

MPEG-21 및 H.264/AVC SVC 기반 동적 비디오 적응 방법

Dynamic and Interoperable Adaptation of SVC for QoS-Enabled Streaming

최해철*, 김재곤**

한밭대학교 정보통신공학과*, 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부**

Haechul Choi(choihc@hanbat.ac.kr)*, Jae-Gon Kim(jgkim@kau.ac.kr)**

요약

근래의 이종 네트워크 환경에서 비디오를 안정되게 전송하기 위해서는 네트워크 특성, 단말기 성능, 사용자 선호도 등의 소비 환경을 고려한 비디오 적응 방법이 요구되며, 비디오 부호화에서의 스케일러빌리티는 그 요구조건을 만족시키기 위한 좋은 해결책이다. 본 논문에서는 H.264/AVC SVC 스트림을 MPEG-21 디지털 아이템 적응(Digital Item Adaptation, DIA) 도구를 이용하여 네트워크 환경, 단말기의 성능, 사용자 선호도에 따라 동적(dynamic)으로 비디오 콘텐츠를 적응시키는 방법을 제안한다. 실험에서는 이종망 네트워크 환경을 모델링하여 대역폭이 최대 62%의 변화가 있는 경우에도 제안한 방법으로 지연이 거의 없이 실시간으로 비트율을 적응할 수 있음을 보인다.

■ 중심어 : |스케일러블 비디오 부호화| MPEG-21 | 비디오 적응 |

Abstract

Seamless streaming of multimedia content that ensures Quality of Service over heterogeneous networks has been a desire for many multimedia services, for which the multimedia contents should be adapted to usage environments such as network characteristics, terminal capabilities, and user preferences. Scalability in video coding is a good feature to meet the requirement of heterogeneous networks. In this paper, we propose a dynamic adaptation scheme of H.264/AVC SVC bit-stream using the MPEG-21 Digital Item Adaptation (DIA) tool. MPEG-21 DIA framework provides systematic solutions in choosing an adaptation operation to given conditions and supports interoperable video adaptation. The experiment results show that the proposed adaptation scheme provides QoS-enabled delivery and consumption of SVC with time-varying constraints of network, terminal, and user preference, in a robust and efficient way. In particular, the proposed adaptation scheme is proved to work well with very low delay under the condition that the variation rate of the given network bandwidth is upto 62%.

■ keyword : | Scalable Video Coding | Video Adaptation | MPEG-21 |

1. 서론

이종 네트워크를 통해서 다양한 단말에 멀티미디어

콘텐츠를 접근 및 소비하는 것을 UMA (universal multimedia access)[1]라고 칭하며, UMA는 융합 환경에서 중요한 응용분야이다. 이 UMA에서 소비자의 경

* 본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임. (과제번호: 2011-0026057)

접수번호 : #120213-005

접수일자 : 2012년 02월 13일

심사완료일 : 2012년 03월 23일

교신저자 : 김재곤, e-mail : jgkim@kau.ac.kr

험 및 안정된 서비스의 품질을 위해서는 네트워크 특성, 단말 성능, 사용자 선호도 등의 사용 환경에 따라 비디오를 적응(adaptation) 시켜야 한다. 비디오 적응에서 필수적으로 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

첫째, 시변하는 네트워크의 상황에 즉각적으로 대응하기 위해서 적응 과정의 복잡도가 가능한 낮아야 한다. 이는 프록시(proxy), 게이트웨이(gateway), 라우터(router)와 같은 전송 매개 기기에서 적응이 실시간으로 자주 발생할 수 있기 때문이다. 둘째, 실제적인 적응을 위해서 비디오 비트스트림은 다양한 공간적 해상도(영상 크기), 시간적 해상도(프레임율) 및 화질(비트율)로 전송 및 저장되어야 한다. 이는 비디오 전송 및 소비 환경의 이종성을 극복하는 해결책이 될 수 있다. 셋째, 시간적 해상도, 공간적 해상도, 영상의 화질, 그리고 이들의 조합을 통해서 주어진 조건에 따라 최적의 적응 수준을 찾기 위한 규정화된 방법을 찾는 것이 중요하다. 동시에 비디오 적응은 이종의 서비스 환경들에 공통적으로 적용되기 위해서 상호연동(interoperable)적인 방법으로 수행되어야 한다.

비디오 적응을 위해서 많은 연구들이 이어져 왔으며, 이들 연구는 변환부호화(transcoding) 기반 방법[2]과 스케일러블 부호화-scalable coding) 기반 방법[3]으로 나뉠 수 있다. 변환 부호화는 비디오 콘텐츠의 형식을 변경하는 방식이다. 이는 단말의 성능에 맞춰 비디오의 형식을 변경함으로써 그 단말에서 비디오 소비를 가능토록 하지만, 단말의 성능 및 네트워크의 대역폭에 따라 별도의 변환 방법이 필요하다. 예로, 재양자화, 프레임 선별법, DCT 계수 선별법 등이 압축된 비디오의 비트율을 변경하기 위한 방법으로 연구되었다. 이러한 종류의 방법은 비디오 콘텐츠를 부분적 혹은 전체적으로 복호화하고 형식을 변경하여 다시 부호화하는 과정을 거치기 때문에 일반적으로 높은 복잡도를 요구한다[4]. 반면에 H.263 혹은 MPEG-4 Visual [5-7] 기반의 스케일러블 부호화 방법은 몇몇 내재된 부호화 계층을 제거하는 것과 같은 비교적 간단한 적응 연산 방식을 갖고 있다. 이는 비록 매우 낮은 복잡도로 적응 연산을 수행할 수 있으나, 이러한 표준의 스케일러블 부호화 방법은 하나의 계층으로 부호화 할 때보다 부호화 효율이

매우 낮기 때문에 실제 산업에서 활용되고 있지 않다.

본 논문에서는 상기의 문제점들을 고려하여 H.264/AVC scalable extension (SVC) [8-10] 및 MPEG-21 Digital Item Adaptation (DIA) [11] 표준에 기반하여 상호연동 가능하며 사용 환경에 맞춘 동적(dynamic) 비디오 적응 방법을 제안한다.

SVC는 ITU-T SG.16 VCEG (Video Coding Experts Group) 및 ISO/IEC WG 11 SC29 MPEG (Moving Picture Experts Group)이 함께 제정한 H.264/AVC의 스케일러블 확장 표준[12]이다. SVC의 목적은 H.264/AVC의 단일 계층 부호화와 비슷한 부호화 효율을 가지면서 비트스트림(bit stream) 단계에서 스케일러빌리티(scalability)를 제공하는 것이다. 이 스케일러빌리티는 공간적, 시간적, 화질적 측면에서 SVC 비트스트림의 일부를 제거하여도 복호가 가능하도록 지원한다. MPEG-21 Digital Item Adaptation (DIA)[13]은 멀티미디어 콘텐츠의 적응을 지원하기 위해 MPEG에서 제정된 국제 표준이다. 제안 방법은 임의 방식이 아니라 국제 표준에 기반하여 적응 방식을 설계함으로써 다양한 네트워크가 혼재된 융합 환경에서도 상호연동 가능한 적응 방식을 실현할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 SVC의 개요 및 지원 가능한 스케일러빌리티에 대해 설명하고, 3장에서 MPEG-21 DIA 기반의 SVC 적응 방법을 제안한다. 4장에서는 실험 결과를 제시하며, 5장에서 결론을 맺는다.

II. H.264/AVC SVC 및 MPEG-21 DIA

1. H.264/AVC SVC

비디오 적응 전송 시스템을 위한 매력적인 해결책은 SVC의 스케일러빌리티이다[14]. 스케일러빌리티는 지원되는 시간적, 공간적, 화질적 해상도 영역에서 비트율-왜곡(rate-distortion, R-D) 성능을 고려하면서 비트스트림의 일부분을 제거할 수 있는 기능이다[9]. 따라서 임의 복호기에서 영상 크기, 프레임율, 혹은 복원 영상의 화질을 원래의 비트스트림에 비해 감소 시켜야 하는

경우 비트스트림의 일부분을 제거하여 얻은 결과 서브 스트림으로 복호화 할 수 있다.

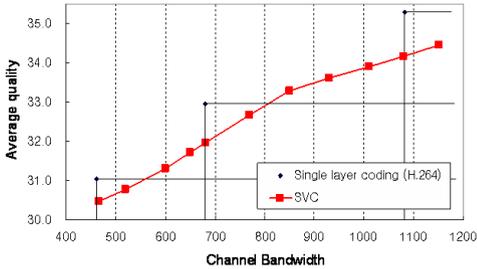


그림 1. 대역폭에 따른 단일 계층 부호화와 스케일러블 부호화의 가용 화질

[그림 1]은 스케일러블 비디오 부호화가 일반 비디오 부호화와 비교해 비디오 적응 관점에서의 장점을 도시하고 있다. 비록 부호화 효율은 일반 단일 계층 비디오 부호화 방식에 비해 비트율이 약 10% 정도 높지만, SVC는 다양한 단말 및 전송 대역폭을 갖는 이종 환경에서 실질적인 적응이 가능하다. 저화질의 비디오 스트림이 전송되는 동안 네트워크 조건이 개선된 경우, SVC로 부호화된 스트림은 더 나은 화질 혹은 공간 해상도를 네트워크 조건에 맞춰 바로 지원할 수 있으나, 일반 비디오 부호화 방식으로 부호화된 스트림의 경우 그림에서와 같이 고정된 비트율 및 공간 해상도만 전달할 수 있다. SVC는 현재 산업현장에서 단일 계층 부호화 방식(예 MPEG-2, H.264/AVC)에 비해 폭넓게 이용되고 있지는 않지만, 여러 가지 전송망이 융합된 이종망 환경과 다양한 모바일 기기들이 더욱 확산된다면 그 활용성이 높아질 것으로 기대된다.

SVC의 부호화 방법과 관련하여, 시간적 스케일러블리티를 지원하기 위해서 계층적 B 영상(Hierarchical B picture) 부호화 방법 [15][16]을 이용하며, 공간적 스케일러블리티는 과거 표준에서처럼 계층적 부호화 방식 [5-7]에 기반한다. 화질적 스케일러블리티는 양자화 계수를 점진적으로 개선하는 방법에 기반한 medium grain scalability (MGS)와 동일한 공간 해상도 및 프레임율을 갖는 복수의 계층을 이용한 coarse grain scalability (CGS) 방법으로 가능하다.

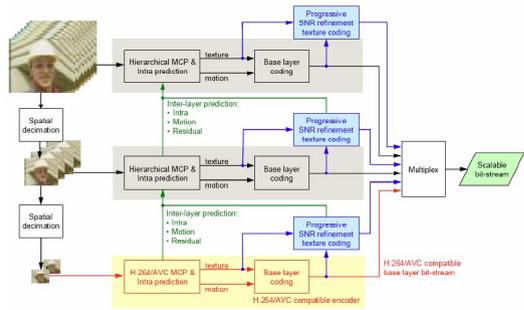


그림 2. SVC 부호화기 구조 예

[그림 2]는 세 가지의 공간 계층을 갖는 SVC 부호화의 예이다. 각 공간 계층에서는 계층적 B 영상 부호화와 양자화 계수 개선 방법을 이용하여 시간적 및 화질적 스케일러블리티를 지원한다. 하위 계층의 화면간 부호화 모드의 결과인 움직임 정보 및 잔차 신호는 상위 계층에서 예측 신호로 활용될 수 있다. 화면내 부호화를 위해서는 연속하는 공간 계층 사이에서 하위 계층의 복원된 정보를 이용하여 공간적 중복성을 제거할 수 있다. 화질적 스케일러블리티에서는 화질 계층을 추가할 때 마다 보다 나은 화질의 영상을 복원할 수 있다. 공간적 및 화질적 기본 계층 신호는 SVC 전체 스트림 중 가장 낮은 복원 크기 및 화질을 가지며 H.264/AVC와 호환성을 가져야 한다.

마지막으로 SVC 부호화기는 스케일러블 정보 SEI (Supplemental Enhancement Information) [8][12] 메시지를 제공한다. 이는 스케일러블 특성에 관련된 기본 정보를 알려주기 위해서 비트스트림의 처음에 전송된다. SVC는 비디오의 적응 전송이 용이하도록 NALU (network abstraction layer unit) [8][12] 헤더에 스케일러블리티에 대한 기본 정보를 담고 있으며, 추출기 (extractor)라는 개념을 도입하였다. 추출기는 SVC 스트림의 NALU 헤더 정보만을 파싱(parsing)함으로써 대상 NALU이 어떠한 공간적/시간적/화질적 계층인가를 판단하고 주어진 목표 비트율에 따라 임계값을 초과하는 계층에 속하는 NALU을 제거함으로써 SVC 스트림을 적응 전송할 수 있다. 이와 같은 방법으로 이종망에 위치한 서버는 주어진 환경에 맞추어 소스로부터 전달 받은 SVC 스트림 중 일부 NALU을 제거한 서브스

트림을 사용자 혹은 타 전달 매체로 전송함으로써 비디오 적응이 가능하다.

2. MPEG-21 DIA

MPEG-21 멀티미디어 프레임워크 표준은 이종망과 다양한 단말로 구성되는 통방융합 환경에서 언제(Anytime), 어디서나(Anywhere) 유비쿼터스 콘텐츠의 접근 및 소비를 위한 체계적이고 상호연동 가능한(interoperable) 멀티미디어 프레임워크로 멀티미디어 서비스를 위한 'big picture'를 제공하는 표준이다. 즉, MPEG-21 표준은 패키지 생성, 보호 관리, 콘텐츠 적응 변환, 콘텐츠 처리 등의 파트별 표준을 제공하여 이종 환경에서 멀티미디어 전달할 때 상이한 네트워크 및 단말들의 상호연동성을 확보하기 위하여 제정된 표준이다[13].

특히, MPEG-21의 파트 7 표준인 DIA(Digital Item Adaptation)는 소비환경별 다양한 형태의 콘텐츠 구성 및 풍부한 소비 경험을 제공하기 위한 Digital Item 기반의 패키지 콘텐츠의 적응변환(adaptation)을 통하여 가변적인 망 특성 및 다양한 단말 성능에 적합한 미디어 품질을 제공하기 위한 표준이다. 즉, MPEG-21 DIA는 소비환경을 알려주기 위해서 사용되며 단말의 성능, 망의 상황, 사용자 선호도 등을 나타낼 수 있다. 사용자 정보를 이용해서 다양한 비트율, 프레임율, 화면 해상도 중에서 최적의 서비스를 제공할 수 있게 된다[17].

DIA 표준은 상호연동 가능한 방법으로 멀티미디어 콘텐츠를 적응 시킬 수 있는 편리한 여러 가지 도구를 제공한다. 이 도구들 중, AdaptationQoS [11] 도구는 네트워크와 단말의 서비스의 품질을 보장하기 위해서 중요한 자원 적응 도구이다. 이는 '대역폭 등 자원의 제한 요소에 맞추어 어떻게 적응 시켜 어떠한 품질 수준을 얻을 것인가'와 같은 자원 제한 요소, 적응 연산, 품질 수준 사이의 관계를 기술한다. 또한 MPEG-21 classification schemes (CS)에서는 다양한 타입과 포맷의 콘텐츠를 위해서 실현 가능한 적응 연산기가 제공된다. 또한 UED(Usage Environment Description)[11]는 단말에서 사용자 특성(사용자 정보, 사용자 선호도, 사용 기록, 접근, 사용자 환경, 접근성, 사용자 위치), 단말

성능(비디오 코덱 능력, 단말 파라미터, 입출력 특성), 네트워크 특성(대역폭, 지연) 등을 기술을 제공한다.

III. MPEG-21 DIA 기반 SVC 적응

1. 개요

제안 방법은 다양한 디스플레이 크기 혹은 CPU 성능을 갖는 여러 단말 및 상이한 대역폭의 전송 채널들의 융합으로 구성된 이종망 환경에서 멀티미디어 콘텐츠를 원활하게 전송하는 것이 목적이다. 본 논문에서는 H.264/AVC SVC 및 MPEG-21 DIA 표준에 기반한 비디오 콘텐츠의 적응 방법을 제안함으로써 다양한 네트워크 시스템 및 단말기들이 혼재되어 있는 환경에서 체계적이며 상호연동 가능한 특징을 갖도록 하였다. 특히 본 논문에서 이용하는 MPEG-21 DIA의 SVC 관련 주요 적응 틀은 본 연구팀에서 MPEG 표준화 회의에 직접 제안하여 채택시킨 것들이다. 상기 두 표준을 이용한 구체적인 적응 시나리오 및 적응 방법은 다음과 같다.

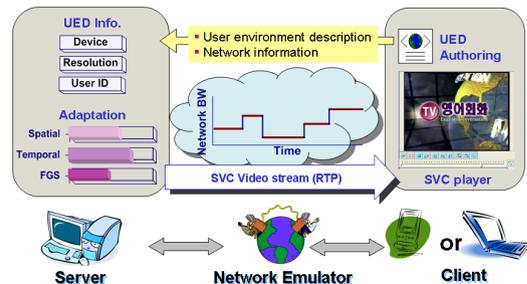


그림 3. SVC 적응 전송 시나리오

[그림 3]은 제안하는 적응 전송 방법을 이용한 전형적인 서비스 시나리오이다. 우선 소비 단말에서 사용자 특성(사용자 정보, 사용자 선호도, 사용 기록, 접근, 사용자 환경, 접근성, 사용자 위치), 단말 성능(비디오 코덱 능력, 단말 파라미터, 입출력 특성), 네트워크 특성(대역폭, 지연) 등이 MPEG-21 DIA의 Usage Environment Description (UED) [11]으로 표현된 후,

작성된 UED는 Adaptation Decision Taking Engine (ADTE) [11]을 갖고 있는 서버로 전송된다. 서버의 ADTE는 UED를 적극 활용하여 공간, 시간, 화질의 3차원 영역에서 주어진 조건에 최적의 적응 수준을 찾는다. 동적 추출기(dynamic extractor)에서 상기 결과의 적응 수준 명령에 대응하는 SVC 계층을 선택하고 제외된 계층에 속하는 SVC NALU을 제거한다. 이러한 방법으로써 전송 중이거나 전송할 비디오 스트림의 영상 크기, 프레임율, 비트율 등을 동적으로 적응시키게 된다.

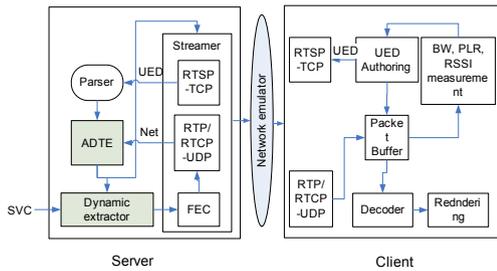


그림 4. 실시간 및 상호연동 가능한 SVC 적응의 블록도

[그림 4]는 제안하는 적응 방법을 자세히 나타낸 시스템 블록도이다. 각 블록은 다음과 같다. 서버는 전달 받은 UED로부터 사용 환경 정보를 얻기 위한 파서(parser), 패킷을 전송하기 위한 스트리머(streamer), 전송 에러의 강인성 향상을 위한 FEC (forward error correction) 블록, 입/출력 블록, 앞 단락에서 설명한 ADTE 및 동적 추출기로 구성된다. 반면 단말은 UED 저작(authoring) 도구, 가용한 네트워크 조건을 측정하기 위한 네트워크 모니터링 블록, SVC 비디오 복호기, 비디오 디스플레이 장치, RTP, RTCP, RTSP 등으로 송수신하기 위한 입/출력 블록을 갖는다.

2. MPEG-21 DIA에 기반한 ADTE

MPEG-21 DIA의 AdaptationQoS 도구는 많은 종류의 미디어 리소스를 적응 연산할 때 필요한 정보 혹은 파라미터를 제공하고 있지만, SVC 비트스트림은 고려하지 않았다. 따라서 본 논문의 연구팀에서 SVC 비트스트림이 제공하는 스케일러빌리티의 장점을 적극

활용하여 MPEG-21 DIA 기반의 SVC 적응 연산 방법 [17][18]을 MPEG-21 표준에 제안하여 채택 시켰다. 표준으로 채택된 적응 연산 관련 정보는 다음과 같다.

▶ SpatialLayers: 적응연산 과정에서, 공간적 해상도에 대해서 입력 비트스트림으로부터 제거되어야 할 상위 계층의 수를 지정한다. 가장 상위 계층부터 순차적으로 제거하는 것을 가정한다.

▶ TemporalLevels: 적응연산 과정에서, 시간적 해상도에 대해서 입력 비트스트림으로부터 제거되어야 할 상위 계층의 수를 지정한다. 가장 상위 계층부터 순차적으로 제거하는 것을 가정한다.

▶ QualityReduction: 적응연산 과정에서, 화질적 해상도에 대해서 입력 비트스트림으로부터 제거되어야 할 상위 계층의 수를 지정한다. 제거하지 않는 경우를 '0', 전체를 제거하는 경우 '1'로 정의하여 0과 1 사이 값을 이용한다.

결국 상기의 AdaptationQoS, UED, 네트워크 특성 정보들을 고려하여, ADTE는 공간적, 시간적, 화질적 해상도 축에서 최적의 적응 수준을 결정하게 된다. 여기서 최적의 적응 수준은 비디오 콘텐츠의 소비 환경 혹은 전달 환경에 따라 여러 가지 요인들이 복합적으로 적용되어 최적 적응의 기준이 다르게 정의될 수 있다. 예로 전송 환경이 쾌적한 경우는 소비 단말의 성능에 따라 화면 크기 및 프레임율이 결정되며, 네트워크 대역폭에 제한이 있는 경우는 사용자의 선호도 및 단말의 성능에 따라서 영상 크기를 줄이거나, 화질을 낮추거나, 프레임율을 낮추는 등 여러 가지 방법을 활용할 수 있다. 특히 고정된 비트율이 정해졌을 때는 어떤 SVC NALU을 전송단(혹은 SVC 추출기)에서 통과 혹은 제거할지에 대해 SVC의 구문요소인 priority_id를 이용하여 각 NALU 마다 그 중요도를 정량화할 수 있다. SVC 비트스트림에서 priority_id를 정량화하는 방법은 후처리 과정을 통해 이루어지며 다양한 방법을 이용할 수 있도록 SVC SEI 메시지에서 priority_id_setting_flag 와 priority_id_setting_uri를 정의하고 있다. 결론적으로, 전송 및 소비 환경에 따라서 최적의 성능에 대한 기준이 각각 상이하고 적응 시킬 수 있는 요소도 시간/공간/화질의 세 가지 항목이 복합적으로 존재하므로 한

가지 적응 알고리즘으로 최적의 적응 수준을 결정하기는 매우 어렵다. 따라서 SVC 및 MPEG-21 표준에서는 주어진 환경의 변화를 예측하여 미리 적응 수준을 결정하고 이를 AdaptationQoS로 기술해 둬으로써, 실제 전송 혹은 소비 과정에서 AdaptationQoS를 이용하여 실시간으로 적응을 수행할 수 있도록 한다. 아래는 미리 작성된 AdaptationQoS에 따라 ADTE가 적응 수준을 결정하는 예를 설명한다.

만약 가용 대역폭이 81 kbps인 경우 AdaptationQoS는 그림 5와 같고, ADTE는 다음과 같이 SpatialLayers = 0, TemporalLevels = 1, QualityReduction = 0.8로 결정한다. 그리고 이 값들이 동적 추출기로 입력된다. 추후 대역폭이 100kbps로 증가된 경우, 적응 수준은 AdaptationQoS를 기반으로 SpatialLayers = 1, TemporalLevels = 0, QualityReduction = 0.0로 결정되어 공간적 해상도는 감소하게 되고 프레임율 및 화질은 높아진다.

```

Description xsi:type="AdaptationQoSType">
  <Module xsi:type="UtilityFunctionType">
    <Constraint iOPinRef="BANDWIDTH">
      <Values xsi:type="IntegerVectorType">
        <Vector>147 89 81 72 68 100 41 33 24 20</Vector>
      </Values>
    </Constraint>
    <AdaptationOperator iOPinRef="SPATIALLAYERS">
      <Values xsi:type="IntegerVectorType">
        <Vector>0 0 0 0 1 1 1 1 1</Vector>
      </Values>
    </AdaptationOperator>
    <AdaptationOperator iOPinRef="TEMPORALLEVELS">
      <Values xsi:type="FloatVectorType">
        <Vector>0 0 1 2 3 0 0 1 2 3</Vector>
      </Values>
    </AdaptationOperator>
    <AdaptationOperator iOPinRef="QUALITYREDUCTION">
      <Values xsi:type="IntegerVectorType">
        <Vector>0.00 0.70 0.80 0.90 1.00 0.00 0.70 0.80 0.90
1.00</Vector>
      </Values>
    </AdaptationOperator>
    <UtilityRank>
      <Values xsi:type="IntegerVectorType">
        <Vector>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</Vector>
      </Values>
    </UtilityRank>
  </Module>
  <IOPin id="BANDWIDTH"/>
  <IOPin id="SPATIALLAYERS"/>
  <IOPin id="TEMPORALLEVELS"/>
  <IOPin id="QUALITYREDUCTION"/>
</Description>
    
```

그림 5. AdaptiveQoS 작성의 예

3. 동적 추출기 및 SVC 전송

전송 스트림에 대해 동적으로 적응하기 위해서는 GOP (Group of Picture) 크기, 프레임율, 각 공간/시간/화질 계층별 비트율 등의 부호화 정보가 미리 정의되어야 하며 적응을 위한 연산 과정이 간단해야 한다. 이 때문에 [그림 6]과 같이 SVC 동적 추출기는 NALU 분석기 및 실시간 추출기를 포함하도록 설계하였다.

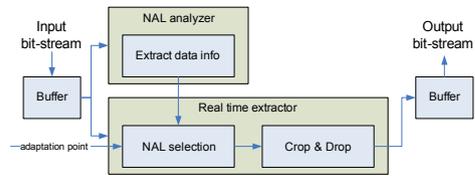


그림 6. SVC 동적 추출기의 구조

NALU은 비트스트림 기반 저장 및 패킷 기반 전송 모두를 위한 기본 데이터 단위이다. H.264/AVC와 같이 SVC로 부호화된 영상열 또한 NALU의 열로써 구성되어 있다. 우선 NALU이 입력되면 Raw Byte Sequence Payload (Rbsp) [8][12]의 형식에 따라 NALU은 부호화된 슬라이드 NALU, 부호화 정보 NALU (파라미터 세트, SEI 메시지, 영상열 중단 신호)으로 분류된다.

NAL 분석기(analyzer)에서는 앞서 기술한 비디오 부호화 정보가 개별적인 메타 데이터로부터 획득되고 스케일러빌리티 정보 SEI 메시지에서부터 공간/시간/화질 계층의 구성 정보, H.264/AVC SVC의 picture parameter set (PPS) 및 sequence parameter set (SPS)로부터 영상열 정보들이 주어진다.

동적 추출기(dynamic extractor)에서는, 임의 NALU이 입력된 경우 그 NALU의 Rbsp 형식과 공간/시간/화질 계층 값을 NALU의 처음 3 바이트만을 파싱하여 알아낸다. 만약 이 때 알아낸 시간적 레벨이 ADTE에서 결정했던 임계 시간적 레벨보다 높은 경우 그 NALU은 Crop & Drop 블록에서 제거된다. 이와 같은 방법으로 공간 및 화질 적응도 수행된다.

SVC의 표준화 과정에서 한 때 FGS (fine granular scalability)를 지원하였으나 표준 완료 단계에서 CGS와 MGS만 지원하는 것으로 결정되었다. 만약

표 2. 주어진 네트워크 대역폭에 대한 ADTE의 최적 적응 수준 결과 (QCIF)

Network bandwidth	remained MGS layer	Frame rate (Hz)
100	1	30
80	0.2	30
70	0.1	15
55	0	7.5

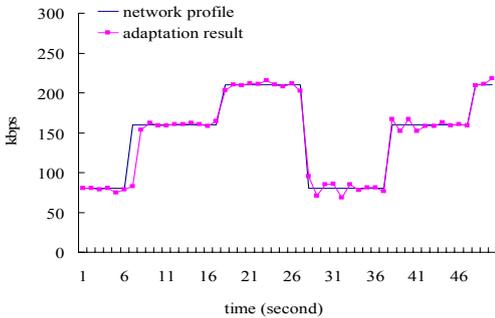


그림 8. 시변 네트워크 대역폭에 따른 동적 적응 결과 (CIF)

[그림 8]은 CIF 크기 영상에 대한 실험 결과이다. 네트워크 프로파일은 최대 62%(최대 210kbps, 최소 80 kbps)의 변화 폭을 갖도록 설정하였다. 모의 실험 조건에서 기술한 것처럼, 1 개의 MGS 상위 계층만을 쌓았으며 양자화 파라미터 값을 6 줄였으므로 이론상 MGS 스케일러빌리티만을 동적 적응에 사용할 경우 가용한 비트율의 변화폭은 원래 비트스트림의 50%가 최대이다. 하지만 제안 방법은 시간적 및 화질적 스케일러빌리티를 함께 이용함으로써 주어진 네트워크 프로파일에 맞추어 62%의 비트율을 변화 시켰다. [표 3]은 주어진 네트워크 대역폭에 따라 ADTE가 결정한 최적 적응 수준을 나타낸다.

표 3. 주어진 네트워크 대역폭에 대한 ADTE의 최적 적응 수준 결과 (CIF)

Network bandwidth	remained MGS layer	Frame rate (Hz)
210	1	30
160	0.6	15
80	0.15	7.5

상기 [그림 7]과 [그림 8]을 통하여 제안 방법이 네트워크 프로파일을 따라 주어진 대역폭에 얼마나 잘 적응하는가를 검증할 수 있었다. 또한 상기 그래프의 시간 축에서 네트워크 프로파일과 적응된 비트 스트림을 비교해 보면, 제안 방법은 1 초 미만의 지연만으로 큰 대역폭의 변화를 감당하고 있음을 알 수 있다. 이러한 실시간 적응 결과는 NALU 헤더 3 바이트만을 과싱하고 해당 NALU을 제거할지 말지에 대한 결정으로 적응 연산을 아주 간단히 수행할 수 있기 때문이다.



(a)



(b)

그림 9. MGS NALU의 전송 유무에 따른 화질 변화
(a) MGS NALU 전송하지 않음
(b) MGS NALU 전송

[그림 9]는 동적 적응에 의한 MGS NALU의 전송 유무에 따른 단말에서의 복원된 영상의 주관적 화질을 나타낸다. 네트워크의 대역폭이 악화되면 MGS NALU이 제거되어 [그림 9](a)와 같은 저화질의 영상이 서비스될 수 있으며(시청자는 영상이 끊어지는 것보다는 저화질이라도 영상이 끊김 없이 보여지는 것을 더욱 선호한다.), 네트워크의 조건이 개선되면 MGS NALU이 전송되어 [그림 9](b)과 같은 고화질의 영상을 서비스할 수 있다.

마지막으로 제안 방식에서 공간적 해상도의 유용성 및 성능을 검증하기 위해서, 세션 유동성(session

mobility)을 구현하였다. 실험은 다음과 같은 시나리오로 수행되었다. QCIF (혹은 CIF 영상을) 시청하는 도중, 소비자는 시청 중인 단말을 화면 크기와 같은 성능이 우수한(혹은 나쁜) 다른 단말로 교체하여 연속해서 시청하려 한다. 소비자가 다른 단말에서 비디오를 연속해서 시청하려 할 때, 다른 단말은 UED 정보를 서버로 전송한다. 그런 후, 서버의 동적 추출기는 주로 QCIF에서 CIF (혹은 CIF에서 QCIF)로 화면 해상도를 변경하고, 결과 스트림을 다른 단말에 전송함을 확인하였다. 이 실험 결과, 국제 표준에 기반한 제안 동적 적응 방식이 상호연동성을 지원하고 있음을 증명할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 네트워크 조건, 단말 성능, 사용자 선호도 등과 같은 전송 및 소비 환경에 맞게 MPEG-21 DIA 표준에 기반하여 상호 연동 가능한 방식으로 SVC 비트스트림을 동적으로 적응 시키는 방식이 제안되었다. MPEG-21 DIA에 정의된 UED는 네트워크 조건, 단말 성능, 사용자 선호도 등의 사용 환경을 위해서, AdaptationQoS는 실현 가능한 적응 연산, 리소스 조건, 유틸리티 사이의 관계를 기술하기 위해 이용되었으며, ADTE는 UED와 AdaptationQoS를 기반으로 공간/시간/화질 축에서 최적의 적응 수준을 결정한다. 그 결정에 따라 동적 추출기에서 NALU의 헤더를 파싱하여 임계값을 벗어나는 계층의 NALU를 제거함으로써 적응이 완료된다. 실험에서는 네트워크의 전송폭을 최대 62%까지 변화시켰음에도 지연이 거의 없이 시간적 및 화질적 스케일러빌리티를 이용하여 비트율을 적응시켰음을 보였다.

본 제안 방법은 국제 표준에 기반한 방식으로 상호연동성을 보장하고 있다. 따라서 제안방법은 다양한 네트워크와 수많은 종류의 단말이 혼재된 이종 환경에서 비디오를 끊김 없이 전송하기 위한 하나의 해결 방법으로 쓰일 수 있을 것이다. 앞으로는 다양한 네트워크 및 단말기기의 조건에서 최적의 성능 수준을 계산할 수 있는 알고리즘을 개발하여 AdatationQoS를 용이하게 생

성하기 위한 연구가 더 진행되어야 한다.

참고 문헌

- [1] A. Vetro, "MPEG-21 Digital Item Adaptation: Enabling Universal Multimedia Access," IEEE Multimedia, Vol.11, Issue.1, pp.84-87, 2004.
- [2] A. Vetro, C. Christopoulos, and H. Sun. "Video transcoding architectures and techniques: An overview," IEEE Signal Processing Mag., Vol.20, pp.18-29, 2003(3).
- [3] W. Li, "Overview of fine granularity scalability in MPEG-4 video standard," IEEE Trans. on Circuit and System for Video Technology, Vol.11, pp.301-317, 2001(3).
- [4] J. G. Kim, Y. Wang, S. F. Chang, and H. M. Kim, "An optimal framework of video adaptation and its application to rate adaptation transcoding," ETRI Journal, Vol.27, No.4, 2005(8).
- [5] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, "Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 2: Video," ITU-T Recommendation H.262 and ISO/IEC 13818-2 (MPEG-2 Video), 1994(11).
- [6] ITU-T, "Video coding for low bit rate communication," ITU-T Recommendation H.263, Version1: Nov. 1995, Version2: Jan. 1998, Version3: Nov. 2000.
- [7] ISO/IEC JTC 1, "Coding of audio-visual objects - Part 2: Visual," ISO/IEC 14492-2 (MPEG-4 Visual), Version 1: Apr. 1999, Version 2: Feb. 2000, Version 3: May. 2004.
- [8] T. Wiegand, G. Sullivan, J. Reichel, H. Schwarz, and M. Wien, "Joint Draft 8 of SVC Amendment," Joint Video Team, Doc. JVT-U201, Hangzhou, China, 2006(10).
- [9] Joint Scalable Video Model, Joint Video Team

of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Doc. JVT-X202, 2007(7).

[10] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the scalable video coding extension of the H.264/AVC standard," IEEE Trans. on Circuit and System for Video Technology, Vol.17, No.9, pp.1103-1120, 2007(9).

[11] ISO/IEC IS 21000-7:2004 "Information technology - Multimedia framework (MPEG-21) - Part 7: Digital Item Adaptation," 2004.

[12] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Advanced Video Coding for Generic Audio visual Services, ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG4-AVC), Fourth edition: Sep. 2008.

[13] ISO/IEC PDTR 21000-12:2004, "Information technology - Multimedia framework (MPEG-21) Part 12: Test Bed for MPEG-21 Resource Delivery," 2004.

[14] Y. K. Wang, M. M. Hannuksela, S. Pateux, and A. Eleftheriadis, "System and Transport Interface of the Emerging SVC Standard," Joint Video Team, Doc. JVT-U151, Hangzhou, China, 2006(10).

[15] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Analysis of hierarchical B pictures and MCTF," Proceedings of ICME' 06, Toronto, Canada, 2006(7).

[16] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Comparison of MCTF and closed-loop hierarchical B pictures," Joint Video Team, Doc. JVT-P059, Poznan, Poland, 2005(7).

[17] T. C. Thang, J.-G. Kim, J. W. Kang, and J.-J. Yoo, "SVC adaptation: Standard tools and supporting methods," Signal Processing: Image Communication, Vol.24, pp.214-228, 2009(3).

[18] T. C. Thang, Y. S. Kim, J. W. Kang, Y. M. Ro, and J. G. Kim, "SVC Video Adaptation with

MPEG-21 DIA AdaptationQoS," ISO/IEC JTC1 SC29 WG11, Doc. m12638, Nice, France, 2005(10).

저 자 소 개

최 해 철 (Haechul Choi)

정회원



- 1997년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1999년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학석사)
- 2004년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학박사)

- 2004년 9월 ~ 2010년 2월 : 한국전자통신연구소 방송미디어연구부 선임연구원
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신공학과 조교수

<관심분야> : 영상 통신, 비디오 부호화, 패턴 인식

김 재 곤(Jae-Gon Kim)

정회원



- 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1992년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과(공학박사)

- 1992년 3월 ~ 2007년 2월 : 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원/팀장
- 2001년 9월 ~ 2002년 11월 : 뉴욕 콜롬비아대학교 연구원
- 2007년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 부교수

<관심분야> : 비디오 신호처리/부호화, 영상통신, 디지털방송 미디어