다시점 3차원 실감방송을 위한 MPEG 표준화 기술

광주과학기술원 ▌호요성 · 정재일

1. 서 론

요즘 3차원 영상에 대한 열기가 뜨겁다. 연일 새로운 3차원 영화가 개봉되고, 3차원 영상에 대한 뉴스도 쏟아지고 있다. 특히, 놀이 동산이나 극장의 전유물로 여겨졌던 3차원 디스플레이 장치가 일반 가정으로 보급되기 시작하면서 3차원 영상에 대한 관심과 열기가 점차 고조되고 있는 추세이다. 3차원 디스플레이는 TV뿐 아니라, 컴퓨터와 휴대폰 등 다양한 멀티미디어 장치들에도 장착되어 보급되고 있다.

ETRI 기술경제연구팀의 전망에 따르면, 2013년 국내 3차원 디스플레이 시장은 4000억 원을 넘어설 것으로 예상되고, 이에 따른 3차원 방송 서비스 시장은 120억 원대에 이를 것으로 예측되고 있다[1]. 새로운 경험을 추구하는 소비자의 욕구, 디지털 영상처리와 디스플레이 기술 등의 인프라가 결합되어 3차원 방송이라는 새로운 패러다임을 창출하고 있는 것이다.

현재 서비스되고 있는 3차원 영상은 양안시차라는 사람의 시각적 특성에 기반하고 있다. 사람의 두 눈은 서로 다른 위치에 존재하기 때문에 같은 물체를 보더라도 물체와의 거리에 따라 서로 다른 위치에 상이 맺히게 된다. 양안시차가 존재하는 영상을 촬영하기 위해 서로 다른 위치에 존재하는 두 대의 카메라를 이용한다. 두 대의 카메라를 이용해 촬영한 영상은 시청자에게 입체감을 제공하여 높은 현장감을 느낄 수 있게 하지만, 카메라 위치에서의 제한된 시점만을 제공한다는 단점을 갖는다.

최근 MPEG(Moving Picture Experts Group)에서는 입체감과 자유시점 제공을 만족시킬 수 있는 다양한 3차원 비디오 시나리오를 검토했고, 그 중에 다시점 비디오 시나리오를 기반으로 3차원 비디오 시스템을 위한 연구를 시작했다[2]. 이 시스템은 사용자에게 다양한 시점의 입체 영상을 제공하기 위해 두 대 이상의 카메라를 사용하여 장면을 촬영하고, 획득된 광각의 다시점 영상과 이에 상응하는 깊이 정보를 이용하여 사용자가 원하는 대로 시청 시점을 자유롭게 선택할 수 있다. 하지만, 카메라 수의 증가에 따라 데이터의 양도 증가하며, 이는 다시점 3차원 방송 서비스에 큰 걸림돌이 될 수 있다. 따라서, 다시점 영상의 특성을 이용하여 데이터를 효과적으로 압축하는 기술의 표준화에 대한 필요성이 크게 대두되었다[3].

본 논문에서는 다시점 3차원 실감방송을 위한 MPEG 표준화 기술을 소개한다. 2장에서는 다시점 3차원 실감방송과 관련 기술 동향에 대해 살펴보고, 3장에서는 MPEG에서 다루고 있는 다시점 3차원 비디오 부호화 표준화 기술에 대해 설명한다. 그리고 4장에서 결론을 맺음으로써 본 논문을 마무리한다.

2. 다시점 3차원 실감방송과 연구 동향

2.1 다시점 3차원 실감방송

현재 시범 서비스되고 양안식 3차원 입체 방송의 뒤를 이을 차세대 방송으로 다시점 3차원 실감방송이 각광 받고 있다[4]. 이는 고품질의 방송 콘텐츠 및 사용자와의 상호작용을 제공할 수 있는 방송 기술로서, 시청자가 화면내 공간에 있다는 실제적인 느낌을 받을 수 있을 정도의 깊이감과 거리감을 포함한 영상 정보와 소리 정보를 제공한다. 단순히 고정된 시점에서 입체감을 제공하는 양안식 입체 방송과 달리 사용자가 원하는 다양한 시점에서 입체감을 느낄 수 있는 다시점 영상을 기반으로 서비스된다.

다시점 영상은 그림 1과 같은 다시점 카메라를 이용하여 얻는다[5]. 다시점 영상은 기존의 스테레오 영상이 연속적으로 존재하는 개념으로, 부분적인 스테레오 영상을 통해 입체감을 제공하고, 전체적인 다시점을 통해 자유시점 기능을 제공할 수 있다.

MPEG 표준화 그룹에서는 그림 2와 같이 3차원 데이터의 획득부, 부호화부, 전송부, 복호화부, 재현부로

† 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2010-(C1090-1011-0003)).

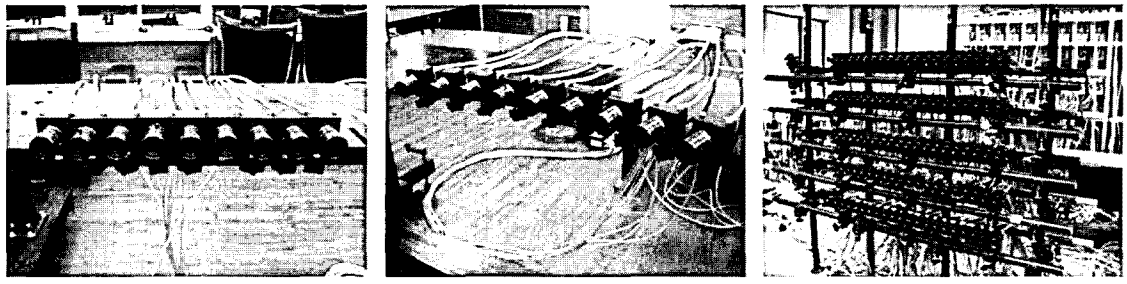


그림 1 다시점 카메라 시스템

구성된 3차원 비디오 시스템을 정의했다[6]. 획득부에서는 스테레오 카메라, 깊이 카메라, 혹은 다시점 카메라를 통해 3차원 비디오를 획득하고, 깊이 카메라나 스테레오 정합 과정을 통해 깊이맵을 획득한다. 부호화부에서는 획득부에서 얻은 3차원 비디오를 압축하고 전송부를 통해 전송하거나 저장매체에 저장한다. 복호화부에서는 압축되어 전송된 3차원 비디오를 복원하고, 재현부에서는 다양한 3차원 디스플레이 장치를 이용하여 사용자가 원하는 시점의 영상을 재현한다.

다시점 3차원 비디오 시스템을 구현하기 위해서는 매우 다양한 분야의 심도 있는 연구가 필수적이며, 현재는 일부 선진국을 중심으로 관련된 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

2.2 다시점 3차원 영상의 연구 동향

1920년대에 3차원 방송의 가장 기본적인 이론인 양안식 입체 TV(stereoscopic TV)에 대한 개념이 정립되었지만, 이에 상응하는 기술적인 부분이 제대로 확립되지 못했다[7]. 1950년대와 1970년대에는 다른 색상의 영상을 이용한 적청 안경식(anaglyph) 방송이 시험적으로 실시되었다. 1980년대에는 일본과 유럽을 중심으로 고화질 입체 TV에 대한 기술이 개발되기 시작했고, 현재는 여러 연구소, 기업, 학교 등에서 관련된 다양한 기술을 연구하고 있다.

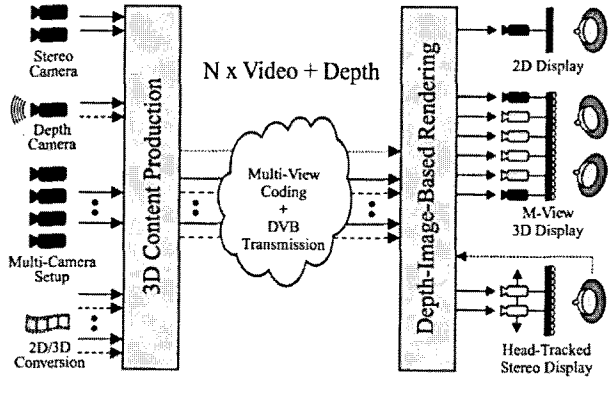


그림 2 다시점 3차원 비디오 시스템

미국의 Microsoft Research에서 수행된 가상시점 비디오 프로젝트에서는 자유로운 시점 전환을 위한 가상시점 영상생성 기술을 연구했다[8]. 이 프로젝트에서는 정확한 깊이 정보를 얻기 위해 새로운 스테레오 정합 알고리즘을 개발하고, 이를 이용하여 가상시점 영상을 합성했다. 미국의 MERL 연구소에서는 2004년에 진행된 3DTV 프로젝트를 통해 실시간 영상 획득, 부호화, 전송, 그리고 재현 등의 단계를 거치는 3차원 TV 시스템을 구현했다[9].

유럽에서는 기존 방송과의 호환성을 유지하면서 3차원 방송을 제공하기 위한 노력이 진행되었다[10]. 1998년부터 시작된 PANORAMA 프로젝트는 깊이 기반의 스테레오 영상을 이용한 3차원 TV의 상용화 모델을 제시했다. 그 후에 IST(European Information Society Technologies)에서는 2002년부터 시작된 ATTEST(Advanced Three-dimensional Television System Technologies) 프로젝트를 통해 3차원 영상에 대한 기반 기술을 개발하기 시작했고, 3차원 영상을 제작하기 위한 시설 및 환경을 구축했다[11]. 3차원 장면 복원에 대해서는 대표적으로 스위스의 ETH Zurich 대학에서 3차원 장면 복원을 위해 Brick 카메라 시스템을 개발하여 연구하고 있다.

일본은 '고도 입체 동영상 통신' 국책 연구 과제를 시작으로, '입체 하이비전 프로그램 제작기술 프로젝트' 그리고 2002년부터 시작된 '고도 3차원 동영상 원격 표시 프로젝트' 등을 수행하면서 다안식 다시점 3차원 방송 시스템을 개발했다[12]. 이외에도 ART 연구소에서는 인간의 시각 인지 매커니즘에 대한 연구가 이루어지고 있고, Sony에서는 3차원 영상 압축 및 입체 TV를, 동경대학교와 나고야대학교에서도 3차원 TV에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 2007년 3월에 구성된 초임장통신포럼(Ultra-Realistic Communications Forum, URCF)을 중심으로 국가 차원에서 3차원 TV와 UDTV(ultra high definition TV) 기술 개발이 추진되고 있다.

국내에서는 3차원 TV와 관련하여 1990년대 중반부터 일부 대학 및 연구소를 중심으로 3차원 입체 영상 방식과 3차원 정보처리 기술에 대한 기초 연구가 진행되었다[13]. 한국전자통신연구원(ETRI)은 MBC와 함께 3차원 DMB와 IPTV의 시험 방송을 수행하고 개인형 3차원 TV 시스템에 대해 연구했다[14]. 한국전자부품연구원(KETI)에서는 다시점 카메라 시스템으로 촬영한 영상을 이용한 3차원 TV 시스템을 연구하고 있으며, 이와 관련된 표준화 활동도 수행하고 있다. 국내 기업들은 앞에서 소개한 여러 가지 기술을 재현할 수 있는 디스플레이 장치를 개발했다. 삼성전자, LG전자, Zalman, Pavonine, v3i, Red rover 등의 기업체들은 3차원 TV, 다시점 3차원 모니터, 카메라 시스템 등을 개발하고 있다[15]. 한국과학기술연구원(KIST)에서는 가상현실을 구현하기 위한 3차원 영상처리 및 관련된 입출력 처리 기술을 연구하고 있으며, 경주 세계문화엑스포에서 가상현실 체험관을 운영하여 전통문화 유적을 가상으로 체험할 수 있는 기회를 제공했다. 한편, 2009년에 만들어진 '차세대 3D 융합산업 컨소시움'은 많은 연구소와 업체가 참여하여 3차원 융합기술을 개발하기 위해 긴밀히 협력하고 있다[16].

MPEG에서는 다시점 3차원 영상 압축 부호화 기술을 만들기 위해 3차원 비디오의 전반적인 시스템의 표준화 작업을 진행하고 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 다시점 영상의 경우 다수의 카메라를 사용하여 좀 더 실감나는 영상을 제공할 수 있지만, 카메라의 대수가 증가함에 따라 데이터의 양이 비례하여 늘어나기 때문에 이에 대한 압축 부호화 기술이 필요하다.

3. 다시점 3차원 비디오 시스템과 부호화 기술

다시점 영상의 부호화 기술에 대한 수요가 증가하면서, 1994년 11월에 표준화된 MPEG-2를 기반으로 MVP (multi-view profile)의 표준화가 진행되었다. 2003년 3월에 표준화가 완료된 MPEG-4 AVC/H.264의 경우, 이를 기반으로 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding, MVC)에 대한 표준화가 시작되어 2009년 1월에 완료되었다. 이후 다양한 시점에 대한 영상 합성 및 부호화를 목표로 2007년 10월부터 3차원 비디오 부호화의 표준화가 진행되고 있다.

3.1 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding)

MPEG 표준화 그룹에서는 2001년 12월부터 3차원 비디오에 대한 선행 실험을 수행하고, 이를 바탕으로 2005년부터 2008년까지 다시점 비디오 부호화에 관한 표준화 작업을 진행했다[17]. 2004년 8월에 다시점 비디오 테스트 영상을 제공하고, 2005년 8월에 제안요청서(call for proposals)를 배포하여 여러 연구 기관에서 제안한 기술을 검토했다. 2005년 10월에는 다시점 비디오 부호화를 위한 참조 소프트웨어 모델로 독일의 HHI에서 제안한 JSVM(joint scalable video model) 기반의 계층적 B화면 구조 방법을 채택하고, 해당 소프트웨어는 2006년 2월에 JMVM(joint multi-view video model)이라는 이름으로 배포되었다.

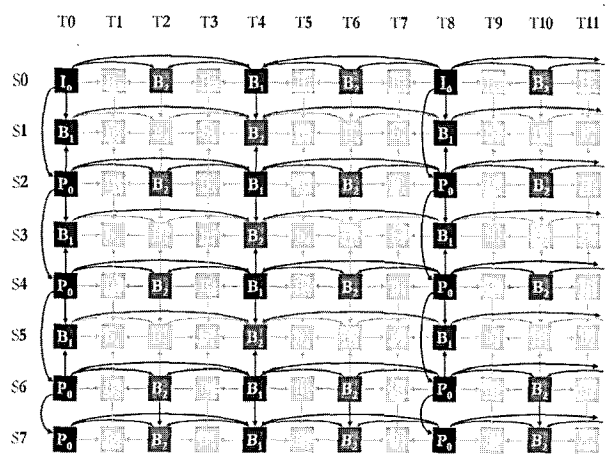
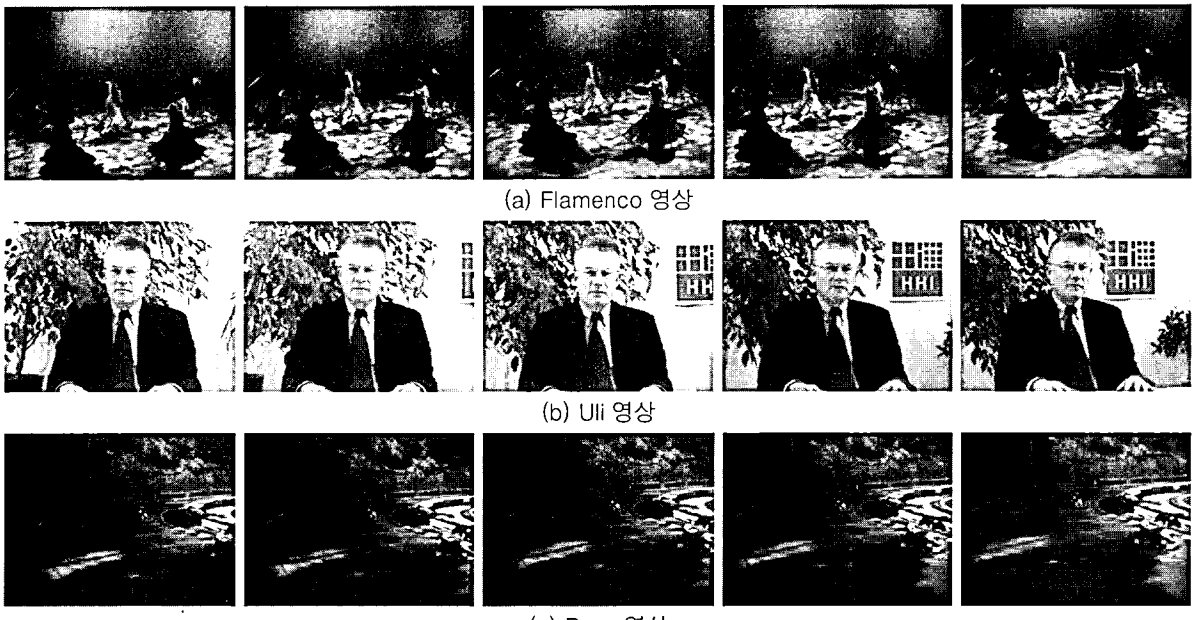


그림 3 계층적 B화면을 이용한 다시점 영상 예측 구조

다시점 비디오 부호화는 기존의 부호화 기술과의 호환성을 유지하기 위하여 H.264/AVC의 기술을 기본으로 이용한다. 그림 3은 다시점 비디오 부호화의 가장 큰 특징인 계층적 B화면(hierarchical B frame) 부호화를 나타낸 그림이다[18]. Sm은 m번째 시점의 카메라를 의미하고, Tn은 시간적으로 n번째 화면을 지칭한다. 화살표는 이웃하는 화면들 사이의 예측 참조 관계를 표시한다. 기존 시스템과의 호환성을 유지하기 위해 다른 시점과 상관없이 독립적으로 복원할 수 있는 시점을 I시점이라 하며, 부호화가 끝난 하나의 시점만 참조하여 예측 부호화하는 시점을 P시점, 양쪽의 두 시점을 참조하여 예측 부호화하는 시점을 B시점이라고 한다.

그림 3에서는 시점 S0이 I시점에 해당하고, S2, S4, S6, S7 등이 P시점, S1, S3, S5 등이 B시점에 해당한다. 이렇게 정해진 예측 구조에서 I시점을 가장 먼저 부호화하고, P시점을 부호화한 후, 이어서 B시점을 부호화한다. 즉, S0-S2-S1-S4-S3-S6-S5-S7 순으로 부호화를 수행한다. 임의 접근(random access)을 위해 일정한 간격으로 기준 화면(anchor frame)을 두는데, 이 기준 화면은 오직 시점간의 예측만을 이용하여 부호화한다. 비기준 화면은 시간 축 방향으로만 참조를 했던 기존 2차원 비디오 부호화 기술과 달리, 시점간의 참조를 통



(a) Flamenco 영상

(b) Uli 영상

(c) Race 영상

그림 4 다시점 영상에 존재하는 색상 불일치 문제

해 압축 효율을 개선했다. 계층적 B화면 부호화를 이용하면 단순히 H.264/AVC로 각 시점을 독립적으로 부호화하는 것보다 두 배 정도의 부호화 효율을 얻을 수 있다.

다시점 비디오 부호화에는 계층적 B화면 부호화 뿐만 아니라, 다시점 영상의 특성을 이용한 부호화 기술이 포함되어 있다.

3.1.1 조명 보상 기술

다시점 카메라 시스템은 여러 대의 카메라를 이용하기 때문에 각 시점에서 촬영된 영상의 색상 분포에 차이가 생길 수 있다. 이를 색상 불일치 문제라고 하며, 동일 기종의 카메라를 이용하여 같은 설정으로 촬영하더라도 이러한 문제가 발생할 수 있다. 그림 4는 색상 불일치 문제를 포함하고 있는 MPEG 테스트 영상을 보인 것이다.

시점 사이의 색상 불일치 문제는 시각적 부자연스러움을 유발시킬 뿐 아니라, 시점 간 상관도를 저하시켜 부호화 효율을 감소시킨다. 이를 해결하기 위해 매크로블록 단위의 조명 보상 기술이 JMVM 소프트웨어에 구현되어 있다[19]. 해당 기술은 기존의 다양한 매크로블록 모드에 조명을 보상한 16×16 모드를 추가하여 움직임 예측을 수행하고, 비트율-왜곡(rate-distortion) 관점에서 모드를 선택하는 방법이다. 조명 보상을 위해 식 (1)의 SAD(sum of absolute differences) 대신 평균값을 제거한 식 (2)의 MR_SAD(mean-removed SAD)를 사용한다.

$$SAD(x,y)=\sum_{i=m}^{m+S-1}\sum_{j=n}^{n+T-1}|f(i,j)-r(i+x,j+y)| \tag{1}$$

$$MR_SAD(x,y)=\sum_{i=m}^{m+S-1}\sum_{j=n}^{n+T-1}|\{f(i,j)-M_{cur}\}-\{r(i+x,j+y)-M_{ref}(m+x,n+y)\}| \tag{2}$$

이때 M_{cur}과 M_{ref}는 현재 블록과 참조 블록의 평균값을 나타내며, 식 (3)과 같이 정의된다.

$$M_{cur}=\frac{1}{S\times T}\sum_{i=m}^{m+S-1}\sum_{j=n}^{n+T-1}f(i,j)$$
$$M_{ref}(p,q)=\frac{1}{S\times T}\sum_{i=p}^{p+S-1}\sum_{j=q}^{q+T-1}r(i,j) \tag{3}$$

여기서 $f(i,j)$와 $r(i,j)$는 현재 화면과 참조 화면의 화소값을 의미한다. MR_SAD를 사용하면 조명 차이에서 기인한 평균값을 제외한 상태에서 상대적인 비교가 가능해진다. 이때 두 블록의 평균값의 차이인 DVIC(difference value of illumination change)가 발생하게 되는데, 이 값은 식 (4)와 같이 정의된다.

$$DVIC=M_{cur}-M_{ref} \tag{4}$$

DVIC를 직접 부호화하게 되면 효율이 떨어지기 때문에 인접한 매크로블록의 DVIC와 현재 블록에 대한 DVIC가 유사하다는 특성을 이용한다. 현재 블록의 DVIC와 주변 매크로블록으로부터 예측한 predDVIC의 차이값인 dpcm_of_dvic를 부호화한다.

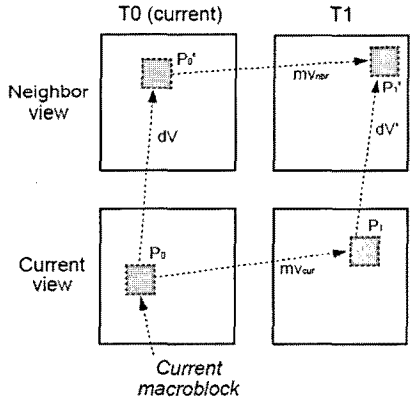


그림 5 인접시점과 현재 시점의 매크로블록간 상관관계

이러한 조명 오차 보상 기술은 다시점 비디오 부호화 테스트 조건에서 부호화 효율이 평균 0.2dB 정도 개선되었다. 하지만 이렇게 블록 단위의 조명 보상으로 인해 복호된 영상에서 블록킹 현상이 발생하여 2007년 5월에 배포된 JMVM 4.0에는 B_Skip과 Direct_16×16 모드에 대해 조명 보상에 관련된 정보를 유추하여 사용하는 방법과 블록킹 현상을 줄이기 위해 복원 영상을 만드는 과정에서 경계 부분에 대한 필터의 강도를 조정하는 방법이 추가로 구현되었다[20].

3.1.2 움직임 정보 생략 모드 기술

다시점 비디오 부호화 기술은 시점간의 높은 상관도를 고려하여 이전에 부호화된 인접시점의 움직임 정보를 공유하여 부호화 효율을 높인다.

그림 5는 인접시점과 현재 시점의 매크로블록간의 상관관계를 보여준다. MV_{nbr}은 이미 부호화된 인접시점에서 T0 시간대의 매크로블록 P_0'이 T1 시간대의 P_1'을 참조하여 부호화한 움직임 벡터이고, 이는 현재 시점의 움직임 벡터인 MV_{cur}과 유사한 값을 갖는다. 이 경우 P_0를 부호화할 때에 필요한 움직임 정보를 P_0'부터 공유하여 사용하면 더 높은 부호화 효율을 얻을 수 있다.

움직임 정보 생략 모드는 크게 인접시점에서 상응 매크로블록을 검색하는 단계와 상응 매크로블록으로부터 움직임을 유도하는 단계로 나뉜다. 상응 매크로블록을 찾는 것은 그림 5에서 dV 값을 정의하는 것이다. 상응 매크로블록은 시점 간의 예측만을 이용해 부호화되는 기준 화면에서 식 (5)처럼 매크로블록 크기인 16의 배수 영역마다 오차 값을 계산하여 최소의 오차 값을 갖는 변위가 전역 변위 값(global disparity value, GDV)이 되고, 해당 GDV는 기준 화면 헤더에 부호화된다.

$$GDV(x,y) = \min_{x,y}\left[\frac{\sum_{i,j\in R}|img_0(i,j) - img_1(i-16\times x, j-16\times y)|}{R}\right] \quad (5)$$

여기서 img_0과 img_1은 두 시점의 영상이고, R은 두 영상이 겹쳐진 영역을 의미한다. 즉, 16의 단위만큼 움직이면서 겹쳐지는 영역의 평균 오류가 가장 작은 값이 GDV 값이 된다.

비기준 화면에 대한 GDV 값은, 식 (6)과 같이, 해당 화면의 POC(picture oder count)와 해당 비기준 화면이 속한 GOP의 양 끝단에 위치한 기준 화면의 GDV 값으로부터 유도된다. 최근에는 식 (7)과 같이 단순한 형태로 유도하여 사용한다. 이는 GDV_A와 GDV_B의 차이가 32 이상 차이가 나지 않는 경우에 GDV_{cur}이 결국 GDV_A와 GDV_B 중 하나와 유사하기 때문에 단순화하여 사용해도 큰 차이가 없다는 것이 연구를 통해 밝혀졌다.

$$GDV_{cur} = GDV_A + \left\lfloor \frac{POC_{cur} - POC_A}{POC_B - POC_A} \times (GDV_B - GDV_A) \right\rfloor \quad (6)$$

$$GDV_{cur} = GDV_A \quad (7)$$

각 화면에 대한 GDV를 계산한 후, 해당 화면에 속하는 매크로블록은 GDV를 통해 인접시점에서 상응 매크로블록을 찾고, 상응 매크로블록의 움직임 관련 정보를 공유한다. motion skip mode는 기존의 다른 모드와 비트율-왜곡 관점에서 비교되고 motion skip mode가 최적으로 판단되는 경우 매크로블록 레벨에서 정의된 motion_skip_flag를 전송하여 움직임 관련 정보의 부호화를 대신한다. 이 기술은 2007년 5월에 JMVM 4.0에 구현되었으며, 평균적으로 0.18dB 정도의 부호화 효율을 향상시켰다.

3.1.3 적응적 참조 화면 필터링

다시점 비디오에서는 여러 대의 카메라를 이용하기 때문에 촬영된 영상간 초점이 맞지 않는 문제가 발생할 수 있다. 그림 6은 Uli 영상에 대해 인접한 두 화면에서의 초점 불일치로 인한 화면의 차이를 보여준다.

그림 6 Uli 영상에 존재하는 초점 불일치 문제

이처럼 두 영상의 초점이 다르게 촬영되면 시점간 상관도가 감소하여 인접시점을 참조하여 부호화하는 시점 방향의 예측 효율이 떨어지게 된다. 이를 보완하기 위해 참조 화면의 전경과 배경에 대해 필터링을 통해 초점 불일치는 보정하는 기술이 개발되었다[21]. 이 기술은 현재 화면과의 상관도를 향상시켜 부호화 효율을 높일 수 있다. 이를 위해 깊이맵에 기반한 영역 구분을 통해 먼저 전경과 배경을 분리한 후, 각 영역에 적합한 필터를 생성한다. 각 영역별로 부호화시 참조 관계가 있는 인접시점에 대해 필터링된 영역을 만들고, 식 (8)을 통해 이 값이 참조 관계가 있는 인접시점에 적합한 지를 판단한다.

$$\min_{\psi_k} \sum_{(x,y)\in D_k} \left(S_{x,y} - \sum_{j=-ni}^{n} \sum_{=-m}^{m} \psi_{i,j} R_{x+dv_x+i, y+dv_y+j} \right)^2 \qquad (8)$$

여기서 $S_{x,y}$는 비교되는 영역이고, 오른쪽 부분은 필터링된 영역을 의미한다. 즉, 두 시점 사이의 초점 불일치에 적합한 최적의 필터 계수를 찾기 위해 여러 가지 필터를 적용해 본 뒤, 두 시점간의 유사도를 비교하고 최적의 필터를 적용하여 부호화 성능을 얻는다.

3.2 3차원 비디오 부호화 기술(3D video coding)

지금까지 소개한 다시점 비디오 부호화 기술은 색상 영상의 부호화에 관한 기술만을 다루고 있다. 최근 MPEG에서는 3차원 비디오에 관한 새로운 표준화 작업을 시작했다. MPEG 3DVC 그룹에서는 기존의 다시점 비디오 부호화 기술을 기반으로 다시점 비디오와 깊이맵을 함께 부호화하는 기술을 표준화하고 있다. 현재 MPEG 3DVC 그룹에서는 다시점 깊이맵 부호화에 관한 연구 뿐만 아니라, 깊이맵의 생성과 가상시점 영상 합성에 관한 연구도 함께 진행하고 있다. 본 장에서는 MPEG 3DVC 그룹에서 진행하고 있는 깊이맵의 생성과 가상시점 영상 합성 기술과 현재 표준화 진행 상황을 살펴본다.

3.2.1 깊이맵 생성 기술

MPEG에서는 깊이맵을 추출하기 위한 깊이값 예측 참조 소프트웨어(depth estimation reference software, DERS)를 2008년 4월부터 제공하여 MPEG의 SVN 서버를 통해 관리하고 있다. DERS 소프트웨어는 다시점 영상의 시점간 상관도를 이용하여 변위를 측정하며, 부화소 단위 깊이값 탐색, 시간적 상관도 향상 기술, 반자동 깊이맵 추정 기술 등을 포함하고 있다.

초기 DERS는 시점간 상관도를 측정하기 위해 정수 단위의 변위를 사용했기 때문에 정확도가 낮았다. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근 1/2 혹은 1/4 화소 단위로 변위를 탐색하여 시간적 상관도를 높여 보다 정확한 변위를 추정한다.

매 프레임마다 독립적으로 깊이를 추정하게 되면 그림 7과 같이 시간적 상관도가 낮은 깊이맵이 생성되는데, 이는 합성된 영상의 화질을 저하시킨다. 광주과학기술원에서 제안한 현재 화면의 깊이맵을 탐색할 때 이전 화면의 깊이맵을 고려하여 시간적 상관도를 높이는 기술이 DERS에 구현되어 있다[22].

부화소 단위의 깊이맵 추정 방법과 시간적 상관도를 향상하는 방법을 통해 깊이맵의 정확도가 상당히 향상되었으나, 깊이맵 부호화 연구의 입력 영상으로는 다소 부적합하다는 평가가 있었다. 따라서 최근 반자동 깊이 정보 추정(semi-automatic depth estimation) 방법이 제안되었다[23].

3.2.2 중간시점 영상 합성 기술

자유로운 시점 변화를 위해서는 실제 카메라로 촬영되지 않은 가상시점의 영상도 합성을 통해 만들어야 한다. 이를 위해 MPEG 표준화 그룹에서는 각 시점의 카메라 매개 변수를 부가적인 입력 데이터로 정의하고 있다. 카메라 매개 변수와 깊이맵, 색상 영상을 이용하면 임의의 가상시점의 중간 영상을 자유롭게 합성할 수 있다. 이러한 기능을 수행하는 중간시점 영상 합성 참조 소프트웨어(view synthesis reference software, VSRS)가 개발되었고, MPEG의 SVN 서버를 통해 배포하고 있다[24].

VSRS는 3차원 워핑(warping) 기술을 이용하여 원래 영상의 화소들을 실제 공간 좌표계로 반환하고, 이를

그림 7 시간적 상관도가 낮은 깊이맵

다시 가상시점의 영상으로 재투영하여 가상시점의 영상을 합성한다. 이때 원래 영상에서는 보이지 않던 새로운 영역이 드러나게 되는데, 이런 영역의 정보가 없기 때문에 빈 공간으로 남게 된다. 이런 빈 공간은 참조할 수 있는 다른 시점에서의 정보를 이용하여 채운다. 가상시점의 영상을 만들 때에 잘못 추정된 깊이값 때문에 합성 영상에 잡음이 발생할 수 있다. 이러한 영상 합성 잡음은 깊이값이 갑자기 달라지는 객체의 경계 부분에서 많이 발생하는 점을 고려하여 경계 잡음을 줄이거나 제거할 수 있다[25].

3.2.3 3차원 비디오 부호화 표준화 진행 현황

이미 1차적인 표준화 작업이 완료된 다시점 비디오 부호화 기술과는 달리, 3차원 비디오 압축 부호화 기술은 현재 표준화 작업이 한창 진행 중이다. 2008년 1월 MPEG 미팅에서는 3차원 비디오 부호화 표준화를 위한 테스트 영상을 요청했고(call for test material, CfT), 2008년 4월 미팅에서 10개의 테스트 영상이 기고되었다. 또한 여러 기관에서 깊이맵을 생성하는 소프트웨어와 중간시점의 영상을 합성하는 소프트웨어를 제공하여 깊이맵 예측과 중간시점 영상 합성의 정확도를 테스트했다.

MPEG 표준화 회의가 거듭될수록 소프트웨어의 성능이 향상되고 있으나, 아직 표준화 작업에 사용할 만한 정확한 깊이맵을 얻지 못해 신뢰할 만한 고화질의 깊이맵을 다시 요청했다. 이에 대한 응답으로 2009년 4월 MPEG 회의에서는 다양한 깊이맵 추정 기술들이 제안되었지만, 자동적으로 깊이맵을 추정하는 기술들은 여전히 성능의 한계를 보였다.

2008년 1월 MPEG 회의에서는 3차원 비디오 테스트 영상과 함께 중간시점 영상의 합성 기술을 요청했다. 앞서 언급한 것처럼, 깊이맵의 정확도가 낮아 합성된 중간시점 영상의 화질도 저하시키기 때문에 이를 보완하기 위한 다양한 기술이 제안되었다. 2009년 2월 회의에서는 다양한 중간시점 영상 합성 기술을 통합하자는 의견이 제시되었고, 2009년 4월 회의에서는 중간시점 영상 합성 소프트웨어를 통합하고 검증 실험을 진행했다. 또한 반자동 깊이맵 추정 방법을 포함한 다양한 깊이정보 추정 기술들이 제안되었다. 2010년 4월과 7월 회의에서는 합성한 중간영상의 화질을 고려하여 적합한 테스트 영상을 선별하고 있다. 일단 테스트 환경이 설정되면, 2010년 10월에 3차원 비디오 부호화를 위한 압축 기술의 제안요청서가 배포될 것으로 예상되며, 이때부터 다시점 영상과 깊이맵을 동시에 압축 부호화하는 치열한 기술 경쟁이 시작될 예정이다.

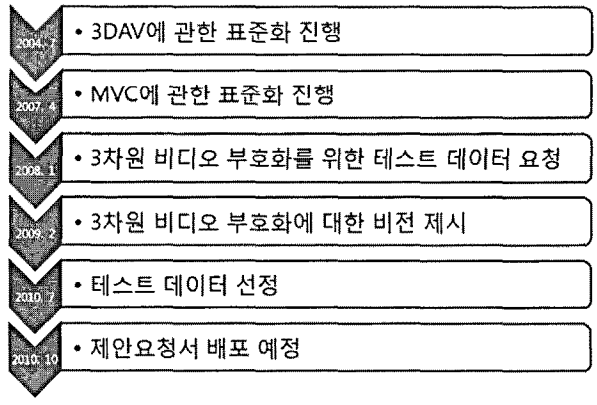


그림 8 MPEG 3차원 비디오 부호화 기술의 표준화 동향

4. 결 론

시나브로 다시점 3차원 실감방송 서비스를 집에서 편안히 즐길 수 있는 시대가 다가오고 있으며, 이를 통해 시청자들은 마치 현장에 있는 것처럼 입체감있고 실감나는 3차원 영상을 체험할 수 있을 것이다. 다시점 3차원 실감방송의 상용화를 위해서는 3차원 영상을 효율적으로 압축 부호화하는 기술이 필수적이며, 현재 MPEG에서 이에 관련된 기술의 표준화 작업이 한창 진행 중이다. 3차원 비디오 부호화에 대한 표준이 만들어지면, 이에 따라 차세대 3차원 방송 시장과 관련된 3차원 실감미디어 산업이 크게 성장할 것이다. 따라서 지금이 차세대 방송 기술의 핵심인 3차원 비디오에 대한 연구에 집중 투자하여 국제적인 기술경쟁력을 배양할 수 있는 좋은 기회이다. 국내 학계와 산업계가 정부 차원의 적극적이고 지속적인 지원을 받아 3차원 비디오의 기술 개발에 집중하면, 장차 우리나라가 3차원 실감미디어 서비스를 선도하고 관련된 시장을 선점할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2010-(C1090-1011-0003)).

참고문헌

[1] 산업기술진흥원, "DTV 방송분야 산업분석보고서," 2010. 03.

[2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Description of Core Experiments in MVC," N8019, July 2006.

[3] R. Wand and Y. Wang, "Multiview Video Sequence Analysis, Compression and Virtual Viewpoint Synthesis," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video

Technology, vol. 100, no. 3, pp. 397-410, April 2000.
[4] 호요성, 윤승욱, 김성열, "실감 방송과 차세대 실감형 미디어," TTA Journal, vol. 100, pp. 107-114, 2005. 08.
[5] Y. Kang, E. Lee, and Y. Ho, "Multi-Depth Camera System for 3D Video Generation," Proceedings of International Workshop on Advanced Image Technology, pp. 44(1-6), Jan. 2010.
[6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Introduction to 3D Video," N9784, May 2008.
[7] 호요성, 김성열, "3차원 입체 영상 정보처리," 두양사, 2010. 04.
[8] 호요성, 이상범, "미국의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 150, pp. 136-145, 2008. 07.
[9] W. Matusik and H. Pfister, "3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquistion, Transmission and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes," ACM Transactions on Graphics SIGGRAPH, vol. 23(3), pp. 814-824, Aug. 2004.
[10] 호요성, 이은경, "유럽의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 149. pp. 127-137, 2008. 05.
[11] A. Redert, M. Op de Beeck, C. Fehn, W. Ijsselsteijn, M. Pollefeys, L. Van Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, "ATTEST - Advanced Three-Dimensional Television Systems Technologies," Proceedings of 3DPVT, pp. 313-319, June 2002.
[12] 호요성, 허진, "일본의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 150, pp. 134-144, 2008. 06.
[13] 호요성, 김성열, "한국의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 152, pp. 112-123, 2008. 08.
[14] 한국전자통신연구원, "개인형 3DTV 기술 개발," 2008. 01.
[15] 박재형, "3D 디스플레이 기술 소개 및 개발 동향," 인포메이션 디스플레이, vol. 10, no. 3, pp. 2-14, 2006. 06.
[16] 김은수, "차세대 3D 융합산업의 발전현황 및 시장 전망," 차세대 3D 융합산업컨소시움, 2009. 02.
[17] 호요성, 이천, "자유시점 TV와 3차원 비디오 국제 표준 동향," TTA Journal, vol. 116, pp. 86-94, 2008. 03.
[18] 호요성, 오관정, "다시점 비디오 부호화," TTA Journal, vol. 115, pp. 93-100, 2008. 01.
[19] ISO/IEC MPEG&ITU-T VCEG, "Joint Multiview Video Model(JMVM) 2.0," JVT-U207, Hanzhou, China, Oct. 2006.
[20] ISO/IEC MPEG&ITU-T VCEG, "Joint Multiview Video Model(JMVM) 4.0," JVT-W207, San Jose, USA, April 2007.
[21] ISO/IEC MPEG&ITU-T VCEG, "Adaptive Reference Filtering for MVC," JVT-W065, San Jose, USA, April 2007.
[22] S. Lee, C. Lee, and Y. Ho, "Temporal Consistency Enhancement of Background for Depth Estimation," Int'l Conference on 3D Systems and Applications (3DSA), pp. S08-01(1-4), April 2009.
[23] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Semi-automatic Depth Estimation for FTV," M16391, April 2009.
[24] MPEG 3DV AhG, "View Synthesis Reference Software," URL: http://wg11.sc29.org/svn/repos/MPEG-4/test/trunk/3D/view_synthesis/VSRS.
[25] C. Lee and Y. Ho, "Boundary Filtering on Synthesized Views of 3D Video," Signal processing, Image processing and Pattern Recognition (SIP) 2008, pp. 15(1-4), Dec. 2008.

약 력

호 요 성

1977～1981 서울대학교 전자공학과 학사
1981～1983 서울대학교 전자공학과 석사
1983～1995 한국전자통신연구소 선임연구원
1985～1989 University of California, Santa Barbara Department of Electrical and Computer Engineering 박사
1990～1993 미국 Philips 연구소 Senior Research Member
1995～현재 광주과학기술원 정보통신공학부 교수
2003～현재 광주과학기술원 실감방송연구센터 센터장
관심분야 : 디지털 신호처리, 영상신호처리 및 압축, 멀티미디어 시스템, 디지털 TV, MPEG 표준, 3차원 TV, 실감방송
E-mail : hoyo@gist.ac.kr

정 재 일

2000～2005 한양대학교 전자전기컴퓨터공학과 학사
2005～2007 한양대학교 정보디스플레이공학과 석사
2008～현재 광주과학기술원 정보통신공학부 박사과정
관심분야 : 실감방송 및 3차원 영상처리, 다시점 비디오 부호화 및 3차원 비디오 부호화
E-mail : jijung@gist.ac.kr