
모바일 ad-hoc 네트워크에서 멀티미디어 트래픽 전송

김영동*

Transmission of Multimedia Traffic over Mobile Ad-hoc Networks

Young-Dong Kim*

이 논문은 2003년도 동양대학교 연구년 지원에 의해 연구되었음

요 약

본 논문에서는 모바일 애드혹 네트워크에서 멀티미디어 트래픽의 전송특성을 시뮬레이션으로 연구하였다. 시뮬레이션에서는 멀티미디어 트래픽으로 MPEG 비디오 형식의 합성 스트리밍 비디오를 사용하였으며, 합성 스트리밍 비디오는 비디오 스트림 알고리즘을 사용하여 생성하였다. 비디오 합성 알고리즘은 I(intra-coded), P(predicted-coded), B(bidirectional-coded) 프레임 열로 구성되는 특정 GOP(group of pictures) 패턴을 사용하여 MPEG 비디오 스트림에 대응하는 VBR 트래픽을 생성한다. 이 합성 VBR 스트림을 모바일 애드혹 네트워크 상에서 UDP 프로토콜을 사용하여 전송하였으며, 라우팅 프로토콜로는 AODV와 DSR을 사용하였다. 모바일 애드혹 네트워크의 비디오 스트림 전송성능으로서 패킷 지연, 패킷전달률 및 수율을 분석하였으며, 데이터 트래픽과 비디오 트래픽의 전송 수율을 비교하여 보았다.

ABSTRACT

In this paper, some performance characteristics of multimedia traffic for mobile ad-hoc networks is studied with simulations. Synthetic streaming video is considered as the multimedia traffic for MPEG-coded video in the simulation. The synthetic video stream is generated with a video stream generation algorithm. The algorithm generate VBR traffics for MPEG video streams with special predefined GOP(group of pictures) patterns that is consisted of a sequence of I(intra-coded), P(predicted-coded) and B(bidirectional-coded) frames. The synthetic VBR streams is transmitted through UDP protocol with on-demand mobile ad-hoc network routing protocols like as AODV and DSR. And performances for video streams through mobile ad-hoc networks is evaluated, the throughputs is compared between data and video traffics.

키워드

Ad-hoc network, Multimedia, Throughput, Delay, VBR

1. 서 론

모바일 애드혹 네트워크는 무선 LAN(local area network)의 AP(access point)나 이동전화의 BS(base station)와 같은 기반구조를 사용하지 않고 일시

적으로 구성되는 통신망으로서 응용분야가 급격하게 증가될 것으로 예상된다.

모바일 애드혹 네트워크의 대표적인 응용분야로는 LAN과 같은 유선통신의 확장을 위한 무선중계 네트워크, 화재나 전쟁 및 지진과 같은 긴급 재난

* 동양대학교 정보통신공학부

접수일자 : 2004. 12. 23

통신용 네트워크, 센서 네트워크와 같은 장치간의 통신 등을 들 수 있다. 특히 애드혹 네트워크는 화재, 지뢰 및 방사능 낙진 탐지나 고정 네트워크 구축이 어려운 어로용 단거리 해상 통신환경에 유용하게 사용될 수 있다.

모바일 통신의 선호도가 증가함에 따라, 애드혹 네트워크의 응용분야도 제한된 영역에서 사용자의 일상생활 환경이나 업무 응용분야로 다양하게 확대될 것으로 기대된다. 이러한 경향에 따라 모바일 애드혹 네트워크 상에서 전송되어지는 트래픽의 종류가 다양화되고 전송 정보량이 증가할 것으로 예상된다. 따라서 앞으로의 모바일 애드혹 네트워크에서 전송되는 트래픽은 멀티미디어 형으로 비디오, 오디오, 데이터 및 이들의 조합으로 구성 되어질 것이다.

멀티미디어 통신에서 유효 전송대역의 대부분은 비디오 트래픽에 의하여 점유되므로, 모바일 애드혹 네트워크에서 비디오 트래픽의 전송은 네트워크의 전체 성능에 많은 영향을 준다. 그럼에도 불구하고, 모바일 애드혹 네트워크 분야의 연구는 주로 라우팅 프로토콜, 전력소모, 멀티캐스팅 및 센서 네트워크와 같은 일부 기본적인 분야에 국한되었다. 멀티미디어 전송은 모바일 애드혹 네트워크의 중요한 응용분야로 발전할 것으로 예상되고, 특히 비디오 트래픽 전송은 모바일 애드혹 네트워크의 주요 트래픽으로 성장할 것으로 기대되지만 이 분야에 대한 연구는 부분적으로 수행되거나 미흡한 편이다.

모바일 애드혹 네트워크에서 멀티미디어 전송에 관한 연구 결과에는 멀티미디어 트래픽 전송에 적합한 라우팅 프로토콜의 제안[1], 서로 다른 형태의 트래픽이 존재하는 애드혹 네트워크에 대하여 트래픽 모델이 미치는 영향[2], 802.11 프로토콜을 기반으로 한 무선 네트워크에서 멀티미디어 전송의 영향[3] 등이 있다. 이 연구들은 멀티미디어 트래픽으로 비디오 트래이스 파일로부터 생성되는 VBR(variable bit rate) 트래픽을 생성하였다.[4][5]

비디오 트래이스 파일로부터 추출되는 VBR 트래픽을 사용한 연구결과들은 실제 비디오의 MPEG(moving picture experts group) 코드로부터 생성되는 트래픽을 사용하기 때문에 동영상 전송의 실제환경을 분석할 수 있는 점에서 의미가 있다. 그러나 트래이스 파일은 트래픽의 형태가 제한적이어서 다양한 통신환경의 분석에 필요한 VBR 트래픽을 지원할 수 없어 멀티미디어 트래픽 전송의 종합분석에 요구되는 특정형태의 트래픽을 제공하지 못하는 단점이 있다. 그러나 합성 비디오 트래픽을 사용할 경우 원하는 특성을 갖는 VBR 트래픽

을 생성할 수 있다.[6][7]

본 연구는 모바일 애드혹 네트워크에서 비디오 트래픽의 전송성능에 관한 것으로 패킷 지연, 패킷 전달율, 수율 등을 전송 파라미터로 분석하였다. VBR 스트림은 본 연구에서 개선하여 제시한 합성 VBR 트래픽 생성기를 사용하여 생성되며 UDP(user datagram protocol) 프로토콜을 사용하여 전송된다. 그리고 모바일 라우팅 프로토콜로는 AO-DV(adhoc on-demand distance vector)와 DSR(dynamic source routing)을 사용하였다. 본 연구는 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 수행되었으며, 시뮬레이터는 NS-2(network simulator-2)를 사용하여 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장은 서론이며, 2장에서 전송 프로토콜로 모바일 애드혹 네트워크에서 사용되는 TCP(transport control protocol)와 UDP 프로토콜을 소개하고, 3장에서 멀티미디어 트래픽을 설명하고 본 연구에서 개선하여 사용한 합성 비디오 트래픽 생성 알고리즘 소개하였다. 4장에는 시뮬레이션 및 성능분석을 기술하였으며, 마지막으로 5장 결론에서 연구결과 및 향후의 연구방향을 제시함으로써 논문을 맺는다.

II. 전송 프로토콜

전송 프로토콜은 IP(internet protocol) 계층에 의하여 제공되는 종단간 메시지 전달 서비스를 상위계층인 응용계층 프로토콜에 배정한다. 전송 프로토콜이 제공하는 서비스를 종단간 프로세스 통신이라 하며, IP에 의하여 제공되는 최선 전달 서비스(best-effort service)에 대하여 신뢰성을 추가한 전달 서비스이다.

모바일 애드혹 네트워크에서는 연결형인 TCP와 비 연결형인 UDP가 전송 프로토콜로 사용된다.

TCP는 응용 프로세스에 대해 신뢰성있는 양방향 연결, 흐름제어, 밀집제어 기능을 제공한다. 모바일 애드혹 네트워크에서 사용되는 TCP 프로토콜에는 TCP-F(TCP-feedback)[8], ATCP(ad-hoc TCP)[9], TCP-BUS[10]등이 있다.

UDP는 비연결형 전송프로토콜로서 최선 전달 서비스를 제공할 뿐이며, 순서에 따른 패킷 전달을 보장하지 않으며, 응용 프로세스에 대하여 단방향 통신링크를 제공한다. 그러므로 UDP는 작은 크기의 정보 전송에 편리하게 사용될 수 있을 뿐만 아니라 정보의 손실에 대해 민감하지 않거나 지연에 대해 비교적 덜 민감한 특성을 갖는 트래픽의 전송에도 유리하다.

3.3 비디오 트레이스 파일

특정한 전송특성의 연구에는 실제 MPEG-4 스트리밍 비디오 보다 소스 트래픽 분석이 용이한 트레이스 파일이 더 유리하다. MPEG-4 스트리밍 비디오에 대한 트레이스 파일은 인터넷 사이트에 공개되어 있다.[14]

그림 2는 스타워즈 IV 영화로부터 생성된 트레이스 파일[14]의 첫 일부 프레임의 구성과 프레임 길이를 제시하고 있다. 그림 2에는 두 종류의 GOP 열이 제시되어 있다. 그림 2(a)는 부호화열이고 그림 2(b)는 전송열이다. 두 열 사이의 차이는 첫 부분 몇 개의 프레임에 있다. 그리고 다른 부분에서 GOP은 동일한 주기적 패턴을 보인다. 두 패턴사이의 이와같은 차이는 B 프레임 코딩에서 간섭에 의한 프레임 재정렬에 의해서 발생된다.

(a) encoded sequence

GOP	I	B	B	P	B	B	P	B	B	P	B	B	I	B	B	I
Length	919	502	482	1101	284	577	491	288	284	688	278	628	1489			

(b) transmitted sequence

GOP	I	P	B	B	P	B	B	P	B	B	I	B	B
Length	919	1101	602	482	491	284	577	688	288	284	1489	278	628

Length unit: [byte]

그림 2. 트레이스 파일의 예(스타워즈 IV).
Fig. 2. Sample of trace file(Star Wars IV).

그림 3은 그림 2에 제시된 스타워즈 IV 트레이스 파일에서 첫 프레임부터 4000 프레임까지의 프레임 길이 분포를 보여준다. 그림 3에서 비디오 트래픽의 정보량이 시간에 따라 변화되는 VBR 특성을 알 수 있다.

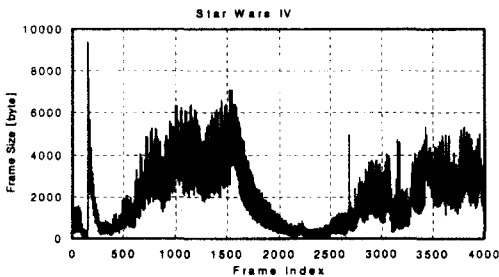


그림 3. 프레임 열의 길이 분포(스타워즈 IV).
Fig. 3. Distribution of frame sequence(Star Wars IV).

3.4 VBR 모델

MPEG-4 스트리밍 비디오에서 얻어지는 트레이스 파일이 트래픽 연구에 편리하게 사용될수 있다 하더라도 그 트래픽의 특성이 원 MPEG-4 스트리밍 비디오와 동일한 점이 전송특성 연구에 단점으로 작용한다. 트레이스 파일이 모바일 애드혹 네트워크 전송 성능 해석에 요구되는 비디오 트래픽의 다양한

조건들을 충분히 지원하지 못하기 때문이다.

임의로 지정된 비디오 트래픽 조건을 대상으로 한 전송 성능을 측정하기 위해서는 트래픽 생성 알고리즘을 사용해야 한다. 비디오 트래픽 생성 알고리즘에 대한 연구 결과들로는 지수분포를 사용한 VBR 트래픽의 생성법[2]과 FARIMA, Long-Range 및 M/Pareto 모델 등이 있다.[15] 이 가운데 M/Pareto는 모델은 서로 다른 길이의 Pareto 분포를 사용하여 I, P 및 B 프레임을 생성하고 합성한다.

MPEG 스트림을 생성하는 다른 방법으로 합성 알고리즘(synthetic algorithm)이 연구되었다.[6][7] 다른 방법들이 단순히 프레임 길이 분포를 사용하여 MPEG 스트림을 생성한 반면에 합성 알고리즘은 장면 길이를 사용하여 장면을 구성하고 그 다음에 프레임 길이를 사용하여 장면에서 사용될 프레임들을 구성한다. 장면길이는 기하분포가 사용되며, I, B, P 프레임은 3개의 서로 다른 대수정규분포를 사용하여 생성된다.

그림 4는 합성 MPEG 스트림을 생성하는 합성 알고리즘이다. 이 알고리즘은 지정된 통계분포에 한하여 사용될수 있도록 제한된 합성 알고리즘[7]을 수정하여 일반화한 것이다. 장면길이분포와 프레임길이 분포를 더 정확하게 표현할 수 있는 새로운 길이 분포가 개발될 경우 그 분포를 이 알고리즘에 적용하여 보다 정확한 특성을 갖는 합성 MPEG 스트림을 생성할 수 있다.

```

set scene_max = number of scenes
set GOP_number = number of one periodic pattern used in GOP
set frame_type_number = distance between P and I or P and P
frame

for i=1 to scene_max do
  generate scene_length;
  generate I frame's basic length used for the same scene;
  for j=1 to scene_length do
    for k=1 to GOP_number do
      if k=1 then
        compensate I frame length for autocorrelation of same
scene;
      else if remainder(GOP_Number/frame_type_number)=1 then

        generate P frame length;
      else
        generate B frame length;
      endif
    end for // k
  end for // j
end for // i
    
```

그림 4. MPEG-4 스트림 생성용 합성 알고리즘.
Fig. 4. Synthetic algorithm for MPEG-4 stream.

본 연구에서 멀티미디어 트래픽은 그림 4에 제시한 합성 알고리즘을 사용하여 생성한 합성 MPEG-4 스트림을 대상으로 한다. 이 가변길이의 합성 VBR 트래픽을 지정한 율로 생성하여 UDP 스트림으로 처리한다. 합성 VBR 트래픽 생성에는 프레임 길이 분포로 대수정규분포를, 장면길이 분포로 기하분포를 사용하였다.

IV. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 환경

본 연구에서 시뮬레이션은 NS-2 시뮬레이터[16]와 CMU Monarch 그룹이 제시한 NS-2용 무선 및 이동 확장 기능[17]을 사용하여 수행하였다.

대상 애드혹 네트워크는 1000×1000[m]의 영역에 80개의 모바일 노드로 구성하였으며, 노드 이동 패턴으로는 random way point를 사용하였다. 노드 이동 속도는 0[m/s]~20[m/s]이고 평균 속도는 10[m/s]인 균일분포로 가정하였으며, 지속적인 이동을 위해 이동 휴지 시간은 0[sec]으로 설정하였다. 그리고 라우팅 프로토콜로는 AODV와 DSR을 사용하였다.

시뮬레이션을 통하여 수율(throughput), 패킷 전달율(packet delivery rate) 및 패킷지연(packet delay)을 측정하였다. 시뮬레이션은 각각의 조건에 대하여 30회 실시하였으며, 측정된 결과의 평균값을 시뮬레이션 결과로서 다음 절에서 그림으로 제시하였다.

4.2 시뮬레이션 결과 및 해석

수행된 시뮬레이션 결과를 그림 5~8에 제시하였다. 그림 5는 부하 트래픽에 대한 수율이다. VBR 트래픽의 수율은 AODV의 경우 입력된 부하 트래픽의 40%, DSR은 30%에서 포화상태가 되었다. 포화상태에 이르는 부하 트래픽은 약 400[kbps]였다.

그림 6은 평균패킷전달율을 보여준다. 패킷 전달율은 부하 트래픽이 증가에 따라 두 라우팅 방식에서 모두 천천히 감소하였다. 부하 트래픽이 300[kbps] 미만일 경우 90%의 VBR 트래픽이 수신측에 전달되었으며, 300[kbps]~600[kbps]에서는 약 80%의 트래픽이 전달되었고, 600[kbps] 이상에서는 패킷 전달율이 70%~60%로 감소되었다.

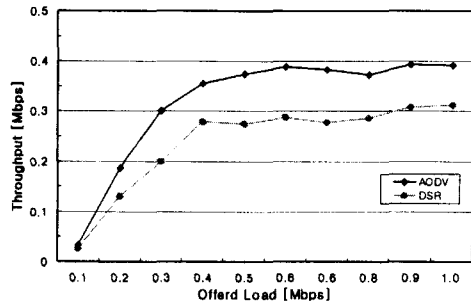


그림 5. 수율.
Fig. 5. Throughput.

평균패킷지연은 그림 7에 제시한 바와같이 부하 트래픽이 증가에 따라 상당한 정도로 증가한다. VBR 트래픽의 패킷지연은 AODV에서 약 1[ms], DSR에서 1.8[ms]이하였다. 600[kbps]이상의 부하 트래픽에서는 DSR의 패킷지연이 AODV에 비하여 약 2배 정도되었다. 그러나 전 구간에 대한 두 방식의 지연차이는 0.3[ms]였으며, 500[kbps]이상 영역에 대한 지연차이는 0.5[ms]였다.

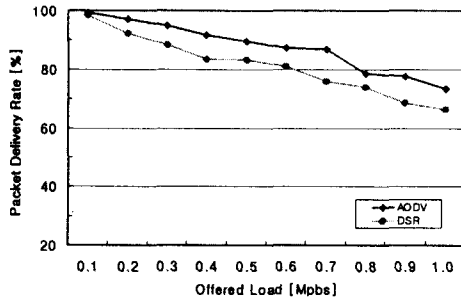


그림 6. 평균 패킷 전달 율.
Fig. 6. Average packet delivery rate.

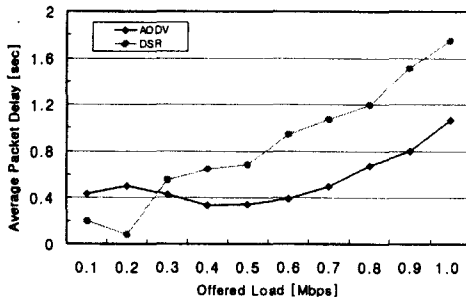


그림 7. 평균 패킷 지연.
Fig. 7. Average packet delay.

그림 8은 비디오 트래픽과 데이터 트래픽의 수율을 지수분포[2]와 M/Pareto방법[15]과 비교한 결과이다. 본 연구의 방법이 지수분포와 M/Pareto방법에 비하여 수율변동율이 각각 13.7%, 7.3% 개선되었다.

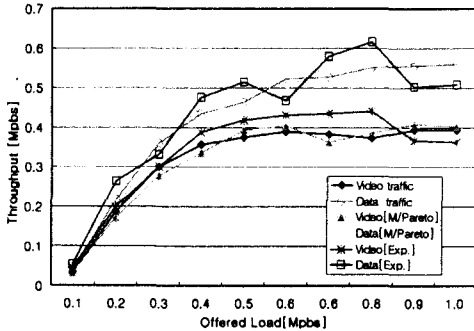


그림 8. 데이터 트래픽과 비디오 트래픽.
Fig. 8. Data traffic and video traffic.

그리고 그림 8에서 데이터 트래픽의 수율이 비디오 트래픽에 비하여 약 20[%] 정도 높은 것으로 나타나고 있다. 이는 비디오 스트림의 트래픽 생성에서 데이터 율의 변동이 수율감소로 나타난 것이다.

IV. 결론

본 논문에서는 모바일 애드혹 네트워크에서 멀티미디어 트래픽의 전송 특성을 분석하였다. 대상 멀티미디어 트래픽으로 합성 비디오 스트림을 사용하였다.

본 연구에서 사용한 방법은 멀티미디어 전송을 위한 새로운 시도로서 본 연구의 결과가 기존의 결과와 비교하여 수율변동율이 현저히 줄어드는 것으로 볼 때 모바일 애드혹 네트워크에서 앞으로 연구에 있어 연구방법의 하나로 사용될 수 있다.

본 연구가 모바일 애드혹 네트워크를 대상으로 한 멀티미디어 전송에서 수율, 패킷전달율 및 패킷지연과 같은 기본적인 전송 파라메타 국한되었기 때문에 I, P, B 각각의 비디오 프레임이 모바일 애드혹 네트워크에서 비디오 스트림 전송에 미치는 영향 뿐만아니라 서비스 저하율와 QoS(Quality of Service) 관련성 해석 등이 앞으로의 연구 과제이다.

참고문헌

- [1] T. Dyer, R. Boppana, "On Routing Web and Multimedia Traffic in Mobile Ad Hoc Networks", Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Science, 2003.
- [2] J. Prokkola, L. Leppänen, T. Bräysy, "On the Effect of Traffic Models to the Performance of Ad Hoc Network", Military Communications Conference(MILCOM 2003), Oct., 2003.
- [3] M. Kazantzidis, M. Gerla, "End-to-End versus Explicit Feedback Measurement in 802.11 Networks", The Seventh IEEE Symposium on Computers and Communications(IEEE ISCC 2002), July, 2002.
- [4] F. Fitzek, M. Reisslein, "MPEG-4 and H.263 Video Traces for Network Performance Evaluation", TKN technical Report Serises, Technical University Berlin, Oct., 2000.
- [5] F. Fitzek, M. Reisslein, "MPEG-4 and H.263 Video Traces for Network Performance Evaluation", IEEE Network, pp.40-54, Nov., 2001.
- [6] M. Krunz, H. Hughes, "A Traffic Model for MPEG-Coded VBR Streams", Proceeding of the ACM SIGMETRICS/ PERFORMANCE '95 Conference, pp.47-55, May, 1995.
- [7] M. Krunz, S. Tripathi, "On the Characterization of VBR MPEG Streams", Proceeding of the ACM SIGMETRICS '97 Conference, May, 1997.
- [8] K. Chandran, S. Raghunathan, S. Venkatesan, R. Prakash "A Feedback Based Scheme for Improving TCP Performance in Ad-Hoc Wireless Networks", Proc. 18th International Conf. on Distributed Computing System(ICDCS) pp. 472-479, May, 1998.
- [9] J. Liu, S. Singh, "ATCP : TCP for Mobile Ad Hoc Networks", IEEE Journal on Selected Area in Communications, Vol. 19, No. 7, pp. 1300-1315, July, 2001.
- [10] D. Kim, C. Toh, Y. Choi, "TCP-Bus : Improving TCP Performance in Wireless Ad Hoc Networks", Journal of Communication and Networks, Vol. 3, No. 2, pp.

175-186, June, 2001.

[11] R. Boppana, S. Konduru, "An Adaptive Distance Vector Routing Algorithm for Mobile, Ad Hoc Network", Proceeding of the IEEE INFOCOM 2001, Apr., 2001.

[12] S. Das, C. Perkins, E. Royer, "Performance Comparison of Two On-Demand Routing Protocols for Ad Hoc Networks", Proceeding of the INFOCOM 2000 Conference, March, 2000.

[13] S. Desilav, S. Das, "Experiment Evaluation of a Wireless Ad Hoc Network", Proceeding of the 9th International Conference on Computer Communications and Networks(IC3N), Oct., 2000.

[14] <http://www.tkn.ee.tu-berlin.de/research/trace/trace.html>

[15] R. Kumar, J. Rao, A. Turuk, S. Chattopadhyay, G. Rao, "A Protocol to Support QoS for Multimedia Traffic over Internet with Transcoding", Trusted Internet Workshop 2002/HiPC 2002, Dec., 2002.

[16] K. Fall, K. Varadhan, The Ns Manual (formerly ns Notes and Documentation), The VINT Project, UC Berkely, LBL,

USC/ISI and XEROX PARC, Dec., 2003.
<http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html>

[17] CMU Monarch Group, "CMU Monarch extensions to NS-2 Simulator", <http://monarch.cs.cmu.edu/cmu-ns.html>

저자 소개

김영동(Young-Dong Kim)



1984년 광운대학교 전자통신공학과
공학사

1986년 광운대학교 대학원 전자통신공학과
공학석사

1990년 광운대학교 대학원 전자통신공학과
공학박사

1989년~1995년 대덕대학 정보통신공학과 조교수

1995년~현재 동양대학교 정보통신공학부 부교수

2003년~2004년 미국 UCSC 연구교수

* 관심분야 : 통신 프로토콜, 모바일 애드혹 네트워크,
컴퓨터 시뮬레이션