

논문 2006-43TC-3-14

# 스트리밍 데이터를 위한 적응적 실시간 트래픽 할당 기법

## (Adaptive Realtime Traffic Allocation Algorithm for Streaming Data)

진 현 준\*, 서 상 진\*\*, 박 노 경\*

(Hyun Joon Jin, Sang Jin Seo, and Nho Kyung Park)

### 요 약

홈 네트워크와 유비쿼터스 인프라가 활성화되면서 다양한 형태의 정보 전송 기술과 새로운 하드웨어 구조를 가진 전용 단말기가 시장에 등장하고 있다. 이와 같은 신규 매체의 등장과 함께 이들 매체가 다양한 분야에서 네트워크를 통한 멀티미디어 데이터의 실시간 참조가 급증하여 네트워크 부하에 따른 멀티미디어 재생 품질이 급격히 하락할 것으로 예상된다. 본 논문에서는 서로 다른 재생 성능을 가지는 다양한 클라이언트가 요청하는 스트림 전송량을 매체 선호도에 따라 차등 할당하여 멀티미디어 재생 품질을 유지시키는 MPP(Media Preference for Presentation) 기반의 트래픽 할당 기법을 제안한다. 매체 선호도는 콘텐츠의 인기도와 재생 매체의 재생 성능에 따라 결정된다. 제안된 MPP 기반의 트래픽 할당 기법은 실험을 통해 클라이언트의 스트림 요청 전송량이 서버의 처리 능력을 초과할 때, 매체의 전송 품질을 조절하여 할당 기법을 적용하지 않았을 때보다 10% 재생 품질의 향상을 보였음을 평가할 수 있었다.

### Abstract

Developing a home network and a ubiquitous infrastructure requires various communication techniques and devices with more advanced hardware. With this development, increasing realtime access to multimedia data results in rapid degradation of quality for multimedia playback. This paper presents a traffic allocation technique based on MPP(Media Preference for Presentation) that can steadily maintain multimedia playback quality by adaptively allocating streaming traffic requested from clients with different playback performances. Media preference is defined in accordance with content popularity and playback performance of client devices. Through experiments when requested stream data exceeds processing ability of a media server, the proposed allocation technique shows 10% quality improvement comparing to the system without applying the proposed allocation technique.

**Keywords:** 트래픽 할당, 스트림 할당 기법, 매체 선호도, 실시간 스트리밍 서버, 재생 품질

### I. 서 론

다양한 미디어간의 디지털 정보 전송 기술이 급속히 발전하여, 현재 BcN(Broadband convergence Network) 과 같이 각 분야 간의 융합 및 통합이 빈번히 이루어지

고 있다. 현재, 방송 통신 영역에서 실시간 전송될 대용량 멀티미디어 스트림의 전송 대역폭이 증가하고 있으며, 홈 네트워크와 같이 한정된 공간에서 휴대전화, PDA, Mobile 기기, 그리고 PC와 같은 다양한 멀티미디어 재생 매체가 VoD 및 DMB와 같은 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공받고 있다.<sup>[6]</sup>

기존 방송 통신 분야에서 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스의 재생 품질은 PC나 TV와 같은 보편적으로 많이 사용되는 장치를 우선으로 고려하였으나 경량화된 새로운 하드웨어 구조를 가진 각종 임베디드 멀티미디어 재생 장치와 같은 신규 매체의 등장과 다양한 분야에서 네트워크를 통한 멀티미디어 데이터의 실시간 참조가 급증함에 따라 네트워크 부하에 따른 멀티미디어

\* 정회원, 호서대학교 정보통신공학과  
(Department of Information and Communications Engineering, Hoseo University)

\*\* 학생회원, 호서대학교 정보통신공학과  
(Department of Information and Communications Engineering, Hoseo University)

※ 본 연구는 2005년 호서대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

접수일자: 2005년12월7일, 수정완료일: 2006년3월14일

데이터의 패킷 손실과 지터(jitter) 현상이 빈번히 발생하고 있다. 추후, 더욱 늘어갈 것으로 예상되는 멀티미디어 데이터 전송량은 한정된 전송 대역폭을 가지는 서버와 네트워크 인프라로 인해 급격한 재생 품질의 하락이 예상된다.<sup>[4]</sup>

한정된 네트워크 전송 대역폭과 서버의 처리 한계를 저렴한 비용으로 해결하고, 사용자가 요구하는 서비스 품질을 만족시키기 위해 네트워크 기반의 멀티미디어 프록시 캐싱(proxy caching) 기법이 활발히 연구되고 있다. 프록시 캐싱 연구의 대부분은 대역폭 할당정책에 집중되고 있으며, 멀티미디어 콘텐츠를 요청하는 재생 매체에 대해 시스템 레벨의 네트워크 접근 제어 우선순위를 적용하고 있다. 그러므로, 멀티미디어 콘텐츠의 중요도와 재생 매체의 물리적 재생 성능에 따라 트래픽의 품질 조절 및 최소 재생 프레임이 보장될 수 없어, 선호도가 높은 콘텐츠의 스트림이 불규칙하게 전송된다. 이는 콘텐츠 내용 전달을 어렵게 하고, 매체 재생 능력을 벗어난 고화질 고재생 프레임으로 구성된 멀티미디어 스트림이 전송되어 불필요한 전송 부하를 유발한다.<sup>[1][3]</sup>

이와 같이 급증하는 다양한 재생 매체가 요청하는 스트림 전송량이 서버의 처리 능력을 초과할 때, 콘텐츠 내용 전달을 위한 최소 크기의 멀티미디어 스트림 전송 시점이 재생 시점을 초과하지 않아야 한다. 동시에 특정 재생 매체로 시스템 대역폭의 대부분이 할당되거나 불규칙한 스트림 전송으로 인해 멀티미디어 콘텐츠의 내용 전달이 불가능한 경우를 최소화하여 멀티미디어 콘텐츠의 재생 품질을 향상시키기 위한 방안이 요구된다.

본 논문에서는 다양한 재생 특성을 가지는 클라이언트가 재생시점을 나타내는 제한시간 이내에 멀티미디어 스트림을 실시간 전송하기 위한 MPP(Media-Preference for Presentation) 기법을 제안한다. MPP는 연속미디어의 인기도 모델에 근거한 지능형 캐싱 정책인 PPC(Popularity-based Prefix Caching)<sup>[1][5]</sup>를 기반으로 다양한 매체 재생 특성을 추가 확장한 스트림 할당 기법이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 멀티미디어 스트림을 요청하는 매체의 실시간 대역폭 할당을 위한 스케줄링 기법을 제안한다. III장에서는 제안한 기법을 기반으로 실험한 결과를 포함하고 IV장에서는 결론으로 본 논문을 끝맺는다.

## II. 멀티미디어 실시간 트래픽 할당을 위한 MPP 기법

### 1. 개요

현재 유/무선 환경에서 멀티미디어 데이터 재생 장치들의 물리적 처리 능력은 영상 출력을 위한 LCD 크기와 해상도, 초당 refresh 횟수와 처리 음원의 크기, 음원 중첩률, 동시 처리 및 동기화 능력, 저장 장치의 크기, 범용 처리 프로세서의 성능이 장치 특성에 따라 많은 차이가 난다. 서버의 부하를 줄이기 위해, 다수의 멀티미디어 재생 장치로 스트림을 전송하는 서버는 수신 장치의 물리적 특성을 고려하여 처리 능력을 초과하는 멀티미디어 스트림의 전송량을 제한한다.

현재 휴대용 장치들의 멀티미디어 재생 능력은 대체로 3-24 fps, 120\*92 화면 크기, 256에서 트루컬러의 재생 성능을 가진다.<sup>[7]</sup> 기존의 PC나 HD-TV에 비해 저품질의 재생 특성을 가지므로, 이와 같은 특성을 이용하여 전송 스트림의 품질을 조절하면 불필요한 전송 대역폭의 낭비를 크게 줄일 수 있다.

PPC 기법은 사용자가 선호하는 콘텐츠를 선입(Prefetching) 적재하여 실시간 참조시, 재생 마감 시간 이전에 요청한 스트림을 전송한다.<sup>[5]</sup> MPP 기법은 전송 부하를 줄이기 위해, 재생 매체의 처리 능력에 따라 트래픽을 할당하여 재전송 크기에 따른 처리 시간을 재생 시간 제약에 맞게 조절할 수 있도록 개선하였다.

특히, 매체 및 콘텐츠 선호도의 가중치가 가장 낮은 스트림 요청 클라이언트도 최소 재생량을 할당하고, 프레임의 소실 구간을 분산하여 전송 콘텐츠의 내용 소실을 최소화하였다.

### 2. MPP 기법

MPP(Media-Preference for Presentation)는 재생 스트리밍을 요청한 매체의 선호도와 콘텐츠의 선호도에 기반한 실시간 트래픽 할당 알고리즘이다. 다시 말해 MPP는 클라이언트로부터 요청받은 전체 스트림을 최대 시스템 전송 대역폭에 맞게 조절한다. 각 클라이언트의 요구 전송량에 대한 대역폭 할당은 MPP 기반의 스케줄링 알고리즘을 이용하여 할당된다.

MPP 기법은 [5]에서 제안한 구간재생량(Short-term Popularity Pattern)에 기반한다. [5]에서는 재생할 모든 콘텐츠의 인기도를 구간재생량에 기반하여 측정하고 측정된 인기도를 바탕으로 각 콘텐츠가 프록시의 캐쉬 메모리에 최적으로 할당되도록 하였다. 즉, 인기도에 따

라 캐스팅될 최적의 데이터 양을 계산한다. 본 논문에서 제안하는 MPP 기법은 콘텐츠의 인기도 뿐만 아니라 콘텐츠를 재생할 재생 매체의 성능을 고려한 매체 선호도를 고려하여 캐쉬 메모리가 아닌 스트림 전송의 트래픽을 직접 할당한다. 콘텐츠의 인기도 즉, 콘텐츠 선호도 및 재생 매체의 성능 즉, 매체 선호도는 다음과 같이 계산된다.

서버에 보관된 멀티미디어 콘텐츠  $i$ 를 클라이언트  $j$ 에 제 주기시간  $t$  동안 전송할 데이터양을  $D(t,i,j)$ 라고 한다면 콘텐츠  $i$ 의 총 재생량은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$D(t,i) = \sum_{j=1}^N D(t,i,j) \quad (1)$$

여기서  $N$ 은 전체 클라이언트의 수를 나타낸다. 따라서  $t$  주기동안의 콘텐츠 선호도는 다음 (2) 식과 같이 계산할 수 있다. 즉, 주기시간  $t$  동안 전체 콘텐츠 재생량에 대한 콘텐츠  $i$ 의 재생량 비율이 된다. 여기서  $M$ 은 전체 콘텐츠의 수를 나타낸다.

$$P(t,i) = \frac{D(t,i)}{\sum_{k=1}^M D(t,k)}, 0 \leq p(t,i) \leq 1 \quad (2)$$

매체 선호도는 재생 매체의 처리 능력에 따라 정해지며 고정된 값을 갖는다. 예를 들어 PDA, 노트북, 또는 데스크탑 PC와 같이 처리 능력에 따라 0과 1사이의 값을 할당한다. 따라서 전체 매체 선호도는 현재 서버에 접속된 재생 매체의 종류와 수에 따라 실시간으로 계산되어 이에 따라 트래픽을 할당한다. 콘텐츠 선호도와 매체 선호도를 고려하여 주기시간  $t$  동안 콘텐츠  $i$ 에 대한 재생 매체  $j$ 의 전체 선호도  $TP(t,i,j)$ 는 두가지 선호도의 평균값으로 다음과 같이 계산된다.

$$TP(t,i,j) = \frac{MP(t,j) + P(t,i,j)}{2} \quad (3)$$

식(3)에서  $MP(t,j)$ 는 매체 선호도를 나타내며 콘텐츠의 종류에 관계없이 일정한 값을 갖는다고 가정한다. 식 (3)의 전체 선호도를 이용하여 주기시간  $t$ 동안의 데이터 전송량을 계산할 수 있다. 시스템의 가용 대역폭을  $S$ 라 하고 클라이언트  $j$ 의 요구 전송량을  $L_j$ 라 할 때 데이터 전송량  $s$ 는 하나의 클라이언트에 대하여 수식 (4)와 같고 전체 클라이언트에 대한 일반식은 식 (5)와 같다.

$$s(t,j) = \min (TP(t,j) \times S, L_j), j = 1 \quad (4)$$

$$s(t,j) = \min \left\{ \left( S - \sum_{k=1}^{j-1} s(t,k) \right) \times TP(t,j), L_j \right\}, 1 \leq j \leq N \quad (5)$$

### 3. 실시간 트래픽 할당 스케줄러 설계

스트리밍 서버의 트래픽 할당 스케줄러는 클라이언트로부터 요청받은 전체 스트림을 최대 시스템 전송 대역폭에 맞게 조절하며 각 클라이언트의 요구 전송량에 대한 대역폭 할당은 MPP 기반의 스케줄링 알고리즘을 이용하여 할당된다. MPP에 따라 계산된 전체 전송량이 시스템 최대 전송 능력(전송량+가공시간)을 초과할 때, 멀티미디어 데이터의 재생 품질을 조절하여 시스템 전송 대역폭에 적응시킨다.

본 논문에서는 그림 1과 같은 시스템을 구성한다. 그림에서 내부 스트리밍 서버는 MPP에 기반한 스케줄링 알고리즘에 수행되는 장치로 홈 네트워크 서버 또는 소규모로 구성된 미디어 서버가 된다. 대부분 내부 서버는 자체적으로 미디어 콘텐츠를 제작하여 저장하기 보다는 외부의 서버로부터 콘텐츠를 보급 받는 것이 더 타당하다고 간주한다. 재생 매체는 휴대전화, PDA, 노트북 또는 데스크탑 PC 등이 해당된다.

그림 1에서 보는 바와 같이 매체의 재생 시간은 구간별로 나타낼 수 있다.  $T_{in}$ 은 외부 미디어 서버로부터의 콘텐츠 스트림 수신 시간이며  $T_{replay}$ 는 내부 서버에서의 전송 트래픽 조절 시간이다. 선호도에 따라 전송 트래픽이 조절된 스트림이 각 재생 매체로 전송되는 시간을  $T_{out}$ 이라 한다. 따라서 내부 스트리밍 서버는 이와 같은 구간별 재생 시간의 합이 재생 마감 시간  $TC(t,i,j)$ 보다 작으면 트래픽 할당이 가능하다고 판단하며 주기시간  $t$  동안 콘텐츠  $i$ 와 매체  $j$ 에 대한 트래픽 스케줄링에 걸리는 시간을 식 (6)으로 나타내며 주기시간  $t$  동안

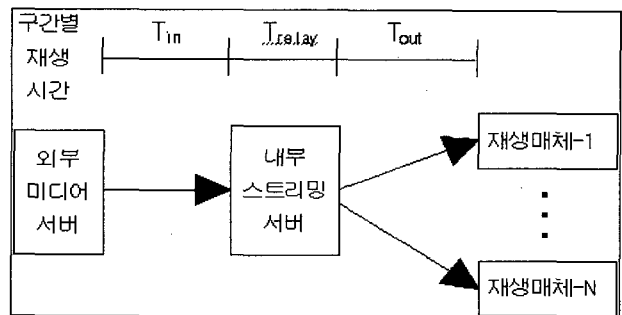


그림 1. 시스템 구성도와 구간별 재생 시간  
Fig. 1. System block diagram and playback time in section.

```

Input : ServiceClient array
Output : value of allocated traffic size
AllocateDataSource(ServiceClient array,
                   DataSource dsArrayIndex) {
    Load Tst
     $t \leftarrow \sum_{j=1}^n \min(\text{Time}(s))$ 
    N <- array의 개수
    S <- t 시간동안 최대 전송량
    array를 TP를 기준으로 내림 차순 sorting
    TC(t) <- 스케줄러 내에 최대 전송 제한 시간을 t로 설정
    /* 스케줄링 가능성 검사 */
    for (ServiceClient j=1 to n) {
        ServiceClient j를 array N 번째 위치로 이동
        Do {
             $s(t,i,j) = \min(S - \sum_{k=1}^{j-1} S^* MP(t,k), L_j)$ 
             $Tin(t) = \sum_{i=1}^j \text{TIME}(s(t,i,j))$ 
            /* Service Client j에 대해 Tst와
            MEDIA CONVERTINGRATE에 의해 변환된 전송량 */

```

```

Trelay(t) =  $\sum_{k=1}^j \text{TIME}(cs(t,i,j))$ 
Tout(t) =  $\sum_{k=1}^j \text{TIME}(cs(t,i,j))$ 
if(Sch(t,i,j) < 0) {
    j의 스케줄 Priority 1 증가
    MEDIA CONVERTINGRATE 단위 상수 감소
}
} while(Sch(t,i,j) < 0)
Ttotalext(t) = TC(t,i,j) - Sch(t,i,j) 누적
}
if(Sch(t) < 0) {
    priority에 따라 ServiceClient 내림차순 정렬
    최하위 priority ServiceClient j 획득
    j의 스케줄 priority 1 증가
    MEDIA CONVERTINGRATE 계수 감소
    Ttotalext(t) = TC(t,i,j) - Sch(t,i,j) 누적
}
for(ServiceClient j=1 to n)
    ServiceClient j에 대해 계산된 cs(t,j) 할당
}

```

그림 2. MPP 기반 트래픽 할당 알고리즘  
 Fig. 2. MPP based traffic allocation algorithm.

시스템 스케줄링 시간은 식 (7)로 나타낸다.

$$Sch(t,i,j) = TC(t,i,j) - (Tin(t,i,j) + Trelay(t,i,j) + Tout(t,i,j)) \quad (6)$$

$$Sch(t) = TC(t) - \sum_{j=1}^N Sch(t,i,j) \quad (7)$$

식 (6)에서 재생 마감시간 TC는 다음과 같이 구해진다.

```

if(min(TIME(RDSi)) < TIME(MaxTransferUnit))
    TIME(RDSi);
else
    TIME(MaxTransferUnit);

```

즉, 주기시간동안 콘텐츠 i의 재생시간이 최대 전송 트래픽(대역폭) 시간보다 작으면 콘텐츠의 재생시간이 재생마감시간이 되고 만일 그보다 크다면 최대 전송 트래픽 시간이 콘텐츠 i의 재생 마감시간이 된다.

또한 Tin은 외부 서버나 로컬 DB에서 입력되는 데이터 스트림의 전송이며 Trelay는 스트림 서버에서 MPP 트래픽 할당 알고리즘을 사용하여 데이터를 할당하는 데 걸리는 시간을 말하고 Tout은 할당된 데이터를 클라이언트로 전송하는 데 걸리는 시간을 말한다.

식 (3)과 (4)에 의하여 계산된 트래픽 전송량을 기반으로 하고 식 (6)과 (7)에 의하여 스케줄링 가능성을 판단하는 MPP 트래픽 할당 알고리즘은 그림 2와 같다.

만일 식 (6)에 의하여 트래픽 할당이 불가능하다고 판단될 때는 서비스 클라이언트 수를 줄이거나 가용한 자원, 매체의 특성, 클라이언트의 이용 성향에 따라 전송 스트림의 크기를 줄일 수 있다. 그러나 클라이언트의 수는 임의로 줄일 수 없으므로 약간의 품질 저하는 있지만 전송 스트림의 크기를 줄이는 것이 타당하다. 전송 스트림의 크기는 MEDIA CONVERTINGRATE 계수를 이용하여 조절 할 수 있으며, 0에서 1사이의 실수값 범위를 가진다. 그리고 MEDIA CONVERTINGRATE 계수는 비디오와 오디오를 위해 각각 할당된다. MEDIA CONVERTINGRATE를 이용한 스트림 조절 처리 과정은 그림 3과 같다.

전송 스트림의 크기를 줄이기 위해 참조되는 요소는 매체별 프레임 버퍼의 재생 누적량, 매체별 최소 버퍼 누적량, I/O 스케줄러의 프레임 버퍼에 전송될 메모리 블록량으로 조절량을 결정한다.

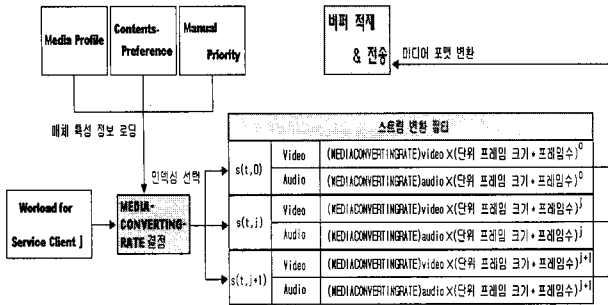


그림 3. 스케줄 불가능시 MEDIACONVERTINGRATE 를 이용한 스트림 조절 처리 과정

Fig. 3. Stream control process using MEDIACONVERTINGRATE when scheduling is not possible.

### III. 실험 및 평가

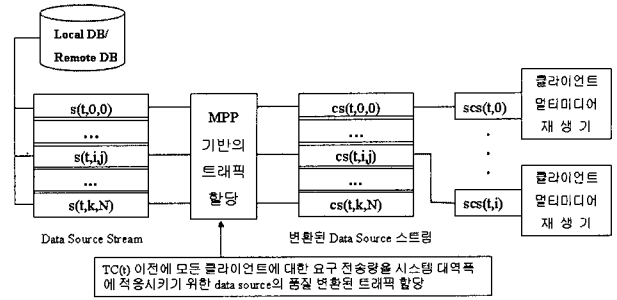
본 절에서는 MPP 기반의 트래픽 할당 알고리즘을 시뮬레이션할 스케줄러를 구현하여 재생 성능을 분석하였다. 특히, MPP 기반의 트래픽 할당 알고리즘이 적용된 시뮬레이션과 적용되지 않은 시뮬레이션의 결과를 비교 분석하여 재생 품질 향상의 검증에 중점을 두었다.

#### 1. 시스템 구현

MPP 기반의 트래픽 할당 알고리즘은 단일 모듈로 멀티미디어 스트리밍 서버 내에 구현되었으며, 클라이언트는 다양한 재생 환경에 대한 정보를 가진 Profile로 구성된 PC 환경의 시뮬레이터로 구현하였다. 그리고 스트리밍 서버와 클라이언트 PC는 네트워크로 연결된다.

트래픽 할당 과정은 MPP 할당 알고리즘에 따라 클라이언트 j가 요청한 데이터 소스 i에 대해 t 시간동안 전송할 s(t,i)만큼의 스트림을 수신받는다. 수신된 각 스트림 i는 MEDIACONVERTINGRATE 계수값의 범위 (0 < MEDIACONVERTINGRATE ≤ 1)에 따라 최대 입력 스트림의 크기로 변환되어 각 클라이언트 i의 수신 버퍼인 scs(t,i)에 적재된다.

실험을 위한 트래픽 할당 스케줄러의 구성은 그림 4와 같다. 정확한 시뮬레이션을 위해 MS Windows Server 2000 환경에 가장 적합한 DirectShow 필터를 이용하여 멀티미디어 스트림 변환 및 전송을 수행하였다. 실제적인 트래픽 변환과 할당 과정은 "RTP or Data Source Receiver" 소스 필터가 멀티미디어 스트림을 실시간 수신하여 비디오 스트림과 오디오 스트림을 분리하기 위해 "MainConceptSplitter" 변환 필터에 입력된다. 오디오와 비디오로 분리된 출력 스트림은 각각 MPP 트래픽 할당 모듈에 의해 입력된



s(t,i,j) : service client j가 요청한 i번째 Data Source 수신 스트림  
cs(t,i,j) : service client j가 요청한 i번째 Data Source의 품질 변환된 스트림  
scs(t,i) : 클라이언트에 적재된 i번째 data source 스트림

그림 4. 트래픽 할당 처리 구성도

Fig. 4. Block diagram for traffic allocation process.

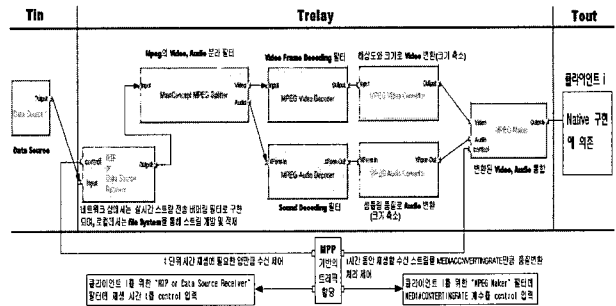


그림 5. MPP기반의 트래픽 할당 모듈의 내부 구성도

Fig. 5. Internal block diagram of MPP based traffic allocation module.

MEDIACONVERTINGRATE 계수에 따라 최대 입력 스트림의 크기로 변환되어 "Mpeg Maker" 필터에서 전송 스트림으로 통합 및 버퍼에 적재된다.

그림 5는 입력 스트림의 변환 및 할당과정을 나타내고 있다.

#### 2. 실험 및 성능 분석

알고리즘의 성능을 평가하기 위해 서로 다른 재생시간을 가지는 7개의 Mpeg 동영상 파일로 스케줄된 전송 과정과 비스케줄된 전송 과정을 비교 분석하였다. 분석 항목은 멀티미디어 재생 품질과 장치 특성을 고려한 전송 품질 조절의 적절성을 평가하기 위해 각 재생 매체의 단위 시간별 전송 대역폭과 소실 프레임 수를 분석하였다.

실험 환경은 표 1과 표 2와 같이 구성되었다. 스트리밍 서버의 최대 전송량은 1.25Mbyte(10Mbps)이며, 모든 샘플 데이터 소스는 320\*240\*4바이트 단위 크기의 30fps으로 샘플링 되었으며, 초당 재생 프레임의 바이트 크기는 375kbyte이다. 미디어의 종류는 총 7가지로 시뮬레이션하였고 각각은 임의의 재생용량과 매체선호도를 갖게 하였다.

표 1. 실험을 위한 장치 구성

Table 1. Device list for experiments.

구성 매체	장치 형태	CPU	RAM	NIC 전송률
스트리밍 서버	Server PC	P4-3.0G	1Gbyte	10Mbps
PC 재생기	Desktop PC	P3-900G	256Mbyte	10Mbps

표 2. 실험을 위한 샘플 Data Source

Table 2. Sample data sources for experiments.

Client i	Data Source j	재생용량 (byte)	매체 선호도
0	Media 1	226,633,216	0.3
1	Media 2	70,658,896	0.4
2	Media 3	100,087,500	0.5
3	Media 4	52,800,000	0.6
4	Media 5	73,500,000	0.7
5	Media 6	36,542,912	0.8
6	Media 7	73,500,000	0.9

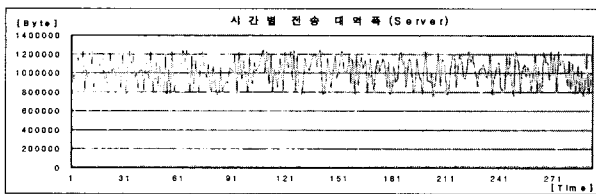
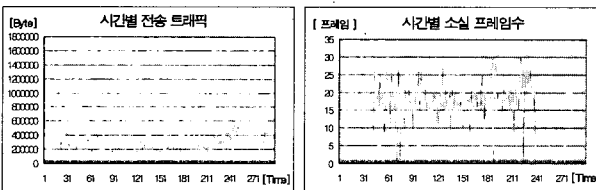
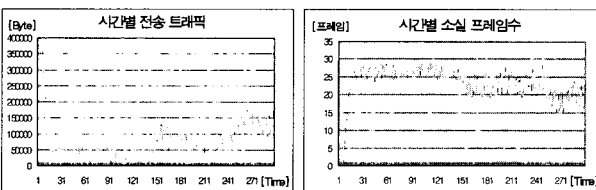


그림 6. 서버의 전송 대역폭 변화량

Fig. 6. Transmission bandwidth variants of server.



(a) 비스케줄링



(b) 스케줄링

그림 7. 재생 매체 1의 전송 트래픽/소실 프레임 변화량

Fig. 7. Transmission traffic/loss frame variants of media 1.

그림 6은 실험을 위한 서버의 전송 대역폭의 변화량을 그래프로 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 전체 전송 대역폭은 1MB ~ 1.2MB 사이의 성능을 나타내고 있다.

실험에서 7개의 재생 매체 중 재생 매체 1의 단위 시간별 전송 트래픽 변화량과 스트림 재생시 소실된 프레임 변화량을 그림 7에서 그래프로 나타내고 있다.

스케줄링된 전송 트래픽의 소실 프레임수는 비스케

표 3. 매체별 스케줄과 비스케줄의 프레임 편차량 비교

Table 3. Comparison of scheduled and non-scheduled frame variants for each media.

매체 상태	MPP 기반 스케줄		비스케줄	
	시간구간	평균프레임 편차량	시간구간	평균프레임 편차량
재생매체1	156-215	2.9	42-101	6.1
재생매체2	197-256	2.2	68-127	5.3
재생매체3	159-218	2.6	185-244	5.3
재생매체4	198-257	2.2	69-128	4.8
재생매체5	159-218	2.6	58-117	5.0
재생매체6	31-90	2.1	86-145	5.1
재생매체7	56-115	2.0	169-228	7.1
평균		2.4		5.5

들린 수에 비해 상대적인 변화량이 적었다. 전체 전송 대역폭과 프레임 소실률 변화량의 편차가 줄어드는 것은 스트림의 재생 빈도가 일정함을 나타내므로, 연속적인 콘텐츠의 의미 전달과 재생 품질이 향상되었음을 알 수 있었다. 시간별 전송 트래픽에 대하여는 매체 1이 선호도가 낮음에도 불구하고 비스케줄시에도 많은 트래픽을 할당받은 것을 알 수 있다.

표 3에서 각 재생 매체의 프레임 손실 주요 구간 분석을 통해 스케줄 방식과 비스케줄 방식 간의 프레임 소실 편차는 2.3배로 분석되었다. 그러므로 비 스케줄된 스트림의 82% 재생률에 비해, 스케줄된 스트림은 92%의 재생률을 가지므로 10%의 재생률이 향상되었음을 실험결과를 통해 알 수 있었다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 다양한 재생 특성을 가진 매체들을 대상으로 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스 수행시 재생 품질을 높이기 위해 MPP 기반의 트래픽 할당 기법을 제안하고 실험을 통해 성능을 분석하였다.

MPP는 PPC 알고리즘에 매체 선호도를 추가 확장하여, 매체의 재생 능력을 초과하는 전송 스트림의 크기를 차등, 가중하는 할당 기법이다. MPP의 성능 평가를 위한 실험을 통해 재생매체의 스트림 요청이 집중된 트래픽 병목 시점에서 트래픽 분산 스케줄 되었을 때와 비스케줄된 경우 스트림의 재생 프레임 수가 2.4개, 비스케줄된 스트림은 5.5개의 평균 소실 편차가 발생하였으

며, 클라이언트의 요구 대역폭 할당시 재생 매체의 재생 능력을 초과하는 프레임 할당을 제거하여 재생률이 10% 향상되었다.

실험 결과를 통해 MPP 기반의 트래픽 할당 스케줄러를 적용한 시스템에서 임의의 시간에 재생 매체의 스트림 요청이 서버의 가용한 트래픽 용량을 초과하더라도, 각 재생 매체로 전송되는 최소 재생 품질이 유지되는 것을 확인 할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] M. Abrams, C. Standridge, G. Abdulla, S. Williams and E. Fox, "Caching Proxies : Limitation and Potentials", Proc. of the Fourth International World Wide Web Conference, Boston, 1995.  
 [2] R. Rejaie, M. Handley, H. Yu, and D. Estrin, "Proxy Caching Mechanism for Multimedia Playback Streams in the Internet", Proc. of the 4th International Web Caching Workshop, Mar. 1999.

[3] Ludmila Cherkasova, Minaxi Gupta, Analysis of Enterprise Media Server Workload: Access Patterns, Locality, Dynamics, and Rate of Change", ACM NOSSDAV 2002.  
 [4] 김형중 "디지털 방송과 미디어 보호관리", 전자공학회지, 제31권, 제5호, 2004. 5  
 [5] 홍현욱, 박성호, 정기동, "시리즈 비디오 데이터의 접근 패턴에 기반한 프록시 캐싱 기법", 멀티미디어학회논문지, 제7권, 8호, pp1066-1077, 2004. 8  
 [6] 이주현, "통신·방송 융합의 주요 이슈 및 정책적 대응 방안", 한국통신학회지, Vol.22, no1, pp38-39, 2005. 1  
 [7] XCE, SKVM 단말기 성능분석, 2005. 5

저 자 소 개



진 현 준(정회원)  
 1984년 2월 고려대학교  
 전자공학과 학사.  
 1986년 2월 고려대학교  
 전자공학과 석사.  
 1998년 1월 Lehigh 대학교  
 전산학 박사.

1998년 3월~현재 호서대학교 정보통신공학과  
 부교수  
 <주관심분야 : 시스템프로그램, 멀티미디어 프로  
 토클>



박 노 경(정회원)  
 1984년 2월 고려대학교  
 전자공학과 학사  
 1986년 2월 고려대학교  
 전자공학과 석사  
 1990년 2월 고려대학교  
 전자공학과 공학박사

1988년 4월~현재 호서대학교 정보통신공학과  
 교수  
 <주관심분야 : 회로 및 시스템설계, SoC 설계>



서 상 진(학생회원)  
 1999년 2월 부경대학교  
 전자계산학과 학사.  
 2001년 2월 부경대학교  
 전자계산학과 석사.  
 2005년 3월~현재 호서대학교  
 일반대학원 정보통신  
 공학과 박사과정.

<주관심분야 : 임베디드 시스템, 멀티미디어 응  
 용, 모바일 응용>