

# 다시점 동영상에서 임의시점영상 생성을 위한 가려진 영역 보상기법

준회원 박세환\*, 송혁\*\*\*\*, 정회원 장은영\*\*\*\*, 허남호\*\*\*\*,  
김진웅\*\*\*\*, 김진수\*\*, 종신회원 이상훈\*\*\*, 정회원 유지상\*

## Compensation Method for Occluded-region of Arbitrary-view Image Synthesized from Multi-view Video

Se-hwan Park\*, Hyuk Song\*\*\*\* *Associate Members*,  
Eun-young Jang\*\*\*\*, Namho Hur\*\*\*\*, Jinwoong Kim\*\*\*\*, Jin-soo Kim\*\* *Regular Members*,  
Sang-hun Lee\*\*\* *Lifelong Member*, Ji-sang Yoo\* *Regular Member*

### 요약

본 논문에서는 다시점 동영상에서 임의시점영상을 생성하기 위한 기법과 생성된 영상 내에 존재하는 미처리 영역을 보상하기 위한 전처리 및 후처리 기법을 제안한다. 임의시점영상을 생성하기 위한 방법으로는 카메라의 기하학적 특성을 이용하는 방법을 사용한다. 다시점 영상의 깊이정보와 카메라의 파라미터 정보를 이용하여 텍스처 영상 내 화소들의 실제 3차원 좌표를 얻어낼 수 있고, 산출된 3차원 좌표를 다른 시점 카메라의 2차원 영상면으로 재 배치함으로써 원하는 시점의 영상을 생성할 수 있다. 하지만 생성된 영상 내에는 다수의 미처리 영역이 존재한다. 본 논문에서는 영상의 시간적인 중복성, 공간적인 방향성, 획득된 다시점 영상 또는 깊이정보의 오차의 특징을 고려하여 미처리 영역을 보상하는 방법을 제안한다. 제안한 방법을 적용한 결과 30dB 이상의 PSNR과 3.5 이상의 DSCQS(double stimulus continuous quality scale method) 점수를 얻음으로써 객관적, 주관적 평가에서 모두 신뢰도가 높은 임의시점 영상을 생성할 수 있었다.

**Key Words** : Arbitrary-view image, Depth image, Camera parameter, 3D world coordinate

### ABSTRACT

In this paper, we propose a method for an arbitrary-view image generation in multi-view video and methods for pre- and post-processing to compensate unattended regions in the generated image. To generate an arbitrary-view image, camera geometry is used. Three dimensional coordinates of image pixels can be obtained by using depth information of multi-view video and parameter information of multi-view cameras, and by replacing three dimensional coordinates on a two dimensional image plane of other view, arbitrary-view image can be reconstructed. However, the generated arbitrary-view image contains many unattended regions. In this paper, we also proposed a method for compensating these regions considering temporal redundancy and spatial direction of an image and an error of acquired multi-view image and depth information. Test results show that we could obtain a reliably synthesized view-image with objective measurement of PSNR more than 30dB and subjective estimation of DSCQS(double stimulus continuous quality scale method) more than 3.5 point.

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업 (IITA-2008-C1090-0801-0017)과 IT신성장동력 핵심기술개발사업 (2008-F-011-01, 차세대 DTV핵심기술개발)과 2008년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

\* 광운대학교 전자공학과 디지털 미디어 연구실 ({sehwanpark, sneaks}@kw.ac.kr, jsyoo@kw.ac.kr)

\*\* 광운대학교 전자공학과 유비쿼터스 네트워크 연구실 (cwicc@hanmail.net)

\*\*\* 광운대학교 교양학부 유비쿼터스 네트워크 연구실 (leesh58@kw.ac.kr), \*\*\*\* 전자부품연구원 (bhchoi@keti.re.kr)

\*\*\*\*\* 한국전자통신연구원 (eychang, nhh, jwk}@etri.re.kr)

논문번호 : KICS2008-07-294, 접수일자 : 2008년 7월 1일, 최종논문접수일자 : 2008년 10월 30일

## I. 서 론

최근 멀티미디어의 개념은 기존의 단일시점의 2차원 영상이나 고해상도에서 다양한 각도에서 시청할 수 있는 시점 정보와 깊이 정보가 부가된 입체감과 현장감을 중요시하는 3DAV(3-dimensional audio-visual) 서비스의 형태로 발전해 가고 있다. 여기서 3DAV 서비스란 이용자로 하여금 자연스럽게 사실적인 3D입체 콘텐츠를 전달하기 위하여 콘텐츠의 제작, 전송 및 재현 과정을 구성함으로써 방송, 통신, 게임, 교육, 우주, 군사, 의료 등의 분야에서 실제 현장에 있는 것과 느낌을 제공하는 서비스를 말한다. 이러한 3DAV 서비스의 발전은 고화질의 HDTV의 상용화 이후에 차세대 영상통신으로 깊이감과 입체감, 더 나아가서는 관찰자의 시점에 따라 각각 다른 영상을 보여줄 수 있는 입체 및 실감방송을 의미하는 3DTV(3-dimensional television)에 대한 관심을 야기하였고, 현재 3DTV 시스템 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[1,2].

사용자에게 다양한 시점의 입체 영상을 제공하기 위해 두 대 이상의 카메라를 이용하여 영상을 획득하고, 수신 단에서는 스테레오 또는 다시점 모니터 등을 통하여 디스플레이 한다. 하지만 획득을 위한 카메라의 개수가 증가함에 따라 데이터양도 동시에 증가하기 때문에 실시간처리가 힘들고 초고속, 광대역의 전송채널이 필요하다. 또한 카메라 개수에 따른 시점의 제한과 카메라 간격으로 인한 시점의 불연속성을 해결해야 하는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 제한된 개수의 다시점 카메라에서 원하는 임의시점 영상을 생성할 수 있는 중간시점영상 생성(IVR : intermediate view reconstruction) 기법에 대한 연구가 진행되고 있다[2]. 중간시점영상 생성기법으로는 다시점 영상간의 변이(disparity) 정보를 이용한 양방향 선형보간법과 깊이(depth) 정보와 카메라의 기하학적 특성을 이용한 방법을 들 수 있는데, 이 두 가지 방법은 정확한 변이 또는 깊이 정보에 대하여 신뢰도 높은 시점영상을 생성한다[3,4,5].

본 연구에서는 먼저 카메라의 기하학적 특성을 이용하여 시점영상을 생성한다. 8 시점의 다시점 동영상과 깊이 정보, 그리고 카메라 파라미터 정보를 이용하여 기준 시점 2차원 영상으로부터 실제 3차원 정보를 추출한다. 그리고 추출된 3차원 정보를 원하는 시점의 카메라 내의 2차원 영상으로 재투영함으로써 원하는 위치의 시점 영상을 생성할 수

있다. 하지만 생성된 영상 내에는 hole과 가려진 영역을 포함하여 다수의 미처리 영역이 존재한다[6,7]. 이러한 미처리 영역을 처리하기 위해 영상의 시간적, 공간적 특성과 입력되는 텍스처 영상 또는 깊이 정보가 갖는 오차를 고려하여 전·후처리 기법을 제안하고, 결과 영상 화질에 대한 객관적, 주관적 평가를 실시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 카메라의 기하학적 구조를 통한 임의시점 영상생성 기법을 설명하고, III장에서는 생성된 임의시점영상 내의 미처리 영역을 보상하기 위한 전·후처리 기법을 제안한다. IV장에서는 제안한 방식에 의해 생성된 시점영상에 대한 객관적 평가 결과를 기술하며, V장에서는 결론을 맺고 향후 연구 방향에 대하여 언급하였다.

## II. 임의시점영상 생성기법

### 2.1 핀홀카메라(pinhole camera) 모델

핀홀 카메라(pinhole camera)는 흔히 바늘구멍 사진기라고도 한다. 내면을 검게 칠한 통의 한쪽 면에 작은 구멍을 내고 반대쪽 면에 필름을 위치하여 영상을 획득하는 장치이다.

그림 1은 핀홀카메라의 개념도이고, 그림 2는 핀홀카메라의 기하학적 구조를 보여준다. 그림 2에서 실제 3차원 좌표(world coordinate) X는 카메라의 핀홀을 통하여 영상면(image plane) 내의 2차원 좌표 x에 사영되고 비례법에 의하여 카메라 중심(camera center)과 영상면에 사영된 좌표까지의 거리가 산출된다. 이 결과를 통해 파라미터화 된 카메라 정보에 의해 실제 3차원 좌표와 카메라영상에

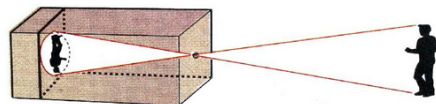


그림 1. 핀홀카메라 개념도  
Fig. 1. Concept of pinhole camera

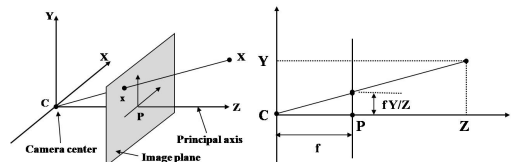


그림 2. 핀홀카메라 개념도  
Fig. 2. Concept of pinhole camera

투영되는 2차원 좌표와의 관계를 정의할 수 있다.

식 (1)은 투영 행렬로서 핀홀 카메라의 기하학적 구조를 이용하여 3차원 좌표와 2차원 좌표 사이의 관계를 표현한 것이다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = K [R | T] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서  $x, y$ 는 영상면 내에 투영되는 2차원 좌표이고,  $K$ 는 3x3 행렬로서 카메라 보정(camera calibration)에 대한 내부(intrinsic) 파라미터,  $R$ 은 3x3 행렬로서 카메라의 회전(rotation)에 대한 외부(extrinsic) 파라미터,  $T$ 는 3x1 행렬로서 카메라의 이동(translation)에 대한 외부(extrinsic) 파라미터이다. 그리고  $X, Y, Z$ 는 실제 3차원 좌표로서 각각 가로, 세로, 깊이에 관한 정보를 나타낸다.

### 2.2 카메라의 기하학적 구조 기반의 중간시점 영상 생성

그림 3은 카메라의 기하학적 구조에 기반을 두고 중간시점, 즉 광축(OC: optical center)선상의 영상이 생성되는 원리를 보여준다. 중간시점영상이 생성되기 위해서는 기준 좌시점 영상 또는 우시점 영상의 실제 3차원 좌표의 산출과 중간시점 위치에서의 카메라를 정의하는 과정이 필요하다.

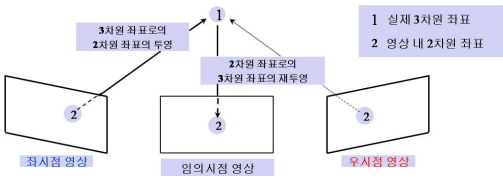


그림 3. 카메라의 기하학적 구조에 기반을 둔 중간시점영상 생성  
Fig. 3. Intermediate-view reconstruction based on camera geometry

#### 2.2.1 3차원 좌표(3D world coordinate)의 생성

실제 3차원 좌표는 투영 행렬을 통하여 2차원 좌표로 변환될 수 있다. 이 때 2차원 좌표의 위치는 카메라 위치로서 3차원 좌표와 2차원 좌표의 관계를 연결시켜주는 카메라의 내/외부 파라미터에 의해 결정된다. 중간시점영상을 얻기 위한 첫 과정으로 기준시점 원영상의 실제 3차원 좌표  $X, Y, Z$ 를 산출하여야 한다. 이때  $Z$ 는 식 (2)에 의해 산출된다.

$$Z(i, j) = 1.0 / \left( \frac{P(i, j)}{255.0} \times \left( \frac{1.0}{\text{Min}Z} - \frac{1.0}{\text{Max}Z} \right) + \frac{1.0}{\text{Max}Z} \right) \quad (2)$$

여기서  $Z(i, j)$ 는 영상 내 화소의 좌표에 따른  $Z$ 의 값이고,  $P(i, j)$ 는 영상의 깊이 정보 값이며,  $\text{Min}Z$ 와  $\text{Max}Z$ 는  $Z$ 의 최소, 최대 값을 의미한다. 그리고  $X$ 와  $Y$ 는 식 (1)의 투영 행렬에 기본적인 행렬 연산을 적용하여 산출된다. 식 (3)은  $X$ 와  $Y$  값을 산출하기 위한 과정이다.

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} &= K [R | T] \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} \Rightarrow K^{-1} \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} + T \Rightarrow \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix} = R^T K^{-1} \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = R^T \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} \\ \frac{\alpha}{\gamma} &= \frac{X + R_1^T t_x}{Z + R_3^T t_x} \Rightarrow X = \frac{\alpha}{\gamma} (Z + R_3^T t_x) - R_1^T t_x \\ \frac{\beta}{\gamma} &= \frac{Y + R_2^T t_x}{Z + R_3^T t_x} \Rightarrow Y = \frac{\beta}{\gamma} (Z + R_3^T t_x) - R_2^T t_x \end{aligned} \quad (3)$$

여기서  $\alpha, \beta, \gamma$ 는 행렬 연산과정의 계수들이고 첨자  $T$ 는 전치행렬(transposed matrix),  $-1$ 은 역행렬을 나타낸다. 산출되는 실제 3차원 좌표는 투영 행렬에 의해 새롭게 정의된 위치의 카메라 영상내 2차원 좌표로 재 투영된다. 이때 투영되는 2차원 좌표의 정확도를 위하여 모든 3차원 좌표는 실수로 계산된다.

#### 2.2.2 중간시점 위치 카메라의 정의

기준시점 영상 내 화소들이 산출된 3차원 좌표와 카메라 파라미터 정보를 이용하여 중간시점의 영상면으로 투영됨으로써 원하는 시점의 영상을 얻을 수 있다. 여기서 원하는 중간시점의 영상을 얻기 위해서는 중간시점 위치의 카메라 내, 외부 파라미터가 필요하다. 본 연구에서는 두개의 기준 시점(좌시점, 우시점) 카메라 사이의 거리를 '1'로 가정하고 중간시점 카메라의 파라미터를 두 기준시점 카메라 사이의 거리 비율에 따라 선형적으로 보간하는 방법을 사용한다. 식 (4)는 중간시점의 카메라 파라미터가 정의되는 과정이다.

$$\begin{aligned} K_V &= (1 - \text{ratio}) \times K_L + \text{ratio} \times K_R \\ R_V &= (1 - \text{ratio}) \times R_L + \text{ratio} \times R_R \\ T_V &= (1 - \text{ratio}) \times T_L + \text{ratio} \times T_R \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 아래첨자  $V$ 는 virtual,  $L$ 은 left,  $R$ 은 right를 각각 의미하고,  $\text{ratio}$ 는 '0'부터 '1'사이의 값을 갖는 실수로서 두 기준시점 카메라 사이의 위치를 의미한다. 이로써 새롭게 정의된 카메라 파라미터는 실제 3차원 좌표가 중간시점영상 내 2차원 좌표로 투영되기 위한 중요한 파라미터로 사용된다.

2.2.3 중간시점영상의 생성

산출된 실제 3차원 좌표는 정의된 중간시점의 카메라 파라미터에 의해 중간시점 영상으로 투영될 수 있다. 그림 4(a)는 실험영상의 시점 1 영상으로부터 생성된 ratio 0.5 위치의 시점영상을 보여준다.

그림 4(a)를 보면 새로이 생성된 중간시점 영상에서 동일객체 내에 발생하는 hole과 서로 다른 객체의 경계부분에서 발생하는 가려진 영역(occluded region)을 볼 수 있다[8]. 여기서 hole은 3차원 실수 좌표값이 투영 행렬을 통해 영상 내의 2차원 좌표로 변환될 때 정수화되는 과정에서 발생하고, 가려진 영역은 카메라가 이동할 때 어느 한 위치에서는 보이지만 다른 위치에서는 보이지 않는 부분으로서 항상 인접한 객체 경계부분에서 발생하게 된다. 본 연구에서 hole은 인접한 두 픽셀을 이용하여 선형적으로 보간한다. 그림 4(b)는 그림 4(a)를 hole 처리 후의 영상이다. 아직도 많은 영역이 가려진 영역으로 남아 있는 것을 볼 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 실험영상 시점 2 영상을 기준으로 투영하여 중간영상을 다시 생성한다. 그림 4(c)는 hole 처리가 된 시점 2를 기준으로 생성된 중간시점 영상이다. 그림 4(c)처럼 시점 2를 기준으로 투영하면 가려진 영역이 반대 방향으로 발생한다. 따라서 그림 4(b)의 가려진 영역은 그림 4(c)의 영상을 참조하여 보상할 수 있다. 그림 4(d)는 가려진 영역이 보상된 중간시점 영상이다.

앞에서 정의한 ratio의 값을 조절함으로써 임의 시점의 카메라를 재 정의할 수 있고 대응하는 중간시점 영상을 생성할 수 있다. 본 연구에서는 기준시점 사이의 중간시점영상을 생성하기 위해 그림 5와 같이 ratio 0.5를 기점으로 참조영상을 바꾸어 가려진 영역의 범위를 최소화하는 방법을 제안한다.



그림 4. 투영된 중간시점영상  
(a)시점 1을 기준으로 투영된 영상  
(b)hole처리 후의 (a)영상  
(c)hole처리된 시점 2를 기준으로 투영된 영상  
(d)가려진 영역이 보상된 영상

Fig. 4. Projected intermediate-view image  
(a)Projected from fundamental view-1  
(b) Hole-processed of image-(a)  
(c)Projected and hole-processed from fundamental view-2  
(d)Occluded-region-processed image

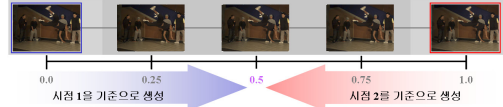


그림 5. 두 기준시점 사이의 중간시점영상 생성도  
Fig. 5. IVR between two fundamental views

2.2.4 광축선상 외의 임의시점 영상생성

카메라 파라미터 중 R과 T는 각각 회전운동과 이동을 위한 파라미터로서 카메라의 위치를 결정한다. 따라서 파라미터 R과 T를 적절히 조정함으로써 광축선상 외에 있는 카메라를 정의할 수 있다.

그림 6에서 ①로 표시된 카메라는 기준시점 카메라를 나타내고, ②로 표시된 카메라는 두 기준시점 카메라로부터 선형적으로 보간된 광축선상에 놓여있는 카메라를 보여준다. 그리고 ③으로 표시된 카메라는 기준시점을 포함한 광축선상에 놓여있는 카메라로부터 회전 및 이동을 하여 광축선상이 아닌 위치에 정의된 카메라를 보여준다.

카메라의 회전 및 이동은 식 (3)에서 정의된 행렬식을 변형하여 구현할 수 있다. 식 (5)는 α, β, γ를 동시에 변경하여 카메라의 3차원적인 회전운동을 구현한 것이다. 식 (5)에서 R는 회전운동을 적용하기 전의 파라미터이고 R'은 적용한 후의 파라미터를 나타낸다.

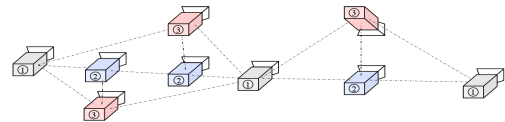


그림 6. 카메라의 회전 및 이동에 따른 시점의 변화  
Fig. 6. Viewpoint-changing by camera rotation and translation

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Rotation}} R' \times R$$

$$R' = R_x R_y R_z = \begin{bmatrix} \cos \beta \cos \gamma & -\cos \beta \sin \gamma & \sin \beta \\ \sin \alpha \sin \beta \cos \gamma + \cos \alpha \sin \gamma & -\sin \alpha \sin \beta \sin \gamma + \cos \alpha \cos \gamma & -\sin \alpha \cos \beta \\ -\cos \alpha \sin \beta \cos \gamma + \sin \alpha \sin \gamma & \cos \alpha \sin \beta \sin \gamma + \sin \alpha \cos \gamma & \cos \alpha \cos \beta \end{bmatrix} \quad (5)$$

식 (6)은 파라미터 T에 x, y, z축을 따라 카메라 이동을 적용하는 연산이다. 식 (6)에서 T는 이동하기 이전의 파라미터이고 T'은 이동한 후의 파라미터를 나타낸다.

$$T = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Translation}} T' = \begin{bmatrix} t_x + t'_x \\ t_y + t'_y \\ t_z + t'_z \end{bmatrix} \quad (6)$$

이와 같이 재 정의된 카메라 영상면으로 기준시점영상이 투영됨으로써 임의시점영상이 생성된다. 하지만 이 방법으로 생성된 임의시점 영상에는 미처리 영역이 많이 존재하게 된다. 따라서 미처리된 영역을 처리하기 위한 전처리 기법과 후처리 기법이 필요하다.

### III. 생성된 임의시점영상을 위한 전처리/후처리 기법

그림 7은 본 연구에서 제안하는 임의시점 중간영상 생성을 위한 전처리, 후처리 기법을 포함하는 전체 흐름도이다. 제안하는 방법은 크게 입력부, 처리부, 출력부로 구성되며, 세 시점에서의 텍스처 영상, 깊이 정보 그리고 카메라 파라미터 등이 입력으로 들어온다. 처리부에서는 전처리, 임의시점 영상 생성, 가려진 영역 처리, 후처리 등의 과정이 수행되며 마지막으로 출력부에서 생성된 임의시점 중간영상을 출력하게 된다.

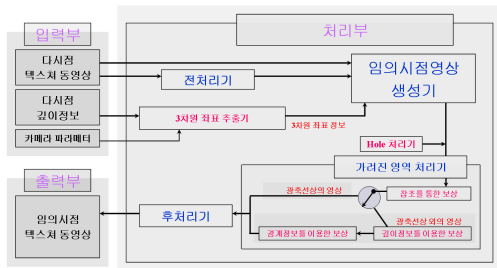


그림 7. 임의시점영상 생성의 전체 흐름도  
Fig. 7. Block diagram for arbitrary-view generation

#### 3.1 전처리

그림 8(a)는 II장에서 설명한 카메라의 기하학적 정보를 이용하여 생성된 임의시점 영상이다. 오른쪽의 확대된 영상에서 객체와 배경 사이의 경계가 분

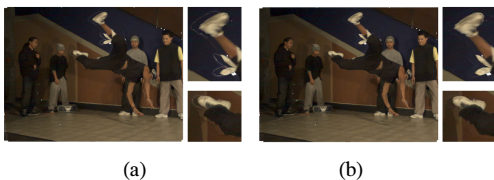


그림 8. 경계부분 보상  
(a)처리 전  
(b)처리 후  
Fig. 8. Boundary-artifact compensation  
(a)Before the process  
(b)After the process

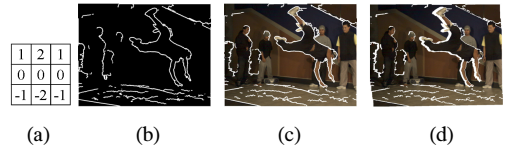


그림 9. 전처리 과정  
(a)소벨 연산자  
(b)소벨 연산자에 의해 추출된 경계정보  
(c)경계부분이 제거된 원영상  
(d)경계부분이 제거된 원영상을 기준으로 투영된 시점영상  
Fig. 9. Pre-process  
(a)Sobel operation  
(b)Edge information extracted by Sobel operation  
(c)Boundary-eliminated original image  
(d)Arbitrary-view image projected from image-(c)

리된 듯한 현상을 볼 수 있다. 이러한 현상은 텍스처 영상과 깊이 정보의 경계가 정확히 일치하지 않기 때문에 발생한다. 전처리기에서 영상의 경계 정보를 이용하여 이 문제를 해결한다.

그림 9(a), (b)는 각각 3x3 소벨(Sobel) 연산자이 이를 이용하여 추출된 영상의 경계(edge)를 보여준다. 그리고 그림 9(c)는 추출된 경계 부분을 원래의 주어진 텍스처 영상에 중첩한 영상이다. 그림 9(c)는 원래의 주어진 텍스처 영상과 함께 임의시점영상 생성기로 입력되어 중간시점 영상으로 투영된다. 그림 9(d)는 경계부분이 중첩된 그림9의 (c) 영상이 투영되어 생성된 중간시점 영상으로서 그림 8(a)에서 확인된 객체의 경계부분에서의 문제점이 해결된 것을 알 수 있다. 이 영상은 2.2.3절에서 설명한 방법으로 참조영상으로부터 가려진 영역이 보상되어 하나의 시점영상으로 생성된다. 그림 8(b)는 전처리 과정을 거친 후 생성된 영상을 보여준다. 그림 8(a)의 전처리 과정을 거치지 않은 영상에 비해 인접한 객체의 경계부분에서의 문제점이 보완되었음을 알 수 있다.

#### 3.2 가려진 영역 처리

##### 3.2.1 깊이정보를 이용한 보상

가려진 영역을 시간축에서 보상하는 방법은 객체의 움직임이나 카메라의 움직임으로 인해 현재 프레임의 가려진 영역 위치가 이전 프레임에서의 위치와 일치하지 않을 수 있으며 이 경우 보상이 정확하게 되지 않는다. 따라서 서로 참조하는 영역이 같은 객체인지 판별할 수 있는 조건이 필요하다. 본 연구에서는 이 조건으로서 깊이 정보를 이용한다.

그림 10(a)와 (b)는 각각 이전 프레임과 현재 프레임의 텍스처 영상과 깊이 정보 영상을 보여주고

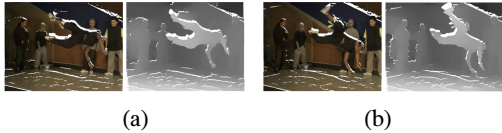


그림 10. 시간축을 이용한 가려진 영역 보상  
 (a)이전 프레임의 텍스처 영상과 깊이 영상  
 (b)현재 프레임의 텍스처 영상과 깊이 영상  
 Fig. 10. Occluded-region compensation by temporal axis  
 (a)Texture and depth-image of previous frame  
 (b)Texture and depth-image of current frame

있다. 그림 10의 영상들은 앞에서 설명한 전처리 과정을 거친 후 임의시점 영상생성기에서 만들어진다. 깊이 영상에서 텍스처 영상과 동일한 위치의 영역들이 미처리된 상태로 남아있는 것을 확인할 수 있다.

생성된 영상의 가려진 영역을 보상하기 전에 깊이 정보를 먼저 처리하게 된다. 깊이 정보를 처리하여 같은 영역이라고 판별된 객체의 이전프레임 정보를 가지고 현재 프레임의 가려진 영역을 보상하게 된다. 깊이 정보 영상을 수평 방향과 수직 방향으로 스캔하여 미처리 영역을 탐색한다. 탐색된 미처리 영역은 라인블록 단위로 주변영역의 깊이 정보와 비교하여 깊이 정보의 크기가 작은 부분 즉 더 멀리 있는 영역을 참조하여 보상된다. 이때 라인블록의 크기는 시점과 시간축에 따라 적응적으로 결정된다.

그림 11은 깊이 정보를 처리하기 전과 후의 깊이 정보의 이전 프레임과 현재 프레임 영상이다. 처리전의 미처리 영역이 수평과 수직 방향 스캔을 통하여 모두 보상되었음을 알 수 있다. 그리고 그림 12는 깊이 정보를 처리한 후 같은 영역이라고 판별된 부분의 이전 프레임 영역을 가지고 가려진 영역이 보상된 현재 프레임의 텍스처 영상을 보여주고 있다. 그림 10(b)에 비해 다수의 미처리 영역이 보상된 것을 알 수 있다.

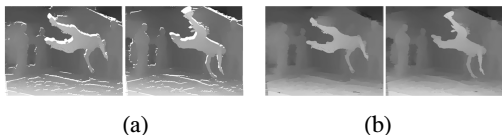


그림 11. 가상시점 깊이영상의 가려진 영역 처리  
 (a)처리 전의 이전 프레임과 현재 프레임  
 (b)처리 후의 이전 프레임과 현재 프레임

Fig. 11. Occluded-region handling for depth-image of arbitrary-view  
 (a)Depth-image of previous and current frame without the process  
 (b)Depth-image of previous and current frame with the process



그림 12. 이전 프레임으로부터 가려진 영역이 보상된 현재 프레임

Fig. 12. Current frame occluded-region-compensated from previous frame

### 3.2.2 경계정보를 이용한 보상

그림 12의 영상은 기준시점 카메라로부터 회전과 이동이 적용되어 위에서 내려다보는 듯한 느낌을 준다. 이러한 카메라의 수직 이동에 의해서 발생하는 가려진 영역은 수직적으로 나타나는 특징이 있다.

그림 13(a), (b)는 각각 가려진 영역을 수직적으로 위치하는 주변 3개 화소들의 평균값으로 보상한 영상과 수직적으로 위치하는 영역으로부터 거울처럼 반사하여 보상한 영상이다. 결과영상에서 보면 방향성이 그대로 반영되어 주관적 화질이 저해되는 문제점을 발견할 수 있다. 본 연구에서는 이 문제를 해결하기 위해 다시 경계 정보를 이용한다. 그림 13(c)는 소벨 연산자를 이용하여 그림 12의 경계 정보를 추출한 영상이다. 추출된 경계 정보는 미처리 영역 근처의 연속되는 경계를 연결시켜 주기 위한 경계 보상으로 입력된다. 임의시점 영상은 보상된 경계 정보를 이용한 영상의 경계부분 보상과 잔존해 있는 가려진 영역의 보상 과정을 거쳐 최종적인 임의시점영상으로 출력된다.

그림 14(a)는 경계 정보 영상에서 손상된 경계

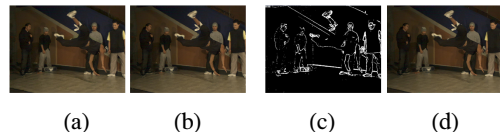


그림 13. 카메라 위치의 특성을 이용한 가려진 영역 보상  
 (a)수직적으로 위치하는 화소들을 보간하여 처리한 시점영상  
 (b)수직적으로 위치하는 화소들로부터 반사하여 처리한 시점영상  
 (c)그림 12의 경계정보 영상  
 (d)경계정보를 이용하여 보상된 시점영상

Fig. 13. Occluded-region compensation by characteristic of camera position  
 (a)Processed view-image by interpolation of upper neighboring pixels  
 (b)Processed view-image by reflection of upper neighboring pixels  
 (c)Boundary information of fig. 12  
 (d)Processed view-image by the image-(c)

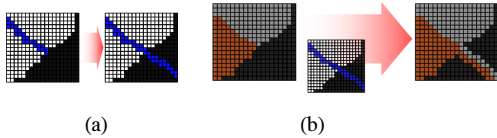


그림 14. 경계정보의 방향성을 이용한 가려진 영역 보상  
(a)가려진 영역 근처의 경계정보 보상  
(b)가려진 영역 근처의 텍스처 영상의 경계보상  
Fig. 14. Occluded-region compensation by direction of the boundary information  
(a)Boundary compensation near the occluded-region  
(b)Boundary compensation of texture-image near the occluded-region

정보를 보상하는 과정을 보여주고 그림 14(b)는 텍스처 영상의 경계부분 보상 과정을 보여준다. 그림 14(a)의 경계 정보 보상은 미처리 영역 근처에서 연속되는 경계가 존재할 경우 그 경계의 기울기를 탐색하여 연속성이 유지될 수 있도록 하는 역할을 하고, 그림 14(b)의 텍스처 영상의 경계 보상은 그림 14(a)와 같이 보상된 경계 정보를 가지고 경계가 존재하는 부분에서만 탐색하여 텍스처 영상의 경계를 보존하여 준다.

그림 13(d)는 경계 정보를 이용하여 텍스처 영역이 보상된 결과영상이다. 그림 13(a), (b)에 비해 객체 근처의 경계가 보존되어 주관적인 화질이 향상된 것을 확인할 수 있다.

### 3.3 후처리기

#### 3.3.1 참조를 통해 보상되는 가려진 영역과 주변영역 사이의 색감차이

가려진 영역 처리기 내의 참조를 통한 보상은 생성된 입의 시점영상의 가려진 영역을 보상하는데 2.2.3절에 설명한 바와 같이 다른 참조시점 영상과 동일한 화소에서의 텍스처 정보를 사용한다. 시점1과 시점2 영상에 의해 생성된 두 영상은 동일한 위치의 카메라에서 바라보는 영상이기 때문에 신뢰도 높은 처리가 가능하다. 하지만 두 시점 영상을 사용하여 하나의 영상으로 합성하는 데는 문제점이 있다. 두 개의 카메라로부터 획득된 영상은 카메라의 보정, 위치에 따른 조명 차이 등에 의해 서로 다른 특징을 포함할 수 있기 때문이다.

그림 15(a)는 그림 8(b)와 동일한 영상이다. 확대된 그림에서 보듯이 보상된 영역과 주변 영역 사이의 색감차이가 발생하는 것을 알 수 있다. 이는 참조되는 영상과 참조하는 영상 사이에 조명차이가 존재하기 때문이다. 다시 말해 그림 16(a)와 같이 두 개의 신호가 하나의 신호로 병합될 때 두 신호



그림 15. 후처리에 의한 색감차이 보상  
(a)색감차이의 보상 전  
(b)색감차이의 보상 후  
Fig. 15. Compensation of color difference by post-process  
(a)Before post-process  
(b)After post-process

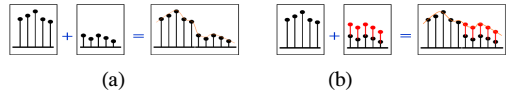


그림 16. 두 신호의 병합  
(a)병합되는 신호의 차이 보상 전  
(b)병합되는 신호의 차이 보상 후  
Fig. 16. Composition of two signals  
(a)Before compensation of difference of two signals  
(b)After compensation of difference of two signals

사이에 강도 차이가 존재하여 병합점에서 불연속성을 띄게 되는 것이다.

본 연구에서는 그림 16(b)와 같이 두 신호가 병합될 때 각 신호의 강도차이를 최소화하는 방법을 사용한다. 두 영상의 평균 강도를 구하여 그 차이만큼 더하거나 빼는 방법을 이용한다. 그림 15(b)는 처리 결과 영상으로서 그림 15(a)에 비해 색감차이가 감소된 것을 알 수 있다.

#### 3.3.2 시점영상 생성 후 잔존하는 가려진 영역

그림 17(a)는 그림 4(d)와 동일한 영상이다. 여기서 원내에 보이는 미처리된 작은 영역들은 인접한 두 객체 사이의 작은 영역으로서 두 기준 시점 카메라에서도 보이지 않는 영역이다.

본 연구에서는 마지막 후처리 기법으로 이러한 영역을 가려지는 영역에서만 나타난다고 간주하여 한번 더 깊이 정보의 비교를 통하여 낮은 크기의 깊이 정보를 갖는 영역으로부터 보상한다. 그림

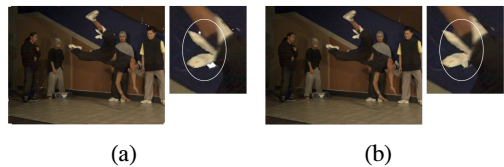


그림 17. 잔존 영역의 처리  
(a)처리 전  
(b)처리 후  
Fig. 17. Process for remained untreated-region handling  
(a)Before the process  
(b)After the process

17(b)는 처리 후의 영상이다. 인접한 두 객체 사이의 작은 가려진 영역이 상위의 배경과 같이 처리된 것을 볼 수 있다.

#### IV. 객관적 및 주관적 화질측정

본 연구에서는 실험영상으로 MSR(microsoft research)에서 제공하는 Breakdancers 와 Ballet 영상의 텍스처와 깊이 영상, 그리고 다시점 카메라의 파라미터 정보를 사용하였다. 실험 영상은 카메라 간격이 약 20cm인 8시점 영상으로서 1024x768 의 해상도를 갖고, 총 100 프레임으로 구성되어 있다.

##### 4.1 PSNR 측정

객관적인 화질평가를 위하여 그림 18과 같이 시점 (n)과 시점 (n+2)를 기준영상으로 하고 시점 (n+1)의 위치를 가상 시점으로 하여 이 시점에서의 영상을 생성한다. 그리고 제안된 기법으로 생성된 영상과 원래의 주어진 시점 영상 사이의 PSNR을 측정하여 생성된 영상의 화질을 평가하게 된다.

본 연구에서는 제안된 알고리즘을 현재 MPEG 내에서 View-synthesis 분야의 참조 소프트웨어(reference software)로 사용되고 있는 알고리즘과 비교하였다. 참조 소프트웨어는 일본의 나고야 대학에서 기고한 소프트웨어로써 다시점 영상에서 인접한 두 시점 사이의 깊이정보 추출 알고리즘과 추출된 깊이정보를 이용한 중간시점영상생성 알고리즘이 포함되어 있다<sup>[2]</sup>.

표 1에서 시점2의 PSNR은 시점 1과 시점 3의 영상을 가지고 생성된 시점 2의 영상과 원래 실험에서 주어진 시점2 원 영상 간의 PSNR을 측정한 것이다. 이때 표에 주어진 PSNR 값은 각각 실험

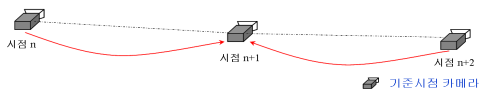


그림 18. 객관적 화질평가를 위한 PSNR 측정  
Fig. 18. PSNR calculation for objective measurement

표 1. 두 실험영상의 객관적 화질평가

나고야 대학 알고리즘	Breakdancers	시점 2	시점 3	시점 4	시점 5	시점 6	시점 7
	PSNR (dB)		32.117	32.245	32.960	32.467	32.068
Ballet		시점 2	시점 3	시점 4	시점 5	시점 6	시점 7
	PSNR (dB)		28.846	28.907	29.712	29.165	30.441
제안된 알고리즘	Breakdancers	시점 2	시점 3	시점 4	시점 5	시점 6	시점 7
	PSNR (dB)		33.266	33.196	33.905	33.855	34.011
Ballet		시점 2	시점 3	시점 4	시점 5	시점 6	시점 7
	PSNR (dB)		29.982	30.251	31.005	31.020	31.986

표 2. 주관적 화질평가를 위한 10단계의 점수

0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Bad									
			Poor						
				Fair					
						Good			
								Excellent	

영상 100프레임에 대한 평균값을 보여주고 있다. Breakdancers 영상과 Ballet 영상간의 PSNR값에 차이가 있는 이유는 Ballet 영상의 경우 영상내의 객체가 카메라와 가까이 위치하여 가려진 영역이 더 크게 발생하였기 때문이다.

##### 4.2 DSCQS 평가

DSCQS는 15명을 대상으로 ‘A영상-흑백영상-B영상-흑백영상-A영상-흑백영상-B영상-흑백영상’의 순서로 보여주고 평가하는 방식이다. 이때 A와 B영상은 약 10초간, 흑백영상은 약 3초간 보여주고, 다시 보여줄 때 점수를 책정한다. 책정되는 점수는 Excellent(5), Good(4), Pair(3), Poor(2), Bad(1)의 5단계 구성된다. 본 실험에서는 A 영상으로 원 영상을 B 영상으로 생성된 영상을 이용하였다. 또한 점수는 변별력을 더 좋게 하기 위하여 위하여 5단계가 아닌 표 2와 같이 0.5단위의 점수를 포함한 10단계로 평가하였다. 화질평가를 실시한 결과는 Breakdancers 3.88, Ballet 3.51로써 ‘Good’ 단계 이상의 좋은 점수를 얻었다. 본 점수는 실험 영상 100프레임에 대해 평균을 낸 것이다.

#### V. 결 론

최근 시점영상생성(view-synthesis)에 관해 MPEG 내에서도 많은 연구논문이 기고되는 등의 활발한 활동이 이루어지고 있다. 그리고 일본의 나고야 대학에서 시점영상생성에 관한 참조 소프트웨어를 제출하여 새로이 제안되는 기법들의 성능비교를 위한 척도로써 활용되고 있다.

본 연구에서는 임의시점영상을 생성하기 위하여 3시점 영상의 깊이 정보와 카메라 파라미터를 이용하여 영상을 재 투영하고, 전처리와 후처리 과정을 통하여 발생하는 문제를 해결하고자 하였다. 영상의 깊이 정보 경계부분 오차는 전처리 과정을 통하여 보완하였고 영상 재생성 후 발생하는 주관적 화질을 저해하는 요소들은 후처리 과정을 통하여 보상되었다. 그리고 임의시점 영상 생성시 존재하지 않는 영역은 여러 실험을 통하여 처리하고 보완해 보고자 하였다. 그 결과 객관적으로는 PSNR



30[dB]이상의 좋은 성능의 실험 결과를 얻었고, 주관적으로 DSCQS 점수 역시 3.5 이상의 좋은 결과를 얻었다.

하지만 영상을 생성하기 위해 적용된 과정들이 입력영상의 깊이 정보와 카메라 파라미터의 정확성에 전적으로 의존한다는 문제점이 있다. 그 이유는 영상의 깊이 정보에 대한 오차는 재 생성되는 영상에 그대로 반영되어 객관적, 주관적인 화질을 저해하는 결과를 초래하기 때문이다. 따라서 임의시점영상 재생성 후 나타나는 미처리 영역에 대한 보상은 동영상이라는 특징을 이용하여 안정적으로 동작할 수 있는 기법에 대한 연구가 향후 행해져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] "Description of Exploration Experiments in 3D AV", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4929, July 2002.
- [2] "Improvement of Depth Map Estimation and View Synthesis", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M15090, January 2008.
- [3] A. Mancini, "Disparity estimation and intermediate view reconstruction for noble applications in stereoscopic video", Masters thesis, McGill University, 1889.
- [4] K. H. Bae, J. J Kim, E. S. Kim, "New disparity estimation scheme based on adaptive matching window for intermediate view reconstruction", Optical Engineering, Vol.42, No.6, pp.1778~1786, 2003.
- [5] Richard Hartley and Andrew Zisserman, "Multiple view Geometry", Cambridge University, pp. 152-247, Second Edition 2003.
- [6] 엄기문, 안충현, 이수인, 김강연, 이관행, "깊이 정보 카메라 및 다시점 영상으로부터의 다중깊이 맵 융합기법", 방송공학회논문지 제 9권, 제 3호, 2004
- [7] S. Ince, "Correspondence estimation and intermediate view reconstruction", Tech. Rep. 2004-01, Boston University, Dept. of Electr. and Eng., Jap. 2004
- [8] Liang Zhang, Demin Wang, and Andre Vincent, "Adaptive Reconstruction of Intermediate Views from Stereoscopic Images", IEEE Transaction on circuits and Systems for Video Tech., Vol.1

6, No.1, 2006

[9] 배진우, "다시점 동영상 부호화 및 후처리 기법에 관한 연구", 광운대학교 박사학위 논문, 2006

박 세 환 (Se-hwan Park)

준회원



2007년 2월 광운대학교 전자공학과 졸업  
 2007년 3월~현재 광운대학교 전자공학과 석사과정  
 <관심분야> 2D/3D 변환, IVR, 동영상코덱, 3차원영상처리

송 혁 (Hyok Song)

준회원



1999년 광운대학교 제어계측공학과 졸업  
 2001년 광운대학교 전자공학과 석사  
 2006년 KETI 선임연구원  
 2006년 광운대학교 전자공학과 박사과정

<관심분야> 3D 영상 신호처리, 영상 압축

장 은 영 (Eun-young Jang)

정회원

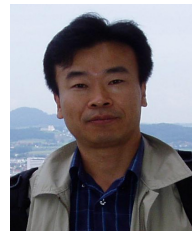


1999년 2월 전북대학교 정보통신공학과 졸업  
 2001년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과 공학석사 졸업  
 2001년 3월~현재 한국전자통신연구원 방통미디어연구본부 방송시스템연구부 실감방송시스템연구팀 연구원

<관심분야> 3D 비디오/CG 처리/압축, 3DTV

허 남 호 (Nam-ho Hur)

정회원



1992년 2월 포항공과대학교 전기전자공학과 졸업  
 1994년 2월 포항공과대학교 대학원 전기전자공학과 졸업  
 2000년 2월 포항공과대학교 대학원 전기전자공학과 박사

2000년 4월~현재 한국전자통신연구원 방통미디어연구본부 방송시스템연구부 실감방송시스템연구팀  
 <관심분야> 3DTV, 3D DMB, Free-viewpoint TV

김진웅 (Jin-woong Kim)

정회원



1981년 2월 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)  
1993년 7월 미국 Texas A&M 대학교 전기공학과(공학박사)  
1983년 3월~현재 ETRI 근무 중 (방통미디어연구본부 책임연구원)

<관심분야> 디지털 방송, 멀티미디어 응용 시스템, 3DTV

김진수 (Jin-soo Kim)

정회원



1980년 2월 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1982년 2월 광운대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
1998년 3월~현재 광운대학교 대학원 전자공학과 박사과정중  
1983년 7월~1989년 12월 한국

컴퓨터주식회사 기술연구소 선임연구원  
1990년 2월~1996년 6월 한국증권전산 정보시스템부 과장  
1996년 8월~2004년 12월 (주)창원정보통신 대표이사  
<관심분야> 무선네트워크, 영상인식

이상훈 (Sang-hun Lee)

종신회원



1983년 2월 광운대학교 응용전자공학과 졸업(공학사)  
1987년 8월 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
1992년 2월 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업  
1992년 3월~현재 광운대학교

정교수  
1999년~2007년 전국기능경기대회(심사장)  
2001년~2007년 세계기능경기대회(심사위원)  
2006년~2007년 서울특별시 기능경기위원회 (기술위원장)  
<관심분야> 무선인터넷, 무선네트워크, USN, 영상인식

유지상 (Ji-sang Yoo)

정회원



1985년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1987년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
1993년 5월 Purdue 대학교 전기공학과 졸업(Ph.D.)  
1993년 9월~1994년 8월 현대

전자산업(주) 산전연구소 선임연구원  
1994년 9월~1997년 8월 한림대학교 전자공학과 조교수  
1997년 9월~2001년 8월 광운대학교 전자공학과 조교수  
2001년 9월~2006년 8월 광운대학교 전자공학과 부교수  
2006년 9월~현재 광운대학교 전자공학과 정교수  
<관심분야> 웨이블릿 기반 영상처리, 영상압축, 영상인식, 비선형 신호처리