

ATM망에서 ABR서비스의 공정성 향상을 위한 스케줄링 방법

양형규, 이병호
한양대학교 전자전기 제어계측공학과
전화 : 043-279-7434 / 핸드폰 : 011-406-2832

Scheduling Method to Improve Fairness of ABR Service in ATM Network

Hyung Kyu Yang, Byung Ho Rhee
Dept. of Electronic Electrical Control & Instrumentation Engineering, Hanyang University
E-mail : hkyang@mail.hanyang.ac.kr

Abstract

Broadband Integrated Services Digital Network(B-ISDN) supports multimedia information in real time. This can be accomplished by using Asynchronous Transfer Mode(ATM) technology. In addition, ATM networks can provide not only bandwidth reservation, but also Quality of Service(QoS) guarantees.

In this paper, we propose a efficient cell scheduling algorithm considering ABR service in ATM networks. The proposed algorithm can support ABR service more efficiently than existing fixed cell slot allocation method and priority cell slot allocation method algorithm. proposed algorithm dynamically schedules cells in a real time by considering the current traffic buffer conditions.

Throughout the computer simulation, evaluates the performance of the proposed algorithm.

I. 서론

ATM(Asynchronous Transfer Mode)망에서 전송은

다양한 특성의 트래픽을 지원하고 있다. 이와 관련 ATM Forum에서는 ATM 계층 서비스 클래스를 CBR(Constant Bit Rate), rt-VBR(real-time Variable Bit Rate), nrt-VBR(nonreal-time Variable Bit Rate), ABR(Available Bit Rate), UBR(Unspecified Bit Rate) 과 같이 다섯 가지로 정의하고 있다.[1] ATM망에서 이들 서비스 클래스들을 모두 지원하여야 되며 ATM 서비스들의 사상과 각각의 운영적 측면은 그림 1.과 같다.[2]

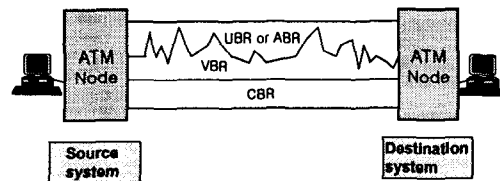


그림 1. 트래픽 특성

ABR 트래픽은 서비스 클래스에 의하여 CBR 트래픽이나 VBR 트래픽 보다 지연에 대하여는 덜 민감하고 손실에 있어서는 민감한 특성을 가지고 있기 때문에 데이터 전송같은 서비스에 적합한 클래스이다. ATM 망에서 다양한 트래픽을 효율적으로 서비스하기 위해서는 대역폭을 효과적으로 할당할 수 있는 다중화 방법을 사용한다.[3] 이러한 이유에서 각 트래픽이 요구

하는 QoS를 충족시키며 서비스를 제공하는 셀 스케줄링 방안들이 많이 연구되어 왔으나 다양한 QoS를 만족시켜 주기에는 많은 문제점들이 지적되고 있다.

우선 순위 셀 슬롯 할당방식 경우는 셀 스케줄링시 우선 순위가 상대적으로 낮은 ABR 트래픽의 경우는 스케줄링 기회가 낮아 셀 지연 시간이 늘어나며 고정 셀 슬롯 할당방식 경우는 서비스할 버퍼에 셀이 존재하지 않을 경우에도 미리 할당된 슬롯만큼 서비스를 하게 되므로 효율성이 떨어지는 문제점들이 있다.

이러한 문제점들을 보완하기 위해서 동적 할당 방식이 제시되었는데,[4] 이것은 각 서비스 클래스마다 고정적인 셀 슬롯을 할당하고 각 서비스 클래스 우선 순위 에 따라 스케줄링이 이루어지는데 서비스할 버퍼에 셀이 없을 경우는 다음 버퍼로 넘겨 동적으로 스케줄링을 수행함으로써 낮은 우선 순위를 갖는 ABR 트래픽에 대하여 비교적 서비스 전송 기회를 부여하도록 개선된 방법이다. 이 또한 망의 현재 트래픽 상태에 따라 스케줄링이 되지 않는 문제점을 갖고 있다. 이와 같이 많은 연구가 되고 있지만 CBR 이나 VBR 트래픽에 중점을 둔 방안들이 많은 반면에 ABR 트래픽을 위한 방안들은 미비한 실정이다.[5]

따라서 본 논문에서는 급속한 변화와 발전이 되고 있는 인터넷을 기반으로 하고 있는 서비스 운용방식에 ATM망의 네 가지 서비스 클래스 중에 가장 적합한 ABR 서비스 클래스를 위한 효율적인 방법을 제시한다.

II. 스케줄링 알고리즘

2.1 기존의 알고리즘

우선 순위 셀 슬롯 할당 방법은 고 우선 순위의 셀이 저 우선 순위의 셀에 대해 항상 우선적으로 셀 슬롯을 할당받는 방법으로 저 우선 순위 셀은 전송될 고 우선 순위 셀이 버퍼에 없을 때에만 서비스를 받게 된다. 일반적으로 고 우선 순위는 CBR 셀에 할당되고 중간 우선 순위는 VBR 셀에 할당된다. 그리고 저 우선 순위는 ABR 셀에 할당할 수 있다. 이는 ABR 셀은 최하위의 우선 순위를 갖고 있기 때문에 CBR 버퍼와 VBR 버퍼의 상태에 따라 많은 영향을 받는다. 그러므로 효과적인 Readout 시간을 보장받지 못한다.

고정 셀 슬롯 할당방법은 각각의 우선 순위 클래스의 트래픽에 대한 QoS 보장을 위해 사전에 결정된 고정 슬롯을 할당하는 방법이다. 스위치의 스케줄러는 각각의 우선 순위 클래스에 고정적으로 즉, 주기적으로 Readout 시간을 보장해 주는 주기적 라운드 로빈 서비스를 제공한다. 이와 같은 방법은 할당된 우선 순위 클래스의 버퍼에 셀이 존재하지 않을 때에도 할당된 Readout 시간을 제공하기 때문에 출력 셀 슬롯을 낭비하는 문제점을 갖게 되고, 상대적으로 다른 버퍼의 셀을 서비스할 수 있는 시간을 낭비하게 된다.

고정 셀 슬롯 할당방법은 가장 쉽게 구현될 수 있으나 출력 링크의 효율을 감소시키게 된다. 그러므로 이와 같은 방법은 출력 ATM 셀 슬롯의 할당에 적합한 방법이 될 수 없다. 또한 우선 순위 할당방법과 달리고 우선 순위인 CBR 셀의 QoS도 VBR 과 ABR 버퍼에 고정적이고 주기적으로 할당된 Readout 시간의 영향으로 보장할 수 없게 된다.[6]

2.2 제안된 알고리즘

기존 알고리즘에서의 저 우선 순위인 ABR 서비스의 보다 많은 전송기회를 부여하기 위하여 우선 ABR 버퍼의 상태를 측정한다. 버퍼의 상태는 ABR 버퍼로 입력되는 단위 시간당 셀 수(Input Cell)와 ABR 버퍼에서 출력되는 단위 시간당 셀 수(Output Cell)를 측정하여 상태를 파악할 수 있다.

이는 ATM망에서 ABR 버퍼로부터 입,출력 되는 트래픽의 상태에 따라 효율적인 셀 스케줄링을 하기 위한 것이다. 측정된 상태정보는 버퍼 상태에 따른 트래픽의 셀 스케줄링을 동적으로 수행하는데 사용한다.

$$\text{Cell Count} = \text{Input Cell} - \text{Output Cell} \quad (1)$$

Cell Count 값이 양수(+)이면 버퍼는 입력되는 셀 수가 출력되는 셀 수보다 많아 버퍼에 셀 들이 점점 증가하여 쌓이는 Overflow 상태임을 가리킨다. Cell Count 값이 음수(-)이면 버퍼는 입력되는 셀 수보다 출력되는 셀 수가 많아 버퍼 내에 축적되어 있던 셀 들이 점차 감소되는 Unload 상태임을 가리키며, Cell Count 값이 영(0)이면 버퍼로 입력되는 셀 수와 출력되는 셀 수가 같아 버퍼는 Balance 상태임을 알 수 있다. 각 트래픽들이 요구하는 QoS를 만족시켜 주는 파

ATM망에서 ABR서비스의 공평성 향상을 위한 스케줄링 방법

라미터 조건 하에서 앞에서 측정된 Cell Count 값을 이용하여 비교적 우선순위가 낮은 ABR 서비스를 동적으로 스위치의 스케줄링 시간을 재조정함으로써 효율적인 셀 스케줄링을 수행할 수 있다.

아울러 버퍼에 재 할당될 스케줄링 시간을 산출하기 위하여 ACR(Allowed Cell Rate)와 RDF(Rate Decrease Factor)를 사용하며, Cell Count 값에 따라 동적인 스케줄링을 수행함으로써 망에서 ABR 서비스의 공평성을 향상시킬 수 있다.

```

Cell_Count = Input_Cell - Output_Cell;
Rate = ACR * RDF;

if ( Cell_Count > 0 && VBR_MCR < VBR_Rate ){
    CBR_Rate = CBR_Rate;
    VBR_Rate = VBR_Rate - Rate;
    ABR_Rate = ABR_Rate + Rate;
} // Overflow State
if ( Cell_Count < 0 && VBR_Rate < VBR_PCR ){
    CBR_Rate = CBR_Rate;
    VBR_Rate = VBR_Rate + Rate;
    ABR_Rate = ABR_Rate - Rate;
} // Unload State
else {
    CBR_Rate = CBR_Rate;
    VBR_Rate = VBR_Rate;
    ABR_Rate = ABR_Rate;
} // Balance State
    
```

그림 2. 제안된 알고리즘

첫째로 Cell Count 값이 양수(+)일 경우는 Overflow 상태이므로 VBR 트래픽의 QoS에 영향을 미치는 Mean Cell Rate(VBR_MCR) 규약을 만족시키는 조건 하에서 VBR 트래픽의 스케줄링 기회를 좀 줄이고 ABR 트래픽의 스케줄링 속도를 $ACR \times RDF$ (Rate Decrease Factor)만큼씩 증가시켜 더 많은 ABR 트래픽의 서비스 기회를 제공한다. 둘째로 Cell Count 값이 음수(-)일 때는 버퍼가 Unload 상태이므로 서비스 우선 순위가 높은 VBR 트래픽의 스케줄링 기회를 더 부여하기 위하여 ABR 트래픽의 스케줄링 속도를 $ACR \times RDF$ (Rate Decrease Factor)만큼 감소시킨다. 세 번째로 Cell Count 값이 영(0)일 경우는 Balance 상태이므로 현 상태를 유지한다. 이와 같이 ABR 버퍼의 상태변화에 따라 각 트래픽의 규약을 만족시키는 조건 하에서 셀 스케줄링을 동적으로 재 설정함으로써 ATM 망에서 ABR 트래픽 서비스의 공평성을 효율적으로 향

상시킬 수 있다. 제안된 알고리즘은 그림 2 와 같다.

III. 시뮬레이션 및 분석

본 논문에서 제안한 알고리즘이 적용될 모델은 그림 3 와 같다.

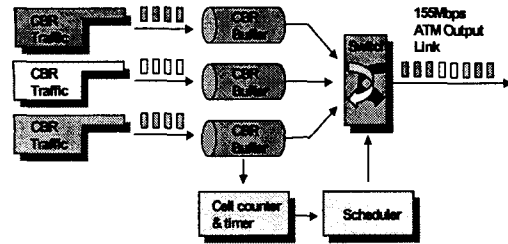


그림 3. 시뮬레이션 모델

각 버퍼의 초기 스케줄링 시간의 할당은 미리 설정된 셀 슬롯타임만큼 수행되며, 그 후 스케줄러는 제안된 알고리즘에 의하여 동적으로 각 버퍼의 스케줄링 시간을 재 할당한다.

ATM 스위치의 출력링크 속도는 155Mbps로 설정하여 초당 365,566셀을 서비스 할 수 있게 하였다. 또 셀 간의 지연 시간 변이(CDV)를 1ms이하로 하고 155Mbps의 출력링크 속도를 고려하면 스케줄러의 한 라운드로빈 주기동안 할당된 셀의 갯수는 약 370셀이 된다. 아울러 CBR 트래픽에 310셀, VBR 트래픽에 40셀, ABR 트래픽에 20셀의 슬롯을 할당하여 기존의 스케줄링 방법들과 비교 분석하였다.

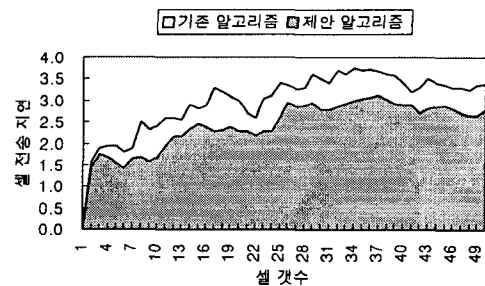


그림 4. ABR 트래픽의 셀 전송지연 비교

그림 4. 는 ABR 트래픽의 서비스 스케줄링속도를 RDF의 파라미터를 변화시켜 ABR 트래픽 서비스에

미치는 영향을 살펴본 것으로 RDF의 파라미터를 0.0625에서 전송지연시간을 측정된 결과이다. 이 결과 기존의 방법보다 전송지연은 평균 약 10%의 성능향상을 나타낸다. 이는 ABR 트래픽에 할당될 스케줄링 시간을 매번 버퍼 상태에 따라 서비스할 기회를 더 많이 주기 때문이다. 이로 인하여 ABR 버퍼의 상태를 적게 유지시킬 수 있으며, 그 결과 트래픽의 전송 지연시간 성능이 향상되었다. 또한 망에서 ABR 트래픽의 서비스 공평성의 이용 효율을 높였다.

IV. 결론

제안된 셀 스케줄링방식은 ABR 버퍼로 입,출력 되는 셀의 단위 시간당 변화량으로 버퍼의 상태를 측정한다. 측정된 상태정보는 ABR 버퍼의 상태에 따라 VBR 트래픽의 QoS에 영향을 미치는 Mean Cell Rate 규약을 만족시키는 조건하에서 ABR 트래픽의 스케줄링 기회를 더 많이 제공하도록 동적인 셀 스케줄링을 수행한다. 따라서 현재 트래픽의 버퍼상태를 고려하여 동적으로 셀 스케줄링을 함으로써 망의 현재 상태에 따라 망의 여유 대역폭을 이용 가능한 만큼 빨리 이용할 수 있다. 이로 인하여 ABR 버퍼의 상태를 적게 유지시킬 수 있다. 그 결과 트래픽의 전송 지연시간 성능이 향상되었고 망의 이용 효율을 높였다. 아울러 앞으로 연구 과제로 기존의 TCP(Transmission Control Protocol) 트래픽이 ATM망에서 제공되는 비실시간용 서비스인 ABR(Available Bit Rate), UBR(Unspecified Bit Rate)에 적용될 경우 ATM 제어방식과 TCP 흐름 제어 사이의 동작 방법에 대하여 연구하여 본 논문서 제안된 알고리즘과 연동한다면 망의 처리율과 공평성의 성능향상이 더 좋아질 것이다.

참고문헌

- [1] ATM Forum, "http://www.atmforum.com/atmforum/library/service_categories.html"
- [2] Uyles Vlack, "ATM : Foundation for Broadband Networks", Prentice Hall, 1995.
- [3] 권택근, "초고속 통신망", 홍릉과학출판사, 1997.
- [4] Sung Hyun Cho, Yoon Tak Oh, Sung Han Park, "A Dynamic Cell Scheduling Algorithm for Efficient Allocation of Bandwidth on ATM Networks", 전자공학회 논문지 제35권 제3호,

pp54-63, March. 1998.

- [5] A. Puliafito, "Buffer Sizing for ABR Traffic in an ATM witch", ICC '95, Vol. 1, pp316-320, 1995
- [6] Chang-Hoi Koo, Jae-Ho Lee, "A Buffer Readout Scheduling for ABR Traffic Control", 전자공학회 논문지 제34권 제11호, pp25-33, November. 1997.