

다시점 비디오 부호화 기술

□ 박시내, 심동규 / 광운대학교 컴퓨터공학과

I. 서론

기존의 아날로그 TV 시대에서 디지털 TV 시대로의 전환 이후, 디지털 멀티미디어 기술은 급속도로 발전하고 있다. 최근 이러한 디지털 멀티미디어 기술의 발전과 네트워크, 통신 등과 같은 전송 기술의 발전에 힘입어 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 다양한 방법으로 제공받을 수 있게 되었다. 현재 우리나라에서는 고품질의 영상 방송인 HDTV 서비스가 제공되고 있어, 각 가정에서는 대화면의 고품질 영상을 쉽게 접할 수 있다. 뿐만 아니라, 위성을 사용한 S-DMB와 지상파를 이용하는 T-DMB 서비스가 제공되고 있어 이동 중에도 휴대 전화와 같은 모바일 단말기를 통해 어디서나 영상 서비스를 제공받을 수 있다. 최근에는 IP기반 통신 망을 통한 멀티미디어 서비스인 IPTV서비스가 본격화되었다. 그러나, 지금까지 이러한 디지털 멀티미디어 서비스들은 이차

원 평면의 한 시점 영상만을 사용하고 있다. 최근 들어, 3차원 비디오나 자유 시점 비디오 서비스를 위한 다시점 비디오 처리에 대한 기술이 대두되어, 전 세계적으로 다시점 비디오 처리에 관한 연구가 진행되고 있다.

다시점 비디오 (Multiview video)는 한 대 이상의 카메라를 통해 동 시간대에 다양한 시점에서 촬영된 영상들로, 사용자는 이러한 다시점 비디오를 통해 보다 현장감 있고, 실감나는 영상서비스를 제공받을 수 있게 된다 [1][2]. 예를 들어, 최근에 개발된 다시점 입체 디스플레이를 사용할 경우, 여러 시점에서 3차원 입체 영상을 즐길 수 있다. 또한, 다시점 영상 중에 임의의 시점을 자유롭게 선택하는 자유 시점 비디오 서비스도 가능할 것이다. 또한, 다시점 비디오 기술의 한 분야인 파노라믹 영상기술은 이미 우주/항공 사진학, 컴퓨터 비전, 컴퓨터 그래픽스 분야에서 연구되어, 항공 사진의 해석, 비디오 압축 및 영상 변화 감지를 이용한 보

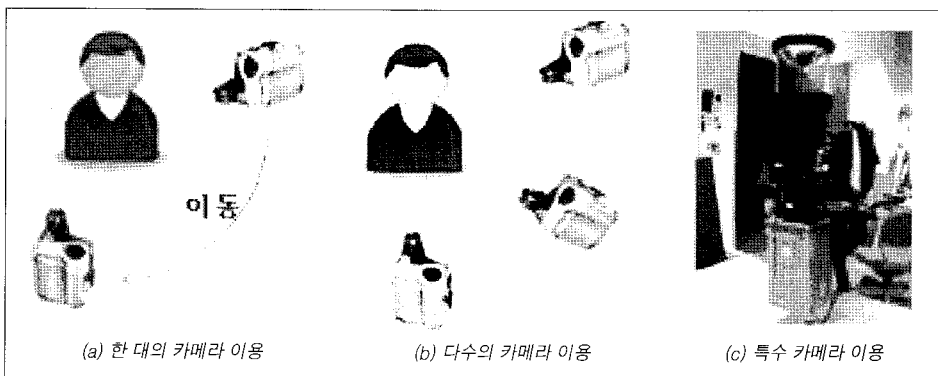
안 시스템 등의 전문 분야에서뿐만 아니라, 주변에서 흔히 볼 수 있는 디지털 카메라나 캠코더의 한 기능으로도 적용되어 우리 주변에서 손쉽게 이용할 수 있는 서비스로 제공되고 있다. 이러한 다시점 비디오의 입력, 처리 및 출력 기술을 바탕으로 한 다양한 서비스를 위해서는 영상을 부호화하는 방법에 대한 연구도 필요할 것이다. 이러한 다시점 비디오의 압축 전송을 위하여, 촬영 카메라의 기하학적인 특징을 이용하여 촬영된 영상을 교정하고, 이를 부호화 한 후에 송신하며, 수신단에서는 영상들의 공간적인 특징을 이용하여, 영상을 복원한 후 다양한 비디오 서비스에 따라 복원된 영상을 표현할 것이다. 이러한 다시점 비디오의 부호화를 위해 최근 MPEG (Moving Picture Experts Group) 과 ITU-T가 공동으로 조직한 JVT (Joint Video Team) 에서는 표준화를 진행하였다 [1][2]. 표준화 초기 단계에서는 부호화 효율과 관련된 기술 위주로 연구가 진행되었으나, 최근 서비스의 실용화를 위하여 프로파일과 시스템 구성 시 필요한 기술들을 고려하여 고수준 신택스를 완성하였다. 본 기고에서는 다시점 비디오의 기본적인 이론에 대해 설명하고, 최근 진행되어진 표준화 기술의 소개를 통해, 다시점 비디오 부호화 기술의 기초 기술에 대해 살펴보도록 한다.

II. 다시점 비디오

다시점 비디오 처리 기술은 한 대의 카메라를 통해 영상을 입력받아 처리하는 기존의 비디오 처리 기술과 달리, 여러 대의 카메라를 통해 동시에 영상을 입력받기 때문에 입력 방법 및 처리기술에 있어서 고유의 특징을 가진다. 본 장에서는 다시점 영상 획득 방법, 영상 처리 및 압축, 그리고 디스플레이 방법을 살펴보도록 한다.

1. 영상 획득

다시점 영상의 획득방법으로는 한 대의 카메라를 이용하여 카메라를 이동하면서 촬영하거나, 여러 대의 카메라를 다양한 위치에 배치한 후에 이들을 이용하여 촬영할 수도 있다. 또한, 제한된 시점을 가지는 일반적인 카메라가 아니라, 다시점 영상의 취득을 위한 특수 카메라를 통해 한꺼번에 여러 방향의 영상을 획득할 수도 있다. <그림 1>은 다시점 영상을 획득하는 다양한 방법을 보여주는 그림이다. <그림 1 (a)>는 한 대의 카메라를 가지고 카메라의 이동을 통해 다양한 시점의 영상을 입력받는 방법, <그림



<그림 1> 다시점 영상 획득 방법

1 (b)>는 여러 대의 카메라를 동시에 이용하여 다시점의 영상을 입력받는 방법, 그리고, <그림 1 (c)>는 전 시점 영상의 획득이 가능한 특수 카메라로 볼록한 형태의 반사경을 통해 입력된 영상을 촬영함으로써 전 방향 영상의 획득이 가능한 장비를 이용한 방법을 보여준다.

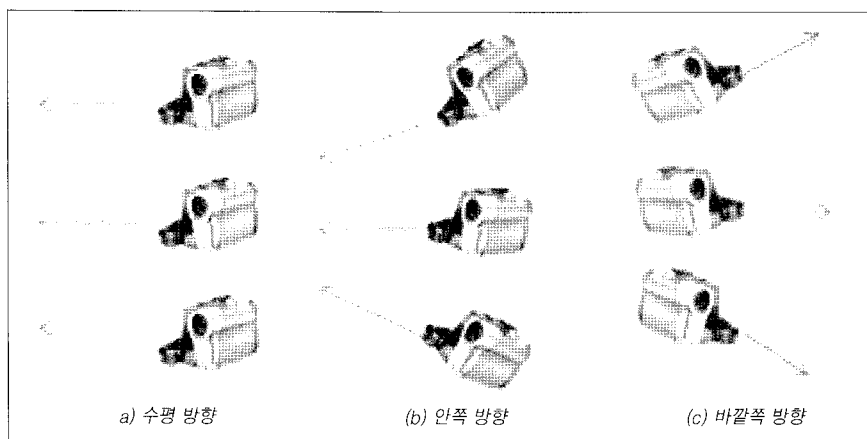
<그림 1(b)>와 같이 여러 대의 카메라로 여러 시점의 영상을 획득하는 경우 카메라의 배치에 따라 획득되는 영상에 차이가 있다. 그림 2는 다양한 카메라의 배치 형태를 보여준다. 그림의 화살표는 카메라의 초점 방향을 나타내는 것으로, 그림 2(a)는 모든 카메라의 광축이 평행한 경우, 그림 2(b)는 카메라의 광축이 중앙의 한 점으로 모이는 경우, 그리고, 그림 2(c)는 카메라의 광축이 안쪽의 한 점에서 바깥으로 퍼지는 경우를 나타낸다.

2. 다시점 비디오 처리 및 부호화 기술

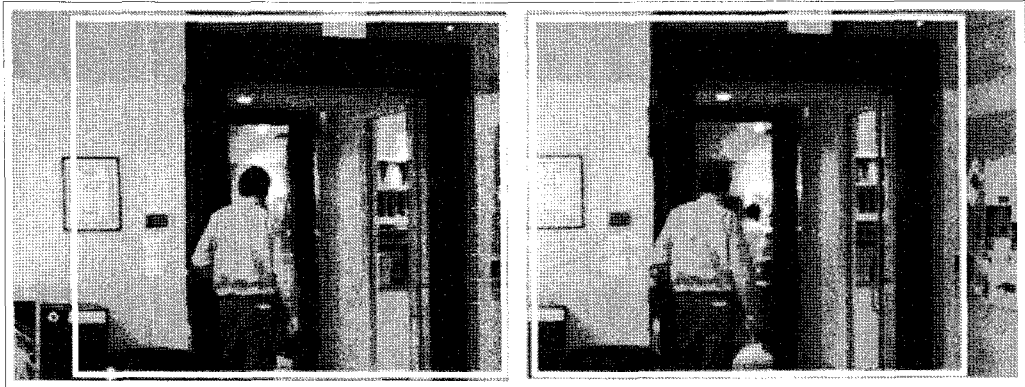
다시점 비디오를 이용한 응용으로는 대표적으로 파노라마 기술, 자유 시점 비디오 기술, 3차원 입체

비디오 기술이 있다.

파노라마 기술은 다시점 비디오를 하나의 영상으로 합성하는 기술로, 카메라 파라미터 예측과 이에 따른 영상 변환 및 합성 기술을 필요로 한다. 자유 시점 비디오 기술은 다시점 비디오에서 임의의 시점의 비디오를 합성해 내는 기술이다. 이 기술에서도 인접한 비디오로 취득한 영상의 카메라 파라미터를 바탕으로 영상을 분석하여 합성하는 기술이 필요하다. 3차원 입체 비디오 기술은 다시점 비디오를 이용하여 다시점 입체 비디오 서비스 응용 기술이다. 이 응용 서비스를 위해서는 다시점 비디오의 변환 기술이 요구된다. 또한, 서비스 확산을 위해서는 다시점 대용량 데이터의 효과적인 압축이 필요하다. 한 대 혹은 여러 대의 카메라를 통해 획득된 다시점 영상을 부호화하기 위해서는, 여러 시점 영상 사이의 공통된 부분을 찾는 것이 매우 중요하다. 특히, 비디오 부호화에 있어서는 영상간의 중복성 제거가 압축 효율에 큰 영향을 주는데, 다시점 영상의 경우 동 시간대에 다른 위치에서 촬영했기 때문에 시점 간에 공간적인 중복성을 가지는 특징이 있다. <그림 3>은 다



<그림 2> 다시점 영상을 위한 다양한 카메라 배치와 광축 방향



〈그림 3〉 다시점 영상의 시점간 중복성

시점 영상의 시점 간 중복성을 보여준다. <그림 3>은 MVC 표준에서 사용하는 "Exit" 영상으로, 흰색 실선으로 표시된 부분에서 대부분의 영역이 시점 간 중복성을 가지게 된 것을 보여준다.

그러나, 디지털 영상처리 분야에서 이러한 공간적인 중복성을 찾는 것은 사람의 눈으로 보이는 것만큼 쉽지 않다. 실제 촬영에 사용한 카메라의 내부 파라미터들이 카메라마다 다르게 되고, 또한, 촬영방식에 따라서 기하학적인 특징 또한 달라지게 되는데 이러한 요인들은 촬영된 영상에 왜곡으로 발생하게 된다. 이러한 왜곡을 처리하기 위한 다양한 방법 들 또한 표준화에서 연구되어지고 있다.

3. 다시점 영상 디스플레이 기술

다시점 비디오를 디스플레이하는 기술은 다시점 비디오 응용과 관련이 있다. 사용자가 다양한 시점의 영상들을 이용하여 본인이 제공받고자 하는 시점의 영상을 선택할 수 있도록 하여, 사용자에게 시점의 자유를 허락하는 기술 (Free viewpoint)로 사용자는 높은 현장감과 실재감을 느낄 수 있다. 자유 시

점 비디오 디스플레이 기술은 차세대 핵심 기술로 발전하게 될 것이다. 자유 시점 비디오는 서버와 단말기 장치 사이의 양방향 통신을 통하여 이루어지거나, 수신 측에서 모든 시점 비디오를 수신하여, 이를 단말 장치에서 합성하는 방법을 사용할 수 있다.

다른 응용 예로, 여러 시점의 영상을 하나의 입체 디스플레이 장치에서 동시에 제공하여 사용자의 위치에 따라 다양한 시점의 3차원 입체 영상을 제공할 수 있도록 하는 다시점 입체 비디오 디스플레이 장치이다. 이러한 기술은 디스플레이 장치의 광학 기술과 관련이 많다. 다시점 입체 비디오 디스플레이 장치는 기존의 입체 디스플레이 장치가 제약된 시점에서만 입체로 출력하는 문제점을 해결할 수 있어, 최근 많은 회사들이 다시점 입체 디스플레이 장치 개발에 몰두하고 있다.

III. 다시점 비디오 부호화 기술의 표준화 동향

다시점 비디오 부호화 기술의 표준화는 현재

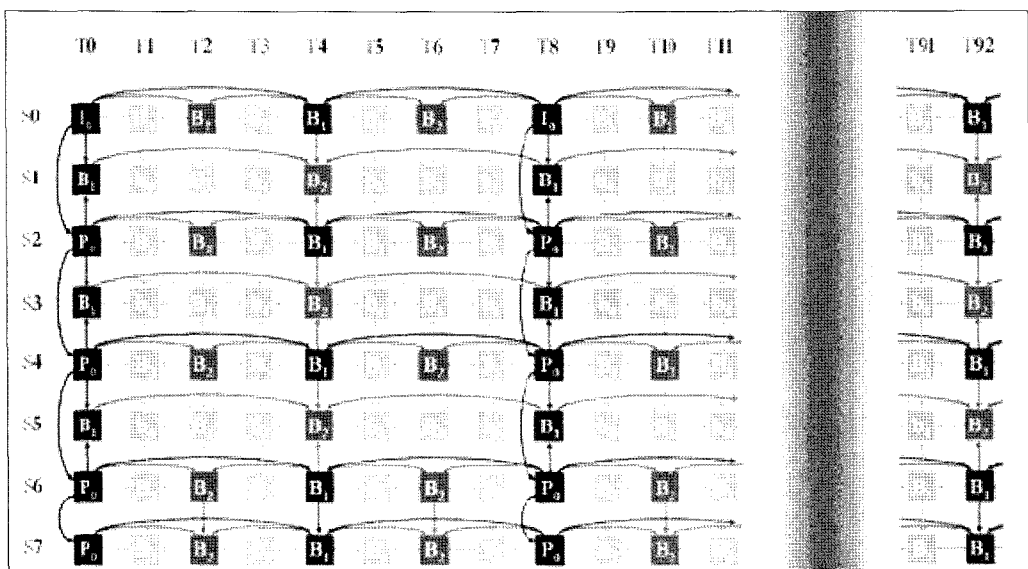
ISO/IEC MPEG와 ITU-T VCEG의 비디오 관련 전문가들이 함께 구성한 JVT에서 진행되고 있다. 다시점 비디오 부호화 기술의 표준화는 2005년 MPEG에서 부호화 알고리즘에 대한 표준화가 진행되다가, 2006년 7월부터 JVT에서 표준화를 진행하고 있다. 이후 다시점 비디오 부호화 기술은 다시점을 위한 비디오 압축 성능을 향상시킬 수 있는 기술 위주로 진행되었으나, 단순히 압축 성능을 향상시키는 방법만으로는 원활한 다시점 비디오 서비스를 제공할 수 없다는 의견 속에서 여러 가지 제약사항이 제기되었다. 최근 이러한 문제의 해결을 위해 FTV (Free view-point TV) 표준화의 필요성이 요구되었고, 현재 3차원 TV 서비스를 위한 표준화는 FTV를 중심으로 진행되고 있다. 본 장에서는 다시점 비디오의 요구 사항과 현재 다시점 부호화에서 사용하는 참조 소프트웨어 그리고 다시점 비디오 부호화 표준화의 핵심 기술에 대해 살펴보고자 한다.

1. 다시점 비디오 실험 환경

현재 표준화에서 권고하는 실험영상은 총 8개로 각각 카메라의 구성, 초당 프레임 수, 영상의 해상도, 카메라의 움직임 등을 달리하여 선정된 것이다. 표준화에서 제안하고자 하는 알고리즘은 권고하는 영상전체에 대한 부호화가 가능해야 하며 이때 부호화 양자화 계수 또한 표준화에서 권고하는 규격 값을 따라야 한다. 참고문헌 [3]에는 이에 대한 사항이 명확하게 제시되어 있다.

2. 다시점 비디오 부호화 참조 소프트웨어[4]

2005년 10월 다시점 비디오 부호화에 대한 참조 소프트웨어로 Fraunhofer-HHI의 알고리즘이 선정되었다. 이는 JSVM (Joint Scalable Video Model) 3.5를 기반으로 한 것으로, 압축의 효율을 높이기 위



〈그림 4〉 다시점 비디오 부호화 참조 소프트웨어의 참조구조

한 방법으로 계층적 B 참조 구조와 시점 간 참조가 가능한 구조를 갖는다. <그림 4>는 부호화 참조 소프트웨어의 참조 구조를 나타낸다.

이후 MVC 표준화의 정기적인 회의를 통해 표준화가 진행되면서 MVC를 위해 새로운 참조 소프트웨어 모델인 JMVM (Joint Multi-view Video Model)이 제시되었으며, 이를 통해 연구 개발이 진행되고 있다. MVC 참조 소프트웨어는 <그림 4>에서 보이는 것처럼 복잡한 참조 구조를 통해 부호화 효율은 향상시킬 수 있었으나, 이로 인해 부호화 복잡도가 높아지게 되어 기술의 실용화에 있어 커다란 문제를 가지게 되었다.

3. 다시점 비디오 부호화 표준화 기술

다시점 비디오 부호화 기술에 대한 표준화가 진행되면서 많은 관련 기술이 제안되었으나, 현재까지 완료된 JD (Joint Draft)에는 H.264/AVC의 구조를 최소로 변경하는 방법으로 MVC 표준을 진행하고 있다. 현재 MVC 참조 소프트웨어는 H.264/AVC를 바탕으로 하여, 매크로블록 단위의 처리 알고리즘을 그대로 사용하며 추가적으로 영상 참조 구조와 하이 레벨 선택스만을 정의하고 있다. 본 본문에서는 JD에 채택되지는 못했지만, MVC의 부호화 성능을 향상시키는 기술에 대하여 살펴본다.

1) 조명 보상 기술

다시점 비디오는 카메라의 위치, 카메라 내부 파라미터의 차이, 촬영 당시의 조명 조건 등에 따라 각 시점 영상 사이의 조명 차이가 생기게 된다. 이러한 차이는 시점 간 중복성 제거의 효율성을 떨어뜨리게 되는데, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 다양한 조명 보상 기술이 제안되었다. 그 중 가장 부호화 효

율에 있어 우수한 성능을 보인 ETRI/세종대와 Thomson/USC가 공동으로 제안한 매크로블록 기반의 조명보상기술[4]이 JMVM 2.0에 구현되었다. 이 방법은 움직임 예측/보상 과정에서 매크로블록 단위로 조명을 보상해 주는 방법 (Illumination change adaptive motion compensation)으로 기존의 다양한 매크로블록 모드에 조명 보상 기반의 16×16 예측 모드를 추가함으로써, 율-왜곡 최적화 (RDO) 관점에서 현재 매크로블록에 대한 최적의 모드를 찾는 방법이다.

2) 움직임 생략 모드

다시점 비디오는 동 시간의 장면을 여러 대의 카메라로 찍은 것이므로 인접 시점 간의 시간적 상관도가 높다. 움직임 생략 모드는 이러한 특징을 고려하여 이전에 부호화된 인접 시점의 움직임 정보를 이용하여 부호화 효율을 높이는 방법[4]이다. 인접 시점과 현재 시점의 코딩 블록의 영상 움직임 정보가 같은 경우 이를 움직임 생략 모드로 표시하고 움직임 정보를 공유하게 된다. 영상의 부호화시 P나 B 픽처의 경우 움직임 정보가 차지하는 비율이 높고 특히 현재의 다시점 비디오 부호화 참조 소프트웨어는 영상이 대부분 P나 B 프레임으로 부호화되기 때문에 이를 통해 부호화 효율이 향상되었다.

3) 적응적 참조 화면 필터링

다시점 비디오 부호화에서는 여러 대의 카메라를 이용하여 동시에 촬영한 영상을 입력 영상으로 이용하는데, 이때 촬영하는 카메라의 초점에 따라 인접한 시점의 두 카메라 간의 초점이 맞지 않는 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어 1번 카메라는 초점이 배경에 있고 2번 카메라는 초점이 전경에 있는 경우 두 시점 사이의 상관도가 떨어지게 되고, 그렇게 되

면 시점간 중복성이 감소되어 부호화 효율이 떨어지게 된다. 적응적 참조 화면 필터링 방법[5]은 이러한 카메라의 기하학적인 문제를 보정하여 인접한 시점의 영상이 동일한 초점에서 촬영된 것처럼 필터링을 통해 보정한 후에 부호화함으로써 부호화 효율을 높이는 방법이다. 이 방법을 위해서는 영상의 전경과 배경의 분리가 필요하게 되는데 이는 영상의 깊이 정보를 이용하여 수행된다. 제안된 방법에서는 영상의 깊이 정보를 통해 영상을 크게 3개의 영역으로 분리한 후에 각각의 영역에 대한 알맞은 필터를 설계한다. 이러한 필터를 영상에 적용함으로써, 시점간의 상관도를 높여 부호화를 수행한다.

4) 시점 간 보간을 통한 중간 영상 생성

다시점 영상을 통해 FTV 서비스를 사용자에게 제공하기 위해서는 많은 시점의 영상에 대한 부호화 및 복호화 과정이 요구된다. 이때 복잡한 참조 구조를 통해 아주 효율적인 부호화가 가능하더라도, 제한된 대역폭 내에서 여러 시점의 많은 영상 데이터를 전송하는 것은 쉽지 않다. 시점간 보간을 통한 중간 영상 생성 방법은 부호화 시 모든 시점의 영상을 부호화 하여 전송하는 것이 아니라 일부 시점의 영상만을 전송하고 수신 단에서 수신된 제한된 시점의 영상을 이용하여 시점 간 중간 영상을 생성하는 것이다. 이 방법은 복호화 단에서의 복잡도를 증가시키고, 보간 방법에 따라 생성된 중간영상의 화질

이 좋지 않다는 문제점을 갖고 있다. 최근 MVC 표준화에서 FTV에 대한 관심이 증가되면서 문제 해결을 위한 다양한 접근 방법이 제시되고 있으며, 앞으로 관련 연구가 활발하게 진행될 것이라 예상된다.

IV. 결론

본 원고에서는 현재 디지털 부호화 기술에서 새로운 이슈가 되고 있는 다시점 비디오 부호화에 대하여 알아보았다. 2005년 다시점 부호화 기술에 대한 표준화가 요구된 이후, 다시점 비디오 부호화의 표준화는 다시점 비디오 부호화 효율을 향상시키는 방법 위주로 진행되어 왔다. 현재 MVC 표준 구조는 기존의 H.264/AVC에 주변 시점 간 참조를 허락하는 참조 구조와 다수의 시점을 처리하기 위하여 SEI message에 정의로 구성되어 있다. 최근에 들어서는 MVC의 애플리케이션과 관련된 다양한 이슈들이 제기되고 있는데, MVC 서비스를 위한 네트워크 구조, 파일 포맷 및 기존의 애플리케이션과의 호환을 위한 비월 주사와 관련된 기고들이 주를 이루고 있다. 최근 MVC 표준이 공개되었으며, MPEG을 통해 진행되는 FTV 표준화와 연계되어 추후 다수의 시점으로 구성된 비디오 처리를 위한 상용화 기술과 이를 확장하는 새로운 표준에 대한 연구가 진행될 것으로 생각된다.

● 참고 문헌 ●

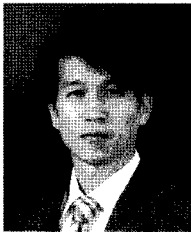
- [1] A. Vetro, S. Yea, M. Zwicker, W. Matusik, and H. Pfister, "Overview of multiview video coding and anti-aliasing for 3D displays." IEEE Int. Conf. Image Processing 2007, vol. 1, pp. 17-20, Sept. 2007
- [2] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "H.264 specification," JVT-AD007, Geneva, Switzerland, Jan., 2009
- [3] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "Common test condition for multiview video coding" JVT-T207, Klagenfurt, Austria, July, 2006
- [4] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "Joint multiview video model 7.0," JVT-W207, San Jose, USA, April 2007
- [5] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "Adaptive reference filtering for MVC," JVT-W065, San Jose, USA, April, 2007

필자 소개



박시내

- 2004년 : 광운대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2006년 : 광운대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2008년 : 광운대학교 컴퓨터공학과 박사 수료.
- 2008년 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터 공학과 박사과정
- 주관심분야 : 분산코딩, 다시점 비디오 코딩



심동규

- 1999년 : 서강대학교 전자공학과 공학박사.
- 1999년 ~ 2000년 : (주) 현대 전자.
- 2000년 ~ 2002년 : (주) 바로 비전.
- 2002년 ~ 2005년 : Univ. of Washington
- 2005년 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 (부교수)
- 주관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 컴퓨터 비전