

실시간 ATM 비디오 및 오디오 트래픽 분석

강은성*·고유신*·고성택**

The Analysis of Real-Time ATM Video and Audio Traffic

Eun-Sung Kang*, You-Shin Koh* and Sung-Taek Ko**

ABSTRACT

It is important to analyze characteristics of real-time ATM traffic in order to control ATM traffic efficiently. VBR(variable bit rate) traffics such as real-time video traffic and audio traffic are monitored and analyzed based on data obtained from LAN traffic at Cheju National university. ATM traffic characteristics from the measured data are discussed. Cumulative density function(CDF) and traffic generation function (TGF) are obtained from the measured data. The traffic data generated from the TGF and the measured data are compared and the results show that the traffic data generated from the TGF is similar to the measured data. The TGF can be used to design congestion control algorithms, to implement communication protocols, and to develop switching architectures for the ATM network.

Key Words : ATM traffic, VBR

1. 서론

ATM 트래픽의 특성은 트래픽 모델을 입증하고, 폭주 제어 알고리즘을 설계하고, 통신 프로토콜을 충족시키고, 스위칭 아키텍처를 개발하는 등 여러 가지 측면에서 활용된다. 따라서 트래픽을 생성하는 트래픽 모델을 형성하고 이를 활용하는 것은 매우 중요하다. 전형적인 시뮬레이션 방법으로는 마르코 변조 포아송 방법(MMPP: Markov Modulated Poisson

Process)을 이용하여 트래픽을 발생시켰고[1], 가우시안 방법(Gaussian Process)을 이용한 모델링으로 트래픽을 발생시키며[2], 그 외에도 Train Model등으로 모델링을 하여 트래픽을 발생시킨다[3]. 이러한 트래픽 모델은 많은 기능적인 측면에서 유용하나, 필수 파라미터를 정의하는데 다른 가설 등에 의존한다.

트래픽 지시자는 최고율, 평균율, 평균 버스트 길이와 같은 네트워크 트래픽 특성을 정의하는 파라미터들을 포함한 각각의 트래픽 종류와 연관 있다. 트래픽 지시자는 트래픽 세이핑, CAC, 사용자 파라미터(UPC) 등의 기본적인 요소이다. 이러한 ATM 네트워크의 트래픽 특성을 효과적으로 연구하기 위해서는 트래픽 지시자를 정의하는 실험이 중요하다.

Lilly Cheng and Herman D.Hughes는 Wan과 ATM

* 제주대학교 대학원

Graduate School, Cheju Nat'l Univ.

** 제주대학교 전기전자공학부

Faculty of Electrical & Electronic Eng., Cheju Nat'l Univ.

환경 하에서 비디오, 오디오, FTP, Telnet, Rlogind 트래픽을 측정하여 workload model을 제안하였다[6]. 이 workload model은 함수의 집합체로 구성되어 있으며, 트래픽의 종류에 따라 각각 트래픽의 생성 함수를 제안하였다. 트래픽 생성 함수에 의해 생성된 시뮬레이션 트래픽과 측정 트래픽의 특성을 비교, 분석하였으나, workload model을 형성하는 데 복잡한 과정을 거친다.

본 논문에서는 실제 트래픽의 측정과 트래픽 생성 함수의 생성을 위하여 간단하면서도, 효율적인 트래픽 발생 함수를 제안하였다. 실제 트래픽의 측정과 트래픽 발생 함수의 생성을 위하여 제주대학교의 실제 트래픽의 측정을 기반으로 하고 있다. 제주대학교 LAN에서 데이터를 송수신 할 때, 가변 비트율(VBR : Variable Bit Rate)인 비디오, 오디오 트래픽을 실시간으로 측정하였다. ATM 네트워크에서 실시간 오디오, 비디오 트래픽을 측정하기 위하여 모니터링 프로그램을 작성하였다. 첫째로 ATM 드라이버에서 측정 프로그램을 작성하여 코딩하였다. 지정된 측정 시간에 따라 ATM 드라이버 메모리에서는 데이터를 순차적으로 저장하였다.

또한 ATM 어플리케이션에서는 ATM 드라이버로부터 측정된 데이터들을 일정 시간 간격으로 호출하였다. 어플리케이션 메모리는 호출 요청에 의해 보내진 데이터들을 저장한다. 반복적으로 ATM 어플리케이션에서는 ATM 드라이버에 일정 시간 간격으로 데이터를 호출하게 된다. 이렇게 얻어진 데이터들을 모니터에 나타내었으며 ATM 드라이버와 어플리케이션 프로그램을 상호 호출에 의해서 ATM 트래픽을 측정하였다.

우선 측정 시간 간격을 0.001초에서 1초까지 다양하게 측정하여 그 특성을 조사하여, 최적의 측정 시간 간격(비디오 0.1초, 오디오 1초)을 찾아내었다. 측정 데이터의 샘플을 1000개로 하여서 그래프로 도시하였다. 그리고 최적의 측정 시간 간격에 의해서 하루동안 시간대별로 24번을 측정하여 누적 확률 밀도 함수(CDF : cumulative distribution function)로 나타내었다. 이 누적 확률 밀도 함수들로부터 표준 누적 확률 밀도 함수를 구하였다. 여기서 구해진 표준 확률 밀도 함수로부터 표준 함수를 찾아내었다. 표준함수

에 의해서 발생된 트래픽과 실시간 측정하여 얻은 트래픽과 비교하여 상호간의 오차를 구하여 차이가 거의 없음을 검증하였다. 마지막으로 이렇게 생성된 트래픽의 표준 함수의 활용 범위에 대해 기술하였다.

II. ATM 트래픽 및 트래픽의 측정

2.1. ATM 트래픽

Fig. 1은 제주대학교 LAN에서의 ATM 트래픽을 분석하기 위한 순서도를 나타낸 것이다. 우선 실시간(real time) 비디오, 오디오 트래픽을 측정 시간에 따라 다양하게 측정해서 최적의 측정 시간(비디오 0.1초, 오디오 1초)을 찾아낸다. 찾아낸 최적의 측정 시간으로 비디오, 오디오 트래픽을 측정한다. 측정된 트래픽들의 확률 밀도 함수(CDF : cumulative distribution function)를 도시한다. 하루동안 24번씩 시간대별로 확률 밀도 함수들을 구하고, 그 함수들로부터 표준 확률 밀도 함수를 찾아낸다. 표준 확률 밀도 함수를 최소 자승 추정 방식에 의해서 표준 함수를 구한다. 표준 함수에 의해 발생된 트래픽과 측정 트래픽을 상호 비교, 분석한다.

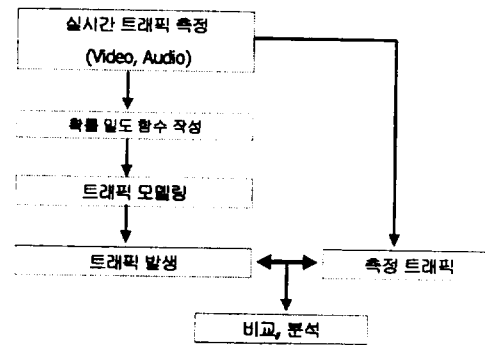


Fig. 1. The flow chart of ATM traffic

ATM 트래픽을 측정하기 위하여 Fig. 2와 같이 네트워크를 구성하였다. 제주대학교의 이더넷(Ethernet) 네트워크와 ATM 네트워크와의 상호 연결은 ATM 스위치(Omni Switch)에 의해서 이루어진다. ATM

스위치는 이더넷에서 전송되는 패킷을 ATM에서 전송되는 셀로 바꾸어 준다. ATM 스위치와 ATM 155bps의 ATM 카드를 장착하고 있는 컴퓨터와의 물리적인 연결은 상호간의 송수신을 위해 쌍방향 광케이블을 사용하였다. 또한 ATM 카드에 ATM 드라이버를 설치하고, ATM 어플리케이션에서 프로그래밍하여 ATM 드라이버와 어플리케이션의 상호간에 데이터를 송수신하면서, 비디오, 오디오신호를 실시간으로 측정하였다.

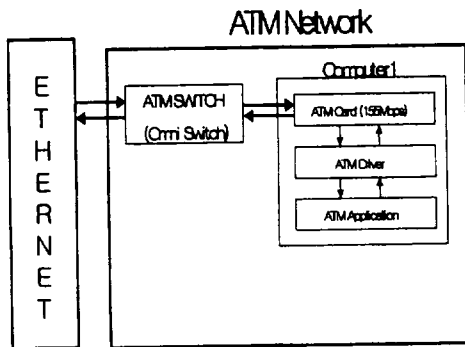


Fig. 2. Network for measuring ATM traffic

Fig. 3은 ATM 드라이버 부분이 ATM 카드와 ATM 어플리케이션 부분에서의 상호 작동하는 과정을 보여준다. ATM 드라이버의 수신부분에서는 ATM 카드에서 수신한 트래픽을 받아들이는 부분이며, 받아들인 수신 데이터는 일정 시간 단위로 상위

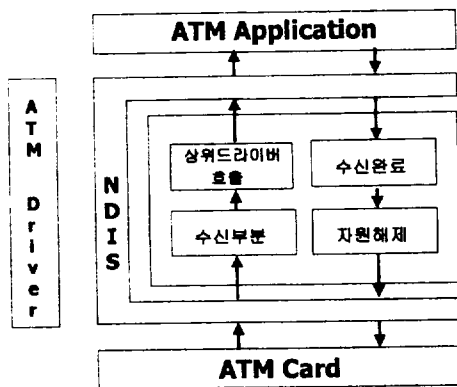


Fig. 3. The structure of network driver

드라이버 호출에 의해 ATM 어플리케이션 부분으로 데이터가 전송되며, 어플리케이션 부분에서 데이터가 처리된다. 연속적으로 ATM 어플리케이션 부분에서는 ATM 드라이버 부분에 데이터를 호출하고, ATM 드라이버는 ATM 어플리케이션 부분으로 전송된다. 이러한 과정을 반복 수행한다. 트래픽을 측정하고 난 후, ATM 어플리케이션 부분에서는 수신 완료 메시지를 ATM 드라이버 부분에 보내면, ATM 드라이버 부분에서는 설정된 자원(Memory)을 해제한다.

Fig. 4는 ATM 드라이버 부분과 어플리케이션 부분에서 쓰이는 함수들을 나타낸 것이다. ATM 드라이버부분에서 쓰이는 대표적인 함수는 Receive() 함수이며, 이 함수에서 대표적으로 쓰이는 함수는 데이터를 수신하는 GetData 함수와 수신한 데이터를 분석하는 AnalyzeData 함수로 구성되어 있다. ATM 어플리케이션 부분에서 쓰이는 대표적인 함수는 ReadData이며, ReadData 함수에는 측정된 트래픽을 컴퓨터로 보기 위한 작업을 하여 주는 함수들(Meacell, Cellcount, Celltime)이 있다.

ATM 어플리케이션 부분에서 지정한 시간에 의해 주기적으로 ATM 드라이버에 호출하고, ATM 드라이버는 호출될 때마다 데이터를 ATM 드라이버에 전송한다. 이와 같은 과정을 계속 반복 수행한다.

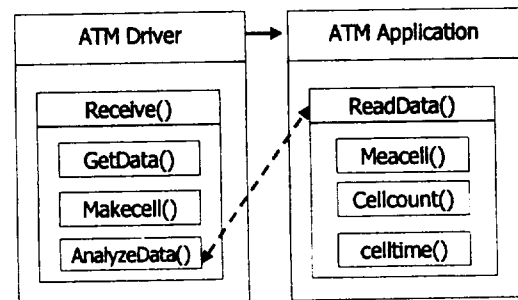
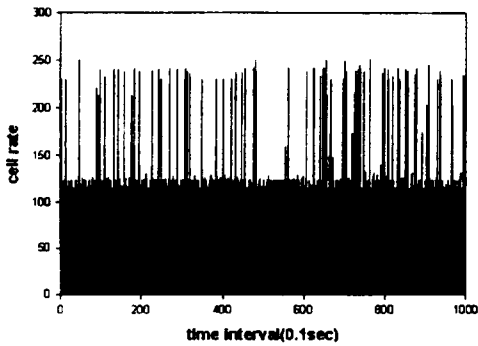


Fig. 4. The structure of measuring program

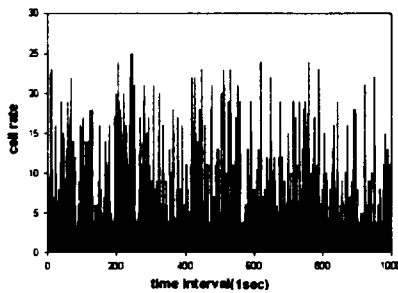
2.2. 제주대학교 ATM망에서 측정된 트래픽

Fig. 5는 제주대학교의 이더넷 네트워크와 ATM 네트워크가 상호 연계된 경우, 실제의 비디오 트래픽과 오디오 트래픽을 측정하여 보았다. 측정 시간 간격은 비디오신호는 0.1초이고, 오디오신호는 1초이다.

샘플의 수는 1000개이고, 측정시간은 비디오 트래픽인 경우 1분 40초이고, 오디오 트래픽인 경우 16분 40초(비디오 트래픽인 경우 : 0.1초 × 1000 = 100초, 오디오 트래픽인 경우 : 1초 × 1000 = 1000초)이다. 비디오 트래픽의 최고 전송율은 0.1초당 250cell이고, 평균 전송율은 0.1초당 146.06cell이다. 또한 오디오 트래픽의 최고 전송률은 1초당 25cell이고, 평균 전송률은 6.35cell이다.



(a) video



(b) audio

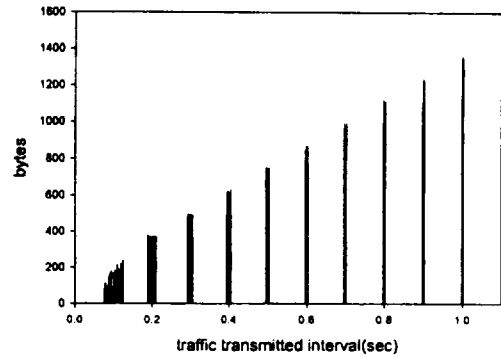
Fig. 5. Measured real traffic

2.3. 대역폭 계산

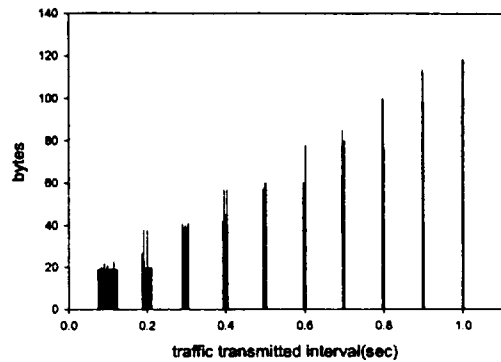
트래픽의 측정시간간격 (Δt)에 대한 의존성을 조사하기 위해서 비디오 신호와 오디오 신호를 각각 10 (0.01, 0.02, 0.03,, 0.09, 0.1sec) 단계로 나누어서 조사하였다. 비디오 신호의 최고셀율은 620.41Mbps, 최저셀율은 526.43Mbps이고, 평균셀율은 559.15Mbps

이며, 오디오 신호의 최고셀율은 4.62Mbps, 최저셀율은 4.14Mbps이고, 평균셀율은 4.32Mbps이다.

Fig. 6은 측시간에 따른 트래픽의 전송량을 그림으로 나타낸 것이다(측정시간 10초). 비디오 트래픽과 오디오 트래픽의 최고율은 측정시간간격(Δt)에 의존함을 알 수 있다.



(a) video



(b) audio

Fig. 6. The transferring traffic by different time scale

Table 1은 비디오 트래픽과 오디오 트래픽의 초당 평균 전송량을 나타낸 것이다. 비디오 트래픽의 경우, 시간 간격(Δt)이 0.1초일 때, 1초당 전송되는 평균 셀은 1413.10cell이고, 전송 속도는 $(1413.10\text{cell}/\text{sec}) \times$

$(53\text{byte/cell}) \times (8\text{bit/byte}) = 599.15\text{Kbps}$ 이다. 측정 시간이 0.1초부터 1초 동안 10단계(0.1초, 0.2초, ..., 0.9초, 1초)로 나누어서 전송량을 측정하여 정리하였다. 초당 평균 전송률은 비디오 트래픽의 경우 최고 620.41Kbps($\Delta t=0.5\text{초}$)이고, 최저 526.43Kbps($\Delta t=0.7\text{초}$)이며, 평균 전송률은 564.05Kbps 이고, 오디오 트래픽의 경우 최고 4.62Kbps($\Delta t=0.2\text{초}$)이고, 최저 4.14Kbps($\Delta t=0.7\text{초}$)이며, 평균 전송률은 4.32Kbps이다.

Fig. 7은 측정 시간에 따른 평균 전송률을 나타낸 것이다. 비디오 트래픽과 오디오 트래픽의 평균 전송률은 측정 시간 간격(Δt)에 선형적으로 나타난다. 따라서 트래픽의 평균 전송률과 측정 시간 간격(Δt)과의 상호 의존성이 있음을 알 수 있다.

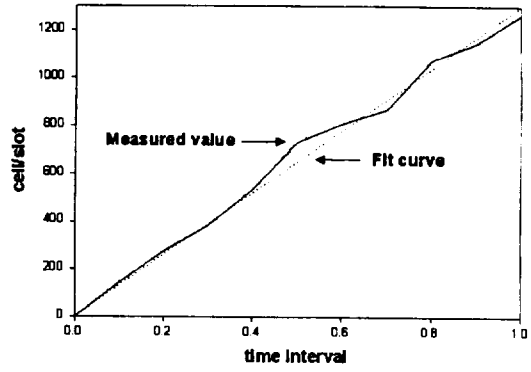
Table 1. Mean rate measurement per different time scale

(a) video

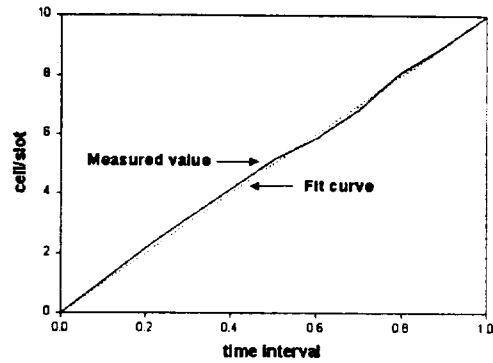
Δt	cell/slots	cells/sec	Kbps
0.1	141.31	1413.10	599.15
0.2	272.27	1361.35	577.21
0.3	381.37	1271.23	539.00
0.4	531.90	1329.75	563.81
0.5	731.62	1463.24	620.41
0.6	806.45	1344.08	569.89
0.7	869.10	1241.57	526.43
0.8	1074.19	1342.74	569.32
0.9	1144.49	1271.66	539.18
1.0	1264.41	1264.41	536.11

(b) audio

Δt	cell/slots	cells/sec	Kbps
0.1	1.07	10.07	4.25
0.2	2.18	10.90	4.62
0.3	3.16	10.53	4.46
0.4	4.14	10.35	4.39
0.5	5.16	10.32	4.38
0.6	5.87	9.78	4.15
0.7	6.84	9.77	4.14
0.8	8.13	10.16	4.31
0.9	9.00	10.00	4.24
1.0	9.96	9.96	4.22



(a) video



(b) audio

Fig. 7. Mean rate measurement per time scale

2.4. 시간대별 트래픽의 측정

Fig. 8은 비디오 트래픽과 오디오 트래픽을 하루동안 1시간 간격으로 24번 측정하여 셀 전송률을 확률 밀도 함수와 시간대별의 상관 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 하루동안 측정된 비디오 트래픽과 오디오 트래픽의 확률 밀도 함수의 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

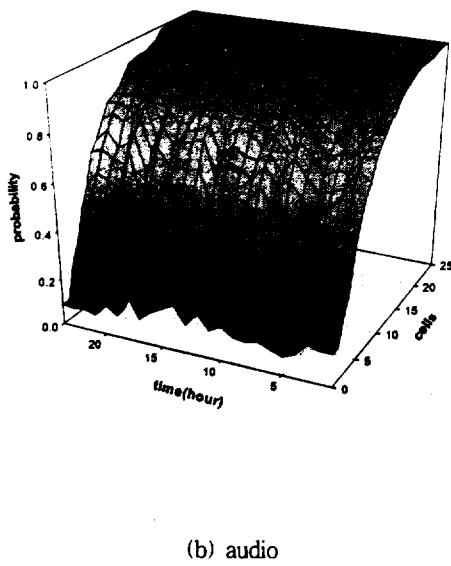
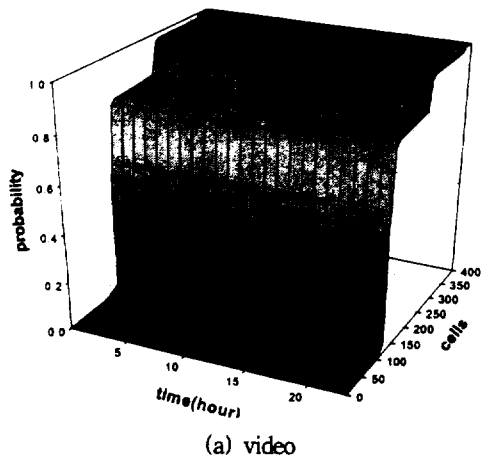


Fig. 8. Measurement of traffic every hour

2.5. 측정 트래픽의 CDF 형성

Fig. 9는 측정된 제주대학교 트래픽으로부터 평균적인 CDF 특성을 나타낸 것이다.

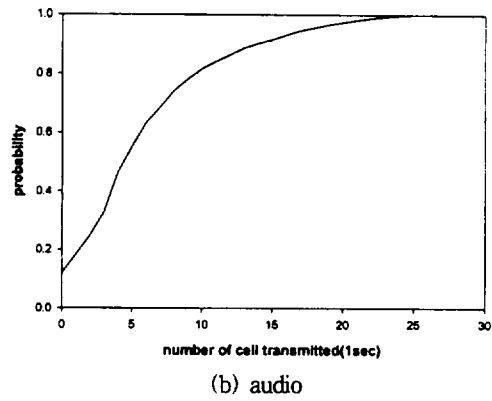
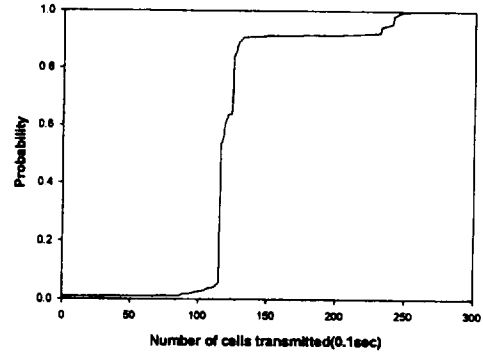


Fig. 9. The CDF of measured traffic

III. 모델의 형성 및 시뮬레이션

3.1. 모델의 구조 및 형성

측정한 데이터들에서 트래픽의 특성을 가지고 트래픽 파라미터들을 계산한다. ATM 모델에 의해서 측정 데이터의 누적 분포들이 입증된다. 그리고 이것은 ATM 네트워크를 관리하고 제어하기 위한 유용한 자료가 된다.

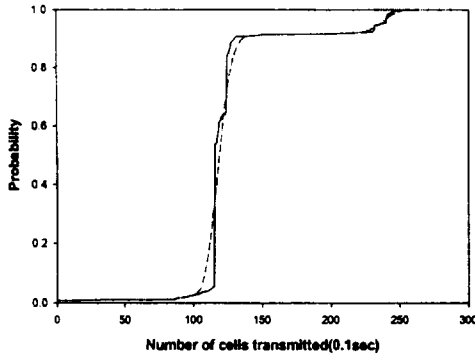
트래픽 발생 함수(TGF)를 생성하기 위하여, 측정된 트래픽에서 표준 확률 밀도 함수를 생성한다. 최소자승 추정 방식을 이용하여 생성된 확률 밀도 함수로부터 최적의 트래픽 발생 함수(TGF)를 생성한다.

식 (1)은 비디오 트래픽과 오디오 트래픽을 발생하기 위해서 최소 자승 추정 방식에 의해 생성된 트래픽 발생 함수이며, 이 방정식 역시 측정된 비디오 트래픽과 오디오 트래픽에 대한 분석을 기반으로 하고 있다.

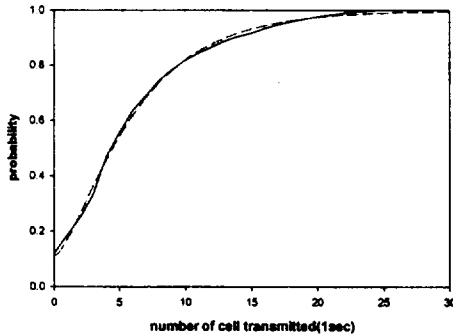
$$\nu(t) = a(1 - \exp(-bt))^c \quad (1)$$

측정된 비디오 트래픽의 표준 그래프에서 얻어낸 값은 $a = 0.951826$, $b = 0.158299$, $c = 9.414874$ 이며, 오디오 트래픽의 표준 그래프에서 얻어낸 값은 $a = 0.886829$, $b = 0.203531$, $c = 1.618960$ 이다.

3.2. 성능평가



(a) video

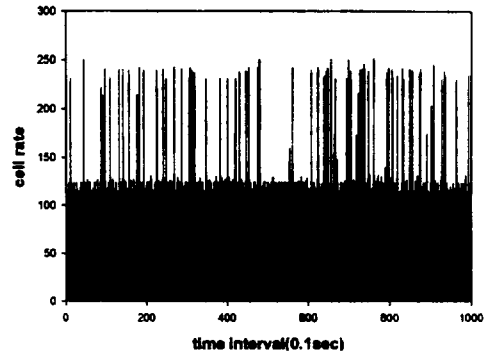


(b) audio

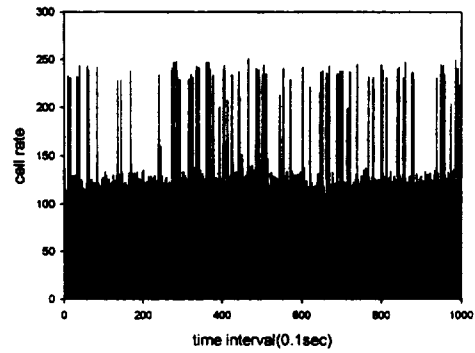
Fig. 10. Comparison of measured traffic CDF and generated traffic CDF

제주대학교 ATM 트래픽과 함수 모델에 의해서 생성된 트래픽과의 비교를 해 보았다. Fig. 10은 비디오 트래픽과 오디오 트래픽의 확률 밀도 함수와 표준 그래프를 상호 비교한 것이다.

Fig. 11은 비디오 트래픽의 경우, 실제 측정 트래픽과 TGF에 의해 발생시킨 시뮬레이션 트래픽을 비교하여 나타내었다.



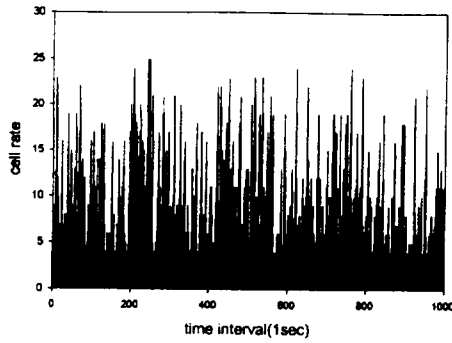
(a) measured video traffic



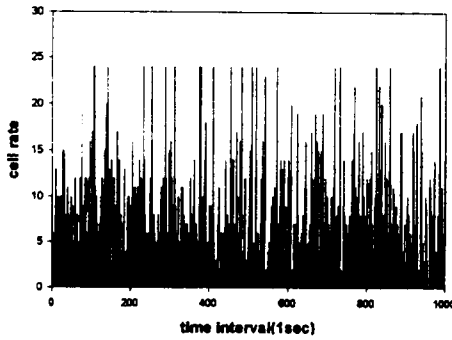
(b) simulated video traffic

Fig. 11. Comparison video traffic

Fig. 12는 오디오 트래픽의 경우, 실제 측정 트래픽과 TGF에 의해 발생시킨 시뮬레이션 트래픽을 비교하여 나타내었다.



(a) measured audio traffic



(b) simulated audio traffic

Fig. 12. Comparison Audio traffic

Table 2는 비디오 트래픽과 오디오 트래픽의 측정치와 발생 함수에 의해 발생된 트래픽과의 차이를 나

Table 2. The comparison of measured traffic and generated traffic

(a: measured traffic, b: generated traffic)

	Video	Audio
$Ea(x) = \frac{1}{n_a} \sum_{i=1}^{n_a} Xa_i$	146.06	6.35
$Eb(x) = \frac{1}{n_b} \sum_{i=1}^{n_b} Xb_i$	145.97	5.91
$ Ea(x) - Eb(x) $	0.09	0.44
$S_a = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_a} Xa_i - n_a \times Ea(x)}{n_a - 1} \right)^2$	161.19	5.83
$S_b = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_b} Xb_i - n_b \times Eb(x)}{n_b - 1} \right)^2$	161.88	5.30
$S = \sqrt{\frac{S_a}{n_a} + \frac{S_b}{n_b}}$	2.28	0.27

타내었다. 비디오 트래픽의 경우, 측정 트래픽과 트래픽 발생 함수에 의해 생성된 트래픽과의 평균치의 차이는 0.09이고, 표준 편차의 차이는 2.28이다. 그리고 오디오 트래픽의 경우, 측정 트래픽과 트래픽 발생 함수에 의해 생성된 트래픽과의 평균치의 차이는 0.44이고, 표준 편차의 차이는 0.27이다. 따라서 비디오, 오디오 측정 트래픽과 발생 함수에 의해서 생성된 트래픽과의 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 제주대학교 ATM 비디오, 오디오 트래픽을 측정하여, 측정된 트래픽의 특성을 조사하고, 새로운 트래픽 생성 함수를 제안하였다.

측정 프로그램은 Visual C++로 프로그래밍하여, 트래픽의 측정시간(Δt)과 하루 24시간동안에 전송되는 트래픽을 측정하였다. 제주대학교 ATM 비디오 및 오디오 트래픽의 측정시간에 따른 트래픽의 변화는 측정 시간 간격(Δt)에 의존한다.

측정 트래픽과 측정 데이터로부터 생성된 트래픽 모델에 의해 발생된 트래픽과의 차이를 비교하였다. 초당 평균 전송량의 차이는 비디오 트래픽의 경우 1% 이하, 오디오 트래픽인 경우 7% 이하의 차이가 있다. 또한 표준편차에 의하여 구해진 차이는 비디오의 경우 2.28, 오디오인 경우 0.27로서 차이가 거의 없음을 알 수 있었다. 따라서, 생성된 트래픽 생성 함수는 제주대학교의 ATM 네트워크의 해석과 관리 및 제주대학교 ATM 네트워크에서 최적의 폭주 제어 알고리즘 개발, 통신프로토콜의 개선 및 스위칭 아키텍처의 개발에 쓰일 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 1) Abdelnaser Adas, 1997, "Traffic Models in Broadband Network", IEEE Communications Magazine July 1997, No.4A, pp82~89
- 2) Ronald G. Addie, Moshe Zukerman, Tim Neame, 1995, "Fractal Traffic : Measurements, Model-

- ling and Performance Evaluation", The conference on computer communications, Vol. 3, pp.977~984
- 3) Carrie Carter, David Freeman, 1996, "Test traffic generation equipment and algorithms evaluating ATM networks", Computer Communications Vol.19, pp.962~971
 - 4) Ioannis Stavrakakis, 1996, " Characterization and multiplexing of correlated traffic from sources with different time constants", Computer Communications Vol. 19, pp.1112~1123
 - 5) Jorge-A., Sanchez-p.,Gerd Keiser, Iakovos S. Venieris, Emmanuel N. Protonotriais, 1996, "On the Definition of ATM Traffic Descriptorsfor LAN Sources", IEEE International conference on communications Vol.3, pp.1601~1606
 - 6) Lilly Cheng and Herman D. Hughes, June 1995, "An ATM traffic model based on empirical traffic Measurement", IEEE International Conference on Communications'95, pp.2247~2251