

# 네트워크 상 멀티미디어를 위한 개방형 평가 프레임워크

이춘호\*, 김명철\*, 윤요한\*, 이일범\*, 현순주\*, 이경희\*\*, 이수용\*

한국과학기술원\*, 오레곤주립대학교<sup>+</sup>, 한국전자통신연구원<sup>++</sup>

handera@kaist.ac.kr, mck@kaist.ac.kr, straightfor@kaist.ac.kr, benl@eecs.orst.edu,

sjhyun@kaist.ac.kr, leekhe@etri.re.kr, torshong@kaist.ac.kr

## OEFMON: An Open Evaluation Framework for Multimedia Over Networks

Chunho Lee\*, Myungchul Kim\*, Yohaam Yoon\*, Ben Lee<sup>+</sup>, Soon Joo Hyun\*,

Kyunghee Lee<sup>++</sup>, Sooyong Lee\*

Korea Advanced Institute of Science and Technology\*, Oregon State University<sup>+</sup>,

Electronics and Telecommunications Research Institute<sup>++</sup>

### 요 약

다양한 멀티미디어 서비스의 등장으로, 네트워크를 통한 멀티미디어의 원활한 전송에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 따라 이러한 기술 들을 검증하고 실험하기 위한 멀티미디어와 네트워크의 통합 프레임워크의 필요성은 높아졌다. 따라서, 이 논문에서는 멀티미디어의 네트워크 전송에 관한 연구를 위한 새로운 프레임워크를 제안한다. 본 프레임워크는 멀티미디어 프레임워크를 네트워크 시뮬레이터에 통합하여 멀티미디어 프레임워크에서 지원되는 다양한 멀티미디어 코덱을 시뮬레이터와 연동하여 사용하게 하고 네트워크 상태를 피드백으로 멀티미디어 프레임워크에 주어 수용하게 한다. 이 프레임워크는 기존 연구에 비해 다양한 코덱 지원, 네트워크 피드백 기반 멀티미디어 코딩, 실시간 비디오 전송 관찰 등의 장점이 있다. 또한 제안된 프레임워크의 개별 연구를 수행하여 그 효용성을 입증하였다.

### 1. 서 론

오늘날 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 날이 증가하고 있다. 이와 더불어 다양한 멀티미디어 서비스가 보편화되고 있고 Youtube, Joost, Coolstreaming와 같은 다양한 멀티미디어 응용이 등장하였다. 이에 따라, 멀티미디어의 네트워크 전송을 위한 연구가 진행 되었다[5, 4, 11, 12]. 이들 연구에서는 연구의 성능을 평가하고 측정하기 위해 종단간 지연, 패킷 손실률과 같은 네트워크 퍼포먼스 메트릭이 사용하거나[13], 멀티미디어 스트림에 임의의 에러를 추가하여 비트 에러율(Bit Error Ratio)을 이용하는 방법이 사용되었다[4]. 그러나, 네트워크 성능 메트릭 만으로 지각된 품질을 측정할 수 없으며[2, 15], 비트 에러율을 이용한 임의의 비트 에러를 삽입하는 방법은 발생하는 실제 에러의 패턴과 다르다[13].

따라서, 이러한 멀티미디어의 네트워크 전송의 연구를 위해 실시간으로 멀티미디어를 전송하고 멀티미디어 품질을 측정 할 수 있는 프레임워크가 필요하다. 관련 연구로 Evalvid[6]는 네트워크에서 비디오 전송을 시뮬레이션 하여 패킷 손실률, 프레임 손실률, 지터와 PSNR, MOS에 대한 정보를 리포트 한다. 그러나, Evalvid는 H.264, H.263, MPEG-4 만을 지원하여 코덱 선택에 제한이 있고 Multiple Description Coding, Error

Resilience tools, 비디오 울 제어를 지원하지 않는다. Evalvid의 기능을 개선하기 위한 myEvalvid[7]는 Evalvid를 네트워크 시뮬레이터인 NS-2에서 사용 가능하도록 하였고, Evalvid-RA[6]는 울 적응적 비디오 전송을 지원한다.

그러나, 이들 연구는 공통적으로 Evalvid가 가지고 있는 제한적인 비디오 코덱 지원, 프레임 단위의 코딩만 지원, trace 파일 기반으로 on-the-fly 시뮬레이션이 난이, PSNR과 같은 원본을 참조로 품질을 평가하는 전체 기준법 방식만의 비디오 품질 비교 지원, 여러 프로세스로 나뉘져 사용 어려움의 단점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 멀티미디어의 네트워크 전송을 평가하기 위한 새로운 프레임워크를 제안한다. 새로운 프레임워크는 네 가지 장점이 있다. 첫째, 멀티미디어 프레임워크와 네트워크 시뮬레이터를 프레임워크에 수용함으로써 멀티미디어 프레임워크가 지원하는 다양한 코덱의 사용이 용이하다. 둘째, 네트워크 성능을 멀티미디어 프레임워크에 피드백으로 실시간으로 전달하여 실질적인 멀티미디어 부호화가 적용 가능하다. 셋째, 실시간으로 비디오, 네트워크 성능, 비디오 품질 메트릭을 관찰할 수 있다. 넷째, 실시간으로 실제 비디오 데이터를 수신 받아 원본 없이 품질을 평가하는 무기준법 방식의 비디오 품질 연구를 이용할 수 있다.

2장에서 멀티미디어 프레임워크에 대해 설명 한다. 3장에는 제안되는 프레임워크의 구조와 내용에 대해서 설명한다. 4장에서는 제안되는 프레임워크를 이용하여 개별연구를 진행한다. 5장에는 결론과 향후 계획이 있다.

**2. 멀티미디어 프레임워크**

멀티미디어 프레임워크란 컴퓨터에서 네트워크를 통해 다양한 멀티미디어를 처리하기 위한 소프트웨어 프레임워크이다[14]. 멀티미디어 프레임워크는 오디오와 비디오를 재생, 녹화, 캡처, 스트리밍과 편집을 위한 Application Programming Interface (API)를 제공하고 다양한 코덱을 상호 연결하기 위한 공통의 인터페이스를 제공한다. 예시로는 Gstreamer, Apple의 QuickTime 프레임워크, 마이크로소프트의 Directshow 등이 있다.

Microsoft Directshow는 마이크로소프트 윈도우에서 동작하는 멀티미디어 프레임워크로서 다양한 비디오 포맷과 G.711, G.729과 같은 오디오 코덱을 지원한다. Directshow는 Component Object Model (COM)을 기반으로 한 오픈 아키텍처의 구조를 가지며, 다양한 멀티미디어 컨테이너 포맷을 지원한다. Directshow에서는 멀티미디어 작업을 여러 프로세싱 유닛으로 나누어 하나의 흐름으로 처리한다. 하나의 프로세싱 유닛을 필터라고 부르며 여러 필터로 구성된 흐름을 필터그래프라고 한다. 이러한 메커니즘은 필터들이 다양한 방법으로 서로 연결되어 상호작용을 하도록 한다. 멀티미디어 프레임워크는 모듈식의 구조를 통해 독립적인 태스크 단위의 컴포넌트의 조합으로 멀티미디어 데이터를 처리 한다. 따라서, 네트워크 시뮬레이터와 실시간으로 데이터를 주고 받는 모듈을 멀티미디어 프레임워크에 포함시켜 비디오 부호기 모듈로 부호화 데이터를 받고 이를 네트워크 시뮬레이션에 처리하여 복호화 모듈에 전달하는 일을 할 수 있다.

**3. 제안된 프레임워크**

본 장에서 멀티미디어 프레임워크와 네트워크 시뮬레이터를 통합하는 새로운 프레임워크를 제안한다. 제안하는 프레임워크의 개념적 모델과 구조, 컴포넌트 순으로 설명한다.

**3.1. 제안된 프레임워크의 개념적 구조**

본 프레임워크는 네트워크 시뮬레이터와 멀티미디어 프레임워크를 수용하는 것을 기반으로 한다. 그림 1은 개념 구조를 보여준다. 멀티미디어 소스와 멀티미디어 환경 설정이 멀티미디어 프레임워크에 전달되어 부호화가 시작되고, 네트워크 설정과 QoS 맵핑에 관련된 정보가 네트워크 시뮬레이터에 전달되어 시뮬레이션이 시작된다. 시뮬레이션 중 네트워크 시뮬레이터는 멀티미디어 프레임워크의 멀티미디어 부호기에게 부호화 데이터를 요청하여 수신 받아 네트워크 시뮬레이터 내의 수신 측에 패킷을 전달한다. 수신자는 수신된 패킷을

멀티미디어 디코더에게 전달하여 복호화한다. 전달되고 수신되는 멀티미디어를 실시간으로 재생할 수 있으며, 처리량, 지연과 같은 네트워크 성능 메트릭을 네트워크 시뮬레이터가 산출하고, PSNR, MSE, MOS와 같은 멀티미디어 품질 메트릭을 생성한다.

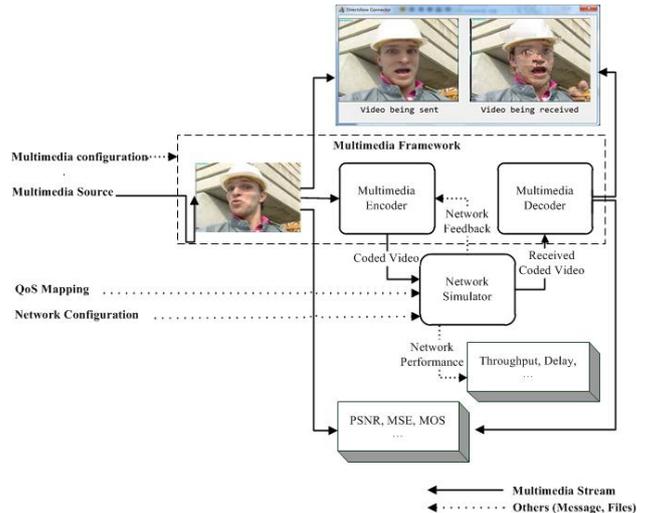


그림 1 개념도

**3.2. 제안된 프레임워크의 상세 구조**

본 연구에서 제안한 개념적 구조를 바탕으로 네트워크 시뮬레이터로는 Qualnet, 멀티미디어 프레임워크로는 Directshow를 이용하여 프레임워크를 구성하였다. 그림 2는 제안된 프레임워크를 구성하는 컴포넌트들의 구조를 보여준다.

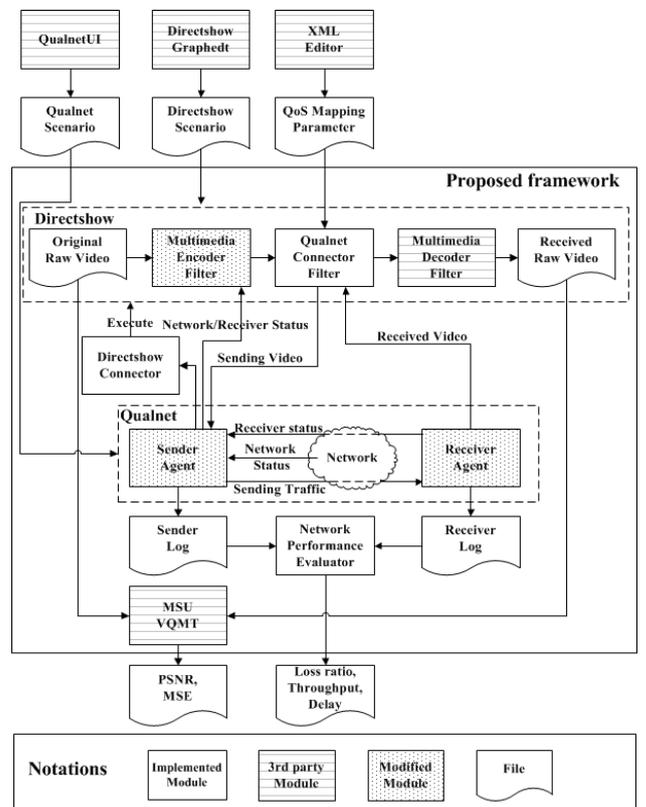


그림 2 제안된 프레임워크의 구조도

본 프레임워크의 입력은 Directshow 필터그래프로

생성된 Directshow 시나리오 파일, QualnetUI로 생성된 Qualnet 시나리오 파일, QoS 맵핑 파라미터가 정의된 XML 파일이다.

Qualnet이 Qualnet 시나리오 파일을 참조하여 네트워크 위상 및 시나리오를 구성한다. 이후 Qualnet은 Directshow Connector를 통하여 Directshow를 실행하는데 이는 Directshow 시나리오 파일을 참조하여 Directshow 필터그래프를 로드하고 Directshow 필터를 조합하는 것으로 구성되어 있다. 네트워크 시뮬레이션 실행 중, Directshow 프레임워크 내 Qualnet Connector 필터가 Qualnet의 송신 노드에서 수신 노드에게 비디오 데이터를 전달한다. Qualnet Connector 필터는 필요에 따라 송신 노드에서 전달되는 네트워크 피드백을 통하여 부호화를 변경한다. 시뮬레이션 후, 송신 노드와 수신 노드에서 작성한 패킷 로그 파일을 참조하여 네트워크 성능 메트릭을 산출하고, 원본 및 수신된 멀티미디어 데이터를 이용하여 멀티미디어 품질 메트릭을 산출한다.

### 3.3. 제안된 프레임워크 구현을 위한 컴포넌트

제안된 프레임워크에서는 Directshow Graphedit를 비디오 시나리오를 디자인하는 도구로서 사용한다. Directshow Graphedit는 사용자가 Directshow 필터들을 조합하여 하나의 비디오 시나리오를 만들 수 있게 하는 도구이다.

사용자가 비디오 데이터의 중요성을 네트워크 처리 우선 순위 매핑하는 것을 QoS 맵핑 파라미터 파일에 입력한다. XML 형식으로 정의된 이 파일은 멀티미디어 요소를 Qualnet에서 사용하는 Precedence 값을 통해 우선 순위를 정의 한다.

Directshow Connector는 GraphEdit를 통해 만들어진 필터 그래프 파일을 로드하고 실행하는 기능을 수행하는 프로그램이다. Qualnet의 시뮬레이션 실행 시 Directshow Connector가 필터그래프를 실행하며 시뮬레이션 중에는 전송 중인 비디오의 내용을 재생한다.

Qualnet Connector 필터는 입력 핀으로 연결되어 수신되는 데이터를 QoS 파라미터 파일에 Precedence 값을 쿼리하고 수신되는 데이터를 RTP 패킷화하여 Qualnet에 Precedence 값과 함께 실시간 전달한다. Qualnet Connector 필터는 이후 Qualnet으로부터 수신되는 패킷을 지터 버퍼를 통해 조합하여 비디오 프레임 생성하고 다음 필터에 전달한다.

네트워크 시뮬레이터인 Qualnet에 제안된 프레임워크를 위한 인터페이스를 추가하였다. 송신 에이전트와 수신 에이전트로 구성되며, 송신 에이전트는 Qualnet Connector 필터로부터 RTP 패킷들을 수신 받아 수신 에이전트에 송신하고 네트워크의 성능을 평가하도록 로그 파일을 작성한다. 수신 에이전트는 비디오 데이터를 수신 받아 Qualnet Connector 필터에 전송하고 로그화 한다.

네트워크 성능 평가는 시뮬레이션 후 Qualnet의 송수신 에이전트에서 로깅된 파일을 분석하여 종단간 지연, 패킷 손실률, 프레임 손실률을 계산한다.

### 4. 제안된 프레임워크 검증에 위한 개별 연구

울 적응적 H.264 비디오 전송이란 개별 연구를 통해 제안된 프레임워크를 실험하고 성능을 검증 한다. 본 시뮬레이션에서 네트워크 대역폭을 추정하기 위해 WBest[12]에서 제안된 패킷 dispersion technique 방식의 사용 가능한 대역폭 추정을 이용한다. Wbest에서 얻어진 추정된 대역폭을 바탕으로 전송되는 비디오의 비트율을 조절한다.

본 시뮬레이션은 그림 6과 같이 하나의 AP와 네 개의 스테이션으로 6Mbps 데이터율을 갖는 IEEE 802.11a 기반의 네트워크 상에서 수행된다.

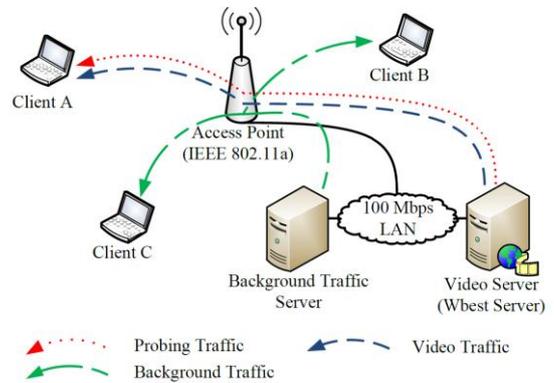


그림 3 네트워크 위상과 트래픽

시뮬레이션이 시작 1초 후 AP에서 Client B의 1.2 Mbps의 Crossing 트래픽이 시작되고 3초에서 6초, 9초에서 12초까지 Client B에서 AP의 1.2Mbps의 백그라운드 트래픽이 차례로 실행된다. 노드 C에서는 A의 비디오 전송을 위해 2초 간격으로 대역폭을 추정하고, 이를 비디오 전송에 적용하여 전송한다.

비디오는 4CIF 사이즈의 300 프레임으로 구성된 crew를 이용한다. 울 제어를 적용하지 않은 3000 Kb/s의 동일한 비디오를 이용하여 비교한다.

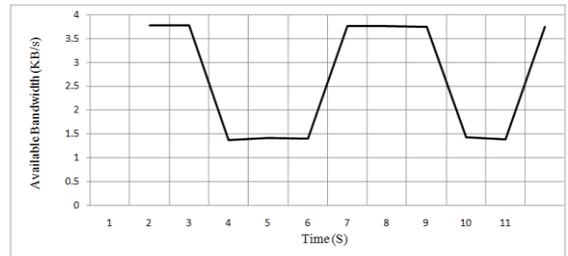


그림 4 사용 가능한 대역폭

그림 4은 비디오 대역폭 없이 WBest로 얻어진 가능한 대역폭 값이다. 3초가 지나면서 C-E 트래픽에 의해 가능한 대역폭이 감소하고, 6초가 지나면서 증가하다가 9초 이후 C-D 트래픽에 의해 다시 감소 함을 볼 수 있다.

그림 5는 울 적응적 비디오 전송을 수행했을 때 PSNR 값이다. 90번째 프레임 이후 비디오 트래픽의

비트 율을 줄인다. 이때 PSNR은 감소 하게 된다. 180번째 프레임 이후 비디오 트래픽의 비트 율을 증가시킨다. 이때 PSNR은 증가 됨을 볼 수 있다. 또한 그림 6의 (a)와 (b)에서 볼 수 있듯이 율 제어 사용 전후의 영상을 실시간으로 확인할 수 있다.

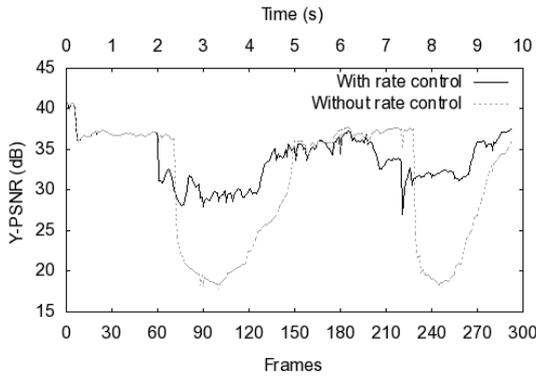


그림 5 율 제어 사용 전후의 PSNR 값

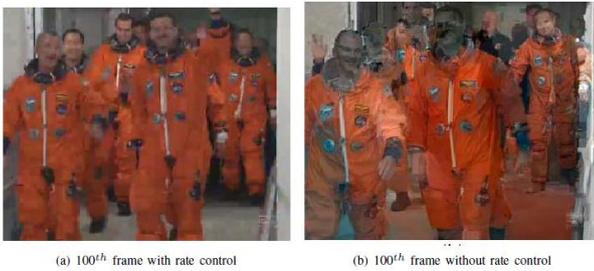


그림 6 100번째 프레임의 율 제어 사용 전후 영상

### 5. 결 론

본 논문에서 멀티미디어와 네트워크를 통합하여 시뮬레이션을 실행할 수 있는 프레임워크를 제안했다. 제안된 프레임워크는 멀티미디어 프레임워크 와 네트워크 시뮬레이터를 실시간으로 상호 운용 하는 것을 특징으로 하여 멀티미디어 프레임워크의 다양한 코덱을 수용하여 지원하고 네트워크 성능을 멀티미디어 코딩에 실시간 반영할 수 있으며 전송중인 비디오를 실시간 관찰할 수 있고 무기준법 방식의 비디오 품질 연구에 이용할 수 있다.

따라서, 본 프레임워크는 연구자들이 네트워크에서 전송되는 다양한 멀티미디어 서비스에 대해 실험하고 네트워크 상 멀티미디어의 성능을 평가하기 위한 프레임워크로 사용 될 수 있다. 본 프레임워크의 소스는 <http://winslab.kaist.ac.kr/oefmon>에서 다운 받을 수 있다.

### 5. 참고문헌

[1] Dapeng Wu, Yiwei Thomas Hou, Wenwu Zhu, Ya-Qin Zhang, and Jon M. Peha, "Streaming Video over the Internet: Approaches and Directions", IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, Vol. 11, NO. 3, MARCH 2001

[2] Christos Bouras, Apostolos Gkamas and Georgios Kioumourtzis, "Evaluation of single rate multicast congestion control schemes for MPEG-4 video transmission", Proceedings of the 5th

Euro-NGI conference on Next Generation Internet networks pp. 32-39, 2009

[3] Chi-Yuan Hsu, Antonio Ortega and Masoud Khansari, "Rate Control For Robust Video Transmission Over Wireless Channels" IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 17, pp. 756-773, 1997

[4] Raj Talluri, "Error-resilient video coding in the ISO MPEG-4 standard", IEEE Communications Magazine, Vol. 36, No. 6, pp. 112-119, 1998

[5] Connie, A. T., Nasiopoulos, P., Fallah, Y. P., and Leung, V. C. "Scp-based transmission of data-partitioned H.264 video," In Proceedings of the 4th ACM Workshop on Wireless Multimedia Networking and Performance Modeling, October 2008.

[6] Lie A., Klaue J., "Evalvid-RA: Trace Driven Simulation of Rate Adaptive MPEG-4 VBR Video" ACM/Springer Multimedia Systems Journal autumn 2007

[7] Chia-Yu Yu, Chih-Heng Ke, Reuy-Shin Chen, Ce-Kuen Shieh, Naveen Chilamkurti, "MyEvalvid\_RTP: a Evaluation Framework for More Realistic Simulations of Multimedia Transmission", International Journal of Software Engineering and Its Applications (IJSEIA), Vol.2 No.2 pp.21~32, March, 2008

[8] Chia-Yu Yu, Chih-Heng Ke, Reuy-Shin Chen, Ce-Kuen Shieh, Naveen Chilamkurti "MyEvalvid\_RTP: a Evaluation Framework for More Realistic Simulations of Multimedia Transmission", Vol.2 Proceedings of the Future Generation Communication and Networking, vol 01, pp.90-93, 2007

[9] G.Casella and E. Lehmann. "Theory of Point Estimation (Springer texts in statistics)," Springer, 1998.

[10] R. Puri, K. Ramchandran, K. W. Lee, and V. Bharghavan, "Application of FEC based multiple description coding to Internet video streaming and multicast," in Proc. Packet Video Workshop, Cagliari, Sardinia, Italy, May 1-2, 2000.

[11] Ksentini, A., Naimi, M., and Gueroui, A., "Toward an improvement of H.264 video transmission over IEEE 802.11e through a cross-layer architecture," Communications Magazine, IEEE, vol.44, no.1, pp. 107-114, January 2006

[12] Mingzhe Li, Mark Claypool and Robert Kinicki, " WBest: a Bandwidth Estimation Tool for IEEE 802.11 Wireless Networks," 33rd IEEE Conference on Local Computer Networks, 2006

[13] Yi J. Liang, John G. Apostolopoulos and Bernd Girod, "Analysis of packet loss for compressed video: Does burst-length matter?" , Proceeding of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol 5, 2003

[14] Janson, B., A comparison of different multimedia streaming strategies over distributed IP networks, 2010

[15] Cheng, X. and Mohapatra, P. and Lee, S.J. and Banerjee, S, "Performance evaluation of video streaming in multihop wireless mesh networks", Proceedings of the 18th International Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video, pp 57-62, 2008