 약 37.44%의 개선효과를 보기는 했지만 아직도 완전한 것은 아니다. 아직도 지연시간이 주기적으로 증가하고 있기 때문에 이것을 없애기 위해서 더 개선해야할 점이 많이 있다. 또 본 논문에서 제시된 방법 이외에도 flooding에 대한 prune과 그룹 탈퇴 prune을 헤더에 각각 다르게 표시해 줌으로써 flooding과 충돌되는 것을 막는 방법도 개선효과를 볼 수 있을 것으로 생각된다.

참고 문헌

[1] IETF, Internet Group Management Protocol, version2(RFC-2236), IETF,1997
 [2] Yang-hua, Chu, Sanjay G. Rao, and Hui Zhang, A case for End System Multicast, ACM SIGMETRICS 2000, pp1-12
 [3] Williamson, Beau, Developing IP Multicast Networks, Volume 1, Cisco Press, 2000.
 [4] Network Simulator Document by U.C Berkely <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>