

액티브 네트워크를 활용한 멀티캐스트 프로토콜 트래픽 분석에 관한 연구

*최 원 혁, *김 정 선

*한국항공대학교 전자공학과

A Study on the use of Multicast Protocol Traffic overload for Active Network

*Won-Hyuck Choi, *Jung-Sun Kim

*Department of Avionics, Hankuk Aviation University, KOREA

요 약

멀티캐스트는 현재 일-대-일 통신서비스로부터 일-대-다 또는 다-대-다 통신서비스에서 신뢰성을 요구하는 새로운 요구가 많아지고 있다. 그리고 최근 대두되고 있는 멀티미디어 응용을 지원하기 위해서는 광대역 네트워크의 링크, 실시간 전송, 보다 효과적인 멀티캐스트 프로토콜이 요구된다. 그러나 DVMRP, MOSPF, CBT, PIM 구조의 멀티캐스팅 프로토콜은 단지 송수신의 패킷의 경로비용으로 라우터 자체의 근거리 알고리즘이 적용되기 때문에 멀티캐스트가 수행될 때 통신의 전반적 사항인 통신처리능력, 대역폭, QOS(quality of service)에 대한 능력이 부족하다. 그러므로 멀티미디어에서 사용되는 패킷의 제충적 특성이 제외된 상태로 데이터가 전송되는 단점이 있다. 본 연구에서는 액티브 네트워크를 이용해서 각 데이터 패킷 전송을 위한 공정하고 실용적인 대역폭 사용하고 대역폭과 데이터처리능력을 액티브 전송 패킷을 통해서 액티브 라우터로 전송된 데이터를 필터링 해서 보다 효과적인 멀티미디어 데이터 패킷을 각 계층에 따라 다양한 수신자가 데이터 패킷을 전송 받고 액티브 라우터로부터 공정한 대역폭 전송할 수 있는 라우터를 시뮬레이션 상에서 구현하고 성능을 평가한다.

1장. 서 론

최근 멀티미디어 워크스테이션, 분산시스템, 고속 통신 시스템이 크게 발전하고 있다. 이들의 결합은 분산 멀티미디어 시스템에 대한 연구개발을 촉진시켰으며, 워크스테이션 뿐만 아니라 개인용 컴퓨터에서도 텍스트 외에 음성, 화상, 오디오, 이미지, 그래픽 등의 신호를 송수신할 수 있게 되었다. 이에 따라 화상회의의 가상현실, 원격 진단시스템, 주문형 비디오 등과 같은 여러 응용들에서 각종 데이터 종류를 이용하는 멀티미디어 통신이 급격한 일반화의 양상을 보이

게 되었다. 또한 시스템 및 네트워크 성능에 따라 사용자들의 기대 수준이 높아지면서 요구하는 서비스 특성이 다양해졌으며, 각각의 특성들이 상호 복합적

으로 적용되어 사용자의 요구사항을 충족시켜 주고 있다. 이러한 서비스는 네트워크와 수송계층에서 이루어지는 데이터 전송의 하부 구조로 볼 수 있다. 각종 서비스특성들을 지원할 수 있는 기능이 전송 프로토콜에 정의 및 구현되어 있을 때, 이에 기반 하여 사용자의 요구 사항을 충족시켜주는 응용서비스를 개발할 수 있다. 필요하다면 수송계층의 상위계층에서 적절한 역할을 수행할 수 있어야 하며, 이에 따라 궁극적으로 사용자가 각종 서비스 특성들을 제공받는

멀티미디어 응용 서비스를 활용할 수 있게 된다. 각종 멀티미디어 응용 서비스들이 다차간 응용서비스를 요구함에 따라 이의 실현을 위해 기존의 IPv4 네트워크에서는 RFC1112[1]를 통하여 그룹관리 프로토콜로서 IGMP와 함께 IP 멀티캐스트 기능을 제공하고 있다. 차세대 IP 프로토콜로서 일컬어지는 IPv6에서는 IGMPv6와 함께 멀티캐스트 기능을 제공한다. IP 멀티캐스트를 통해 하나의 송신자는 그룹에 가입해 있는 모든 참여자에게 멀티캐스트 데이터를 제공해 줄 수 있으며, 이는 네트워크의 상위 계층인 수송계층 전송 서비스를 위한 기본 기능이라 할 수 있다. 현재 일-대-일 통신서비스로부터 일-대-다 또는 다-대-다 통신서비스에서 신뢰성을 요구하는 새로운 요구가 많아지고 있다. 그리고 최근 대두되고 있는 멀티미디어 응용을 지원하기 위해서는 광대역 네트워크의 링크, 실시간 전송, 보다 효과적인 멀티캐스트 프로토콜이 요구된다. 그러나 DVMRP, MOSPF, CBT, PIM 구조의 멀티캐스팅 프로토콜은 단지 송수신의 패킷의 경로비용으로 라우터 자체의 근거리 알고리즘이 적용되기 때문에 멀티캐스트가 수행될 때 통신의 전반적 사항인 통신처리능력, 대역폭, QOS(quality of service)에 대한 능력이 부족하다.[8] 그러므로 멀티미디어에서 사용되는 패킷의 계층적 특성이 제의된 상태로 데이터가 전송되는 단점이 있다. 본 연구에서는 액티브 네트워크를 이용해서 각 데이터 패킷 전송을 위한 공정한 대역폭을 사용하고 대역폭과 데이터처리능력을 액티브 전송 패킷을 통해서 액티브 라우터로 전송된 데이터를 필터링 해서 보다 효과적인 멀티미디어 데이터 패킷을 각 계층에 따라 다양한 수신자가 데이터 패킷을 전송 받고 액티브 라우터로부터 공정한 대역폭 전송할 수 있는 라우터를 시뮬레이션 상에서 구현하고 성능을 평가한다. 한편, 이후 본 논문의 2장에서는 본 논문에서 제안한 액티브서버와 액티브패킷에 대해서 설명한다. 3장에서는 액티브 네트워크 활용한 멀티캐스트 특징을 제안하고 4장에서는 3장에서 제안한 방식에 대한 시뮬레이션 결과와 성능을 분석하고 결론을 내린다.

2장. 액티브 네트워크

2.1 액티브 서버 특성

액티브 네트워크를 구성하는 요소들은 기존의 네트워크의 패킷부분에 액티브 라우터에서 처리할 수 있는 패킷 부분을 따로 정의해서 액티브 서버가 액티브 패킷 데이터를 생성한다. 전송된 액티브 패킷은 액티브 라우터 의해 패킷의 우선 순위와 패킷의 특정 계층부분을 부분을 필터링해서 데이터를 전송 다양한 수신자에게 데이터를 보낸다. 네트워크 중간에서 처리되는 라우터가 액티브 라우터가 아니라면 액티브 패킷에 캡슐화된 패킷이 단순 IP패킷 형태로 다른 노드로 전달한다. [4][5]

2.2 액티브 패킷

액티브 패킷에 대한 설계는 크게 두 가지 방법으로 나뉘어 있다. 첫째, ANEP(Active Network Encapsulation

protocol)이라 불리는 액티브 패킷을 위한 새로운 헤더를 정의하여 기존의 패킷과 구분하고 두 번째는 기존의 패킷의 IP 프레임에 액티브 패킷으로 특정 형식으로 정의하는 방법이다. 첫 번째 방법인 ANEP는 헤더에 다양한 특성의 옵션을 사용한다. 옵션의 종류에는 인증, 무결성 등이 있다. 패킷을 받은 액티브 라우터는 데이터 패킷의 특성에 따라 빠르고 효과적으로 데이터를 전송한다. 이때 액티브 패킷이 아닌 경우는 기존의 초기 설정된 패킷으로 처리된다.

Version	Flags
ANEP Head Length	ANEP packet length
Option	
Payload	

그림1 ANEP 패킷방식

두 번째 기존의 IP 패킷을 과 호환성을 유지하기 위하여 현재 IP 패킷에 특정 액티브 패킷의 옵션을 사용하여 특수한 데이터를 처리하거나 네트워크 보안과 처리속도를 측정하기 위하여 사용한다. 따라서 보통의 데이터 패킷형태와 차별화된 특수한 데이터 패킷의 액티브패킷에 적합하다.

IP options (IPv4/IPv6)



그림2 특정 액티브 패킷의 옵션 사용 방식

2.3 액티브 라우터

액티브 라우터는 기존의 패킷보다 다양한 특징을 가진 액티브 패킷을 처리하기 위해서는 다양한 패킷 스케줄링 기법과 자원관리, 패킷분류등 하드웨어와 소프트웨어의 두 가지 측면을 동시에 고려해야한다. 버퍼 스케줄링에서는 실행환경에 따라서 데이터의 특성에 따른 패킷전송, 자원할당과 같은 서비스를 고려해야한다. 이는 기존의 패킷구조의 처리와 달리 액티브 패킷의 캡슐화된 옵션 부분을 처리하고 모든 자원관리를 하나의 처리환경에서 제어할 수 있도록 해야한다.[4][5]

3장 액티브 네트워크 활용한 멀티캐스트

3.1 기존 멀티캐스트 특징

다양한 데이터 패킷이 네트워크 통신이 전송되기 위해서는 여러 통신 프로토콜을 이용한다. 이중 일-대-일 통신 방식의 유니캐스트와 다-대-다 혹은 일-대-다 통신방식의 멀티캐스팅방식과 브로드캐스팅 방식으로 분류된다. 이중 멀티캐스팅은 라우터 자체에 송신측 정보를 저장하고 수신 측이 원할 때 라우터에 Join해서 정보를 얻는 방식으로 확장

회의나 멀티미디어와 같은 데이터 용량이 큰 통신진송 방식에 적합하다. 그러나 화상회의나 원격진단시스템 비디오와 같은 멀티미디어 통신은 각 멀티미디어 자체의 계층적인 특성을 가지고 있다. 그러나 기존의 멀티캐스트 프로토콜에서는 멀티미디어 패킷의 계층적 특성을 고려하지 않았다. 본문에서는 네트워크환경에 기존의 멀티캐스트 라우터에 액티브 네트워크를 사용하였다.

3.2 액티브 네트워크를 이용한 멀티캐스트 방법

액티브 네트워크의 액티브 서버는 먼저 데이터 패킷에서 목적지 IP와 Join_request 메시지를 캡슐화 한 다음 액티브 멀티캐스트 라우터에서 멀티미디어 패킷량에 따른 트래픽에 따라 필터링을 형성 여러 종류의 패킷 전송을 생성해서 원하는 수신자가 Join하기 전에 일반 라우터에게 원하는 정보를 전달한다. 그림4를 보면 액티브 서버에서 캡슐화된 데이터 패킷을 멀티캐스팅 되는 과정을 나타냈다. Root에서 전달된 Join_request 메시지가 각 라우터를 지나 목적에 도착하며, 이때 Join_request는 이미 액티브 멀티캐스트 라우팅에서 필터링을 했기때문에 트래픽이 집중되지 않는 경로를 지나 전송됨으로써 트래픽 집중을 피한다. Join_request 메시지를 구성하는 파라미터는 <Group, Next hop, Previous>등으로 구성을 갖는다. Join_request 메시지의 응답은 Join_ack 메시지가 된다. 데이터 패킷은 Join_ack 메시지가 Root에 전달된 후 데이터 패킷 전송이 된다. 데이터가 목적지에 도착하며 RTT는 초기화되고 RTT의 시간이 초과되었을 때 각 라우터는 절단 메시지를 구성한다. 절단 메시지는 하위 노드가 Quit_ack 메시지를 Root로 전송한 후 마지막으로 Quit 메시지를 보낸 뒤 자신은 절단 되도록 구성되어 있다. 만약 같은 시간에 각 엔트리가 같은 라우터에 대하여 요청하면 각 송신자의 그룹은 Abt_intt를 송신한다. Abt_intt에서 RTT의 시간 2배로 구성되어 있다. Abt_intt는 가장 가까운 라우터로 이동하고 송신자 그룹을 전송한다.[3]

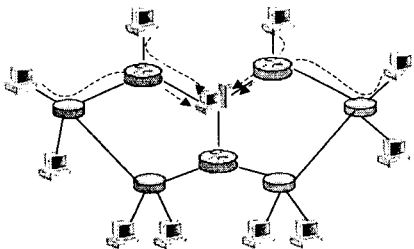


그림 3 액티브 네트워크를 활용한 멀티캐스트 동작

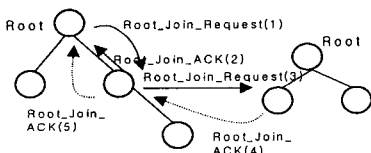


그림 4 액티브 멀티캐스트 라우터의 동작

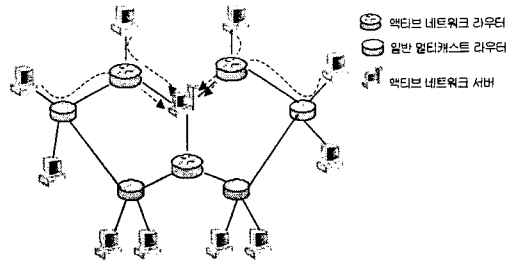


그림 5 네트워크 토폴로지

4장. 시뮬레이션 환경 및 결과

4.1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션은 200초간 실시하였으며 데이터의 byte수에 따라 수신율을 측정하였다. 데이터 패킷의 특성은 시뮬레이션에서 지정하였다. 시뮬레이션 토폴로지는 그림5와 같은 구조를 이용하였다.

네트워크 토폴로지 중앙에 데이터 액티브 패킷을 생성할 수 있는 액티브 서버를 설치하였다. 일반 라우터와 액티브 라우터를 각각 설치하여 액티브 라우터와 일반라우터가 서로 공유하도록 하여 좀더 실질적인 네트워크 구조를 설정하였다. 실험1에서는 멀티캐스트 프로토콜인 CBT와 액티브 네트워크에서 각 송신자에서 각각의 데이터 패킷을 수신자 엔트리 증가에 따라 비교하고 각 트래픽이 증가했을 때 송신된 패킷량을 비교하였다.

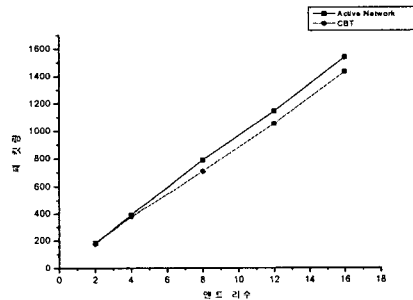


그림 6 엔트리에 따른 패킷수

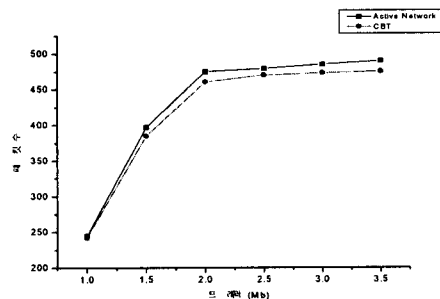


그림 7 트래픽에 따른 패킷수

그림6 에 나타난 것과 같이 액티브 네트워크를 이용한 멀티캐스트 방식이 CBT방식보다 같은 시간에 많은 패킷을 전송하는 것 알 수 있다. 이것은 액티브 네트워크를 이용한 멀티캐스트 방식이 CBT방식보다 트래픽 전송에 대한 지연 특성이 우수하여 얻어진 결과이다.

실험2에서는 멀티캐스트 PIM-DM[2] 프로토콜 구조에 액티브 네트워크를 설치했을 때 설치하지 않았을 경우에 각 데이터의 한 패킷 량을 각각 512byte, 1024byte를 전송했을 때 데이터 처리량을 측정하였다. 시뮬레이션 도구는 멀티캐스트 환경을 잘 반영하는 ns-2 (Network Simulator-II)를 사용하였고 시뮬레이션의 공정성을 기하기 위해 랜덤 값을 이용하여 각 방식별 100번을 반복 수행한 후 평균을 결과 값으로 채택하였다. 그림8-9는 각각의 멀티미디어 데이터 패킷인 512byte, 1024byte를 전송했을 때의 데이터 전송속도를 나타내었다. 그림8의 512byte는 데이터 패킷이 수신 측으로 전달되는 전송속도가 액티브 네트워크를 적용했을 때 속도가 증가함을 나타내고 있다. 그림9는 데이터 패킷크기가 커짐에 따라 액티브 네트워크를 적용했을 때 멀티미디어 데이터의 계층적 특성을 액티브 라우터의 처리로 전송속도의 차가 크게 나타남을 알 수 있다.

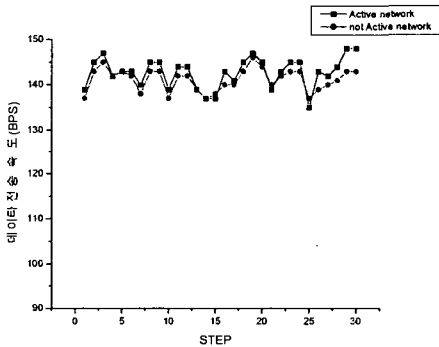


그림8 512Byte의 패킷의 전송속도

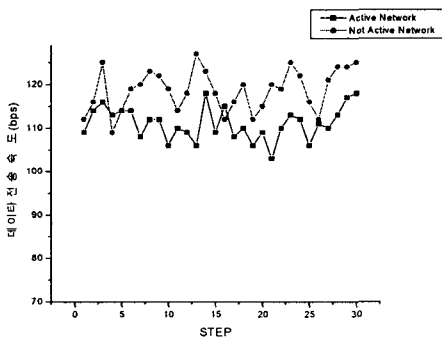


그림9 1024Byte의 패킷 전송속도

4.2 결론 및 향후 연구

최근 대두되고 있는 멀티미디어 응용을 지원하기 위해서는 광대역 네트워크의 링크, 실시간 전송, 보다 효과적인 멀티캐스트 프로토콜이 요구된다. 화상회의나 동영상과 같은 큰 용량의 데이터를 실시간으로 전송하기 위해서는 데이터의 특성을 고려해야한다. 데이터의 특성을 보다 효과적으로 적용하기 위하여 액티브 패킷을 사용해서 멀티미디어 데이터의 특성에 따라 대역폭과 전송지연을 미리 예측 처리하여 데이터를 전송함으로써 데이터 트래픽의 공정한 분배와 전송속도를 증가시킨다. 본 연구의 실험1은 액티브 네트워크와 CBT를 비교하여 액티브 네트워크를 이용한 멀티캐스트 방식이 CBT방식보다 트래픽 전송에 대한 지연 특성이 우수하며, 실험2에서는 멀티미디어 데이터의 한 패킷인 512byte를 액티브 네트워크를 이용해서 멀티캐스트로 전송했을 때 데이터 전송속도를 일반적인 네트워크환경의 멀티캐스트와 비교 분석 결과가 액티브 네트워크를 사용했을 경우에 속도가 증가됨을 알 수 있다. 또한 데이터 패킷 량1024byte로 증가시켰을 경우에는 속도의 차이가 좀더 크게 나타남을 알 수 있다. 향후 연구로는 지금까지의 개념을 좀더 확장하여 액티브 라우터와 일반라우터간의 상호작용을 통해서 가능한 대역폭을 최대한 활용할 수 있는 방안을 연구하는 것이 필요하며 광대역 네트워크를 구축했을 때의 네트워크 트래픽을 제어 할 수 있는 연구가 필요하다.

[Reference]

- [1] T. Pusateri, "Distance Vector Multicast Routing Protocol," RFC1075, Oct. 1997.
- [2] S. Deering, D. Estrin, D. Farinacci, V. Jacobson, C. Liu, and L. Wei, "Protocol Independent Multicast (PIM) : Motivation and Architecture." Internet Drafts, Jan. 1996.
- [3] A. Ballardie, P. Francis, and J. Crowcroft, "Core Base Tree (CBT) an Architecture for Scalable Multicast Routing," In Proc. of SIGCOMM'93, 1993.
- [4] D. L. Tennenhouse and D. J. Wetherall, "Towards an Active Network Architecture," Proc. of ACM SIGCOMM, Pages 117-130, August 1996.
URL: <http://www.cs.columbia.edu/~dasilva/content/netscript/pubs/dsom96.pdf>
- [5] S. McCanne, V. Jacobson, and M. Vetterli, "Receiver driven Layered Multi-cast," Proc. of ACM SIGCOMM, Pages 117-130, August 1996.
URL: <http://www.cs.berkeley.edu/~mccanne/papers/mccanne-jisac97.ps.gz>
- [6] L. Vicisano and J. Crowcroft, "One to Many Reliable Bulk-Data Transfer in M-bone," Proc. the Third International Workshop on High Performance Protocol Architectures HIPPARCH' 97, June 1997.