

재전송 Agent를 이용한 유무선 융합망에서의 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 방식

염성관, 유선진*

제주한라대학교 정보기술건축학부

The Reliable Multicast Transport Protocol over Wireless Convergence Networks using a Retransmission Agent

Sungkwan Youm, Sunjin Yu*

School of Information Technology and Architecture, Cheju Halla University

요약 본 논문에서는 무선 기지국에서 멀티캐스트 패킷 재전송을 담당하는 Agent를 설치하여 신뢰성있는 멀티캐스트 프로토콜인 MFTP에서의 재전송률을 낮추고자 한다. 유무선 통합 환경에서 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜 사용 시, 무선 링크의 비트 에러와 단말의 이동성을 보장하기 위한 핸드오프로 오류가 많이 발생한다. 이런 오류 때문에 멀티캐스트 그룹에 제어 및 재전송 패킷이 증가하게 되며, 또한 멀티캐스트 그룹 세션 전체 성능이 저하된다. 본 논문은 기지국에 무선 환경에 있는 단말의 복구 요구 패킷에 대한 복구 패킷 전송을 담당하는 Agent을 도입하는 방식을 제안하고 있다. MATLAB를 이용하여 제안한 방법이 멀티캐스트 세션에 복구 요구 및 복구 패킷의 수를 줄일 수 있고 멀티캐스트 그룹 세션 전체의 성능을 향상시킬 수 있음을 검증하였다.

• 주제어 : 멀티캐스트, IPTV, 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 프로토콜, MFTP, 패킷 재전송

Abstract When using reliable multicast protocol over air links, the multicast packets lost in the air link cause the initiation of retransmission request packets and the implosion of retransmission packets, which deteriorate multicast session performance. This paper proposes on the efficient reliable multicast mechanism in wireless networks utilizing the Agents. In this paper we show the design of a retransmission agent which improves the performance of reliable multicast sessions in wireless network. The main idea is to cache reliable multicast packets at the base station and perform local retransmissions across the wireless link. MATLAB has been used to simulate and to get performance results for signaling overhead and processing delay through the comparison of the proposed agent model to the Multicast File Transfer Protocol. It has been proven from the simulation results that the proxy module make pass trials shorter in Multicast File Transfer Protocol.

• Key Words : Convergence, Multicast, IPTV, Reliable Multicast Transport Protocol, MFTP, Packet Retransmission

*Corresponding Author : 유선진(sjyu@chu.ac.kr)

Received June 28, 2016

Revised June 29, 2016

Accepted August 2, 2016

Published August 31, 2016

1. 서론

멀티캐스트는 동시에 다수의 수신자에게 동일한 데이터를 효율적으로 전송하는 기법이다. 송신자가 하나의 패킷을 송신하여 다수의 가입자들에게 전달하여 네트워크 자원을 효율적으로 사용할 수 있다. 예를 들어, 원격 실시간 교육, 소프트웨어의 갱신, 원격 진료와 같은 응용 프로그램에서 전송 프로토콜로 사용될 수 있다[1, 2].

그러나 현재의 인터넷 멀티캐스트에서는 UDP를 전송 프로토콜로서 사용하기 때문에 데이터 전송에 대한 신뢰성은 보장하지 못한다. 따라서 패킷 전송 시 신뢰성을 보장해야 하는 파일의 전송 등에는 아직까지도 다수의 TCP 연결을 통하여 가상 멀티캐스트를 수행할 수밖에 없다. 따라서 최근 몇 년 동안 여러 기관과 표준화 단체에서 멀티캐스트 환경에서도 신뢰성을 보장해줄 수 있는 프로토콜에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

멀티캐스트 전송 프로토콜의 신뢰성을 보장해주기 위해서는 전송 제어 패킷의 사용이 반드시 수반되어야 한다. 그러나 다수의 멀티캐스트 세션 가입자가 있는 멀티캐스트 그룹에서 제어 패킷을 사용할 경우 제어 패킷에 의한 폭주란 위협이 도사린다.

각 멀티캐스트 전송 프로토콜은 오류가 발생하였을 경우, 누가 오류를 검출하였는가에 따라서 송신자 기반과 수신자 기반 방식으로 나뉘며, 제어 패킷의 폭주를 억제하여 확장성을 제공해주기 위한 방법으로 지역 복구 그룹, 트리 기반, 토큰 링 기반 방법이 대표적으로 제안되고 있다. 지연 시간은 현재 시간과 송신자의 단방향 지연 시간 사이에 균일 분포로 설정된다. 이것은 송신자에 가까운 멀티캐스트 그룹 구성원이 먼저 패킷을 보내도록 하여 멀리 떨어진 그룹 구성원은 패킷을 보내어 폭주 시키지 않도록 하는 것이다. 그리고 MFTP는 멀티캐스트를 이용하여 실시간을 요구하지 않는 파일을 전송한다.

비트 에러와 핸드오프로 인한 오류가 많이 발생하는 무선환경에서 기존의 TCP를 사용하면 무선 환경 오류에 대해 TCP 제어 기능은 혼잡이 발생한 것으로 오해하여 Slow-Start를 다시 하거나 전송 윈도우 사이즈를 반으로 줄이게 된다. 무선환경에서의 TCP 데이터 서비스를 위해 외래 에이전트에서의 간접 연결, 기지국의 snoop 모듈을 이용한 오류 복구, 빠른 재전송/빠른 복구 기법, 선택적 재전송 기법, 등 다양한 아이디어가 제시된 바 있다[3, 4, 5, 6, 7, 8].

IPTV가 급속히 확산됨에 따라 무선 멀티미디어 데이

터 통신 환경을 위해서는 무엇보다도 이를 효과적으로 지원할 수 있는 유무선 통합 망 구조가 요구되며, 한 유무선 통합 고속 데이터 통신망의 구축은 필연적이다. 유무선 통합환경이 되면 기존 유선 인터넷 환경에서 활성화되고 있는 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 기법도 무선 통신 환경에서도 사용될 것으로 기대된다. 이로 인해 무선 환경에서도 멀티캐스트 데이터 전송상의 신뢰성 향상이 기대된다[9, 10, 11, 12, 13]. 하지만 비트 에러와 핸드오프로 인해 오류가 많이 발생하는 무선환경에서 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜을 사용하면 무선 환경 가입자의 신뢰성 있는 데이터 수신에 문제가 발생할 뿐만 아니라 유선 네트워크의 멀티캐스트 세션 가입자에게 잉여의 패킷이 전송되어 망 자원을 소비하게 된다.

본 논문에서는 기지국에 패킷 지역 재전송을 담당하는 Agent을 두어 유무선 통합환경에서 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜의 성능 향상 방안을 제안하고자 한다. 무선 환경의 멀티캐스트 가입자는 기지국의 Agent 존재 여부를 알지 못하며 실질적인 데이터 송수신에 대한 책임을 지게된다. Agent은 무선 네트워크 가입자와 지역 재전송을 담당하여 무선 환경의 가입자에게 손실된 패킷에 대한 빠른 복구를 수행한다.

IIR장에서는 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜인 MFTP에 대해서 살펴보고 기존에 연구된 무선 환경에서 TCP 성능향상 방안에 대해서 기술하며 3장에서는 먼저 무선 이동 단말의 멀티캐스트 데이터 송수신 방법에 대해서 설명하고 본 논문에서 제안하고 있는 기지국의 Agent의 기능에 대해서 기술한다. 4장에서 MATLAB를 이용한 시뮬레이션 및 결과 분석을 하고 5장에서 결론을 맺는다.

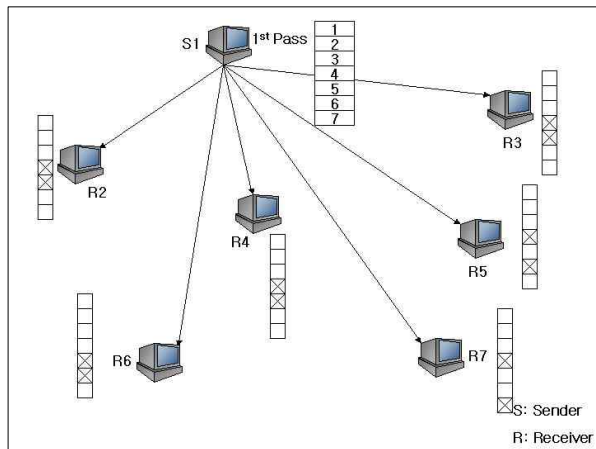
2. 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 계층 프로토콜

2.1 Multicast File Transfer Protocol(MFTP)

MFTP는 멀티캐스트 방식으로 신뢰성 있게 파일을 다수의 수신자에게 전송하기 위한 프로토콜이다[14, 15]. 응용프로그램에 따라 두 가지 모드로의 동작이 가능하다. 멀티캐스트 그룹의 정확한 가입자 정보를 알고 동작하는 모드와 정확한 수신자 정보 없이 동작하는 모드로 구분된다.

2.2.1 전송 기법

MFTP는 UDP/IP를 이용하여 파일을 다수의 수신자에게 전송하는 프로토콜이다. 송신자와 수신자들의 단말에서 MFTP 프로토콜 기능을 수행하며 데이터의 오류 여부는 UDP의 Check Sum을 이용한다. 송수신자는 파일 시스템으로부터 직접 파일을 읽어서 전송하며 수신자는 수신과 동시에 파일 시스템을 작성하게 된다. 네트워크 전송 방식에는 유니캐스트, Anycast, 멀티캐스트 방식이 있으며 송신자가 수신자의 개별적인 정보를 가지고 있을 때 사용되거나 수신자가 한 명일 때 유니캐스트 방식으로 동작한다. Anycast 모드는 네트워크가 멀티캐스트 모드를 지원하지 않을 때 사용되나 해당 네트워크 트래픽이 증가하므로 피해야 한다. 일반적으로 멀티캐스트 방식으로 동작한다.



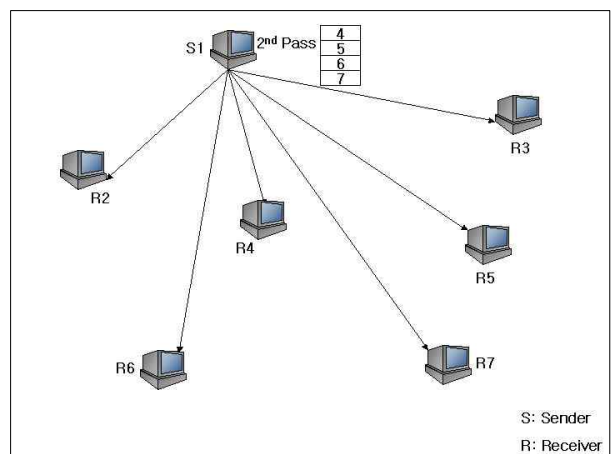
[Fig. 1] First Pass in MFTP

MFTP 데이터 메시지와 제어 메시지는 Well-known UDP 포트 번호로 전송된다. MFTP 송신단에 Well-known UDP 포트에 각 수신자들로부터의 제어 트래픽을 막기 위해 별도의 제어 포트를 설정하여 수신자와의 별도의 session 포트를 설정한다.

MFTP에서 수신자가 임의로 파일을 수신할 수 없고 파일 송신자가 수신자에게 파일 송신을 알리고 파일 전송을 수행한다. 파일 송신자는 Announce 메시지를 이용하여 파일 식별자, 파일의 크기, 등과 같은 파라미터 값을 수신자에게 전송한다. 파일 전송을 위해 Public 그룹 주소와 Private 그룹 주소가 사용된다. Public 주소로 수신자의 인증절차를 마친 후 송신자는 Private 주소를 수신자에게 알려주면 수신자는 이 주소로 파일을 수신하게 된다. Public 주소 관리에는 폐쇄형(Closed) 모드와 개방

형(Open) 모드가 있다. 폐쇄형 모드에서 송신자는 각 수신자의 인증 절차를 수행한 후 파일을 전송하는 방식으로 수신자가 작고 엄격한 그룹 관리를 필요로 하는 파일 전송 방식에 사용된다. 개방형 모드에서는 송신자는 무상으로 배포되는 응용 프로그램 전송에 사용될 수 있으며 수신자의 정보를 관리하거나 관리하지 않는 두 가지 방식으로 사용될 수 있다. 수신자를 관리하지 않는 전송 모드에서는 Registration 나 Done 메시지를 전송하지 않고 MFTP DTU와 Status 메시지만 사용하여 파일을 수신한다.

파일을 블록들로 나누어 IP 패킷의 최대 크기로 구성된 블록을 형성한다. Fig. 1에서 보는 것과 같이 첫 번째 패스에서 멀티캐스트 방식으로 블록의 모든 패킷들을 전송한다. 블록의 모든 패킷을 전송한 후 송신자는 수신자들에게 상태 요구 메시지를 전송하여 수신자들의 패킷 수신 상태에 대한 정보를 요구한다. 수신자들은 상태 요구 메시지를 받으면 손실된 블록의 패킷의 수신여부를 블록 비트 맵에 표기하여 유니캐스트 방식으로 송신자에게 전송한다. 그림 Fig. 2에서 보는 것과 같이 송신자는 수신자들의 블록 비트 맵을 수집하여 블록 비트 맵 중 최소한 한번이라도 재전송을 요구한 패킷에 대해서 두 번째 패스에 그 패킷에 대한 재전송을 수행한다. 모든 수신자가 블록의 모든 패킷들을 다 받았을 때까지 계속해서 패스를 반복한다. 패스의 끝에 도달하지 않으면 송신자는 전송을 멈추지 않기 때문에 높은 Round Trip Delay에 영향을 받지 않는다. NAK 트래픽은 블록의 모든 패킷을 수신한 후 NAK에 대한 정보를 수집하여 보내므로 줄어든다.

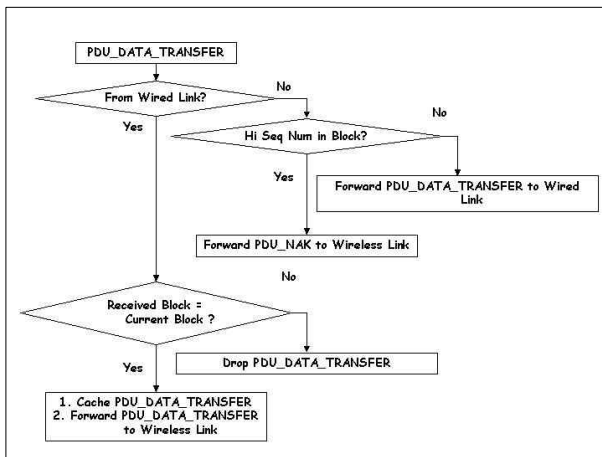


[Fig. 2] Second Pass in MFTP

MFTP에서 수신자의 윈도우 사이즈를 크게 하므로 모든 데이터를 수신할 수 있지만 블록의 모든 패킷들을 저장하기 위해 주 메모리를 예약하면 메모리 자원이 낭비되므로 하드디스크에 자원이 예약되어야 한다. 그러므로 송신자도 송신자 저장장치가 필요하며 적절한 시기에 하드디스크로부터 읽을 수 있어야 한다. 송신자 데이터도 하드디스크에 저장되어 있기 때문에 파일 전송을 위한 전송 제어 기법이 필요하다. 송신단에서 손실률 임계값을 설정하여 임계값을 넘는 가입자에 송신자 임의로 탈퇴시킨다.

3. MFTP 성능향상을 위한 Agent의 기능

MFTP는 파일을 다수의 수신자에게 전송하기 위해 만들어 졌다. 유무선 통합 환경에서 무선의 가입자는 MFTP 서버로부터 파일을 수신할 때 무선환경으로 데이터 손실이 많이 발생하기 때문에 무선 환경의 수신자가 송신자에게 NACK 비트 맵을 전송하여 재전송을 요구하게 된다. 송신자는 멀티캐스트 그룹으로 재전송 패킷을 전송하게 되고 무선환경의 가입자에게만 국한된 패킷이 전체 멀티캐스트 가입자에게 전송되므로 전체 인터넷 트래픽을 증가시킨다. 본 절에서는 무선 네트워크 환경의 멀티캐스트 가입자가 MFTP로 송수신 할 때 기지국에서 무선 환경의 가입자에게만 필요한 패킷 재전송을 담당하는 Agent을 설계한다.

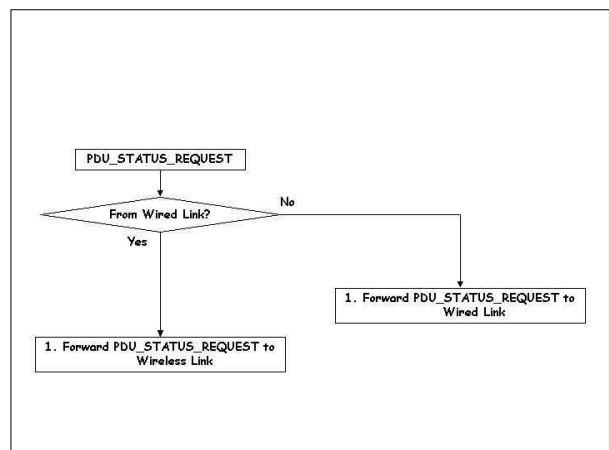


[Fig. 3] PDU_DATA_TRANSFER Packet Processing Algorithm

3.1 Agent의 PDU_DATA_TRANSFER 데이터 처리

PDU_DATA_TRANSFER 패킷은 서버가 파일을 가입자에게 전송하기 위해 사용한다. 이 메시지에 대해서 각 가입자는 즉시 응답하지 않는다. 이 메시지는 유니캐스트, 멀티캐스트, 브로드캐스트 방식으로 동작한다. 멀티캐스트 모드에서 이 데이터는 멀티캐스트 주소를 사용하여 전송하며 패스 번호, 블록 번호, DTU 번호를 포함하고 있다. 패스 번호는 가입자가 현재 패스 번호를 알 수 있게 하고 상태를 상위 응용 프로그램에 알린다. 그리고 블록 번호는 패스 내에 블록번호를 나타낸다. 그리고 DTU 번호는 현재 패킷의 순차 번호를 나타낸다.

Fig. 3은 PDU_DATA_TRANSFER 패킷을 Agent이 수신했을 때의 처리 순서도를 나타낸다. 먼저 데이터 소스가 무선 링크인지 유선 링크인지 확인 한 후 유선 링크로부터 PDU_DATA_TRANSFER이면 블록 번호를 검사하여 현재 수신 중인 블록 번호이면 저장하고 그렇지 않으면 폐기한다. MFTP에서 블록 별로 흐름 제어를 수행하므로 기지국의 Agent에서는 현재 전송되고 있는 블록만 저장해서 메모리 낭비를 막을 수 있다. 해당 패킷 이전의 순차 번호와 비교하여 바로 다음 순차 번호이면 버퍼에 저장한 후 그 데이터를 무선 네트워크에게 전송한다. 저장된 패킷은 무선 환경의 단말이 재전송을 요구할 때 재전송을 수행하기 위함이다. 다음으로 유선 링크로부터 PDU_DATA_TRANSFER를 수신하면 순차 번호를 검사한 후 블록의 최상위 패킷이면 무선 링크로 NAK 비트 맵을 만들어 빠른 재전송 요구 메시지를 전송하고 그렇지 않으면 무선 링크로 전송한다.



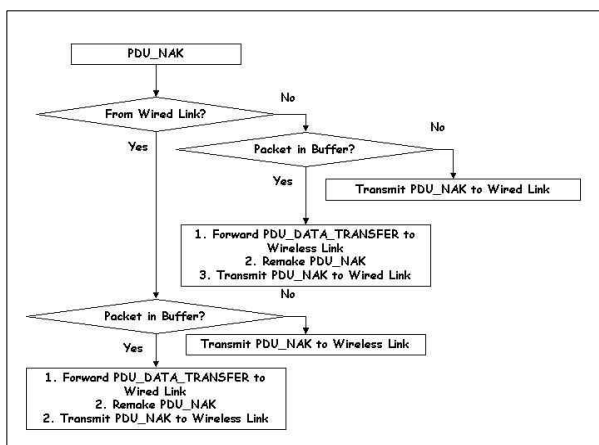
[Fig. 4] PDU_STATUS_REQUEST Packet Processing Algorithm

3.2 Agent의 PDU_STATUS_REQUEST 데이터 처리

MFTP 송신자가 수신자의 상태를 알기 위해 PDU_STATUS_REQUEST를 보낸다. PDU_STATUS_REQUEST를 받은 수신자는 서버에게 PDU_NAK을 사용하여 상태 정보를 알려준다. 상태정보에는 패스 번호, 블록 번호, DTU 범위, 상태 형식을 포함하고 있다. 블록 번호는 32비트로 구성되어있으며 첫 번째 필드는 DTU 범위의 첫 번째 블록을 그리고 두 번째 필드는 DTU 범위의 마지막 블록을 나타낸다. Fig. 4는 PDU_STATUS_REQUEST를 수신했을 때 Agent에서 수행하는 일을 나타낸다. PDU_STATUS_REQUEST는 상태 정보 요구 메시지가기 때문에 목적지 링크로 전달하는 기능을 수행한다.

3.3 Agent의 PDU_NAK 데이터 처리

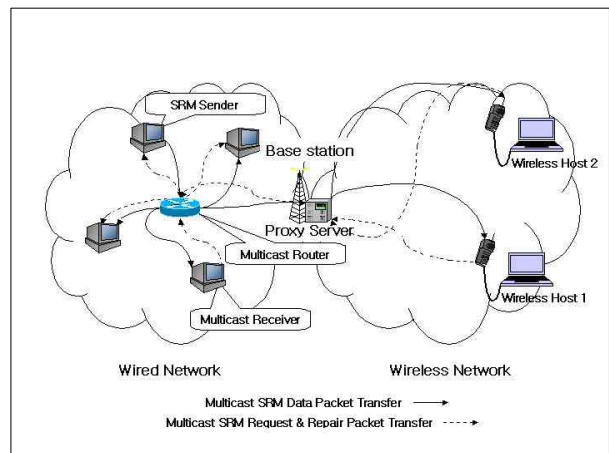
PDU_STATUS_REQUEST를 수신한 가입자는 상태 정보를 PDU_NAK를 이용하여 MFTP 송신자에게 보낸다. 이 PDU_NAK에는 수신자가 수신하지 못한 PDU_DATA_TRANSFER 패킷에 대해서 비트 맵을 이용하여 송신자에게 재전송을 요구한다. Fig. 5은 기지국의 Agent이 이 PDU_NAK 패킷을 수신했을 때의 패킷 처리 순서도를 나타낸다. 먼저 유선 링크로부터 오는지 아니면 무선 링크로부터 오는 지 구분한다. 무선링크로부터 오면 버퍼에 비트 맵에 대한 순차번호가 있는 패킷에 대해서 PDU_DATA_TRANSFER를 전송하고 다시 PDU_NAK 패킷을 만들어 다시 무선 링크로 보낸다. 그리고 패킷이 없으면 PDU_NAK을 무선 링크로 보낸다.



[Fig. 5] PDU_NAK Packet Processing Algorithm

무선링크로부터 오면 버퍼에 비트 맵에 대한 순차번호가 있는 데이터에 대해서 PDU_DATA_TRANSFER를 전송하고 다시 PDU_NAK 패킷을 만들어 다시 무선 링크로 보낸다. 그리고 패킷이 없으면 PDU_NAK을 유선 링크로 보낸다.

Agent에 의한 성능향상을 검증하기 위해 Fig. 6와 같은 토폴로지를 구성하였다. 유선 네트워크에는 1개의 파일 송신자와 3개의 파일 수신자로 구성하였으며 무선 네트워크의 가입자와 연결하기 위한 기지국을 통해서 연결되어 있다고 가정하였다. 여기서 MFTP 파일 송신자는 먼저 가입자의 수와 가입자의 주소 정보를 가지고 있으며 파일 송신도중에 새로운 가입자는 없다고 가정하였다.



[Fig. 6] MFTP Simulation Topology

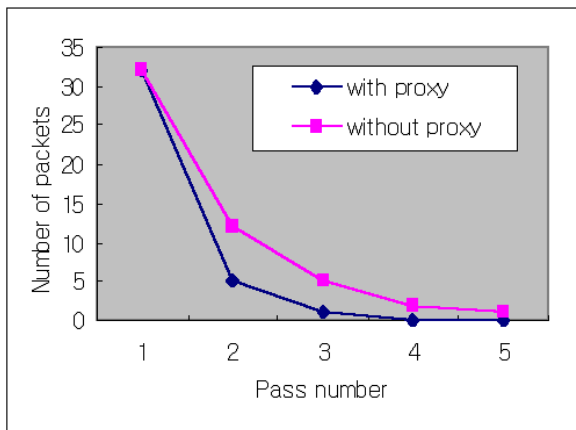
4. Agent에 의한 MFTP 성능 분석

기지국의 Agent은 MFTP의 NAK 비트맵의 확인하고 무선 네트워크의 가입자가 수신하지 못한 데이터에 대해서 재전송을 수행하고 NAK 비트맵을 다시 파일 송신자에게 전송한다. 송신 데이터에 대한 임의의 오류를 생성하기 위해 유선 네트워크에서는 0.01의 확률로 오류를 발생시키고 무선 네트워크에서는 0.02의 확률로 오류를 발생시켰다.

Agent에 데이터 패킷이 경유하면 무선 네트워크의 가입자가 현재 블록과 비교한다. 비교하여 같은 블록의 데이터 패킷이면 저장하고 아니면 폐기한다. 이는 기지국의 버퍼의 용량을 줄이기 위함이다. 그리고 수신단 상태 요구 패킷이 경유하면 목적지 네트워크로 전송한다. 다음으로 NAK 비트 맵 패킷이 기지국을 경유하며 NAK

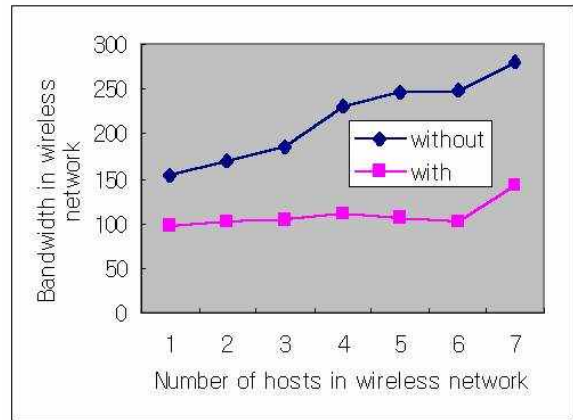
비트 맵 중 무선 또는 유선 네트워크의 가입자가 수신하지 못한 패킷에 대해서 버퍼에 있는지를 검사하고 버퍼에 있을 경우 해당 데이터 패킷을 전송한다. 그리고 그 패킷을 제외한 다시 말해 기지국의 버퍼에도 없는 패킷에 대해서 다시 NAK 비트맵 패킷을 만든다. 이 패킷을 파일 송신자에게 요구하면 이 패킷에 대한 재전송이 수행된다. 연속적으로 패스를 반복하여 기지국에서 보내는 NAK 비트 맵 패킷이 모두 0일 때 현재 블록 번호를 증가시킨다.

Fig. 7는 유선 네트워크의 MFTP 파일 수신자의 각 패스별 패킷의 수를 나타낸다. Agent이 추가됨으로 패스가 줄어들고 한 블록을 전송하는데 필요한 패킷이 줄어들음을 나타내고 있다. 무선 네트워크의 가입자로 인하여 발생하는 유선 네트워크 가입자에게는 불필요한 패킷이다. 한 파일을 전송 받는 도중에 가입 및 탈퇴가 불가능하므로 유선 네트워크 가입자가 해당 패스를 모두 수신했어도 무선 네트워크의 오류로 인한 패스를 종료할 수 없다. 이는 인터넷 백본에 불필요한 트래픽을 증가시킬 뿐만 아니라 유선 네트워크 단말에 파일을 수신하는데 시간이 오래 걸리게 한다.



[Fig. 7] The Numbers of Packets for each Pass

Fig. 8는 무선 네트워크의 가입자가 하나의 파일을 수신하는데 요구되는 시간을 나타낸다. Y축은 유선 네트워크 가입자가 1M Byte를 수신하는데 소요되는 시간을 나타내며 X축은 무선 네트워크의 가입자 수를 나타낸다. 그림에서 보는 것과 같이 Agent이 추가됨으로 파일 수신 시간이 Agent가 없는 상황 보다 줄어들며 이는 유선 네트워크 가입자에게도 동일한 결과를 나타낸다.



[Fig. 8] The Estimated Time for Receiving 1M Byte File

5. 결론

유선 네트워크에서 연구되고 있는 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜들은 네트워크 계층에서 호스트의 이동성을 지원할 수 있다면 무선 이동 환경에서도 그대로 사용될 수 있다. 그러나 인터넷 멀티캐스트 프로토콜에 호스트의 이동성을 지원하기 위한 연구도 아직 진행 중에 있으며, 인터넷 멀티캐스트 프로토콜이 이동성을 지원하더라도 지연 시간 및 오류율 (error rate)이 급격히 증가하여 신뢰성을 요구하는 응용 개체에서 빈번한 서비스의 단절이나 성능 저하를 초래할 수 있다. 따라서 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜이 무선 이동 환경에서 사용되기 위해서는 오류 복구 및 흐름 제어뿐만 아니라 네트워크 계층에서 지원되지 않고 있는 호스트의 이동성을 복합적으로 고려해야 한다.

본 논문에서는 이동성과 신뢰성을 함께 고려하여 무선 환경에서 단말이 신뢰성 있는 멀티캐스트 데이터를 송수신할 때 기지국에 무선 환경으로 인한 손실로 재전송 요구에 대한 재전송 담당하는 Agent을 추가함으로 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스 성능이 향상됨을 검증하고 있다. 다시 말해, 멀티캐스트 그룹에 대한 복구 요구 패킷 수가 줄고, 그에 대응하는 복구 패킷 수도 감소할 뿐만 아니라 멀티캐스트 단말의 성능이 향상됨을 MATLAB 시뮬레이션을 이용해 확인하였다.

REFERENCES

- [1] J. Hamodi, R. Thool, K. Salah, A. Alsagaf, and Y. Holba, "Performance Study of Mobile TV over Mobile WiMAX Considering Different Modulation and Coding Techniques," *Int'l J. of Communications, Network and System Sciences*, vol. 7, no. 1, pp. 10-21, Jan. 2014.
- [2] Zhang B, Wien M "Towards robust video streaming for unicast and multicast: modeling and implementation." *Proc. IEEE Int. Conf. on Networks*, Chennai, India, pp. 30 - 35, 2011.
- [3] Sherif Moussa, Mohammad Wahba, and Salah Ramadan "Performance Evaluation of Snoop Protocol for Wireless Networks" *Journal of Advances in Computer Networks*, Vol. 3, No. 2, June 2015
- [4] L. D. P. Mendes and J. M. C. Brito, "Effects of the use of an IEEE 802.11 snoop agent on TCP timeouts," in *Proc. 2010 IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Information Security*, pp. 493-497, 2010.
- [5] L. D. P. Mendes and J. M. C. Brito, "Effects of the use of an IEEE 802.11 snoop agent on TCP timeouts," in *Proc. 2010 IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Information Security*, pp. 493-497, 2010.
- [6] M. Ghaderi, D. Towsley, R. Cruz, A. Sridharanand, and H. Zang, "TCP A-ware resource allocation in CDMA networks," in *Proc. MobiCom 06*, Los Angeles, California, USA, 2006.
- [7] H. T. Lin and S. K. Das, "Performance study of link layer and MAC layer protocols to support TCP in 3G CDMA systems," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 4, no. 5, 2005.
- [8] V. Zhang and G. Feng, "A new method to improve the TCP performance in wireless cellular networks," *National Key Laboratory of Communication, University of Electronic Science and Technology of China*, 2009.
- [9] Floyd, S., Jacobson, V., Liu, C., McCanne, S. and Zhang, L., "A Reliable Multicast Framework for Light-weight Sessions and Application Level Framing," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol. 5, No. 6, pp. 784-803, Dec. 1997.
- [10] Ji-Hoon Lee, Suk-Un Yoon, Sung-Kwan Youm, Chul-Hee Kang, "Adaptive resource allocation mechanism including fast and reliable handoff for IP-based mobile networks," *IEEE International Conference on Third Generation Wireless Communications*, pp. 306-312, Jun. 2000.
- [11] Jihoon Lee, Taeho Jung, Sukun Yoon, Sungkwan Youm, Chulhee Kang, "Adaptive resource allocation mechanism including fast and reliable handoff for IP-based 3Gwireless netorks," *IEEE Personal Communications magazine*, Dec. 2000.
- [12] Ken Tang, K. Obraczka, Sung-Ju Lee, M. Gerla, "Congestion controlled adaptive lightweight multicast in wireless mobile ad hoc networks," *Computers and Communications*, 2002.
- [13] D. Agrawal, T. Bheemarjuna Reddy, and C. Siva Ram Murthy, "Robust Demand-Driven Video Multicast over Ad hoc Wireless Networks", *IEEE*, 2006
- [14] Jie Li, Malathi Veeraraghavan, Steve Emmerson, and Robert. D. Russell, "File Multicast Transport Protocol (FMTP)," *IEEE/ACM SCRAMBL Workshop*, 2015, May 4, 2015.
- [15] K. Miller, K. Robertson, A. Tweedly and M. White, "Star-Burst Multicast File Transfer Protocol (MFTP) Specification," *Internet Draft, draft-miller-mftp-spec-02.txt*, January 1997.

저자소개

염 성 관(Sung-Kwan Youm) [정회원]



- 2001년 2월 : 고려대학교 전자공학
학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 고려대학교 전자공
학과(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 2015년 2월 : 삼성
전자 책임연구원

· 2015년 3월 ~ 현재 : 제주한라대학교 조교수
<관심분야> : 사물인터넷, 빅데이터, 무선 통신,

유 선 진(Sun-Jin Yu) [정회원]



- 2006년 2월 : 연세대학교 생체인
식협동과정 (공학석사)
- 2011년 2월 : 연세대학교 전기전
자공학과(공학박사)
- 2011년 1월 ~ 2012년 5월 : LG전
자기술원 선임연구원

· 2012년 5월 ~ 2013년 2월 : 연세대학교 전기전자공학
과 연구교수

· 2013년 3월 ~ 현재 : 제주한라대학교 방송영상학과
조교수

<관심분야> : 신호처리, 데이터 해석, 영상처리