

논문 2011-5-6

Fading 채널의 MANET에서의 라우팅 프로토콜 성능 분석

Evaluation on Routing Protocols over MANETs with Fading Channel

Muhammad Khalil Afzal*, 김병서**

Muhammad Khalil Afzal, Byung-Seo Kim

요약 이동성을 가진 무선 분산망은 다양한 응용환경의 발달로 많은 관심을 가지고 연구되어지고 있으며 이러한 환경에서의 트래픽은 이전의 단순한 데이터에서 벗어나 음성과 비디오와 같은 멀티미디어 트래픽을 포함하게 되었다. 그러나 유선망과는 달리 무선망은 다양한 원인에 의하여 전송 경로가 끊어지는 일들이 자주 일어나게 되며, 이는 더욱 멀티미디어 트래픽의 전송을 어렵게 하고 있다. 다양한 무선 채널 환경에서의 멀티미디어 트래픽 전송에 대한 연구 결과 등이 있어왔으나 무선 페이딩 환경과 이동성을 포함한 채널 환경과 다양한 라우팅 프로토콜을 이용한 멀티미디어 트래픽의 성능 평가에 대한 연구는 진행되다 없기에 본 논문에서는 그러한 환경에서 멀티미디어 트래픽의 전송 성능에 심도 깊은 모의실험을 통하여 분석하고 멀티미디어 서비스의 우선순위에 따른 나은 라우팅 프로토콜을 권장한다.

Abstract Mobile Ad-Hoc networks (MANET) has been getting the spotlight in the area of the wireless networks because of its flexibility and salability, and developing of many applications with it. As a consequence, MANETs are required to process not only simple data traffics, but also multimedia traffics, which has some constraints on the performances. However, unlike wired-networks, the wireless networks have frequent route-disconnections due to some reasons such as channel errors and mobility. Such frequent link disconnections makes the delivery of multimedia traffics difficult. Even though there many researches on multimedia transmissions on various environments, the performances of multimedia transmissions over fading channel and mobility even using various routing protocols have not been evaluated. Therefore, this paper extensively simulates the MPEG-4 video transmission over fading channel environment with node's mobility. In addition, the performances with two routing protocols such as AODV and DSR are compared. Finally, the simulation results shows that DSR protocol has the better performances to deliver MPEG-4 traffic.

Key Words : Routing, MPEG-4, Fading, MANET.

1. 서 론

무선 분산 통신망은 망의 확장성과 사용에 대한 유용

성에 대한 장점으로 인하여 지난 10년간 많은 연구가 진행되어 왔으며 이러한 연구들은 정지된 노드들 간의 통신을 벗어나 이동성을 가진 노드들의 분산 통신망으로의 연구로 확대되어 왔다. 최근에는 이러한 통신망들의 실질적인 구현이 이루어지고 있으며 더 많은 응용 분야들이 등장하게 되었다. 이러한 다양한 응용분야들이 도래

*학생회원, 영남대학교 정보통신공학과

**중신회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

접수일자 2011.9.9, 수정일자 2011.10.9

게재확정일자 2011.10.14

는 무선 이동 분산 망 (Mobile Ad-hoc NETWORK (MANET))에서의 기존의 단순한 메시지의 전송이 아닌 다양한 멀티미디어 트래픽의 전송을 요구하고 있으며, 이러한 트래픽들의 성능을 다양한 무선 라우팅 프로토콜과 함께 분석하기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 특히 [1]-[4]의 연구 결과들은 이동성하에서 다양한 라우팅 프로토콜을 사용하여 멀티미디어 스트리밍 트래픽의 전송에 있어서의 성능을 평가 하여왔다. 그러나 무선망에서는 이동으로 인한 통신 노드간의 거리 변화로 인한 신호의 감쇠로 인한 네트워크의 성능 저하뿐만 아니라 멀티패스로 인한 시간에 따른 페이딩 현상으로 인한 전송 패킷의 지속적인 손실로 인한 경로 끈르김 현상과 같은 이유로 인한 성능저하 또한 존재한다. 그러나 앞서 언급되어진 많은 연구에도 불구하고 MANET에서 페이딩 채널 환경에서의 멀티미디어 스트리밍 서비스에 대한 성능을 평가한 연구는 찾아보기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 Dynamic Source Routing (DSR)과 Ad-hoc On Demand Vector (AODV) 프로토콜을 사용하여 채널 페이딩이 존재할 때 MANET에서의 MPEG-4전송에 대한 성능을 심도 있는 모의실험을 통하여 평가, 분석하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 성능 평가를 위한 모의실험의 환경 설정에 대하여 기술하고, 이러한 환경 하에서 이루어진 모의실험의 결과에 대한 평가와 분석을 3장에서 수행하며, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 이전 연구들에 대한 조사

[1]에서의 저자들은 DSR 프로토콜을 사용하여 모바일 에드혹 네트워크상에서 멀티미디어 서비스에 대한 성능을 중단 간 지연성, 패킷 전송률, 라우팅 프로토콜의 오버헤드 등을 통하여 평가 하였다. 그 논문에서는 DSR 프로토콜이 낮은 이동성과 적은 트래픽 환경에서 잘 동작하는 것으로 평가하고 있다. 특히, DSR 프로토콜은 0.11초 이하의 중단 간 지연과 99% 이상의 프레임 전송률, 그리고 13%이하의 라우팅 프로토콜로 인한 오버헤드를 나타내고 있다. 그러나 많은 트래픽이 존재하는 환경에서는 멀티미디어 트래픽의 전송 성능이 급격히 저하되는 것을 보이고 있다. [2]에서는 Neighbor-aware Cluster Head 프로토콜과 Dynamic Source Routing (DSR) 프로토콜을

사용하여 H.264의 구현에 대한 실현성을 조사하였다. 그 결과 2Mbps의 전송 속도는 비디오 트래픽 전송에 적합하지 않았으며, 최소한 5.5Mbps 이상의 전송속도가 필요한 것으로 조사되었다. 또한 DSP 프로토콜은 3대지 4 홉까지는 노드의 다양한 이동성도 비디오 트래픽을 잘 전송하였으나 4홉 이상에는 전송에 어려움을 발견하였다. [3]에서는 Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)에서의 MPEG-4트래픽의 전송 성능에 대하여 평가 하였는데, Cyclic Redundancy Check (CRC) 채널 코딩의 링크 계층의 적용이 사용자의 이동성 하에서 전송률을 증가시키는 효과가 있으며, 최적화된 패킷의 길이가 비디오의 전송 성능을 향상시킴을 보였다. 802.11b 기반의 이동성 분산 네트워크에서 4개의 라우팅 프로토콜 (Optimized Link State Routing (OLSR), AODV, DSR, Temporary Ordered Routing Algorithm (TORA))들의 사용에 있어 노드의 수와 패킷의 길이, 그리고 노드의 이동성에 따라 어떠한 성능을 나타내는데에 대하여 [4]에서 비교연구 되었다. 이 결과에 의하면 OLSR과 DSR 프로토콜들은 낮은 이동성과 작은 규모의 네트워크 환경에서는 좋은 성능을 나타냈으며, 중간 규모의 네트워크에서는 OLSR과 AODV 프로토콜이, 큰 규모의 네트워크 규모와 높은 이동성에서는 TORA가 좋은 성능을 나타내고 있다.

III. 모의실험 환경 설정

본 논문에서 시행된 모의실험들은 Network Simulator 2 (NS2)의 2.29 버전[5]에서 시행되어졌다. 페이딩 채널의 효과를 위하여 [6]에 설명되어진 Ricean Fading 채널을 위한 patch를 적용하였다. NS-2 시뮬레이터는 MPEG-4에 대한 트래픽의 실질적인 모델을 포함하지 않기에 [7]에서 제공하고 있는 실질적인 영화 MPEG-4 비디오의 트레이스 파일들에 대한 데이터를 NS-2에 적용하여 사용하였다. 본 모의 실험에서는 9.92 압축율의 MPEG-4 비디오를 사용하였으며, 이 비디오의 비트 생성률은 최대가 3.33Mbps이며, 평균이 0.77 Mbps이다.

[8]의 기술된 IEEE802.11 표준 기반의 프로토콜이 무선 분산망의 프로토콜로서 많이 적용되어 왔기에 본 논문에서도 링크계층 프로토콜로서 IEEE 802.11 기반의 프로토콜을 사용하였다. 물리 계층으로서는 OFDM기반의

IEEE 802.11a를 사용하였으며 자세한 모의실험을 위해 사용된 링크와 물리계층의 파라미터들에 대한 값들이 표 1에서 정리되어있다. 채널 모델은 Ricean Fading 채널 모델을 적용하였으며, 여기에서 Ricean Factor, K, 는 4로 설정하였다.

표 1. 모의실험을 위해 사용된 링크 및 물리계층 파라미터들
Table 1. Link and Physical-Layer Parameters for the Simulations

Parameter	Value
CW _{min}	15
CW _{max}	1023
SIFS time	16 us
DIFS time	34 us
Slot time	9 us
MAC header	272 bits
PHY header	46 bits+Padding Bits
Preamble	16 us
ACK packet time	44 us
Packet payload	1024 Bytes
Channel bit rate	6 Mbps

본 모의실험에서의 네트워크의 사이즈는 1000m x 1000m이며, 이 공간에서 모든 노드들은 Random way point의 이동성 모델에 근거하여 이동하며, 노드들의 이동 속도는 항상 20 m/sec의 속도로 이동하며 목적지에 도달하게 되면 10초간 멈춘 후에 다른 목적지로 이동한다. TCP/IP 프로토콜을 사용하였으며 각각의 모의실험 대상들은 500초 동안 실험되어 졌다.

본 모의 실험에서는 노드의 수를 10에서 50까지 변경 시켜가며, [9]-[10]에 정의되어 있는 DSR 프로토콜과 AODV 프로토콜을 사용하였을 때의 MPEG-4 비디오 프레임들의 평균 종단 간 전송 지연시간, 패킷 전송률, 그리고 라우팅 프로토콜로 인한 오버헤드의 값들을 비교 분석한다. 여기서 평균 종단 간 전송 지연이란 MPEG-4 프레임이 소스의 응용계층에서 출발하여 목적지의 응용계층에 도달할 때까지의 시간으로 정의하며, 패킷 전송률은 생성된 전체 MPEG-4프레임의 수에 대한 실질적으로 목적지에 안전하게 전송된 프레임의 수로 정의한다. 마지막으로, 전체 성공적으로 전송된 프레임에 대한 모의 실험 동안 발생한 라우팅 제어 패킷의 수로 정의한다.

IV. 모의실험 결과와 분석

1. 페이딩 하에서 종단 간 지연 성능 분석

노드 수의 증가에 따른 MPEG-4 프레임의 전송의 종단 간 지연에 대한 모의실험결과가 그림 1에 AODV와 DSR을 사용한 각각의 경우에 대하여 나타내고 있다. 본 모의실험에서는 노드수가 증가함에 따라 MPEG-4 스트리밍을 발생하는 노드의 수가 n/5만큼 증가한다. 여기서 n은 전체 노드의 수이다. [11]에 나타나있듯이 International Telecommunication Union (ITU)에 의하여 권장되고 있는 최대 종단 간 지연과 최대 패킷 손실률은 각각 150ms와 0.5% 미만이며, 이 권장비표는 많은 Quality of Service (Qos)를 요구하는 서비스의 성능 지표로 사용되어 오고 있다. 그림 1에서 보이고 있는바와 같이 Ricean Fading 채널 하에서 노드수가 증가함에 따른 종단 간 지연은 DSR의 경우 노드 수가 10을 넘어가면서 권장치인 150ms를 넘어가 증가 하고 있으며, 반면에 AODV는 150ms를 전 모의실험 상황에서 넘지 않았으며 이는 MPEG-4의 성능이 허용수준에 머무를 수 있다는 것을 의미한다. [12]에서는 페이딩이 없는 상황에서 평가 하였는데 역시 노드 수가 증가함에 있어 DSR이 더 높은 지연성을 나타내고 있다. 그 이유는 DSR 프로토콜은 패킷의 헤더에 경로의 정보를 포함함으로써 대부분의 패킷의 크기가 커지고 이는 전송 시간의 지연을 발생시킨다. 또한, DSR은 오래된 경로에 대한 유지시간에 대하여 제한을 두는 특정 메커니즘이 없기 때문에 이미 오래되어 끊어진 정보를 바탕으로 데이터를 전송함으로써 인한 불필요한 시간의 손실로 인해 지연성은 더욱 커지게 된다.

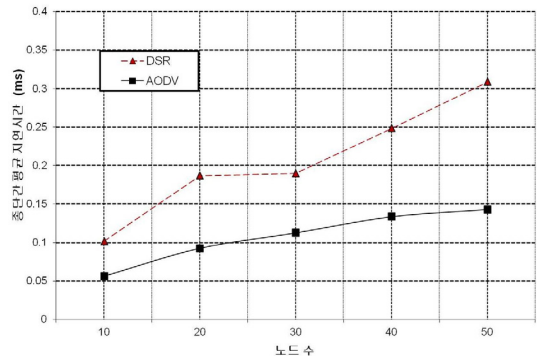


그림 1. 응용계층에서의 종단 간 평균 지연
Fig. 1. Average End-to-End delay in application layer

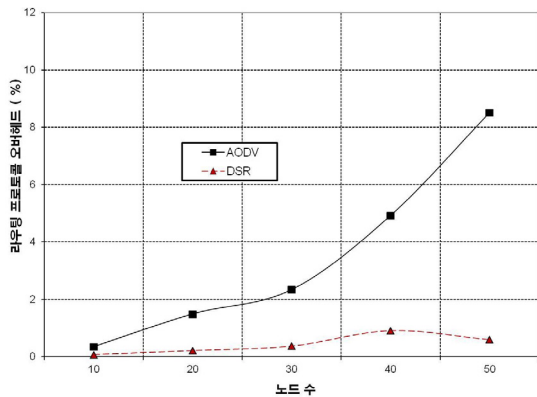


그림 2. 라우팅으로 인한 오버헤드
Fig. 2. Average overheads caused by routing protocol

2. 라우팅 프로토콜로 인한 오버헤드

그림 2에서는 전송에 있어 발생하는 라우팅 프로토콜의 오버헤드에 대한 결과를 나타내고 있다. 그림 2에서 보이는 바와 같이 노드의 수가 커짐에 따라 라우팅의 오버헤드는 DSR 프로토콜의 사용 시보다 AODV 프로토콜의 사용 시에 항상 더 많은 오버헤드를 발생시키고 있으며 그 증가 폭도 더 크게 변화하고 있음을 보이고 있다. 노드 수의 증가는 전송되는 라우팅 제어 패킷들의 전송에 있어 충돌 횟수를 증가시키며 이로 인하여 더 많은 재전송이 발생하게 되고, 따라서 라우팅의 오버헤드를 증가시키는 원인이 된다. 이러한 상황에서도 DSR 프로토콜이 더 작은 오버헤드를 만드는 이유는 경로설정시의 과정인 한번의 Query-Reply 사이클 동안 소스 노드는 목적지까지의 경로의 정보를 통해 그 경로를 따라 존재하는 중간 노드들의 정보 또한 획득하게 된다. 또한 이 경로상의 중간 노드들 또한 그 경로상의 다른 노드들에 대한 경로에 대한 정보를 습득하게 된다. 즉, DSR 프로토콜을 사용할 때는 모든 노드들이 라우팅에 대한 정보를 엿들음으로써 획득하게 되어, 스스로 경로 설정을 위한 라우팅 오버헤드를 발생시키지 않게 된다. 반면에 AODV 라우팅 프로토콜의 경우, 소스부터 목적지까지의 경로 설정 시에 다른 노드들은 그 경로에 대한 정보를 알지 못하고 다음 홉으로만 전달하게 됨으로 다른 경로에 대한 정보를 획득하지 못하게 된다. 즉 경로에 대한 정보 측면에서 AODV 프로토콜은 DSR 프로토콜에 비하여 제한성을 가지게 된다. 이로 인하여, AODV 프로토콜에서는 경로 끊길 때마다 경로 복구를 위한 과정을 위하여

Flooding을 발생 시키게 됨으로서 더 많은 오버헤드를 생성시키게 된다. 또한 DSR 프로토콜은 라우팅 캐시 방식을 사용함으로 소스는 목적지까지의 다양한 대체 경로를 확보하고 있으며 이는 경로 끊김 시에도, 다른 경로로 데이터를 전송하게 함으로서 불필요한 오버헤드의 생성을 막고 있다. 그러나 AODV 프로토콜은 경로 끊김 시마다 경로 복구를 위하여 오버헤드를 발생 시키게 된다.

그림 1에서 전송 지연은 AODV 프로토콜을 사용했을 경우에 더 낮았으나, 전송률에 있어서 DSR 프로토콜을 사용했을 때 더 좋은 성능을 나타낸 이유는 평균 전송 지연의 계산 시에 성공적으로 전송된 패킷의 전송 지연만을 고려했기 때문이다. 즉 AODV 프로토콜의 사용은 전송된 패킷은 빠르게 전송시키나, 더 많은 패킷이 손실되는 경향이 있는 것으로 판단된다. 따라서 일정 정도의 전송 손실을 감수하지만 빠른 전송을 필요로 하는 경우에는 AODV 프로토콜의 사용이 DSR 프로토콜의 사용보다 더 낫은 결과를 낳을 수 있으며, 지연성을 감수하더라도 높은 전송률을 필요로 하는 경우에는 DSR 프로토콜을 사용하는 편이 나은 것으로 판단된다.

3. 비디오 패킷 전송률

ITU의 따르면 0.5%까지의 패킷 소진율을 수신된 비디오 데이터의 화질에 있어 허용 가능한 수치로 제시하고 있다. 즉, 만약 손실률이 이 허용치 이상이 되면 수신된 비디오의 화질을 떨어뜨리는 것으로 판단된다. 그림 3에서 나타낸 모의실험의 결과에 따르면 DSR 프로토콜이 AODV에 비하여 페이딩 환경 하에서 더 높은 전송률을 나타내고 있다. 또한 DSR 프로토콜 사용 시의 패킷 전송률은 노드수의 증가에 상관없이 일정한 상태를 유지하고 있다. 본 장의 시작에서 언급한 바와 같이 노드의 수가 증가함에 따라 MPEG-4 스트리밍을 전송하고 있는 소스 노드의 수 또한 증가하게 된다. 이러한 소스노드의 증가는 네트워크의 트래픽의 증가를 초래하고 이는 패킷전송에 있어 링크 계층에서의 많은 충돌을 발생시킨다. 따라서 경로 끊김이 빈번하게 발생하게 된다. 이러한 경우, AODV 프로토콜과는 달리 DSR 프로토콜은 목적지까지의 끊어진 현재의 경로를 대체할 경로를 이미 알고 있을 가능성이 많기 때문에 전송에 있어서의 신뢰성이 상대적으로 높다고 할 수 있고, 결과적으로 더 높은 전송률을 나타낸다.

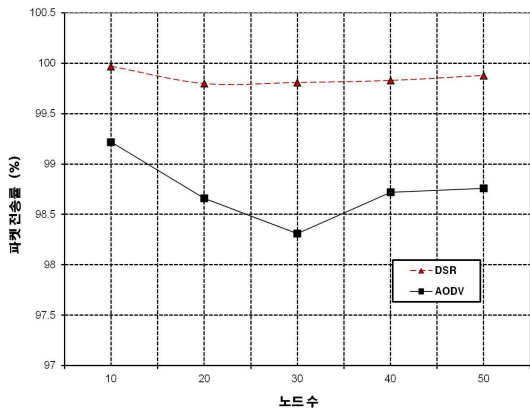


그림 3. MPEG-4 프레임의 평균 종단간 전송률
 Fig. 3. Average End-to-End Delivery Ratio of MPEG-4 frames

V. 결론

본 논문에서는 지금까지 다루어지지 않았던 페이딩 채널 환경을 가진 MANET에서 이동 노드들의 MPEG-4 비디오 스트리밍의 전송에 대하여 DSR과 AODV 프로토콜을 사용하여 성능을 모의 실험을 통하여 분석하였다. 본 분석의 결과 페이딩 환경에서의 두 프로토콜을 사용할 때의 성능은 페이딩 환경이 아닌 경우와 그다지 큰 차이를 만들지는 못하였다. 본 실험에서 알 수 있었던 사실은 DSR 프로토콜이 페이딩과 이동성으로 인한 경로의 끊김에 있어 더 빠르게 대처 할 수 있었고 라우팅을 위한 오버헤드의 발생이 상대적으로 적기에 비디오 패킷의 전송율에 있어서 AODV 보다 높은 성능을 나타냈으며, ITU가 권장하는 요구조건 이상을 만족하고 있음을 확인하였다.

참고 문헌

[1] Beaubrun, R. and Molo, B., Using DSR for routing multimedia traffic in MANET. *International Journal for Computer Network & Communication*, 2(2010), 120-138.
 [2] Sheltami, T. R., Performance evaluation of H.264 protocols. *Ad Hoc Network Journal of Mobile Multimedia*, 4(2008), 59-70.

[3] Al-Suhail, G. A., Performance evaluation of MPEG-4 video transport in Rayleigh fading channel. *2nd International Conference on Signal Processing and Communication System (ICSPCS)*, (2008, pp 1-8.
 [4] Sarkar, N. I. and Lol, W. G., A Study of MANET Routing Protocols: Joint Node Density, Packet Length and Mobility. *IEEE Conference on Computers and Communications (ISCC)*, 2010, pp 515-520.
 [5] The network simulator-ns-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
 [6] Atenaa & radio communication (ARC) group, <http://www.ece.cmu.edu/wireless/>.
 [7] MPEG-4 and H.263 video traces for network performance evaluation, 2001, <http://www.tkn.tu-berlin.de/research/trace/trace.html>.
 [8] IEEE 802.11 WG, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications, Standard, IEEE, 1999.
 [9] Johnson, D. B. and Maltz, D. A., Dynamic source routing in Ad-Hoc networks. *Mobile Computing*, ed. T. Imielinski and H. Korth, Kluwer Academic Publishers, 1996, pp 153-181.
 [10] Perkins, C. E. and Royer, E. M., Ad Hoc on-demand distance vector routing. *Proceedings of the 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, New Orleans, LA, 1999, pp 90-100.
 [11] ITU, One way transmission time. ITU-T Recommendation G.114. May 2000.
 [12] Amjad, K. and Stocer, A.J., Impact of node density and mobility on the performance of AODV and DSR in MANETS. *IEEE Conference on Communication Systems Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP)*, 2010, pp 61-65.

※ 본 연구의 일부는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었으며 (NIPA-2011-(C1090-1121- 0011)), 일부는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2011-0005360).

저자 소개

Muhammad Khalil Afzal(학생회원)



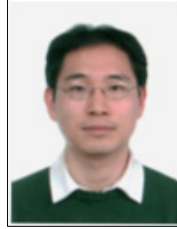
- 2004년 COMSATS Institute of Information Technology at Wah, Computer Science, B.S.
- 2007년 COMSATS Institute of Information Technology at Wah, Computer Science, M.S.
- 2008년 1월 ~ 2009년 11월 Bahauddin

Zakariya University Multan Pakistan, Lecturer.

- 2009년 12월 ~ 2011년 6월 King Khalid University Abha Saudi Arabia, Lecturer
- 2011년 9월 ~ 현재 영남대학교 정보통신공학과 박사과정

<Research Area : Ad Hoc Networks, Transport protocols analysis>

김 병 서(중신회원)



- 1998년 인하대학교 전기공학과 공학사
- 2001년 University of Florida, Dept. Electrical and Computer Engineering M.S.
- 2001년 University of Florida, Dept. Electrical and Computer Engineering Ph.D.

- 1997년 12월 ~ 1999년 5월 한국 모토로라, CIM Engineer.
 - 2005년 1월 ~ 2007년 8월 Motorola Inc. Sr. Engineer.
 - 2007년 9월 ~ 현재 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 조교수
- <주관심분야 : Wireless networks, Protocol design, Resource allocation, Wireless Multicasting, Wireless security>