

다시점 비디오 부호화 기술의 표준화 동향

호요성 | 이천
광주과학기술원

요약

멀티미디어 기술이 빠르게 발전함에 따라 보다 사실감 있는 콘텐츠의 수요가 급증하고 있다. 특히 2차원의 단방향 방송시스템에서 사용자의 요구에 따라 콘텐츠의 내용이 바뀌는 상호작용이 가능한 시스템이 활발히 연구되고 있다. 이러한 기술 중에 다시점 비디오는 여러 대의 카메라로 한 장면을 동시에 촬영한 영상으로, 사용자의 요구에 따라 시청 시점을 자유로이 선택할 수 있는 차세대 방송기술이다. 그러나 데이터의 양이 방대하여 다양한 서비스에 적용이 쉽지 않다. 이에 따라 MPEG(moving picture experts group)과 JVT (joint video team) 그룹은 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding)의 국제 표준화 작업을 진행하고 있다. 2001년 12월에 시작하여 2007년 1월 국제회의까지 다시점 비디오 부호화의 요구사항, 부호화 조건, 테스트영상 선정, 세부 기술 제안 및 선정 등 국제 기술의 표준화를 위한 활동이 진행되었다. 그리고 향후 2008년까지 최종 국제 규격안이 제정될 예정이다.

1. 서론

디지털 시대의 도래로 다양한 멀티미디어 기술이 급속히 발전하고, 이를 바탕으로 한 디지털 콘텐츠 시장은 해마다 그 규모가 급속히 성장하고 있다. 이러한 흐름과 함께 디지털 영상 분야에서는 2차원 방송 서비스에서 제공하지 못했

던 3차원 영상이나, 촉각, 후각, 청각 등의 정보를 동시에 제공하는 실감콘텐츠에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 3차원 비디오 기술인 홀로그래피 (holography), 스테레오스코픽 시스템 (stereoscopic system), 다시점 비디오 (multi-view video) 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다시점 비디오는 자유시점 비디오(Free Viewpoint Video, FVV)나 자유시점 TV(Free viewpoint TV, FTV)로 가는 중간 단계이며, 기존의 단일시점 비디오와 달리 하나의 장면을 다수의 카메라로 촬영하여 다양한 시점의 영상을 제공할 수 있다. 특히, 다시점 비디오 관련 기술은 차세대 영상 산업의 핵심기술이 될 전망이다 [1-4].

다시점 비디오는 사용자에게 자유로운 시점 및 넓은 화면을 통한 입체감을 제공할 수 있지만, 데이터의 양이 시점수에 따라 비례적으로 증가하므로 다양한 서비스로 적용하는데 제약을 받는다. 이에 따라 효율적인 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding, MVC)에 대한 필요성이 대두되었고, MPEG(moving picture experts group)의 주도하에 다시점 비디오 부호화에 대한 표준화 작업이 진행 중에 있다. MPEG에서는 이미 MPEG-2(ISO/IEC 13818-2)와 MPEG-4(ISO/IEC 14496-2)에서 평행형 다시점 영상 부호화 기능과 3차원 메쉬 (mesh) 압축 부호화 기능을 제공하였고, 여기에 추가적으로 다시점 비디오 부호화의 필요성을 인정하여 2001년 12월부터 새로운 3DAV (3-Dimensional Audio-Video) 부호화 기술 표준화를 진행하고 있다.

지금까지 진행된 다시점 비디오 부호화 표준화 과정과 이와 관련한 기술들을 살펴본다. 2장에서는 다시점 비디오 부호화 기술의 표준화 과정과 요구사항 및 테스트 데이터의

종류를 소개하고, 3장에서 다시점 비디오 부호화의 응용분야를 살펴본다. 4장에서는 표준화 과정에서 제안된 부호화 방법 중에서 최근에 논의되고 있는 기술과 국·내외의 연구 동향을 살펴본다.

II. 다시점 비디오 부호화 기술

다시점 비디오 시스템은 여러 대의 카메라를 이용하여 촬영한 영상을 획득 및 전송하고, 다양한 디스플레이 기술을 이용하여 재생하는 시스템이다.

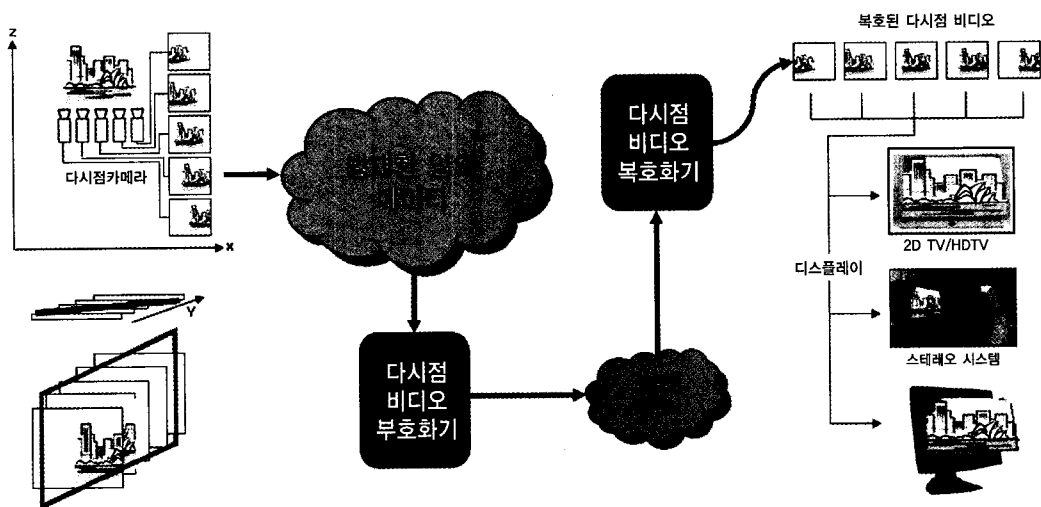
다시점 영상은 사용자에게 임의시점의 영상에 대한 시청을 가능케 하거나, 여러 시점 영상의 합성을 통해 보다 넓은 화면을 제공할 수 있다. 또한 인접한 시점의 두 영상을 스테레오 모니터나 다시점 영상 디스플레이 장치를 통해 디스플레이 하여 사용자에게 입체감 있는 영상을 시청할 수 있게 한다.

한편, 다시점 비디오는 여러 대의 카메라를 이용하여 동시에 촬영하기 때문에 시점간의 상관도가 높다. 이러한 원리를 이용하여 다시점 비디오 부호화 기술의 표준화를 위한 다양한 기술들이 제안되고 검증되고 있다.

1. 다시점 비디오 부호화 표준화 과정

2001년 12월부터 3DAV 기술 표준화가 시작되고 2002년부터 2004년까지 관련 기술에 대한 탐색 실험(Exploration Experiment, EE)을 수행했으며, EE1에서 전방향 비디오(omni directional video), EE2에서 자유시점 TV, EE3에서 Multiple Auxiliary Component(MAC)를 이용한 스테레오스코픽 비디오 부호화, 그리고 EE4에서 3D TV를 위한 깊이/면이 정보 부호화를 실험하였다.

연구가 활발히 진행되어 2004년 8월에는 다시점 비디오 부호화의 기초적인 실험을 위한 다시점 실험 영상이 제공되었으며, 2004년 10월에는 다시점 비디오 부호화에 대한 증거요청서(Call for Evidence, CFE)가 발행되었다 [5]. 2005년 1월에는 CFE에 대한 응답으로 다양한 다시점 비디오 부호화 알고리즘에 대한 결과가 수집 및 분석되었으며, 2005년 7월에 제안요청서(Call for Proposal, CFP)가 배포되었다. 최근 2006년 1월에는 CFP에 대한 응답들이 평가되어 결과가 발표되었고, 이를 바탕으로 2006년 4월부터 다시점 비디오 부호화의 세부기술에 대한 Core Experiment(CE)가 이루어지고 있다. 2006년 7월에는 MVC가 JVT (joint video team)으로 이동하여 표준화를 계속 진행하고 있다. 일정에 따르면 향후 2년여에 걸쳐 다시점 비디오에 대한 표준화 작업이 진행될 예정이다.



(그림 1) 다시점 비디오 시스템

2. 다시점 비디오 부호화에 대한 요구사항

다시점 비디오 부호화(Multi-view Video Coding, MVC)에서 요구되는 사항은 크게 부호화에 관련된 요구사항과 시스템에 관련된 요구사항으로 분류된다. 요구사항은 반드시 만족되어야 하는 필수적인 항목과 권장 항목이 있다 [6].

1) 압축효율(Compression Efficiency)

다시점 비디오 부호화는 최신 비디오 압축 표준인 H.264/AVC를 기반으로 할 수 있으나, 기존의 비디오 압축과 달리 여러 대의 카메라로부터 획득한 영상을 압축해야 하므로 데이터 양이 매우 많다. 그러나, 각 카메라의 영상간에는 공간적인 중복성이 있으므로, 이러한 특징을 고려하여 높은 압축효율을 제공하는 부호화 기술을 확보해야 한다. 각 카메라에 관한 부가적인 데이터가 필요하지만 이 정보도 최소가 되어야 한다.

2) 계위성(Scalability)

SNR 계위성, 공간적인 계위성, 시간적인 계위성, 복잡도 계위성, 시점 계위성 등 다양한 종류의 계위성을 보장해야 한다. 각 계위성은 사용자의 요구에 따라 원하는 영상을 계위적으로 서비스할 수 있어야 한다. 대부분 기존의 비디오 압축 방식에서 사용되는 계위성이지만, 시점 계위성은 다시점 비디오 부호화에서 새롭게 사용되는 기능으로, 원하는 시점이 우선적으로 부호화되는 방법이다.

3) 적은 지연(Low Delay)

다시점 비디오 부호화는 부호화 할 때나 복호화 할 때에 걸리는 시간에 대한 지연이 적어야 한다. 또한 시점의 변화에 필요한 시간도 가능한 적어야 한다. 시점의 변화란 원하는 시점에 대한 임의접근(random access)을 의미하는데, 이러한 경우에 요구되는 장면전환에 걸리는 시간적인 지연이 적어야 한다는 것이다.

4) 해상도, 색 공간 및 깊이

다시점 비디오 부호화는 다양한 종류의 해상도(QCIF, CIF, SD, HD)와 다양한 색 공간(YCbCr 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0)을 지원해야 한다. 그리고 색의 깊이의 경우 16 비트까지 지원해야 한다. 일반적으로 사용되는 YUV 4:2:0의 색 공간에 8 비트는 반드시 지원해야 하고, 다양한 응용에 이용되기 위해서

는 위 조건들도 만족해야 한다. 또한, 아직 규정되지 않았지만, RGB 색공간도 지원해야 할 것이다.

5) 시점 사이의 화질의 일관성

다시점 비디오 부호화는 동일 시간의 여러 시점의 영상들에 대해 동일한 화질의 영상을 제공해야 한다. 따라서 제안하는 MVC 알고리즘들은 가급적 여러 시점간 영상의 화질이 유사해야 한다.

6) 시점 임의접근과 공간적 복호화 및 렌더링

다시점 비디오 부호화는 각 시점에 대한 자유로운 접근과 복호화할 때에 특정 영역에 대해서만 복호화하여 렌더링할 수 있어야 한다. 시점 임의접근은 원하는 시점으로 복호화가 가능해야 한다는 것이다. 특정 영역에 대한 복호화 및 렌더링은 계위성과도 상관이 있는데, 예를 들어, 장면중에서 사람 부분만을 보고 싶다면 그 부분에 대해서만 복호가 가능해야 한다는 의미이다. 시점 임의접근은 필수적인 요구사항이다.

7) 시간적 임의접근

다시점 비디오 부호화는 시간적인 임의접근도 가능해야 하는데, 이는 사용자가 원하는 시각의 장면부터 복호화가 가능해야 한다는 것이다. 결국 위에서 언급된 시점 임의접근과 관련지어 생각해 보면, MVC는 사용자가 원하는 시점의 원하는 장면부터 복호화가 가능해야 한다. 시간적 임의접근은 필수적인 요구사항이다.

8) 병렬처리

다시점 비디오 부호화의 부호기와 복호기의 효율적인 사용을 위한 다양한 시점의 영상에 대한 병렬처리는 아직 구현되지 않았으나, 실제 응용에서 요구되는 사항이다.

9) 카메라 매개변수

카메라 매개변수의 전송을 지원해야 한다. 카메라 매개변수에는 카메라 제작시 결정되는 내부 매개변수와 3차원 공간상의 카메라 위치를 나타내는 외부 매개변수로 이루어진다.

3. 테스트 영상 및 부호화 조건

1) 다시점 비디오 부호화의 표준화 과정에 사용되는 테스트 영상

현재 표준화 작업에서 권고하고 있는 실험 영상은 사용된 카메라의 개수, 카메라 구성, 초당 프레임수, 영상의 해상도, 장면의 복잡도, 카메라의 움직임 등을 고려하여 선정되었다. MPEG/JVT 표준화 그룹에서는 (그림 3)과 같이 다양한 종류의 카메라 구조를 이용하여 촬영한 영상을 테스트 영상으로 선택하였다.

또한, 선택된 실험 영상은 모두 카메라 매개변수를 포함하고 있으며, 최근에 MPEG-4 3DAV 그룹 내에서 이에 대한 검증 작업을 완료했다. 현재 MPEG-4 3DAV 그룹에서 제공하는 다양한 형태의 다시점 비디오 데이터의 특성을 <표 2>에 정리했다.

<표 2>와 같이, 카메라의 개수는 5대, 8대, 100대가 사용되었으며, 영상은 VGA (640 x 480) 크기와 XVGA (1024 x 768) 크기가, 초당 프레임 수는 15, 25, 30이 사용되었다. 또한, 카메라 구성은 1차원 평행, 1차원 수렴, 1차원 원호, 2차원 평행, 2차원 배열이 사용되었다.

모든 영상은 YUV 4:2:0 형식이다. 교정(rectification)은 다

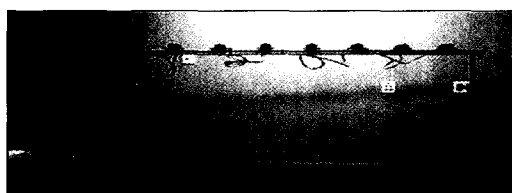
<표 2> MPEG-4 3DAV 다시점 비디오 실험 영상의 특성

실험 영상	영상 특성	교정	카메라 개수	카메라 구성
Ballroom	VGA, 25fps	교정함	8	1차원 평행, 20cm 간격
Exit	VGA, 25fps	교정함	8	1차원 평행, 20cm 간격
Race1	VGA, 30fps	교정하지 않음	8	1차원 평행, 20cm 간격
Flamenco2	VGA, 30fps	교정하지 않음	5	2차원 평행, 직교, 20cm 간격
Uli	XVGA, 25fps	교정하지 않음	8	1차원 평행, 수렴, 20cm 간격
Breakdancers	XVGA, 15fps	교정하지 않음	8	1차원 원호, 20cm 간격
Rena	VGA, 30fps	교정함	100	1차원 평행, 5cm 간격
Akko&Kayo	VGA, 30fps	교정하지 않음	100	2차원 배열, 수평 5cm 간격, 수직 20cm 간격

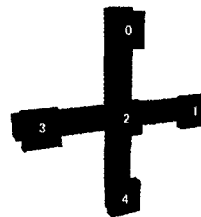
시점 카메라를 통하여 촬영한 영상을 1차원 평행 구조로 촬영한 것처럼 교정하는 기술을 말한다. 교정된 영상은 대응 화소(corresponding pixel)의 위치가 화면의 동일 높이에 존재하게 된다.

2) 부호화 조건

<표 3>은 각 실험 영상에서 요구되는 시간적인 임의접근 간격과 실험에 이용될 양자화 계수를 명시하고 있다. 2006년 7월에 MVC가 JVT로 넘어가면서 이전에 사용했던 각 영상별 실험 비트율이 바뀌어 통일된 양자화 계수를 이용하도록 권고하였다 [7]. 'Rena' 와 'Akko&Kayo' 영상은 100대의



1차원 평행, 8대 카메라



2차원 평행 및 직교, 5대 카메라



(그림 2) 다양한 카메라 배열 구조

카메라를 이용하여 획득한 실험 영상이므로, 공간적인 밀집도를 이용하면서 복잡도를 줄이기 위해 한정적인 시점만을 사용한다. 'Rena' 영상은 중간의 16시점을 사용하며, 'Akko&Kayo' 영상에 대해서는 3x5의 2차원 배열이 선택되어 사용된다. 부호화에는 각 시퀀스의 10초 분량의 영상만 사용한다.

〈표 3〉 다시점 비디오 실험 영상의 부호화 조건

영상명	시점 간격	시점 수	시점 1	시점 2	시점 3	시점 4	시점 5
Ballroom	0.5 초	22	27	32	37		
Exit	0.5 초	22	27	32	37		
Uli	0.5 초	22	27	32	37		
Race1	0.5 초	22	27	32	37		
Flamenco2	1.0 초	22	27	32	37		
Breakdancers	1.0 초	22	27	32	37		
Rena (16 가운데 장면)	0.5 초	22	27	32	37		
Akko&Kayo (3수직*5수평 장면)	0.5 초	22	27	32	37		

2006년 4월에는 각 비트율에 대한 기본 양자화 계수(QP)와 계층적 B 화면(hierarchical B-picture)구조의 각 계층에 대한 양자화 계수 차이 값(DeltaLayerQuant)이 결정되었다. 이 값은 계층적 B화면을 부호화 할 때 각 계층별로 양자화 계수에 더해지는 값이다. 예를 들어, 기본 양자화 계수가 22이고 1번 계층으로 부호화 할 경우, 이 계층은 양자화 계수가 25인 값으로 부호화 하게 된다.

〈표 4〉 계층적 B 화면 구조의 각 계층에 대한 양자화 계수 차이값

계층	양자화 계수 차이값
DeltaLayer0Quant	0
DeltaLayer1Quant	3
DeltaLayer2Quant	4
DeltaLayer3Quant	5
DeltaLayer4Quant	6
DeltaLayer5Quant	7

3) 참조 소프트웨어와 GOP 구조

2005년 10월에 다시점 비디오 부호화에 대한 참조 소프트웨어로 Fraunhofer -HHI의 알고리즘이 선정되었다. 그리고 JSVM3.5 (joint scalable video model)를 기반으로 한 MVC 참조 소프트웨어가 2006년 2월에 배포되었다. 이어서 2006년 7월에 다시점 비디오의 병렬처리를 위하여 각 시점별로 독립적으로 부호화 하는 JMVM 1.0 (joint multiview video model)이 배포되었고, 2006년 10월에 조명 보상

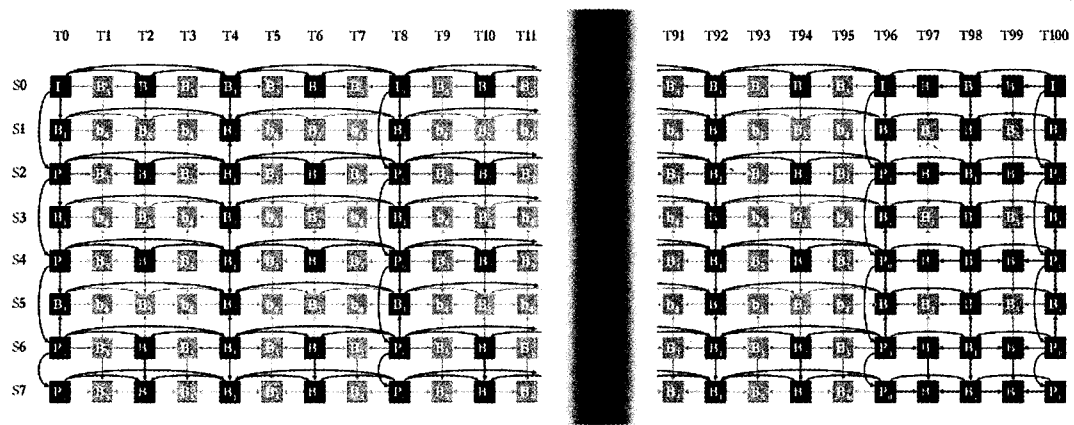
(illumination compensation)이 포함된 JMVM 2.0이 배포되었다 [8]. 이 참조 소프트웨어는 기존의 H.264를 이용한 독립적인 부호화 방법인 Anchor를 대체하는 새로운 알고리즘을 기반으로 한다. 주된 알고리즘은 계층적 B화면 구조와 이를 기반으로 한 적응적인 GOP (group of pictures) 구조이다. JMVM 2.0은 시점간 참조 영상을 직접 입력으로 받아 참조 리스트에 해당 화면을 추가한다. 예를 들어, (그림 3)의 S1의 경우 이미 부호화가 끝난 S0와 S2의 복원영상들이 S1의 부호화시에 입력데이터로 포함된다.

다시점 비디오 부호화를 위한 기본적인 예측 구조는 (그림 3)과 같다. (그림 3)의 Sn은 n번째 시점의 카메라를 의미하고, Tn은 시간적으로 n번째 화면을 의미한다. 화살표는 각 화면간의 참조 관계를 의미한다. 시점 방향으로는 IBPBP 구조를 이용하고, 시간 방향으로는 계층적 B화면 구조를 이용한다. 그러나 테스트 시퀀스에 따라 시간적 상관관계가 다르므로 적응적인 GOP 길이를 이용한다.

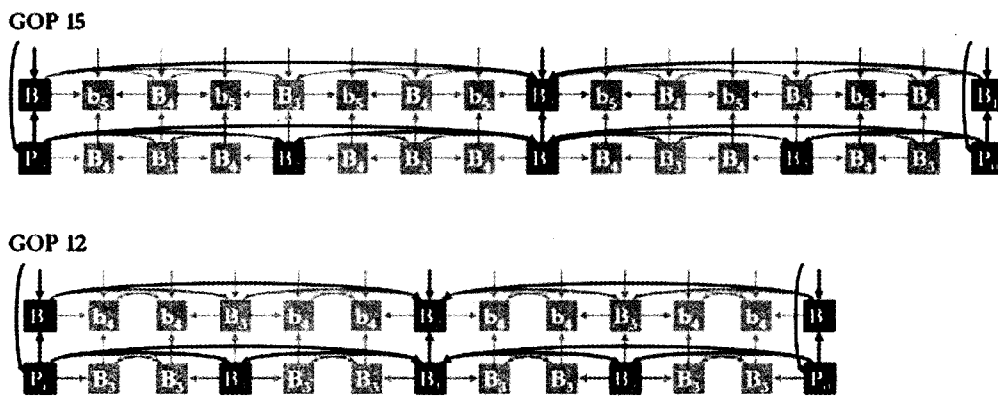
(그림 4)는 GOP 길이가 12와 15인 영상들의 부호화 예측 구조를 보인 것이다. 1차원 구조의 카메라로 획득한 영상들은 각각 S0의 영상을 I화면으로 부호화 하고 각 기준영상(anchor view frame)은 IBPBP.. 구조를 이용한다. 반면에, 십자형 카메라 구조를 갖는 'Flamenco2'와 같은 영상은 (그림 5)와 같이 중앙 시점의 영상을 I화면으로 부호화 하여 나머지 시점의 화면이 이를 참조하는 형태이다. 'Akko&Kayo'와 같은 영상은 2차원 평행형 카메라로 촬영한 영상 중에서 중앙의 15시점의 영상만을 취하여 부호화 한다. (그림 6)은 'Akko&Kayo'의 예측구조를 보인 것인데, S0의 시점 영상을 I화면으로 부호화 하고 이를 아래 시점에서 참조하는 형태를 갖는다. 표 4는 각 실험 영상에 대한 GOP 구조를 나타낸다. 각 실험 영상들은 카메라 배치에 따라 조금 다른 형태의 GOP 구조를 갖기도 한다.

〈표 4〉 각 실험 영상의 GOP 구조

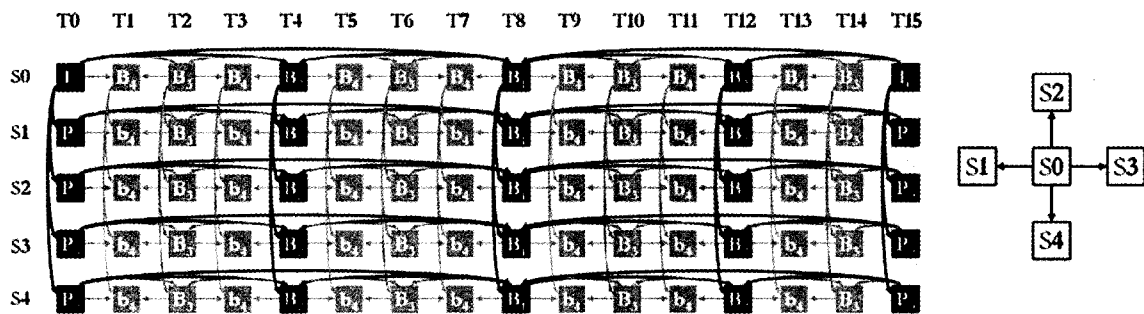
실험 영상	프레임 수	GOP 길이	GOP 구성
Ballroom	250	12	20xGOP_12+GOP9
Exit	250	12	20xGOP_12+GOP9
Uli	250	12	20xGOP_12+GOP9
Race1	532	15	35xGOP_15+GOP6
Flamenco2	1000	15	66xGOP_15+GOP9
Breakdancers	100	15	6xGOP_15+GOP9
Rena (16 가운데 장면)	300	15	19xGOP_12+GOP14
Akko&Kayo (3 수직*5 수평 장면)	300	15	19xGOP_12+GOP14



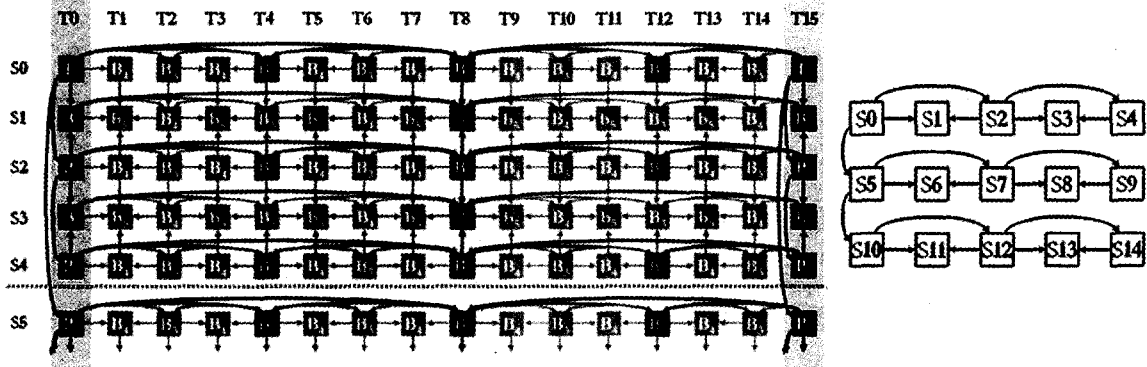
(그림 3) 계층적 B화면을 이용한 시·공간적 예측 구조



(그림 4) GOP가 12와 15인 영상의 부호화 예측 구조



(그림 5) 'Flamenco2' 영상에 대한 부호화 예측 구조



(그림 6) 'Akko&Kayo' 영상에 대한 부호화 예측 구조

III. 다시점 비디오의 응용 분야

1. 자유시점 비디오/자유시점 TV (Free Viewpoint Video/ Free Viewpoint Television)

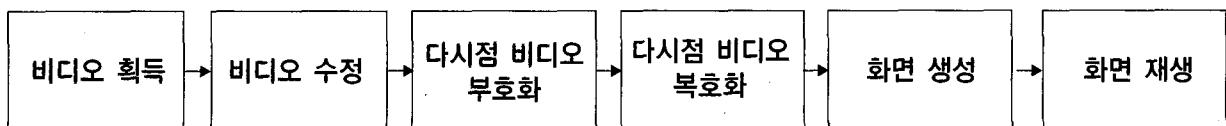
일본에서 이미 시험방송까지 시작한 자유시점 TV는 카메라 간격이 작은 다시점 카메라로 장면을 촬영하고, 이를 바탕으로 Ray-Space를 정의한다. 이렇게 정의한 Ray-Space를 이용하면 사용자의 요청에 따라 임의의 시점 영상을 자유로이 생성할 수 있다. 이러한 시스템은 다음과 같은 분야에 응용될 수 있다.

- 엔터테인먼트: 콘서트, 스포츠 방송, 다중 사용자 게임, 영화, 드라마, 뉴스
- 교육: 문화, 운동 종목의 교육, 의학 수술 과정
- 관광: 동물원, 수족관, 식물원, 박물관
- 감시 시스템: 교통 통제, 지하 주차장, 은행
- 기록 보관: 공간 기록, 천연 보물의 기록, 전통 문화

(그림 7)는 자유시점 TV의 기본 구성도를 나타낸 것이다. 다시점 카메라를 이용하여 획득한 영상은 카메라 매개 변수를 이용하여 영상 교정(image rectification)을 한다. 인접 시점의 영상에서 대응 화소(corresponding pixel)의 변위를 측정한다. 정의된 Ray-Space를 이용하면 임의의 시점의 영상을 생성할 수 있는데, 이렇게 생성된 다시점 비디오를 현재 표준화가 진행되고 있는 다시점 비디오 부호화 시스템을 이용하여 부호화 한다. 부호화된 비트스트림을 다시점 비디오 복호화기로 재구성하여 재생장치에 맞게 변형·합성하여 재생한다.

2. 3DTV

다시점 비디오 부호화의 다른 응용분야로 3DTV가 있다. 이는 현재의 입체영화의 확장이라고 생각할 수 있다. 현재의 입체영화는 모든 시청자들에게 동일한 시점의 영상을 보여주지만, 3DTV는 다시점 비디오를 이용하므로 다양한 위치에서 촬영한 입체영상을 제공한다. 그러므로 시청자는 시청하는 위치를 바꾸어 보다 다양한 시점의 입체영상을 즐길



(그림 7) 자유시점 TV 시스템 기본 구성도

수 있다. 이러한 3DTV에 대한 시스템을 (그림 8)에 설명하였다. 3DTV의 입력영상은 다시점 카메라를 이용하여 촬영한 다시점 비디오이고, 이렇게 획득된 다시점 비디오를 다시점 비디오 부호화기를 이용하여 전송한다.

채널을 통해 전송된 비트스트림은 수신단에서 다시점 비디오 복호화기로 복호화된다. 재구성된 다시점 비디오는 재생장치의 목적에 따라 다양하게 변형 및 합성되어 재생된다.

재생장치의 예로, 2차원 SDTV/HDTV, 스테레오 TV, 3DTV 등이 있다. 3DTV는 다양한 시점의 입체영상을 지원하므로, 생성해야 할 시점의 수가 촬영된 시점의 수보다 많은 경우를 대비하여 IVR (intermediate view rendering) 기술을 갖추어야 한다. 다시점 비디오 부호화 표준화 과정에서 이러한 요구와 관련하여 카메라 매개변수와 같은 추가적인 정보를 포함해야 한다고 권고하고 있다.

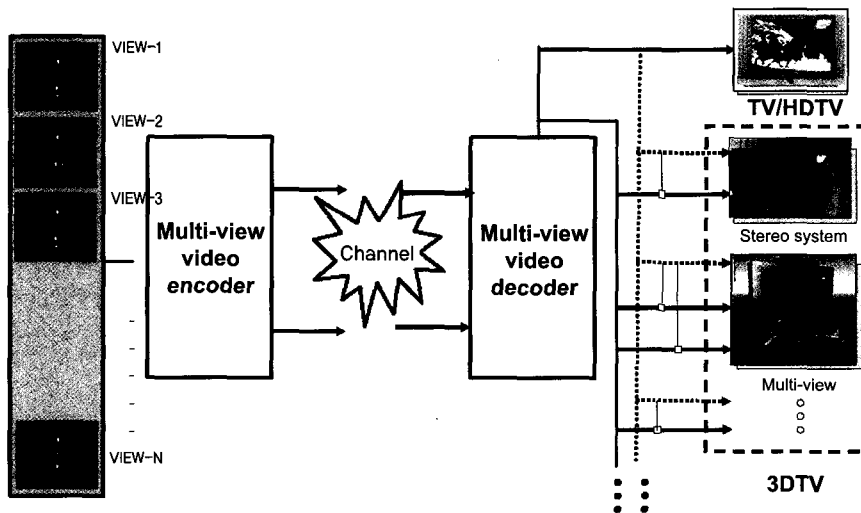
3. 몰입형 원격회의

서로 다른 장소에서 촬영된 원격회의의 영상을 동시에 시청하거나, 원하는 패널의 화상을 자유롭게 선택하여 시청할 수 있는 몰입형 원격회의에 다시점 비디오 부호화가 이용될 수 있다.

IV. 다시점 비디오 부호화의 표준화 기술 동향

1. 조명 보상 (Illumination Compensation)

다시점 비디오는 여러 카메라로 촬영한 영상이기 때문에 동일한 장면을 촬영하더라도 카메라의 위치변이, 카메라간의 제작상의 차이와 조리개 조절 변이 등의 문제로 조명값의 변화가 있기 마련이다. 이는 사람의 눈으로 그 차이를 크게 느낄 수 없으나 작은 화소값의 변화에도 민감한 비디오 부호화 과정에서는 문제가 될 수 있다. 따라서 이에 따른 다양한 조명 보상 기술이 제안되었고, 현재 ETRI/Sejong과 Thomson/USC가 공동제안한 매크로블록단위의 조명보상 기술이 JMVM 2.0에 구현되었다. 이 방법은 움직임 예측/보상 과정에서 매크로블록 단위로 조명을 보상해주는 방법 (ICA MC, illumination change-adaptive motion compensation)이다 [9]. (그림 9)에 보인 것처럼 기존의 다양한 매크로블록 모드에 조명을 보상한 16x16 모드를 추가하여 움직임 예측을 수행하고, 비트율-왜곡 (rate-distortion) 관점에서 조명을 보상한 16x16 모드가 선택될 경우 조명이 보상되는 방법이다. 그리고 이 경우에 대해서는 DVIC (differ-



(그림 8) 3DTV 시스템 구조도

ence value of illumination change) 값을 보내준다. 이 값은 dpcm_of_dvics라는 플래그 (flag) 비트가 사용된다. 그리고 조명보상이 이루어진 경우에 대해서는 기존의 SAD (sum of absolute difference)가 아닌 식 (1)과 같은 NewSAD가 사용된다.

$$NewSAD(x, y) = \sum_{i=m}^{m+1+n} \sum_{j=n}^{n-1} |f(i, j) - M_{cur} - r(i + x, y + y) - M_{ref}(m + x, n + y)| \quad (1)$$

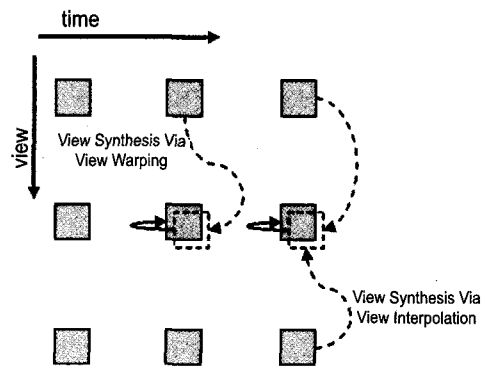
이때, M_{cur} 과 M_{ref} 는 현재 블록과 참조 블록의 평균값을 나타내고, $f(i, j)$ 와 $r(i, j)$ 는 현재 화면과 참조화면의 화소값을 각각 나타낸다.

2. 시점 합성 예측 (View Synthesis Prediction)

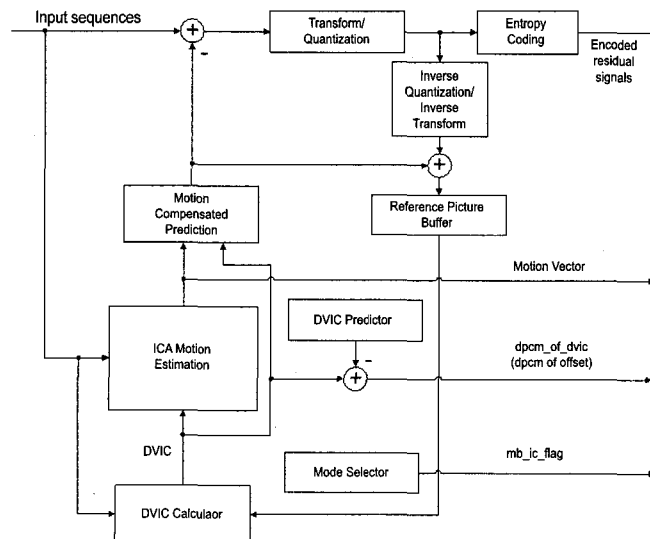
1) 깊이 영상 (depth map)을 이용한 시점 합성과 부호화 방법

2차원 영상을 3차원 정보로 재구성하는 방법 중 깊이를 정보를 이용하는 방법이 있다. 깊이 정보란 물체와 카메라간의 거리는 나타내는 값으로 이 값을 알면 우리는 그 물체에 대한 3차원적인 정보를 모두 알고 있는 것이므로 카메라 매개

변수를 비롯하여 깊이정보 및 2차원 영상을 이용하여 3차원 상에 객체를 재구성할 수 있다. 이렇게 재구성된 3차원 객체를 원하는 시점으로 재투영하면 임의의 시점에 대한 영상을 얻을 수 있다. (그림 10)과 같이 깊이 정보와 한 시점의 2차원 영상 정보만으로 3차원 공간상에 객체를 완벽하게 재구성하기 어려워 다시점 비디오 부호화 과정에 이용할 수 있는 참조영상을 합성하는 것이 쉽지 않다.



(그림 10) 시점 합성 예측 방법



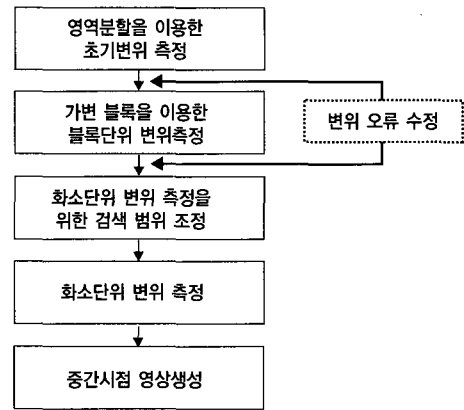
(그림 9) 매크로블록 기반의 ICA ME/MC

2) 영상보간법을 이용한 시점합성 및 부호화 방법

다시점 비디오는 인접한 여러 대의 카메라로 한 장면을 동시에 촬영한 영상이므로 시점간 상관도가 높은 영상이다. 그러므로 이러한 시점간 상관도를 이용하면 부호화시에 참조화면으로 이용 가능한 중간시점 영상을 생성할 수 있다. 인접 시점화면에 동시에 존재하는 대응화소(corresponding pixel)를 검색하여 그 변위(disparity)를 구하면 임의의 중간시점 영상을 생성할 수 있다. 중간영상의 생성에 가장 큰 영향을 주는 것은 정확한 변위를 측정하는 것이다. 이에 광주과학기술원(GIST)에서는 인접 시점영상의 각 화소별 변위를 측정하고, 이를 이용하여 부호화할 시점의 중간시점을 생성하는 기술을 제안하였다. 더불어 생성한 중간시점 영상은 다시점 부호화기에 참조영상으로 추가되어 부호화에 이용된다. 잘 합성된 중간시점 영상은 부호화할 시점과의 상관도가 높으므로 부호화 효율 향상을 기대할 수 있다. (그림 11)과 같이 영역분할을 이용하여 블록단위로 초기변위를 측정하고, 가변블록과 변위오류 수정을 이용하여 보다 정확한 변위를 측정한다 [10].

변위를 이용하여 생성한 중간시점영상은 H.264/AVC를 기반으로한 부호화기의 참조 화면으로 추가되어 부호화된다. 이때, 추가한 영상만을 참조하는 'VIP' 움직임 예측모드를

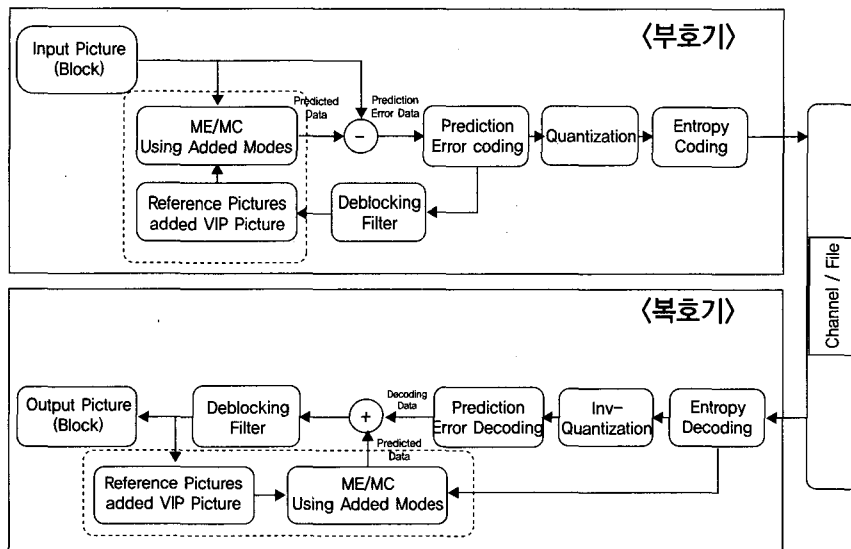
추가하여 부호화에 이용한다 [11]. (그림 12)는 보간한 영상을 이용한 부호화기와 복호화기의 구조를 설명한 것이다.



(그림 11) 다시점 비디오 부호화를 위한 영상보간법

3. 변위 벡터 부호화 (Disparity Vector Coding)

비디오 부호화에서 B화면은 시간적으로 앞뒤에 놓인 두 화면으로부터 부호화 한다. 그러므로 복잡도는 증가하나 보다 적은 비트를 가지고 좋은 화질을 나타낼 수 있다. B화면은 이전 참조화면을 이용하는 경우와 이후 참조 화면만을



(그림 12) 보간한 영상을 사용하기 위한 H.264 부호기/복호기 구조도

이용하는 경우, Direct 모드, 두 참조 화면을 모두 이용하는 경우로 나누어진다. 두 화면을 모두 이용하는 경우에는 한 블록에 대한 움직임 벡터가 두 참조 화면 모두로부터 온다. 이러한 경우 예측 모드가 인접 시점의 화면을 참조하였을 때 그 움직임 벡터를 변위 벡터(disparity vector)라고 한고, 이를 효율적으로 부호화하는 방법이다 [12].

4. 다시점 비디오 부호화의 국내·외 현황 및 동향

유럽에서는 Advanced Three-dimensional Television System Technologies (ATTEST) 과제를 통해 2002년 3월부터 2년 동안 3차원 TV에 관한 기초 기술을 연구했으며, 2004년 9월부터는 20여개 기관이 컨소시엄을 구성하여 3DTV 과제를 수행하고 있다. 3DTV 과제는 3차원 장면의 획득, 표현, 부호화, 전송, 디스플레이까지를 모두 포함하고 있다. 미국의 NASA는 주로 3차원 영상과 관련된 연구를 수행하고 있으며, MIT에서는 다시점 비디오 및 홀로그래픽 디스플레이 기술을 연구하고 있다. 일본에서도 다시점 비디오 과제를 진행하고 있으며, 초다시점 3DTV 기술 개발에 많은 투자를 하고 있다.

일본의 경우, 이미 자유시점 TV 시험방송을 할 정도로 다시점 비디오에 대한 관심이 매우 크다.

특히, 3DTV나 자유시점 TV 기술을 실현하기 위해 필수적인 단계라 할 수 있는 다시점 비디오 부호화와 관련하여 국제적으로는 일본의 나고야 대학, NTT, 독일의 Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI) 연구소, 미국에 위치한 Mitsubishi Electric Research Laboratories (MERL), Thomson 등에서 연구 개발이 활발하다. 일본의 나고야 대학에서는 자유시점 TV 시스템의 중간 단계로 광선 공간 (ray space) 시스템을 연구하고 있으며, 100대의 카메라를 이용하여 다시점 비디오를 획득하는 시스템을 개발했다. HHI, MERL, Microsoft Research 등에서는 8대의 카메라로부터 다시점 비디오를 획득하였고, 이를 이용하여 다시점 비디오 테스트 데이터를 제작하여 배포하고 있다.

또한, 세종대, 연세대, 광운대, 서울대 등 일부 대학에서도 다시점 비디오 부호화 기술 중 시·공간적 예측 구조와 조명 보상에 관한 기술에 관한 연구를 진행하고 있다. 광주과학기술원에서는 다시점 카메라를 구축하여 다시점 비디오 방송 시스템을 개발하고 있으며, 영상보간법을 이용한 다시

점 비디오 부호화 방법과 전체 변위 보상을 이용한 다시점 비디오 부호화 방법 등을 연구하고 있다.

V. 결 론

지금까지 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11(MPEG)의 다시점 비디오 부호화(MVC)에 관한 표준화 기술 동향과 표준화 일정에 대해 살펴보았다. 현재 진행중인 MVC에 대한 표준화 작업은 2008년까지 최종 국제규격안(Final Draft International Standard, FDIS)이 마련될 예정이다. 또한, 실용화 기술에 대한 연구가 계속 진행될 예정이며, 자유시점 비디오, 자유시점 TV, 3차원 TV나 휴대 단말기 분야와 DMB 등의 사업 분야에서도 그 활용이 기대된다.



- [1] A. Smolic and P. Kauff, "Interactive 3D Video Representation and Coding Technologies," Proceedings of the IEEE, Spatial Issue on Advances in Video Coding and Delivery, Vol. 93, pp. 99-110, 2005.
- [2] A. Smolic, K. Mueller, T. Rein, P. Eisert, and T. Wiegand, "Free Viewpoint Video Extraction, Representation, Coding, and Rendering," Proceeding of IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 5, pp. 3287-3290, 2004.
- [3] R.-S. Wand and Y. Wang, "Multiview Video Sequence Analysis, Compression, and Virtual Viewpoint Synthesis," IEEE Transactions on Circuit and System for Video Technology, Vol. 10, pp. 397-410, 2000.
- [4] A. Redert, M. Beeck, C. Fehn, W. IJsselsteijn, M. Pollefeys, L. Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, "Advanced three-dimensional television system technologies," Proc. 3D Data Processing Visualization and Transmission, 2002.

- [5] R. Koenen, MPEG-4 Overview, Doc. number N4030, March 2001.
- [6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Requirements on Multi-view Video Coding v.7," N8218, July 2006.
- [7] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "Common Test Condition for Multiview Video Coding," JVT-U211, Oct. 2006.
- [8] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "Joint Multiview Video Model (JMVM) 3.0," JVT-V207, Jan. 2007.
- [9] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "CE11: Illumination Compensation," JVT-U052, Oct. 2006.
- [10] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "View Interpolation for Multi-view Video Coding," JVT-U102, Oct. 2006.
- [11] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "CE10: Multi-view Video Coding using View Interpolation Method," JVT-V080, Jan. 2007.
- [12] ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "Disparity Vector Prediction Methods in MVC," JVT-V040, Oct. 2006.

감사의 글

본 연구는 광주과학기술원(GIST) 실감방송연구센터(RBRC)를 통한 정보통신부대학IT연구센터(ITRC)와 교육인적자원부 두뇌한국21(BK21) 정보기술사업의 지원에 의한 것입니다.

약 력



호요성

1981년 서울대학교 전자공학과 (학사)
 1983년 서울대학교 전자공학과 (석사)
 1983년 ~ 1995년 한국전자통신연구소 선임연구원
 1989년 University of California, Santa Barbara Department of Electrical and Computer Engineering (박사)
 1990년 ~ 1993년 미국 Philips 연구소 Senior Research Member
 1995년 ~ 현재 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
 관심분야: 디지털 신호처리, 영상신호처리 및 압축, 멀티미디어 시스템, 디지털 TV, MPEG 표준, 3차원 TV, 실감방송



이천

2005년 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 (학사)
 2005년 ~ 현재 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정
 관심분야: 다시점 비디오 부호화 (MVC), 영상신호 처리 및 압축, H.264/AVC, 스테레오 정합

