3차원 비디오 시스템을 위한 가상시점 영상 합성 및 다시점 비디오 부호화 방법

Virtual View Synthesis and Multi-view Video Coding for 3D Video Systems

오관정 · 호요성
Kwan-Jung Oh · Yo-Sung Ho

3차원 비디오는 차세대 영상 기술로서 시청자가 원하는 임의 시점에 대해 입체감 있는 영상을 제공할 수 있다. 다시점 비디오 시스템은 대표적인 3차원 비디오 시스템으로 MPEG(Moving Picture Experts Group)에서는 다시점 비디오 부호화 기술에 대한 국제 표준화 작업을 진행하였다. 그러나 다시점 비디오 시스템은 재현이 가능한 시점의 수가 획득된 시점의 수에 한정되는 문제가 있어서 자연스러운 3차원 영상 재현에 한계점을 갖고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 다시점 비디오와 깊이 영상을 함께 이용하는 새로운 3차원 비디오 시스템이 고안되었다. 다시점 비디오와 깊이 영상을 함께 이용하는 3차원 비디오 시스템의 경우 획득되는 시점의 수는 다시점 비디오 시스템과 마찬가지로 제한적이나 깊이 영상과 다시점 비디오 영상을 이용하여 가상시점에 대한 영상의 생성이 가능하다. 따라서 이를 이용하여 가상시점의 영상 재현이 가능해진다. 본 논문에서는 다시점 영상과 깊이 영상을 기반으로 한 3차원 비디오 시스템의 핵심 기술인 가상시점 영상 생성 방법을 제안하고 이를 이용한 다시점 비디오 부호화 방법을 제안한다. 실험을 통해 제안하는 가상시점 영상 생성 방법이 기존의 방법에 비해 우수함을 증명했고 합성된 영상이 다시점 비디오 부호화에도 효율적임을 확인했다.

주제어: 가상시점 영상 합성, 다시점 비디오 부호화, 3차원 비디오 시스템

Three-Dimensional (3D) video offers to users both a realistic scene and free-view navigation. The 3D video system based on multi-view video has been widely used and MPEG(Moving Picture Experts Group) had studied for Multi-view Video Coding (MVC) techniques. However, multi-view video system has a limitation viewpoints and it degrades overall quality of the 3D video system. In order to solve above problem, a new 3D video system consisting of multi-view video plus depth video was developed. It can generate the virtual views using the multi-view video and its corresponding depth video. Thus, infinite multi-view video service is possible. In this paper, we propose a virtual view synthesis method and multi-view video coding method using it. We confirm that the synthesized images by the proposed view synthesis method are natural and they are also helpful for multi-view video coding.

Keywords: Virtual view synthesis, Multi-view video coding, 3D Video system

논문번호: TR10-013, 논문접수일자:2010.01.26, 논문수정일자:2011.05.02, 논문게재확정일자:2011.05.22
오관정, 호요성: 광주과학기술원

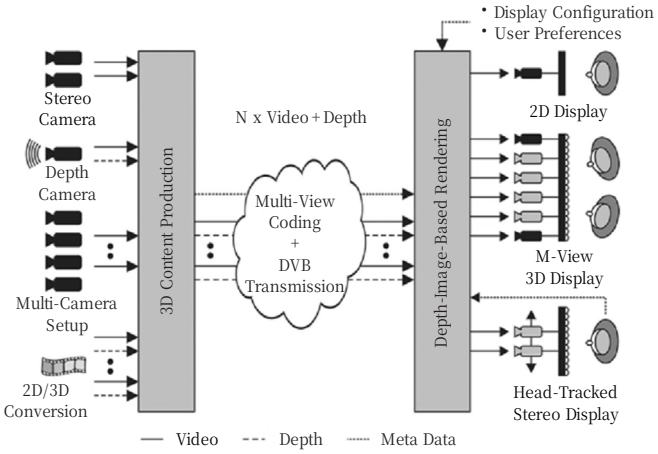


그림 1. 3차원 비디오 시스템의 구조도

I. 서 론

디지털 영상 기술이 발달됨에 따라 보다 좋은 성능과 기능을 제공하는 미래형 영상 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 미래형 영상은 고성능 비디오와 3차원 비디오 기술로 분류된다. 고성능 비디오의 경우 기존의 2차원 비디오의 틀을 유지하면서 보다 크고 보다 선명한 화질의 영상을 제공한다. 반면에 3차원 비디오는 기본적으로 사용자에게 입체감 있는 영상 제공과 사용자가 원하는 시점에서의 시청이 가능하게 하는 자유시점 영상 제공을 그 목표로 하고 있다[1],[2]. 3차원 비디오의 경우 스테레오 모니터나 3차원 입체 모니터와 같은 특수한 디스플레이 장치를 필요로 한다 [3].

다시점 비디오는 대표적인 3차원 비디오로 스테레오스코픽(stereoscopic)[4] 영상을 기반으로 입체감을 제공하고 여기에 다수의 카메라를 통해 자유시점 기능을 제공한다. 하지만 다시점 영상의 경우 재현할 수 있는 시점의 수가 제한적이고 카메라 간의 거리에 따라 입체감이 느껴지기 힘들 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에는 다시점 영상과 깊이 영상을 통합한 3차원 영상을 일반적으로 사용하고 있다.

그림 1은 다시점 영상과 깊이 영상으로 이루어진 3차원 비디오 시스템의 일반적인 구조를 보여주고 있다. 그림 1에서 보듯이 송신단에서는 다시점 영상과 깊이 영상을 획득하여 압축 후 전송한다. 수신단에서는 압축된 3차원 영상 데이터를 복호화하여 다양한 형태의 디스플레이 장치를 통해 3차원 영상을 재현한다. 이때 필요에 따라 다시점 영상과 깊이 영상을 이용하여 가상시점의 영상을 생성하여 재현하기도 한다[5],[6].

3차원 비디오 시스템의 핵심 기술들은 송신단에서의 깊이 영상의 생성, 그리고 다시점 영상과 깊이 영상에 대한 부호화 그리고 수신단에서의 가상시점 영상의 생성 기술이 대표적이다. 일반적으로 깊이 영상의 생성은 스테레오 정합을 이용하여 다시점 영상으로부터 생성하는 방법과 다시점 영상 촬영시 깊이 카메라를 이용하여 함께 촬영하는 방법등이 있다. 다시점 영상과 깊이 영상의 부호화는 일반적으로 다시점 영상이 깊이 영상보다 많은 비트량을 필요로 한다. 그리고 가상시점 영상 생성은 두 참조시점의 색상 영상과 깊이 영상을 이용하여 중간시점의 영상을 합성한다. 3차원 워핑 기술을 기반으로 영상의 통합 방법이나 홀 채움 방법에 따라 성능이 좌우된다.

본 논문에서는 위에서 소개된 3차원 비디오 시스템의 핵심 기술 중 가상 영상 생성 방법과 생성된 가상 영상을 이용한 다시점 비디오 부호화 방법을 제안한다. 제안하는 가상 영상 생성 방법은 영상 합성에 이용되는 두 참조 영상간의 색상차를 보정하기 위해 히스토그램 매칭 방법을 이용하고 또한 효율적인 홀 채움을 위해 깊이 값을 고려한 인페인팅(inpainting) 기술을 이용한다.

제안하는 가상시점 영상을 이용한 다시점 비디오 부호화 기술은 다시점 비디오 부호화시 가상으로 합성된 영상을 이용하여 부호화 할 영상과 참조 영상간의 시점간 상관도를 증진시킴으로써 부호화 효율을 증진시킨다.

II. 가상시점 영상 합성 방법

가상시점 영상 합성은 그림 2와 같이 두 시점에 대한 색상 영상과 깊이 영상 그리고 가상시점을 포함한 세 시점에 대한 카메라 매개변수를 이용하여 중간시점 영상을 합성하는 방법이 일반적이다 [7].

그림 3은 본 논문에서 제안하는 가상시점 영상 합성 방법에 대한 구조도이다. 그림에서 보듯이 제안하는 방법은 깊이 기반 3차원 워핑, 경계 흔적 제거, 색상차 보

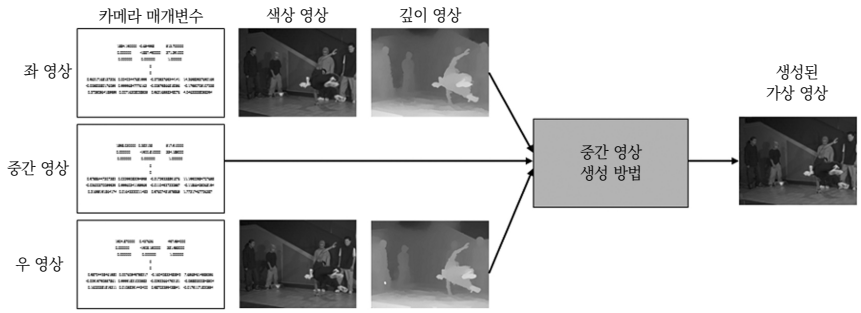


그림 2. 가상 영상 생성에 대한 일반적인 구조도

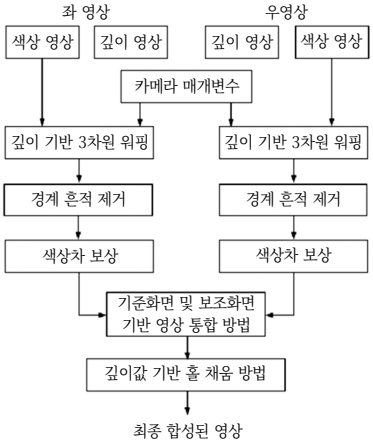


그림 3. 제안하는 가상시점 영상 합성 방법

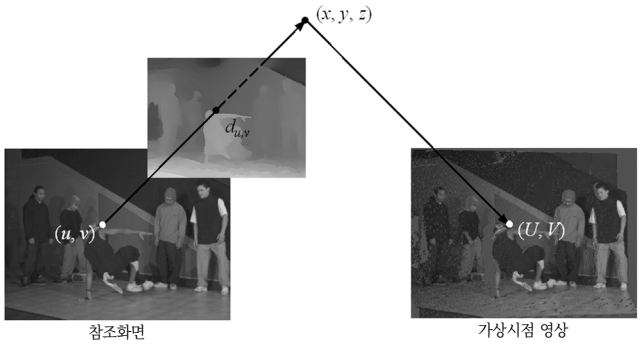
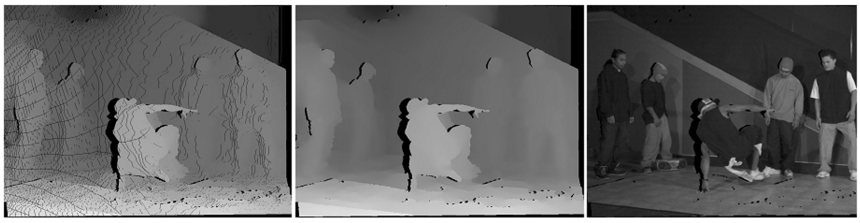


그림 4. 3차원 워핑의 개념도

상, 기준화면 및 보조화면 기반 영상 통합 방법, 깊이값 기반 홀 채움 방법으로 구성된다.

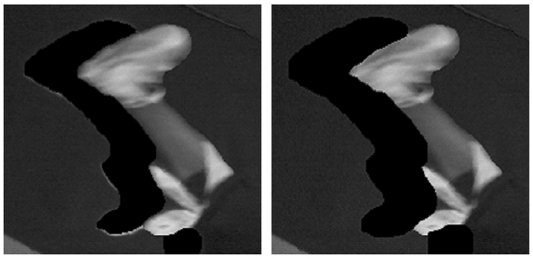
일반적으로 3차원 워핑이란 그림 4와 같이 깊이 영상과 카메라 매개변수를 이용하여 특정시점의 색상 영상을 다른 시점으로 투영시키는 작업을 말한다.

3차원 워핑은 참조화면이 3차원 공간상에 역투영된 후 다시 가상시점으로 투영되는 과정이다. 식 (1)과 (2)는 참조 영상에 대한 3차원 공간상의 역투영과 3차원 공



(a) 워핑된 깊이 영상 (b) 미디언 필터링된 깊이 영상 (c) 워핑된 색상 영상

그림 5. 깊이 기반 3차원 워핑



(a) 홀 영역 팽창 전 (b) 홀 영역 팽창 후

그림 6. 경계 흔적 제거

간상에서 가상시점으로의 투영에 대한 공식이다[8].

$$(x,y,z)^T = R_{ref} A_{ref}^{-1} (u,v,1)^T d_{u,v} + t_{ref} \quad (1)$$

$$(l,m,n)^T = A_{ver} R_{ver}^{-1} \{(x,y,z)^T - t_{ref}\} \quad (2)$$

여기서 A, R, t는 카메라 매개변수이고 d는 깊이 영상의 깊이값을 나타낸다. 참조화면의 좌표 (u, v)는 가상시점에서 $(l/n, m/n)$이 된다.

일반적으로 3차원 워핑 후에는 그림 4의 가상시점 영상에서처럼 참조화면과 가상시점간의 시점 차이로 인해 발생하는 비폐색 영역으로 인한 큰 홀과 좌표값의 정수형 표현으로 인해 생기는 실선 모양의 작은 홀이 발생된다. 이중 실선 모양의 오류는 색상 영상에 직접 3차원 워핑을 적용하는 대신 그림 5와 같이 깊이 기반 3차원 워핑을 통해 해결될 수 있다.

깊이 기반 3차원 워핑은 색상 영상 대신 깊이 영상에 3차원 워핑을 적용한 후 미디언 필터링을 통해 이러한 실선 모양의 오류를 제거하고 그 후 참조 색상 영상으로부터 가상시점에 상응하는 색상값을 불러와서 실선과 같은 오류없이 색상 영상에 대한 3차원 워핑을 수행하는 방법이다. 그림 5는 깊이 기반 3차원 워핑의 과정을 보여주고 있다.

좌우 참조화면에 각각 깊이 기반 3차원 워핑을 적용하면 합성하고자 하는 중간시점에 대한 두개의 3차원 워핑된 영상이 얻어진다. 일반적으로 3차원 워핑된 영상은 참조화면에는 보이지 않지만 가상시점에서는 보이는 비폐색 영역을 제외하고는 모든 영역에서 값을 갖는다. 그러나 색상 영상과 깊이 영상의 객체의 경계가 일치하지 않는 경우에 그림 6과 같이 합성된 영상의 배경 영역에 전경의 잔상이 남는 현상이 발생한다. 본 논문에서는 홀 영역에 이미지 팽창 기술을 적용하여 경계 흔적을 제거한다. 확장된 홀 영역은 후에 영상 통합 과정을 통해 채워진다.

다음 단계는 영상 합성에 이용되는 좌, 우 두 참조화면 사이에 존재하는 색상차를 보상하는 작업이다. 일반적으로 두 참조화면 간의 색상차는 영상 촬영시 발생하는 외부 조명의 차이나 카메라 고유의 특성의 차이에서 기인한다. 참조화면 사이의 색상차는 영상을 통합하는 과정에서 부자연스러움을 초래한다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 색상차 보정의 대표 기술인 히스토그램 정합 방법을 이용한다 [9].

히스토그램 정합 방법은 두 참조화면의 색상에 대한 히스토그램을 분석하여 두 영상이 비슷한 히스토그램 분포를 갖도록 인위적으로 조절하는 방법이다. 일반적

(a) 우 영상 (b) 좌 영상 (c) 같은 홀 영역을 갖도록 변형된 영상

그림 7. 동일한 홀 영역을 갖도록 변경

으로 히스토그램 매칭의 정확도는 두 참조화면이 얼마나 동일한 영역에 대해 잡음이 없는 환경에서 알고리즘을 적용하느냐에 좌우된다. 이를 위해 본 논문에서는 그림 7과 같이 3차원 워핑 된 두 영상이 동일한 홀 영역을 갖도록 변경하여 두 영상 모두에 존재하는 영역만을 가지고 히스토그램을 전개한다. 또한 잡음으로 인한 오류를 줄이기 위해 두 영상을 미디어 필터링하여 사용한다.

그림 7과 같이 동일한 홀을 갖도록 변경한 영상에 대해 식 (3)과 식 (4)를 이용하여 영상에 대한 히스토그램과 누적 히스토그램을 구한다.

$$h_L[v] = \frac{1}{w \times h} \sum_{m=0}^{h-1} \sum_{n=0}^{w-1} \delta[v, y_L,(m,n)]$$

$$with\ \delta[a, b] = \begin{cases} 1, & \text{if } a = b \\ 0, & else \end{cases} \tag{3}$$

$$C_L[v] = \sum_{i=0}^{v} h_L[i] \tag{4}$$

여기서 w와 h는 영상의 가로와 세로 크기이다.

두 참조화면의 누적 히스토그램들의 평균값으로 가상시점에 대한 누적 히스토그램을 정의하고 이를 중심으로 좌우 참조화면의 누적 히스토그램을 정합하여 두 참조화면 간의 색상차를 보정한다. 참조화면과 가상시점에 대한 누적 히스토그램을 정합하기 위해 식 (5)와 같이 각 화소값에 대한 누적분포를 비교해가며 히스토그램의 각 화소값에 대한 값들을 계산한다.

$$M[v] = \begin{cases} u, \text{ for } C_V[u] < C_L[v] \le C_V[u+1], C_V[v] \le C_L[v] \\ u+1, \text{ for } C_V[u] < C_L[v] \le C_V[u+1], \ otherwise \end{cases} \tag{5}$$

여기서 C_V와 C_L은 각각 가상시점과 좌시점에 대한 누적 히스토그램을 의미한다. 그림 8은 히스토그램 정합에 대한 예이다. 그림에서 보듯이 색상차를 보정한 이후에는 두 영상의 히스토그램과 누적 히스토그램이 유사하게 분포됨을 알 수 있다.

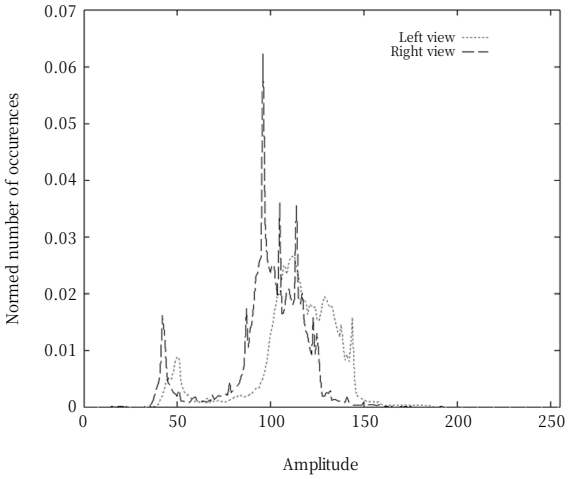
색상차 보정 이후의 단계는 두 참조 영상으로부터 3차원 워핑되고 색상차까지 보정된 두 영상을 하나의 영상으로 통합하는 과정이다. 영상 통합에는 식 (6)의 방법이 사용된다.

$$I_V[u, v] = \alpha I_B(u, v) + (1 - \alpha) I_A[u, v] \tag{6}$$

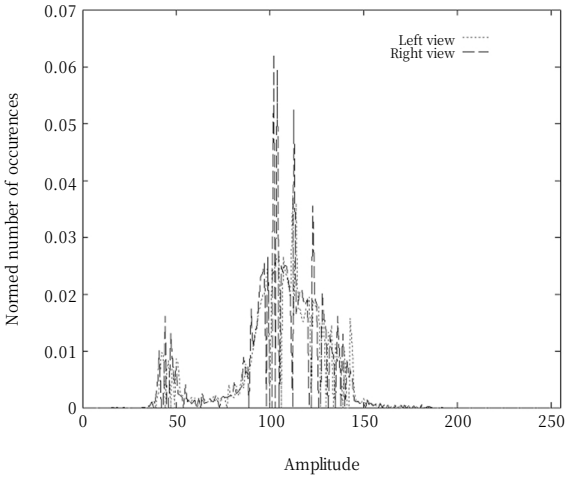
여기서 I_B는 영상 합성에서 대부분의 영역을 차지하는 기준 참조화면이고 I_A는 기준 참조화면에서 채워지지 않은 영역을 보상하는 보조 참조화면으로 정의된다. I_V는 통합된 영상을 의미한다. a는 I_B가 빈 영역이 아니면 1이고 빈 영역이면 0이다. 즉 I_B에 존재하지 않는 영역만이 I_A에서 합성된다. I_B와 I_A는 가상시점과의 거리에 따라 보다 가까운 시점이 I_B로 결정된다.

영상 합성의 마지막 단계는 영상 통합을 이후에도 채워지지 않는 남아있는 홀 영역을 채우는 단계이다. 이상적인 경우에는 통합 과정 이후에는 홀이 발생하지 않는다. 통합 과정 이후 남아있는 홀 영역은 일반적으로 영상 보간법을 통해 처리된다. 그러나 이 방법은 홀 영역의 주변 화소들을 이용하여 합성하기 때문에 전경과 배경을 모두 인접하고 있는 홀 영역에 대해서는 그 효율이 떨어진다. 전경과 배경 모두에 인접한 홀 영역은 대개의 경우 비폐색 영역에 속하는 경우가 많다. 그러므로 이러한 영역은 주변 화소 중에서도 배경에 속하는 주변 화소만을 이용하여 채워져야 한다[10].

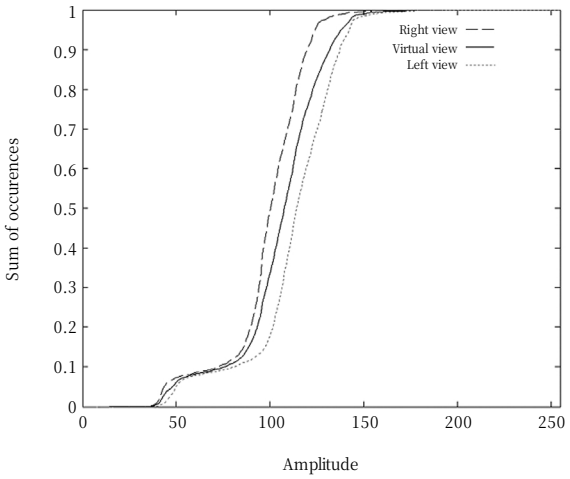
본 논문에서는 전경과 배경이 맞닿은 홀이 발생하는 경우 해당 영역이 전경이 아닌 배경의 영향만을 받아 채워질 수 있도록 하는 방법을 제안한다. 먼저 홀의 좌우 경계에 대해 깊이값을 비교하고 깊이값이 큰 전경과 맞닿은 경계의 값을 반대편 깊이값이 작은 배경과 맞닿은



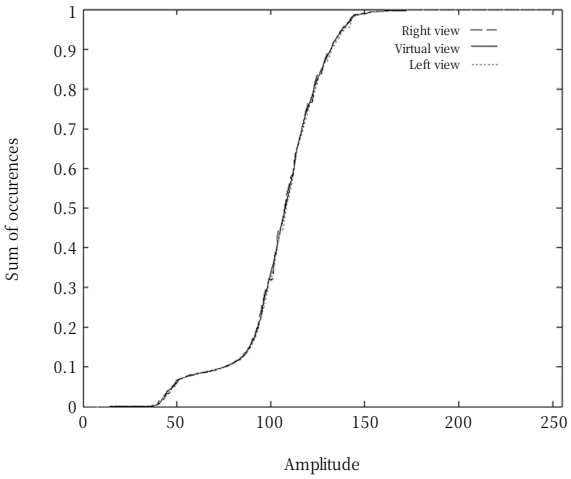
(a) 보정 전 히스토그램



(b) 보정 후 히스토그램



(c) 보정 전 누적 히스토그램



(d) 보정 후 누적 히스토그램

그림 8. 참조 영상 사이의 색상차 보정

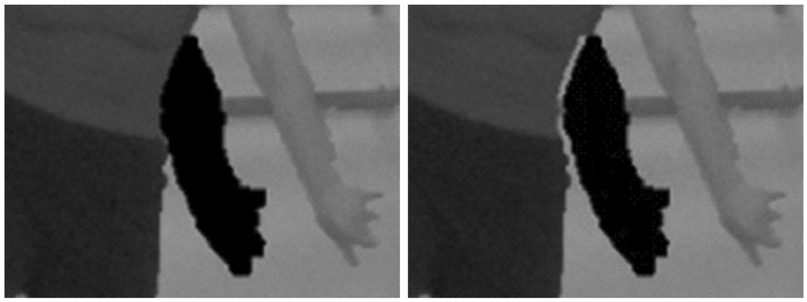
경계의 값으로 대체한다. 이후 인페인팅 기술[11]을 이용하여 텍스쳐 정보를 살리며 홀이 채워지도록 한다. 그림 9는 제안하는 홀 채움 방법 중 배경의 경계를 전경의 경계에 복사하는 방법에 대한 예이다.

Ⅲ. 합성 영상을 이용한 다시점 비디오 부호화

다시점 비디오는 단일시점 비디오와 달리 시간적인 상관도 뿐만 아니라 시점간의 상관도를 갖는다. 때문에 다시점 비디오 부호화의 주된 목적은 시점간 상관도를 이용하여 부호화 효율을 증진시키는 것이다. 이를 위해 MPEG 및 JVT 그룹에서 표준화 된 MVC(Multi-view Video Coding)에서는 그림 10과 같이 계층적 B화면 구조를 기반으로 한 시공간적 예측 구조를 이용한다.

각 시점은 첫 화면의 부호화 타입에 따라 I 시점, P 시점, B 시점으로 정의된다. 특히 B 시점의 경우는 첫 화면을 제외하고는 모든 B 화면이 그림 10과 같이 두 개의 시점 방향의 참조화면과 하나 이상의 시간 방향의 참조화면을 갖는다. 즉 보통은 4개의 참조화면을 가지고 부호화되고 이 중 비트율-왜곡 관점에서 최적의 성능을 보이는 참조화면들이 부호화에 이용된다.

다시점 비디오는 대체적으로 초당 15에서 30 화면



(a) 처리 전 (b) 배경과 인접한 화소를 전경과 인접한 화소로 복사

그림 9. 홀 영역의 인접 화소에 대한 처리

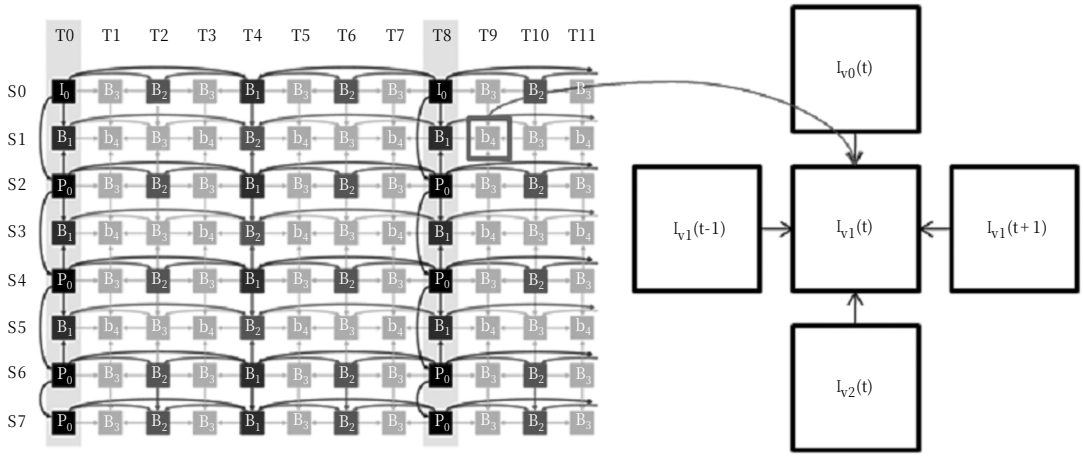


그림 10. 다시점 비디오에 대한 시공간적 예측 구조

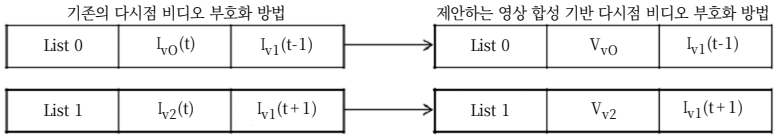


그림 11. 영상 합성 기반의 다시점 비디오 부호화 방법에서의 참조화면

을 촬영하고 시점 방향으로는 5cm에서 20cm정도의 카메라 간격을 이용하여 영상을 촬영하기 때문에 표본화 관점에서 보면 시간적 표본화가 시점간 표본화보다 더 조밀하므로 시간적 상관도가 공간적 상관도보다 높다고 할 수 있다. 그러나 객체의 움직임이 빠르거나 장면 전환과 같이 시간적 상관도가 낮은 경우에는 시점간 상관도가 높게 나타난다. 즉 시간 방향의 참조화면과 시점 방향의 참조화면 중 현재 부호화 하고자 하는 화면과 상관도가 높은 참조화면이 부호화에 이용될 가능성이 높은 것이다.

본 논문에서는 가상 영상 합성 기술을 이용하여 시점간 상관도를 증진시킴으로써 다시점 비디오 부호화 효율을 증진시키고자 한다. 이를 위해 앞에서 제안한 영상 합성 기술을 이용하여 다시점 비디오 부호화 과정에서 B 시점에 제안하는 영상 합성 기반 다시점 비디오 부호화 기술을 적용한다. 방법은 그림 11과 같이 기존

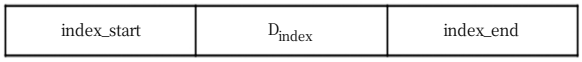


그림 12. 색상차 맵핑값을 보내기 위한 신택스

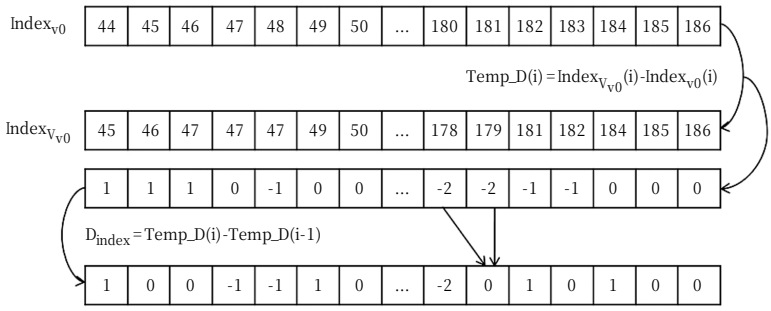


그림 13. 맵핑 정보 전송을 위한 DPCM을 이용한 D_{index}

D_{index}	0	1	-1	2	-2	3	-3	index_end
Codeword	00	010	011	100	101	110	1110	11110

그림 14. D_{index}값에 대한 허프만 테이블

의 시점 방향의 참조화면을 합성 영상으로 대체하는 방법이다.

여기서 List 0와 List 1은 B 시점의 B 화면을 부호화할 때의 참조화면 리스트이고 v0는 이미 부호화된 I 시점, v2는 이미 부호화된 P 시점, 그리고 v1은 현재 부호화할 B 시점을 의미한다. t는 시간을 의미한다. Vv0는 v0 시점을 기준화면으로 설정하여 현재 화면에 대해 합성된 영상이고 Vv1은 v1 시점을 기준화면으로 설정하여 합성된 영상이다. 이 경우 색상 영상에 상응하는 깊이 영상의 경우 색상 영상이 부호화되기 이전에 이미 부호화된 것으로 간주한다. 색상차 보정의 경우 현재 화면의 누적 히스토그램을 기준으로 보정하여 현재 화면과 참조화면 사이의의 상관도를 증진시킨다.

색상차 보정을 위해서 발생하는 현재 시점과 참조 시점간의 맵핑값은 부가정보로 보내진다. 즉 하나의 B 화면을 부호할 경우 두 참조화면의 휘도 성분 및 두개의 색차 성분에 대한 맵핑값들이 부가정보로 보내어지고, 각 시점의 첫번째 화면을 기준으로 계산되어 영상 전체에 적용하여 사용한다. 맵핑값들은 그림 12와 같은 구조로 보내어진다.

여기서 index_start는 값의 변화가 발생하는 첫번째 인덱스값을 의미하는 값으로 고정된 8비트 코드로 표현된다. D_{index}는 참조 영상과 합성 영상간의 색상차 보정을 위한 맵핑정보를 담고 있는 코드이고 index_end는 종료를 의미하는 코드이다. D_{index}는 그림 13과 같이 DPCM(Differential Pulse Code Modulation) 방법을 통해 정의된다.

그림 13과 같이 시점 v0의 인덱스값인 $Index_{v0}$가 현재 시점의 영상과 유사한 색분포를 갖는 시점 V_{v0}의 인덱스값을 갖도록 하기 위해서는 두 인덱스값의 차이 정보가 부가정보로 전송되어야 한다. 이를 위해 두 영상간의 인덱스값의 차이(Temp_D)를 구하고 이 인덱스값 차이에 대해 다시 차분을 적용함으로써 데이터의 중복성을 높인다. 그 후 D_{index}값을 그림 14와 같은 허프만 코드 테이블을 통하여 전송한다. D_{index}값은 실험적으로 대체적으로 그 절대값이 3이내의 값으로 정의되어 본 논문에서는 D_{index}값을 절대값이 3인 영역으로 제한하였다.

IV. 실험 결과 및 분석

제안한 가상 영상 합성 방법과 이를 이용한 다시점 비디오 부호화 방법의 성능을 평가하기 위하여 마이크로소프트 연구소에서 제공한 ‘ Breakdancers ’ 영상과 ‘ Ballet ’ 영상의 4 ~ 6번 시점에 대한 색상 영상과 깊이

(a) 기본 방법 (b) 방법 1

(c) 방법 2 (d) 방법 3

그림 15. ‘ Ballet ’영상에 대한 합성 영상의 주관적 화질 비교

표 1. ‘ Breakdancers ’영상에 대한 실험 결과

화질 측정	기본 방법	방법 1	방법 2	방법 3
PSNR	31.7961	31.8565	32.0501	32.0029
SSIM	0.8402	0.8415	0.8410	0.8407
VQM	3.3273	3.7459	3.8288	3.8400

표 2. ‘ Ballet ’영상에 대한 실험 결과

화질 측정	기본 방법	방법 1	방법 2	방법 3
PSNR	31.3287	31.4711	32.1663	32.1685
SSIM	0.8717	0.8755	0.8766	0.8766
VQM	2.4292	2.4075	2.2932	2.2931

영상을 이용했다.

1. 가상 영상 합성 방법

‘ Breakdancers ’영상과‘ Ballet ’영상에 대해 4번과 6번 시점의 색상 영상과 깊이 영상을 이용하여 5번 시점의 영상을 합성했다. 그리고 합성된 5번 시점의 영상을 대표적인 영상 화질 측정 방법인 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio), SSIM(Structural SIMilarity), VQM(Video Quality Measurement)을 이용하여 5번 시점의 원영상과 비교했다. 일반적으로 PSNR은 값이 클수록 두 영상간의 화질이 유사함을 의미하고 SSIM의 경우에는 1에 가까운 값을 가질수록 좋은 화질을 의미한다. VQM의 경우에는 그 값의 크기가 작을수록 좋은 화질을 의미한다. 실험은 다음의 4가지 경우에 대한 화질을 비교했다.

- 기본 방법: VSRS 2.0 기반 기본 영상 합성 기술
- 방법 1: 기존 방법 + 경계 흔적 제거 기술
- 방법 2: 방법 1 + 색상차 보정 기술
- 방법 3: 방법 2 + 깊이값 기반 홀 채움 기술

표 1과 표 2는‘ Breakdancers ’영상과‘ Ballet ’영상에 대한 합성 영상의 화질을 보여주고 있다.

그림 15는 제안하는 가상 영상 합성 방법을 이용하여 합성한‘ Ballet ’영상의 화질을 비교한 것이다.

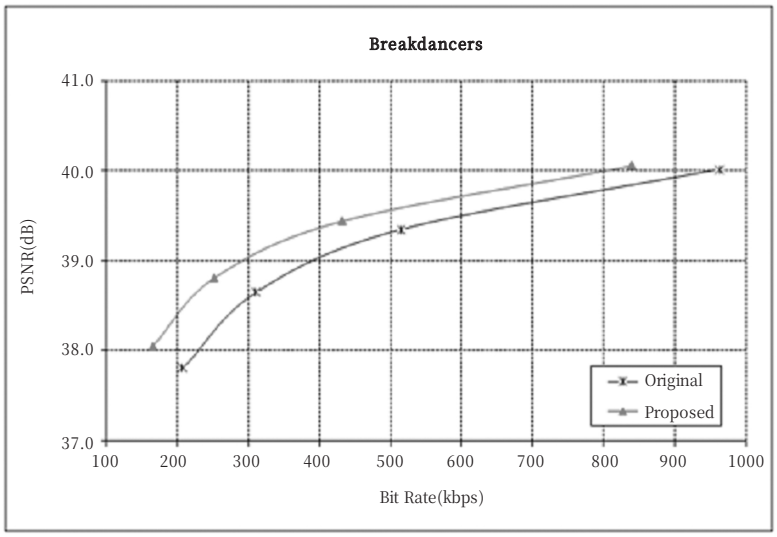


그림 16. ‘ Breakdancers ’영상의 비트율-왜곡 곡선

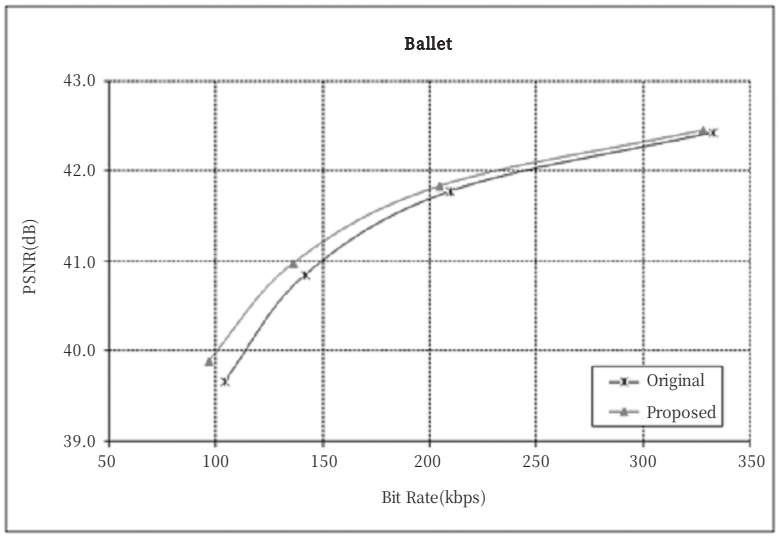


그림 17. ‘ Ballet ’영상의 비트율-왜곡 곡선

2. 합성 영상을 이용한 다시점 비디오 부호화 방법

합성 영상을 이용한 다시점 비디오 부호화 방법을 실험하기 위해 ‘ Breakdancers ’ 영상과 ‘ Ballet ’ 영상 [12]에 대해 4번과 6번 시점의 색상 영상과 깊이 영상을 MVC 참조 소프트웨어인 JMVC 3.0[13]으로 부호화 하고 이를 이용하여 5번 시점에 대한 영상을 합성하였다. 그리고 4번 시점과 6번 시점을 각각 기준시점으로 설정하여 합성된 두 영상을 기존의 4번 시점과 6번 시점 대신에 참조시점으로 이용했다. 즉 B 시점을 부호화 할 때 인접한 I 시점과 P 시점을 합성된 가상 영상으로 대체한 것이다.

MVC의 일반적인 부호화 구조인 계층적 B화면 구조 [14]를 기반으로 한 시공간적 예측 구조를 이용하였고 GOP 길이는 15로 설정했다. 움직임 벡터 예측을 위한 탐색 범위는 96으로 설정하였고 QP (Quantization Parameter)는 22, 25, 28, 31에 대해 100 프레임을 부호화한 결과를 비트율과 PSNR 값을 비교하여 실험했다. 표 3과 표 4는‘ Breakdancers ’영상과‘ Ballet ’ 영상에 대해 5번 시점을 B 시점으로 부호화하는 경우에

표 3. ‘ Breakdancers ’영상에 대한 실험 결과

QP	비트율(kbps)		PSNR(dB)	
	JMVC3.0	제안한 방법	JMVC3.0	제안한 방법
22	962.73	839.55	40.02	40.06
25	515.43	431.80	39.35	39.44
28	310.87	251.88	38.65	38.81
31	207.88	165.70	37.81	38.05

표 4.‘ Ballet ’영상에 대한 실험 결과

QP	비트율(kbps)		PSNR(dB)	
	JMVC3.0	제안한 방법	JMVC3.0	제안한 방법
22	332.91	328.06	42.42	42.45
25	209.75	204.71	41.77	41.83
28	141.63	136.22	40.85	40.98
31	103.90	96.66	39.67	39.89

대한 실험 결과이다. 이어서 그림 16과 그림 17은 표 3과 표 4의 결과에 대한 비트율-왜곡 곡선을 보여주고 있다.

위 실험 결과에서 보듯이 제안하는 가상 영상 합성 방법은 객관적 화질 및 주관절 화질에서 기존의 방법보다 더 좋은 성능을 보였다. 또한 다시점 비디오 부호화에 활용되어 B 시점의 부호화시 기존의 시점간 참조 화면을 가상 영상으로 대체함으로써 B 시점에 대해 평균 0.25dB 정도의 부호화 효율 증진 효과를 보였다.

V. 결 론

본 논문에서는 3차원 비디오 시스템 구축을 위한 핵심 기술인 가상시점 영상 합성 방법을 제안했다. 제안하는 방법은 가상 영상 합성 시 발생하는 경계 잔상 문제, 참조화면간의 색상차 문제, 홀 채움 문제를 효과적으로 해결하여 기존의 방법과 비교하여 주관적 화질 및 객관적 화질에서 우수한 영상을 합성할 수 있었다. 또한 다시점 비디오 부호화시 현재 시점과 참조시점간의 상관도가 낮은 부분을 영상 합성 기술을 활용하여 해결할 수 있었다. 실험을 통해 제안하는 영상 합성 기술이 다시점 비디오 부호화에 적용되는 경우 B시점에 대해 평균 0.25dB 정도의 부호화 효율 증진 효과가 있음을 확인했다.

[참고문헌]

[1] A. Smolic and D. McCutchen, "3DAV exploration of video-based rendering technlogy in MPEG," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol. 14, No. 3, Mar. 2004, pp. 348-356.

[2] F. Isgro, E. Trucco, P. Kauff, and O. Schreer, "Three-dimensional image processing in the future of immersive media," IEEE Transac. Circuits Syst. Video Technol., Vol. 14, No. 3, Mar. 2004, pp. 288-303.

[3] T. Saishu, S. Numazaki, K. Taira, R. Fukushima, A. Morishita, and Y. Hirayama, "Flatbed-type autostereoscopic display system and its image format," SPIE, Vol. 6055, 2006, pp. 261-268.

[4] F.G. Waack, *Stereo Photography*, 1985 (English translation of German book published by the German. Stereoscopic Society).

[5] A. Smolic and P. Kauff, "Interactive 3-D video representation and coding technologies," IEEE, Special Issue on Advances in Video Coding and Delivery. Vol. 93, Jan. 2005, pp. 99-110.

[6] M. Tanimoto, "Overview of free viewpoint television," Signal Processing: Image Communication, Vol. 21, Jul. 2006, pp. 454-461.

[7] S.C. Chan, H.Y. Shum, and K.T. Ng, "Image-based rendering and synthesis," IEEE Signal Processing Magazines, Nov. 2007, pp. 22-33.

[8] R.Hartley and A.Zisserman, *Multiple View Geometry in Computer Vision*, Cambridge University Press, UK, 2000.

[9] U. Fecker, M. Barkowsky, and A. Kaup, "Improving the prediction efficiency for multi-view video coding using histogram matching," *Proc. of ICIP 2007*.

[10] A. Telea, "An image inpainting technique based on the fast marching method," *Journal of Graphics Tools*,

Vol. 9, No.1, 2004, pp.25-36.
[11] K.J. Oh, S. Yea, and Y.S. Ho, "Hole filling method using depth based in-painting for view synthesis in free viewpoint television and 3-D video," Picture Coding Symposium (PCS 2009), 2009.
[12] MSR 3D Video Sequences, Available at: http://www.research.microsoft.com/vision/ImageBasedRealities/3DVideoDownload/
[13] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, "WD 3 reference software for MVC (JMVC_3_0)," Doc. JVT-AC207, Oct., 2008.
[14] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, "Hierarchical B pictures," Doc. JVT-P014, Jul., 2005.

오 관 정
(Kwan-Jung Oh)

2002. 8: 전남대학교 정보통신공학과 학사
2005. 2: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2010. 2: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
2010. 6 ~ 현재: 삼성전자 종합기술원 전문연구원
관심분야: 디지털 영상 처리, 영상 압축 및 전송, MPEG 표준, 3차원 비디오
E-mail: kjoh8163@gmail.com

호 요 성
(Yo-Sung Ho)

1981. 2: 서울대학교 전자공학과 학사
1983. 2: 서울대학교 전자공학과 석사
1989. 12: University of California, Santa Barbara Department of Electrical and Computer Engineering 박사
1983. 3 ~ 1995년 9월: 한국전자통신연구소 선임연구원
1990. 1 ~ 1993. 5: 미국 Philips 연구소 Senior Research Member
1995. 9 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
2003. 8 ~ 현재: 광주과학기술원 실감방송연구센터 센터장
관심분야: 디지털 영상신호 처리, 영상 압축 및 전송, 멀티미디어 시스템, 디지털 TV, MPEG 표준, 3차원 TV, 실감방송
E-mail: hoyo@gist.ac.kr
Tel: +82-62-970-2211
Fax: +82-62-970-3164