

# 이동 단말기에서 멀티미디어 연출시 최초 재생 지연시간을 줄이기 위한 트랜스코드 스케줄링 기법

홍 마리아<sup>†</sup>·윤 준 성<sup>††</sup>·임 영 환<sup>†††</sup>

## 요 약

본 논문은 멀티미디어 데이터 스트림들을 이동단말기에서 연출(play)하기 위해 스트림의 특성을 파악한 후 변환 시킬 스트림을 선정하여 트랜스코딩하는 스케줄링 기법을 제시하였다. 이것은 연출될 모든 스트림들을 트랜스코딩하는 것보다 선정정책에 의해 특정 스트림을 선택하여 트랜스코딩하는 것이 최초 재생 지연 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 논문은 멀티미디어 데이터 스트림들의 요구 대역폭을 네트워크 대역폭 보다 낮추면서, 이동 단말기에서 멀티미디어 데이터 스트림들이 재생되기까지의 최초 재생 지연시간을 최소화시킬 수 있는 방법으로 EPOB(End Point of Over Bandwidth) 기반의 트랜스코딩 스트림 선정 정책을 제안하였다.

## A transcode scheduling technique to reduce early-stage delay time in playing multimedia in mobile terminals

Maria Hong<sup>†</sup> · Joon-Sung Yoon<sup>††</sup> · Young-Hwan Lim<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

This paper proposes a new scheduling technique to play multimedia data streams in mobile terminals. The paper explores the characteristics of multimedia data streams, firstly. On basis of these characteristics, selection of specific data stream can be possible as well as transcoding process. Our approach aims at reducing the early-stage delay time more effectively since it makes possible to select and transcodes some specific streams by employing a selection policy rather than transcoding all streams in the playing process. Thus, this paper suggests a stream selection policy for the transcoding based on EPOB (End Point of Over Bandwidth). It aims to lower the required bandwidth of multimedia streams than the network bandwidth level and also to minimize early-stage delay time for multimedia streams, which is to be played in mobile terminals.

### 1. 서 론

멀티미디어 연출 편집기를 통해 사용자가 입력한 데이터들을 스트림으로 재생한 것을 멀티미디어 프리젠테이션(Presentation)이라고 한다. 이러한 각 프리젠테이션은 재생시작 시간, 종료시간, 각 스트림의 종류, 그리고 필요할 경우 하 이퍼 링크까지 포함된 데이터들로 구성되어 있다[1, 2].

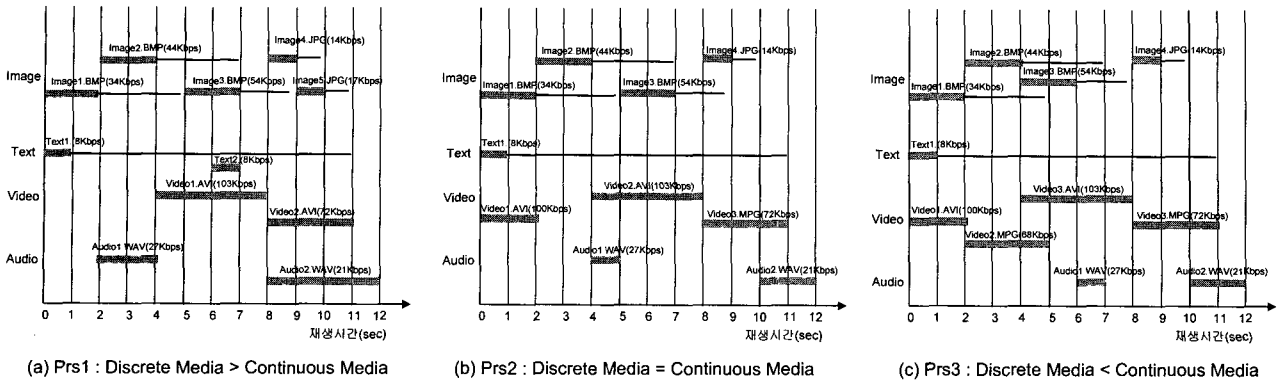
#### 1.1 미디어 구성 요소 비율로 분류한 프리젠테이션

프리젠테이션을 구성한 미디어 종류에 따라서 프리젠테이션이 요구하는 데이터량도 많이 달라진다. 각 미디어를 크게 정적미디어(Discrete Media(Image, Text))와 동적미디어(Continuous Media(Audio, Video))로 나누어서 각 미디어

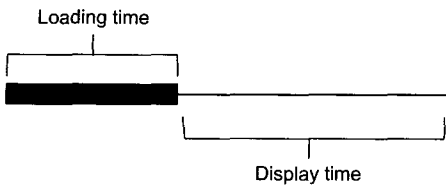
가 차지하는 비율에 따라 프리젠테이션의 총 데이터 요구량이 달라진다. 즉, 프리젠테이션의 구성 요소의 비율에 따라서 분류해 볼 때 정적미디어가 동적미디어 보다 비율이 많은 타입[Prs1(Presentation 1) : (Discrete Media > Continuous Media)]와 정적미디어와 동적미디어의 비율이 비슷한 타입[Prs2(Presentation 2) : (Discrete Media = Continuous Media)]와 동적미디어의 구성 비율이 많은 타입 [Prs3(Presentation 3) : (Discrete Media < Continuous Media)]로 나누어 볼 수 있다.

미디어 중에서 정적 미디어는 특성상 프리젠테이션에서 지속적으로 디스플레이 된다 해도 한번 로딩된 후에는 대역폭을 사용하지 않는다. 따라서 다음의 (그림 1)에서 정적 미디어에 대한 표현은 (그림 2)와 같이 나타낸다. 정적 미디어의 특성상 로딩 시간>Loading Time) 안에 모든 이미지를 불러와야 하며 디스플레이 타임(display time)은 프리젠테이션 내에서 이미지가 보여지는 시간을 의미한다.

※ 본 연구는 숭실대학교 교내 학술연구비 지원으로 이루어졌음.  
† 정 회 원 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과  
†† 정 회 원 : 숭실대학교 미디어학부 교수  
††† 총신회원 : 숭실대학교 미디어학부 교수  
논문접수 : 2003년 3월 14일, 심사완료 : 2003년 9월 20일



(그림 1) 미디어 구성 요소 본 프리젠테이션 분류7



(그림 2) 프리젠테이션에서의 정적미디어 표현

이와는 반대로 동적미디어는 디스플레이 동안 계속 대역폭을 사용한다. 이러한 특성을 고려하여 위의 (그림 1) 과 같은 형태로 프리젠테이션을 구성하는 데이터들의 요구량을 나타내었다.

그러나 위에 제시한 프리젠테이션을 이동단말기에 재생하기 위해서는 크게 두 가지의 문제점이 있다.

첫째는 이동단말기의 낮은 대역폭이다. 보통 이동 단말기에서 받을 수 있는 대역폭은 PDA에서는 1Mbps 정도 되며, 핸드폰은 14kbps에서 144kbps 정도이다. 따라서 이동 단말기는 멀티미디어 데이터들의 높은 요구대역폭을 수용하기에는 낮은 대역폭을 갖는다[3].

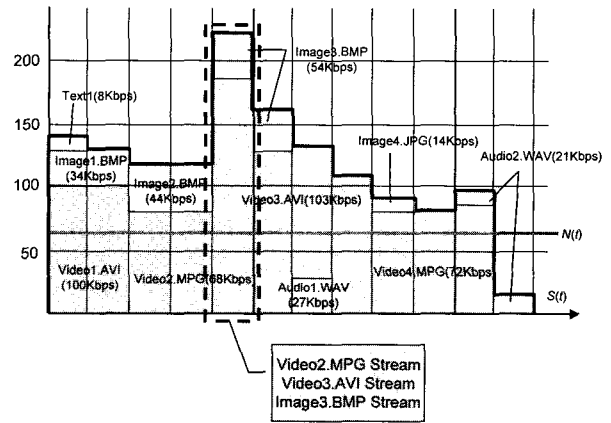
둘째는 이동단말기의 협소한 메모리이다. 하드디스크가 없이 메모리만 있는 PDA 메모리는 최대 확장하여 256MB 정도이며, 핸드폰은 이보다 더 적은 메모리를 갖고 있다. 작은 메모리에서 프리젠테이션을 실시간으로 재생하기 위한 방안으로 그 동안 선인출(Prefetch)에 대해 많은 연구를 했다[4-8]. 하지만 메모리가 협소하기에 데이터를 선인출한다 하여도 매우 큰 멀티미디어의 데이터를 지연 없이 재생하기엔 메모리가 부족하기 때문에 한계가 있다.

이것을 극복하기 위한 방법으로 서버의 멀티미디어 데이터를 이동단말기의 연출 QoS(Quality of Service)에 맞게 데이터를 변환해주는 트랜스코드(Transcode)을 활용한다[9-12].

1.2 문제점

위의 Prs3를 스트림들이 차지하는 비율로 새롭게 구성하면 다음 (그림 3)과 같은 형식으로 나타낼 수 있다. 즉, 여러 스트림이 모여 Prs3의 요구 대역폭을 이루고 이 요구대

역폭은 네트워크 대역폭보다 훨씬 높음을 볼 수 있다.



(그림 3) 프리젠테이션 내의 스트림 비율 구성도

일반적으로 멀티미디어 프리젠테이션을 트랜스코드를 적용하여 변환하면 데이터 량은 매우 줄어든다[10-12]. 즉, 프리젠테이션 내의 모든 스트림들을 어떠한 우선순위 없이 모두 트랜스코드 과정을 거치게 하면 프리젠테이션의 요구폭이 대역폭보다 낮아지게 되어 재생이 가능하다. 하지만 프리젠테이션에 존재하는 모든 스트림을 트랜스코딩하는 시간이 많이 소요되기에 재생 전 초기 지연 시간이 매우 커지게 되는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 멀티미디어 프리젠테이션이 여러 개 스트림으로 구성되어 있을 때, 트랜스코딩 소요시간을 최소화하도록 트랜스코딩 할 스트림을 선택하는 방법을 제안하고자 한다.

1.3 해결 방법

이동 통신망의 속도에 가장 근접하도록 변환하여 초기 지연이 최소화 된 프리젠테이션이 정상적으로 재생되기 위해서는 다음과 같은 방법으로 해결하여야 한다.

네트워크 대역폭(N(t))를 넘지 않도록 하면서 재생을 위한 트랜스코드 시간을 최소화 할 수 있도록 트랜스코드를 적

용할 스트림을 선정한다. 즉, 프리젠테이션에 있는 스트림을 모두 트랜스코드 하는 것이 아니라 특정한 기준에 의하여 트랜스코딩하기 위한 우선순위를 프리젠테이션 내에 있는 스트림에 적용하여 스케줄링 하는 것이다. 이와 같은 방법은 결과적으로 프리젠테이션의 재생을 위한 초기 지연시간이 줄어들게 한다.

따라서 이동 단말기에서 사용자의 QoS(Quality of Service)를 만족시키면서 재생되기 위해서 다음 <표 1>과 같은 과정이 필요하다.

<표 1> 이동 단말기에서 프리젠테이션 재생 과정

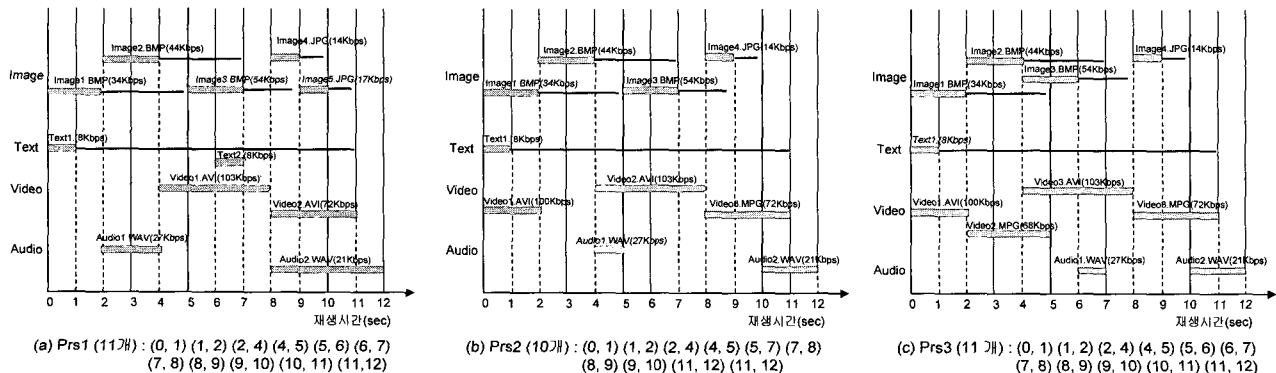
- ① 주어진 프리젠테이션의 재생 가능성 파악
- ② 재생 불가능한 프리젠테이션을 이동 단말기에서 재생 가능한 크기와 포맷으로 변환하는 트랜스코딩 스케줄링 기법 적용 후 재생 가능성 파악
- ③ 트랜스코딩 스케줄링 기법 적용 후에도 재생이 불가능할 시에 QoS를 조정하여 재생 가능하게 하는 협약(Negotiation)

비슷한 선인출과 트랜스코딩의 연구가 많이 진행되었으나 스트림을 선정하여 트랜스코딩하는 연구는 아직 찾을 수 없다[5-8]. 따라서 본 논문은 프리패치 기법과 트랜스코딩 기법에 기반을 두고 이동 단말기에서 멀티미디어 프리젠테이션을 재생하기 위하여 EPOB 기반으로 재생 가능성을 판단하며, 이에 맞는 스트림 선정 정책에 의한 트랜스코드 스케줄링 기법을 제안코자 한다.

이를 위해 2장에서는 프리젠테이션의 재생영역 분석식에 의한 재생 가능성을 검사하는 방법을 알아보고, 3장에서는 EPOB(End Point of Over Bandwidth) 기반의 트랜스코드 스케줄링을 설명하였으며, 4장에서는 실험과 분석, 5장에서는 결과를 보이도록 한다.

2. 재생영역 분석식에 의한 재생 가능성 검사

이번 장에서는 주어진 프리젠테이션이 재생 가능한지에 대한 방법과 재생 가능성을 위한 판단식에 대해 서술하고



(그림 5) 프리젠테이션 재생 영역 구분 그래프

자 한다.

2.1 재생영역 구분 방법

주어진 프리젠테이션의 재생 가능성을 파악하기 위해서는 전체적으로 스트림 요청 시간별 재생 영역(Playing Segment)으로 구분하고 각 영역에 대해 분석하는 일이 필요하다. 이렇게 스트림을 재생영역으로 분할하는 과정은 프리젠테이션의 요구자원을 파악하는 과정의 일환이다. 여기에 필요한 데이터는 스트림의 재생시간, 데이터 요구량(각 스트림의 초당 요구량의 합) 그리고 각 스트림 특성이다.

이 데이터를 이용하여 스트림들의 재생 영역(Playing Segment)을 구분 한 뒤 각 영역에 따른 초당 요구 데이터와 초당 처리 데이터를 구할 수 있다.

본 논문에서는 스트림들이 구성되어 있을 때 데이터의 요구량 별로 영역을 구분하는 방법을 사용한다. 이는 데이터 요구량의 차이에 따라 네트워크 속도에 민감한 차이를 나타내기 때문이다. 구체적인 재생 영역(Playing Segment) 구분 알고리즘은 (그림 4)와 같다. 각각의 데이터 요구량의 차이는 스트림이 시작하거나 끝날 때 변하기 때문에 본 알고리즘에서는 입력 값으로 스트림들의 시작 시간과 끝 시간을 이용한다. 스트림의 시작 값 또는 끝 값을 재생 영역(Playing Segment) 구분의 기준 값으로 삼아서 각각의 값이 새로 추가될 때마다 기존의 기준 값과 비교하여 차이가 있을 경우에 새로 영역이 추가된다는 것이 알고리즘의 기본 아이디어이다.

예를 들면 (그림 4)을 적용하여 나온 각 프리젠테이션들의 재생영역 구분은 (그림 5)와 같이 구분하여 나타낼 수 있다.

```

OutputList.Create
for Item = InputList.FirstItem to EndItem
for Search = OutputList.FirstItem to EndItem
if Search.start < Item.start AND Search.end >
Item.start
OutputList.Delete (Search.start, Search.end)
    
```

```

OutputList.Insert (Search.start, Item.start)
OutputList.Insert (Item.start, Search.end)
OutputList.Insert (Search.end, Item.start)
for Search = OutputList.FirstItem to EndItem
    if Serarch.start < Item.end AND Serarch.end >
Item.end
        OutputList.Delete (Search.start, Search.end)
        OutputList.Insert (Search.start, Item.end)
        OutputList.Insert (Item.end, Search.end)
OutputList.Insert (Search.end, Item.start)
    
```

(그림 4) 프리젠테이션 재생 영역(Playing Segment) 구분 알고리즘

2.2 재생 영역 분석에 의한 재생 가능성 검사 방법

이렇게 프리젠테이션의 재생 영역(Playing Segment)이 구분되면 각각의 영역에서 네트워크를 통해 전달 받아야 하는 초당 데이터의 양을 구할 수 있다. 앞 예제 Prs1에 대한 결과는 <표 2>과 같다. 이렇게 영역별로 네트워크를 통

<표 2> 프리젠테이션 재생 영역(Playing Segment)별 네트워크 요구 데이터 량

Prs1		
Segment	스트림 구성	요구량합계 (kbps)
1	Image1.BMP(34Kbps) + Text1(8kbps)	42kbps
2	Image1.BMP(34Kbps)	34kbps
3	Image2.BMP(44Kbps) + Audio1.WAV(27Kbps)	71kbps
4	Video1.AVI(103kbps)	103kbps
5	Image3.BMP(54kbps) + Video1.AVI(103kbps)	157kbps
6	Image3.BMP(54kbps) + Video1.AVI(103kbps) + Text2(8kbps)	165kbps
7	Video1.AVI(103kbps)	103kbps
8	Image4.JPG(14kbps) + Video2.MPG(72kbps) + Audio2.WAV(21kbps)	107kbps
9	Image5.JPG(17kbps) + Video2.MPG(72kbps) + Audio2.WAV(21kbps)	110kbps
10	Video2.MPG(72kbps) + Audio2.WAV(21kbps)	93kbps
11	Audio2.WAV(21kbps)	21kbps

해 전달되어야 하는 데이터 요구량과 재생하려고 하는 시점에 서버로부터의 실제 데이터 전달 속도를 비교하여 현재 상태에서 재생이 가능한지 파악한다.

프리젠테이션의 재생가능성을 알아내기 위해서 영역 구분 알고리즘을 적용한 후 영역을 분석하는 기법이 필요하다. 예제 (그림 5)의 각 영역에 대한 데이터 요구량 및 네트워크 대역폭의 그래프를 그리면 (그림 6)와 같다.

여기서 요구 대역폭의 변화 시점마다 재생영역(Playing Segment)이 나누어졌다는 것을 알 수 있다. 즉, (그림 6)에서  $S(t)$ 는 각각 재생영역(Playing Segment)의 데이터 요구 대역폭을 나타내며,  $s_i$ 는 스트림의 요구대역폭을,  $N(t)$ 는 네트워크 트래픽 기반의 대역폭(56Kbps)을 나타낸 그래프이다. 이렇게 여러 재생영역(Playing Segment)으로 나누어진다면 <표 3>을 적용시켜서 재생가능성을 판단 할 수 있다.

<표 3> 재생가능성 판단을 위한 재생영역(Playing Segment) 분석 식

$s_1$  : 스트림의 요구 대역폭  
 $N(t)$  : 네트워크 대역폭  
 $n$  : 각 재생영역에 있는 스트림의 수

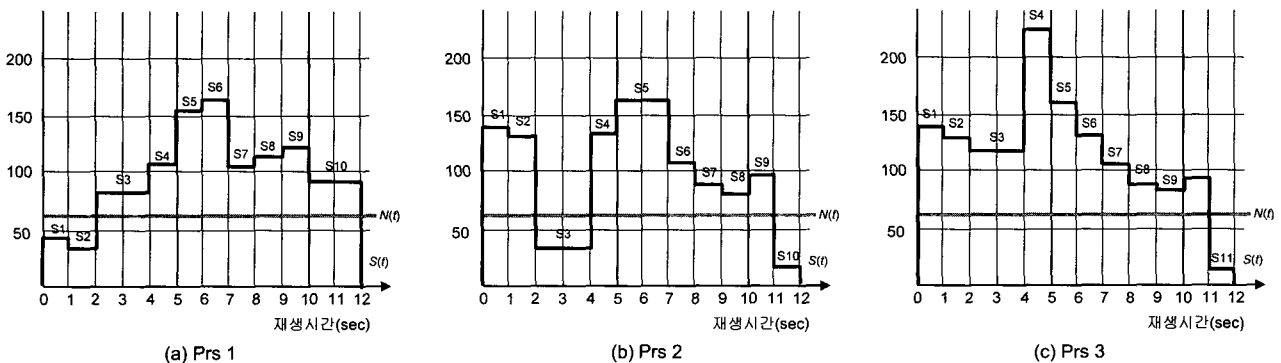
$$\sum_{i=0}^n s_i \leq N(t) \quad (1)$$

식 (1)을 만족하는 재생영역은 재생 가능하다.

<표 3>을 주어진 프리젠테이션에 적용하여 프리젠테이션의 요구하는 데이터 량이 네트워크 대역폭을 넘지 않아서 지연 없이 그대로 재생 가능 한지 판단하는 알고리즘은 (그림 7)와 같다.

- ① 사용자에게 의해 완성된 프리젠테이션을 재생영역에 따라 나눈다.
  - ② 모든 재생영역의 분석식이 식 (1)을 만족하면 재생 가능하다고 판단하고, 그렇지 않으면 재생 불가능 하다고 판단한다.

(그림 7) 초기 재생 가능성 판단 알고리즘(Playable Algorithm)



(그림 6) 각 프리젠테이션들의 요구대역폭 그래프

<표 3> 재생 영역 분석식과 (그림 7) 재생 가능성 판단 알고리즘으로 볼 때 (그림 6)를 분석해 보면, 대부분의 영역에서 요구하는 대역폭이 네트워크 대역폭보다 높게 나타나며, 현 상태로는 재생이 불가능한 프리젠테이션이라는 것을 알 수 있다. 특히 동적미디어가 많은 Prs3의 경우는 대부분의 영역에서 재생이 불가능함을 알 수 있다.

### 3. EPOB(End Point of Over Bandwidth) 기반의 트랜스코드 스케줄링

위의 2장에서 언급한 재생 가능성 판단을 통해 재생이 불가능하다고 판단된 프리젠테이션에 대해서 이번 장에서는 트랜스코드를 적용하면 재생이 가능한지 분석하고, 재생이 가능 할 경우 트랜스코드를 적용하는 기법을 다룬다.

#### 3.1 트랜스코드(Transcode)

트랜스 코드란 멀티미디어 스트림에 관련된 데이터 형식 · 색상 · 프레임율 · 크기와 같은 서비스 품질을 변환해주는 자원이다.

<표 4> 트랜스코드(Transcode) 정의

Src : Source Dest : Mobile Destination  QoS (Dest data) ≠ Qos (Src data)  Then, QoS(Dest data) = TR {QoS (Src data)}  TR를 트랜스코드(Transcode)하고 한다.
--

<표 4>와 같이 이기종 단말기로 데이터를 주고 받을 때 보내는 쪽(source) 데이터를 받는 쪽(destination)에서 처리할 못할 때가 발생할 때 이를 위해 어느 특정 변환 함수 "TR"를 이용하며 이 함수를 이용하게 되는데 이를 트랜스코드 라고 한다. 트랜스코드는 단위시간당 변환율과 처리율이라는 고유한 2가지 속성을 갖는다. 여기에서 변환율이란 원본 데이터 크기와 변환시켰을 때 나온 변환 크기를 나타낸 것이며, 처리율이란 초당 데이터를 변환시킬 수 있는 양을 의미한다.

<표 5> 사이즈와 포맷의 트랜스코드를 위한 처리율, 변환율 표기

TR : Transcode Size TR : TRs Format TR : TRf  TR Attribute : 처리율(Transaction Rate) = TR.ta, 변환율(Transfer Rate) = TR.tf
--

QoS(Dest data) = TR {QoS (Src data)}에서 처럼 Size : Video2 $\xrightarrow{640 \times 480 TRs_{64 \times 48}}$ Video2' 위한 TR.ta, TR.tf Format : Video1 $\xrightarrow{mpeg2 TRf_{h,261}}$ Video1' 위한 TR.ta, TR.tf Size && Format : Video3 $\xrightarrow{640 \times 480 TRs_{64 \times 48}}$ && $\xrightarrow{mpeg2 TRf_{h,261}}$ Video3' 위한 TR.ta, TR.tf
--

이러한 속성을 이용하여 본 논문에서는 트랜스코딩 할 스트림들의 우선순위를 정하는 스케줄링을 한다.

각 스트림들의 트랜스코딩 특성을 고려한 변환율과 처리율에 대한 기준표를 <표 6>처럼 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<표 6> 트랜스코드 기준표

변환 내용(TR)	변환율 (TR.tf)	처리율 (TR.ta)
BMP $\xrightarrow{bmp TRf_{jpg}}$ JPG	약 33 : 1	7Mbits/sec
BMP(640×480) $\xrightarrow{640 \times 480 TRs_{64 \times 48}}$ BMP(64×48)	약 100 : 1	100Mbits/sec
AVI $\xrightarrow{avi TRf_{mpeg4}}$ MPEG4	약 100 : 1	3.5Mbits/sec
MPEG2 $\xrightarrow{mpeg2 TRf_{mpeg4}}$ MPEG4	약 10 : 1	1.8Mbits/sec
AVI(640×480) $\xrightarrow{640 \times 480 TRs_{64 \times 48}}$ AVI(64×48)	약 100 : 1	100Mbits/sec
WAV $\xrightarrow{wav TRf_{adpcm}}$ ADPCM	약 30 : 1	400Kbits/sec

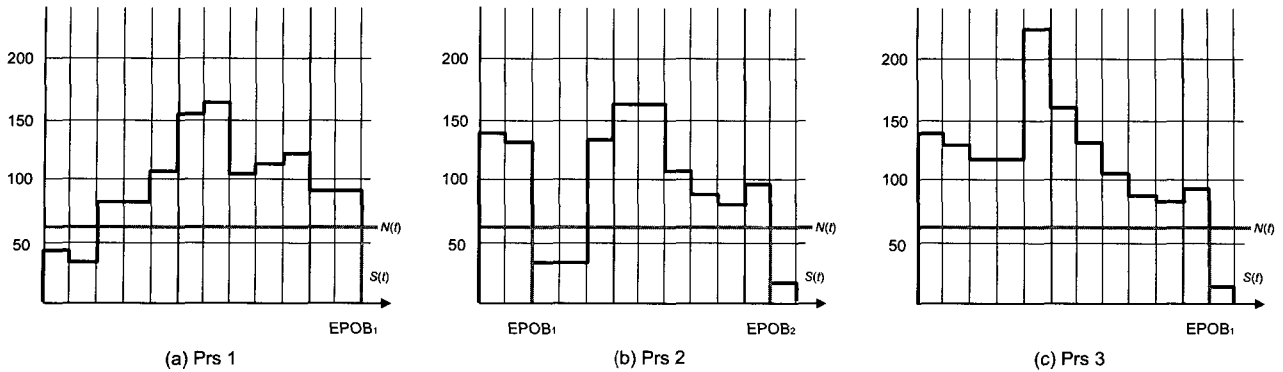
#### 3.2 트랜스코드 적용을 위한 영역 분할 기법

먼저 트랜스코드 기법을 적용하기 위한 영역분할(Segmentation) 과정을 거친다. 이는 아래에 정의된 EPOB(End Point of Over Bandwidth)를 찾기 위한 아주 중요한 과정이라 할 수 있다. 따라서 특정 스트림을 선정하여 트랜스코드를 적용하기 위해 EPOB를 찾으며, 이 과정에서 재생이 가능함을 판단하고 재생 가능하다면 트랜스코드 스케줄링을 한다.

영역분할(Segmentation) 기법은 앞서 재생가능성을 판단하기 위해서 사용된 방법과 비슷하다. 그러나 2장에서 언급한 재생 영역(Playing Segment) 분할 기법은 트랜스코드 기법이 적용될 재생가능성 판단 기법이 아니다. 따라서 트랜스코드 기법이 적용된 재생가능성 판단을 위해서는 스트림을 다른 기준인 영역 분할 기법(Segmentation for Transcode)으로 나누어야 한다.

##### 3.2.1 EPOB(End Point of Over Bandwidth)

EPOB는 앞서 2장에서 설명한 일반적인 재생가능성을 판단하기 위해서 사용한 재생영역(Playing Segment)들 중에서 네트워크 대역폭을 넘게 요구하는 영역이 끝나는 지



(그림 8) EPOB

점을 말한다.

(그림 8)은 재생가능성을 판단하기 위한 중요한 지점인 EPOB를 표시한 그래프이다. 이렇게 스트림에서 EPOB를 찾아내면 트랜스코드 기법을 사용하여 재생가능성을 판단할 수 있다. EPOB의 정의는 <표 7> 식과 같다.

이처럼 EPOB는 <표 7> 식처럼 재생영역의 요구 대역폭을 나타내는 S(t)가 네트워크 대역폭을 나타내는 N(t)를 넘은 데이터를 계속 요구하다가, EPOB지점부터 네트워크 대역폭 이하의 데이터를 요구하는 시점을 말한다. 이렇게 정의된 EPOB는 재생가능성을 판단할 때 중요한 역할을 한다. 즉, 프리젠테이션 내의 각 스트림들을 EPOB 내에 있는지 검토하여 EPOB 내에 있는 스트림 중에 트랜스코드를 적용할 스트림을 선정하기 때문이다.

<표 7> End Point of Over Bandwidth

<p>S(t) : 재생 영역의 요구 대역폭 N(t) : 네트워크 대역폭</p> $\lim_{t \rightarrow EPOB-0} S(t) > N(t) \quad (3)$ $\lim_{t \rightarrow EPOB+0} S(t) \leq N(t) \quad (4)$ <p>식 (3), 식 (4)를 만족시키는 시간 t를 EPOB라고 하며 프리젠테이션에는 적어도 한 개의 EPOB가 존재한다.</p>
---

3.3 EPOB 기반 트랜스코드 스케줄링을 위한 재생 가능성 판단

앞에서 정의된 EPOB를 이용하여 프리젠테이션에 트랜스코드 기법을 적용하여 재생한다고 가정했을 때 재생가능성을 판단할 수 있다. (그림 8)의 Prs2에서는 두 개의 EPOB, 즉 EPOB<sub>1</sub>, EPOB<sub>2</sub>가 존재한다. 이러한 N(t) 그래프에서 0부터 EPOB까지의 적분된 값은 EPOB 시간까지 단말기가 전송 받을 수 있는 데이터의 양을 뜻한다. 같은 방식으로 S(t) 그래프에서 0부터 EPOB<sub>i</sub>까지의 적분된 값은 EPOB<sub>i</sub> 시간까지 프리젠테이션이 요구하는 데이터의 양을 나타낸다.

<표 8> EPOB 기반 트랜스코드 적용한 재생 가능 판단식

<p>S(t) : 재생영역의 요구 대역폭 N(t) : 네트워크 대역폭. TR : 트랜스 코딩 EPOB<sub>i</sub> : 모든 EPOB(End of Over Bandwidth) 지점</p> $TR \left[ \int_0^{EPOB_i} S(t) dt \right] \leq \int_0^{EPOB_i} N(t) dt \quad (5)$ <p>식 (5)를 만족하는 프리젠테이션은 트랜스코드 기법을 적용하면 재생 가능하다.</p>
--

<표 8>에서처럼 S(t)의 적분된 값을 트랜스코딩에 적용시킨 값이 N(t) 보다 적어야 재생 가능하기 위한 알고리즘은 (그림 9)과 같다.

- ① 프리젠테이션을 EPOB 기반의 영역(segmentation)으로 분할한다.
- ② 트랜스코드 할 스트림은 프리젠테이션의 EPOB에 속한다.
- ③ 프리젠테이션(Prs)에 트랜스 코드 적용 후 분석식에 만족하면 프리젠테이션'(Prs')로써 재생이 가능하다고 판단하고, 그렇지 않으면 재생 불가능하다고 판단한다.

(그림 9) 트랜스코드 적용 재생 가능성 판단 알고리즘

트랜스코드 기법이 적용된 프리젠테이션의 재생가능성은 <표 8>처럼 네트워크를 통해서 받을 수 있는 데이터의 양과 프리젠테이션이 요구하는 데이터의 양을 비교함으로써 판단할 수 있다

3.4 EPOB 기반 트랜스코드 스케줄링

EPOB 기반 트랜스코드 스케줄링을 위해 다음과 같은 방법을 제시하고, 프리젠테이션에 그 방법들의 특징과 트랜스코드 적용하는 알고리즘에 대해 제안하도록 한다.

제안한 스케줄링 방법은 해당하는 알고리즘에 의해 각 트랜스코딩 단계마다 <표 8>과 트랜스 코딩 하기 위한 시간이 동시에 만족하는지를 체크하며, <표 8>이 만족되는 단계까지의 트랜스코딩 시간이 바로 해당 스케줄링에 의한

계산된 총 트랜스코딩 하는 시간 즉, 초기 지연 시간이다. 따라서 이러한 것을 만족하는 알고리즘은 다음과 같다.

입력 : 프리젠테이션  
 트랜스코드 기준표<표 6>  
 스트림 선택 정책  
 출력 : 트랜스코딩을 하기 위한 스트림의 스킴스(sequence of Stream to be Transcoded)  
 알고리즘  
 단계 1 : 주어진 선택 정책에 따라 트랜스코딩할 스트림 S 를 선정한다.  
 단계 2 : 1 단계에서 선택된 스트림 S를 트랜스 기준표<표 6>을 적용하여 S' 로 만든다.  
 단계 3 : 원 프리젠테이션에 S를 S'로 대체한 프리젠테이션'를 구성한다.  
 단계 4 : 이 프리젠테이션에 <표 8>의 좌 항을 X로 보면,  

$$X = TR \left[ \int_0^{EPOB} S(t) dt \right]$$
 을 계산한다.  
 단계 5 :  $X = \int_0^{EPOB} N(t) dt$  이면 종료한다.  
 단계 6 : 5 단계를 만족하지 않으면 1 단계부터 반복한다.

(그림 10) EPOB 기반 트랜스코딩 스케줄링을 위한 스트림 선정 알고리즘

(그림 10)에 대한 스트림 선정 정책은 다음과 같다.

정책 1 : 프리젠테이션의 모든 데이터에서 초당 데이터량이 가장 많은 것 우선  
 정책 2 : 프리젠테이션의 모든 데이터에서 초당 데이터량이 가장 적은 것 우선  
 정책 3 : 프리젠테이션의 모든 데이터에서 초당 데이터 변환율이 가장 많은 것 우선  
 정책 4 : 프리젠테이션의 모든 데이터에서 초당 데이터 처리율이 가장 많은 것 우선  
 정책 5 : 프리젠테이션에서 재생영역(Playing Segment)에 가장 많은 영역에 있는 것 우선  
 정책 6 : 프리젠테이션의 모든 데이터에서 데이터 총 합이 가장 많은 것 우선

(그림 11) 스트림 선정 정책

따라서 위의 (그림 10)와 (그림 11)의 정책을 Prs3에 적용하면 <표 9>와 같이 구성할 수 있다.

<표 9> Prs3에 EPOB 기반 트랜스코드 중 (그림 10) 적용 예

Stream :  
 Image1.bmp(34kbps) + Image2.bmp(44kbps) + Image3.bmp(54bps) + Image4.jpg(14kbps) + Video1.avi(100kbps) + Video2.mpeg(68kbps) + Video3.avi(103kbps) + Video4.mpg(72kbps) + Audio1.wav(27kbps) + Audio2.wav(21kbps)  
 TR : Video 3.avi(103kbps) → TRf,TRs[Video3'.mpeg4(0.515kbps)]  
 EPOB : S(t) 865.06 > N(t) 616  
 TR Time = 0.007msec

#### 4. 구현 및 실험

##### 4.1 구현 및 실험 방법

실험의 목적은 입력된 프리젠테이션의 스트림 구성을 파악하여 1장에서 기술한 프리젠테이션 타입별로 나누고, 그 프리젠테이션에 속한 스트림들의 트랜스코딩 하는데 걸리는 시간을 측정하여 이동 단말기에서의 멀티미디어 프리젠테이션을 재생하기 위한 초기 지연 시간을 줄일 수 있는 스트림 정책을 산출하기 위한 것이다.

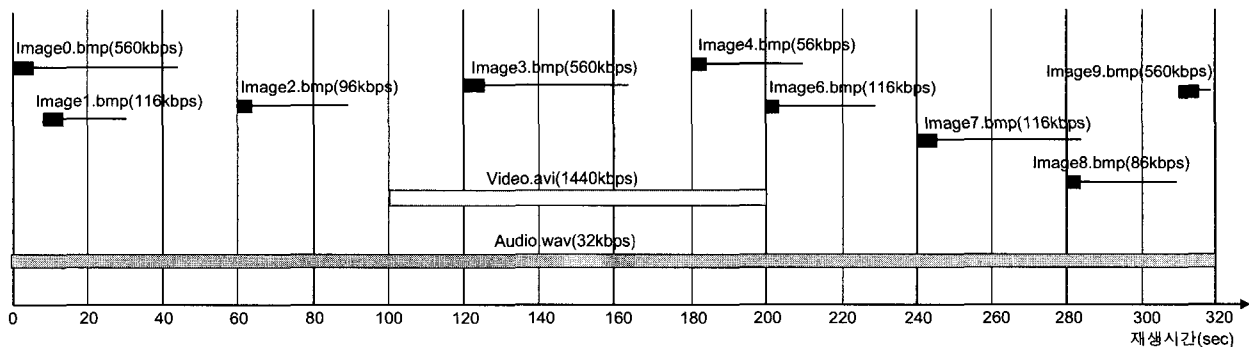
실험 방법은 입력 값으로 3가지 타입의 프리젠테이션을 주고, 그 프리젠테이션을 이동단말기에서 재생할 수 있는지 판단하며, 재생할 수 없다는 판단이 나오면 EPOB를 찾아 EPOB 구간 안에 존재하는 스트림을 선택하여 재생 가능할 때 까지 각 스트림 선정 정책에 따라 트랜스코딩 하는 시간을 산출한다. 이 결과를 가지고서 이동 단말기에서 재생 가능하면서도 가장 트랜스코딩하는 시간이 최소화된 스트림 선정 정책을 선택한다.

실험 횟수는 프리젠테이션의 타입별 프리젠테이션을 3개씩 만들어 다양한 네트워크 환경(14Kbps, 28Kbps, 56Kbps, 144Kbps)에서 각각 실험하였고, 이때 사용된 프리젠테이션의 스트림 속성과 변환은 3장에 제시한 <표 6>의 트랜스코드 기준표에 의해 실험하였다.

##### 4.2 실험 결과 및 분석

###### 4.2.1 한 개의 프리젠테이션 분석 결과

(그림 12)와 같은 프리젠테이션을 선정정책에 의해 트랜



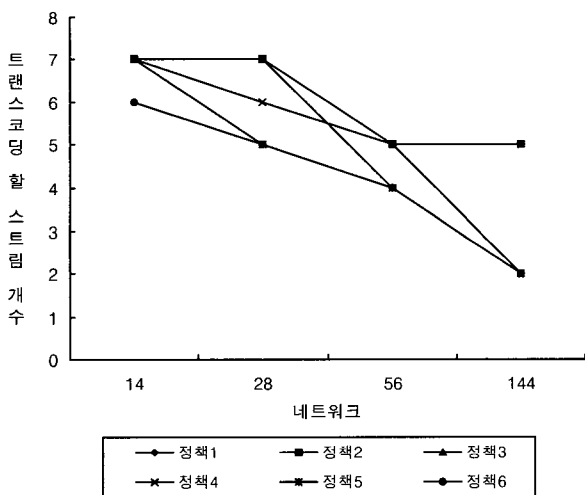
(그림 12) 실험을 위한 프리젠테이션의 스트림 구성

<표 10> (그림 12)의 프리젠테이션에 대한 각 네트워크별 선정정책에 의한 트랜스코딩 타임 결과

PRS		선정 정책 1	선정 정책 2	선정 정책 3	선정 정책 4	선정 정책 5	선정 정책 6
14Kbps (PCS 급)	선정 순서	V1, I0, I3, I7, I9, I1, I6, I2, I8, I4, A1	A1, I4, I8, I2, I1, I6, I0, I3, I7, I9 V1	V1, I0, I1, I2, I3, I4, I6, I7, I8, I9, A1	A1, V1, I0, I1, I2, I3, I4, I6, I7, I8, I9	A1, V1, I0, I3, I7, I9	V1, A1, I1, I3, I7, I9
	개 수	11개 중11개	11개 중11개	11개 중11개	11개 중11개	11개 중 6개	11개 중 6개
	TR Time	27.5646sec	27.5646sec	27.5646sec	27.5646sec	27.5538sec	27.5538sec
28Kbps (Cell)	선정 순서	V1, I0, I3, I7, I9, I1, I6, I2, I8, I4, A1	A1, I4, I8, I2, I1, I6, I0, I3, I7, I9 V1	V1, I0, I1, I2, I3, I4, I6, I7, I8, I9, A1	A1, V1, I0, I1, I2, I3	A1, V1, I0, I3	V1, A1, I0, I3
	개 수	11개 중11개	11개 중11개	11개 중11개	11개 중 6개	11개 중 4개	11개 중 4개
	TR Time	27.5646sec	27.5646sec	27.5646sec	27.5075sec	27.5026sec	27.5026sec
56Kbps (CDMA 급)	선정 순서	I0, I1, I2, V1	A1, I0, I1, I2, I4, I6, I3, V1	I0, I1, I2, I3, A1, V1	A1, I0, I1, I2, V1	A1, I0, I1, I2, V1	A1, I0, I1, I2, V1
	개 수	11개 중 4개	11개 중 8개	11개 중 6개	11개 중 5개	11개 중 5개	11개 중 5개
	TR Time	1.88187sec	27.5114sec	27.5075sec	27.4819sec	27.4819sec	27.4819sec
144Kbps (CDMA2000 IMT2000 급)	선정 순서	I0, I1, V1	A1, I0, I1, I4, I2, I6, I3, V1	I0, I1, V1	A1, I0, I1, V1	A1, I0, I1, V1	A1, I0, I1, V1
	개 수	11개 중 3개	11개 중 8개	11개 중 3개	11개 중 4개	11개 중 4개	11개 중 4개
	TR Time	1.87968sec	27.5114sec	1.87968sec	27.4797sec	27.4797sec	27.4797sec

스코딩 할 스트림 선정과 트랜스코딩 시간을 정리하여 <표 10>와 (그림 13) 같이 나타내었으며, 이에 대한 분석결과는 다음과 같다.

먼저 낮은 대역폭(14kbps, 24kbps)일 때 선정정책 중 5와 6이 트랜스코딩을 위한 스트림 선정 개수가 다른 선정 정책의 개수보다 훨씬 적고, 트랜스코딩 하는데 걸린 시간도 적게 나타났다. 네트워크 대역폭이 56kbps일 때는 선정정책 1이 다른 선정정책보다 월등히 적은 개수로 스트림을 트랜스코딩하며, 트랜스코딩 하는 시간 또한 월등히 적었다.



(그림 13) 프리젠테이션 한 개에 대한 각 네트워크별 트랜스코딩 스트림 개수

네트워크 대역폭이 144k 이상이 되면 대체적으로 비슷한

스트림 개수를 트랜스코딩하기 위해 선정하지만 트랜스코딩에 걸리는 시간은 선정 정책 1, 선정 정책 3이 가장 짧은 것으로 나타나며, 선정 정책 2는 계속적으로 많은 스트림을 트랜스코딩하며, 트랜스코딩 하는 시간도 가장 많은 시간이 걸리는 것으로 나타난다.

4.2.2 타입 별 프리젠테이션 분석 결과

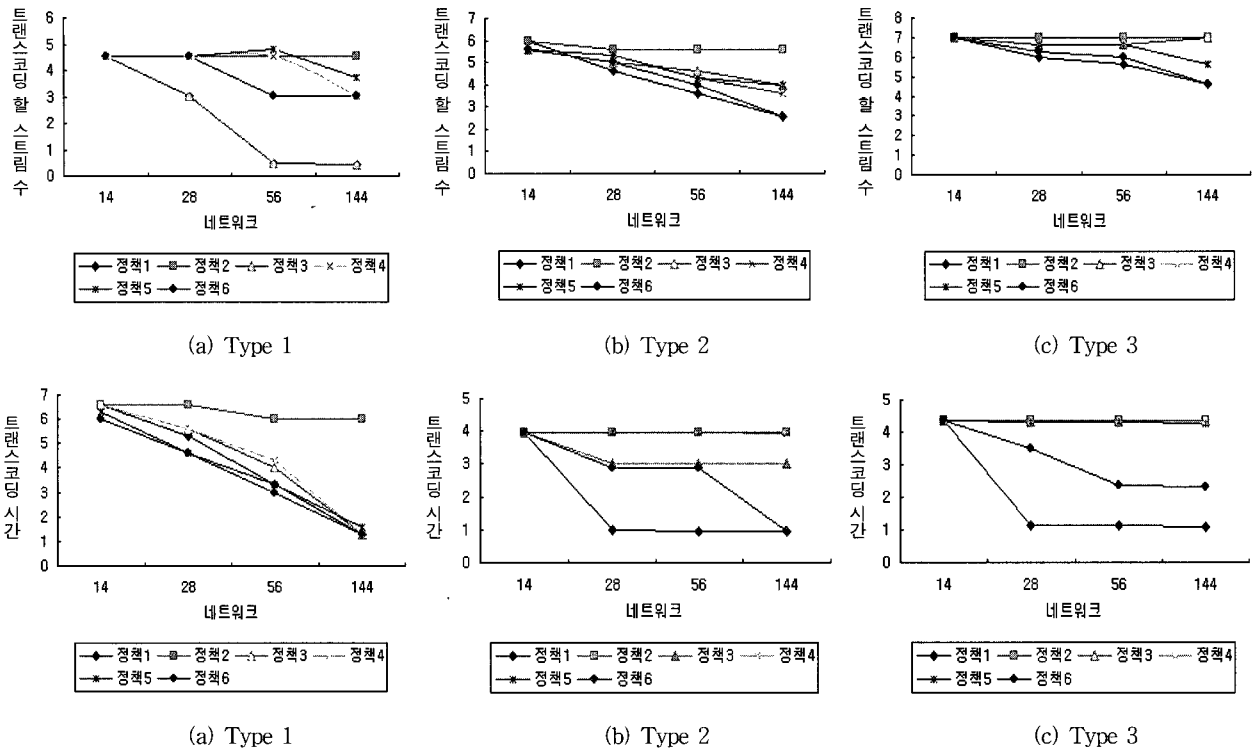
프리젠테이션의 타입은 1장에서도 잠시 언급했듯이 미디어의 구성요소로 나뉘게 된다. 즉, 정적미디어가 동적미디어 보다 비율이 많은 타입 1[Prs1(Presentation 1) : (Discrete Media > Continuous Media)]와 정적미디어와 동적미디어의 비율이 비슷한 타입 2[ Prs2(Presentation 2) : (Discrete Media = Continuous Media)]와 동적미디어의 구성 비율이 많은 타입 3[Prs3(Presentation 3) : (Discrete Media < Continuous Media)]으로 나누어 볼 수 있다.

이렇게 타입별로 나뉜 프리젠테이션을 선정 정책과 트랜스코딩 시간을 측정된 결과로 (그림 14)와 같이 나왔다.

(그림 14)에서 나타난 바와 같이 모든 타입에서 선정 정책 1이 트랜스코딩 시간이 가장 적게 걸리는 것으로 나타난다. 또한 프리젠테이션의 타입 1에서는 선정 정책 1번과 선정 정책 3번이 효율적으로 나타난다. 타입 2에서는 낮은 대역폭에서는 선정 정책 3번과 4번이 효율적이며, 타입 3에서는 선정 정책 1번의 높은 효율성을 제외하고 거의 비슷한 효율성을 가진 것으로 나타난다.

이에 반하여 선정 정책 2번은 어느 타입이건, 어떠한 네트워크 대역폭이건, 트랜스코딩 할 스트림 개수와 시간이 많이 걸리는 것으로 가장 비효율적인 선정정책으로 나타난다.





(그림 14) 각 네트워크에 대한 프리젠테이션 타입별 트랜스코딩 결과

5. 결 과

이 논문에서는 멀티미디어 프리젠테이션을 이동단말기에 재생할 때 발생하는 초기 지연시간을 최소화 하기 위해서 프리젠테이션에 존재하는 스트림을 선정 정책에 따라 트랜스코딩하는 방법을 제안하였다. 이는 프리젠테이션에 존재하는 모든 스트림을 트랜스코딩 하는 것보다 선정정책으로 인하여 초기 지연에 효율성을 가져 올 수 있다는 전제이다. 따라서 트랜스코딩 시간을 측정하기 위해 프리젠테이션을 타입별로 나누고, 이동 단말기에서 사용되는 다양한 네트워크의 대역폭에서 스트림 선정정책에 따라 트랜스코딩을 적용하였다.

결과적으로 각 프리젠테이션을 선정정책에 따라서 트랜스코딩하는 시간을 이동단말기에서 멀티미디어 프리젠테이션이 재생하는데 걸리는 최초 지연시간으로 보고, 이 시간이 최소화 시키는 정책을 제안하고 실험하였다.

참 고 문 헌

[1] 임영환, 이선훈, 임명수, "인터넷상의 동영상 메일을 재생하기 위한 실시간 연출 기법 연구", 정보처리학회논문지, 제 6권 제4호, pp.877-889, 1999.  
 [2] In-Ho LIN, Bi-Hwang LEE, "Synchronization Model and Resource Scheduling for Distributed Multimedia Presentation System," IEICE TRANS. Information and System,

Vol.83-D, No.4, April, 2000.

[3] 박대원, 홍마리아, 김규정, 임영환, "휴대폰에 소프트웨어 추가 없이 영상 스트림을 전송하는 방법 연구", 한국인터넷 정보학회논문지, 제3권 제3호, pp.55-66, 2001.  
 [4] Javed I. Khan, Qingping Tao, "Prefetch Scheduling for Composite Hypermedia," Communication, IEEE International Conference, Vol.3, pp.768-773, 2001.  
 [5] Frank H. P. Fitzek, "A prefetching protocol for continuous media streaming in wireless environments," Selected Areas in Communications, IEEE Journal on, Vol.19, No.10, pp. 2015-2028, Oct., 2001.  
 [6] Rita Cucchiara, Massimo Piccardi, Andrea Prati, "Temporal analysis of cache prefetching strategies for multimedia applications," Performance, Computing, and Communications, IEEE International Conference on., pp.311-318, 2001.  
 [7] Taeil Jeong, JeaWook Ham, Sungfo Kim, "A Pre-scheduling Mechanism for Multimedia Presentation Synchronization," Multimedia Computing and Systems '97 Proceedings., IEEE International Conference on, pp.379-386, Jun., 1997.  
 [8] 최원희, "이동 단말기에서 멀티미디어 연출을 위한 버퍼 선인출 기법", 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 석사학위논문, pp.1-25, 2002.  
 [9] Niklas Bjork, Charilaos Christopoulos, "Trans-coder Architectures for Video Coding," IEEE Transactions on Consum-

er Electronics, Vol.44, No.1, 1998.

- [10] 강의선, "압축상태에서 MPEG2 P 프레임을 H.263 P 프레임으로 변환하기 위한 Guided Search 방법 연구", 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 석사학위논문, pp.1-15, 2001.
- [11] 이조원, "압축된 영역에서의 영상 크기 축소 트랜스코더의 성능 향상 방법의 연구", 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 석사학위논문, pp.1-18, 2001.
- [12] 전성미, "중단간 상이한 서비스 품질의 멀티미디어 연출을 위한 변환 경로 생성방법", 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사학위논문, pp.2-31, 2003.



**홍 마리아**

e-mail : maria@media.ssu.ac.kr  
 1997년 서남대학교 영어영문학과(학사)  
 2000년 송실대학교 대학원 정보미디어학과 (공학석사)  
 2003년 현재 송실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사 수료

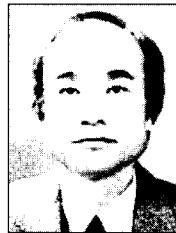
관심분야 : 모바일, 트랜스코드, 프리패치, 멀티미디어 프리젠테이션 등



**윤 준성**

e-mail : jsy@computing.ssu.ac.kr  
 1989년 서강대학교 생명과학과(학사)  
 1993년 홍익대학교 산업미술대학원(미술학 석사)  
 1996년 New York Univ. 예술대학(M.A.)  
 2001년 New York Univ. 예술대학(Ph.D.)

2002년~현재 송실대학교 미디어학부 교수  
 관심분야 : 멀티미디어, 미디어아트 & 디자인, 매체미학 및 이론 등



**임 영환**

e-mail : yhlhm@computing.ssu.ac.kr  
 1977년 경북대학교 수학과(이학사)  
 1979년 한국과학 기술원 전산학과(이학석사)  
 1979년~1996년 한국 전자 통신 연구소 책임연구원  
 1985년 Northwestern University(이학박사)

1996년~현재 송실대학교 미디어학부 교수  
 관심분야 : 위성방송, 이동단말기, 멀티미디어 프리젠테이션 등