

## ATM-GFR 서비스를 이용한 가변 데이터의 효과적인 대역폭 관리

김중규\* · 이영동\*

대구대학교 정보통신공학부\*

### 요 약

오늘날 인터넷의 급격한 확산과 여러가지 서비스의 개발에 따라 사용되는 데이터의 포맷도 문자, 음성, 동영상등 다양한 형태의 멀티미디어 데이터로 빠르게 변화하고 있다. 이러한 다양한 형태의 가변 데이터를 ATM 망을 통해 서비스하기 위해서는 최소 대역폭을 보장하고 사용 가능한 대역폭을 동적으로 할당하는 것이 필요하다. 이를 위해 개선된 형태의 수정된 DFBA(Differential Fair Buffer Allocation) 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 최소 대역폭을 보장하면서 기존 방법의 단점인 공정성과 효율의 불균형을 해소시켜 효과적인 대역폭 관리를 하는 방안으로, 이의 성능을 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

## The Efficient Bandwidth Control Method for Variable Data using ATM-GFR Service

Jung-Gyu Kim\* · Young-Dong Lee\*

### ABSTRACT

With the explosive growth and pervasive of the Internet, dynamic bandwidth allocation is necessary for ATM streams that carry various traffic. In order to provide quality of service(QoS) guarantees and to give the minimum cell rate, new bandwidth allocation scheme requires to be implemented. DFBA(Differential Fair Buffer Allocation) scheme is one of the methods for ATM GFR(Guaranteed Frame Rate) services. DFBA scheme treats cells selectively in a region between low buffer occupancy threshold and high buffer occupancy threshold.

A big unbalance is introduced when the value being selected by DFBA scheme is greater than minimum rate. In a try to reduce the unbalance modified DFBA scheme is proposed. Selecting parameter according to the situation of network, this scheme is very effective to control the bandwidth in the various network situation.

## 1. 서 론

오늘날 인터넷의 빠른 발전으로 인해 과거와는 다른 새로운 형태의 인터넷 서비스를 하고 있다. 그러나 급격한 발전으로 인하여 생겨난 다양한 형태의 서비스를 망에서는 제대로 처리를 해주지 못하지 못하고 있다.

사용자들의 다양한 트래픽 특성으로 인해 ATM에서 요구하는 정보원 행동 규칙에 부합하지 못하는 사용자들이 생겨나고 있고, 이러한 사용자들이 ATM 망에 접속하기 위해서는 QoS(Quality of Service)를 보장해 주지 못하는 UBR 서비스를 사용할 수밖에 없었으나 GFR 서비스로 인하여 사용자와 ATM망 사이 최소한의 요구사항으로 최소율을 보장하며 어느 정도의 QoS를 보장해 줄 수 있게 되었다.

GFR 서비스는 최소 대역폭을 보장하고 사용 가능한 대역폭을 동적으로 사용할 수 있는 비 실시간 어플리케이션에 적합한 서비스이다. 최소 신호와 연결관리만을 요구하며, 각 네트워크의 능력에 의존하여 각각의 가상 회선에 최소율을 제공한다. 그리고 각각의 가상 회선들에게 프레임 레벨에서 최소율을 보장하면서 사용 가능한 망 자원을 공평하게 사용하고자 하는 것에 그 목적이 있다.[1]

본 연구에서는 기존에 버퍼관리기법중 하나인 DFBA(Differential Fair Buffer Allocation) 방법의 장점을 살리면서 공평성과 효율의 불균형을 개선한 새로운 알고리즘을 제시하고자 한다.

기존의 DFBA 알고리즘은 GFR 서비스의 기본 핵심인 최소 대역폭 보장과 중단 시스템과 망사이의 최소작용을 충실히 따르는 기법이다. 그러나 DFBA 알고리즘은 X(총 버퍼 용량)이 LBO(낮

은 버퍼 한계 값) 보다 작을 때 모든 셀을 수용하여 효율을 향상시키려고 한다. 이때 최소 셀을 보다 큰 값의 셀을 수용하면 공평성과 효율의 관계에 큰 불균형을 초래하여, 결국 효과적인 대역폭 관리가 어렵게 되는 상황이 발생되기도 한다. 이러한 현상을 보완하고자 수정된 DFBA(MDFBA) 알고리즘을 제안한다.

제안된 MDFBA 알고리즘은 불균형을 조화시켜 대역폭을 효과적으로 관리할 수 있도록 제안된 알고리즘으로, LBO 보다 작은 영역을 관리한다.

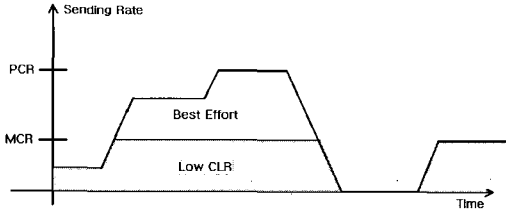
기존에 이미 제안된 DFBA 알고리즘과 본 논문에서 제안된 MDFBA 알고리즘이 대역폭에 어떠한 영향을 미치는지 시뮬레이션을 통해 비교 분석하였다.

## II. GFR(Guaranteed Frame Rate)

### 2.1 GFR 서비스

GFR 서비스는 비 실시간 어플리케이션에 적합한 서비스이다. 프레임 레벨에서 가상회선들에게 최소율을 보장하고 사용 가능한 대역폭을 동적으로 사용할 수 있는 서비스이며, 최대 프레임 크기(MFS: Maximum Frame Size)와 최대 버스트 크기(MBS: Maximum Burst Size)가 주어졌다는 가정아래에 최소 셀율(MCR: Minimum Cell Rate)을 제공한다. 다시 말해, 사용자가 최대 프레임 크기를 초과하지 않는 프레임을 전송하고 최대 버스트 크기를 초과하지 않으면 사용자는 최소 손실을 가지는 프레임 즉, 최소 셀율을 보장받는다.[10]

그리고, 이렇게 최소 셀율을 보장받는 동안 대역폭에 여유가 있다면 셀율을 초과하여 서비스를 받을 수도 있다.[5]



(그림 1) QoS 적합성에서 GFR 트래픽 분포와 베스트에포트

이렇게 MCR을 초과한 트래픽이 발생한 경우 사용 가능한 자원이 있을 때 전송이 가능하고 사용 가능한 여분의 자원에 대해서는 각 사용자에게 공평하게 분배하여 사용하도록 하고 있는데 이는 특정 사용자가 남은 대역폭의 독점을 막고자 하는 것이다.

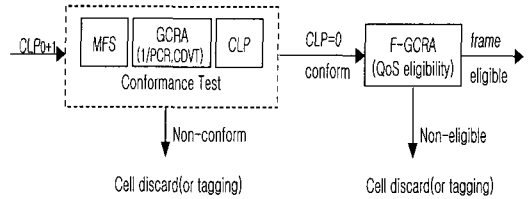
그리고, GFR 서비스는 현재 연결된 망에 대해서 명확한 피드백을 제공하지 않는다. 현재 GFR 서비스는 단지 가상채널연결만을 지원하고 있는데 이는 프레임의 경계는 가상경로연결에서는 식별할 수 없기 때문이다.[2]

또한 GFR 서비스는 거의 모든 데이터 트래픽이 AAL5-based 로 이루어지는데, AAL5 계층이 다른 AAL 계층에 비하여 오버헤드가 적어 효율적이며, 현존하는 데이터 통신 어플리케이션들이 쉽게 ATM 망에 접근할 수 있다.

혼잡이 발생하였을 경우 GFR 서비스는 셀 단위가 아닌 프레임 단위로 처리하기 때문에 AAL5 프레임의 전체 제거를 요구한다.

## 2.2 순응과 서비스 적합

GFR 서비스에서 가장 중요한 핵심은 (그림 2)에서 보듯이 순응이다.



(그림 2) 순응 및 서비스 적합성

GFR 순응은 모든 셀에 대해서 CLP(Cell Loss Priority) 비트 순응, MFS(Maximum Frame Size) 순응, PCR(Peak Cell Rate)과 CDVT(Cell Delay Variation Tolerance) 순응을 요구하는데, 위의 3가지 테스트를 모두 통과해야만 GFR 셀이 순응했다고 정의하므로[3][4], 3가지 테스트중 하나라도 통과하지 못하면 서비스를 보장받지 못한다.

그리고, 낮은 셀 손실을 추가로 보장받고 싶다면 GCRA 테스트 뿐만 아니라 프레임 기반 F-GCRA(1/MCR, BT+CDVT) 테스트를 통과하면 된다.

순응 테스트를 받을 때 사용하는 CLP(Cell Loss Priority)라는 파라미터는 트래픽 구성 요소로 사용하는데, GFR은 프레임의 모든 셀들이 똑같은 CLP(Cell Loss Priority) 비트를 가진다. CLP=0을 가지는 프레임은 최소대역폭을 보장하는 기본 프레임으로 전송 하지만, CLP=1을 가지는 프레임은 망에서 서비스 품질을 보장하지 않는 베스트 에포트로 간주되어 망 상태에 따라 전송 또는 폐기하게 된다.

이렇게 위의 모든 테스트를 통과하게 되면 비로소 서비스 품질을 보장받게 되는 것이다.[3]

## 2.3 GFR 서비스 기본 설계

### 2.3.1 태깅

태깅은 상대적으로 덜 중요한 프레임을 구별하여 서비스를 보장하지 않는 사용자 기반의 태깅과 서비스 보장에 대하여 부적절한 프레임들을 구별하기 위한 네트워크 혹은 스위치 기반의 태깅으로 나눈다.

네트워크 기반 태깅 (또는 정책)은 네트워크에 비 순응한 프레임이 들어올 때 태그 또는 폐기를 시키는 것을 말한다. 이러한 태깅의 사용은 GFR 서비스 보장에 영향을 주어서는 안된다.

### 2.3.2 버퍼관리

퍼판리는 전형적으로 네트워크장비(스위치 또는 라우터 같은 장비)에 의해 버퍼로 유입되는 패킷들의 수를 조절하는 것이다.

버퍼의 형태별로 크게 다중의 가상 채널들이 공통의 버퍼공간을 공유하는 공유버퍼 형태와 각 가상채널(VC)마다 개별적인 버퍼공간을 가지는 가상 회선당 형태로 나누어진다. 가상 회선당 버퍼 관리는 각 가상채널의 버퍼 점유를 탐지하기 위하여 가상 회선당 어카운팅(per-VC accounting)을 사용한다. 가상 회선당 어카운팅은 오버헤드를 수반하지만 각 가상회선당의 버퍼 점유를 제어하기 위해서는 꼭 필요하다.

### 2.3.3 스케줄링

태깅과 버퍼관리 제어는 패킷들이 네트워크에 유입되는 것을 제어하는 것인 반면에, 스케줄링(큐잉)은 어떻게 패킷들이 다음 홉으로 스케줄링되는가를 결정한다. 이 스케줄링 방법에는 여러 가지 방법들이 있다. 그 중에서도 대표적인 FIFO(First-In-First-Out) 큐잉은 출구에서 여

러 가상회선들로부터의 패킷들을 따로 구분할 수 없기 때문에 FIFO 큐에서는 패킷들이 큐로 들어온 순서대로 스케줄링 된다. 그러나 다른 방법인 가상 회선당 큐잉 방법에서는 버퍼 내에서 각각의 가상 회선당 분리된 큐를 가진다. 스케줄링 메카니즘은 각각의 스케줄링 시간에 여러 큐들 사이에서 선택할 수 있도록 해준다.

## 2.4 GFR 서비스 알고리즘

### 2.4.1 Double-EPD(Early Packet Discard)

Double EPD는 기존의 EPD를 개선한 형태로 [8]에서 제안되었으며, 부분적 버퍼 공유의 적용이라는 버퍼 수락 알고리즘으로 ATM 스위치에서 VBR 서비스에 자주 사용되었다.

Double EPD는 AAL5-aware 버퍼 수락 알고리즘으로 두 개의 버퍼 한계 값인 LBO(Low Buffer Occupancy threshold)와 HBO(High Buffer Occupancy threshold)를 가진다.

### 2.4.2 태깅을 사용한 FIFO

태깅을 사용한 FIFO는 도착한 순서에 따라 순차적으로 서비스하면서, 태깅 옵션을 사용한 방법이다. 기존의 FIFO 방식과 같은 방법으로 버퍼를 관리를 하지만 테스트를 통과하지 못한 셀을 바로 폐기하지 않고 망 상태에 따라서 태깅을 사용하여 서비스를 보장하지 않는 베스트 에포트로 전송하거나 폐기를 하는 방식이다.

### 2.4.3 WFBA(Weighted Fair Buffer Allocation)

WFBA는 동일하지 않은 버퍼 공유를 제공하는 FBA(Fair Buffer Allocation) 방법의 확장된 알고리즘으로, 각 가상 채널은 최소 셀을(MCR<sub>i</sub>)

에 대해서 가중치를 기본으로 할당한다.[6]

WFBA는 두 개의 한계 값 LBO와 HBO를 가지고 있으며, HBO는 전형적인 EPD(Early Packet Discard) 방식에서 사용하는 한계 값이다. 버퍼용량이 LBO 보다 낮을 때, 아직 혼잡한 상황이 아니므로 셀로 나누어지기 전의 사용자 데이터인 ALL5-PDUs 모두 수용한다. 현재 버퍼용량이 LBO 보다 크고 HBO 보다 작을 경우, 식(1)을 만족할 경우 수용하고 그렇지 않으면 폐기된다.

$$X_i \leq Z \times \left( \frac{MCR_i}{\sum_{j \in \text{activeVCs}} MCR_j} \right) \times X \times \left( \frac{HBO - LBO}{X - LBO} \right) \quad (1)$$

Z는 버려질 한계 값에 대한 선형 효과를 가지는데, Z 값이 커지면 효율이 증가하지만, 만일 Z의 값이 1에 아주 가까워지면 버퍼가 오버플로우될 때까지 연결되어 있는 셀들을 버리지 않는다.

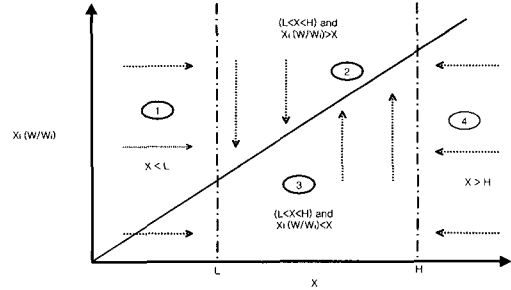
현재 버퍼 용량이 HBO보다 큰 영역에 있을 경우, 모든 프레임들을 폐기시킨다.

#### 2.4.4 DFBA(Differential Fair Buffer Allocation)

DFBA 알고리즘은 버퍼에 프레임의 첫 번째 셀이 도착했을 때 수행이 되는 알고리즘으로 망 부하의 지표와 같은 현재의 큐 길이를 사용하는데, 그 이유는 버퍼 용량을 공평하게 할당하고자 함이다.

현재 버퍼용량 X가 LBO 보다 낮을 경우 모든 셀을 수용하고, X가 HBO 보다 높을 경우 EPD를 사용하여 혼잡을 제어한다.[7] X가 HBO와 LBO 사이에 있다면 각 가상 채널에 대해  $W_i$ 에 비례하여 버퍼 공간을 할당한다.

현재 버퍼용량 X와 연결 i에 대한 정규화된 공평한 버퍼 용량( $\bar{X}_i$ )에 대한 관계가 (그림 3)에 나타나 있다.



(그림 3) DFBA 버려질 영역

i에 연결된 가상 채널이 가중치  $W_i$ 를 가질 때, 목표 버퍼용량 ( $X_i$ )는  $X \times W_i / W$ 이다. 그러므로 연결 i에 대한 가상 채널에 대한 정규화된 버퍼 용량은  $\bar{X}_i = X_i \times W / W_i$ 로 정의된다.

영역 1은 현재 버퍼 용량이 한계 값 LBO 보다 작은 경우로 효율을 개선시키려고 노력한다.

영역 2는 X가 LBO 위에 있는 느슨한 혼잡을 포함한 영역이므로  $CLP=1$ 을 가지는 모든 셀은 버려진다. 또한 연결 i에 대한 가상 채널이 공평한 공유 보다 더 큰 버퍼용량을 가지므로  $X_i$ 가  $X \times W / W_i$  보다 작을 때 좀더 타이트하게 공평한 공유를 사용하는 연결 i에 대한 가상 채널에 대해서  $CLP=0$ 을 가지는 셀이 버려지기도 하는데, 식(2)의 버려질 확률에 의해서 버려진다.

영역 3은 느슨한 혼잡을 가지는 영역이지만 연결 i에 대한 가상 채널의 버퍼 용량이 공평한 공유 아래에 존재한다. 그 결과 가상 채널에 대한  $CLP=1$ 을 가지는 셀만 버려진다.

마지막으로 영역 4는 심한 혼잡을 가지는 영역으로 EPD가 수행되는 영역이다.[7]

영역 2에서  $CLP=0$ 을 가지는 프레임의 버려질 확률은 주된 2가지 요소로 결정이 되는데, 바로 공평성과 효율이다.

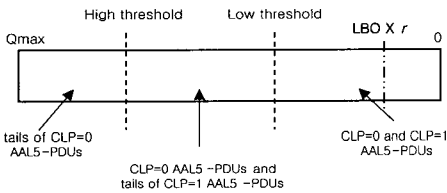
버려질 확률의 식은 다음과 같이 정의된다.

$$P\{drop\} = Z_i \left( \alpha \frac{X_i - X \times W_i / W}{X(1 - W_i / W)} + (1 - \alpha) \frac{X - LBO}{HBO - LBO} \right) \quad (2)$$

그리고 식(2)에서 사용하는 파라메타  $\alpha$  는 버려질 확률의 공정과 효율의 적당한 가중치 값을 할당하고,  $Z_i$ 는 각 가상 채널당 특성을 기본으로 하는 버려질 확률함수 비례 파라메타로 0과 1사이의 값을 가진다.[9][10]

2.5 MDFBA(Modified DFBA)

MDFBA 알고리즘은 효과적인 대역폭 관리를 위해 제안된 알고리즘으로 DFBA 알고리즘에서  $X$ 가  $LBO$  보다 작은 경우 효율을 높이기 위해서 모든 프레임들을 수용하는데, 연결  $i$ 에 대한 가상 채널에서 최소를 보다 큰 최소 값을 요구한다면 공평성과 효율의 관계에 큰 차이가 발생하여, 결국 효과적인 대역폭 관리가 어렵게 되는 상황이 발생되기도 한다.



(그림 4) MDFBA 버퍼

본 논문에서는 이러한 현상을 보완하고자 DFBA의 불균형을 조화시켜 대역폭을 효과적으로 관리할 수 있도록  $LBO$  보다 작은 영역도 관리할 수 있는 새로운 알고리즘을 제안한다.

$LBO$  보다 작은 영역에  $\gamma$  값을 사용하여  $LBO$  전체 크기를 조절하였다. 이렇게  $LBO$  의 영역을

동적으로 크기를 조절하는 것은 효과적인 대역폭 관리를 하기 위함이다.

MDFBA 알고리즘을 살펴보면,  $X$ 가  $LBO \times \gamma$  보다 작은 영역에서는 효율을 개선하고자 모든 셀을 수용하려고 하고,  $X$ 가  $LBO \times \gamma$  보다 크고  $LBO$  보다 작은 영역에서는  $CLP=0$ 을 가지는 셀은 모두 수용하지만  $CLP=1$ 을 가지는 셀은 식(3)으로 검사를 한 후 선택적으로 셀을 수용한다.

$$Y_i \leq \left( \frac{MCR_i}{\sum_{j \in activeVCs} MCR_j} \right) \times Y \times \left( \frac{LBO - LBO \times \gamma}{Y - LBO \times \gamma} \right) \quad (3)$$

$X$ 가  $LBO$  보다 크고  $HBO$  보다 작은 영역에서는 기존의 DFBA 알고리즘에서와 같이 동일하게 검사하는데,  $CLP=0$ 을 가지는 셀은  $X_i$ 와  $T_i$ 의 관계에 따라 버퍼에 수용 또는 폐기되며,  $CLP=1$ 을 가지는 셀은 바로 폐기된다.

$X$ 가  $HBO$  보다 큰 영역에서는 모든 셀을 폐기한다. 이렇게 함으로써 DFBA 알고리즘에서 문제가 되었던 최소를 보다 큰 최소를 요구하지 못하도록 하여 공평성과 효율이 조화된 대역폭을 할당할 수 있게 된다. 이를 가변 데이터 형태에 적용을 시켜 본 결과 기존의 알고리즘 보다 공평성이 증가하여 가변 데이터를 전송하더라도 특정 사용자가 지나치게 대역폭을 점유하지 않기 때문에 좀더 효과적인 대역폭을 관리할 수가 있었다.

MDFBA 알고리즘에서 사용하는  $\gamma$  값은 0과 1 사이의 값을 사용하는데 망의 상황에 따라 적절한 값을 사용하여, 공평성과 효율을 만족할 수 있는 적절한 값을 선택한다. 실제 망에서는 망의 상태 변화가 심하기 때문에  $\gamma$  값을 정할 수가 없었다.

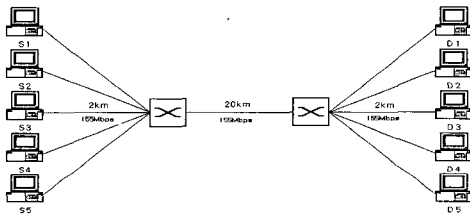
따라서 본 논문에서는  $\gamma$  값으로 0.1, 0.5, 0.8을 사용하여 어떤 값을 사용하는 것이 좋은지

를 보도록 하였다.

### III. 시뮬레이션

#### 3.1 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 기존에 제안된 DFBA 알고리즘과 제안한 알고리즘 MDFBA 알고리즘을 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 하였다.



(그림 5) 시뮬레이션 환경

적용한 환경은 사용자와 ATM 스위치 사이의 링크 길이는 2Km, 스위치와 스위치 사이의 링크 길이는 20Km로 설정하였고, 링크 지연을 5μs/km, 링크의 최대 전송용량을 모두 155Mbps로 설정하였다.

TCP 윈도우 크기는 65535 byte, TCP 타임어 그랜올리티티(timer granularity)는 500ms, 최대 세그먼트 크기(MSS)는 1024 byte, 버전 Reno로 설정하였다.

트래픽은 단방향으로 송신단은 데이터의 전송만을, 수신단은 응답만을 하도록 설정하였으며, TCP 지연 응답시간은 설정하지 않았다. 모든 TCP 소스들은 동일한 시간에 전송을 시작하고, 가능한 빨리 많은 데이터를 보내고, 패킷에 대한 처리시간 지연은 없는 것으로 하였으며, 버퍼 크기를 3000셀로 설정하였다.

모든 ATM 스위치 타입은 블러킹이 없는 출력 버퍼 스위치이고, 스위치 구조적 지연을 25μs로

설정하였다.

사용되는 파라메타 값인 Z는 1, α는 0.5로 설정을 하였으며[10], γ 값은 0.1, 0.5, 0.8로 설정하여, γ 값이 변함에 따라 공평성과 효율을 측정하였다.

처리율(throughput)과 효율은 아래와 같이 로 정의하였다.

$$throughput = \frac{\text{전송된 셀의 수}}{\text{측정 시간}} \times cell\ time \quad (4)$$

$$celltime = \frac{424 \times 10^{-6}}{155}$$

(링크 속도가 155Mbps일때)

$$efficiency = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{C} \quad (5)$$

$x_i$  : i 번째 TCP 소스의 처리량

C : 링크에 대한 최대 TCP 처리량

효율에서 AAL5 계층을 통한 사용자 데이터 크기는 1~65535byte 사이의 크기를 갖는 가변 데이터를 생성한다. 본 논문에서는 21셀로 설정을 하였으므로, 각 세그먼트의 크기는 21\*53byte = 1113byte가 된다. 따라서 155Mbyte의 실제 처리 가능한 최대 처리량은  $155 * 1024 / 1113 = \text{약 } 142.6\text{Mbyte}$  전송속도를 가진다. 즉, 링크에 대한 최대 TCP 처리량(C)는 142.6Mbyte가 되는 것이다.

각 가상 채널(VC)의 공평성은 아래와 같이 정의하였다.

$$fairness\ index = \frac{\left( \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{e_i} \right)^2}{N \times \sum_{i=1}^N \left( \frac{x_i}{e_i} \right)^2} \quad (6)$$

$x_i$  : i 번째 연결된 TCP의 처리량

$e_i$  : 소스 i에서 정의된 공평한 처리량 기대 값

$$e_i = \frac{MCR_i}{\sum_{j=1}^N MCR_j} \times \sum_{j=1}^N x_j \quad (7)$$

3.2 시뮬레이션 결과 및 고찰

GFR 서비스는 비 실시간 어플리케이션에 적합한 서비스이다. GFR 서비스를 이용하여 가변 데이터를 전송한다고 할 때 MDFBA 알고리즘이 효과적인 대역폭 관리를 할 수 있는지 시뮬레이션을 통하여 검증한다.

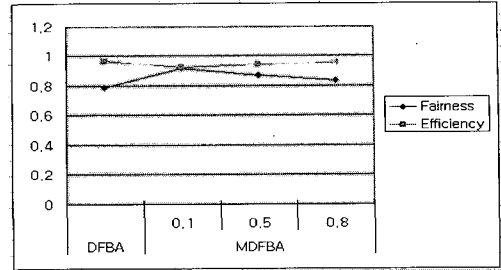
각 가상 채널이 서로 다른 MCR을 가지면서 LBO가 1500셀인 경우와 LBO가 300셀인 경우로 구분하여 시뮬레이션 하였다. LBO의 크기를 다르게 한 것은 베스트 에포트로 간주되어 보내어지는 양을 많이 보내거나 또는 적게 보낼 때 어느 것이 좀더 효과적인 대역폭 관리가 되는지를 알아보기 위해서이다.

각 소스의 MCR을 30Mbps, 20Mbps, 15Mbps, 7Mbps, 3Mbps로 설정하였고, HBO는 2400셀로 설정하였다.

3.2.1 LBO가 1500셀인 경우

<표 1> LBO가 1500셀인 경우 처리량

	DFBA	MDFBA		
		$\gamma = 0.1$	$\gamma = 0.5$	$\gamma = 0.8$
VC1	36.12	38.54	38.29	36.98
VC2	29.96	31.75	30.35	29.41
VC3	26.35	27.09	26.97	25.64
VC4	23.79	20.27	22.63	24.26
VC5	21.68	14.37	16.37	20.39
Total	137.93	132.02	134.61	136.68
Fairness	0.789	0.921	0.874	0.837
Efficiency	0.967	0.926	0.944	0.958



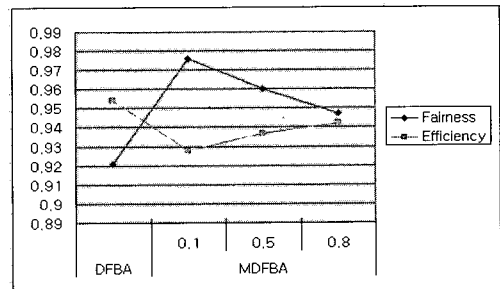
(그림 6) LBO가 1500셀인 경우 처리량

3.2.2 LBO가 300셀인 경우

시뮬레이션 결과 제안된 MDFBA 알고리즘을 DFBA 알고리즘과 비슷한 결과가 나오므로 알고리즘 상의 문제는 없음을 확인 할 수 있다.

<표 2> LBO가 300셀인 경우의 처리량

	DFBA	MDFBA		
		$\gamma = 0.1$	$\gamma = 0.5$	$\gamma = 0.8$
VC1	43.27	48.19	48.30	45.39
VC2	33.58	36.76	34.97	35.91
VC3	24.75	25.95	24.69	24.47
VC4	20.09	16.34	16.78	16.94
VC5	14.38	5.06	8.84	11.56
Total	136.07	132.3	133.58	134.27
Fairness	0.921	0.976	0.960	0.947
Efficiency	0.954	0.928	0.937	0.942



(그림 7) LBO가 300셀인 경우의 처리량

MDFBA 알고리즘에서 LBO 값이 1500셀인



경우와 300셀인 경우 공평성과 효율의 차이가 낮은 경우로 각각  $\gamma$ 값이 0.1과 0.8 일 때로 나타났으며, 또한 (그림 6)과 (그림 7)의 경우 공평성과 효율이 상호 보완적임을 알 수 있다.

그리고 LBO 값이 1500셀인 경우 효율이 공평성보다 높게 형성되었지만, LBO 값이 300셀인 경우 효율이 공평성보다 낮게 형성되었는데 이는 베스트 에포트 트래픽을 어떻게 처리하느냐에 따라 이런 경우가 발생한 것이다.

시뮬레이션 결과 <표1>과 <표2>에 보듯이 공평성과 효율이 상호 보완을 이루는 점에서는 전송측에서 가변 데이터의 형태를 전송하더라도 특정 사용자가 대역폭을 독점하지 않고 사용하고 있음을 알 수 있다.

## V. 결 론

본 연구에서는 다양한 형태의 데이터가 전송되는 네트워크에서 GFR 서비스를 효율적으로 제공하기 위해 대역폭을 효과적으로 관리하기 위한 방법을 제안하였다. 이것은 기존의 DFBA를 개선한 것으로, ATM에서 여러 가지 서비스들 중에서 최소한의 요구사항으로 최소율을 보장하며 어느 정도의 QoS를 보장해주기 위한 것이다.

이를 위해서는 ATM 스위치의 버퍼관리 기법과 스케줄링 기법이 활용되고 있는데, 그 중에서 스위치 구현시 비용 및 운영상에 부담이 적은 FIFO 기반의 DFBA 알고리즘이 제안되었다. 이는 기존에 제안된 DFBA 알고리즘은 총 버퍼 용량이 LBO 보다 작을 때 모든 셀을 수용하여 효율을 향상시키려고 하는데, 이때 최소 셀을 보다 큰 값의 셀을 수용하면 공평성과 효율의 관계에 큰 불균형을 초래하여, 효과적인 대역폭 관리를

어렵게 하기도 한다.

따라서 본 연구에서는 DFBA 알고리즘의 단점을 보완한 수정된 DFBA 알고리즘을 제시하고 이의 성능을 시뮬레이션을 통하여 확인하였는데, 제안된 MDFBA 알고리즘을 가변 데이터 형태에 적용하여 효과적인 대역폭 관리가 이루어짐을 알 수 있다.

## 참고문헌

- [1] Rohit Goyal, Raj Jain, Sonia Fahmy, Bobby Vandalore, Mukul Goyal, "Buffer Management for TCP over the ATM GFR Service", NAS3-97197, 1998.
- [2] The ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Specification Version 4.1", af-tm-0121.000, March 1999.
- [3] John B. Kenney, "Recent Advance in ATM for the Support of IP Traffic". Tellabs Research Center, October 2000.
- [4] S. Puangpronpitag, M. Kara and K. Djemame, "A Performance Evaluation of Buffer Management and Scheduling for ATM-GFR Using TCP", atm-2000.
- [5] Olivier Bonaventure, "Providing Bandwidth Guarantees to Internetwork Traffic in ATM Networks", IEEE ATM98, 1998.
- [6] J. Heinanen and K. Kilkki, "A Fair Buffer Allocation Scheme", Unpublished Manuscript, 1995.
- [7] Hongqing Li, Kai-Yeung Siu, Hong-Yi Tzeng, Chinatsu Ikeda, Hiroshi Suzuki, "On TCP Performance in ATM Networks

with per-VC Early Packet Discard Mechanisms", Computer Communications 19(1996):1065-1076, 1996.

- [8] R. Guerin and J. Heinanen, "UBR+ Service Category Definition", ATM Forum contribution ATM96-1598, December 1996.
- [9] Rohit Goyal, Raj Jain, Spnia Fahmy, Bobby Vandalore, "Buffer Management for the GFR Service", ATM Forum 98-0405, July 1998.
- [10] Biswas S.K., Izmailov R., "Design of a fair bandwidth allocation policy for VBR traffic in ATM networks", IEEE /ACM Transaction on Networking , Apr. 2000.



### 김 중 규

1984년 연세대학교 전자공학과(공학사)

1986년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학 석사)

1992년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1992년 - 현재 대구대학교 공과대학 정보통신공학부 부교수

관심분야 : 컴퓨터네트워크, 멀티미디어 통신, 원격교육 등



### 이 영 동

2000년 대구대학교

정보통신공학과 (공학사)

2002년 대구대학교 대학원

정보통신공학과 (공학 석사)

관심분야 : 멀티미디어 통신, 트래픽 제어, ATM 등