

MPEG-4 콘텐츠의 객체 기반 특성을 이용한 적응적 스트리밍 기술

차 경 애*

1. 서론

실시간 비디오 서비스와 같은 멀티미디어 콘텐츠 서비스는 QoS(Quality of Service)를 요구한다. 그러나 대역폭의 변동, 무선망과 같은 네트워크의 대역폭 불안정, 단말기의 이질성 등은 재생되는 콘텐츠의 품질을 저하시키는 주요한 요인이다. 따라서 멀티미디어 데이터 응용 기술 및 다양한 단말 환경의 개발과 더불어 적응적 멀티미디어 콘텐츠 제공의 필요성이 증대되고 있다. 본 연구에서는 멀티미디어 콘텐츠의 적응적 스트리밍을 위한 필요 요소들을 살펴보고 MPEG-4 스트림의 특성을 반영한 적응 기법을 기술한다.

2. 멀티미디어 콘텐츠의 적응적 서비스 프레임워크

멀티미디어 콘텐츠의 적응적 서비스를 위해서는 네트워크 대역폭, 재생 단말의 특성 및 서비스될 콘텐츠의 특징 등을 고려하여 적절한 형태로 콘텐츠를 변형 재생산해야 한다. 이러한 적응적 서비스를 위한 프레임워크는 그림 1과 같이 나타낼 수 있으며 다음의 기본 요소를 필요로 한다[1-4].

미디어 스트림의 스케일러빌리티

스케일러블 미디어 코딩은 미디어 데이터를 다

* 경북대학교 컴퓨터학과

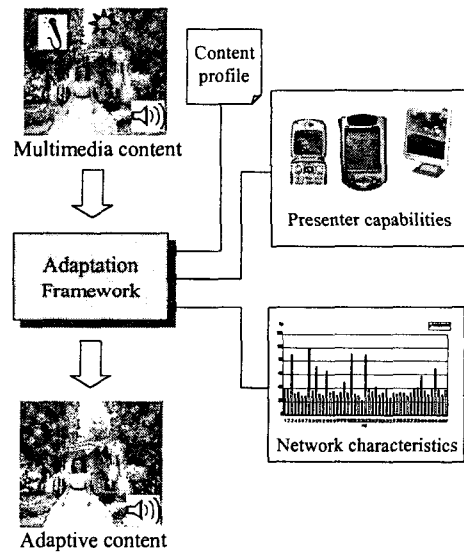


그림 1. 멀티미디어 콘텐츠의 적응적 서비스를 위한 프레임워크

중의 스트림으로 인코딩하는 기술이다. 일반적으로 기본 계층 스트림과 재생되는 미디어의 품질 향상을 꾀하는 여러 층의 확장 계층 스트림으로 코딩된다. 이러한 계층적 미디어 스트림은 네트워크 대역폭이나 단말의 재생 능력에 맞추어서 기본 계층 및 낮은 비트 레이트를 가지는 계층의 스트림만을 서비스할 수 있으므로 적응적 스트리밍이 가능하다. 만약 계층화된 스트림의 모든 계층이 제공된다면 가장 좋은 품질로 재생될 것이다.

비디오의 경우 계층적 인코딩을 통해서 제공할 수 있는 스케일러빌리티는 서로 다른 지각적 품질

을 제공하는 SNR 스케일러빌리티, 서로 다른 공간 해상도(spatial resolution) 또는 크기(dimension or size)를 제공하는 공간적 스케일러빌리티(spatial scalability), 프레임 레이트와 같은 시간적 해상도(temporal resolution)를 제공하는 시간적 스케일러빌리티 등이 있다.

네트워크 상태를 인지하는 단말 시스템

송수신의 단말 시스템이 네트워크의 대역폭 등을 모니터링하여 그 상태를 인지하는 것은 적응적 콘텐츠 서비스에 매우 유용하다. 즉 송신 측에서 미리 대역폭의 변화에 대처하여 미디어 스트림의 확장 계층을 선택적으로 전송하여 보다 중요한 계층의 전송을 보장하는데 네트워크 리소스를 효율적으로 활용할 수 있다.

적응적 서비스 매커니즘

적응적 매커니즘을 통해서 계층적으로 인코딩된 스트림을 스케일링하여 리소스를 효율적으로 이용하면서 최대한 좋은 품질의 미디어 스트림을 제공할 수 있어야 한다. 이를 위해서 기본 계층을 제공할 수 있는 최소한의 리소스를 확보하고 수신 측에서 현재 리소스 상태에서 최대 품질의 미디어를 재생할 수 있도록 미디어 계층을 선별하는 기법이 필요하다.

3. 객체 기반 MPEG-4 콘텐츠

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[5-9].

MPEG-4 콘텐츠는 비디오, 오디오와 같은 단일 미디어 편집 개념을 객체의 시공간 구성 개념으로 확장하여 장면을 구성하는 객체 기반 멀티미

디어 콘텐츠이다. 그림 2는 MPEG-4 시스템에서 정의하고 있는 MPEG-4 콘텐츠의 객체 기반 모델이다. 그림 2의 오른쪽에 보이는 씬이 전송되는 MPEG-4 콘텐츠라고 할 때, 서버에서는 배경 이미지 객체, 비디오 객체, 오디오 객체 등을 개별적으로 인코딩하고 이들 스트림을 멀티플렉싱하여 전송한다. 그리고 각 객체들을 조합하여 씬을 구성하기 위해서 객체의 시공간적 관계를 기술하는 씬 디스크립션을 작성한다. 씬 디스크립션은 MPEG-4 콘텐츠 서비스의 초기 시점에 비트 스트림 형태로 단말에 전달된다.

이러한 스트림을 전송 받는 단말기에서의 MPEG-4 씬의 재생은 씬 디스크립션을 파싱하고, 각 미디어 스트림을 디코딩한 후 씬 디스크립션의 정보에 따라서 해당되는 객체들을 시공간적으로 구성하여 랜더링하는 과정으로 이루어진다.

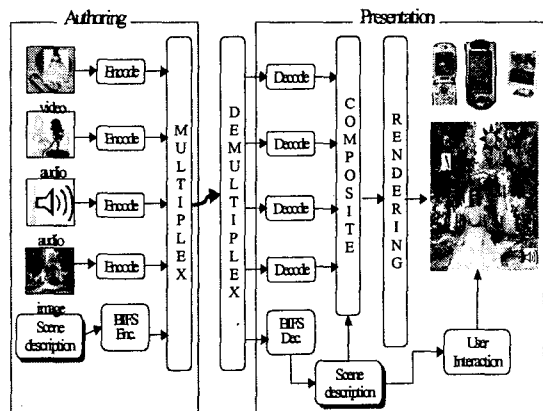


그림 2. MPEG-4 콘텐츠의 객체 기반 모델

4. MPEG-4 콘텐츠 적응 기법

MPEG-4 콘텐츠 서비스는 그림 3과 같은 과정으로 이루어진다. 클라이언트의 서비스 요청을 전송 어플리케이션에서 처리하여 세션 연결을 이루게 된다. 이후 서버는 서비스할 MPEG-4 콘텐츠의 씬 프로파일, 객체 디스크립터 등의 정보를 제

공하는 초기 객체 디스크립터(Initial object descriptor)를 전송한다. 클라이언트는 초기 객체 디스크립터를 통해서 전송 받을 콘텐츠가 필요로 하는 리소스를 파악하고 현재 프리젠테이션에 가용한 리소스에 대한 정보를 피드백한다.

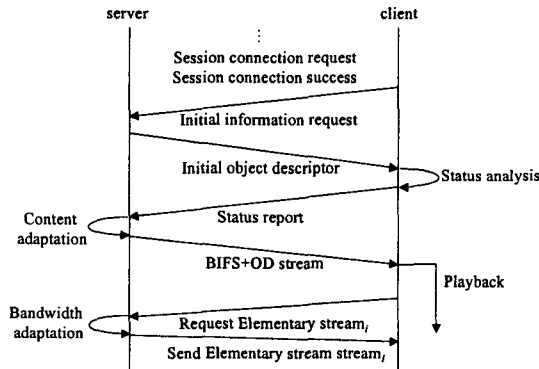


그림 3. MPEG-4 콘텐츠 서비스 절차

클라이언트로부터 전달받은 리소스 가용 정보 및 네트워크 모니터링을 통해서 서버에서는 적응 절차를 거친 MPEG-4 스트림을 전송할 수 있다. 이 때 서버에서 이루어져야 하는 객체 기반 MPEG-4 콘텐츠의 적응 기법들을 알아본다.

4.1 씬 프로파일 적응

MPEG-4 시스템은 콘텐츠 제공과 재생에 있어서 상호운용성(interoperability)등의 지원을 목적으로 여러 가지 프로파일을 정의하고 있다. 프로파일은 씬 구성에 사용된 객체의 타입, 이벤트 기술 여부 등의 씬 복잡도와 콘텐츠 재생에 필요한 도구들을 기술한 정보이다.

시스템 프로파일의 종류에는 씬 디스크립션에서 사용되는 객체 타입 등을 기술하는 그래픽스(graphics) 프로파일, 객체들간의 시공간적 관계 또는 사용자와의 상호작용 관계의 기술 범위 등을 정의하는 씬 그래프(scene graph) 프로파일 등이 있다. 표 1은 MPEG-4 시스템 프로파일의 종류와 이용 예이다.

그림 4는 두 개의 비디오 객체로 이루어진 MPEG-4 씬이다. 그리고 그림 5는 이 콘텐츠를 심플(simple)과 콤플리트(complete)프로파일로 각각 씬 디스크립션을 기술하였을 때의 씬 트리의 예이다. 만약 서버에서 전송되는 씬 디스크립션이 클라이언트의 MPEG-4 재생기가 파싱할 수 있는 프로파일이 아니라면 씬의 재생이 이루어지지 않

표 1. MPEG-4 시스템 프로파일

Profiles	Features	Example application
Graphics		
Simple	Placement of one or more visual objects in a scene	Mobile communications
Complete	Two-dimensional graphics functionalities Advance 3D graphical elements	Broadcast, Internet Complex virtual worlds such as the Internet and games
Scene graph		
Audio	Scene graph elements for audio-only application	Audio broadcast
Simple	Placement of one or more audiovisual objects with no interactions	Television broadcast
Complete	Full 2D scene description and full interaction The complete set of scene graph elements for a 3D scene	Internet, interactive television broadcast Dynamic virtual 3D worlds and games



그림 4. MPEG-4 씬의 예

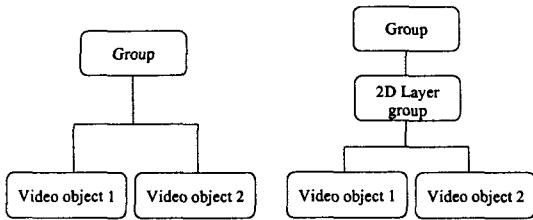


그림 5. 프로파일에 따른 씬 트리의 예

는다. 따라서, 제공되는 콘텐츠의 프로파일을 클라이언트에서 이해할 수 있는 수준으로 적용시켜야 한다.

씬 프로파일 적용을 위해서 클라이언트로부터 피드백된 프로파일 정보와 현재 콘텐츠의 프로파일을 비교하여 재생 불가능한 타입의 객체 및 디스크립션을 씬 디스크립터에서 제외시킨다. 그리고 MPEG-4 씬 디스크립션의 생성 규칙에 맞도록 씬을 재구성하여 씬 디스크립션 스트림을 클라이언트의 프로파일로 적용시킨다. 표 2는 현재 인코딩된 MPEG-4 콘텐츠의 프로파일을 Current_p

로 클라이언트에서 요구하는 프로파일을 Expected_p로 나타내고, 씬 디스크립션을 적용시킬 때 적용해야 할 규칙을 Reduction 열에 나타낸 것이다.

씬 디스크립션은 프로파일에 따라서 기술하는 객체 노드의 타입, 필드 등이 서로 다르며, 사용자 상호작용을 지원하는 라우트(route)정보의 기술 여부도 결정된다. 표 2의 1행의 경우와 같이 인코딩된 콘텐츠의 씬 그래프 프로파일이 컴플리트(complete), 요구되는 것이 심플(simple)로 정의된 경우에 객체의 그룹 관계를 기술한 노드와 이벤트 정보인 라우트 노드들을 씬 그래프에서 제거하고 재구성해야 한다.

4.2 미디어 스트림 적응

MPEG-4 콘텐츠는 여러 개의 미디어 스트림의 집합으로 이루어지므로 각 미디어 객체에 해당되는 스트림을 적응적으로 서비스하여 재생되는 콘텐츠의 적응성을 제공할 수 있다.

MPEG-4 콘텐츠를 구성하는 미디어 객체는 씬에 포함될 때마다 씬의 품질을 그 객체의 SNR 등에 비례하여 향상시키지만 동시에 인코딩 비트레이트에 비례하여 대역폭, 재생기의 리소스 등의

표 2. 프로파일 비교와 씬 스케일링

Scene Graph Profile		Graphics Profile		Reduction
Current_p	Expected_p	Current_p	Expected_p	
complete	simple	simple	complete	remove group node remove rout information
simple	complete	complete	simple	remove invalid objects
complete	simple	complete	simple	remove group node, remove rout information, remove invalid objects
simple	complete	simple	complete	.

자원을 감소시킨다. 사용 가능한 자원이 현재 서비스되어야 할 MPEG-4 스트림의 총량보다 제한된 경우에 단말에서 수신하는 스트림의 품질을 최대화하여 적응이 이루어지도록 하기 위한 문제는 최적화된 객체의 스트림 집합을 찾는 문제로 파악할 수 있다[10]. 이 배낭문제(knapsack problem)를 각 객체의 계층화된 미디어 스트림을 고려하는 문제로 확장하고 씬에서 상대적으로 우선순위가 낮은 객체에 해당되는 미디어 스트림은 품질을 낮추거나 제외시킴으로써 대역폭에 스트림의 비트레이트를 적응시키고, 단말에서 재생되는 씬의 품질은 최대한 보장할 수 있다.

이를 위해서 서버에서 MPEG-4 씬을 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 SNR 등의 값으로 측정한다.

가장 먼저 고려되는 최적 해 집합은 씬에 포함되는 객체의 미디어 스트림을 모두 포함하는 것을 보장한 조건에서 객체의 우선순위를 고려하여 낮은 순위 객체의 미디어 스트림의 품질을 낮추는 것이다. 이러한 최적해 집합이 찾아지지 않는다면 현재 시간에서 예상 대역폭과 높은 우선순위에 속하는 객체의 미디어 스트림의 비트레이트의 총합을 비교한다. 이때 여분의 전송 대역폭이 남으면, 나머지 대역폭에 대해서 낮은 우선순위의 객체들을 제외시킨다. 즉 우선 순위가 높은 객체는 원형대로 스트림의 품질을 보장하여 적응된 스트림 집합을 구하는 것이다.

만약 높은 우선순위 객체의 미디어 스트림을 원형대로 전송할 충분한 대역폭이 존재하지 않으면, 위의 과정을 높은 우선순위 객체에 대해서만 수행하여 적응된 최적의 미디어 스트림 집합을 구한다.

이와 같은 방법으로 높은 우선순위에 속하는 객체는 최대한의 품질을 보장한 상태에서 미디어 스트림을 전송함으로써 클라이언트에서 재생되는 씬의 전체적 품질 향상을 보장하고 보다 의미 있는 콘텐츠를 서비스할 수 있다.

5. MPEG-4 콘텐츠 적응 예

그림 6은 비디오, 이미지, 텍스트 및 기타 객체의 조합으로 이루어진 MPEG-4 씬이 재생되는 장면이다. 이것은 사용자가 발생하는 마우스 클릭과 같은 이벤트에 의해서 장면이 변화되는 상호작용 시나리오를 가지고 재생되는 프로파일의 콘텐츠로 데스크탑에서 동작하는 MPEG-4 재생기를 사용하고 있다.

그림 6의 MPEG-4 콘텐츠가 PDA와 같은 단말에서 서비스되기 위해서는 프로파일 스케일링 및 미디어 스트림의 적응을 통해서 재생 가능한 형태로 변형되어야 한다. 그림 7은 4장에서 기술한 적응 기법을 구현하여 씬 프로파일 스케일링을 통해

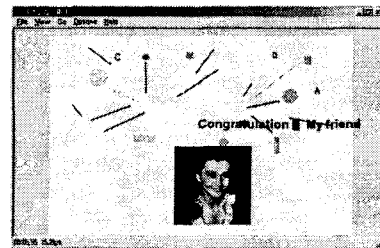


그림 6. MPEG-4 씬의 예

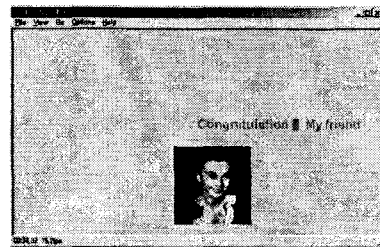


그림 7. 씬 프로파일 스케일링 예

적용된 장면이다. 재생기에서 다루지 못하는 기하 객체, 사용자 상호작용 정보가 씬에서 스케일링되어 비디오 객체로 이루어진 씬이 재생되고 있다.

다른 예로 여러 개의 비디오와 오디오 스트림을 포함하는 MPEG-4 콘텐츠를 대역폭이 변화되는 환경에서 서비스하는 경우를 살펴본다. 서버에서 각 미디어 스트림을 계층적으로 인코딩하여 서로 다른 비트 레이트와 품질을 가지는 스트림 계층으로 구성한다. 그리고 4장에서 제안한 적응 알고리즘을 적용하여 대역폭이 변화될 때 우선순위가 높은 객체의 미디어 품질을 최대한 보장한 스트림 집합을 서비스한다.

그림 8에서 비디오 객체의 경우 높은 우선순위에 속하는 객체는 상단의 두 객체이다. 재생 장면에서 보이듯이 낮은 우선 순위 비디오 스트림의 품질이 낮추어 서비스되는 스트림의 비트레이트가 대역폭에 적응되었음을 알 수 있다.

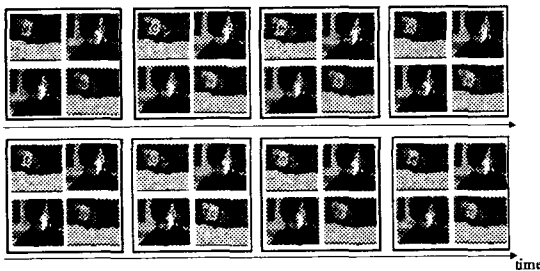


그림 8. 미디어 스트림의 적응 예

5. 결론

본 고에서 객체 단위로 이루어지는 MPEG-4 콘텐츠의 투명성을 보장하는 서비스가 이루어지도록 적응적 스트리밍 서비스 기법을 제안하고, 그 실험 결과를 통해서 스트림의 품질을 보장한 적응적 스트리밍이 가능함을 보였다.

제안된 기법은 네트워크 대역폭의 변화에 대처하여 적합한 미디어 스트림을 전송함으로써 단말에

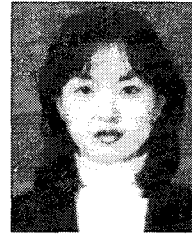
서 가용한 리소스를 최대한 이용하면서, 적합한 형태의 미디어 스트림을 전송받게 된다. 그러나 서버에서 다양한 비트 레이트의 미디어 스트림을 생산하는 것에 대한 연구 및 실제 미디어 계층간의 교환전송에 관한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] D.Wu, Y.T. Hou, Y. Zhang, "Scalable Video Coding and Transport over Broad-Band Wireless Networks," Proceedings of the IEEE, pp.6-20, vol. 89, no. 1, January 2001.
- [2] L.P. Kondi and A.K. Katagelos, "An operational rate-distortion optimal single-pass SNR scalable video coder," IEEE Trans. image processing, vol. 10, no. 11, November 2001.
- [3] A. Mahajan, P. Mundur and A. Joshi, "Adaptive multimedia system architecture for improving QoS in wireless networks," LNCS2532 : Proceedings of the 3th IEEE Pacific-Rim Conference on Multimedia, pp. 713-719, 16-18 December, 2002.
- [4] D. Turner and K.W. Ross, "Optimal streaming of a synchronized multimedia presentation with layered Objects," IEEE International Conference on Multimedia and Expo, New York, pp. 263-266, July 2000.
- [5] A. Puri and A. Eleftheriadis, "MPEG-4: a multimedia coding standard supporting mobile applications," ACM Mobile Networks and Applications, Special Issue on Mobile Multimedia Communications, vol. 3, no. 1, pp. 5-32, June 1998.
- [6] J. Kneip, B. Schmale and H. Miller, "Applying and implementing the MPEG-4 multimedia standard," IEEE Micro, vol. 19, no. 6, pp. 64-74, 1999.
- [7] K.A. Cha and S. Kim, "MPEG-4 STUDIO: an object-based authoring system for MPEG-4 contents," Multimedia Tools and Applications,

to appear, 2003.

- [8] C. Herpel and A. Eleftheriadis, "MPEG-4 Systems: elementary stream anagement," Signal Processing: Image Communication, vol. 15, issues 4-5, pp. 299-320, January 2000.
- [9] L. Wang, R.S. Ramanujan, J.A. Newhouse, M.N. Kaddoura, A. Ahamad, K.J. Thurber and H.J. Siegel, "An objective approach to assessing relative perceptual quality of MPEG-encoded video sequences," IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, pp. 622-623, 3-6 Jun 1997.
- [10] 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, October 2000.



차 경 애

- 1992년 3월 ~ 1996년 2월 경북대학교 컴퓨터학과(이학사)
- 1996년 3월 ~ 1999년 2월 경북대학교 컴퓨터학과(이학석사)
- 1999년 3월 ~ 2003년 8월 경북대학교 컴퓨터학과(이학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 경북대학교 교양전산교육부 초빙교수
- 관심분야 : 멀티미디어 시스템, 인간과 컴퓨터 상호작용, 프로그래밍 언어 등
- E-mail : chaka@wooriosl.knu.ac.kr / chaka@knu.ac.kr