

ATM망에서 Network Performance를 고려한 Real-Time Multimedia Service에 관한 연구

김 영준 , 이 병호
한양대학교 전자공학과

Tel : 0345-400-4045, Fax : 0345-416-8847, E-mail : yjkim@hymail.hanyang.ac.kr

A Study on Real-Time Multimedia Service Considering Network Performance in ATM Networks

Yeong Joon Kim and Byung Ho Rhee

Department of Electronic Engineering, Hanyang University

Tel : 0345-400-4045, Fax : 0345-416-8847, E-mail : yjkim@hymail.hanyang.ac.kr

Abstract

ATM technology is reaching a certain level of maturity that allow for its deployment in local as well as in wide area networks. Concurrently, audiovisual applications are foreseen as one of the major users of such broadband networks.

We present in this paper requirement of real-time multimedia service on B-ISDN networks and simulating the transport of MPEG-2 encoded multimedia data over ATM networks using CBR, VBR, ABR of ATM Traffic Service. We compare each delay time considering network performance and propose need for real-time multimedia service.

1. 서 론

앞으로 다가올 정보화 사회의 Network Service는 음성, 데이터, 화상 등 Multimedia Service를 주로 제공하게 된다. 이러한 Multimedia Service를 제공하기 위해 등장한 B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network) 은 다양한 Service를 만족시키기 위

해 여러 범위의 대역폭을 할당할 수 있어야 한다. 이와 같은 특성과 Service 클래스에 따른 다양한 QoS (Quality of Service)를 만족시키기 위해 ATM (Asynchronous Transfer Mode)을 전송 및 교환의 기본 방식으로 채택하였다. ATM은 종래의 통신망에서 볼 수 없었던 광범위한 대역폭을 가지고 있고 저속의 데이터 Service 및 고속의 다양한 데이터 Service를 제공할 수 있게 되었다. Multimedia 정보는 다양한 종류의 Traffic 특성을 지니고 있기 때문에 Multimedia Service 이용자가 요구하는 수준의 품질 및 Service 기능을 제공하기 위해서는 별도의 제어가 요구된다. 이와 관련하여 ATM Forum에서는 다양한 Service들에 대해 다섯 개의 ATM 계층 Service 클래스를 정의하고, ATM 망에서 이들 Service 클래스들을 모두 지원하여야 한다고 규정하고 있다. 이와 같이 ATM 계층에서는 제공되는 Multimedia Service에 대해 다양한 QoS를 제공해야 하는데, 예를 들어 음성은 손실보다는 지연에 민감한 특성을 지니지만, 데이터는 지연보다는 손실에 민감하다. 그 외에도 지연과 손실, 둘 다에 영향을 받는 Traffic도 있다. 이러한 다양한 Traffic을 효율적으로 관리하기 위해 ATM의 Traffic은 다음의(표 1) 네 가지 Service 클래스로 구성된다.[1]

이러한 Service들은 Traffic의 특성과 QoS 요구사항

들과 관련되며, Routing, CAC(Call Admission Control), 자원 할당 등의 제어방식도 이들 Service에 따라 결정된다.[2]

CBR (Constant Bit Rate)	셀 지연과 지연변이가 엄격히 제한됨.
VBR (Variable Bit Rate)	셀 지연이 제한되고 낮은 셀 손실률을 요구
ABR (Available Bit Rate)	피드백을 사용하여 소스의 셀률을 제어
UBR (Unspecified Bit Rate)	셀 지연, 지연변이, 셀 손실의 어느 것도 제한되지 않음

표 1. ATM Traffic Service Classes

ATM Forum에서는 앞으로 ATM망을 이용한 VoD Service에 대해 MPEG-2로 Encoding된 CBR Traffic Service를 사용할 것을 권장하고 있다.[3] 이것은 좋은 품질의 Real-Time Multimedia Service를 위해서는 바람직한 사항이지만 Network 효율 면에서는 그다지 권장할 만한 사항이 아니다. 본 논문에서는 현재 ATM Forum에서 권장하고 있는 Real-Time Multimedia Service에 관한 사항들을 알아보고 그 문제점에 대해 설명한다. 또한 그 사실을 시뮬레이션을 통해 살펴본 후 앞으로 개선되어야 할 사항들을 제시한다.

II. ATM Multimedia Service

Multimedia 데이터의 특성 중에서 가장 중요한 것은 바로 연속적이라는 데에 있다. 따라서 Multimedia 데이터는 지연과 손실에 가장 큰 영향을 받는다고 할 수 있다. 또한 이 Multimedia 데이터가 MPEG 이나 MPEG-2로 압축이 되어있는 경우는 더욱더 지연이나 손실에 민감하게 된다. 이러한 사실로 인해 현재 ATM 망에서 Multimedia 데이터의 전송이 가능한 AAL(ATM Adaptation Layer)은 AAL1과 AAL5의 두 가지가 있다. ATM/B-ISDN Service Classes는 (표 2)와 같다.[4]

AAL1은 기본적으로 Circuit Emulation Service를 위해 디자인되었고 따라서 Application에 CBR (Constant Bit Rate) Service를 제공한다. 또한 Sequence Number를 사용하여 셀 손실을 알 수 있고 또한 셀 간격이 있는 FEC(Forward Error Control)을 사용하여 손상된 셀을 복구할 수 있는 셀 기반의 제어를 제공한다. 하지만 AAL1은 일반적으로 사용되고 있

는 VBR과 Constant Quality Encoding을 지원하지 못하는 문제가 있다.

AAL5는 모든 종류의 ATM전송을 다 지원할 수 있다. 이것은 AAL5의 낮은 오버헤드와 단순함 때문인데 이 장점이 AAL5가 Multimedia 데이터의 전송을 유리하게 한다. 하지만 AAL5는 데이터 전송 응용 프로그램에 맞게 디자인되었기 때문에 Real-Time Multimedia의 전송에는 약간의 문제점을 포함하고 있다. 왜냐하면 AAL5에서는 Error Recovery 정보가 포함되어 있지 않기 때문에 전송에 문제가 발생했을 경우 받은 프레임은 버리고 재전송을 요구하게 된다.[5] 이러한 경우가 발생하게 되면 데이터 전송의 경우에는 별 문제가 없겠지만 Real-time Multimedia Service의 경우 상당한 문제를 발생시키게 된다.

Attribute	Service Class			
	Class A	Class B	Class C	Class D
Timing Relation	Required		Not Required	
Bit Rate	Constant	Variable		
AAL(s)	AAL1	AAL2	AAL3/4 or AAL5	AAL3/4 or AAL5

표 2. ATM/B-ISDN Service Classes

III. 시뮬레이션

본 논문에서는 여러 가지 Traffic과 함께 Multimedia Traffic을 전송하기 위해 CBR, VBR, ABR, UBR Traffic에 대한 수학적 모델을 정의하였다.[6]

첫 번째로 CBR Traffic의 경우, 특정 시간에서의 셀 도착률은 포아송 분포로써 모델링 될 수 있다. 즉, 각각의 타임슬롯에서 셀 도착 확률은 파라미터 λ_c 를 가지는 포아송 확률 변수에 의해 결정되어진다. 또한 CBR Traffic의 경우 최대 셀 발생률(B_{peak}), 평균 셀 발생률(B_{mean}), 최소 셀 발생률(B_{min})이 모두 동일한 값을 가지므로 다음과 같은 수식을 얻을 수 있다.

$$B_{peak} = B_{mean} = B_{min}$$

두 번째로 ON-OFF Traffic으로 모델링되는 VBR Traffic의 경우, 두개의 OFF 구간 사이의 ON 구간은

지수 분포를 따르는 확률 변수 t_{on} 에 의해 결정 지어도도록 모델링하고, 두개의 ON 구간 사이의 OFF 구간은 지수 분포를 따르는 확률변수 t_{off} 에 의해 결정되어지도록 모델링 한다. 또한 ON 구간 내에서 데이터 발생량은 파라미터 λ_v 를 가지는 포아송 확률변수에 의해 결정되어지도록 모델링한다.

세 번째로 ABR Traffic의 경우 최소 셀 발생률과 최대 셀 발생률 사이에서 가변적으로 데이터가 발생하고 버스티한 특성을 가지고 있으므로 VBR Traffic과 마찬가지로 ON-OFF Traffic 형태로 모델링 할 수 있다. ON 상태에서의 데이터 발생량은 파라미터 λ_a 을 가지는 포아송 확률변수에 의해서 결정된다. 그외의 내용들은 VBR Traffic 모델링의 내용과 동일하다.

마지막으로 UBR Traffic의 경우에는 매우 버스티한 특성을 가지므로 메세지 기반으로 동작한다고 할 수 있다. 따라서 UBR Traffic에 대하여 메세지 도착률은 파라미터 λ_u 를 가지는 포아송 분포로 가정하고 메세지의 길이는 평균값이 w 인 지수분포를 따르도록 모델링한다.

시뮬레이션에서는 5개의 가상채널연결을 설정하고 각 버퍼의 길이는 15로 두었다. 시뮬레이션에서 설정한 5개의 가상채널 연결의 특성은 다음과 같다.

- ▶ Source 1 : CBR, $B_{peak} = 7, B_{mean} = 7,$
 $\lambda_c = 0.47$
- ▶ Source 2 : VBR, $B_{peak} = 7, B_{mean} = 4,$
 $E[t_{on}] = 15, E[t_{off}] = 37, \lambda_v = 0.47$
- ▶ Source 3 : ABR, $B_{peak} = 7, B_{mean} = 3,$
 $E[t_{on}] = 15, E[t_{off}] = 20, \lambda_a = 0.47$
- ▶ Source 4 : UBR, $\lambda_u = 0.002, w = 30$
- ▶ Source 5 : CBR(VBR, ABR), MPEG-2로 Encoding 된 Video Stream

시뮬레이션에서 사용한 ATM Service Class는 AAL5를 사용하고 각 소스들에서 발생하는 총 셀의 평균 도착률(λ_c)을 1.866/time unit으로 설정하며 링크의 효율(ρ_M)을 0.9, 각각의 소스들의 처리율(μ)을 2.096/time unit으로 가정한다. 또한 셀 슬롯 할당방식을 우선순위 할당방식을 사용하는 것으로 한다.

이 우선순위 셀 슬롯 할당(Priority Cell Slot Allocation)방식은 고 우선순위의 셀이 저 우선순위의 셀에 대해 항상 우선적으로 셀 슬롯을 할당받는 방식으로 저 우선순위 셀은 전송될 고 우선순위 셀이 버퍼

에 없을 때에만 Service를 받게된다. 일반적으로 고 우선순위는 CBR에 할당되고 중간 우선순위는 VBR셀에 그리고 저 우선 순위는 ABR 셀에 할당 할 수 있다. 이와같이 출력셀 슬롯의 할당을 위한 Readout의 기회를 우선순위에 따라 할당받는방법은 고 우선 순위 셀이 저장된 버퍼를 선택하여 우선 전송하게 된다. 그리고 고 우선 순위가 할당된 CBR 버퍼는 버퍼내에 셀이 존재하지 않을 때 까지 CBR 셀에 슬롯을 할당하는 Service를 수행한다. 또한 VBR/ABR버퍼의 셀을 Service하는 도중에 CBR 셀이 입력되면 현재 Service 중인 셀에 슬롯을 할당한 후 CBR 버퍼를 Service한다. 이때 VBR/ABR 버퍼에 남아있는 셀은 CBR 버퍼의 Service 이후에 다시 재 전송될수 있는 기회를 갖는다.[7] 이와 같은 환경에서 MPEG-2로 Encoding 된 Multimedia 데이터를 ATM망에 CBR, VBR, ABR로 전송 하였을 때 각각의 평균 전송 지연시간을 살펴 보았다.

IV. 분석

본 논문에서는 SimScript II.5 언어를 사용하여 구현한 시뮬레이션 프로그램을 통해서 각 소스들에서 나오는 셀들의 평균 전송 지연 시간을 측정하였다.

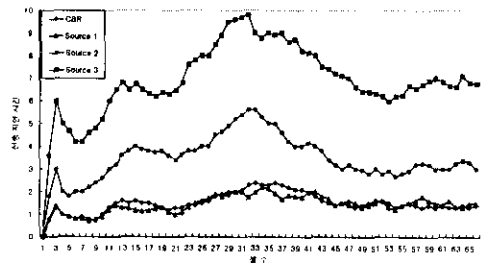


그림 1. CBR로 전송했을 경우

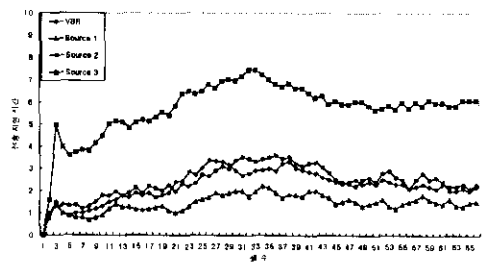


그림 2. VBR로 전송했을 경우

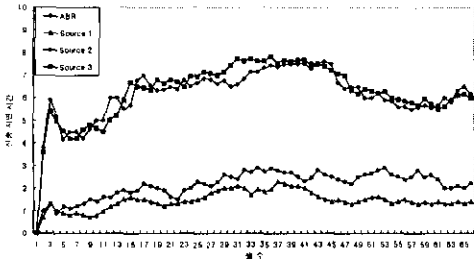


그림 3. ABR로 전송했을 경우

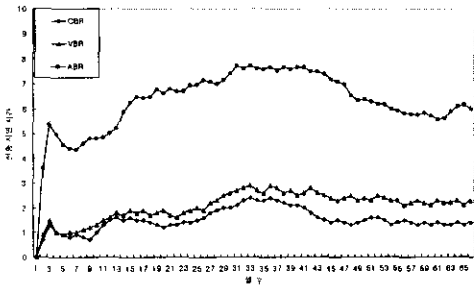


그림 4. 세 경우를 비교한 경우

그래프에서와 같이 CBR로 Multimedia 데이터를 전송할 경우 데이터의 전송 지연은 세 Traffic Service들 중에서 가장 작았지만 나머지 소스들에서 나오는 셀들은 CBR Service 때문에 대역폭이 작아져 셀을 전송할 수 있는 기회를 잃어 아주 많은 전송 지연을 보이고 있다. VBR의 경우는 CBR보다는 전송 지연이 크지만 전체적인 전송 지연시간을 보면 다른 소스들에게도 대역폭을 할당하면서 CBR과 많은 차이를 내지 않는 정도의 지연시간을 보이고 있다. ABR의 경우는 CBR과 VBR에 대역폭을 할당하고 남은 대역폭을 사용해서 전송을 시도하기 때문에 Multimedia Service를 하기에는 어려운 점이 보인다. 이와 같이 Multimedia Service에서는 Service 품질 면에서 따지면 CBR로 전송해야겠지만 VBR로도 네트워크 효율을 높이면서 Multimedia 데이터를 전송할 수 있음을 알 수 있다. 물론 VBR로 Multimedia Service를 하기 위해서는 개선되어야 할 점이 많이 산재해 있다.

우선 셀 스케줄링에서 CBR에 너무 많은 대역폭을 빼앗겨 자칫하면 셀지연이 생기거나 심한 경우 셀의 손실을 가져올 수도 있다. 하지만 이러한 단점들에도 불구하고 네트워크의 효율 면에서 본다면 충분히 그만한 가치가 있다고 본다. 또한 앞에서 말했듯이 AAL5의 전송이 잘못된 경우의 재전송 문제는 AAL5에서

Real-Time Multimedia Service를 위해 BEC (Backward Error Control)이 아닌 FEC (Forward Error Control)을 사용한다면 AAL5에서의 재전송 문제를 해결할 수 있을 것이고, MPEG-2 Video에 맞는 AAL5 Segmentation Mechanism을 사용한다면 더욱더 효율적으로 ATM 망의 자원을 활용할 수 있을 것이다. 아직은 ATM망에서 네트워크의 자원을 최대한 활용하면서 Real-Time Multimedia Service를 제공하는 것이 어렵지만 앞으로 Multimedia Service에 맞는 AAL과 에러 제어 컨트롤, 또한 셀 스케줄링에의 연구가 계속된다면 충분히 효과적인 Real-Time Multimedia Service를 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] David E.McDysan and Darren L.Spoehn, "ATM Theory and Application", McGraw-Hill, 1995.
- [2] The ATM Forum "ATM Traffic Management Specification Version 4.0", Apr. 1996. Available Through <ftp://ftp.atmforum.com/pub/approved-specs/atfm-0056.000.ps>
- [3] The ATM Forum, "Video on Demand Specification 1.0", Jan. 1996.
- [4] Uyless Vlack, "ATM : Foundation for Broadband Networks", Prentice Hall, 1995.
- [5] Raj Jain, "Congestion Control and Traffic Management in ATM Networks: Recent Advances and A Survey", ATM Forum/95-0177, Jan. 1995
- [6] Su Kyoung Lee, Sang Jun Jung, Ju Suk Song, "A Study on ABR Traffic Management in ATM Networks", 통신정보보호학회 제8권 제1호, March, 1998.
- [7] Sung Hyun Cho, Yoon Tak Oh, Sung Han Park, "A Dynamic Cell Scheduling Algorithm for Efficient Allocation of Bandwidth on ATM Networks", 전자공학회논문지 제23호, pp54-63, March, 1998.