

# 멀티플 스트림을 이용한 MPEG-4 콘텐츠의 적응적 스트리밍 기법

차경애<sup>0</sup>, 김상욱  
경북대학교 컴퓨터학과  
{chaka<sup>0</sup>, swkim}@woorisol.knu.kr

## Adaptive Scheme for Streaming MPEG-4 contents using Multiple Streams

Kyung-Ae Cha<sup>0</sup>, Sangwook Kim  
Dept. of Computer Science, Kyungpook National University

### 요 약

본 논문은 MPEG-4 콘텐츠의 객체 기반 특징을 이용하여 네트워크 환경의 대역폭 변화에 대처하는 적응적 MPEG-4 스트리밍 서비스를 제안한다. 이를 위해서 MPEG-4 콘텐츠를 구성하는 각 미디어 객체를 다양한 비트 레이트로 인코딩하여 계층화하고 미디어 객체가 서비스되어야 할 때의 네트워크 대역폭에 적합한 비트 스트림의 계층을 선택하여 전송한다. 이 때 서비스되는 스트림의 품질을 최대로 유지하면서 동시에 대역폭에 적합한 스트림을 전송하는 상반된 목적을 달성하기 위해 대역폭을 제한 조건으로 하고 전송되는 스트림의 화질을 최대화하는 문제로 접근하고, 실험 결과를 통해서 제안한 MPEG-4 콘텐츠 적응 기술이 효과적임을 보인다.

## 1. 서 론

멀티미디어 데이터를 이용한 서비스 기술 및 단말 환경 개발의 증가는 멀티미디어 데이터의 표준화 및 재생 환경에 알맞은 데이터 제공의 필요성을 증대시키고 있다. 멀티미디어 정보의 압축 및 표현에 관한 국제 표준인 MPEG-4는 컴퓨터 기술뿐만 아니라 방송, 통신 등의 응용 영역에서 활용 가능한 대화형 멀티미디어 서비스를 위해서 객체 기반의 멀티미디어 데이터 구현 기술을 개발하고 있다[1,2]. 본 논문은 이와 같은 객체 기반 MPEG-4 콘텐츠의 특징을 이용하여 대역폭에 적응적인 스트리밍 기법을 제안한다. 이를 위해서 MPEG-4 콘텐츠를 구성하는 각 미디어 객체를 다양한 비트 레이트로 인코딩하여 계층화하고 미디어 객체가 서비스되어야 할 때의 네트워크 대역폭에 적합한 비트 스트림의 계층을 선택하여 전송한다. 이 때 서비스되는 스트림의 품질을 최대로 유지하면서 동시에 대역폭에 적합한 스트림을 전송하는 상반된 목적을 달성하기 위해 대역폭을 제한 조건으로 하고 전송되는 스트림의 품질을 최대화하는 조건을 적용한다[3].

본 논문의 2절에서는 MPEG-4 콘텐츠의 특징과 적응적 스트리밍 서비스를 위한 계층적 미디어 스트림을 설명한다. 3절에서는 대역폭 적응적 MPEG-4 스트리밍 기법을 기술하고 4절에서 시뮬레이션 결과를 통해서 제안한 MPEG-4 콘텐츠 적응 기술이 효과적임을 보이고 5절에서 결론을 맺는다.

## 2. 적응적 스트리밍을 위한 MPEG-4 콘텐츠

MPEG-4 콘텐츠는 인코딩 과정에서 정해진 비트 레이트 등으로 생산되지만, 데스크 탑, PDA와 같이 서로 다른 디코딩 능력을 가진 단말 환경 및 가변적인 네트워크 대역폭 상에서 서비스가 이루어진다. 본 절에서는 MPEG-4 콘텐츠가 기존의 프레임 기반 멀티미디어 데이터와 구별되는 특징을 기술하고, 이를 이용하여 단말 환경이나 네트워크 대역폭의 가변성에 적응적으로 서비스 될 수 있는 적응 기법의 기본 아이디어를 기술한다.

### 2.1 MPEG-4 콘텐츠의 특징

MPEG-4 콘텐츠는 비디오, 오디오와 같은 단일 미디어 편집 개념을 객체의 시공간 구성 개념으로 확장하여 장면을 구성하는 객체 기반 멀티미디어 콘텐츠이다. 그림 1은 MPEG-4 시스템에서 정의하고 있는 MPEG-4 콘텐츠의 객체 기반 모델이다. 그림 1의 오른쪽에 보이는 씬이 전송되는 MPEG-4 콘텐츠라고 할 때, 서버에서는 배경 이미지 객체, 비디오 객체, 오디오 객체 등을 개별적으로 인코딩하고 각 객체의 시간적 공간적 관계를 기술하여 씬을 구성하는 씬 디스크립션을 작성한다. 이러한 스트림을 전송받는 최종 재생 단말기에서의 MPEG-4 씬의 재생은, 씬 디스크립션을 파싱하고 각 미디어 스트림을 디코딩한

후 썬 디스크립션의 정보에 따라서 해당되는 객체들을 시공간적으로 구성하여 렌더링하는 과정으로 이루어진다.

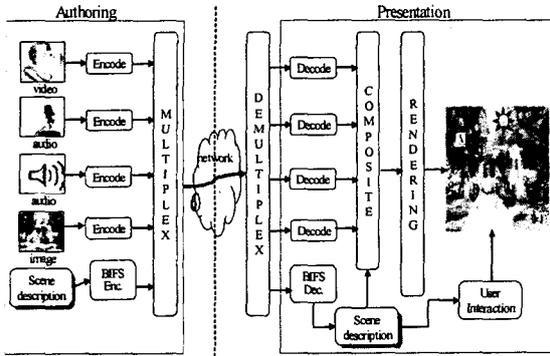


그림 1 MPEG-4 콘텐츠의 객체 기반 모델

위에서 설명한 바와 같이 MPEG-4 콘텐츠는 썬 디스크립션에 기술된 미디어 객체의 집합으로 나타낼 수 있다. 임의의 MPEG-4 콘텐츠를  $M$ 이라고 하고, 다음과 같이 정의한다.

$$M = \{O_i \mid O_i \text{ is an object, } i = 1, 2, \dots, n\}$$

MPEG-4 콘텐츠를 구성하는 각 객체는 썬 디스크립션의 시나리오에 따라서 재생될 시간 정보를 가진다. 또한 저작자의 의도에 따라서 저작된 썬 내에서 우선순위를 부여 받을 수 있다. 본 논문에서는 각 객체의 시간 정보를 ( $st, et$ )로 나타내고,  $st$ 는 그 객체의 재생 시작 시간,  $et$ 는 재생 완료 시간으로 정의한다. 객체의 우선순위는  $p$ 로 나타낸다. 이와 같은 정의에 의해서 객체,  $O_i \in M$ 의 시간적 속성은  $O_i.st$  와  $O_i.et$ 로 표시하고, 우선순위는  $O_i.p$ 로 표시한다.

### 2.2 멀티플 미디어 스트림

MPEG-4 콘텐츠의 적응적 스트리밍을 위하여 서버에서 MPEG-4 썬을 구성하는 미디어 스트림을 계층화한다. 미디어 스트림의 계층적 인코딩은 미디어 타입에 따라서 해당되는 특징을 조절하여 다양한 비트 레이트를 가지는 스트림으로 생산할 수 있다. 이 때 단말에서 수신하는 스트림의 품질은 SNR로 측정한다[4,5].

저작 시 사용된 객체의 원래 미디어 스트림(original media stream)의 비트 레이트는  $BR(O_i)$ 로 나타낸다. 따라서 객체  $O_i$ 의 비트 스트림은  $BR(O_i)$ 이다. 또한 객체  $O_i$ 의  $j$ 번째 미디어 스트림,  $O_{ij}$ 의 비트레이트는  $S_{ij}$ 라고 나타낸다. 각 미디어 스트림은 서로 다른 비트 레이트를 가지므로 SNR도 서로 다르다.  $O_i$ 의  $j$ 번째 스트림의 SNR 값에 비례한 상대적 품질(relative perceptual quality)를  $P_{ij}$ 로 표시하고 1부터 0사이의 숫자로 나타낸다.

### 3. MPEG-4 콘텐츠의 대역폭 적응 기법

본 절에서는 MPEG-4 콘텐츠의 적응 기법을 기술한다. 제안하는 적응 알고리즘은 전송 대역폭이 서비스될 MPEG-4 스트림보다 더 작은 경우, 썬에서 상대적으로 우선순위가 낮은 객체에 해당되는 미디어 스트림은 품질이 낮은 미디어 계층을 전송하거나, 제외시킴으로써 대역폭에 비트 레이트를 적응시킨다. 따라서 단말에서 재생되는 썬 내에서 우선순위가 높은 객체의 품질은 최대한 보장하는 방법이다. 전송 시점  $t$ 에서 전송될 미디어 스트림  $M_t$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$M_t = \{O_i \mid O_i.st < t < O_i.et, O_i \in M, i = 1, 2, \dots, n\}$$

이때 전송되어야할 총 비트레이트는 다음 식으로 계산된다.

$$BR(M_t) = \sum_{O_i \in M_t} BR(O_i), i = 1, 2, \dots, n$$

현재 전송 시점  $t$ 의 가능한 대역폭,  $C$ 가  $BR(M_t)$ 보다 더 작은 경우에 다음의 조건을 만족하는 가능 집합(feasible set),  $FSM_t = \{O_{ij} \mid Y_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, n_i\}$ 를 구한다.

$$\begin{aligned} & \text{Maximize} && \sum_{i=1}^N \sum_{h=1}^{n_i} O_i.p P_{ih} Y_{ih} \\ & \text{Subject to} && \sum_{i=1}^N \sum_{h=1}^{n_i} S_{ih} Y_{ih} \leq C \\ & && \sum_{h=1}^{n_i} Y_{ih} \leq 1, \text{ for } i = 1, 2, \dots, N \\ & && Y_{ih} \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

이 때 상위 우선순위에 속하는 객체는 원래의 비트 레이트를 보장한 상태에서 나머지 여분의 대역폭에서 하위 우선순위 객체의 미디어 스트림 집합을 찾는다. 만약  $FSM_t$ 가 공집합으로 판명된다면 대역폭에 비해서 서비스될 하위 우선순위 객체 스트림의 양이 매우 커서 미디어 스트림의 품질을 최하로 낮추어도 모든 객체의 스트림 전송이 이루어지지 않는 경우이다. 이때는 최하위 우선순위 객체를 차례로 제거하여 대역폭에 최적화시킨다.

### 4. 시뮬레이션

제한한 MPEG-4 스트림 적응 기법을 실험하기 위해서 표 1과 같이 MPEG-4 콘텐츠를 구성한다. 8개의 비디오 또는 오디오 객체로 이루어지는 썬이며, 각 객체는 자신의 재생 시간이 부여되어 있다. 이 예의 경우는 모든 객체의 재생 시간이 동일하므로 전송될 원래의 MPEG-4 스트림량이 일정하다.(그림 2의 Original MPEG-4 stream으로 나타낸다.)

표 1 MPEG-4 콘텐츠의 예

(B: bitrate(Kbps) T: temporal interval)

stream type	H.263	G.723	H.263	mp4 audio	H.263	G.723	H.263	G.723
B	9124	6.3	9124	56	9124	6.3	9124	6.3
T	st	1	1	1	1	1	1	1
	et	20	20	20	20	20	20	20

표 2는 각 객체에 서비스 될 수 있는 멀티플 미디어 스트림이다. 예를 H.263 비디오 객체의 경우, 5개의 미디어 스트림으로 계층화되어 있고, 비트 레이트가 낮을수록 상대적 품질의 값도 낮게 설정되어 있다.

표 2 멀티플 미디어 스트림

(B: bitrate(Kbps), P: relative perceptual quality)

stream type	H.263	G.723	H.263	mp4 audio	H.263	G.723	H.263	G.723	
1	B	9124 Kbps	6.3 Kbps	9124 Kbps	56 Kbps	9124 Kbps	6.3 Kbps	9124 Kbps	6.3 Kbps
	P	1	1	1	1	1	1	1	1
2	B	505.6 Kbps	5.3 Kbps	522.4 Kbps	48 Kbps	505.6 Kbps	5.3 Kbps	505.6 Kbps	5.3 Kbps
	P	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9
3	B	112.1 Kbps		105.47 Kbps	32 Kbps	112.1 Kbps		112.1 Kbps	
	P	0.7		0.7	0.8	0.7		0.7	
4	B	56.7 Kbps		52.76 Kbps	28 Kbps	56.7 Kbps		56.7 Kbps	
	P	0.6		0.6	0.7	0.6		0.6	
5	B	22.81 Kbps		21.83 Kbps	24 Kbps	22.81 Kbps		22.81 Kbps	
	P	0.5		0.5	0.6	0.5		0.5	

그림 2는 실험으로 측정된 네트워크 대역폭과 표 1의 MPEG-4 스트림 및 대역폭에 적용된 MPEG-4 스트림을 비교한 것이다. 적용된 비트 스트림은 가능한 대역폭을 최대한 활용하면서 서비스될 수 있음을 보여준다.

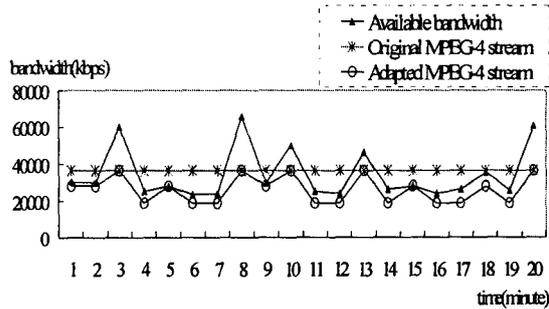


그림 2 비트 레이트 비교 : Available bandwidth, original MPEG-4 stream, Adapted MPEG-4 stream

그림 3은 적용된 스트림에서 객체의 상대적 품질의 평균값을 낮은 순위의 객체를 제외한 경우와 비교한 것이다. 객체별로 멀티플 스트림을 사용하면 비록 우선순위가 낮은 객체라도 다소 낮은 품질로나마 서비스가 이루어지므로 저작된 MPEG-4 선을 충실히 재생할 수 있으며, 품질 값도 높게 측정된다.

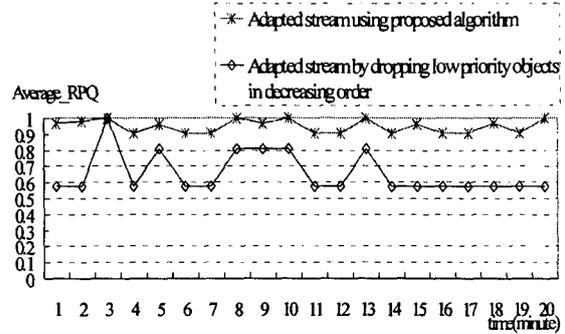


그림 3 스트림 품질의 비교

5. 결론

본 논문에서는 객체 단위로 이루어지는 MPEG-4 콘텐츠의 적응적 스트리밍 서비스 기법을 제안하고, 그 결과를 보였다. 제안한 알고리즘은 전송될 선의 스트림의 품질을 최대한 보장하면서 대역폭에 비트레이트를 적응시킴으로써, 단말에서 서비스 받는 MPEG-4선의 재생에 효율성을 높인다. 그러나 서버에서 다양한 비트레이트의 미디어 스트림을 관리하는 기법에 대한 연구 등이 이루어질 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] K.A. Cha and S. Kim, "MPEG-4 STUDIO: an object-based authoring system for MPEG-4 contents," Multimedia Tools and Applications, Kluwer, to be published.
- [2] C. Herpel and A. Eleftheriadis, "MPEG-4 Systems: elementary stream management," Signal Processing: Image Communication, vol. 15, issues 4-5, pp. 299-320, January 2000.
- [3] P. Batra, "Modeling and efficient optimization for object-based scalability and some related problems," IEEE Trans. Image Processing, vol. 9, no. 10, pp. 1677-1692, Oct. 2000.
- [4] R.S. Ramanujan, J.A. Newhouse, M.N. Kaddoura, A. Ahamad, E.R. Chartier and K.J. Thurber, "Adaptive streaming of MPEG video over IP Networks," IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN'97), pp. 398-409, 2-5 November 1997.
- [5] L.P. Kondi and A.K. Kataggelos, "An operational rate-distortion optimal single-pass SNR scalable video coder," IEEE Trans. image processing, vol. 10, no. 11, Nov. 2001.