

ATM망의 서비스 품질에 Leaky Bucket 알고리즘이 미치는 영향

소경영*, 김영수**

The Effect on the Quality of Service in ATM Network of Leaky Bucket Algorithm

Gyeong-Young, So*, Young-Soo, Kim**

요 약

ATM망으로 유입되는 트래픽을 제어하는 리키버킷 알고리즘을 구현한 트래픽 성형 메카니즘의 사용으로 ATM망 자원의 이용율을 향상시킬 수 있고 사용자들이 요구하는 ATM망의 서비스 품질을 보장할 수 있다. 리키버킷 알고리즘의 구현 트래픽 성형 메카니즘의 성능은 토큰풀 크기와 입력 큐 크기에 의해 좌우되어진다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 통해 이들 파라미터의 변화가 ATM망의 서비스 품질에 미치는 영향을 분석해 보고자 한다.

Abstract

The use of shaping mechanism, realized by means of a leaky bucket based algorithm on input traffic of an ATM network allows to achieve higher utilization of network resources, and to guarantee the quality of service requested by the users. The functionalities of the shaping mechanism based on leaky bucket, are characterized by the token pool size and by input queue size. In this paper we have analyzed, using simulations, the effect on the quality of service in ATM network of leaky bucket algorithm when shaper parameters described above are changed.

* 이리농공전문대 전자계산과 교수

** 국민대학교 정보관리학과 박사과정

논문접수 : 97.12.1. 심사완료 : 98.3.25.

I. 서 론

통신 서비스에 대한 수요 증가로 인해 광대역 종합 정보 통신망(Broadband Integrated Services Digital Network : B-ISDN)에 관한 관심이 증가되고 있다.

B-ISDN은 단일 전송, 교환 기술을 기반으로 광통신 망을 이용하여 음성, 데이터, 영상 등의 다양한 형태의 광대역 멀티미디어 통신 서비스를 제한 없이 제공하기 위한 고속 통신망이다.

따라서 전송 속도가 수 Kbps~수 Mbps에 이르는 비디오 트래픽과 같이 버스트가 강한 가변 비트율 트래픽 또는 그 외의 고정 트래픽 서비스에 대해서도 서비스 품질을 만족시켜야 한다. 국제 전기 통신 연합 전기 통신 분과 위원회(International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector : ITU-TS)에서는 이와 같은 B-ISDN 서비스를 제공하기 위하여 사용하는 하부구조로 비동기 전송 방식의(Asynchronous Transfer Mode : ATM)통신 기술을 권고하였다.

ATM 통신 방식은 기존의 회선 모드의 디지털 통신 방식과 패킷 모드 통신 방식을 통합한 방식이라 할 수 있다.

이는 연결성 방식으로서, 가상 채널을 설정하여 서비스 정보를 전달하는데 정보가 실려 있는 48 바이트 고정 길이와 헤더라고 하는 5바이트의 제어 정보로 구성된 셀을 기본 전송 단위로 한다.

셀은 패킷과 비슷하지만 패킷이 가변 길이인 것에 비하여 셀은 고정 길이이다. 고정 길이의 셀을 이용하여 고속 정보를 보내고 싶을 때는 연속하여 보내고 저속정보를 보낼 때는 빈 셀이라고 하는 빈 정보를 유효 정보 셀에 조합하여 보냄으로써 속도를 정보량에 따라 쉽게 조절할 수가 있다. 또 셀의 길이를 고정 길이로 하였기 때문에 일단 어떤 셀의 선두 위치를 찾으면 순서대로 후속 셀의 위치를 알 수 있다.

ATM에서는 헤더 내의 수신처 정보인 가상채널식별번호(Virtual Channel Identifier : VCI)에 따라 셀을 각각의 행선지에 할당한다. 즉 ATM 교환기에 입력되는 셀은 VCI의 값에 따라 출력 측의 각 행선지에 보낸다. 이때 VCI의 값은 다음의 교환을 위하여 새로운 값으로 바뀌게 된다.

ATM의 서비스 측면을 살펴보게 되면 ATM망이 지원하는 여러 통신 형태는 다양한 서비스 품질(셀 지연, 지터, 셀 손실)을 요구한다.

ATM망은 트래픽 전송시 통신 자원을 최

대로 활용하기 위하여 여러 서비스 형태를 통계적 다중화와 버퍼링 기법을 사용하여 입력 트래픽의 최대 셀 율의 합을 링크가 전송할 수 있는 용량보다 크게 할당한다. 이 때문에 필연적으로 손실과 지연이 발생한다.

ATM망은 공통 버퍼를 이용하여 망내로 유입되는 여러 개의 데이터 스트림을 평활화시켜 가변 비트율 서비스를 효율적으로 지원한다. ATM망에서 각 트래픽 원들은 개개의 버퍼를 이용하지 않고 공통 버퍼를 이용하여 전송되는데 이 버퍼에 축적된 비트율이 전체 트래픽의 변동 율을 완화시킨다.

멀티 플렉싱은 패킷을 셀로 분할하여 셀의 선두에 주소를 붙인 뒤에 다단 스위치를 사용하여 목적지까지 전송한다. 이러한 통계학적인 멀티 플렉싱과 버퍼링은 데이터 전송에 있어서 필연적으로 셀 손실 및 셀 지연을 초래한다.

따라서 통계학적인 평활화의 효과를 이용하면서 장애가 되는 요인을 최소화하는 파라미터를 선택하는 것이 중요하다.

본 논문은 이러한 파라미터중 토큰 풀의 크기와 셀 버퍼의 크기, 그리고 토큰 발생 주기가 리키버킷의 불통 확률에 어떻게 영향을 미치는가를 모의실험을 통해 알아보고자 한다.

II. 관련 연구

ATM 망을 이용한 B-ISDN에서는 다양한 속도의 정보원으로부터 나오는 대부분의 버스트한 트래픽을 통계적 멀티플렉싱함으로써 대역폭 이득을 얻고 회선의 효율을 높일 수 있는 반면, 예측할 수 없는 트래픽의 변화 즉 많은 정보원들이 동시에 버스트를 내보내면 망 차원에서의 심한 폭주 상태가 발생할 수 있으며, 또한 셀 전송 지연 및 셀 손실이 발생할 수도 있다.

따라서 사용자가 요구하는 품질을 충족시키고 망 자원을 효과적으로 공유하기 위해서는 호 설정 단계나 정보 전송 단계에서의 적극적인 트래픽 제어가 필요하며 이는 망에서 폭주 상태가 발생하지 않도록 하거나, 망에서 폭주가 발생했을 때 망 전체로 확산되는 것을 방지하고 폭주의 영향을 최소화하는 일이다.

국제 전기통신연합 전기 통신 분과위원회 (International Telecommunication Union - Telecommunication : ITU-T)에서는 트래픽 제어의 기본 목표 및 자원 관리의 목표는 다음과 같이 정하고 있다.

■ 망의 보호

네트워크의 현재 상태 및 호의 설정을 요구하는 트래픽의 특성을 기본으로 하여 이미 설정된 서비스의 품질을 보장하면서 새

로운 호를 연결할 수 있는지를 판단하여 연결을 수락한다. 이는 일시적으로 많은 자원을 이용할 수 있는 권리가 악용되는 것을 막는다.

■ 망의 성능 유지

망이 제공하는 셀 전달 지연이나 셀 전송률 등의 성능 지수가 서비스 품질(Quality of Service : QoS)을 유지하는 범위 내에 있어야 함을 의미한다.

■ 망 자원의 효율적 사용

요구되는 서비스 품질을 만족하는데 필요한 최소한의 자원만을 사용하도록 함으로써 자원의 사용을 효율적으로 운영한다.

ATM에서 트래픽 제어는 ATM 망 자체가 고속으로 동작하고, 작은 셀 단위로 처리하기 때문에, 프로토콜 처리 시간이 많아 병목현상을 일으킬 수 있으므로 상당히 복잡하다. 그래서 프로토콜의 단순화가 필수적이며 링크간의 흐름 제어 등을 제거해야 하기 때문에 기존의 패킷 통신 등에서 사용하던 폭주 제어 방법을 사용할 수 없다.

트래픽 제어에는 크게 반응 제어와 예방 제어로 나눌 수 있는데 이의 개요는 다음과 같다.

■ 반응 제어

기존 패킷 통신망에서의 윈도우 제어 방

식을 말하는데, ATM같은 고속 망에서는 제어 신호의 전파 지연 오버헤드(Overhead)의 영향 때문에 피드백 시간이 너무 커 제어를 시작해도 효과적인 반응을 얻기가 곤란하다.

■ 예방 제어

호 사용 대역을 강요하는 방식으로, 미리부터 망이 체증 레벨로 가지 못하도록 트래픽이 망에 들어오는 시점에서 제어하는 것으로 가장 일반적이면서 효율적인 방법이다. 이 제어 기법으로는 호 수락 제어(Call Admission Control : CAC), 사용 상황 감시 제어(Usage Parameter Control : UPC), 우선 순위 제어(Priority Control), 폭주 제어(Congestion Control)가 있다. ATM의 트래픽 제어에 대한 연구는 다수 존재하나 본 논문에서 참고한 내용을 중심으로 기술하겠다.

네트워크 자원을 동적으로 공유하기 위해 통계적 다중화에 의한 접속을 행하는 ATM 비동기 전송 모드는 통합 광대역 액세스를 용이하게 하고 다양한 통화 서비스를 최종 사용자에게 제공해 주는 기법임을 1986년 J.Turner는 제안하였다. 자원의 사용이 한정되어 있기 때문에 사용자에게 의해서 요청되어진 서비스의 품질을 보장하기 위해서는 접속 허가 제어 문제에 대한 해결책을 1989년에 G.Gallassi, G.Rigolil, L.Fratta가 연구하여 제안하였다. 이러한 기법들의 운영과 효율성은 사용자에게 의한 접속 요청 시에

정의되어지는 입력 트래픽의 특성에 달려 있다.

정직한 사용자의 서비스 품질에 영향을 미칠 수 있는 네트워크 자원의 사용이 의도적이든, 의도적이지 않든 불법적으로 사용되는 경우를 막기 위해서 UPC는 사용자 네트워크 인터페이스(User Network Interface : UNI)에서 구현되어야만 한다. 제한된 UPC기법 가운데에서 Leaky Bucket이 협약된 통화 파라미터를 유지하는가를 감시하는데 가장 적당한 기법임을 1990년에 L.Fratta, G.Rigolio는 연구 결과로 제시하였다. 더구나 심도 있는 ATM망에 대한 성능 분석은 제어의 대상인 트래픽 소스의 통계학적 행태로 인하여 고유한 한계점을 안고 있다고 1989년에 M.Sidi, W.Liu, I.Cidon, I.Gopal는 주장했고 이러한 한계점을 극복하기 위해서 사용자에 의한 셀 생성 과정을 재형성할 수 있는 메카니즘의 사용을 M.Sidi, W.Liu, I.Cidon, I.Gopal는 제안하고 있다.

2.1 비동기식 전달 방식

ATM은 비동기식 시분할 다중화(Asynchronous Time Division Multiplexing : ATM)를 사용하는 특수한 형태의 패킷형 전달 방식이다.

B-ISDN에서는 일정한 크기를 갖는 패킷들의 연속적인 흐름에 의해서 서비스 정보가 전달되는데, 이 고정된 크기의 패킷들을 ATM 셀이라고 한다. 따라서, 서비스 정보들은 먼저 일정한 크기로 절단된 후 ATM 셀에 매핑되고, 이어서 다른 ATM셀들과 비동기식 시분할 다중화 됨으로써 BISDN 내부 전송 신호가 형성되는 것이다.

이때 ATDM은 서로 비동기식으로 들어오는 여러 채널의 ATM 셀들을 시분할 다중화시키는 통계적 다중화 방식의 일종이다. ATM을 사용하면 서비스 채널의 용량은 ATM 셀의 수효로써 계량화된다.

따라서 전송 정보 용량의 과다는 ATM 셀 개수의 다소로써 나타나고, 서비스 정보의 군집성 정도는 ATM 셀이 몰려 있는 정도로써 나타나게 된다. 이때 전송 용량은 사용자의 요청에 따라 호 설정시에 할당되며, 비 연결성 서비스를 포함한 모든 서비스에 대해서 융통성 있는 전달 능력을 부여할 수 있게 된다. ATM은 연결성 방식으로서, 가상 채널을 설정하여 서비스 정보를 전달한다. 가상 채널이 설정될 때마다 연결 식별 번호가 부여되고, 연결이 해제되면 이 식별 번호도 해제된다.

일정한 가상 채널 내의 ATM 셀들 간의 순서는 ATM 계층의 기능에 의해서 보존되며, 연결 설정을 위한 신호 정보는 별도의

ATM 셀을 통해서 전달된다. 그러므로 ATM 방식을 사용하면 성질이 다른 각종 B-ISDN 서비스들을 통합할 수 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 광대역 서비스와 협대역 서비스는 개수만 다를 뿐 똑같은 ATM셀의 형태로서 통신망 내에 공존하게 된다. 항등 비트율 서비스는 균일한 분포를 갖는 ATM 셀들을 형성하며, 가변 비트율 서비스도 그 분포는 넓게 분산되지만 동일한 ATM 셀을 형성하기는 마찬가지이다. 또, 실 시간성 서비스는 가상 채널을 사용함으로써 지연 문제를 해결하여 제공 가능하게 되는 것이다.

앞서 서술한 바와 같이 ATM 통신 방식은, 기존의 회선 모드 디지털 통신 방식과 패킷 모드 통신 방식을 통합한 방식이라 할 수 있다. 우선 ATM 통신 방식이 ATM 셀을 기본 전송 수단으로 삼는다는 점에 있어서 패킷 통신 방식과 밀접한 관계를 갖는다. 그러나 패킷 방식이 비 실 시간성의 가변율 데이터 신호를 위주로 하여 발전하는데 비해서, ATM 방식은 실시간 및 항등률의 신호까지도 동등하게 취급할 수 있도록 한다는 차이점이 있다.

또 패킷 방식은 지역 통신망(LAN)에 국부적으로 사용하는 것이 일반적이었으나 ATM 방식은 거대한 공중망에 사용하기 위한 것이므로, 경로 배정, 접속 및 흐름 제어, 교환, 전송 등에 있어서 차이점이 나타난다.

한편, 회선 모드에서는 서비스별로 채널을

할당한 후 이 채널을 통해서 정보 신호를 연속적인 비트 열로 전달하였으나, ATM은 정보 신호를 잘라서 ATM 셀에 담아 가상 채널을 통해서 전달한다는 점에서 근본적인 차이가 있다. 따라서 이에 수반되는 연결 설정, 동기화, 전송, 교환 등에 있어서 여러 가지 새로운 문제들이 제기된다.

ATM 방식은 체계적이고 융통성 있는 정보 전달을 위해서, 계층화된 프로토콜 기준 모형을 규정한다. 이 때 규정되는 프로토콜 계층은 물리 계층, ATM 계층, ATM 적응 계층(ATM Adapter Layer : ALL)과 상위 계층 등인데, ALL은 서비스 신호들을 ATM 셀의 유료 부하 공간에 매핑시키는 기능을 수행하고, ATM 계층은 유료 부하 공간을 투명하게 전달하기 위한 ATM 셀 헤더 관련 기능을 수행하며, 물리계층은 ATM 셀들을 전송 비트열로 바꾸어 전달하는 기능을 한다. 이를 도시하면 그림 1 과 같다.

2.2 호 수락 제어기법

호 수락 제어는 호 설정 단계에서 사용자가 망에게 알려주는 자신의 트래픽 특성값과 서비스 품질(QoS) 기준 그리고 망의 상태를 바탕으로 새롭게 연결을 요구하는 호와 이미 서비스 중인 호 모두의 서비스 품질을 만족하며 동시에 망 자원을 효율적으

로 사용할 수 있도록 호의 수락 여부를 결정하는 것이다. 이때 트래픽 특성을 정확히 역 폭을 사용하여 호 수락 제어 기법을 실험하면 새로운 호의 증가 대역이 가용 대역

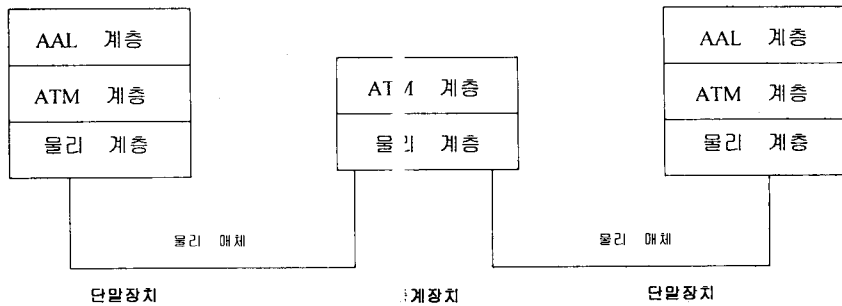


그림 1 ATM 방식의 계층화 구조

계 표현할 수 있는 트래픽 특성 변수의 식정과 호의 수락 판정 알고리즘이 필요하다.

트래픽 특성 변수가 되기 위해서는 단말기에서 제어가 쉽게 신고 가능하여야 하며, 이 값을 망에서 사용하여 상태를 감시할 수 있어야 한다. 즉, 망 측면에서 트래픽의 상황을 파악할 수 있는 변수이어야 한다. 일단 경로가 설정되면 각 노드에서 새로운 호의 자원을 할당해야 한다. 이 처리 동안 노드는 새로운 호에 지원할 자원이 충분한가를 결정해야 한다.

이 기법은 사용이 예측되는 대역폭에 근거하여 새로운 호를 수용하고 거절하는 데 사용될 수 있다. 일반적인 수락 제어 기법에서 호는 자원이 유용하면 수락된다. 증가 대

역을 넘지 않으면 새로운 호가 수락된다. 이 기법은 간단하나 호를 공정하게 받아들이지 않기 때문에 다음 두 가지 문제점을 유발한다.

첫 번째로 많은 대역폭이 필요한 몇 개의 호를 받아들일 때 더 작은 호에 블록을 일으켜 호 전송률이 인정할 수 없을 정도로 커진다. 이것은 부분적인 할당 기법으로 해결한다.

두 번째로 특별한 노드에서 불균형한 대역폭 크기를 몇 개의 소스-목적지 쌍으로 가서 다른 소스-목적지 쌍이 충분한 대역폭을 가지지 못하게 할 수도 있다. 이것은 가상 경로(Virtual Path : VP) 할당 기법으로 해결한다.

위에 기술한 호 수락 제어 기법의 단점은 많은 양의 메모리를 필요로 하고 처리 오버헤드가 많다는 것이다. 즉, 호 수락 제어 처리는 일반적으로 대역폭 할당 법이나 기대되는 손실과 지연의 측정 여부에 의해 결정된 루트에 있는 각 노드에서 수행된다.

각 노드는 할당된 자원과 처리한 호 설정 패킷들을 반드시 기록해 두어야 한다. 만약 호가 거절되면 중간 노드가 자원을 자유롭게 하도록 메시지는 같은 경로를 따라 되돌아가야 한다. 각 노드는 또한 호분해(Tear downs)를 반드시 기록해 두어야 한다. 호 수락 제어에 있어서 가장 어려운 점은 가변적인 ATM 트래픽을 효과적으로 나타내는 트래픽 모델링과 예측하기 힘든 트래픽 입력 상황의 변화에 대한 적응적 제어를 하는데 있다. 또한, 실제 트래픽의 관측값을 사용하는 방법에서는 적절한 관측 주기를 찾는 방법과 고속의 셀 흐름에 대한 관측에 있어서 타당한 방법이 제시되어야 한다.

2.3 사용상황 감시제어기법

사용 상황 감시 제어 기법에는 사용자-망 인터페이스(UNI : User Network Interface)에서 수행하는 UPC와 망-망 인터페이스(NNI : Network Network Interface)에서 수행되는 NPC(Network Parameter Control)가

있다.

사용 상황 감시 제어 기법은 보통 네트워크 진입부에서 사용자의 가상 회선이나 가상 경로에 대해 허용된 트래픽 파라미터 즉, 피크 셀율(PCR : Peak Cell Rate), 평균 셀율(ACR : Average Cell Rate), 버스트성(Burstiness)등의 계약 준수 여부를 감시하여 의도적이거나 기타 다른 원인으로 위반된 셀이 존재하면 이 셀들을 폐기하거나 셀의 CLP(Cell Loss Priority)비트에 마킹(Marking)등의 적절한 조치를 행한 후 네트워크로 유입시킨다.

네트워크에 폭주가 감지되면 마킹된 셀들을 우선적으로 폐기하여 망을 효율적으로 사용할 수 있다. 그러나 ITU-TS에서는 현재까지도 특정한 사용 상황 감시 제어 메커니즘(Mechanism)을 표준화하지 않고 있는데, 이는 대역 할당 방법에 따라 다르고, 모든 망에 있어서 대역 할당 방법에 차이가 있으며, UPC회로 구현 조건이 가상 채널수(Virtual Channel : VC)/가상 경로수(VP) 및 VC/VP운용 속도에 따라 다르기 때문에 이런 다양성을 최적의 사용 상황 감시 제어 메커니즘으로 LB(Leaky Bucket), JW(Jumping Windows), EWMA(Exponential Weighted Moving Average)등이 있다.

LB(Leaky Bucket) 방식은 어느 기간 내의 셀 도착율이 허용치 보다 큰 경우 그 셀을 감지하여 폐기하는 방식으로서 정보원이

할당된 파라미터를 초과하지 않게 보증하는 UPC의 한 가지 방법이다. 즉, 정보원에서 셀이 발생할 때마다 계수기의 값을 1씩 증가시키고, 네트워크에서 셀이 방출될 때마다 일정 시간 간격으로 계수기의 값을 1씩 감소시키면서 트래픽을 감시·제어한다. 셀이 발생하였을 때 이 계수기는 값이 Q (Bucket Size)보다 크면 이때 발생된 셀이 폐기시키고, Q 보다 작을 때 셀을 통과시킨다. 계수기의 최대치 Q 와 Be (일정 시간 간격: Leaky Rate)는 호의 연결시 사용자가 신고한 트래픽에 따라 결정된다.

2.3.1 전형적인 리키버킷

버퍼에 도착한 셀은 토큰 풀(Token Pool)에서 토큰을 얻을 수 있을 때만 전송된다. 토큰 풀에 토큰이 없는 경우 도착한 셀은 트래픽 위반 셀로 간주되어 폐기된다. 토큰은 네트워크의 평균허용비율 γ 로 생성되며 토큰 풀에 저장된다. 토큰 풀은 σ 로 표시되는 유한한 크기를 갖는다. σ 는 네트워크에서 허용하는 최대 버스트 길이가 된다. 이를 도시하면 그림 2와 같다

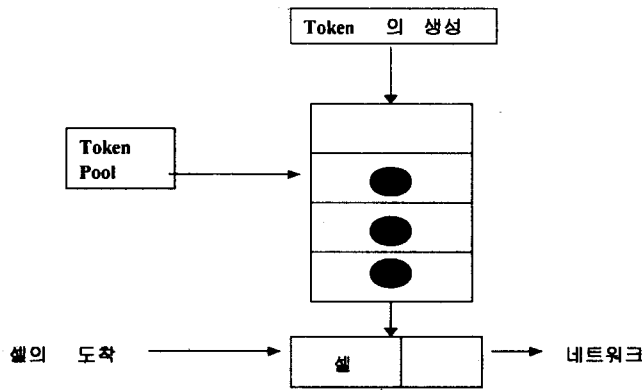


그림 2 전형적인 LB

LB에는 전형적인 LB, 버퍼를 갖는 LB, 가상 LB, 스페이서(Spacer)를 이용한 LB가 있는데 다음은 각각의 방법은 다음과 같다.

2.3.2 버퍼를 갖는 리키버킷

전형적인 리키 버킷에 셀 버퍼를 추가하

여 토큰 풀이 비어 있는 동안 도착한 셀을 버퍼에 저장한다. 버퍼의 길이 증가로 범람이 발생하면 입력되는 셀들은 폐기된다. 토

전송되는 셀들 사이의 간격을 유지하기 위해 스페이서를 이용한 방법이 제안되었다. 토큰을 받은 셀이 네트워크로 전송되면 토

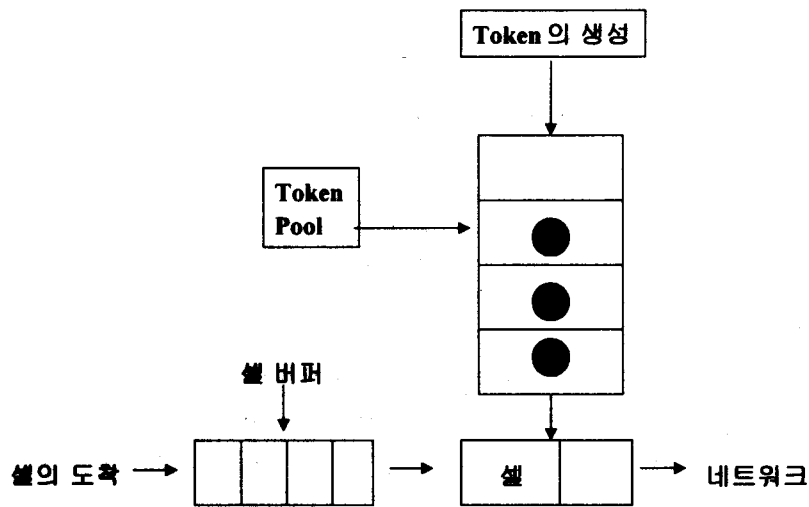


그림 3 버퍼를 갖는 LB

큰 풀이 비어 있을 때 셀이 버퍼에 도착하는 비율인 셀 봉쇄율은 셀 버퍼와 토큰 풀의 크기에 따라 좌우된다. 셀 버퍼에 의해 발생하는 지연은 토큰 풀의 크기를 크게 함으로써 줄일 수 있다.

큰 스페이서에 저장된다. 스페이서에 저장된 토큰은 β 의 비율로 소멸된다. 셀 버퍼에서 네트워크로의 진입을 대기하는 셀은 토큰을 받아 네트워크로 진입이 가능하다더라도 스페이서에 토큰이 존재하면 네트워크로 전송되지 않는다.

2.3.3 스페이스를 이용한 리키버킷

앞에서 제시된 방법 외에도 네트워크로

스페이서에서 토큰이 소멸되는 비율로 셀이 네트워크로 전송되므로 셀들 사이의 간격을 유지할 수 있다. 스페이서는 토큰과 함

계 네트워크에 두 가지의 셀 입력률 제어를 유연성 있게 제공한다. 음성이나 비디오는

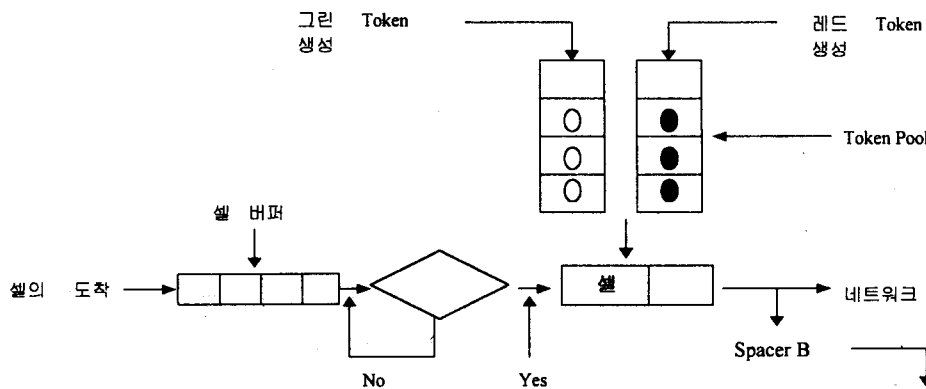


그림 4 스페이서를 이용한 LB

제공한다.

2.4 우선 순위 제어기법

ATM 망은 셀 헤더 내의 셀 포기 순위(Cell Loss Priority : CLP)비트를 사용하여 서로 다른 우선 순위를 제공한다. CLP가 세트되어 있는 셀은 세트되어 있지 않은 셀에 비해 낮은 우선순위를 가지고 있다. 일반적으로 QoS를 유지하는데 중요한 셀들은 높은 우선 순위를 가지고 있다.

이 기법은 서로 다른 QoS의 요구 조건을

셀의 전송 지연에 매우 민감한 특성(Delay Sensitive)을 나타내며 데이터의 경우에는 셀 손실에 민감한 특성(Loss Sensitive)을 갖는다.

ATM서비스에 있어서 성능의 저하는 음성 서비스처럼 손실에 덜 민감한 서비스에 대해서는 강도가 덜하지만 데이터와 같이 손실에 민감한 서비스의 경우에는 심각한 문제를 초래할 수 있다. 손실에 민감한 서비스와 덜 민감한 서비스를 모두 ATM 네트워크를 통해 전달하기 위해서는 우선 순위 제어가 수행되어야 한다. ATM 네트워크의 우선 순위 제어에는 셀 전달 지연 시간을

줄이기 위한 시간 우선 순위와 셀들의 손실 확률을 줄이기 위한 손실 우선 순위가 있다.

2.4.1 시간 우선 순위 제어

버퍼 내에 하나 이상의 셀이 폭주되어 있는 경우 우선 순위가 높은 셀을 먼저 전송함으로써 우선 순위가 높은 셀의 큐잉 지연 시간을 줄이는 방법이다. 시간 우선 순위 제어에서 큐잉 지연 시간은 전체 시간에 미치는 영향이 셀 처리 지연 시간, 전파 지연 시간 전송 지연 시간들에 비해 작기 때문에 큰 의미가 없다.

이 방법은 셀 순서의 유지가 보장되지 않으므로 고속의 ATM 네트워크 환경에서 유용하게 적용되기에는 문제점이 있다. 다음과 같은 방법이 있다.

① HOL(Head-of-the-Line)

HOL 우선 순위 기법은 높은 우선 순위 셀이 언제나 낮은 우선 순위 셀 앞에 위치하도록 하는 방식으로 같은 우선 순위 집단 간에는 FIFO 방식에 의해 처리된다. 따라서 ATM망에 HOL 우선 순위를 적용하게 되면 새롭게 도착하는 셀은 자신의 우선 순위 집단 끝에서 대기하게 된다. 일반적으로 HOL 우선 순위는 고정된 우선 순위를 갖는 간단한 구조로서, 다양한 전송 지연을 갖는 여러 클래스의 서비스를 i 개의 고정 우선 순위

그룹으로 분류한다.

이 알고리즘의 단점은 높은 우선 순위를 갖는 서비스에 대해서는 좋은 성능을 보이지만, 낮은 우선 순위 갖는 셀들은 처리될 기회가 적어서 높은 우선 순위의 트래픽이 많은 경우 낮은 우선 순위의 트래픽은 지연 조건을 만족시키지 못한다는 것이다.

② HOL-PJ(Head-of-the-Line with Priority Jump)

HOL의 단점을 보완하기 위해 제안된 방법으로, 셀이 큐 Q_i 에서 소비한 시간이 지연 상한치를 넘으면 Q_{i+1} 로 점프하게 된다.

이 알고리즘은 HOL에 비해 한 노드에서의 지연은 감소되는 장점을 가지나 각 큐마다 독립적인 클럭을 작동시켜야 하므로 하드웨어가 복잡하다는 단점이 있다.

③ HOL-T(Head-of-the-Line with Threshold)

각 큐마다 임계값을 두어 i 번째 큐보다 높은 우선 순위를 갖는 큐가 모두 비어 있거나, 상위 큐들의 길이가 각각 임계값보다 작고 Q_i 길이가 T_i 를 넘게 될 경우에 큐 Q_i 에서 셀들을 내보내게 된다.

이 방법은 우선 순위가 낮은 트래픽에 대해서는 성능 저하를 고려해 줄 수 있으나

버퍼 전체에 대한 제어를 필요로 하여 하드웨어가 복잡하다는 단점이 있다.

④ MLT(Minimum Laxity Threshold)

낮은 우선 순위 트래픽의 성능 저하를 감소시키기 위해 제안된 방법으로 실시간 버퍼와 비 실시간 버퍼를 구분하여 서비스 순서를 조정한다.

셀의 Laxity란 그 셀의 데드라인(셀이 전송되어야 하는 시간) 전 까지 남아 있는 타임 슬롯의 수로 정의되는데 하나의 셀은 셀이 전송되거나 Laxity가 제로가 될 때까지 큐에 남아 있다. Laxity가 제로가 되면 셀은 폐기되며 손실된 것으로 간주한다.

이 방법에서는 큐에 있는 셀이 지연에 민감하면서 그 셀의 이완이 임계값을 넘지 않으면 지연 민감 트래픽에 우선 순위를 주며 그렇지 않을 경우 손실 민감 트래픽에 우선 순위를 준다. 이 기법에서 우선 순위는 지연에 민감한 트래픽에 초점이 있다.

MLT의 단점은 첫째, 각 실시간 셀들의 Laxity를 매 타임 슬롯마다 갱신해야 하며, 둘째로 최소 Laxity셀을 찾기 위해 각각의 큐를 검색해야 한다는 점이다. 따라서 각 스위칭 노드에서 많은 프로세싱이 요구되므로 고속 전송을 하는 ATM에서는 적합하지 못하다.

⑤ QLT(Queue Length Threshold)

QLT의 구성은 실시간 트래픽 셀과 비실시간 트래픽 셀을 포함하는 2종류의 큐로 이루어지며 큐에 있는 손실에 민감한 셀들의 수가 임계값을 넘으면 손실에 민감한 트래픽에 우선 순위 주고 그렇지 않은 경우에는 지연에 민감한 트래픽에 우선 순위를 준다.

2.4.2 손실 우선 순위 제어

우선 순위가 높은 셀의 재 전송율을 줄이기 위한 방법이다. 버퍼 내에 체증이 발생하지 않더라도 수행되는 시간 우선 순위 제어와는 대조적으로 손실 우선 순위제어는 체증 시에 체증 현상을 벗어나기 위한 방법이다. 이 방법은 낮은 우선 순위 셀을 선택적으로 폐기하는 제어 방식이다.

선택적 셀 폐기의 주 대상은 완화된 셀 전송율 조건을 갖고 셀 트래픽 제어에서 위반된 셀로 마킹된 셀이며, 버퍼의 과밀시 낮은 우선 순위를 갖는 셀은 우선적으로 폐기한다. 다음과 같은 방법이 있다.

① 푸쉬 아웃(Push-Out) 기법

버퍼에 셀이 모두 저장되어 포화 상태에 이르면 낮은 우선 순위의 셀을 제거하고 높

은 우선 순위의 셀로 대체하는 방법이다.

버퍼에 임계값을 할당하여 버퍼의 크기가

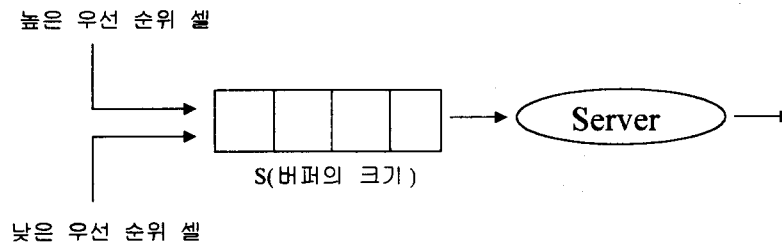


그림 5 Push-Out 기법

이 기법은 효율은 좋으나 셀의 순서가 뒤 바뀔 염려가 있어 순서 관리를 위한 절차가 특별히 요구된다. 따라서 ATM과 같은 고속의 전송을 필요로 하는 통신망에는 적절 하지 못하다.

임계값에 이르게 되면 버퍼에 도착 하는 셀 중에서 높은 우선 순위를 갖는 셀만 버퍼에 저장하는 기법이다. 이 기법은 이상적인 푸쉬아웃 기법보다 효율은 낮지만 훨씬 간단 하게 구현할 수 있고 하드웨어적으로 쉽게 처리할 수 있는 장점이 있어 현재 가장 일반적으로 사용되고 있다. 그러나 이 방법은 임계값을 설정하기 어렵다.

② PBS(Priority Buffer Size)기법

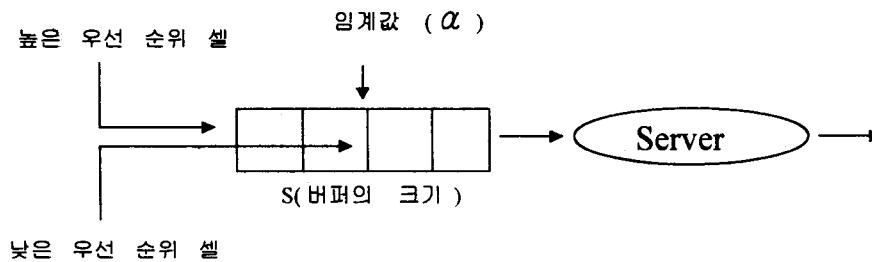


그림 6 PBS기법

임계값이 너무 낮게 설정되면 낮은 우선 순위 셀들이 필요 이상으로 손실된다. 반대로 너무 높게 설정되면 높은 우선 순위 셀들의 전송율이 증가한다. 버퍼에 저장되어 있는 트래픽의 특성에 따라 임계값을 설정하여야 한다.

③ RS(Route Separate)기법

우선 순위에 따라 셀이 입력되는 버퍼의 경로를 따로 분리하여 처리하는 방식이다. 이 기법에서는 하나의 우선 순위를 갖는 트래픽이 전용 버퍼를 사용하므로 다른 우선 순위를 갖는 트래픽에 전혀 영향을 받지 않는다.

간이 많아 자원이 낭비되는 단점이 있다.

2.5 ATM망의 트래픽 파라미터

ATM망을 이용하는 일반 사용자에게 있어서 관심의 대상은 서비스의 품질(Quality of Service : QoS) 인데 이는 다음 트래픽 파라미터에 의해서 결정된다.

- 처리능력 (Throughput)

응용 프로그램간에 서로 전송되는 초당 비트수이다.

- 지연 (Latency)

전송의 시작으로부터 수신까지의 시간인

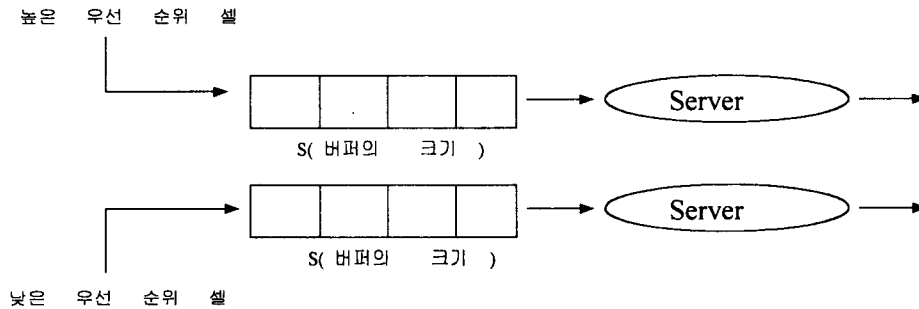


그림 7 RS 기법

이 기법은 쉽게 수행되지만 각 우선 순위에 해당하는 버퍼가 사용되지 않고 남은 공

데 일반적으로 전송지연, 전파지연, 네트워크 요소의 큐잉 지연을 합한 것이다.

■ 지터(Jitter)

연속적으로 셀이 도착할 때 셀 도착 시간 간격의 변화이다. 음성, 영상 전송 등의 실시간 통신에서 중요한 파라미터가 된다.

■ 셀 손실 (Cell Loss)

응용 프로그램에 심각한 손실을 미치지 않을 정도의 셀 또는 패킷 손실인데 연속적인 서비스인 경우에는 심각한 손상을 미친다.

TCP(Transmission Control Protocol) 데이터 서비스인 경우는 패킷 손실을 회복할 수 있으며 이것으로 네트워크 폭주에 대한 정보를 얻을 수 있다. 그러나 셀 손실은 패킷의 재전송을 필요로 하기 때문에 네트워크 전송 능력을 저하시킨다.

ATM 포럼에서는 위에서 정의한 파라미터에 근거하여 트래픽의 범주를 항등비트율(Constant Bit Rate : CBR), 실시간, 비실시간 가변 비트율(Real Time and Non Real Time Variable Bit Rate : VBR), 미정의 비트율(Unspecified Bit Rate : UBR), 이용가능 비트율(Available Bit Rate : ABR)로 분류하고 있다.

일반적으로 ATM 망의 설계에 있어서 각 트래픽 범주에 따른 트래픽 제어 기법을 사용하는데, 이와 관련된 제어 기법은 다음과 같다.

2.5.1 항등 비트율(CBR)

항등 비트율 서비스는 연속적인 전송이 필요하고 약간의 시간 지연과 지터를 허용하는 음성, 비디오 응용 등이 이 범주에 속한다.

ATM 망이 이러한 형태의 트래픽을 제어하기 위해서는 일정한 양의 대역폭을 할당하고 일정한 전송 지연과 지터를 유지하여야 한다. ATM이 CBR연결 요청에 응할 것인지는 통신망의 잔여 용량을 보고 결정한다. 따라서 CBR트래픽 관리는 호의 설정시에 이루어진다.

2.5.2 가변 비트율(VBR)

가변 비트율 서비스는 연속적인 전송이 필요하고 시간 지연과 지터를 허용하지 않은 트래픽으로 변화성이 심한 압축된 음성, 비디오 코덱 등이 이 범주에 속한다.

가변 비트율은 일정한 대역폭이 할당되어야 하나 통신망의 대역폭을 효율적으로 이용하기 위하여 피크 셀율(Peak Cell Rate : PCR) 보다는 작아야 한다.

VBR은 피크 셀율을 전송하지 않기 때문에 잉여의 대역폭을 UBR, ABR이 사용할 수 있다.

2.5.3 미정의 비트율 (UBR)

미정의 비트율 서비스는 완화된 지연과 지터를 갖는 트래픽을 대상으로 하고 있어 사용자가 대역폭을 지정하지 않는다.

UBR 전송은 셀 레벨에서 전송을 보장하지 않는다. UBR 트래픽은 순간적으로 네트워크에서 이용할 수 있는 많은 대역폭을 요구하여 폭주가 발생할 수 있다. UBR 서비스의 성능은 망의 관리 정책에 좌우된다.

2.5.4 이용 가능 비트율(ABR)

지금까지의 ATM 망에 대한 많은 연구는 ATM 레벨의 폭주 제어 기법이 네트워크 자원을 효율적으로 이용할 수 있음을 증명하였다.

ATM 포럼에서는 네트워크를 효율적으로 이용하면서 매우 낮은 지연과 손실을 유지하고 트래픽 서비스를 제공하기 위한 이용 가능 비트율을 정의하였다. 이용 가능 비트율은 네트워크의 전송 상태에 맞추어 정보원이 트래픽을 제공하도록 ATM 망이 정보를 제공한다.

ABR은 데이터 전송, 컴퓨터 서버등의 응용을 UBR보다 신뢰성 있게 전송하기 위해 제안되었다. ABR은 최소 셀율(Minimum Cell Rate : MCR)과 최대 셀율을 함께 지

정할 것을 요구하는데, 네트워크가 최소 셀율을 보장하는 경우에만 호가 설정된다. 영상 서비스의 대부분을 차지하고 있는 압축 비디오 등은 VBR 범주에 속해 관리되고 있으나 네트워크 용량이 부족한 경우는 ABR에 포함하여 관리하는 것도 배제할 수 없다. 이러한 경우 순간적으로 트래픽이 집중할 가능성이 있는데 이때 영상 데이터의 일부를 잃어버려 QoS를 떨어뜨리는 것은 바람직하지 않아 이에 대한 대비책을 세워야 한다.

III. 시뮬레이션 모형

ATM망의 트래픽 제어에 대한 기준 모형에 대한 개념적 모형과 네트워크모형은 그림 8과 그림 9에 보이는 것과 같다. 개념적 모형은 트래픽 원, 프리버퍼, ATM멀티플렉서, 사용자 버퍼, 리키버킷으로 구성되어 있다.

본 논문에서 다루고 있는 트래픽 제어는 트래픽이 망내에 유입되기 이전에 수행되는 예방 제어를 말하고 일단 망내에 체증이 발생하여 망이 취하는 대응 제어를 포함하지는 않는다. 프리버퍼는 트래픽 원에서 생성된 셀을 잠시 저장하는 역할을 한다. ATM멀티플렉서는 고속망을 이용하여 셀을 전송하기 위하여 다중화 시스템에 의해 데이터

를 프리버퍼에서 사용자 버퍼로 넣는 기능을 한다. 사용자 버퍼는 프리버퍼에서 코드화된 비트 스트림을 받아 저장하고 처리하는 큐로써 통계학적인 멀티플렉서의 모델이다. 사용자 버퍼의 처리률은 채널의 속도 즉 토큰 발생율과 ATM망으로의 최대 셀율에 따라 결정된다. 사용자 버퍼는 시간에 따라 다양한 비율로 입력되고 일정한 비율로 출력되는 물탱크와 유사하게 동작한다.

시간 우선 순위 제어기는 사용자 버퍼에서 데이터를 우선 순위에 따라 셀을 빼내는 순서를 결정하게 된다.

1) 트래픽 원의 모델

스 신호들을 각각의 버퍼에 우선 저장하였다가 다중화 시스템의 우선 순위 처리 방식에 따라 하나씩 꺼내어 다중화 슬롯에 삽입시키는 방식이다.

따라서 기존의 유사 동기식 디지털 계위 신호들의 다중화를 위해 널리 사용되는 시분할 다중화가 입력신호 각각에 대해서 고정된 채널을 독점적으로 할당 해주기 때문에 설사 해당 채널에 유효 정보가 들어 있지 않는 공백 상태인 동안에도 다른 입력 신호들을 통과시켜 줄 수 없는 것과는 달리 독점적인 채널 할당 없이 다중화 된 신호가 단 하나의 채널을 구성하기 때문에 다른 입력 신호를 위해 사용할 수 있다.

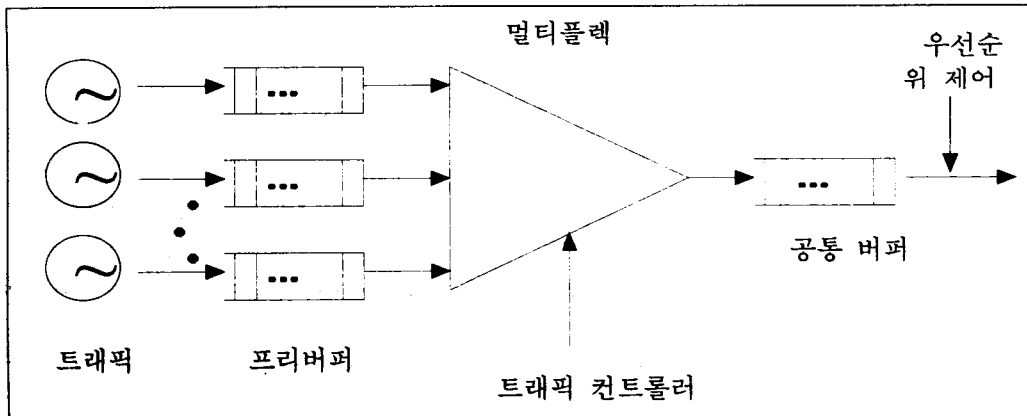


그림 8 개념적 시뮬레이션 모델

비동기식 시분할 다중화는 입력되는 서비

본 논문에서의 트래픽 발생기는 ATM 적

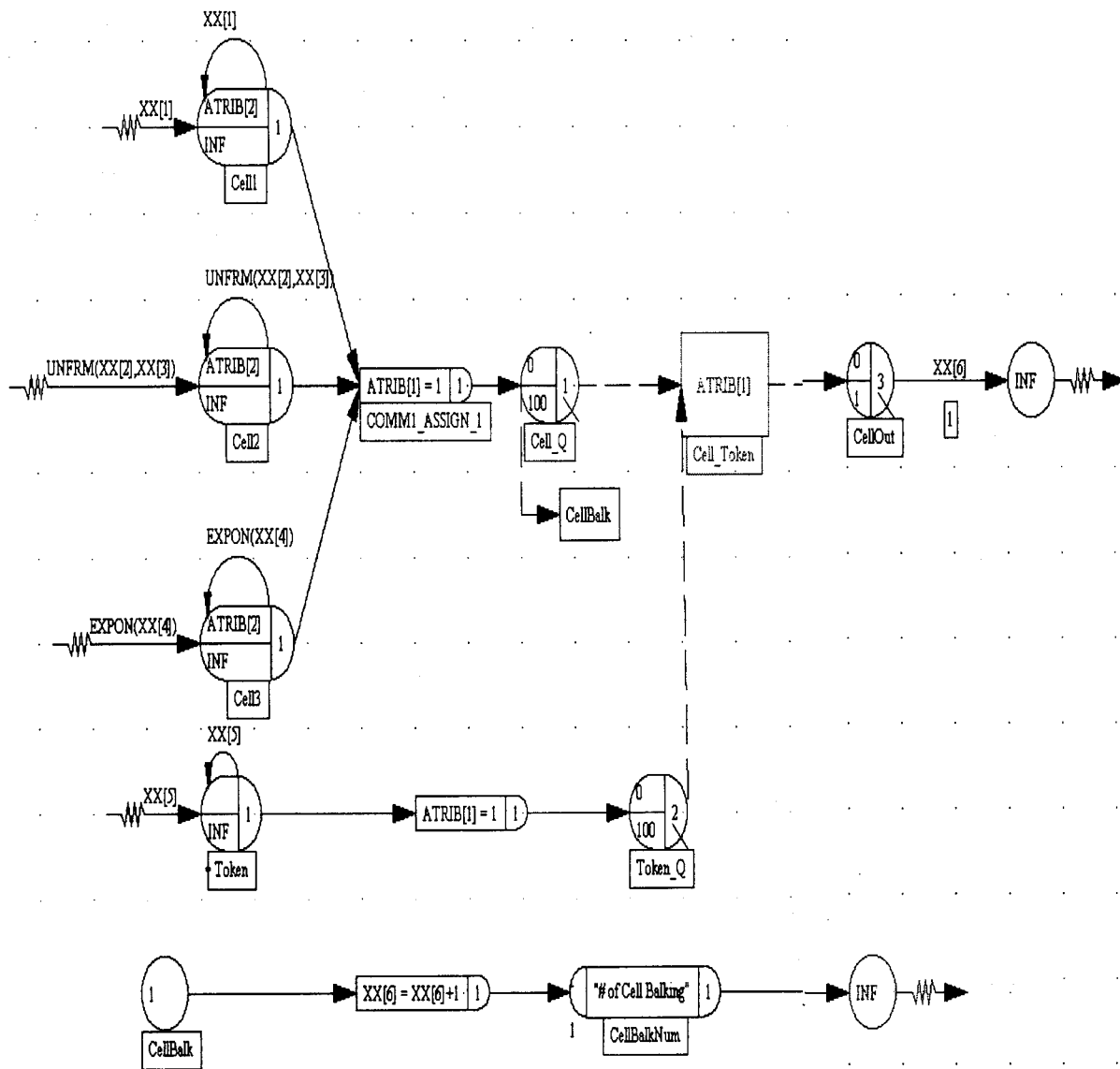


그림 9 SLAM II 시뮬레이션 모델

응충으로 바로 트래픽을 발생시켜 넣어 주는 장치로써 트래픽의 도착에 대한 3가지 유형을 가정하였다. 일정한 시간 간격으로 트래픽이 발생하는 항등 비트율의 트래픽과 주어진 범위의 시간 간격으로 발생하는 가변 비트율의 트래픽 그리고 도착간 시간이 지수분포를 따르는 트래픽을 사용하였다.

2) 트래픽 제어모델

ATM 망 자체가 고속으로 동작하기 때문에 망내에 체증이 생긴 후에 체증에 대한 피이드백 정보인 통지 셀을 소스 정보원에 전송하여 트래픽 흐름을 제어하는 기존의 대응 방법은 비효율적이다.

즉 체증 상태인 망내에서의 피이드백 시간이 너무 늦으므로 네트워크의 트래픽 부하는 더욱 더 증가하게 되고 네트워크 전송 능력을 저하시킨다. 따라서 트래픽이 망내에 진입하기 이전에 흐름 제어가 이루어져야 한다. 호 연결시 미리부터 망이 체증 레벨로 가지 못하도록 트래픽이 망에 들어오는 시점에서 트래픽 흐름 제어를 행하는 것이다.

현재 많이 사용되는 것으로 Leaky Bucket 이 있다. 리키버킷 기법의 종류로는 기본형태의 리키버킷, 일반화된 리키버킷등이 있다. 본 시뮬레이션에서는 일반화된 리키버킷을 사용하였다.

일반화된 형태의 리키버킷에 있는 토큰발생기는 ATM망의 평균 허용 셀률로 토큰을 생성하고 이때 생성된 토큰은 크기 M 인 토큰 풀에 저장되었다가 셀 하나가 전송될 때마다 하나씩 없어진다. 토큰풀이 비어 있을 때 도착하는 셀은 공통버퍼에 머무르다가 토큰이 생성되는 것과 동시에 전송된다.

사용자 버퍼가 셀들로 가득차 폭주가 발생되면 리키버킷 기법에 의한 셀 전송이 사용자 버퍼에 저장된 셀들을 순서대로 빼내어 전송하는 것이 아니라 우선 순위가 높은 것 위주로 빼내어 전송케 하는 방식이다. 이처럼 우선 순위 제어기의 기능으로 공통버퍼의 폭주가 발생하면 셀 손실율의 요구치가 낮은 서비스에 대한 셀들을 우선적으로 폐기하고 전송지연이 엄격한 셀을 먼저 처리해 준다.

본 논문에서는 선입 선출법에 의해 셀 전송이 이루어지고 공통버퍼가 가득찬 후에 들어오는 셀은 폐기되는 것으로 가정하였다.

IV. 평가 방법 및 파라미터의 계산

시뮬레이션 모델은 그림 8을 사용하여 그림 9의 네트워크 모델로 변환한 후 Pentium PC에서 SLAM II를 이용하여 구현하였다.

본 시뮬레이션의 목적은 ATM망에서 트래픽을 원활히 전송하기 위한 방안을 마련하기 위한 기초 자료를 찾는 것과 리키버킷 기법 적용시 공통버퍼의 크기와 토큰풀의 크기 및 토큰생성을 값을 변화시켜가면서 셀 손실율과 셀 지연율을 관찰함으로써 트래픽 전송에 어떠한 영향을 미치는가를 평가하는 것이다.

시뮬레이션에서 사용한 파라미터 값으로 트래픽 원의 파라미터는 ATM망에서의 트래픽의 모델 평가에 흔히 사용되는 항등 분포와 일항분포 그리고 포아송 분포를 이용하였다. 단, 트래픽의 단위는 53바이트로 하였다.

항등 분포로는 단위 시간당 트래픽 도착율이 균등하게 $2000E^{-5}$ 값을 갖는 트래픽과 일항분포로는 최대와 최소값으로 $25E^{-6}$, $5E^{-6}$ 값을 갖는 트래픽 및 지수 분포로는 단위 시간당 평균 도착율이 $2.6E^{-6}$ 을 갖는 트래픽을 발생시켜 사용하였다. 전형적인 리키버킷에서 토큰을 생성하는데 필요한 생성율은 링크의 속도인 155Mbps로 하였다.

우선 순위 기법에서 사용하는 버퍼의 크기는 100%로 하였고 망으로 전송되는 출력 트래픽은 ATM 계층으로부터 물리계층 서비스 접속점에 ATM-PDU 전달 요청이 발생하는 빈도에 근거하여 정의되는데 $2.6E^{-6}$ 로 하였다.

V. 분석결과 및 고찰

리키버킷 기법의 변수를 결정하는 문제는 다소 복잡하다. 우선 리키버킷 기법의 불통확률이 토큰 풀과 버퍼 크기를 합한 값 ($M+K$)에 영향을 받으므로 이를 염두에 두고 원하는 불통확률에 맞춰 M 과 K 를 결정한다. 일단 M 과 K 의 값이 결정되고 나면 개별적인 값은 리키버킷에 허용된 지연의 한계에 따라 결정하면 된다.

리키버킷에서의 셀 손실율을 작게 하려면 시뮬레이션의 결과를 그래프로 도시한 그림 10에서 알 수 있듯이 토큰풀의 크기를 크게 할 수록 좋다.

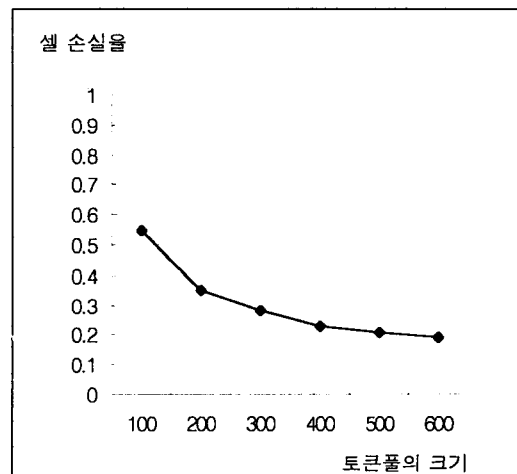


그림 10 셀 손실율과 토큰 풀과의 관계

또한 리키버킷에서의 셀 지연율을 작게 하려면 시뮬레이션의 결과를 그래프로 도시한 그림 11에서 알수 있듯이 사용자 버퍼의 크기를 줄이는 것이 좋다.

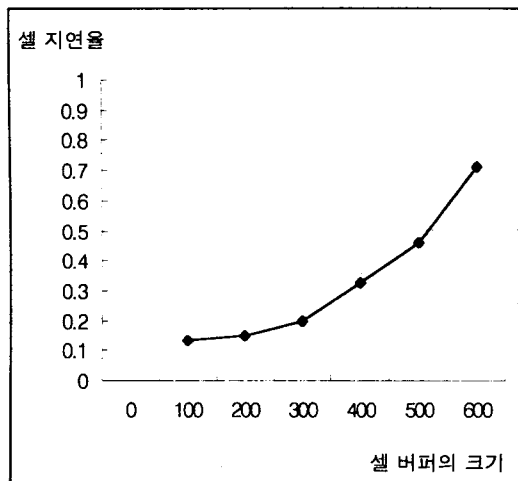


그림 11 셀 지연율과 셀 버퍼와의 관계

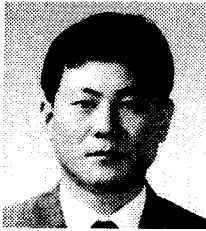
그러나 원하는 리키버킷의 불통 확률을 유지하려면 토큰 풀은 크게 하여야 하고 따라서 커다란 군집이 망에 들어가는 것을 허용하게 되므로 망의 성능에 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 그러므로 지연조건이 허용하는 한 사용자 버퍼는 크게 하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

- [1] 이주향, "고속망을 위한 ATM 트래픽 제어에 관한 연구" 1995.
- [2] 백태현, "ATM망에서의 비디오 트래픽 특성 및 셀 손실에 관한 연구", 한국전자통신연구소, 1995.
- [3] Hiroshi Yamada and Shuichi Sumita "A Traffic Measurement Method and its Application for Cell Loss Probability Estimation in ATM Networks", I-EEE J. Select Areas Commun., vol. 9, No. 3, pp. 807-814, June 1989.
- [4] M.Butto, E.Caballero and A.Tonietti "Effectiveness of the "Leaky Bucket" Policing Mechanism in ATM Environment", IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 9, no. 3, Apr 1991.
- [5] J. Turner, "Design of an Integrated Services Packet Network", IEEE JSAC, Vol. 4(8), Nov. 1986

- [6] G.Gallassi, G.Rigolil, L.Fratta, "ATM : Bandwidth Assignment and Bandwidth Enforcement Policies", proc. of Globecom 1989, Dallas, Dec. 1989
- [7] J.Turner, "New Direction in Communications(or Which Way to the Information Age)", IEEE Comm. Mag., Vol. 24, No. 10, Oct 1986
- [8] L. Fratta, G. Gallassi, L. Musumeci, L. Verri, "Congestion Control Strategies in ATM Networks", European Trans. Comm., Vol 2, 1992.
- [9] L.Fratta, G.Rigolio, "Input Rate Regulation and Bandwidth Assignment in ATM Networks: an Integrated Approach", proc, of ITC 13, Copenhagen, June, 1990.
- [10] M.Sidi, W.Liu. I.Cidon, I.Gopal, "Congestion Control Through Input Rate Regulation", proc. of Globecom 1989. Dallas, Dec. 1989.
- [11] L.Fratta, G.RFigolio, L.Verri, "Wource Contro and Shaping in ATM Networks", proc. of Globecom 1991, Phoenix, Dec. 1991.
- [12] N.Yin, M.Hluchyj, "Analysis of the Leaky Bucket Algorithm for On-Off Data Sources", proc. of Globecom 1991, Phoenix, Dec. 1991.

□ 筆者紹介



소경영

1986년 원광대학교 전산공학과 공학사

1990년 원광대학교 컴퓨터공학과 공학석사

1991년 ~ 현재 이리농공전문대 전자계산과교수

김영수

1989년 전북대학교 회계학과(경영학사)

1992년 경희대학교 경영대학원(경영학석사)

1989년 ~ 1993년 한국과학기술원 연구관리과

1998년 ~ 현재 국민대학교 정보관리학과 박사과정