

멀티미디어 동기셀의 트래픽 제어 기법 및 성능 분석

전 병 호[†] · 김 태 균^{††}

요 약

B-ISDN망은 ATM방식으로 멀티미디어 정보를 전송하고자 할 때, 발생될 수 있는 셀의 종류로써 미디어 정보를 갖고 있는 미디어셀과 동기 정보를 갖고 있는 동기셀로 각각 분리하였다. 트래픽 입력원을 ON-OFF 발생원으로 하는 Leaky Bucket에서 확률 분포 함수를 기반으로 한 미디어셀 손실식과 동기셀 손실식을 유도하였다. 멀티미디어 동기셀은 동기 정보의 무결성과 실시간 요건을 만족시키기 위해서는 지연 민감 요건과 손실 민감 요건을 모두 갖추어야 한다. 이러한 요건을 만족시키기 위해 우선 순위 제어 기법이 필요하다. 트래픽 모델링 시뮬레이션을 통해 성능 평가한 결과, 동기셀 손실 효과를 최소화할 수 있는 공간 우선 순위 제어 기법과 동기셀 지연 효과를 최소화할 수 있는 시간 우선 순위 제어 기법을 동시에 적용하여야 하는 필요성을 제시하였다.

The Traffic Control Mechanisms and Performance Analysis of Multimedia Synchronization Cell

Byeongho Jeon[†] · Taekyun Kim^{††}

ABSTRACT

In the paper, we divide the ATM cells generated by multimedia systems that want to transmit multimedia informations over B-ISDN into two categories: i) a media cell with a media information and ii) a synchronization cell with a synchronization information. We induce a media cell loss equation and a synchronization cell loss equation based on probability distribution functions with on-off source as an input traffic model. In order to meet the requirements of real-time and integrity of multimedia informations, multimedia synchronization cells should provide the delay-sensitive and the loss-sensitive requirements. A traffic control mechanism needs to satisfy above requirements. According to the performance evaluation by a traffic control model simulation, we describe both spatial priority for minimizing the synchronization cell loss and temporal priority for reducing the synchronization cell delay must be applied simultaneously.

1. 서 론

* 이 논문은 1993년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

† 정 회 원: 공주전통대학 산업영상과 전임강사

†† 정 회 원: 충남대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수: 1995년 11월 3일, 심사완료: 1996년 1월 18일

ATM에 기반한 통신망은 ITU-T에서 B-ISDN의 해결책으로 권고하고 있다. ATM에서는 모든 정보를 고정된 크기의 '셀'로 패킷화하여 전송하게 되어, 다양한 특성을 지닌 멀티미디어 정보를 가변적인 대역폭의 요건이 따라 매우 높은 융통성을 제공할 수 있다. B-ISDN에서의 멀티미디어 시스템은 사용되는 멀

멀티미디어 정보들이 이질적인 트래픽 특성을 가진 복합체로써 다양한 서비스 요건을 요구하고 있다. 영상, 음성, 문자 등 각 미디어가 요구하는 QOS(Quality of Service)는 서로 다르기 때문에 QOS에 적합한 효율적 전송은 멀티 채널 방식이다. 즉, 각 미디어는 각각의 고유 채널을 할당받아 전송하게 된다. 이때 요구되는 요건으로써 미디어간의 동기화 요건이 있다[1-3]. 또한 멀티미디어 트래픽 특성은 가변적이고, 폭주적이어서 어느 순간 통신 자원 용량을 초과하게 되는 경우가 발생할 수 있어 트래픽 제어를 할 필요성이 있다[4, 5].

멀티미디어 정보는 크게 두 가지의 서비스 등급으로 분류할 수 있다. 첫째, 손실 민감(loss sensitive)으로 문자, 그래픽, 정지화상과 같이 정적미디어는 손실에 매우 민감하다. 둘째, 지연 민감(delay sensitive)으로 음성, 영상과 같이 동적 미디어는 지연에 매우 민감하다. 정적미디어는 손실에 민감하나 지연에는 일정 범위 내에서는 허용할 수 있다. 반면에, 동적 미디어는 지연에 민감하나 손실은 일정 범위 내에서 허용할 수 있다.

멀티미디어 동기화는 서로 다른 미디어를 위와 같은 서비스 등급에 따라 미디어 각각의 특성에 맞게 표현할 수 있도록 하여야 하고, 미디어와 미디어간의 시간적 관계성을 발생지에서 목적지까지 유지 보장하는 것이다. 이러한 동기화를 수행하기 위해 미디어열에 동기 정보를 추가하여 전송하게 된다. 미디어의 속성, 미디어간의 관계, 통신망에서 발생하는 지연과 손실을 보상하기 위한 타임스탬프(timestamp), 일련번호(sequence number)와 같은 정보, 그리고 사용자가 정의한 동기화 기법의 정보까지 포함하게 되는데 이를 '동기 정보'라 한다. 이 동기 정보는 동기 등급(synchronization degree)에 따라 일정한 간격으로 미디어열에 삽입된다. 이에 따라 미디어열은 미디어 정보와 동기 정보로 구성되며, ATM방식에 의해 전송될 경우 각각 미디어셀과 동기셀로 변환되어 전송하게 된다.

트래픽 제어는 폭주상태를 방지하고, 망의 자원을 효율적으로 사용하기 위해 수행하게 된다. 그러나 트래픽 제어는 수행하는 과정에서 셀의 손실이 발생할 수 있다. 이 셀의 손실은 미디어셀과 함께 동기셀이 손실되기 때문에 멀티미디어 동기화에 막대한 영향

을 미치게 된다.

동기셀의 손실은 발생하지 않아야 하며, 지연은 최소한으로 줄여야 한다. 만일 동기셀의 서비스 등급을 미디어셀과 같이 할 경우 손실과 지연이 커지게 되어 동기화를 수행하는데 큰 지장을 초래하게 된다. 그러므로 동기셀의 서비스 등급은 미디어셀과 달라야 하며, 이 요건을 만족시킬 수 있도록 별도의 정책이 필요하다.

본 논문은 멀티미디어 시스템이 ATM방식으로 데이터를 전송할 경우 미디어셀과 동기셀로 구분하여 미디어셀의 손실뿐 아니라 동기셀의 손실에 대해 분석하였다. 트래픽 제어중 사용자 변수 제어(usage parameter control)의 가장 일반적인 Leaky Bucket 방식에 미디어셀과 동기셀을 적용하였을 경우, 미디어셀 손실식과 동기셀 손실식을 유도하였고, 모델링 시 물레이션을 하여 손실률을 분석하였다. 또한 우선 순위 제어 기법의 성능을 손실과 지연에 관점에서 분석하였고, 동기셀에 적합한 우선 순위 제어 기법을 제시하였다.

2. 동기셀

2.1 동기 정보

멀티미디어 시스템은 통신망에서 발생하는 지연이나 손실에 대해 보상할 수 있도록 미디어내 동기화(intra-media synchronization), 미디어간 동기화(inter-media synchronization)를 수행하게 된다. 이러한 동기화를 수행하기 위해 동기 정보를 발생지에서 목적지까지 전송하게 된다. 동기 정보를 전송하는 방식에는 다중화방식(multiplexing data streams), 동기마크 방식(synchronization marker), 동기채널 방식(synchronization channel)이 있다[6, 7]. 다중화방식은 각 미디어를 일정 단위로 다중화하여 한 채널에 전송하므로써 동기 관계성을 유지하는 방식이다. 이 방식은 미디어의 서비스 품질에 따라 응용할 수 없으며, 통신망 자원의 낭비를 가져오게 되어 사용 가능성이 없다. 동기마크 방식과 동기채널 방식은 멀티채널을 사용하는 방식이다. 동기마크 방식은 각 미디어열을 일정단위로 패킷화하여 동기 정보를 중간 중간에 삽입하는 방식이다. 이 방식은 동기 정보를 삽입하므로써 미디어열을 사용자가 변경시켜야 한다. 동기채널

방식은 각 미디어마다 독립적 채널을 할당하고 동기 정보를 한 채널에 할당하는 방식이다. 미디어열을 변형시키지 않는 장점이 있으나 채널을 하나 할당하기 때문에 자원의 오버헤드를 가져온다.

멀티채널을 사용하는 2가지 방식은 동기화를 수행하기 위해 동기 정보를 발생시키고 ATM 방식에서 동기셀로 변환하여 전송하게 된다. ATM의 셀은 53바이트로 구성되어 있으며, 이중 5바이트의 헤더필드를 갖고 있다. 헤더필드 중에 1비트를 CLP(Cell Loss Priority)비트를 할당하여 셀 레벨에서 우선 순위 제어를 할 수 있도록 하였다. 동기셀의 손실을 줄이기 위해 동기셀의 CLP비트에 높은 우선 순위를 할당하여 트래픽 제어를 할 수 있다.

2.2 동기셀 모델링

미디어열에 동기 정보를 삽입하는 간격은 동기 등급에 따라 정해진다. 동기 등급은 강동기, 중동기, 약동기, 무동기로 나눌 수 있다[9]. 강동기는 시점영역으로 동기셀이 발생하는 것으로 실시간 음성 전송의 경우 지연허용 시간은 100ms이내이다. 만일 300ms이상의 지연이 발생하게 되면 정보로써 유용성을 떨어지게 된다. 시청각미디어(audiovisual media)인 경우 음성과 영상의 차이가 150ms이내이어야 하며, 텍스트 또는 그래픽과 음성의 차이는 250ms이어야 한다[10]. 중동기는 의미영역으로 동기셀이 발생하는 것으로 애니메이션과 같은 서비스에서 발생하여 동기셀 발생주기는 1-5초이고, 약동기는 전체영역으로 동기셀이 발생하는 것으로 배경음악과 같은 서비스에서 발생하여 동기셀 발생주기는 3-10분이다.

동기셀 발생원은 동기셀 최대 발생률(peak bit rate of the synchronization cells | B_c), 동기셀 주기(synchronization cell duration | T_c) 변수로 나타낼 수 있으며, 표 1과 같이 각 동기 등급에 따라 발생분포가 다르게 나타난다.

<표 1> 동기셀 변수
<Table 1> Synchronization Cell Parameters

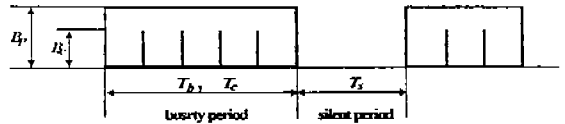
| 동기등급 Parameter | 강동기 | 중동기 | 약동기 | 무동기 |
|-------------------|----------|----------|----------|-----|
| B_c | any cell | any cell | any-cell | - |
| T_c | 150ms | 2sec | 5min | - |

3. Leaky Bucket

3.1 트래픽 입력원

여러 가지 트래픽 제어를 분석하고, 효과적인 망의 성능을 분석하기 위해 트래픽 입력원인 단일미디어 발생원의 모델링으로써 ON-OFF모델로 모델화할 수 있다. 발생원은 그림 1과 같이 셀을 발생하는 발생 구간(bursty period)과 발생하지 않는 침묵 구간(silent period)으로 구성되며, 발생 구간 동안에는 미디어셀의 최대 발생률(peak bit rate | PBR, B_p)로 셀을 발생시킨다. 각 구간의 지속 시간은 랜덤 변수 T_b, T_s 로 표현된다.

동기셀도 하나의 트래픽으로써 미디어 트래픽과의 관계는 미디어가 발생할 때 동기 정보도 같이 발생하므로 발생 구간은 미디어 발생 지속 시간(T_b)과 동기셀 발생 지속 시간(T_c)은 같고, 동기셀의 최대 발생률(B_c)로 그림 1과 같이 셀을 발생시킨다.



(그림 1) 트래픽 입력원
(Fig. 1) Traffic Input Source

3.2 Leaky Bucket 모델

Leaky Bucket 메커니즘은 발생원에서 셀이 발생할 때마다 유한 버퍼 N에 입력시키면서 계수기의 값을 1씩 증가시키고, 유출률(leaky rate), B_l 에 따라 계수기 값을 1씩 감소시키는 것으로 변수 N 과 B_l 로 트래픽을 감시 제어하는 방식이다. 하나의 셀이 버퍼에 도착하였을 때, 계수기의 값이 N 보다 크면 도착한 셀은 폐기시키고, 작을 때에는 셀을 통과시킨다.

Leaky Bucket은 유한 버퍼를 가진 M/M/1/N으로 단일 서버 큐잉 시스템으로 모델링할 수 있다[5].

버퍼에 도착하는 미디어셀들은 발생 구간 T_b 동안에 계수기는 $T_b \times B_p$ 만큼 증가하므로, 미디어셀 증가 분포 함수 Q 는

$$Q = T_b \cdot B_p \tag{1}$$

버퍼에 도착하는 동기셀들은 미디어셀들이 존재하는 구간에만 존재하므로 동기셀 증가 분포 함수 \$S\$는

$$S = T_c \cdot B_c \tag{2}$$

버퍼에서 유출되는 셀들은 전구간에 걸쳐 존재하고, 미디어셀과 동기셀이 혼재되어 있으므로 셀 감소 분포 함수 \$R\$은

$$R = (T_b + T_s) \cdot B_l \tag{3}$$

여기서 \$T_b, T_c, T_s\$는 임의의 평균시간을 가진 지수 함수로서의 랜덤함수이다. 각 분포함수 \$f_Q(t), f_S(t), f_R(t)\$는 다음과 같다.

$$f_Q(t) = \lambda_1^t e^{-\lambda_1 t} \tag{4}$$

$$\lambda_1 = 1/T_b, \quad \lambda_1^* = \lambda_1/B_b$$

$$f_S(t) = \lambda_2^t e^{-\lambda_2 t} \tag{5}$$

$$\lambda_2 = 1/T_c, \quad \lambda_2^* = \lambda_2/B_c$$

$$f_R(t) = \lambda_3^t e^{-\lambda_3 t} \tag{6}$$

$$\lambda_3 = 1/(T_s + T_b), \quad \lambda_3^* = \lambda_3/B_l$$

식 4를 식 1에, 식 5를 식 2에, 식 6을 식 3에 각각 대입하여 \$Q'(i), R'(i), S'(i)\$구한 후 정규화로부터 확률밀도함수를 구한다.

$$Q(i) = \frac{Q'(i)}{\sum_{j=0}^{\infty} Q'(j)}, \quad R(i) = \frac{R'(i)}{\sum_{j=0}^{\infty} R'(j)},$$

$$S(i) = \frac{S'(i)}{\sum_{j=0}^{\infty} S'(j)} \tag{7}$$

버퍼의 상태 \$X\$는 Markov체인으로 나타낼 수 있다. 정상 상태에서 현재의 버퍼 셀 점유 상태 \$X_t\$는 과거의 버퍼 셀 점유 상태 \$X_{t-1}\$, 미디어 셀 증가 함수 \$Q\$, 동기 셀 증가 함수 \$S\$, 버퍼의 셀 감소 함수 \$R\$로 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$X_t = [X_{t-1} + Q + S - R]^+$$

버퍼에 있는 셀의 수에 의해 정의되는 버퍼 상태 확률 함수는 경계조건에 의해 다음과 같이 나타낼 수 있다.

i) \$x=0\$

$$P(0) = \sum_{x=0}^{N-1} P(x) \left[\sum_{y=0}^{N-x} Q(y) \sum_{z=1}^{N-x-y} S(z) \sum_{k=x+y+z}^{\infty} R(k) \right. \\ \left. + \sum_{y=N-x}^{\infty} Q(y) \sum_{z=N-x+1}^{\infty} S(z) \sum_{k=N}^{\infty} R(k) \right] + P(N) \sum_{k=N}^{\infty} R(k)$$

ii) \$0 < x < N\$

$$P(x) = \sum_{j=0}^x P(j) \left[\sum_{z=x-j+1}^{N-j} Q(z) S(z) R(y+z-x) \right. \\ \left. + \sum_{z=N-y+1}^{\infty} Q(z) S(z) R(N-x) \right] \\ + \sum_{j=x+1}^{N-1} P(j) \left[\sum_{z=1}^{N-y} Q(z) S(z) R(y+z-x) \right. \\ \left. + \sum_{z=N-y+1}^{\infty} Q(z) S(z) R(N-x) \right] + P(N) \cdot R(N-x)$$

iii) \$x=N\$

$$P(N) = 0 \tag{8}$$

버퍼 상태 확률 함수의 초기조건으로 다음과 같다.

$$P[0] = 1 \\ P[i] = 0, i \neq 0 \tag{9}$$

식 9는 초기 버퍼는 비어 있고, 시스템이 정상 상태 (\$t \to \infty\$)에 도달할 때까지 반복 수행하여 버퍼 상태 확률 함수를 산출한다. 즉, 정상 상태에서 \$P(0), P(1), \dots, P(N)\$를 얻을 수 있다.

시스템에서 셀 손실이 발생하는 조건은 식 10과 같이, 현재 버퍼에 존재하는 셀 수 \$p(x)\$와 입력을 통해 증가하는 셀 수 \$q(x)\$ 그리고 유출에 의해 감소한 셀 수 \$r(x)\$의 총합이 버퍼의 용량 \$N\$을 초과하는 경우에 발생하게 된다.

$$p(x) + q(x) - r(x) > N \tag{10}$$

그러므로 모든 셀의 전이 상태에서 셀 손실의 전이 상태를 추출하여 조합하면, 식 11과 같이 동기셀을 고려하지 않은 일반적인 미디어셀 손실식을 산출할 수 있다.

$$B_{CELL} = \sum_{i=0}^N P(N-i) \cdot \sum_{j=i+1}^{\infty} Q(j) \cdot \sum_{k=0}^{j-1} R(k) \quad (11)$$

현재 버퍼 내에 존재하고 있는 셀의 수 i , 임의의 시점에서 동기셀이 도착한 셀과 정보 셀의 수를 각각 j , k 라 할 때, 버퍼내의 전체 셀 $t=i+j+k$ 중 동기셀이 선택될 확률은 j/t 이다. 버퍼내의 셀이 서비스를 받아 유출되는 수 l 이라 할 때, 동기셀이 선택되어 서비스를 받지 못하고 손실될 확률은 $(t-l)/t$ 이다.

그러므로, 동기셀이 있는 경우 동기셀 손실을 계산 식은

$$B_{SYNC} = \sum_{i=0}^{N-1} P(i) \sum_{j=1}^{\infty} S(j) \sum_{k=N-i-j}^{\infty} Q(k) \sum_{l=0}^i \frac{j}{t} \frac{t-l}{t} R[l] \quad (12)$$

4. 우선 순위 제어 메커니즘

사용자 변수 제어 방식의 트래픽 제어는 동기셀손실을 발생하기 때문에 이를 감소시킬 수 있는 정책이 필요하다. 동기셀 전송의 요건은 최소한의 손실과 최소한의 지연을 보장할 수 있는 우선 순위 제어 메커니즘이 요구된다. 우선 순위 제어 메커니즘은 시간 우선 순위(temporal priority) 제어와 공간 우선 순위(spatial priority) 제어로 구분된다.

시간 우선 순위 제어 메커니즘은 한 버퍼 내에서 우선 순위가 높은 셀을 먼저 서비스하는 방식으로 지연에 민감한 데이터에 적용할 수 있다. 이 방식에는 HOL(Head of the Line), MLT(Minimum Laxity Threshold), QLT(Queue Length Threshold), EDF(Earliest Deadline First), OCF(Oldest Customer First) 등이 있다. 이들 방식들은 모두 우선 순위 높은 데이터의 지연을 줄일 수 있으나, 손실을 줄일 수는 없다 [15].

공간 우선 순위 제어 메커니즘은 우선 순위 서로 다른 셀을 위해 버퍼를 공간적으로 분리하여 서비스하는 방식으로 손실에 민감한 데이터에 적용할 수 있다. 버퍼를 분할하는 방식에 따라 공동버퍼(common

buffer), 부분버퍼(partial buffer), 전용버퍼(separate buffer)방식으로 나눌 수 있다.

공동버퍼방식은 대체정책(replacement strategy | REP)으로 버퍼가 찼을 때 우선 순위 높은 데이터가 도착하게 되면 버퍼내의 우선 순위 낮은 데이터를 폐기시키는 방식이다[16, 17].

부분버퍼방식(partial buffer sharing | PBS)은 한 버퍼의 일정용량을 우선 순위 높은 데이터에 할당하는 것으로 버퍼를 점유하고 있는 점유 데이터 수(L_q)가 임의의 임계값(θ)보다 크면 우선 순위 높은 데이터만 받아들이는 방식이다. 큐의 서비스규칙은 다음과 같다.

$L_q < \theta$: access all cells.

$L_q \geq \theta$: only access high priority cells (Synchronization cells).

$L_q > N$: discard all cells

전용버퍼(separate buffer priority | SBP)는 우선 순위 높은 데이터를 위해 별도의 전용버퍼를 두는 방식으로 임계값을 가진 일반버퍼를 Q_1 , 전용버퍼를 Q_2 라 하면, 큐의 서비스법칙은 다음과 같다[18].

- Q_1, Q_2 버퍼중 데이터가 있는 버퍼에 서비스권을 부여한다.

- Q_1, Q_2 버퍼에 데이터가 모두 존재할 경우,

Q_1 버퍼의 점유 데이터 수가 임계값보다 작으면,

Q_2 버퍼에 서비스 권을 부여하고, 그렇지 않으면

Q_1 버퍼에 서비스 권을 부여한다.

5. 성능분석

5.1 Leaky Bucket에서의 동기셀 손실

Leaky Bucket에서 동기셀 손실이 얼마나 발생하는지를 알아보기 위해 셀 손실식 식 9, 10과 시뮬레이션의 조건을 다음과 같이 동일하게 부여한다.

- 미디어셀 최대 발생률 $B_p = 85\text{cells}$

- 동기셀 최대 발생률 $B_c = 2\text{cells}$

- 미디어셀 발생주기 $T_h = 650\text{ms}$

- 미디어셀 침묵주기 $T_s = 350\text{ms}$

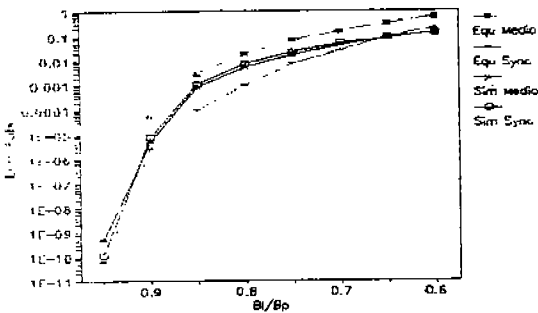
- 동기셀 발생주기 $T_c = \text{표 1.}$

- Leaky Bucket의 버퍼크기 $N = 100\text{cells}$

- Leaky Bucket의 셀유출률 B_l
- Leaky Bucket의 부하률 $\rho = B_l / B_p$

Leaky Bucket의 부하률은 셀유출률과 미디어셀 최대 발생률과의 비로써 ρ 를 가변시켜 적용하였다. 셀 손실식은 IBM-PC상에서 C언어로 수행하였고, 시뮬레이션은 SUN Sparc 워크스테이션 상에서 SLAMII (Simulation Language for Alternative Modeling II)으로 구현하였다.

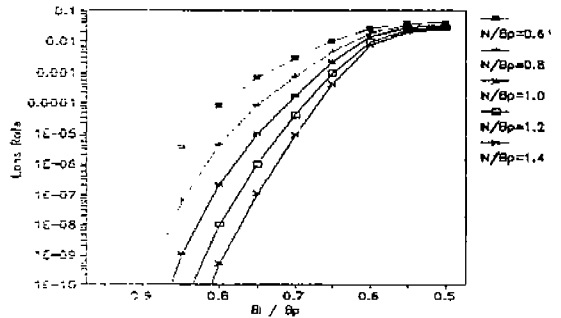
그림 2는 버퍼의 크기를 고정시켜 놓고 미디어셀 발생률을 증가시켰을 때 미디어셀의 손실을 산출한 것이다. ρ 값이 작아질 때 손실률이 증가하여 '1'에 가까워짐을 알 수 있다. 셀 손실률 식의 곡선특성과 시뮬레이션의 곡선특성이 같게 나타났으나, 셀 손실식에 의해 산출된 값이 시뮬레이션에 의해 산출된 값보다 약간 높게 나왔다. 이것은 셀 손실식의 입력원의 분산과 시뮬레이션의 입력원의 분산값이 약간 다르기 때문이다. 이 그림을 통해 셀손실률이 10⁻⁸을 보장할 수 있는 는 미디어셀의 경우 셀 손실식은 0.95, 시뮬레이션은 0.94, 동기셀의 경우 셀 손실식은 0.935, 시뮬레이션은 0.93이다. 즉 ρ 값을 최소한 0.93으로 하면 셀손실률을 10⁻⁸을 보장할 수 있다.



(그림 2) 손실률의 손실식 값과 모의 실험 값
(Fig. 2) Equation & simulation loss value for loss rate

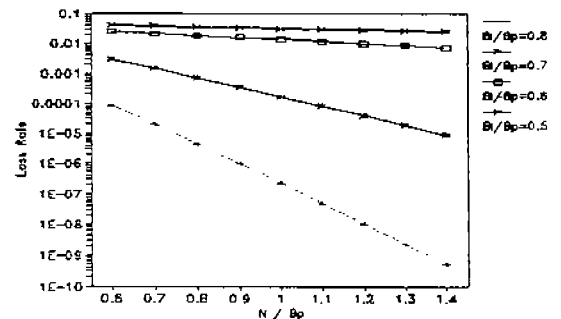
그림 3은 동기셀 손실률의 특성을 살펴보기 위한 것으로 ρ 값을 가변시켰을 때 버퍼의 크기(N/B_p)에 따른 동기셀 손실률을 산출하였다. N/B_p 값이 작을 때 동기셀 손실의 특성이 완만하나, N/B_p 값이 클 때에는 동기셀 손실의 특성이 급격하게 나타났다. 이것은 버퍼의 크기가 클수록 ρ 에 대한 동기셀 손실 효과가 큼

을 알 수 있다. 예를 들어 동기셀 손실률 10⁻⁸을 보장할 수 있는 ρ 은 N/B_p 가 0.6에서는 0.91, 0.8에서는 0.87, 1.0에서는 0.83, 1.2에서는 0.8, 1.4에서는 0.77이다. 즉 버퍼가 클 때는 입력되는 트래픽의 양을 크게 할 수 있음을 알 수 있다.



(그림 3) 트래픽 입력에 따른 셀 손실
(Fig. 3) Cell loss with input traffic load

그림 4는 버퍼의 크기를 가변시켰을 때 ρ 에 따른 동기셀 손실률의 특성을 살펴보기 위한 것으로 ρ 이 0.8일 때 버퍼를 증가시키게 되면 동기셀 손실은 급격하게 감소됨을 알 수 있다. 그러나 ρ 이 0.5일 때 버퍼의 양을 증가시켜도 거의 동기셀 손실을 감소되지 않음을 알 수 있다. 즉, 입력되는 트래픽 양이 적정한 상태에서 버퍼를 증가시켰을 때 동기셀 손실의 감소 효과가 큼을 알 수 있다.



(그림 4) 버퍼 크기에 따른 셀 손실
(Fig. 4) Cell loss with buffer size

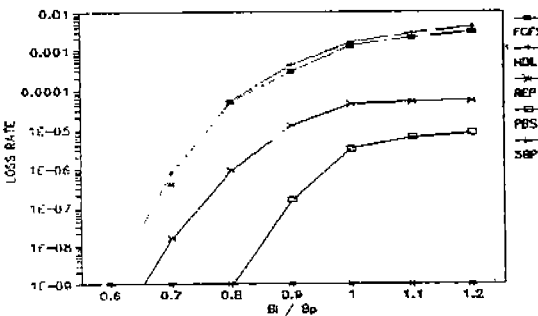
5.2 우선 순위 제어 메커니즘에서의 동기셀 손실 및 지연

동기셀의 서비스 등급은 어떠한 손실도 없어야 하고 최소한의 지연을 가져야 되기 때문에 우선 순위 제어 메커니즘을 적용하였을 때, 동기셀의 손실을 줄이고, 지연을 최소한으로 줄일 수 있는 정책에 대해 분석하였다. 시뮬레이션의 대상은 FCFS, HOL, REP, PBS, SBP 메커니즘이다.

시뮬레이션의 조건은 5.1절의 조건과 동일하며, 우선 순위 제어 메커니즘의 버퍼의 구조는 다음과 같다.

- REP의 버퍼크기: $N=100$
- PBS의 버퍼크기: $N=100$, 임계값: $\theta=2$
- SBP의 버퍼크기: $Q_1=98, Q_2=2, \theta=95$

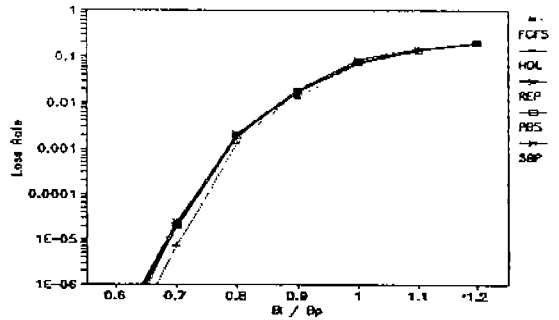
그림 5는 동기셀 손실을 나타낸 것으로, 시간 우선 순위 제어인 HOL을 적용하여도 동기셀의 손실을 줄이는데는 효과가 없으나, 공간 우선 순위 제어인 REP, PBS, SBP는 우수한 효과를 나타냈다. REP는 동기셀의 손실이 전혀 발생하지 않는다. 이것은 버퍼가 차 있는 상태에서 동기셀이 도착하면 버퍼내의 미디어셀을 그만큼 폐기시키기 때문에 동기셀의 손실은 전혀 발생되지 않는다. SBP가 PBS보다 손실률이 높게 나타난 것은 SBP의 버퍼구조가 일반버퍼와 전용버퍼로 구성되어 두 버퍼의 서비스규칙이 순환(round robin)으로 복잡하기 때문이다.



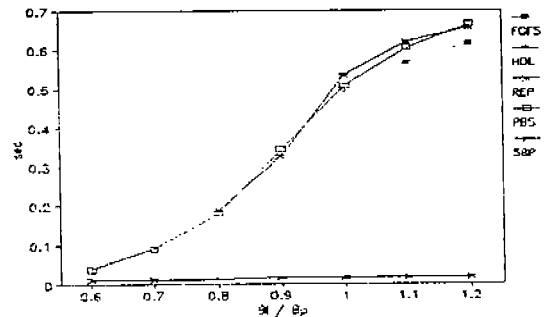
(그림 5) 우선 순위 메커니즘들의 동기셀 손실
(Fig. 5) Synchronization cell loss for each priority mechanism

그림 6은 미디어셀 손실을 나타낸 것으로 어떠한 메커니즘을 적용하더라도 미디어셀의 손실은 동일하게 나타났다. 동기셀의 우선적 서비스 때문에 미디어셀의 손실에 영향을 미칠 수 있으나 미디어셀의 수에 비해 상대적으로 동기셀의 수가 매우 적기 때문에 거의 영향이 없음을 알 수 있다.

그림 7은 동기셀의 지연을 나타낸 것으로, REP, PBS는 아무런 정책을 사용하지 않는 FCFS와 동일하게 부하가 증가할수록 지연 시간이 증가하였고, HOL, SBP는 동기셀 지연이 거의 발생하지 않았다. HOL은 버퍼 내 시간적 우선 순위 제어 정책을 사용하기 때문에 미디어셀보다 우선적으로 서비스 받아 지연이 거의 발생하지 않는다. SBP는 버퍼의 서비스규칙이 동기셀의 전용버퍼에 셀이 있으면 우선적으로 서비스하기 때문에 지연이 거의 발생하지 않는다.

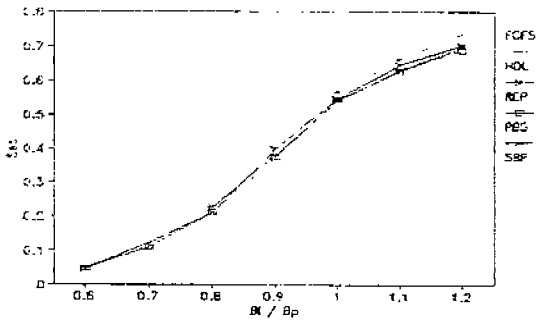


(그림 6) 우선 순위 메커니즘들의 미디어셀 손실
(Fig. 6) Media cell loss for each priority mechanism



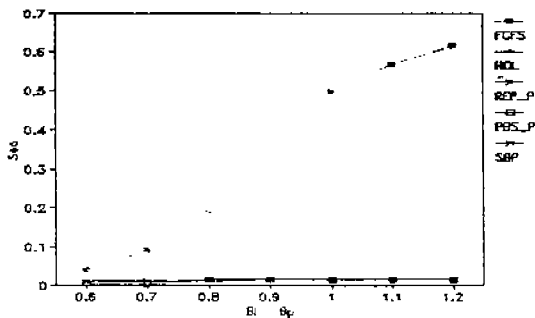
(그림 7) 우선 순위들의 동기셀 지연-1
(Fig. 7) Synchronization cell delay for each priority mechanism-1

그림 8은 미디어셀의 지연을 나타낸 것으로, 어떠한 메커니즘을 적용하여도 미디어셀의 지연은 부하가 증가할수록 증가하였다. 이것은 동기셀을 우선적으로 서비스함으로써 미디어셀의 지연에 영향을 미칠 수 있으나 상대적으로 미디어셀의 수가 커 거의 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.



(그림 8) 우선 순위들의 미디어셀 지연
(Fig. 8) Media cell delay for each priority mechanism

그림 9는 공간 우선 순위 제어 메커니즘(REP, PBS)에 시간적 우선 순위를 부여할 경우 동기셀의 지연을 나타낸 것으로 REP_P, PBS_P에서 부하가 증가하여도 동기셀 지연은 거의 증가하지 않았다.



(그림 9) 우선 순위들의 동기셀 지연-2
(Fig. 9) Synchronization cell delay for each priority mechanism-2

동기셀의 서비스 등급인 무손실 요건과 최소 지연 요건을 만족시키는 우선 순위 제어 정책은 표 2에서 보는바와 같이 동기셀 손실을 줄이는 메커니즘으로

는 동기셀을 위해 따로 버퍼를 할당하는 방식인 공간 우선 순위 제어 메커니즘이 적합하다. 동기셀 지연을 줄이는 메커니즘으로는 동기셀의 우선 순위 높여 미디어셀보다 우선적으로 서비스 받을 수 있도록 하는 정책이 적합하다. REP, SBP는 동기셀에 우선 순위를 부여하는 경우 동기셀 지연에 매우 우수한 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 2> 우선 순위 제어 메커니즘의 손실과 지연
<Table 2> Loss & Delay of Priority Control Mechanism

| | 손실 | 지연 | 적합여부 | 비고 |
|--------------|----|----|------|----|
| FCFS | 대 | 대 | 부적합 | |
| HOL | 대 | 소 | 부적합 | |
| REP | 소 | 대 | 부적합 | |
| REP priority | 소 | 소 | 적합 | |
| PBS | 소 | 대 | 부적합 | |
| PBS priority | 소 | 소 | 적합 | |
| SBP | 소 | 소 | 적합 | |

6. 결 론

B-ISDN의 ATM 방식에서 멀티미디어 시스템은 여러 가지의 미디어를 독립적인 채널로 전송하기 때문에 동기화가 필요하며, 멀티미디어 트래픽의 폭주성 때문에 트래픽 제어가 필요하다. 동기화에 필요한 정보는 동기셀로 미디어셀과 함께 발생된다. 동기셀의 서비스 등급은 지연 민감 요건과 손실 민감 요건을 동시에 만족시켜야 한다. 각 미디어의 서비스 등급과 동기셀의 서비스 등급이 서로 다르기 때문에 미디어 셀과 동기셀을 분리하여 전송할 필요가 있고, 각각에 대해 트래픽 제어를 수행하였을 때 이에 대해 분석하였다.

미디어셀과 동기셀을 분리하여 ON-OFF 트래픽 입력원으로 하고, Leaky Bucket 메커니즘을 적용하였다. 확률을 기반으로 한 미디어셀 손실식과 동기셀 손실식을 유도하였다. 입력원과 Leaky Bucket을 모델링하여 시뮬레이션을 수행하였다. 미디어셀 손실과 동기셀 손실을 손실식에 의해 계산할 수 있으며, 이

를 토대로 입력 트래픽 양과 버퍼크기와 같은 변수를 손실률을 보장할 수 있는 값을 추출할 수 있다.

동기질의 지연요건과 손실요건을 만족시키기 위한 우선 순위 제어 메커니즘으로써는 지연요건을 만족시킬 수 있는 것으로 시간 우선 순위 제어 기법이 요구되고, 손실요건을 만족시킬 수 있는 것으로 공간 우선 순위 제어 기법이 요구된다. 두 요건을 동시에 만족시켜야 되기 때문에 별도의 버퍼 용량을 할당하는 공간 우선 순위 제어 기법에 동기질에 우선 순위를 부여하는 시간 우선 순위 제어 기법을 동시에 적용하여야 한다.

참 고 문 헌

- [1] Thomas D. C. Little and Arif Ghafoor, "Network Considerations for Distributed Multimedia Object Composition and Communication", IEEE Network Magazine, pp. 32-49, November 1990.
- [2] Thomas D. C. Little and Arif Ghafoor, "Synchronization & Storage Models for Multimedia Objects", IEEE JSAC, Vol. 8, No. 3, pp. 413-427, Apr. 1990.
- [3] Thomas D. C. Little, "Multimedia Synchronization Protocols for Broadband Integrated Services", IEEE JSAC, Vol. 9, No. 9, pp. 1368-1382, Dec. 1991.
- [4] Arthur W. Berger, "Performance Analysis of a Rate-Control Throttle where Tokens and Jobs Queue", IEEE JSAC, Vol. 9, No. 2, pp. 165-170, Feb. 1991.
- [5] Milena Butto, Lisa Cavaliero, Alberto Tonietti, "Effectiveness of the 'Leaky Bucket' Policing Mechanism in ATM Networks", IEEE JSAC, Vol. 9, No. 3, pp. 335-342, Apr. 1991.
- [6] ISO/IEC JTC1 CD 13522-1: "Information Technology-Coded Representation of Multimedia and Hypermedia Information Object", June 1993.
- [7] Shunji Abe, Toshio Soumiya, "A Traffic Control Method for Service Quality Assurance in an ATM Network", IEEE JSAC, Vol. 12, No. 2, pp. 322-331, Feb. 1992.
- [8] David Yates, James Kurose, Dor Towesley, Michael G. Hluchyj, "On per-session end-to-end delay distribution and the call admission problem for real-time applications with QOS requirements", ACM SIGCOMM'93 Proceedings Communications Architectures, Protocols and Application, pp. 2-12, Sep. 1993.
- [9] Gillian M. Woodruff, Rungroj Kositpaiboon, "Multimedia Traffic Management Principles for Guaranteed ATM Network Performance", IEEE JSAC, Vol. 8, No. 3, pp. 437-439, Apr. 1990.
- [10] Li Li, A Karmouch, N. D. Georganas, "Real-time Synchronization Control in Multimedia Distributed Systems", Multimedia '92 4th IEEE ComSoc International Workshop on Multimedia Communications, pp. 294-313, Apr. 1992.
- [11] Ralf Steinmetz, "Multimedia Synchronization Techniques: Experiences Based on Different System Structures", Multimedia '92 4th IEEE ComSoc International Workshop on Multimedia Communications, pp. 306-314, Apr. 1992.
- [12] B. H. Jeon, T. K. Kim, "Optimal Synchronization Scenario Method for Temporal Synchronization Anomaly", Proceedings of the 8th International Joint Workshop on Computer Communication, Taipei, Taiwan, R. O. C, pp. D2-4-1-D2-4-7, Dec. 1993.
- [13] K. Ravindran, "Real-time Synchronization of Multimedia Data Stream in High Speed Networks", Proceedings of Multimedia Information Systems an International Workshop, pp. 164-188, Feb. 1992.
- [14] CCITT Recommendation I. 362, "BISDN ATM Adaptation Layer Function Description"
- [15] Jaime Jungok Bae, Tatsuya Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks", Proceedings of the IEEE, Vol. 79, No. 2, pp. 170-189, Feb. 1991.
- [16] S. Sumita, T. Ozawa, "Achievability of Performance Objectives in ATM Switching Nodes", Proc. of IFIP, North Holland, Amsterdam, pp. 45-45.

1989.

[17] Duan-shin Lee, Bhaskar Sengupta. "Queueing Analysis of Threshold Based Priority Scheme for ATM Networks", IEEE/ACM Transactions on networking, Vol. 1, No. 6, pp. 709-717, Dec. 1993.

[18] K. Bala, I. Cidon, K. Sohraby. "Congestion Control for High Speed Packet Switched Networks". IEEE Inforcon. 90, pp520-526, 1990.



전 병 호

1983년 충남대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1989년 충남대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1995년 충남대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1995년~현재 공주전문대학 산업영상과 전임강사

관심분야: 멀티미디어, 컴퓨터그래픽



김 태 균

1971년 서울대학교 공업교육학과(학사)
 1980년 일본동경공업대학 대학원 물리정보학과(공학석사)
 1984년 일본동경공업대학 대학원 물리정보학과(공학박사)

1974년~현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야: 패턴인식, 영상처리, 멀티미디어