DBpia

논문 99-24-12T-6 한국통신학회논문지 '99-12 Vol.24 No.12T

ATM 망에서 ABR 흐름 제어를 이용한 비디오 트래픽의 전송 지연 분석

정회원 김 남 일*, 준회원 김 대 일**, 박 동 길**

An Analysis on the Transmission Delay of Video Traffic using ABR Flow Control in ATM Network

Nam-Il Kim*, Dae-Il Kim**, Dong-Gil Park** *Regular Members*

요 약

ATM 망에서 비디오 트래픽은 VBR 서비스로 전송된다. MPEG 비디오 트래픽의 가장 큰 특징은 영상 형태별로 상이한 통계 특성과 GOP(Group of pictures) 구조에 따른 주기적인 군집성의 트래픽 발생 패턴이다. 기존의 전송 방식에서는 송신단과 망과의 트래픽 제어 정보가 전송 동안에는 연동되지 않기 때문에, 위의 트래픽 특성으로 인하여 망에서의 전송 지연이 생기고, 수신단에서 영상의 서비스 품질의 저하가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 ATM망에서 ABR 흐름 제어를 적용하여 비디오 트래픽을 전송하였고, 송신단과 스위치에서의 출력 버퍼의 길이를 조사하여 전송 지연에 관하여 기존의 전송 방식과 비교하였다. 새로운 전송 방식의 경우, 출력 버퍼의 길이가 많이 작아졌음을 확인하였다.

ABSTRACT

In ATM network, the video traffic is transmitted in VBR service. The main characteristics of MPEG video traffic are different statistics according to different video types and the periodic traffic pattern due to GOP structure. In the existing transmission method, because one didn't communicate the traffic control information to the other between source station and network during transmission, this traffic characteristics result in transmission delay in network, and the Qos of video is reduced in destination station. In this paper, we transmitted the video traffic using ABR flow control in ATM network, examined into the length of output buffer in source station and switch, and compared the new method with the existing transmission method about the transmission delay. In the case of the new transmission method, it was found that the length of output buffer was reduced largely.

Ⅰ. 서 론

영상 신호의 트래픽은 코딩 특성으로 인해 압축율이 상당히 높으며, 데이터의 생성율은 매우 가변적이다. 이러한 실시간 비디오 트래픽은 VBR (Variable bit rate) 서비스 범주에 속하며, 송신단은 데이터를 전송할 때에 망과 여러 전송 파라미터를 협상하여 이들 값을 만족하는 범위 내에서 망으로 트래픽을 전송한다. 그러나, 송신단과 달리 망은 서비스 품질을 만족스러운 수준으로 보장해 주기 위해서 복잡한 연결 수락 제어 방법과 트래픽 제어 방법을 사용해야 한다[1].

송신단에서 망으로 유입되는 트래픽은 사용자 변수 제어를 통해 전송 협상 규정이 지켜지도록 단속된다. 또한 비디오 트래픽의 보다 효율적인 전송을

* 가천길대학 전자통신과
** 건국대학교 일반대학원 전자공학과
논문번호 : 99047-1005 접수일자 : 1999년 10월 5일

www.dbpia.co.kr

위하여 송신단은 데이터 생성율을 제어하거나, 전송율을 평탄화하는 하는 방법을 사용하여 망으로 데이터를 보낸다. 하지만 송신단이 현재의 망의 상황에 관계없이 데이터를 일정한 전송률 이상으로 보내게 되면 항상 서비스 품질이 저하되는 문제점이 있다. 이것은 송신단과 망이 서로의 현재 상태를 전혀 고려하지 않기 때문이다"[2].

그러나, 송신단이 영상 데이터의 통계적 특성을 예측할 수 있고, 송신단과 망간에 전송율과 망 자원에 관한 정보를 교환한다면 송신단과 망은 유기적으로 결합하여 트래픽 전송을 제어할 수 있다. 최근에는 데이터 생성율 변화가 크지 않아 전송율 예측이 가능한 비디오 신호의 전송에 있어서 ABR(Available Bit Rate) 흐름 제어를 이용하는 방법이 제안되었다[3].

본 논문에서는 비디오 신호원에서 영상의 예측이 가능하고, 신호원에서 양자화 준위 조절로 망에서 지원한 전송율에 적응적으로 트래픽을 생성할 수 있다는 전제하에, 송신단에서 이러한 트래픽을 망으로 전송할 때 송신단과 스위치에서의 셀 전송 지연에 관하여 VBR 전송과 ABR 전송 방식을 비교하였다.

Ⅱ. MPEG 트래픽 특성

1. MPEG 트래픽의 코딩.

MPEG 영상을 부호화하면 다음 세가지의 프레임 형태가 나타난다. 첫째, 인트라-부호화 프레임(I-frame)로서 다른 프레임들에 대한 참조없이 해당 프레임의 자체 정보만을 사용하여 부호화된다. 둘째, 예측-부호화 프레임(P-frame)로서 바로 이전의 I-프레임나 P-프레임을 참조하여 움직임 보상 예측 방법에 의하여 부호화된다. 셋째, 양방향 예측-부호화 프레임(B-frame)로서 바로 이전 그리고 바로 후의 I-프레임나 P-프레임들을 기준으로 움직임 보상 예측에 의하여 부호화된다[4].

이들 각 I, P, B 프레임들은 GOP(Group of picture) 구조에 의하여 주기적으로 나타나게 된다. GOP는 두 개의 변수(N, M)에 의하여 특성화되며, N은 I-프레임들간의 거리를 나타내고, M은 I-프레임과 P-프레임간 또는 P-프레임들간의 거리를 나타낸다. 연속적으로 부호화된 화면들은 GOP들로 구성되어 있다. MPEG 영상 부호화에서 GOP 구조는 MPEG의 부호화 방식과 이에 따른 데이터 발생 특성을 결정하는 매우 중요한 요소이다. 그림 1은 GOP 구조 (N, M) = (12, 3)인 경우의 각 프레임에 대한 부호화 방법을 보여주고 있다[5].

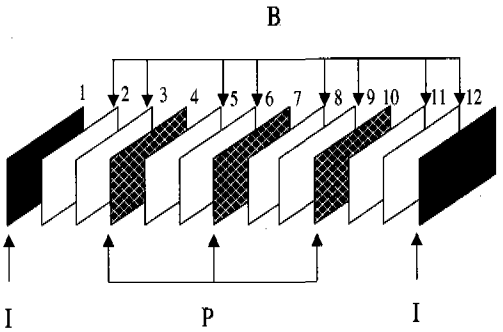

그림 1. MPEG GOP 구조 (N=12, M=3)

2. MPEG 트래픽의 특징.

MPEG 코더에 의해 발생되는 트래픽은 기본적으로 다음 3가지 사항, 즉 I 영상간 주기(N)와 P 영상간 주기(M)와 양자화 계수에 의해서 영향을 받는다. 이들 파라미터 값들에 따라 트래픽의 다양한 통계적 특성이 나타난다[7].

첫째, I 방식의 반복주기(N)의 값이 크면 프레임내 코딩의 주기가 길어지고, 재생될 화면의 정밀도가 떨어지게 되는 반면, 셀의 급격한 증가 빈도가 줄어들게 되어 전체적인 트래픽 양이 적어진다.

둘째, P 방식의 반복주기(M)의 변화는 프레임간 코딩 중 B 방식을 사용하는 경우 M의 값이 크면 전체 트래픽 양은 줄일 수 있으나 시간 지연이 발생한다. I, B, P의 주기와 빈도는 프레임당 비트율 생성과 밀접한 관계에 있는데, 위의 두 파라미터를 통해 조절된다.

셋째, 양자화 단위의 변화는 실제 트래픽을 발생시키면서 예측되는 잦은 장면 변화 등으로 인해 비

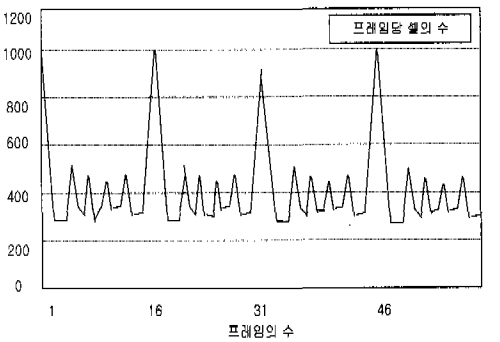

그림 2. MPEG 표본 영상의 셀 흐름

www.dbpia.co.kr

트량이 많아지는 것을 비트율 통제 버퍼가 감지하여 양자화 단위를 조정함으로써 생성되는 트래픽 양을 조정한다. 이는 화면의 질과 ATM 망 성능간의 절충 문제로 해결한다.

위와 같이 MPEG의 코딩 방법 및 파라미터에 따른 트래픽 특성 변화에 따라 MPEG의 트래픽 특성이 달라지며, GOP 구조에 의해 MPEG 비디오 원에서 발생된 트래픽은 주기적인 셀 흐름을 보이게 된다. 즉, I, B, P 방식에 따라 서로 독립적인 셀 흐름을 유지하며, 그림 2처럼 주기성을 갖는다[6].

Ⅲ. 기존의 비디오 전송 제어

ATM 망에서 비디오 신호 전송을 위한 연구는 크게 두 가지 방향에서 진행되었다. 한가지는 망에서 일단 연결을 받아들이게 되면 대역폭과 지연에 대한 보장이 자연스럽게 이루어진다고 가정하고, 송신단측의 전송률을 효과적으로 제어하는 방식에 관한 연구이다. 다른 하나는 신호원들이 연결 설정시 약정한 트래픽 변수들을 준수하여 트래픽을 발생시킨다는 가정 하에, 망에서 각 연결에 대한 서비스 품질을 보장하는 방식에 관한 연구이다.

이러한 연구들은 기본적으로 연결 수락 이후에는 신호원과 망의 제어 루프를 분리하여 고려하는 접근 방법이다. 이것은 망 사용효율의 극대화와 사용자의 서비스 품질 보장이라는 각자 독립적인 목표를 달성하는데 치우쳐 있다. 이와 같은 열린 루프 형태의 트래픽 제어 방법은 신호원과 망과의 관계가 명확하기 때문에 제어가 비교적 용이한 장점이 있다. 그러나 수시로 변화하는 망의 상황이 신호원 동작에 반영되지 못하기 때문에 망의 대역폭 사용 효율이 떨어지게 된다[8].

이러한 문제점을 해결하기 위해 사용자 관점과 망 관점에서의 접근 방법이 있다. 먼저, 망 관점에서는 연결시에 연결 수락 제어로 망에 진입하는 트래픽의 통계적 특성을 예측하고, 사용자 변수 제어로 송신단에게 트래픽 특성을 지정하여 이 규정을 지키도록 하는 것이다. 하지만, 멀티미디어 트래픽의 특성을 정확히 알 수 없어서 망의 효율성을 유지하면서 서비스 품질을 보장하는 데는 어려움이 있다[7]. 다음으로 송신단 관점에서는 데이터의 생성율을 제어하거나, 전송율을 평탄화하는 방법이 있다. 하지만, 망의 상황에 관계없이 송신단의 전송율이 일정 수준을 넘으면 서비스 품질이 저하되고, 또한 망의 부담을 효과적으로 제거하지 못한다[2].

Ⅳ. ABR 흐름 제어를 이용한 비디오 전송

ABR 흐름 제어 방식은 피드백 제어를 하는 전송률 기반 방식의 폐루프(Closed loop) 형태이다. 송신단은 망 자원을 할당받기 위해 현재의 전송률에 비례하여 RM 셀을 발생시키며, 수신단에서는 RM 셀을 수신하면 송신단으로 RM 셀을 되돌려 보낸다. 스위치는 순방향 RM 셀과 역방향 RM 셀에 혼잡 상태와 할당된 대역폭을 기록하여 송신단에 전달한다. 그림 3은 종단간의 흐름제어 방식을 보여 준다.

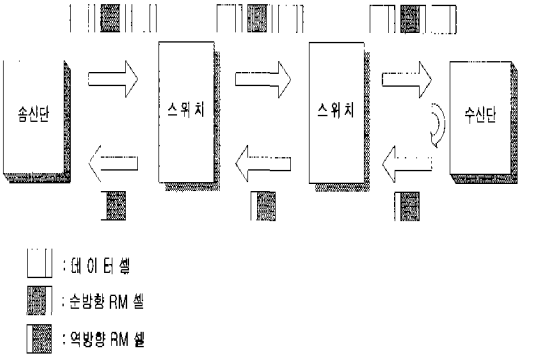

그림 3. ABR 트래픽 제어

귀환 흐름 제어 방법을 실시간 비디오 응용에 적용하기 위해서는 망의 자원 상황과 송신단 트래픽 생성량의 변화에 적절하게 대응하여 각 연결별로 대역폭을 할당하는 방법이 필요하다. 또한 종단간의 지연으로 인해 송신단에 전달된 피드백 정보는 필연적으로 과거의 망과 연결의 상황을 반영하는 것이기 때문에 송신단에서는 생성되는 트래픽의 통계적 특성을 예측할 수 있어야 한다.

T.V. Lakshman은 ABR 서비스의 흐름 제어 방법을 사용하여 압축된 비디오 신호를 전송하는 것을 최근에 제안하였다. 그는 실시간 요구를 갖는 비디오 신호를 전송하기 위해 망과 송신단을 연결시켜 하나의 제어 루프를 형성하는 방법을 제안하였다[3].

이 제안에서는 송신단은 현재의 데이터 생성율로 미래의 데이터 생성율을 예측하고, 망에 일정한 대역폭을 요구한다. 망은 송신단의 데이터를 기준으로 가능한 대역폭을 할당하여 역방향 자원 관리 셀을 통하여 알려준다. 이렇게 대역폭을 할당받은 송신단은 영상 신호의 양자화 준위를 조절하여 데이터 생

www.dbpia.co.kr

성률를 맞추어 망으로 전송한다.

이 방법은 연결 수락 제어가 간단하고, 지속적인 시그널링이 필요하지 않으며, 짧은 시간 내에 재협상이 가능하다. 그러므로 실시간 비디오를 위하여 긴 시간동안의 대역폭 요구량의 변화를 관측하거나 긴 시간동안의 요구 대역폭 예측이 필요하지 않다. 단지 몇 개의 프레임에 대한 데이터 생성율 예측만을 수행하면 된다. 그림 4는 ABR 흐름 제어의 시스템 제어 루프 구조이다.

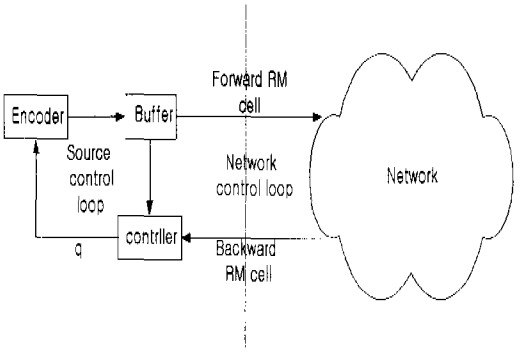

그림 4. 시스템 제어 루프

V. 실험 결과

실험은 미국 통상부의 기술부서 소속의 NIST (National Institute of Standard and Technology) 연구실에서 개발한 ATM/HFC Network Simula- tor (Ver 4.0)를 사용하였다. VBR과 ABR 서비스에서의 비디오 트래픽의 전송 지연 고찰을 위하여 ABR 서비스에서도 전송할 수 있도록 연구실에서 공개한 프로그램을 수정하였다. 또한 MPEG-1 데이터는 Berkely의 MPEG-Encoder (Ver 1.3)를 이용하여 코딩한 Rose의 실제 MPEG 데이터의 통계량을 이용하였다. GOP 구조는 (12, 3)이고, 양자화 계수는 I=10, B=18, P=14이고, 프레임 크기는 40 msec 이다. 각 자료에 대한 통계량은 표 1과 같다[5][9].

표 1. MPEG-I 시퀀스의 통계량 (cells/frame)

영 상	통계량	GOP	I	B	P
양들의 침묵	평균	19.05	99.03	8.93	19.38
	표준편차	29.15	33.36	8.29	20.97
	최대셀율	350.0			
테니스 경기	평균	57.04	197.14	34.81	69.53
	표준편차	45.45	56.76	16.73	38.18
	최대셀율	497.0			
쥬라기 공원	평균	34.06	143.44	19.04	37.66
	표준편차	38.40	30.30	11.63	25.15
	최대셀율	2856.4			
별들의 전쟁	평균	24.26	114.63	12.16	26.38
	표준편차	33.59	36.81	11.11	24.74
	최대셀율	325.0			

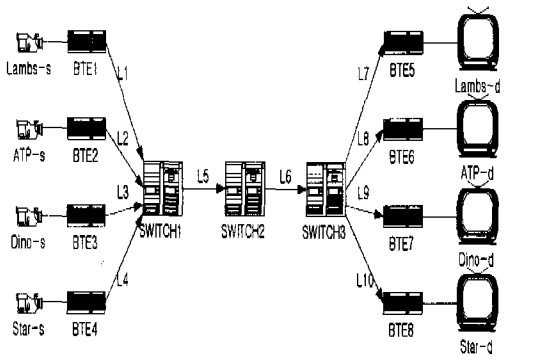

그림 5. ATM-WAN 네트워크 구성

그림 5는 실험을 위한 ATM-WAN 네트워크 구성도이며, 4개의 각각의 송신단에서 보낸 데이터는 각 링크 구간을 거쳐 2개의 ATM 스위치를 통하여 4개의 각 수신단으로 전송된다. 스위치간의 거리는 200km, 송수신단과 스위치간의 거리는 100 km 이다. 링크 대역폭은 각 실험에 따라 달리 설정하여 전송 지연이 되게 하였다. 모든 송수신단과 스위치의 버퍼 크기는 이상적인 경우인 무한대이고, 각 영상은 2.5초 간격으로 전송을 시작하며, 10초 동안 실험하였다. 두 전송 방식의 실험 모두다 네트워크 설정 파라미터값은 동일하게 구성하였고, ABR의 경우 흐름 제어는 ERICA 알고리즘으로 설정하였다.

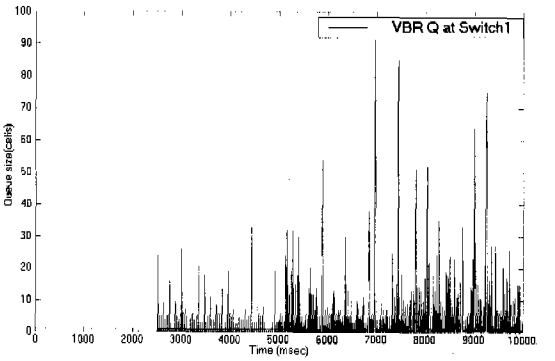

그림 6. 스위치에서의 셀 지연 (VBR)

www.dbpia.co.kr

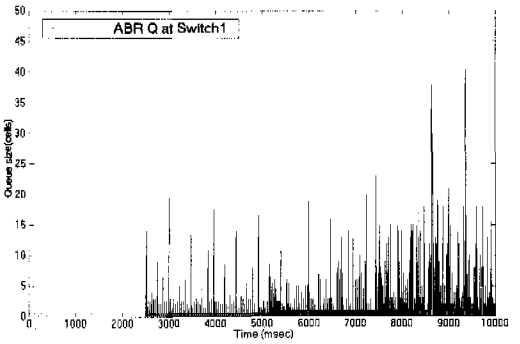

그림 7. 스위치에서의 셀 지연 (ABR)

실험은 파라미터값을 다양하게 바꾸어 가며 여러 가지 경우에 대하여 실험하였다. 첫째, 송신단에서는 최대 셀율로 전송하고, 망에서는 대역폭 제한이 생긴 경우의 결과가 그림 6과 7에 있다. ABR 전송 방식에서 스위치의 출력 버퍼에서 전송 대기중인 셀은 이상적인 경우는 없어야 하지만, ERICA 알고리즘의 낮은 성능으로 인하여 셀의 전송 지연이 발생함을 알 수 있다. 그러나 VBR 전송 방식보다 셀 지연 크기는 작다.

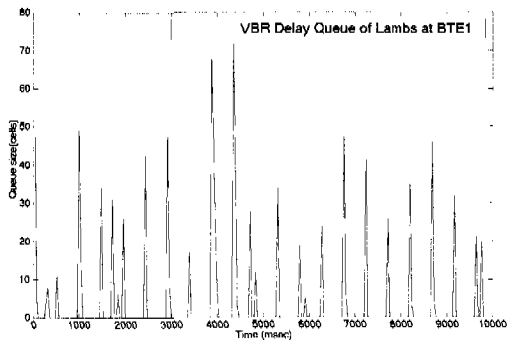

그림 8. 송신단1에서의 셀 지연 (VBR)

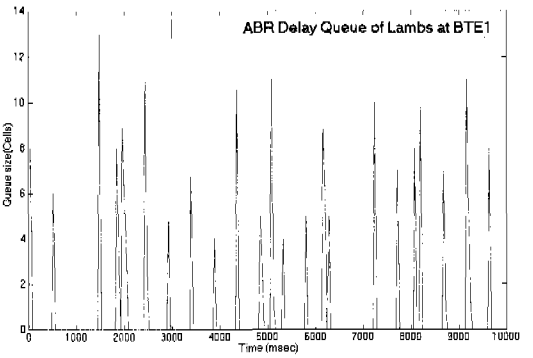

그림 9. 송신단1에서의 셀 지연 (ABR)

둘째, 송신단쪽의 대역폭 제한이 발생할 경우의 결과가 그림 8과 9에 있다. VBR 전송에서는 송신단에서부터 지연이 발생하지만, ABR 흐름 제어의 경우는 망에서 알려준 전송율에 맞춰 적응적으로 데이터 생성율을 낮추어 전송하므로 출력 버퍼에서의 지연 정도가 낮음을 알 수 있다. 다른 경우의 실험에서는 MPEG 트래픽의 특성인 군집성으로 인하여 화면 변화가 심한 영상은 변화가 적은 영상보다 두 방식 모두 송신단에서 전송 지연이 높게 나타났다. 표 2는 GOP 구조의 시간 간격으로 송신단에서의 출력 버퍼의 평균 셀 길이를 보여준다. 총시간을 기준으로 ABR 방식의 평균 셀 길이는 VBR 방식의 값의 19 %에 해당한다.

표 2. 송신단에서의 평균 셀 길이 (cells/sec)

시간	0.96	1.92	2.88	3.84	4.8	5.76	6.72	7.68	8.64	9.6	평균
VBR	4.0	6.7	2.5	13.5	4.1	3.0	4.3	1.5	5.8	1.5	4.7
ABR	0.6	1.0	1.3	0.5	0.6	1.0	1.0	0.4	1.0	1.0	0.9

VI. 결 론

본 논문에서는 ATM 망에서 비디오 트래픽을 VBR로 전송하는 기존의 방식과 ABR 흐름 제어를 도입한 전송 방식과의 전송 지연 특성을 알아보았다. 기존의 전송 방식에서는 송신단과 망과의 트래픽 제어가 전송 동안에는 연동되지 않는 관계로 망에서는 전송 지연으로 인하여 수신단에서 영상의 서비스 품질의 저하가 발생할 수 있다. ABR 흐름 제어를 적용한 전송 방식에서는 현재 시점의 트래픽 제어가 상호 연동되어 망의 대역폭의 변화에 대응하여 전송하므로 전송 지연이 낮음을 알 수 있다. 또한 ABR의 경우는 스위치에서의 지연이 흐름 제어 알고리즘의 성능과 밀접한 관계가 있으므로 정확한 알고리즘의 사용이 중요하다. 앞으로의 연구는 송신단에서의 전송 셀율 적응에 따른 화면의 품질 문제와 트래픽 생성율의 상관 관계에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] D. Reininger and D. Raychaudhuri, "Bandwidth renegotiation for variable bit rate MPEG source in ATM networks", IEEE J. Select.

www.dbpia.co.kr

Areas Commun., vol.14, no. 6, pp 1076-1086, Aug. 1996.

[2] W. Luo and M. El. Zarki, "Quality control for VBR video over ATM networks", IEEE J. Select. Areas Commun., vol.15, no. 6, pp 1029-1039, Aug. 1997.

[3] T. V. Lakshman, P. P. Mishra and K. K. Ramakrishman, "Transporting compressed video over ATM networks with explicit rate feedback control", Proc. INFOCOM'97, pp. 38-47, 1997.

[4] ISO/IEC 13818-2, "Information Technology Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Video", 1996.

[5] 이상천, "MPEG Video 트래픽 쉐이퍼의 파라미터 설계 및 ATM 다중화기 성능 분석", 서울대학교 박사학위 논문, 1995.

[6] O. Rose "Statistical Properties of MPEG Video Traffic and Their Impact on Modeling in ATM Systems", Report No. 101, Univ. of Wurzburg Institute of Computer Science, 1995

[7] P. Pancha and M. EI Zarki, "Bandwidth requirements of variable bit rate MPEG source in ATM networks", in Proc. INFOCOM '93, pp. 902-909, Mar. 1993.

[8] Z. Dziong, M. Juda and L. G. Mason, "A frame work for bandwidth management in ATM networks", IEEE/ACM Trans. on Networking, vol. 5, no. 1, pp. 134-147, Feb. 1997.

[9] O. Rose and M. Ritter "A New Approach for the Dimensioning of Policing Functions for MPEG-Video Source in ATM-Systems", Tech. Report No. 97, Univ. of Wurzburg Institute of Computer Science, 1995

[10] Nada Golmie, "The NIST ATM/HFC Network Simulator Version 4.0 Operation and Programming Guide", NIST Technology Lab., Dec. 1998.

김 남 일(Nam-Il Kim) 정회원
한국통신학회 논문지 제23권 11T호 참조
1999년 3월~현재 : 가천길대학 전자통신과 조교수

김 대 일(Dae-Il Kim) 준회원
1990년 : 건국대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1995년 : 건국대학교 일반대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)
1999년 : 건국대학교 일반대학원 전자공학과 박사 과정중
1992~1994년 : 삼성 데이터 시스템(주)
1995~1998년 : 현대 정보 기술(주)
1998~1999년 : 대림대학 출강중

박 동 길(Dong-Gil Park) 준회원
1998년 : 광주대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1999년 : 건국대학교 일반대학원 전자공학과 석사 과정중

www.dbpia.co.kr