
사용자의 인터랙션 정보를 반영한 ROI 기반 스케일러블 비디오 소비

User Interactive ROI based Scalable Video Consumption System

최정화, JeongHwa Choi*, 배태면, TaeMeon Bae**, 노용만, Yong Man Ro***

요약 본 논문은 콘텐츠 소비과정에서 계속 변화하는 사용자의 관심을 사용자의 인터랙션(user interaction) 정보 반영을 통해 최적화된 품질의 비디오 콘텐츠를 제공할 수 있는 비디오 서비스 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 사용자 인터랙션을 고려한 서비스 시스템은 H.264/AVC Scalable Video Coding(SVC)의 다중 ROI(Region of Interest)를 기반으로 구현하였다. 제안된 시스템에서는 다양한 비디오 품질을 사용하여, 다중 ROI 에 대한 선택 과정에서 콘텐츠 소비 주체인 사용자와 비디오 시스템간의 쌍방향 제어 수단을 개발하였다. 게다가 콘텐츠의 다중 ROI 중 유의미적인 ROI 에 대한 선택 과정에서 사용자의 인터랙션 정보를 이용하는 방법을 제안한다. 제안하는 시스템의 유효성을 테스트하기 위해 제안된 시스템을 테스트 베드에 구현하여 시스템에 대한 유용성을 검증하였다.

Abstract In this paper, we propose a video service system that reflects user interaction in the multimedia contents to increase user satisfaction in the restricted content consumption environment. The proposed system is based on the multiple ROI(Region of Interest) coding in H.264/AVC Scalable Video Coding (SVC). The proposed system provides scalable video quality by adopting SVC. And by bidirectional communication between user and video server, it enables user to select meaningful ROI among multiple ROIs by user interaction. To verify the usefulness of the proposed system, we demonstrate it with a test-bed on which user interactive ROIs are implemented.

핵심어: SVC; ROI; user interaction

본 연구는 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소의 정보통신연구개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었음

*주저자: 한국정보통신대학교

**공동저자: 한국조폐공사

***교신저자 : 한국정보통신대학교 멀티미디어 트랙, 영상 및 비디오 시스템 연구실 ; e-mail: yro@icu.ac.kr

1. 서론

마크 와이저가 1988년에 “유비쿼터스 컴퓨팅”이라는 개념을 제시한 이후 현재는 다양한 일상 생활용품에도 컴퓨터 기능이 사용되고 있다[1]. 이처럼 기술의 발전에 의해 사용자가 접할 수 있는 콘텐츠 소비 환경이 이전에 비해서 다양화되면서 여러 타입의 다양한 디스플레이 장치와 새로운 콘텐츠 타입이 제안되고 있다. 이러한 다양한 콘텐츠 소비 환경에서는 사용자의 편의성 증대를 위한 소비자 중심의 비디오 시스템의 중요성 및 필요성이 점차 증가되고 있다 [2,3,4].

사용자가 사용가능한 네트워크 성능과 디스플레이 장치에 최적화된 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 타입의 콘텐츠 소비 환경에 대한 폭넓은 고려와 사용자 개개인의 선호도에 대한 이해가 요구된다. 따라서 고정된 콘텐츠 형식의 제공이 아닌 각기 다른 환경에 대해 최적화된 비디오 콘텐츠의 변환이 필요하다. 이런 필요성에 의해 대두된 것이 스케일러블 비디오 코딩(SVC: Scalable Video Coding)이다. 현재 ISO/IEC MPEG와 ITU-T VCEG의 JVT에서 표준화하고 있는 SVC는 공간적, 시간적, 품질적인 특성 확장성을 제공하는 비트스트림을 생성하여, 별도의 재인코딩 과정을 거치지 않아도 다양한 종류의 네트워크 환경 및 단말에 대해 QoS(Quality of Service)가 보장되는 비디오 스트리밍 서비스를 사용자에게 제공한다[5]. 따라서 네트워크 환경과 단말 등과 같은 사용자 환경 조건에 대해 적응성이 높은 비디오 서비스를 제공할 수 있다[6,7].

SVC에서는 DMB, PMP 혹은 PDA 같이 유동적인 네트워크 환경과 제한된 해상도를 사용하는 상황일 경우 사용자의 소비 환경에 최적화된 콘텐츠를 제공할 수 있다. 그러나 기존의 SVC에서는 스케일러블리티 변환 과정에서 해상도나 네트워크 상태 등의 콘텐츠 소비 환경에 대한 정보만 반영되고, 적장 콘텐츠를 소비하는 주체인 사용자의 비디오 영상에 대한 품질 변환 요구와 관심 영역의 변화와 같은 정보들은 반영되지 않는다. 따라서 비디오를 소비하는 과정에서 사용자의 즉각적인 품질 요구의 변화, 관심 영역의 변화 정보를 스케일러블리티 과정에 반영할 필요성이 제기된다. 이를 위해 사용자와 시스템 간의 쌍방향 제어 수단의 개발을 통해 비디오의 스케일러블리티 과정에 사용자의 의견 반영의 필요성이 요구된다.

SVC에서는 스케일러블리티를 제공하기 위하여 ROI(Region of Interest)를 사용한다. 전체 영상에서 특정 한 부분인 ROI를 정의한 후 스케일러블리티 과정에서 사용하게 되면 제한된 단말부분의 해상도 사이즈를 좀 더 공간적으로 확장하여서 사용할 수 있게 된다. 이러한 관심 영역의 사용을 통한 실질적인 공간의 확장은 이전에도 비슷한 개념은 사용되었다. 예전의 14인치 모니터가 주류였을 적에 제한된 모니터

의 해상도로 인하여 리눅스에서는 Xwindow 다중 화면을 제공하였다. Xwindow는 다중화면을 통해 제한되었던 모니터 해상도를 4배로 확장 시켜서 사용자에게 제공하고 미니맵을 통해서 원하는 부분을 기본 화면으로 지정하여 사용하였다. 비록 물리적인 단말부의 해상도는 제한되었지만 실질적으로 제공받을 수 있는 화면은 4배로 확장시킨 기술이었다. 본 논문에서는 사용자가 PDA나 PMP와 같이 제한된 단말부의 해상도의 확장을 위해 ROI를 이용하고, 또한 SVC가 제공하는 스케일러블리티 과정에서 콘텐츠 소비 주체와 시스템간의 쌍방향 제어수단을 시스템에 반영하여 사용자가 인터랙션을 통해서 선택한 ROI에 대해서 스케일러블리티를 통해 상위의 영상 화질을 제공할 수 있음을 제안하였다. 그리고 제안된 방법에 대해서 모바일 TV 영상콘텐츠에 다수의 ROI를 정의하여 사용자가 관심있는 ROI를 제공하는 과정에서 콘텐츠의 비트 레이트와 해상도에 대한 변화에 대한 실험을 통하여 전체 콘텐츠에 제공이 아닌 화면의 일부분인 ROI 사용에 대한 객관적인 만족도를 통해 ROI의 유용성을 증명하였다 [8].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구에 대해 설명하고, 3장에서는 제안된 스키마에 대해 설명한다. 4장에서는 이를 이용한 시스템의 구현에 대해 설명하고, 5장에서는 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 스케일러블 비디오 코딩(SVC)

ISO/IEC MPEG와 ITU-U VCEG에서 공동으로 표준화가 진행 중인 스케일러블 비디오 코딩(SVC : Scalable Video Coding)은 공간적, 시간적, 품질적 확장성을 가진 SVC 콘텐츠 생성을 목적으로 하여 JSVM(Joint Scalable Video Model)을 통해 구현된다. 휴대폰이나 PDA, PMP 같이 낮은 해상도와 제한된 네트워크 등의 한정된 자원을 통해 사용자가 콘텐츠를 소비할 때, 사용자는 콘텐츠에서 관심을 가지고 자세히 보기를 원하는 부분을 최상의 해상도로 보기를 원한다[9]. 이를 해결하기 위해 다음과 같은 다양한 스케일러블리티 기능을 제안하였다.

- 공간적(spatial) 스케일러블리티,
- 시간적(temporal) 스케일러블리티
- SNR 스케일러블리티

SVC에서는 확장된 계층적 부호화를 이용하여 위와 같은 품질적 확장성 및 가변 프레임을 지원하는 형태의 시간적 확장성을 제공하게 된다. 공간적 확장성의 경우 각 해상도 별로 부호화하면서 하위의 해상도의 영상을 이용하여 계층간 부호화 과정을 거친다. 현재 표준화가 진행 중인 SVC에서는

품질에 대한 확장에서 전체 영상의 스케일러빌리티 이외에 영상 내의 특정 영역을 독립적으로 복호화 하는 방법을 옵션(Annex R)을 이용해 제공해준다.

영상의 특정 영역만 한정적으로 품질 확장을 지원하기 위해서 공간적, 시간적, 품질적 확장성을 지닌 SVC 비트스트림을 사용하여 여러 개의 관심영역 (ROI : Region Of Interest)을 인코딩 과정에서 정의하여 해당 ROI에 대한 품질 확장을 제공해준다. 그러나 이처럼 인코딩 과정에서 정의된 ROI에 대해서 어떤 방법으로 ROI를 선택할지와 선택된 ROI의 어느 기준에 맞추어 공간적, 시간적, 품질적 스케일러빌리티를 확장할지의 문제가 제기된다.

2.2 콘텐츠의 변환

기존의 연구에서도 영상내의 전체 영역에서 사용자가 관심을 가지는 특정 부분을 찾아서 추출하는 제안되었다. 특히 의료 영상과 같이 사용되는 데이터의 양은 크지만 실질적인 사용자의 관심 부분은 작은 부분으로 한정된 영상의 경우에는 쿼드 트리 등과 같은 패턴 인식 방법을 통하여 영상에 대해서 무의미한 부분을 제외한 암세포와 같은 사용자가 보기를 원하는 관심 영역(ROI)만 자동적으로 찾아준다[10].

또한 사진과 같은 정지 영상이 아닌 동영상의 경우에서도 실시간 검출 기술 등을 이용하여 영상의 특정 부분에 대해 사용자가 관심을 가지는 부분에 대해 패턴을 이용한 자동적인 ROI 검출이 이루어지고 있다. 감시 카메라에서 물체의 움직임에 따라서 자동적으로 ROI 를 지정해 주는 방법이나 혹은 스포츠 영상에 대해서 공을 중심으로 특정 영역을 자동적으로 추출하여 사용자에게 제공해 주는 등의 사용자가 흥미가 있는 부분에 대해 관심 영역을 추출하여 사용자에게 제공하는 방법들이 제안되었다[11,12,13].

이처럼 영상에서 특정 부분을 추출하는 방법 이외에도 영상의 특정 부분을 판단하는 과정에서 콘텐츠의 속성이나 사용자의 콘텐츠 소비 환경 등의 시스템 외적인 환경 정보에 의해서 관심 영역을 추출하는 방안들도 제안되고 있다. 즉 같은 비디오 시스템이라고 하더라도 빠른 움직임이 주가 되는 스포츠 장르 콘텐츠를 소비하는지 다큐멘터리와 같은 고화질을 요구하는 콘텐츠를 소비하게 되는 등의 콘텐츠의 성질에 따라서 각기 다른 품질에 대한 최적화 규칙이 필요하다. 또한 이러한 사용자의 선호도를 SVC 의 비트스트림 추출 과정에 반영하여 스케일러빌리티 적용 과정에서 콘텐츠의 장르에 따라 시-공간적 품질 변화를 다르게 하여 사용자에게 최적의 품질을 제공하는 방법도 제안되었다 [14]. 혹은 사용자의 소비 환경 조건에서 색감이나 색맹인 사용자에게 콘텐츠를 제공할 경우에는 영상의 RGB 속성을 변화시킴으로써 사용자가 소비하기 용이한 콘텐츠가 된다[15].

2.3 사용자의 집중력의 변화

영상에 대해 관심 영역에 대한 품질 향상에서는 사용자가 어떤 부분에 관심을 가지는지에 대한 판단이 우선 시 된다. 영상이란 사용자의 관심에 따라서 크게 전경과 배경으로 나뉘게 된다. 전경이란 앞에 떠오르는 주된 형상이고, 배경이란 전경 이외의 형상을 의미한다. 그러나 사용자가 영상을 소비하는 과정에서 중시하게 되는 전경은 특정 물체나 부분에 고정되지 않고 계속 변화한다. 사용자가 인식하는 영상이란 영상에 대해서 전경과 배경을 조직화하여 인지하게 된 후 의식 속에 받아들여지게 된다.

그림 1과 같이 영상을 소비하는 소비자의 관심에 따라서 동일한 그림이 물고기 혹은 백조로 보이게 된다. 동일한 그림이지만 어느 것을 전경으로 간주하느냐에 따라서 동일한 그림에 대해서도 오브젝트가 다른 형상으로 보이면서 전경과 배경의 역전 현상이 일어나게 된다.

이처럼 사용자는 전경에 대한 관심을 기초로 게슈탈트를 형성하여 사물을 지각하게 된다. 사용자가 현재의 관심을 통해서 전경으로 선택한 후에 게슈탈트를 해소하고 나면 그 전경은 배경으로 물러나고, 새로운 관심에 의해 새로운 게슈탈트가 형성되어 전경으로 떠오르게 된다[16,17].

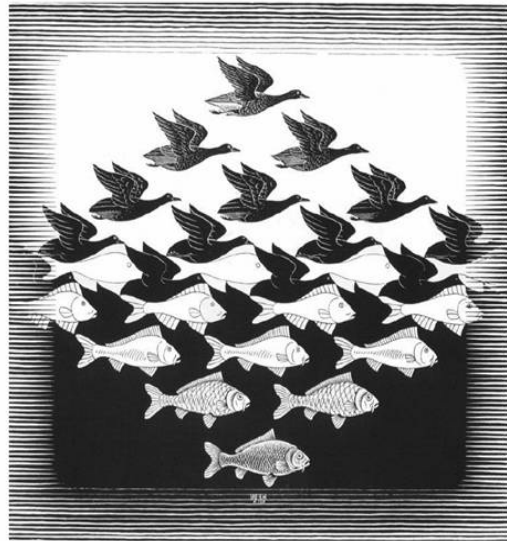


그림 1. Escher, Sky and Water

이처럼 동일한 영상에 대해서 전경이 배경이 되고, 배경이 다시 전경이 되는 등 사용자의 관심이란 끝없이 이동하기 때문에 영상의 특정 부분에 대해서 고정된 ROI를 제공하는 것은 사용자의 변화하는 관심을 제대로 반영하지 못하게 된다. 즉 축구와 같은 영상을 볼 때에도 사용자의 관심은 축구공에 고정된 것이 아니라 축구공에서 벗어나서 득점상황을 보기 위해 점수판으로 옮겨갈 때가 있고 남은 시간 확인을

위해 타임 테이블로 이동하는 등의 끝없는 변화하고 그에 따라 관심의 이동이 발생한다. 감시 카메라와 같이 ATM기와 같이 고정된 물체를 중심으로 사용자의 관심 영역이 발행하더라도 무조건적으로 고정된 존재를 관심있는 것이 아니라 ATM기 위에 놓인 물건에 관심을 가질 수도 있고 옆에서 있는 사람의 행동에 관심을 가질 수도 있다. 또는 현재 영상에 대한 특정한 관심이 없는 상태로 단순히 영상에 대한 소비만 원할 수도 있다[18].

이와 같이 영상에 대한 소비자의 주의 집중은 끊임없이 변화하기 때문에 단순히 확률적으로 가장 중요하다고 판단된 부분을 취하는 방식의 고정된 ROI에 대한 최적화보다는 매 순간 변화하는 사용자의 관심을 영상에 반영하는 것이 중요하다. 따라서 영상을 소비하는 주체가 되는 사람의 관심의 변화를 즉각적으로 반영하지 못하는 ROI라면 최적화를 통해서 해당 소비환경에 대해서 최적의 품질로 변화된 영상을 제공하더라도 전체 영상에서 해당 ROI가 아닌 다른 영역이 사용자에게 더 중요하다고 판단된다면 그 순간의 ROI에 대한 최적화는 무의미하기 때문이다. 비디오 영상에서는 ROI에 해당하는 부분을 추출해서 사용자의 서비스 단말의 해상도에 최적화되어 있는 상태로 이용할 수가 있다. 그러나 이러한 콘텐츠의 중심적 의미란 항상 변하게 된다.

3. 사용자 인터랙션을 사용한 콘텐츠 소비 시스템

3.1 관심영역(ROI)

SVC에서 관심영역 (ROI:Region Of Interest)에 대한 구현은 다음과 같은 방법을 사용한다. 복호화된 비트스트림에 대해서 연속되는 매크로블럭(Macro-block)들의 집합을 하나의 슬라이스로 표기하고 하나 이상의 슬라이스를 슬라이스 그룹으로 부호화와 복호화의 단위로 처리할 수 있다. 이 때, 하나의 프레임은 하나 이상의 슬라이스 그룹으로 이루어진다. SVC에서는 데이터의 에러 및 손실에 대한 내성을 위해 FMO(Flexible Macroblock Ordering)가 사용되고 있다. FMO를 이용하여 프레임 내에 있는 매크로 블록을 다양한 형태로 코딩이 가능하다.

본 논문에서는 ROI의 구현을 위하여 type 2(Foreground and background)를 사용하였다. 이 형식은 프레임 내에서 마지막 슬라이스 그룹을 제외한 모든 슬라이스 그룹을 직사각형 형식의 영역으로 정의하며, 마지막 슬라이스 그룹은 어느 그룹에도 속하지 않은 매크로블럭(background)을 모두 포함한다. 이 때 매크로 블록들은 자신이 속한 슬라이스 그룹의 ID를 가지게 되고 각 매크로블럭은 각각 한 개의 슬라이스 그룹 ID를 분배받는다.

SVC에서 프레임 부호화과정은 슬라이스 그룹 단위로 이루어진다. 즉 부호화 과정에서 특정 슬라이스 그룹이 부호화 될

때에는 해당 슬라이스 그룹의 ID를 가진 프레임 내의 매크로블럭만 부호화가 된다. 그리고 부호화할 때 picture parameter set에서 전체 슬라이스 그룹의 개수와 각 슬라이스 그룹의 ID를 표시하고, 각 슬라이스 그룹의 좌측상단과 우측하단 매크로블럭의 주소 값을 기록한다. 주소 값 정보는 슬라이스 단위로 복호화를 수행할 때 사용된다. 이러한 방법을 통해서 특정한 ROI에 대한 ROI 비트스트림 추출이 가능하고 ROI를 다양한 위치에 정의할 수 있다.

사용자의 인터랙션을 반영할 경우 사용자가 어떤 부분에 대해서 관심을 가질지 알 수 없기 때문에 이를 최대한 반영할 수 있는 다중 ROI의 필요성이 제기된다. ROI 사이에 중복 영역(Overlapped Region)이 존재할 경우에는 중복된 영역을 별도의 슬라이스 그룹으로 정의한다. 따라서 한 영상 내에서 그림 2와 같이 다수의 ROI를 지정할 수 있으며 인코딩 과정에서 미리 결정된 다수의 ROI 중에 특정 ROI에 대해서 선택적인 스케일러빌리티가 가능하다[19].

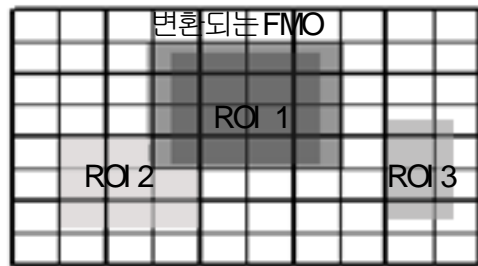


그림 2. ROI에 포함되어서 변환되는 FMO

감시 카메라와 같은 동적인 영상의 경우에 ROI의 추출 과정에서 사용자의 인터랙션 정보가 ROI 결정 과정에서 필요하다. 감시 카메라 영상과 같이 콘텐츠에 따라 ROI가 다수가 존재하거나 사용자의 관심 영역이 빠르게 변화하는 경우가 발생한다. 이러한 경우 영상 자체에 고정되어 최적화된 스케일러빌리티의 경우에는 사용자의 만족도가 저하된다. 따라서 스케일러빌리티 과정에 사용자의 관심 영역의 변화 정보가 반영될 필요성이 제기된다. 기존의 연구에서의 스케일러빌리티 과정에서 사용자의 판단이 개입되지 않고 영상 자체에 대한 최적화를 중시하였다. 예를 들어서 축구와 같은 스포츠 영상의 경우에는 축구공에 대한 ROI 지정을 통해서 축구공을 중심으로 한 일정 범위에 대한 최적화된 SVC 콘텐츠를 제공되었다. 그러나 감시 카메라 영상과 같이 콘텐츠에 ROI가 다수가 존재하거나 다수의 ROI 중 유의미적인 ROI가 빠르게 변하는 경우에는 그와 같은 최적화 방법은 비효율적이게 된다. 왜냐하면 감시 카메라 영상과 같은 콘텐츠의 경우에는, 콘텐츠 자체에 불특정 다수의 사람이 예측이 불가능한 시간과 위치에서 동시에 등장하기 때문에 사용자의 관심 영역이 계속 변화하는 특성을 가지게 된다. 이러한 이유 때문에 영상 자체에 최적화된 ROI의 추출 과정에서 감시 카메라와 같이 특정 부위에 관심이 집중되는 영상의 경우 사

용자의 관심 영역의 변화가 반영될 필요성이 제시된다.

3.2 시스템 구조

앞 절에서 언급된 내용을 근거로 SVC 콘텐츠에서 ROI를 사용하는 영상 추출 과정에서 사용자의 인터랙션 정보를 반영한다면 좀 더 소비자의 만족도가 높은 개인화된 콘텐츠 서비스 제공이 가능하다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 실시간으로 변화하는 사용자의 인터랙션에 의한 사용자 관심 정보가 ROI의 선택과 ROI에 대한 스케일러빌리티 과정에 반영된다.

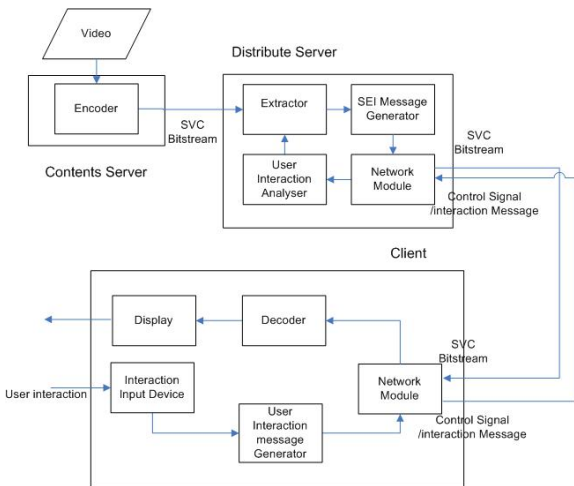


그림 3. 제안하는 시스템의 구조

그림 3은 제안하는 시스템의 구조이다. 전체 시스템은 다음과 같은 세 부분으로 이루어진다. 각기 기능에 따라서 크게 클라이언트, 분배 서버, 콘텐츠 서버의 세 부분으로 나눌 수 있다. 각 부분의 기능은 다음과 같다. 클라이언트 부분에서는 사용자 인터랙션 입력 모듈과 인터랙션 분석 모듈, SVC 비트스트림에 대한 복호화 등을 담당하면서 사용자의 인터랙션을 직접 입력받아 유효한 ROI를 포함하는지를 판단하여 분배 서버로 보내준다. 또한 디코더 모듈을 통해 복호화된 영상의 디스플레이 등의 기능을 담당한다. 분배 서버(distribution server)에서는 클라이언트에서 보낸 제어 신호(Control Signal)와 클라이언트에서 보내진 유효한 인터랙션에 의해 선택된 ROI 정보 등에 대한 추출(Extraction) 작업을 담당하고 스케일러빌리티에 관련된 처리를 하게 된다. 콘텐츠 서버(contents Server)에서는 인코더 모듈을 통하여 비디오 영상에 대한 부호화를 담당하여 분배 서버의 추출기(extractor)로 보내주는 역할을 한다.

그림 4는 분배 서버와 클라이언트 사이의 프로토콜을 나타낸다. 사용자 단말에서 실시간으로 인터랙션 정보가 입력되면, 클라이언트는 인터랙션에 의해 선택된 ROI에 대한 정보를 포함한 ROI ID를 분배 서버로 전달한다, 선택된 ROI ID

는 분배 서버에 있는 추출기에 전달된다. 추출기에 의해 변경된 스케일러빌리티에 대한 정보는 Scalability Information SEI 메시지를 통해서 변환된 SVC 비트스트림과 함께 클라이언트로 보내진다. 변환된 비트스트림은 클라이언트에서 디코딩되어 제공된다. 따라서 사용자는 선택한 ROI에 대해 변환된 비디오를 실시간으로 제공받는다.

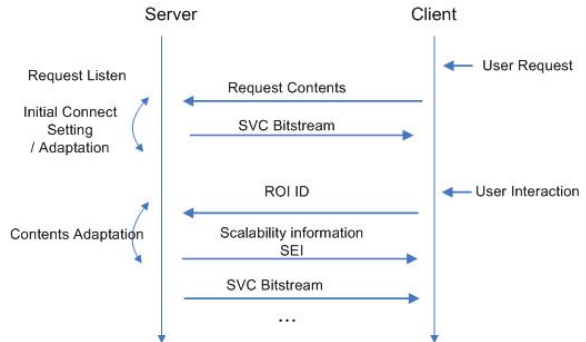


그림 4. 시스템의 프로토콜 구조

제한된 단말부의 해상도에 최적의 영상 제공을 위해서 비디오 영상에서 사용자가 관심을 가지는 부분에 대해서 ROI로 추출하여 사용자 네트워크상태와 단말 상태에 최적화하여 이용할 수가 있다. 기존의 시스템에서는 사용자가 영상에 대해서 어떤 부분에 관심을 가지는지를 알 수가 없지만 사용자 인터랙션이 반영되는 시스템에서는 영상에 대한 유의미적인 영역에 대해 ROI 추출을 할 수가 있다. 이 때 사용자 인터랙션에 의한 품질의 변화는 두 종류의 다른 품질을 제공해 줄 수 있다. 그림 5와 같이 사용자가 관심을 가지는 부분에 대해서 SNR 스케일러빌리티와 공간적 스케일러빌리티를 제공해 주게 된다. 첫 번째로 선택된 ROI에 대한 해상도 향상이 이루어진다. ROI에 대한 상위 레이어 정보를 전송하여 공간적인 스케일러빌리티의 향상이 이루어진다. 공간 스케일러빌리티를 높임으로써 ROI 해상도를 높여서 재생할 수 있다. 각각의 ROI마다 각기 다른 슬라이스 그룹 ID를 가지고 있기 때문에 GOP 단위를 기준으로 주기적으로 IDR NAL을 삽입함으로써 IDR NAL 유닛(unit)을 기전으로 독립적인 부호화가 가능함으로써 ROI의 해상도 향상이 가능하다.

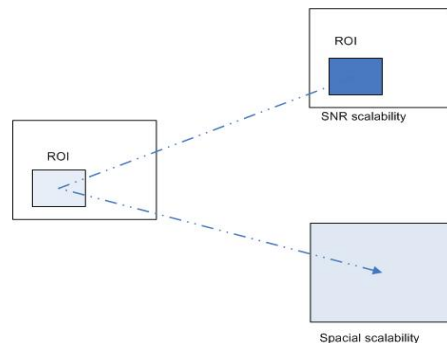


그림 5. ROI의 화질의 향상

사용자에 의해 현재 ROI에 대한 재 선택이 이루어지면 ROI에 대한 SNR 화질의 향상이 제공된다. 영상의 기본 레이어 정보에서 선택된 ROI의 SNR 정보를 추가로 전송하면 선택된 ROI 부분의 SNR 스케일러빌리티가 향상된다.

SVC에서의 화질 향상은 Coarse Granuar SNR(CGS)를 이용하여 이루어진다. 제안되어진 시스템에서는 CGS 레이어가 한 단계 증가시마다 QP값이 15 감소되어 부호화되며, CGS 데이터를 절삭하는 방법으로 미세한 화질 조절이 가능하다. 이에 따라 부호화시 최대 3 CGS 레이어까지 부호화를 하여 기본적으로 CGS 레이어를 이용하지 않는 베이스 레이어 화질의 영상을 제공해주다가 사용자의 인터랙션을 통하여 특정 ROI를 선택하였을 경우 해당 ROI에 대해 추가로 CGS 레이어 정보를 보내줌으로써 ROI에 대한 화질의 향상이 이루어진다.

3.3 시스템 기능의 흐름도

그림 6은 제안된 사용자의 인터랙션에 의해서 SVC의 ROI 스케일러빌리티가 변환되는 시스템의 흐름도를 나타낸다. 각 모듈은 사용자 인터랙션 정보에 기반하여 자신의 작업을 수행한다. 콘텐츠 서버를 통해 입력된 원 영상에 대해서 클라이언트, 분배 서버간의 상호 통신 교환에 의해 역할을 수행한다. 흐름도에서 나타나는 것처럼, 제안하는 시스템은 사용자의 인터랙션 정보에 기반하여 스케일러빌리티 과정이 이루어진다. 콘텐츠 서버에서 인코딩되어서 제공된 영상에 대해서 사용자의 인터랙션 정보에 의해 단계적으로 스케일러빌리티 변화가 이루어진다.

상기 시스템은 콘텐츠 서버에서 인코딩된 영상에 대해서 콘텐츠 소비 시작 부분에서는 베이스 레이어 정보만을 일차적

으로 제공해주게 된다. 즉 콘텐츠의 소비 시작 과정에서는 스케일러빌리티 확장이 안 된 원영상이 제공되게 된다. 그러나 콘텐츠 소비 도중에 사용자가 단말에 인터랙션을 입력하면 입력된 단말 상의 x, y 좌표 정보를 통해서 사용자의 관심 영역에 해당하는 ROI의 ID가 결정된다.

단말 상에 표시된 슬라이스 그룹의 위치와 넓이에 해당하는 부분에 대해 사용자 인터랙션에 의해 후보 ROI가 재 선택될 경우 분배 서버에 의해 선택된 ROI의 현재 해상도보다 상위 수준의 해상도를 표현 할 수 있는 레이어 정보를 추가로 전송하여 ROI의 해상도 자체를 향상시킨다. 현재의 ROI에 대한 재선택을 통해 SNR 스케일러빌리티 향상을 요구하면 선택된 ROI의 CGS 정보를 추가로 전송하여 클라이언트 부분에서 디코딩 작업을 통해서 ROI 부분에 대한 화질이 향상된 영상을 제공하게 된다.

이때 ROI에 대한 SNR 스케일러빌리티 향상 과정에서 사용자는 입력 방식에 의해 다른 영상의 스케일러빌리티 향상을 선택할 수 있다. 현재 ROI의 SNR 스케일러빌리티의 확장과 좀 더 작은 ROI에 대한 공간적인 스케일러빌리티의 확장이 가능하다. 터치 스크린의 터치를 통하여 ROI에 대한 선택을 하게 되면 현재 ROI의 SNR 스케일러빌리티의 확장이 이루어지고 ROI 영역에 대한 재 선택을 하게 되면 현재 ROI보다 한 단계 더 공간적 스케일러빌리티가 이루어지게 된다. QCIF에서 4CIF까지 공간적 스케일러빌리티와 SNR 스케일러빌리티가 향상되게 된다. ROI에 대한 SNR 스케일러빌리티 향상 혹은 공간적 스케일러빌리티 향상과정에서 사용자 인터랙션에 의해 다른 ROI를 선택하면 ROI의 선택은 해지되어 분배 서버는 베이스 레이어 정보만을 클라이언트에 제공하게 되어 QCIF에 의한 전체 영상을 나타내는 SVC 비트 스트림이 클라이언트에 제공된다.

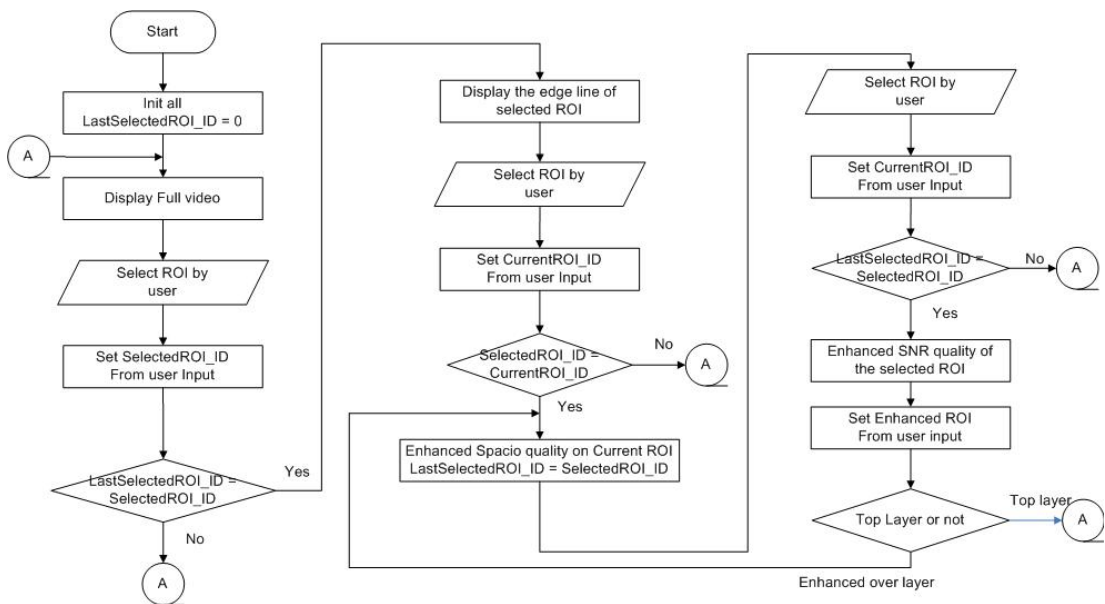


그림 6. 시스템 흐름도

제한된 ROI를 추출하는 과정에서 디스플레이 장치의 해상도에 맞춰 보간법(interpolation)이 아닌 SVC 시스템에 의한 상위 레이어 정보를 제공을 통해 품질의 확장이 이루어짐으로써 좀 더 효율적이고 화질의 향상도 효과적으로 이루어지게 된다.

4. 시스템 구현 및 고찰

우리는 JSVM 1.0을 이용하여 SVC의 다중 ROI를 이용한 인터랙티브 비디오 시스템을 구현했다. 시스템상의 GUI에서는 현재 제공되고 있는 콘텐츠와 공간적, SNR 스케일러빌리티 레이어를 표시해주는 그래프와, 선택된 ROI에 대한 기본적인 위치 정보와 현재 반영되고 있는 사용자의 인터랙션 정보를 제공하는 컨트롤 패널을 보여준다. 즉 사용자가 콘텐츠를 디스플레이 되는 부분에 대해서 사용자가 터치스크린을 클릭할 경우 발생하는 인터랙션에 의해 반영된 시스템 변경 정보를 표시해준다.



그림 7. 사용자 인터랙션이 적용된 방송 시스템

시스템의 유용성 검증에 사용된 입력 테스트 영상은 QCIF, CIF, 4CIF로 구성되었으며 각 레이어는 3 CGS 레이어로 구성되었다. GOP 사이즈는 16으로 제한하였으며 최대 프레임율은 30으로 설정하여서 부호화하였다. 또한 QP 값을 15로 주어서 인코딩하였다. 실험과정에서 인코딩에 사용된 원본 이미지는 다음과 같다.



그림 8. 원본 영상 이미지

그림 8과 같은 원본 영상 이미지를 인코딩 과정에서 ROI 3개를 설정하여 SVC 비트레이트를 생성하였다. 또한 인코딩 과정에서 그림 9와 같이 각각 3개의 ROI를 미리 정의하여

콘텐츠의 소비자가 원본 영상에 대해 스케일러빌리티가 이루어지지 않은 전체 영상의 형태로 소비할 수 있으며 또한 터치스크린에 대한 터치와 같은 사용자 인터랙션 정보의 입력을 통하여 인코딩 과정에서 정의된 3개의 ROI에 대한 스케일러빌리티가 이루어진 영상으로 변환시켜 제공할 수 있다. 또한 ROI의 크기가 다른 이유는 그림 6의 시스템 흐름도에서 나타나듯이 ROI의 스케일러빌리티가 2단계의 스케일러빌리티로 지원이 가능하기 때문에 다른 크기의 ROI로 구성되어있다.



그림 9. 다중 ROI 가 정의된 입력 테스트 영상



그림 10. ROI를 후보 ROI 로 선택된 영상

그림 10은 후보 ROI 로 선택하여서 사용자에게 ROI의 위치 정보를 표시하고 있는 결과 화면을 보여주고 있다.

그림 11은 화면에 대해 공간적 스케일러빌리티 향상의 비교 결과를 보여준다. 동일한 영상에 대해서 각기 다른 공간적 스케일러빌리티에 따라 디코딩된 영상으로 해상도의 확장과 보여줄 수 있는 화면의 넓이 간의 비교 화면이다. 후보 ROI에 대해 사용자가 인터랙션 기능에 의해 스케일러빌리티 확장을 요구하는 경우 선택된 ROI에 대해 그림 11 (a)에서 기본적인 베이스 레이어를 통해 제공되는 해상도보다 높은 해상도를 제공해 주게 된다. 사용자가 선택한 ROI에 대해서 시스템 상에서는 2단계의 스케일러빌리티를 제공해주게 된다. QCIF 사이즈의 원본 영상에 대해서 11 (b)의 CIF에서의 스케일러빌리티와 11 (c)의 4CIF에서의 스케일러빌리티를 제공해주게 된다.

제한된 해상도의 디스플레이 장치에서 특정 부분에 대해 해상도와 화질이 향상된 영상을 제공받겠다는 것은 반대로 제한된 부분에 대한 영상 정보만을 받게 된다는 의미이기도

하다. 그림 12 (a)에서 보이는 3사람의 영상이 12 (c) 같이 특정 부분을 확대함으로써 선택된 ROI 이외의 부분에 대한 정보를 받지 못하는 등의 결과가 생기게 된다. 이를 보완하는 측면에서 너무 세밀한 부분에 대한 정보를 제공받기 전 단계에 전체와 부분의 중간 단계에 해당하는 부분에 대한 스케일러빌리티를 사용자가 선택할 수 있도록 설정하였다. 선택한 특정 부분에 대한 중간 단계 이미지를 제공받으면서 원하는 정보가 아니면 즉시 전체 화면으로 돌아갈 수 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 11. 공간적 스케일러빌리티 향상의 비교. (a) QCIF 사이즈의 영상, (b) CIF 사이즈의 영상, (c) 4CIF 사이즈의 영상

감시 카메라의 경우에서도 특정 인물이 카메라에 나타나서 사용자의 관심도가 변경이 된 상태에서 중간 단계의 스케일러빌리티를 통해서 익숙한 인물인지 혹은 낯선 인물이라서 좀 더 해상도를 확장할지 등의 선택을 하게되는 중간 선택 단계로써 빠른 화면 전환을 통해 유용하게 사용할 수 있다.

PDA나 PMP와 같은 제한된 소비 환경에서는 단말부의 해상도가 제한된 상태에서 얼마만큼의 영상 품질의 향상이 가능한지가 중요하다. 그리고 제한된 단말부를 어떠한 방법으로 얼마만큼 효율적으로 사용하는지의 문제도 중요하다. SVC

에서의 SNR 스케일러빌리티 지원은 상위 레이어 정보 제공을 통해서 영상의 화질을 향상시키게 된다. 그림 12은 이와 같은 SNR 스케일러빌리티 향상 결과를 보여준다. 원본 영상에 대해서 QCIF의 해상도에 해당하는 원본 영상 그림 12 (a) 와 ROI에 해당하는 상위 레이어 정보 전송을 통해서 공간적 스케일러빌리티를 4CIF까지 향상시킨 12 (b)와 상위 레이어 정보와 CGS 정보를 같이 전송하여 공간 해상도와 화질을 동시에 향상시킨 영상 12 (c)이다. 12 (d)는 동일한 176×144 사이즈 영상에 대해서 영상 보간법으로 해당 ROI에 대해서 4CIF 사이즈로 해상도를 증가시킨 영상이다. 12 (b)의 경우 12 (c)와 비교할 때 머리카락 부분의 영상이 블록화 현상으로 인하여 면으로 처리되는 등의 영상의 화질의 차이가 나타난다. 또한 배경의 대각선 빛의 경우 확실히 12 (c)보다 12 (b)의 영상이 블록화 현상이 나타남을 알 수가 있다. 전체적으로 SNR 스케일러빌리티를 향상을 시켰을 때 공간적 스케일러빌리티만 향상시켰을 때보다 미세한 표현 등에 대해서 좀 더 질감이 잘 표현됨을 알 수 있었다.

SVC에서 제공해주는 스케일러빌리티 향상은 영상 보간법을 사용하여서 영상의 해상도를 증가시킨 12 (d)와 비교했을 때 잘 나타난다. 12 (b)와 12 (c)의 이미지 사이에 작은 화질의 차이가 나는 것에 비해서 12 (d)의 경우에는 확연한 화질의 차이가 나타남을 알 수가 있다. 12 (d)에서 사용한 영상 보간법이란 QCIF의 영상에 대해서 4CIF로 증가할 경우 해상도가 4배로 증가됨으로써 증가된 픽셀 사이에 해당하는 정보에 대해서 픽셀 사이의 정보를 선형 보간법(Bilinear Transformation)이나 인접 화소 보간법(Nearest neighbor interpolation) 등의 방법을 사용한다. 12 (d)와 같이 영상에서의 곡선에 해당하는 사람의 얼굴 윤곽선과 같은 부분에는 심한 블록 현상이 나타나서 얼굴을 알아보기 힘들 정도의 화질이 제공되게 된다. 이처럼 공간적 스케일러빌리티의 향상으로 인해 심한 화질의 저하가 나타나게 되면 공간적 스케일러빌리티의 향상이 이루어진다고 하더라도 영상에 대한 만족도는 저하된다. 그러나 SVC의 경우에는 공간적인 스케일러빌리티의 증가가 이루어짐에도 화질의 증가를 뒷받침된다. QCIF의 영상을 제공하다가 4CIF의 영상을 제공하게 되더라도 재 인코딩의 과정이 필요 없이 클라이언트부분에서의 재인코딩 과정만 거치면 되기 때문에 재인코딩 시에 걸리는 시간 손실이 없으면서 영상의 화질만 향상시킨 결과가 나타났다.

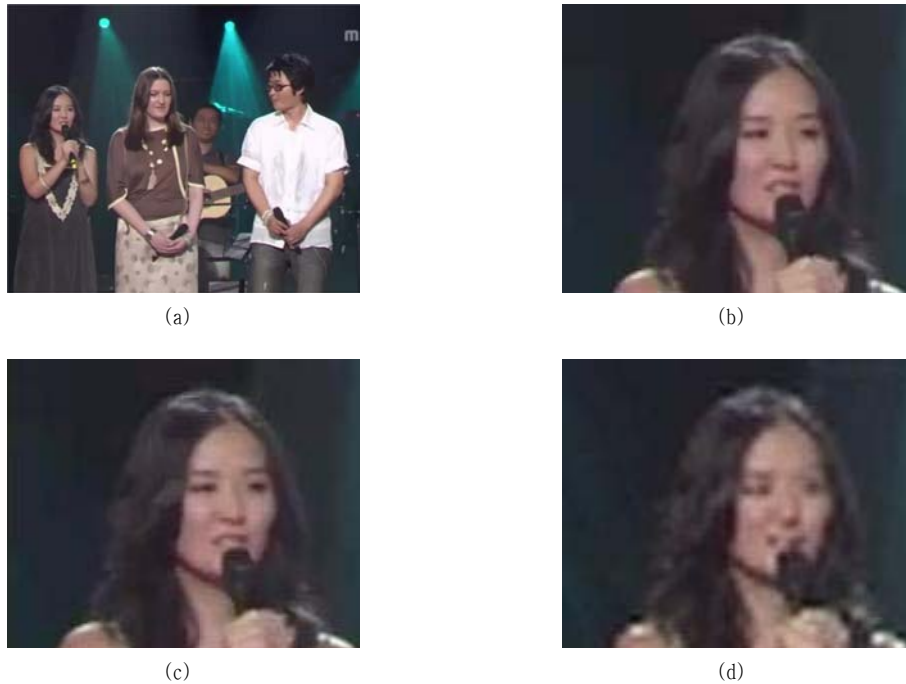


그림 12. 해상도 확장 결과 비교, (a) 인코딩 과정에서 사용된 원본 영상, (b) ROI 공간적 스케일러빌리티 확장, (c) ROI 1 CGS 스케일러빌리티 확장, (d) ROI 1에 대해 영상 보간법에 의해 공간 해상도를 높인 영상

표 1. 영상의 PSNR 비교

	PSNR
공간적 스케일러빌리티 확장	38.78
SNR +공간적 스케일러빌리티 확장	40.01
영상 보간법 적용 영상	32.92

표 1은 영상에 대한 PSNR 테스트의 결과이다. ROI에 대해서 4CIF 로 공간적 스케일러빌리티와, SNR 스케일러빌리티 확장을 추가한 영상, 영상 보간법을 적용한 영상 3가지에 대한 PSNR 테스트를 한 결과이다. 영상 보간법을 적용한 영상에 비해 SVC 스케일러빌리티를 적용한 영상의 PSNR 값이 더 높게 나왔다. 영상에 대한 객관적인 PSNR 값의 비교에서도 영상 보간법을 적용한 영상과 SVC 스케일러빌리티를 적용한 영상의 화질 비교 결과 스케일러빌리티를 적용한 영상의 화질이 좋게 나왔다. 특히 공간적 스케일러빌리티 확장만 한 영상과 SNR 스케일러빌리티 확장을 같이 한 영상의 PSNR 값의 비교 결과 SNR 스케일러빌리티 확장을 같이 한 영상의 PSNR 값이 더 높게 나옴을 알 수가 있었다.

이러한 객관적인 품질 테스트 이외에도 비디오 영상 품질에 대한 사전 지식이 없는 10명을 대상으로 주관적인 품질 테스트를 하였다. DSCQS(Double Stimulus Continuous Quality Scale method in ITU-R BT500) 방식을 기초로 하여 사용자 테스트를 하였으며 주관적 품질의 값은 ACR(Absolute Category Rating)에 기반으로 하여 아주 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 아주 나쁨 의 5단계로 구분하여 총 10점 기준으로 주관적 품질 평가를 하였다. 사용자의 인터랙

션이 반영되지 않는 비디오 소비 시스템에 대한 사용자 품질 평가와 동일한 시스템에 대하여 사용자가 선택한 ROI에 대해 스케일러빌리티가 반영되는 방법에 대한 만족도를 테스트를 하였다. 그 결과 다음과 같은 주관적 품질 평가 값을 얻을 수 있었다. 그림 13과 같이 사용자의 인터랙션이 반영되는 경우가 동일한 사이즈의 디스플레이 장치를 사용하였음에도 시스템에 대한 사용자의 만족도가 높음을 알 수 있었다.

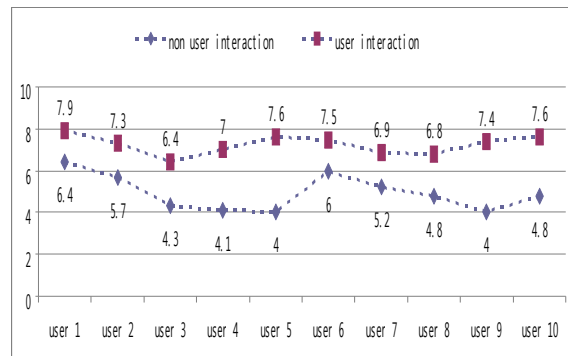


그림 13. 테스트 베드에 대한 주관적 품질 비교

그러나 이처럼 영상의 ROI에 대한 품질 확장의 결과 주관적, 객관적 평가의 결과가 좋다고 하더라도 원본 QCIF 사이즈의 영상보다 품질 향상을 한 영상의 비트레이트값이 심하게 높게 된다면 실생활에서 적용이 불가능한 비효율적인 시스템이 될 것이다. 따라서 ROI에 대한 품질 향상이 이루어진 영상에 대한 비트레이트를 측정하였다. 표 2는 영상의 비트레이트를 측정된 결과다.

표 2. 영상의 비트레이트 비교

	비트레이트 (kbit/s)
QCIF (176×144 해상도)	54.47
4CIF 공간적 스케일러빌리티 확장 (ROI 1 176×144 부분 한정)	62.36
4CIF SNR 와 공간적 스케일러빌리티 확장 (ROI 1 176×144 부분 한정)	99.72
영상 보간법 적용 영상 (ROI 1 176×144 부분 한정)	3.40

품질의 증가가 이루어지지 않은 QCIF 사이즈의 영상의 비트레이트와 비교할 때 SVC 스케일러빌리티의 ROI의 176×144 해상도에 해당하는 부분에 대한 비트레이트의 값은 많이 차이나지 않았다. 영상 보간법 적용 영상의 값이 작은 이유는 별도의 방법이 아닌 보간법에 의해 영상의 해상도를 확장하기 때문에 176×144 해상도의 QCIF 의 영상의 ROI 1에 해당하는 44×36 사이즈의 영상 정보만 전송하기 때문에 비트레이트가 작은 값이 나오게 된다.

본 논문에서 제안된 시스템에서는 스케일러빌리티에 의한 품질 확장이 이루어진 이후에도 사용자 인터렉션에 의해 선택된 ROI에 대한 부분만 전송을 받기 때문에 원본 QCIF 사이즈의 영상에 비해서 비트레이트 값이 많은 차이가 나지 않음을 알 수가 있다. 사용자 인터렉션 정보를 이용해서 품질의 해상도 확장이 필요한 부분에 대해서만 전송하여 클라이언트 부분에서 디코딩을 하는 구조상 전체적으로 네트워크와 단말부에 대해서 효과적인 비디오 영상의 소비가 이루어지게 되었다.

표 2에서 알 수 있듯이 ROI 1 부분에 대한 공간적 스케일러빌리티가 확장이 된 이후에도 ROI 1에 해당하는 부분에 대해서만 전송이 이루어지기 때문에 결과적으로 QCIF의 화질로 서비스를 제공 받을 때와 많은 차이가 나지 않는다. 제한된 화면 해상도에서 사용자의 인터렉션 정보를 사용하여 사용자가 관심을 가지고 있는 부분에 대한 공간적인 해상도 향상이 이루어지는 것은 콘텐츠를 소비하는 소비자 입장에서 효과적이게 된다.

모바일 단말기와 같이 제한된 상황에서 상위 스케일러빌리티로 품질의 확장이 이루어지는 경우에도 너무 많은 ROI를 선언하게 되는 경우에는 ROI를 하나만 선언한 경우에 비해서 비트레이트가 증가할 수 있다.

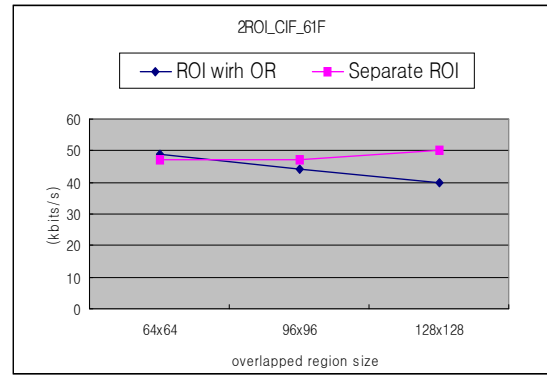


그림 14. ROI 2개 가 각기 다른 사이즈의 겹침 부분을 가졌을 때의 비트레이트들의 변화

제한된 화면 내에 많은 ROI를 선언할 때 영상의 비트레이트 증가 문제에 대해서는 JSVM 시스템에서 ROI가 겹치는 부분(overlapped region)에 의해서 고려되고 있음을 알 수 있다. JSVM에서는 겹치는 부분을 따로 ID를 할당하여 계산하기 때문에 중복되는 부분에 대해서 최대한의 효율을 나타내도록 처리하고 있다. 그림 14와 같이 전체 비트레이트에서 ROI에 추가에 의해서 비트레이트가 늘어나지 않고 겹치는 ROI의 사이즈가 넓어 질 경우에는 오히려 비트레이트 값이 줄어들음을 알 수 있다.

CIF 사이즈의 영상에 ROI 2개를 정의하여서 비트레이트를 비교한 결과 ROI가 겹치는 영역이 늘어날수록 전체의 비트레이트는 같거나 감소함을 알 수가 있다. 즉 JSVM 자체가 겹치는 부분에 대해서 따로 처리하기 때문에 효율적인 비트레이트의 사용이 가능하게 된다. 또한 매크로 블록의 집합인 ROI의 특성상 모바일 단말기에 적용되는 QCIF 사이즈 영상의 경우 11×9 개의 매크로 블록으로 이루어졌기 때문에 전체 영상에 대해서 겹침이 안 이루어진다는 상태라면 최대의 개수로 ROI를 배치하여도 최대 16개로 제한된다. 또한 사용자 테스트를 통해 주로 사용자의 관심 영역이 되는 부분을 중심으로 ROI를 배치하게 된다면 ROI 수가 증가함으로써 시스템의 효율이 급격하게 떨어지지 않음을 알 수가 있다.

5. 결론

본 논문은 사용자 인터렉션 기능을 이용한 SVC 다중 ROI 비디오 소비 시스템을 제안했다. 비디오 소비 시스템의 스케일러빌리티 과정에 사용자 인터렉션 정보를 적용함으로써, 콘텐츠의 소비 주체와 시스템간의 쌍방향 제어 수단을 제시함으로써, 이를 기반으로 다중 ROI에 대한 선택 과정과 확장할 품질의 수준을 콘텐츠 소비자에 의해 선택하는 방법을 제시한 것이다. 사용자의 인터렉션을 이용한 서비스는 좀 더 사용자 친화적인 비디오 소비환경을 제공할 수 있음을 확인할 수 있었다.

예를 들어, 감시 카메라를 통해서 감시 영상을 전송 받을 때, 실시간으로 전송되는 비디오 영상에서 어느 방향에서 어떤 속도로 사람이 나타날지를 예상할 수 없으며 또한 동시에 2명 이상의 사람이 나타날 수도 있다. 이럴 경우 동일한 사용자 단말과 네트워크 상태에 대해서 관심 있는 ROI에 대해서 품질이 확장된 영상을 제공받게 되어 원하는 부분에 대해서 정확한 품질의 향상이 이루어 질 수가 있게 된다. 사용자의 인터랙션 정보를 반영하는 비디오 시스템은 사용자와 시스템 모두에게 이익을 제공할 것으로 기대되며 또한 매우 실용적일 것으로 예상된다.

SVC의 다중 ROI를 이용한 비디오 소비 시스템의 유용성을 입증하기 위해서 다중 ROI를 가지는 테스트 베드를 구현하였고, SVC의 다중 ROI 에 적용함에 있어서 JSVM 1.0을 사용하였다. 실험을 통해, 제안된 비디오 소비 시스템과 서비스들은 보다 사용자 중심이고 좀 더 사용자에게 큰 편의를 제공하는 새로운 비디오 소비 환경을 제공하는 것으로 결론 지을 수 있다.

이러한 결과들과 성과에도 불구하고, 여전히 동적인 오브젝트 등에 대한 선택이나 오브젝트의 빠른 이동 등에 대한 고려 등 보다 많은 연구가 요구되고 이러한 부분은 향후 과제들을 통해서 해결될 것이다.

참고문헌

[1] Mark Wieser, "The computer for the 21st Century", Scientific American, pp. 94~104, 1991.

[2] A. Vetro, H. Sun, and Y. Wang, "Object-Based Transcoding for Adaptable Video Content Delivery", IEEE, Trans. Circuits Syst. Video Technol, vol. 11, pp. 387-401, 2001.

[3] J. Reichel, H. Schwarz and M. Wien, "Joint Scalable Video Model (JSVM) 1.0 Reference Encoding Algorithm Description", ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG11 N6899, 2005.

[4] ITU-T Rec. & ISO/IEC 14496-10 AVC, "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services", version, 2005.

[5] ITU-T and ISO/IEC JTC1, "Scalable Video Coding - Working Draft1", N9601, 2005.

[6] Iain E.G Richardson, H.264 and MPEG-4 Video Compression, Wiley List Price, 2003.

[7] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, "Joint Scalable Video Model (JSVM) 1.0 Reference Encoding Algorithm Description", N6899, 2005.

[8] Hendrik Knoche, John D. McCarthy, M. Angela Sasse, "Can Small Be Beautiful? Assessing Image Size Requirements for Mobile TV", ACM Multimedia

2005, pp.6-12.

[9] "Scalable Video Coding Applications and Requirements", N6880, Hongkong, 2005.

[10] MiSuk Seo, ByoungChul Ko, Hong Chung, Jae Yeal Nam, "ROI-Based Medical Image Retrieval Using Human-Perception and MPEG-7 Visual Descriptors", CIVR 2006, pp.231-240.

[11] Keewon Seo and Changick Kim, "A Context-Aware Video Display Scheme for Mobile Devices", in Proc. SPIE Vol.6074, pp.278-287, 2006.

[12] Seungji Yang, Kyong Sok Seo, Yong Man Ro, Sang-Kyun Kim, Ji-Yeon Kim, Yang Suk Seo, "User-centric Digital Home Photo Album", ISCE2005, pp.226-229

[13] Chang E, Wang YF, Zhao F, "Adaptive visual object surveillance with continuously moving panning camera," eds. Proc. of the ACM VSSN 2004, New York. pp.29-38.

[14] Y. J. Jung, Y. S. Kim, D. Y. Kim, Y. M. Ro, J.-G. Kim, J. Hong, "Analysis of Human Perception for Semantic Concept-based Video Transcoding", in Proc. International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT 2005), Jeju Island, Korea, 2005.

[15] T. C. Thang, Y. J. Jung, Y. M. Ro, "Modality conversion in content adaptation for Universal multimedia access", Int. Conf. on Imaging Science, Systems, and Technology, Nevada, US, 2003.

[16] Solso, R.L, Cognition & the Visual Art, MIT Press, 1996.

[17] Kantowitz, B.H, "The role of human information processing models in system development", Proceedings of the Human Factors Society 33rd Annual Meeting. Santa Monica, CA: Human Factors Society, pp.1059-1063.

[18] Toshiya Yamada, Jun Shingu, Elizabeth F. Churchill, Les Nelson, Jonathan Helfman, Paul Murphy, "Who cares?: reflecting who is reading what on distributed community bulletin boards", UIST 2004, pp.109-118.

[19] Tae Meon Bae, Truong Cong Thang, Duck Yeon Kim, Yong Man Ro, Jung Won Kang, and Jae Gon Kim, "Multiple Region-of-Interest Support in Scalable Video Coding", ETRI Journal, vol.28, no.2, pp.239-242, 2006.



최정화

1999년 3월 ~ 2004년 2월 아주대학교 미디어학부 졸업(미디어학사). 1999년 3월 ~ 2004년 2월 아주대 학교 정보 및 컴퓨터 공학부 졸업(공학사). 2004년 4월 ~ 2004년 8월 NC soft game designer. 2004년 9월 ~ 2007년 6월 한국정보통신대학교 Digital Media lab 졸업(공학석사). 2007년 8월 ~ 현재 한국정보통신대학교 박사과정. 관심분야는 HCI, 멀티미디어.



배태면

1992년 3월 ~ 1996년 2월 경북대학교 전자공학부 졸업(공학사). 1996년 3월 ~ 1998년 2월 경북대학교 전자공학부 졸업(공학석사). 1998년 3월 ~ 2000년 8월 경북대학교 전자공학부 수료 2000년 9월 ~ 2001년 3월 Togabi 연구원. 2001년 3월 ~ 현재 조폐공사. 관심분야는 MPEG-7.



노용만

1981년 3월 ~ 1985년 2월 연세대학교 전자공학부 졸업(공학사). 1985년 3월 ~ 1987년 2월 한국과학기술원 전자공학부 졸업(공학석사). 1987년 3월 ~ 1992년 2월 한국과학기술원 전자공학부 졸업(공학박사) 1992년 3월 ~ 1995년 Dept. of Radiological Sciences, University of California. Irvine 초빙연구원. 1996년 Dept. of Electrical Eng. and Computer Science. University of California. Berkeley 연구원. 1997년 ~ 현재 한국정보통신대학교 공학부 교수. 관심분야는 이미지/비디오 처리 및 분석, MPEG-7, 특정 인식, 이미지/비디오 인덱싱.