

## 3D 비디오 부호화를 위한 표준화 동향과 요소 기술

호요성\* · 이 천\*\*

### 1. 서 론

요즘 TV 시장이 급변하고 있다. LCD TV가 안방의 브라운관 TV를 내몰더니, 이제는 3DTV가 안방으로 침투하고 있다. 각 영화 상영관에서 3차원 입체 상영관을 하나 이상 확보하여 3차원 입체 영화를 줄이어 상영하고 있다. 그야말로 3D 시대라고 해도 과언이 아니다.

이러한 시장의 변화에 발맞추어 방송사도 3차원 방송에 많은 투자를 하고 있다. 국내의 지상파 방송사뿐만 아니라, 케이블 및 위성TV 방송사들은 3차원 방송 서비스가 가능한 채널을 확보하여 실험방송을 하거나 이미 방송을 시행하고 있다.

이러한 3차원 기술은 그 역사가 깊다. 기원전 300년경 그리스의 수학자 유클리드(Euclid)의 양안 시차에 대한 설명과 15세기 이탈리아 수학자인 레오나르도 다빈치의 입체시(stereopsis) 증명처럼 역사가 상당히 오래된 연구 분야이다[1]. 이러한 오랜 역사에도 불구하고 3차원 영상이 일반

인에게는 아직도 낯선 이유는 3차원 영상처리 기술이 충분히 성숙하지 못했기 때문이다. 예를 들어, 시청자가 입체 영상을 장시간 보면 시청자가 어지러움을 느낀다거나 구토 증상이 발생한다. 이는 사람 눈의 특성을 충분히 고려하지 못한 기술의 미숙함 때문이다. 또한 깊이감이 있는 콘텐츠 제작의 미흡과 저렴하고 성능이 뛰어난 3차원 재현 장치의 미비, 기존 기술과의 호환성 문제, 미약한 3차원 시장 등의 어려움이 있다. 최근 이러한 문제점들을 해결하기 위한 다양한 방법이 제안되고 있다.

최근 MPEG(moving picture experts group) 표준화 그룹에서는 3차원 비디오 시스템을 정의하고, 다시점 영상과 깊이 정보를 효율적으로 압축 부호화하는 국제 표준화 작업을 진행하고 있다 [2]-[4]. MPEG에서 제시하는 3차원 비디오 시스템은 기존의 양안식(stereoscopic) 영상을 기본적으로 수용하고, 보다 발전된 고품질 고휘상도 광각의 3차원 비디오 시스템이다. 이 시스템은 다시점 카메라로 획득한 2차원 영상과 이에 대한 깊이 정보를 입력 데이터로 받아 사용자가 원하는 대로 시청 시점을 자유롭게 선택할 수 있는 다시점 3차원 재현 장치를 이용하여 다양한 형태로 입체 영상을 즐길 수 있게 한다.

MPEG 표준화 그룹에서 제시한 시스템에서는 다시점 카메라를 이용하여 획득한 광각의 다시점

※ 교신저자(Corresponding Author) : 호요성, 주소 : 광주 북구 오룡동(500-712), 전화 : 062)970-2211, FAX : 062)970-3164, E-mail : hoyo@gist.ac.kr

\* 광주과학기술원 정보기전공학부 정교수

\*\* 광주과학기술원 정보기전공학부 박사과정  
(E-mail : leecheon@gist.ac.kr)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2010-(C1090-1011-0003))

영상으로부터 깊이 영상을 구하는 방법과 깊이 영상을 이용하여 중간시점의 영상을 합성하는 방법이 필요하며, 다시점 영상의 효율적인 저장이나 전송을 위한 다시점 영상의 압축 기술을 만들어야 한다. 다시점 영상은 한 장면을 여러 대의 카메라로 동시에 촬영한 영상이므로 인접한 시점의 영상 사이에 상관도가 매우 높다. 이런 특징을 이용하면 효율적인 압축 방법을 만들 수 있다.

본 논문에서는 3차원 비디오의 원리를 간략히 설명하고, MPEG에서 작업한 3차원 비디오 부호화 표준화 작업을 소개한다. 그리고 마지막에는 3차원 비디오 시스템의 요소 기술을 살펴본다.

## 2. 3차원 비디오의 소개

### 2.1 입체시 (Stereopsis)와 3차원 카메라

사람이 시각적으로 입체감을 느끼는 원리는 양안의 시차에 따른 입체시(stereopsis)의 개념으로 설명할 수 있다. 입체감을 느끼는 요인은 크게 생리적 요인과 경험적 요인으로 구분할 수 있다. 생리적 요인은 그림 1과 같이 양안시차(binocular disparity)에 의해 입체감을 느끼는 것이 대표적이다. 사람의 두 눈은 평균적으로 65mm 정도 떨어져 있기 때문에 같은 장면을 보더라도 망막에 맺히는 상은 다소 차이가 있다. 가까이 있는 물

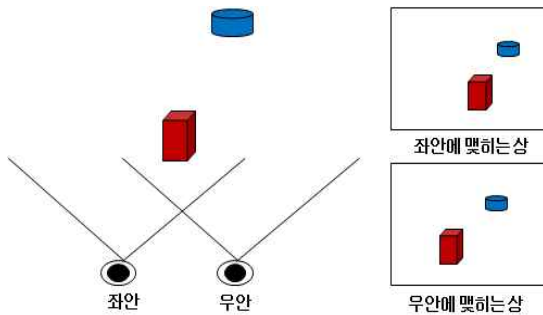


그림 1. 양안시차에 의한 입체시 원리

가 크게 맺힌다. 반면, 멀리 떨어져 있는 물체는 양안에 맺히는 위치가 크게 차이이며, 물체 양안에 맺히는 위치가 크게 차이가 나지 않고, 물체가 작게 맺힌다. 경험적 요인은 관찰 대상의 움직임 속도 차이(motion parallax)나 물체의 거리에 따른 투명도 차이(aerial perspective), 선원근법(linear perspective) 등이 있다.

3차원 카메라는 위의 생리적 요인을 반영하여 설계된다. 일반적인 스테레오 카메라는 두 카메라가 같은 방향을 향하는 평행형(parallel) 카메라이다. 하지만 최근에는 양안의 특성을 더욱 적극적으로 반영한 카메라가 개발되고 있다. 그림 2에 보인, 한국방송(KBS)에서 개발한 HD 양안식 3D 카메라는 기본적으로 두 카메라의 거리를 65mm로 두고 필요에 따라 거리를 조정한다. 또한 주시각을 조절하기 위해 카메라의 방향을 조절하는 기능도 포함한다[5].

최근 양안식 카메라보다 시점수를 늘려 다시점 영상을 획득하여 보다 효과적인 입체영상을 체험하려는 시도가 진행되고 있다. 그림 3과 같이 동일한 종류의 카메라를 다수 배치하고, 카메라 사이의 동기를 유지하여 다시점 영상을 획득한다. 이때 카메라 세팅의 미세한 불일치를 조정하기 위해 다시점 영상정렬(multi-view rectification)과 다시점 색상보정(color correction)을 사용한다.

현재 MPEG에서는 3차원 비디오 시스템에 대한 논의를 통해 국제 표준화 작업을 진행하고 있



그림 2. 한국방송의 양안식 3D 카메라



(a) 평행형 다시점 카메라



(b) 복합형 다시점 카메라

그림 3. 다시점 카메라 시스템

다. 특히, 다시점 영상 기반의 3차원 정보는 시점 수에 따라 데이터양이 증가하기 때문에 기존의 한 시점 영상보다 많은 정보를 처리해야 한다. 이는 제한된 대역폭을 통한 3차원 비디오 서비스에는 큰 걸림돌이 될 수 있으며, MPEG에서는 3차원 비디오 부호화에 중점을 둔 국제 표준을 만들기 위해 노력하고 있다.

### 2.2 3차원 비디오 시스템

양안식 영상은 두 시점의 영상을 이용하여 한 시점의 3차원 깊이감을 제공하지만, 다시점 영상을 이용하면 여러 시점의 3차원 영상을 재현할 수 있으며, 사용자가 원하는 임의 시점의 영상을 만들어 보여줄 수도 있다. 3차원 입체영상을 재현하는 디스플레이 장치 중에는 안경을 사용하지 않는 9시점이나 16시점 무안경식 3차원 디스플레이 장치가 있는데, 이러한 장치를 이용하여 보다 실감나는 입체 영상을 재현할 수 있다.

그림 4는 MPEG에서 고려하고 있는 다시점 영상을 이용한 3차원 비디오 시스템의 개념도이다. 이 시스템의 특징은 다시점 비디오를 이용하여 보다 많은 시점의 영상을 합성하기 위해 깊이 정보를 이용한다는 점이다. 전송단에서는 다시점 비디오와 깊이 정보를 압축하여 전송하고, 수신단에서는 이 신호를 받아서 복원한 뒤 디스플레이 장치의 종류에 따라 적절한 시점의 영상을 선택하여 재현한다.

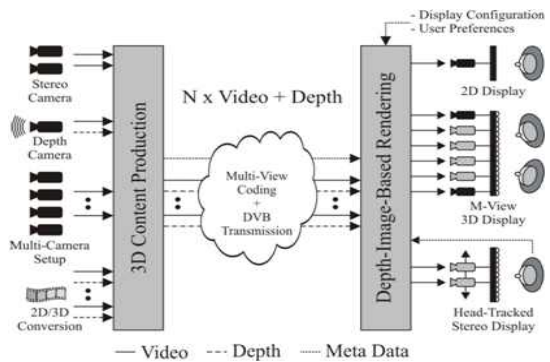


그림 4. 다시점 영상을 이용한 3차원 비디오 시스템

## 3. 3차원 비디오 부호화 기술의 표준화 동향

### 3.1 3차원 오디오-비주얼(3D Audio-Visual)

MPEG 표준화 그룹에서는 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4와 같은 단시점 영상을 효율적으로 부호화하기 위한 기술을 개발했지만, 2001년 12월부터는 3차원 비디오 압축 표준에 대한 관심을 기울여 왔다. 그 첫 번째 활동으로 3차원 오디오-비주얼(3D audio-visual, 3DAV) 부호화 표준화 작업을 수행했으며, 이 작업을 통해 입체감 있는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 다양한 기술이 검토되었다.

2002년부터 2004년까지 관련 기술에 대한 구체적인 선행 실험(Exploration Experiments, EE)을

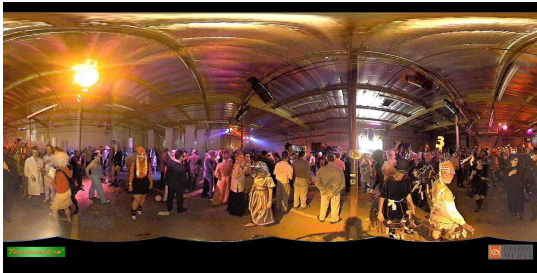
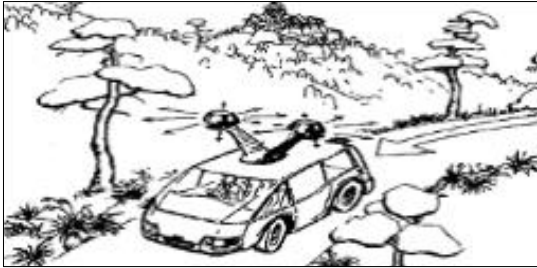


그림 5. 전방향 비디오

수행하여 각 기술의 효용성과 가능성을 테스트했다[6]. 그림 5에 보인 것처럼, EE1에서는 360° 영상을 보여주는 전방향 비디오(omni-directional video)에 관한 실험을 수행했다. 이 실험에서는 촬영된 전방향 비디오를 3차원 메시(mesh)를 이용하여 표현하고, 이를 MPEG-4 표준 기술로 부호화하는 방법이 제안되었다.

EE2에서는 사용자가 시청하려는 시점을 자유롭게 선택할 수 있는 기능을 가진 자유시점 비디오 기술이 검토되었다. 이 시스템을 제안한 일본의 나고야(Nagoya) 대학교에서는 광선 공간(ray space)를 이용한 중간시점 영상의 합성 방법을 MPEG-4 시스템에 추가할 것을 제안했다.

EE3에서는 MAC(multiple auxiliary component) 시스템을 기반으로 하는 양안식 비디오 부호화 방법을 실험했다. 이 기술은 인접한 두 시점 영상 사이의 변위(disparity)을 추정하고, 이때 얻은 변위 지도(disparity map)와 한 쪽 컬러 영상을 부호화하여 전송한다. 수신단에서는 부호화된 신호를 복호화하고, 복원된 변위 지도와 한 쪽 영

상을 이용하여 다른 쪽 시점의 영상을 생성하여 양안식 비디오를 복원하는 기술이다.

EE4에서는 깊이 또는 변위 정보를 부호화하기 위한 실험으로, 비디오와 깊이 영상을 MAC을 이용하여 부호화하는 방법이 주로 검토되었다. 이 실험에서는 깊이나 변위 정보를 다양한 필터를 이용하여 처리한 뒤에 부호화 결과를 비교했다.

### 3.2 다시점 비디오 부호화 (multi-view video coding)

MPEG 표준화 그룹은 3DAV의 탐색실험을 수행하면서 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding)의 필요성을 인지했다. 이에 2004년 8월에 다시점 비디오 테스트 영상을 제공했고, 2005년 8월에 제안요청서(Call for Proposals)를 배포하여 여러 연구 기관에서 제안한 기술을 검토했다. 그로부터 2년 후인 2006년 7월부터 MVC에 관한 표준화 작업을 JVT(joint video team)로 이양하여 수행했다. 그림 6는 다시점 비디오 부호화의 표준화 작업과정을 알기 쉽게 정리한 것이다.

앞 장에서 설명했듯이, 다시점 영상을 이용하면 보다 효과적인 3차원 입체영상을 재현할 수 있다. 하지만 카메라 수의 증가에 따라 데이터양도 선형적으로 증가하는데, 이 문제는 3차원 비디오 서비스에 큰 걸림돌이 될 수 있다. 그러므로 다시점 비디오의 특성을 고려하여 효과적인 부호화 방법이 필요하며, 이러한 문제점을 해결하기 위해 다시점 비디오 부호화 기술이 개발되었다.

다시점 비디오 부호화는 기존의 부호화 기술과의 호환성을 유지하기 위하여 H.264/AVC의 기술을 기본으로 이용한다. 다시점 비디오 부호화의 가장 큰 특징은 계층적 B화면(Hierarchical B frame) 부호화를 이용한 시점간 참조 예측 구조이다. 그림 7은 다시점 비디오 부호화 방법의

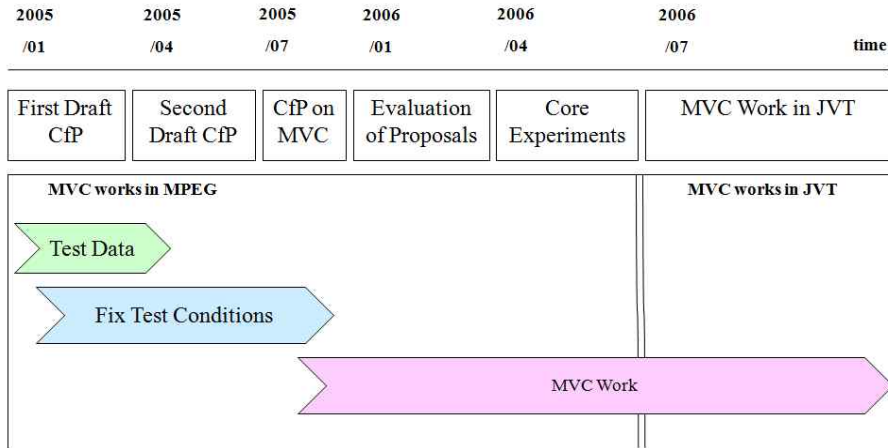


그림 6. 다시점 비디오 부호화의 표준화 작업

예측 구조를 보인 것이며[7], 그림 7과 같이 총 8시점의 영상을 부호화 할 때 시점간 영상을 참조하여 부호화한다.

구체적인 부호화 과정은 다음과 같다. 그림 7의  $S_m$ 은 m번째 시점의 카메라를 의미하고,  $T_n$ 은 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, 양쪽

의 두 시점을 참조하여 예측 부호화하는 시점을 B시점이라고 말한다. 그림 7에서는 시점  $S_0$ 이 I시점에 해당하고,  $S_2, S_4, S_6, S_7$  등이 P시점,  $S_1, S_3, S_5$  등이 B시점에 해당한다. 이렇게 정해진 예측 구조에서 I시점을 가장 먼저 부호화하고, P시점을 부호화한 후, 이어서 B시점을 부호화한다. 즉,  $S_0-S_2-S_1-S_4-S_3-S_6-S_5-S_7$  순으로 부호화를 수행한다. 임의 접근(random access)을 위해 일정한 간격으로 기준 화면(anchor frame)을 두는데, 이 기준 화면은 오직 시점간 예측만을 이용하여 부호화한다. 이러한 부호화 구조를 이용하면 H.264/AVC로 독립적으로 부호화하는 것보다 약 50%의 비트수를 줄일 수 있다.

### 3.3 3차원 비디오 부호화 (3D Video Coding)

다시점 비디오 부호화 기술은 3차원 비디오 시스템의 입력 데이터인 다시점 비디오를 압축하기 위해 개발된 국제 표준이다. 이러한 기술을 기반으로 3차원 비디오 시스템을 더욱 구체화한 기술이 그림 4와 같은 3차원 비디오 시스템이다. 이 시스템은 다시점 카메라를 이용하여 획득한 다시점 비디오와 시점간 상관도를 이용하여 추출한

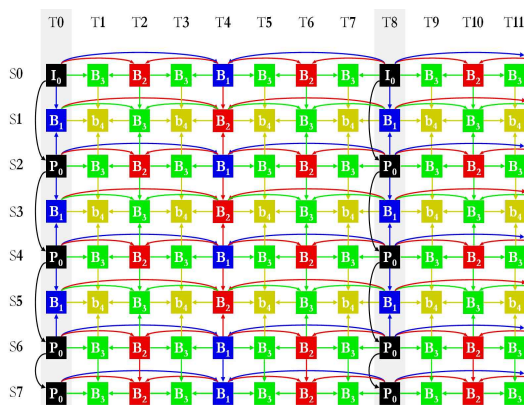


그림 7. 계층적 B화면을 이용한 기본적인 예측 구조

깊이 영상을 입력으로 취하고, 이 데이터를 동시에 부호화하여 전송한다. 수신단에서는 부호화된 영상을 복원하고, 디스플레이 장치에 적합한 영상을 생성하여 재생한다.

이러한 3차원 비디오 시스템을 실현하기 위해서는 깊이 영상을 생성하는 방법과 중간시점 영상을 합성하는 기술이 기본적으로 제공되어야 하고, 다시점 비디오와 다시점 깊이 영상을 부호화하는 기술이 제공되어야 한다. 그림 8은 이러한 3차원 영상 신호처리의 과정을 보인 것이다[8].

이에 MPEG 3차원 비디오(3DV) 표준화 그룹에서는 3차원 비디오 부호화 기술을 표준화 작업에 앞서 다시점 깊이 추정(depth estimation) 기술과 시점 합성(view synthesis) 기술을 개발했다. 2010년 4월 현재 그동안 제안된 많은 기술들을 이용하여 깊이 영상 추정 소프트웨어와 중간영상

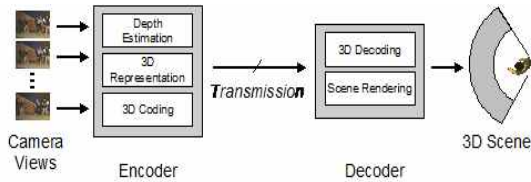


그림 8. 3차원 비디오 신호처리 과정

합성 소프트웨어를 개발했다. 이러한 과정을 바탕으로 올해 10월에 최종 제안요청서(Call for Proposal)할 예정이다. 표 1은 2010년 4월 현재까지 진행된 3차원 비디오 부호화 기술의 표준화 과정을 표로 정리한 것이다.

#### 4. 3차원 비디오 시스템을 위한 요소 기술

##### 4.1 다시점 카메라를 이용한 3차원 영상 획득

MPEG 3DV 표준화 그룹은 3차원 비디오 부호화의 표준화 작업을 시작하기 위해 테스트 환경을 구축했다. 우선 테스트 영상을 확보하기 위해 3차원 비디오 부호화에 적합한 실험 자료를 요청했다[9]. 테스트 영상은 두 대 이상의 일차원 평행형 다시점 카메라로 영상을 획득하고 카메라 파라미터 획득과 영상정렬과 같은 과정을 수행해야 한다. 그림 9는 카메라 간격이 50mm인 일차원 9시점 평행형 카메라와 이 장치로 획득한 다시점 영상을 보인 것이다. 이러한 장치를 이용하여 다시점 영상을 획득할 때 중요한 점은 카메라 사이의 동기화와 카메라의 줌/조리개/초점 등의 설정이 일치해야 한다.

표 1. 3차원 비디오 부호화 기술의 표준화 과정

표준화 회의	회의 내용
2001년 12월~2004년 7월	3DAV에 관한 표준화 진행
2004년 10월~2007년 4월	MVC에 관한 표준화 진행
2007년 4월	자유시점 TV에 대한 표준화작업 요청
2008년 1월	3차원 비디오 부호화를 위한 테스트 데이터 요청
2008년 4월~현재	탐색 실험(exploration experiments) 수행
2009년 2월	3차원 비디오 부호화에 대한 비전 발표
2010년 1월~2010년 7월	테스트 데이터 선정
2010년 4월~2010년 7월	제안요청서(Call for Proposal) 작성
2010년 10월	제안요청서 배포(예정)



그림 9. 다시점 카메라로 획득한 다시점 영상

#### 4.2 시점간 상관도를 높이기 위한 전처리

다시점 비디오는 한 장면을 여러 대의 카메라로 획득한 영상인데, 이때 발생하는 문제점 중의 하나가 카메라 사이의 기계적인 설정 불일치로 인한 색상 차(color miss-match)와 카메라 사이의 상대적 위치 차이이다. 이러한 문제들은 3차원 비디오의 입체감을 저하시키는 원인이므로 3차원 콘텐츠를 제작하기 전에 조정되어야 한다.

다시점 카메라 시스템을 이용하여 영상을 획득할 때, 동일한 카메라를 이용하더라도 동일한 종류의 카메라를 동일하게 설정하여 영상을 획득하는 것이 중요하다. 하지만, 동종의 카메라를 이용하더라도 제조 공정의 미세한 차이와 외부적인 요인으로 인하여 모든 카메라가 동일한 색상으로 촬영하는 것은 거의 불가능하다. 이에 색상 보정 기술과 같은 전처리를 적용하여 시점간 색상을 보정해야 한다. 그림 10은 카메라간 색상 차이가 나는 영상과 이를 색상 보정 기술을 이용하여 색상을 일치시킨 영상을 보인 것이다[10].

색상 보정과 더불어 전처리로 수행해야 하는 작업이 영상 정렬화(image rectification) 작업이다. 이상적으로는 일차원 평행형 카메라로 획득한 영상은 모든 카메라가 동일한 방향을 가리켜야 하고, 카메라 사이의 거리도 동일해야 하지만, 다시점 카메라 장치의 불완전함 때문에 다시점



(a) 색상 보정 전



(b) 색상 보정 후

그림 10. 다시점 영상의 색상 보정

영상에서 방향이 불규칙한 영상으로 나타난다. 이를 보완하기 위해 일차원 평행형 영상으로 변환해야 하는데, 이를 영상 정렬화 작업이라고 한다.

#### 4.3 깊이 영상 추정 기술

시청자가 원하는 임의 위치에서의 중간시점 영상을 만들기 위해서는 깊이 영상이 필수적이다. 깊이 영상이란 영상 내에 존재하는 객체의 3차원 거리 정보를 나타내는 영상으로, 깊이 영상의 화소 값은 해당 화소의 깊이 정보를 나타낸다. 깊이 영상의 정확도는 합성된 중간시점 영상의 화질을 좌우하기 때문에 정확한 깊이 영상을 구하는 작업이 매우 중요하다. 깊이값은 다시점 영상에서 동일한 객체를 추정하고, 그 위치의 차이를 이용하여 추정할 수 있다.

그림 11과 같이, 두 대의 카메라가 정확하게 수평이 맞도록 정렬되어 있고, 카메라의 방향이 평행을 이룬다고 가정하자. 이러한 카메라 구성에서 어느 한 영상에 존재하는 특정한 화소가 다른 시점의 영상에도 존재할 때, 이 두 시점에서의 좌표의 수평 차이를 변위(disparity)라고 한다. 만약



그림 11. 거리에 따른 변위값의 차이

객체가 카메라에 가까이 있을 경우에 변위는 큰 값을 가지게 되고, 반대로 객체가 카메라에서 멀어질수록 변위는 작은 값을 가지게 된다. 이러한 변위의 특성을 이용하여 물체의 깊이 정보를 얻어낼 수 있다.

MPEG 표준화 그룹에서는 깊이영상을 추출할 수 있는 깊이값 추정 참조 소프트웨어(depth estimation reference software, DERS)를 2008년 4월부터 제공했다. 이 소프트웨어는 다시점 영상의 시점간 상관도를 이용하여 변위값을 측정한다[11]. 이후 깊이영상의 정확도를 향상하기 위한 다양한 기술이 구현되었다. 현재는 DERS 5.1이 MPEG에서 관리하는 SVN 서버를 통해 배포되고 있다[12].

#### 4.3.1 부화소 단위 깊이값 결정 방법

초기 DERS는 시점간 상관도를 측정하기 위하여 정수 단위로 변위값을 이동하여 수행했기 때문에 변위값의 정확도가 낮은 단점이 있었다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 정수 화소 단위가 아닌 1/2 화소 단위, 혹은 1/4 화소 단위로 변위를 탐색하는 방법이 제안되었으며, 참조영상을 2배 혹은 4배로 확장한 다음 기존의 방법으로 변위값을 추정한다. 이를 이용하면 시간적 상관도가 높아지고 보다 정확한 변위값을 추정할 수 있다.

#### 4.3.2 시간적 상관도를 높이기 위한 깊이 추정

초기 DERS는 각 프레임마다 깊이값을 생성하

기 때문에 프레임간 깊이값 변화를 고려하지 않는다. 이로 인해 시간적 상관도가 낮은 깊이 영상이 생성되기 때문에 객체의 움직임이 없더라도 프레임마다 깊이값이 다르게 할당되게 된다. 이는 합성영상에서 떨림 현상으로 나타나게 된다. 그림 12는 인접한 세 프레임의 깊이 영상을 보인 것으로, 고정되어 있는 책상의 깊이값이 시간에 따라 다르게 할당되어 있음을 알 수 있다. 광주과학기술원(GIST)에서는 깊이 영상의 시간적 상관도를 높이기 위해 현재 화면의 깊이 영상을 탐색할 때 이전 화면의 깊이 영상을 고려하는 방법을 제안했다[13].

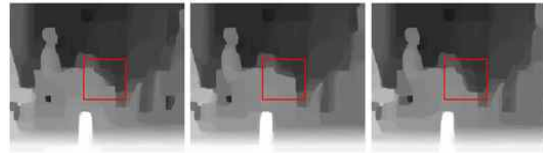


그림 12. 시간적 상관도가 낮은 깊이 영상

#### 4.3.3 반자동 깊이 영상 추정 기술

지금까지 설명한 부화소 단위의 깊이 영상 추정 방법과 시간적 상관도를 향상하는 방법이 기존 소프트웨어에 추가되어 생성된 깊이 영상의 정확도가 상당히 향상되었으나, MPEG 전문가들은 아직 깊이 비디오 부호화의 입력 영상으로는 부적합하다는 평가가 있었다. 이에 MPEG 그룹에서 제공한 기준 소프트웨어의 방법을 초월한 다른 방법으로 좀 더 정확한 깊이 영상을 요청했다.

이에 대한 응답으로 한국전자통신연구원(ETRI)과 일본의 나고야 대학에서는 반자동 깊이 정보 추정(semi-automatic depth estimation) 방법을 제안했다[14,15]. 한국전자통신연구원(ETRI)에서 제안한 방법은 수동으로 획득한 기준 영상을 주기적으로 삽입하여 보다 정확한 깊이 정보를 추정하는 방법으로 상당히 좋은 성능 개선을 보



였으나, 기존 영상을 생성하는 방법이 명확하지 않아 추가적인 노력이 필요하다. 한편, 나고야 대학에서 제안한 반자동 깊이 정보 추정 방법은 기존 영상뿐만 아니라, 경계(edge) 정보까지 이용하는 방법으로 그 성능을 인정받았다. 그림 13은 나고야 대학에서 제안한 반자동 깊이 영상 생성 방법을 설명한 것이다.



그림 13. 반자동 깊이 영상 추정기술

#### 4.4 3차원 비디오 부호화 기술

MPEG 그룹에서 개발하고 있는 3차원 비디오 부호화 방법은 다시점 영상과 다시점 깊이영상을 효과적으로 부호화하는 기술이다. 보다 많은 시점의 영상을 생성하기 위하여 깊이영상을 동시에 압축하여 전송해야 하므로, 깊이영상에 대한 부호화 방법을 개발해야 한다. 이에 MPEG 그룹에서는 그림 14와 같이 3차원 비디오 부호화의 개발 방향을 발표했다[4].

3차원 비디오를 부호화하는 방법을 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는, 다시점의 2차원 영상과 깊이 영상을 동시에 부호화하는 방법이다. 부호된 깊이 영상을 이용하면 임의의 시점을 합성할 수 있기 때문에 3차원 영상을 재현할 수 있다. 그러나 참조할 수 있는 시점이 하나이므로 시점 이동에 따른 빈 영역의 처리가 어려워진다. 이러한 문제점은 다시점 영상을 이용하면 쉽게 해결

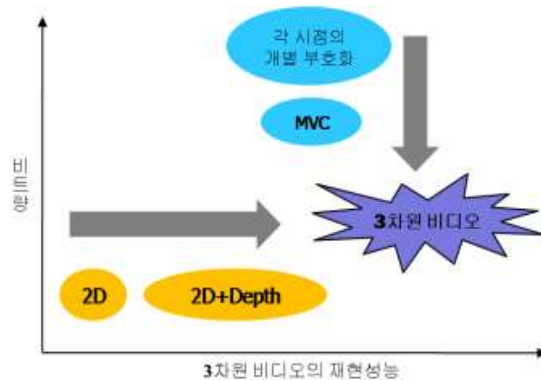


그림 14. 3차원 비디오 부호화의 개발 방향

할 수 있다. 두 번째 방법은 다시점 비디오와 깊이 영상을 부호화하는 방법이다.

다시점 비디오를 각 시점별로 개별적으로 부호화하지 않고, 시점 사이의 상관도를 이용하여 부호화한다. 깊이영상도 마찬가지로 시점간 상관도를 이용하여 부호화한다. 향후 진행될 MPEG 회의에서는 다시점 영상뿐만 아니라 다시점 깊이 영상을 효과적으로 부호화 하는 방법이 제안될 것으로 보인다.

#### 4.5 중간시점 영상합성 기술

시청자가 원하는 임의의 시점의 영상을 자유롭게 보여주기 위해서는 많은 수의 시점이 필요하다. 전송 채널의 대역폭 제한으로 인해 전송된 시점의 수가 충분치 않다면 임의의 중간시점 영상을 합성하여 3차원 모니터에 재현해야 한다. 이렇게 임의의 중간시점 영상을 생성하는 기술을 영상합성(view synthesis)이라고 한다.

현재 MPEG 그룹에서 고려하고 있는 3차원 비디오 시스템은 각 시점에 대한 깊이 영상과 카메라 매개 변수를 부가적인 입력 데이터로 정의하고 있다. 이러한 부가적인 데이터를 이용하면 임의의 중간시점의 영상을 자유롭게 합성할 수 있

다. 이러한 기능을 수행하는 시점합성 참조 소프트웨어(view synthesis reference software, VSRS)가 개발되었으며, 현재는 VSRS 3.5를 MPEG SVN 서버를 통해 배포하고 있다[16].

4.5.1 3차원 워핑을 이용한 영상합성 방법

3차원 워핑(warping) 기술이란 깊이값을 이용하여 원래 영상의 화소들을 실제 공간 좌표계로 반환하고, 이를 다시 가상 시점의 영상으로 재투영하는 과정을 의미한다. 3차원 워핑을 이용하여 시점을 이동하면 원 영상에서는 보이지 않았던 영역이 가상 시점에서 보이게 된다. 이런 영역은 원 영상에서 참고할 수 있는 정보가 없기 때문에 빈 영역(holes)으로 남게 된다. 따라서 빈 영역을 처리하는 방법이 합성된 가상시점 영상의 품질을 결정한다. 그림 15는 3차원 워핑을 이용하여 가상시점의 영상을 합성하는 과정을 도시화한 것이다. 그림 15의 가상시점 영상에서 초록색으로 된 부분이 시점 이동으로 인한 빈 영역을 나타낸다.

기존의 양안식 데이터 형식과 같이 한 시점의 참조 영상과 깊이 영상을 이용할 경우, 빈 영역은 인접한 화소값을 이용하여 채운다. 하지만, 다시 점 비디오 환경에서는 합성하려는 중간시점의 영상 좌우로 참조 영상과 깊이 영상이 동시에 존재

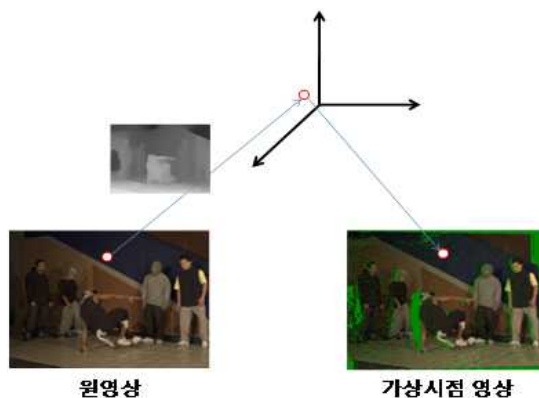


그림 15. 3차원 워핑을 이용한 시점 이동

하므로, 중간시점의 빈 영역의 정보를 참조 가능한 다른 참조 시점에서 정보를 취해 빈 영역을 채운다.

4.5.2 합성한 영상의 경계 잡음 제거

여러 시점에서 찍은 영상은 객체를 모두 포함하고 있기 때문에 각 시점 사이의 거리 차이를 계산하여 깊이 영상을 얻는다. 이 방법은 깊이 카메라와 같이 촬영 환경의 제약이 없으나, 색상의 유사도로 거리 값을 추정하기 때문에 비교적 오류값이 크다는 단점을 지닌다. 이러한 방법으로 얻은 깊이 영상은 영상 합성 과정에 중요한 정보를 제공하지만, 잘못 추정된 깊이값은 합성 영상에서 눈에 거슬리는 잡음으로 나타난다. 특히, 객체의 경계 부근에서 깊이값이 잘못 추정될 수 있는데, 이 때문에 객체의 경계에 잡음이 자주 발생한다.

광주과학기술원에서는 깊이 영상을 이용한 영상합성 방법과 깊이값이 객체의 경계 부분에서 많이 발생하는 점을 고려하여 경계 잡음을 제거하는 방법을 제안했다[17]. 그림 16은 중간시점 영상을 합성할 때 발생하는 경계 잡음과 제안된 방법으로 경계 잡음을 줄인 결과를 비교한 것이다.



(a) 경계 잡음을 포함한 합성영상



(b) 경계 잡음이 제거된 합성영상

그림 16. 경계 잡음이 제거된 영상

표 2. 3차원 비디오 부호화를 위한 테스트 영상

제공기관	영상 이름	영상크기	프레임율 (fps)	프레임수	시점 수	카메라간 거리 (cm)
Nagoya 대학	Pantomime	1280×960	30	300	80	5
	Champagne_tower	1280×960	30	300	80	5
	Dog	1280×960	30	300	80	5
	Kendo	1024×768	30	300	7	5
	Balloons	1024×768	30	300	7	5
HHI 연구소	Book Arrival	1024×768	16.67	300	16	6.5
	Leaving Laptop	1024×768	16.67	300	16	6.5
	Door Flowers	1024×768	16.67	300	16	6.5
	Alt Moabit	1024×768	16.67	300	16	6.5
ETRI/ MPEG Korea	Lovebird1	1024×768	30	300	12	3.5
	Lovebird2	1024×768	30	600	12	3.5
광주과학 기술원	Newspaper	1024×768	30	300	9	5
	Café	1920×1080	30	300	5	6.5
Philips	Mobile	720×540	30	200	3	5
	Beergarden	1920×1080	25	150	2	-
Poznan 대학	Poznan_Hall1	1920×1088	25	600	9	13.75
	Poznan_Hall2	1920×1088	25	600	9	13.75
	Poznan_Street	1920×1088	25	600	9	13.75
	Poznan_CarPark	1920×1088	25	600	9	13.75

## 4.6 3차원 비디오 부호화를 위한 테스트 영상

MPEG의 3DV 표준화 그룹은 두 번에 걸쳐 테스트 영상을 모집했다. 일차원 평행형 다시점 카메라를 이용한 다시점 비디오를 요청했고, 이어 움직이는 다시점 카메라로 촬영된 영상을 요청했다. 이러한 요청에 대한 응답으로 여러 연구기관에서 다양한 테스트영상을 제공했다. 표 2는 현재까지 기고된 테스트 영상을 정리한 것이다.

표 2의 모든 테스트 영상은 정렬화되고, 대부분의 영상은 색상이 보정되었다. 특히, 나고야 대학의 'Balloons', 'Kendo' 영상과 Poznan 대학의 'Poznan\_Hall1', 'Poznan\_Hall2' 영상은 움직이는 다시점 카메라로 촬영한 영상이다. 이에 비해

Philips에서 제공한 'Mobile' 영상과 'Beer garden' 영상은 CG(computer graphics)로 획득한 영상이기 때문에 깊이 영상의 정확도가 가장 높다. 2010년 7월 회의에서는 이 영상 중에서 최종적인 테스트 영상을 선정할 것으로 예상된다.

## 5. 결 론

안방에서 3차원 비디오를 즐기는 시대가 곧 열리면 시청자는 3차원 비디오를 통해서 보다 입체감 있고 실감나는 영상을 체험할 수 있을 것이다. 이러한 3차원 비디오 시대를 이끌 수 있는 기술이 바로 3차원 비디오 시스템이다. 이러한 시스템은 영상의 획득부터 사전처리, 깊이영상의 획득, 부

호화, 중간시점 영상의 합성 등의 다양한 기술이 요구된다. 본 논문에서는 이와 같은 시스템의 국제 표준안을 제정하기 위한 MPEG의 표준화 활동과 논의되고 있는 요소기술에 대해서 설명했다. 특히 MPEG에서는 다시점 영상과 깊이영상을 효율적으로 부호화하는 방법을 표준화 할 예정이다. 지금까지 MPEG에서 제시한 영상 압축 표준이 우리의 생활에 큰 변화를 주었던 것처럼, 앞으로 제정될 3차원 비디오 부호화 기술 또한 우리의 생활 가까이 다가올 것으로 기대된다. 아직은 3차원 비디오 기술에 대한 지식이 완벽하지 않지만, 국내외의 많은 연구자들이 연구하고 있는 만큼 기술의 발전 속도는 더욱 빨라질 것으로 보인다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 호요성, 김성열, “3DTV 3차원 입체영상 정보처리,” 두양사, 2010.
- [2] 호요성, 오관정, “3차원 비디오 부호화 기술,” 한국통신학회지 정보와통신, 제27권, 제3호 pp. 29-35, 2010. 03.
- [3] 이봉호, 엄기문, 이현, 허남호, 김진웅, “3DTV 방송기술 동향,” 방송공학회지, 제13권, 제1호, pp. 4-15, 2008. 03.
- [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Vision on 3D Video,” N10357, Feb. 2007.
- [5] 박창섭, 이준용, 함상진, 조인준, 이근식, “3DTV 방송용 카메라 기술 개발동향,” 방송공학회지, 제15권, 제1호, pp. 12-23, 2010. 03.
- [6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Report on 3DAV Exploration,” N5878, July 2003.
- [7] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Description of Core Experiments in MVC,” N8019, July 2006.
- [8] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Draft Report on Experimental Framework for 3D Video Coding,” N11273, April 2010.
- [9] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Call for Contributions on 3D Video Test Material,” N9595, Jan. 2008.
- [10] Jae-Il Jung, Yo-Sung Ho, “Color Correction Method Using Gray Gradient Bar For Multi-view Camera System,” International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT), pp. MP.C4(1-6), Jan. 2009.
- [11] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Reference Softwares for Depth Estimation and View Synthesis,” M15377, April 2008.
- [12] MPEG 3DV AhG, “Depth Estimation Reference Software,” URL: [http://wg11.sc29.org/svn/repos/MPEG-4/test/trunk/3D/depth\\_estimation/DERS](http://wg11.sc29.org/svn/repos/MPEG-4/test/trunk/3D/depth_estimation/DERS)
- [13] Sang-Beom Lee, Cheon Lee, Yo-Sung 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.
- [14] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Depth Estimation algorithm in SADERS1.0,” M16411, April 2009.
- [15] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Semi-automatic Depth Estimation for FTV,” M16391, April 2009.
- [16] MPEG 3DV AhG, “View Synthesis Reference Software,” URL: [http://wg11.sc29.org/svn/repos/MPEG-4/test/trunk/3D/view\\_synthesis/VSRS](http://wg11.sc29.org/svn/repos/MPEG-4/test/trunk/3D/view_synthesis/VSRS)

- [17] Cheon Lee and Yo-Sung Ho, "Boundary Filtering on Synthesized Views of 3D Video," Signal processing, Image processing and Pattern Recognition (SIP) 2008, pp. 15(1-4), Dec. 2008.



이 천

- 1998년~2005년 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 학사
- 2005년~2007년 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2007년~현재 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 박사과정
- 관심분야 : 영상신호 처리 및 압축, H.264/AVC, 다시점 비디오 부호화 (MVC), 3차원 비디오 부호화 (3DVC), MPEG 표준



호 요 성

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