

경계 잡음 제거를 위한 2단계 경계 탐색 기반의 깊이지도 전처리 알고리즘

Depth-map Preprocessing Algorithm Using Two Step Boundary Detection for Boundary Noise Removal

박영길*, 김준호**, 이시웅*
한밭대학교 정보통신전문대학원*, (주)실리콘웍스**

Young-Gil Pak(ygpark@atek21.com)*, Jun-Ho Kim(laimoon@nate.com)**,
Si-Woong Lee(swlee69@hanbat.ac.kr)*

요약

DIBR(Depth Image Based Rendering)을 이용한 영상 합성 시에 발생하는 경계 잡음은 원래 전경 영역에 속하던 화소가 배경으로 흘러져 나와 생성된 잡음이며, 이는 주로 참조 영상과 깊이지도 간 경계 불일치나 참조 영상에서의 블러링 때문에 발생된다. 영상 합성 과정에서 발생된 홀 영역은 일반적으로 주위 화소를 이용하여 채워지게 되므로, 홀에 인접한 경계 잡음은 합성 영상의 화질을 저하시키는 주요 원인으로 작용한다. 이 문제를 해결하기 위해 본 논문은 깊이지도의 전처리를 이용한 새로운 경계 잡음 제거 알고리즘을 제안한다. 기존의 전처리 기법들은 경계 불일치에 따른 경계 잡음의 제거를 위해 참조 영상과 깊이지도의 경계가 일치되도록 깊이지도를 수정한다. 그러나 대부분의 기존 기법들이 신호 기울기 기반의 단순 경계 탐색 알고리즘에 기반을 두고 있어 블러링이 존재하는 경계에서는 탐색 성능의 저하가 나타난다. 제안 알고리즘은 이의 해결을 위해 2단계 경계 탐색을 이용함으로써 이행 영역과 배경 영역 간 경계를 보다 효과적으로 탐색할 수 있는 구조를 제안하였다. 실험 결과를 통해 제안 알고리즘이 기존 알고리즘에 비해 우수한 경계 잡음 제거 성능을 가짐을 보인다.

■ 중심어 : | DIBR | 전처리 | 경계 잡음 | 영상 합성 |

Abstract

The boundary noise in image syntheses using DIBR consists of noisy pixels that are separated from foreground objects into background region. It is generated mainly by edge misalignment between the reference image and depth map or blurred edge in the reference image. Since hole areas are generally filled with neighboring pixels, boundary noise adjacent to the hole is the main cause of quality degradation in synthesized images. To solve this problem, a new boundary noise removal algorithm using a preprocessing of the depth map is proposed in this paper. The most common way to eliminate boundary noise caused by boundary misalignment is to modify depth map so that the boundary of the depth map can be matched to that of the reference image. Most conventional methods, however, show poor performances of boundary detection especially in blurred edge, because they are based on a simple boundary search algorithm which exploits signal gradient. In the proposed method, a two-step hierarchical approach for boundary detection is adopted which enables effective boundary detection between the transition and background regions. Experimental results show that the proposed method outperforms conventional ones subjectively and objectively.

■ keyword : | DIBR | Preprocessing | Boundary Noise | View Synthesis |

* 본 연구는 교육부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.(No.2012H1B8A2025982)

접수일자 : 2014년 09월 22일

심사완료일 : 2014년 11월 05일

수정일자 : 2014년 10월 27일

교신저자 : 이시웅, e-mail : swlee69@hanbat.ac.kr

I. 서론

스테레오 기반의 3DTV는 양안시차를 이용한 입체감 인지가 가능하다는 장점을 갖지만, 동시에 증가한 정보량으로 인해 실시간 처리가 힘들고 전송대역폭의 부담이 크다는 단점도 존재한다. 따라서 이를 해결하기 위한 효과적인 스테레오 비디오의 압축 및 전송 방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-3]. 그중, DIBR[4]은 스테레오 비디오보다 좁은 대역폭으로 전송이 가능한 V+D(video plus depth) 포맷 영상으로부터 자유 시점의 영상을 합성하여 스테레오 영상을 생성하도록 하는 영상 합성 알고리즘이다.

참조 영상에 관련된 깊이지도는 대개 스테레오 분석을 통한 깊이 추정 과정을 거쳐 생성되거나 적외선 카메라로 촬영되어 생성된다. 깊이 추정 과정을 거쳐 생성된 깊이지도는 깊이 추정의 오류 및 부정확성으로 인해 칼라 영상과 영역의 경계가 불일치할 수 있으며, 또한 칼라 영상의 영역 간 경계는 [그림 1]과 같이 카메라의 필터링 또는 부호화에 따른 블러링 효과로 인해 이행 영역이 발생한다. 이때 깊이 지도의 경계가 칼라 영상의 전경 영역이나 이행 영역 안쪽에 형성될 경우 장면 합성 시에 전경 색상의 일부가 배경 영역에 남아있게 되며 이것이 경계 잡음이 된다.

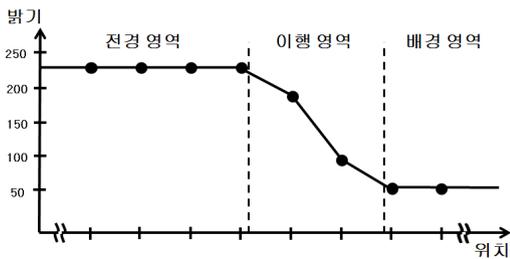


그림 1. 칼라 영상에서 영역 종류

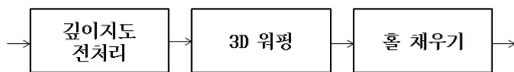


그림 2. DIBR 시스템

일반적인 DIBR은 [그림 2]와 같이 깊이지도 전처리, 3D 워핑, 홀 채우기 과정으로 이루어진다. 경계 잡음 제

거 기법은 크게 후처리 과정을 이용한 경계 잡음 제거 방식[5][6]과 전처리 알고리즘으로 깊이지도도를 수정하여 경계 잡음을 제거하는 방식[7-9]으로 나뉜다. 이중 전처리를 이용한 기법들은 3D 워핑 전 단계에서 깊이지도의 경계를 색상 신호의 경계에 일치시킴으로써 경계 불일치에 따른 경계 잡음의 발생을 억제하는 기법들이다. 본 논문의 제안 기법은 전처리 기반의 기법으로써 2단계 경계 탐색이라는 새로운 경계 탐색 기법을 사용하여 기존 기법의 경계 탐색 성능을 개선하고 이를 통해 경계 잡음을 더욱 효과적으로 제거할 수 있는 구조를 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 경계 잡음 제거를 위한 기존의 전처리 기반 알고리즘들에 대해 분석한다. 3장에서는 2단계 경계 탐색법을 이용한 제안 기법에 대해 설명하고, 4장에서 실험 결과를 통해 제안 기법의 성능을 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

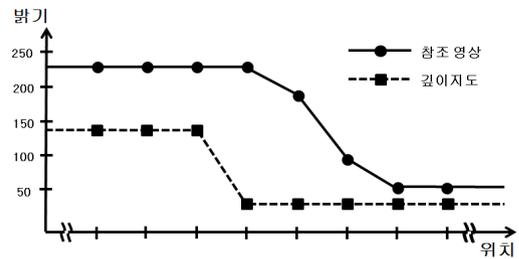
DIBR을 이용한 영상 합성 과정에서 발생하는 경계 잡음을 제거하기 위한 기존의 기법들은 크게 후처리 또는 전처리 알고리즘으로 나눌 수 있다. 먼저, [5]는 합성 영상에서 경계 잡음이 홀과 인접한 배경 영역에 발생한다는 데 착안한 후처리 알고리즘이다. 이 알고리즘은 홀에 인접한 배경 영역에서 수평방향으로 일정 영역의 평균을 구하고 이를 홀에 인접한 화소부터 비교하여 차이의 절대값이 일정 임계값보다 크면 경계 잡음 영역으로 판단한다. 경계 잡음으로 판단된 영역은 홀에 포함시키고 확장된 홀은 나선형 가중 평균과 기울기 탐색 방식을 적절하게 조합하여 채운다. [6]에서는 [5]와 마찬가지로 3D 워핑을 통해 합성된 영상에서 경계 잡음을 검출하고 제거하는 후처리 알고리즘이다. 경계 잡음을 검출하는 방법은 홀에 인접한 배경 영역 화소의 깊이 값을 기준으로 홀에 인접한 전경 영역 화소의 깊이 값과의 차이가 일정 임계값보다 작으면 경계 잡음 영역으로 판단하며, 경계 잡음 영역으로 판단된 영역을 같은 시

점으로 합성된 또 다른 참조 영상의 화소들로 대체한다. 이 알고리즘은 합성 영상에서 신뢰도가 낮은 영역의 배경 영역 화소들을 좀 더 신뢰할 수 있는 화소들로 채울 수 있는 장점이 있지만 단순히 깊이 값에 따라 신뢰도가 낮은 영역이 결정되기 때문에 그 깊이 값을 가지지 않는 경계 잡음은 제거하지 못하는 단점이 있다. 일반적인 후처리 알고리즘은 [6]의 알고리즘처럼 3D 워핑을 이용해 같은 시점으로 합성된 또 다른 참조 영상의 화소들로 대체해 경계 잡음을 제거하는 기법을 사용한다.

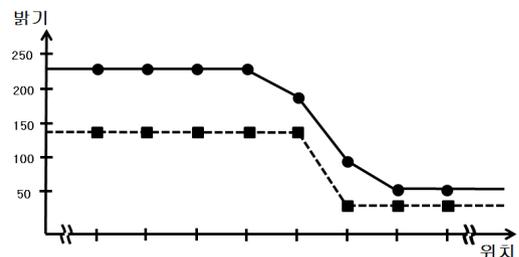
깊이지도 전처리 기반의 경계 잡음 제거 기법들은 탐색된 참조 영상의 경계가 깊이지도의 경계와 일치하도록 깊이지도를 수정함으로써 경계 잡음의 발생을 억제하는 기법들이다. 깊이 지도의 경계가 참조 영상의 경계와 일치하지 않고 전경 영역 안쪽에 형성되면 폭이 넓은 경계 잡음이 발생하기 때문에 이를 방지하기 위해 깊이 지도와 참조 영상의 경계를 일치시키는 것이다. [7]에서는 수평수직 경계 탐색에 사용되는 프리윗 연산을 이용하여 전경 영역의 경계를 탐색하였다. 또한, [8]에서는 전경 영역의 경계를 탐색하는데 1차원 수평 라플라시안 연산을 사용하였다. [9]는 기본적인 경계 탐색을 캐니 에지 탐색을 이용하여 우선적으로 에지를 탐색하고 시청자의 시청거리를 기반으로 경계 잡음을 구분하여 깊이지도에서의 전경 영역과 배경 영역을 구분하였다. 그리고 독립적인 수평 단위 탐색에 의해 불규칙하여 가지런하지 않은 경계를 보완하기 위해 탐색하기 전의 경계와 탐색된 경계들의 위치를 비교하여 비교된 차이 값의 평균을 이용하였다.

그러나 이런 기존의 전처리 기반 경계 잡음 제거 방식들은 [그림 1]에 나타난 참조 영상에서의 이행 영역을 고려하지 않는다는 점에서 경계 잡음 제거 성능에 제한이 따른다. 참조 영상에서 이행 영역(transition region)이란 필터링에 의해 전경 영역과 배경 영역이 블러링 된 부분을 의미한다. 깊이 지도의 경계가 참조 영상의 경계와 일치하더라도 참조 영상에서 이행 영역이 존재할 경우 전경 색상이 번져 있는 이행 영역의 일부가 배경 영역에 남아있게 되어 경계 잡음이 발생하게 된다. [그림 3]은 참조 영상과 깊이지도 간의 경계 불일

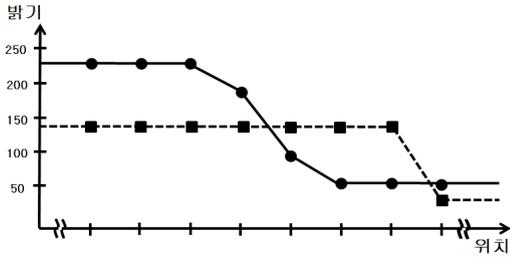
치에 따른 경계 잡음 발생의 유형을 보여주는 그림이다. [그림 3](a)는 깊이지도의 경계가 참조 영상의 전경 영역에 포함되어 있는 경우이다. 이 경우에는 3D 워핑 후 일부 전경 영역과 이행 영역이 배경 영역에 잔류하게 되어 합성된 영상에서 경계 잡음이 발생하게 된다. [그림 3](b)는 깊이지도의 경계가 참조 영상의 이행 영역에 포함된 경우이다. 이 경우 또한 일부 이행 영역이 배경 영역에 잔류하게 되어 [그림 3](a) 보다는 좁은 경계 잡음이 발생하게 된다. 즉, [그림 3](a)와 [그림 3](b)에서 보듯이 경계 잡음은 깊이지도의 경계가 참조 영상의 전경 영역 내부 또는 이행 영역에 존재하는 경우 발생함을 알 수 있다. 기존의 기법들은 [그림 3](b)와 같이 깊이 지도를 수정함으로써 이행 영역에 따른 경계 잡음의 생성은 제거하지 못한다. [그림 3](c)는 깊이지도의 경계가 참조 영상의 배경 영역에 포함된 경우를 보여준다. 이 경우에는 이행 영역 전체가 전경과 같이 변위보상되므로 앞의 두 경우와 달리 경계 잡음이 발생하지 않는다. 따라서 경계 잡음의 발생을 방지하기 위해서는 [그림 3](c)와 같이 깊이지도의 경계가 배경 영역에 위치하되 경계 간 일치를 위해서 최대한 이행 영역에 가깝게 형성되어야 한다.



(a) 참조 영상의 전경 영역에 포함된 깊이지도 경계



(b) 참조 영상의 이행 영역에 포함된 깊이지도 경계



(c) 참조 영상의 배경 영역에 포함된 깊이지도 경계

그림 3. 참조 영상과 깊이지도 간 경계 불일치의 유형

본 논문에서는 깊이지도의 경계를 참조 영상의 이행 영역과 배경 영역 간의 경계에 일치시켜 이행 영역이 전경 영역에 포함되도록 함으로써 경계 잡음의 발생을 최소화할 수 있는 새로운 기법을 제안한다. 뿐만 아니라 경계 탐색 과정에서 색상 정보를 함께 사용하여 탐색 성능을 향상시킬 수 있는 방안도 추가적으로 제시한다.

III. 제안 알고리즘

제안 기법의 기본 개념은 깊이지도의 경계가 참조 영상의 이행 영역과 배경 영역 사이의 경계와 일치하도록 깊이지도를 전 처리함으로써 경계 잡음의 발생을 방지하는 것이다. 즉, 참조 영상에서 전경의 색상이 혼재되어 있는 이행 영역까지를 전경 영역에 포함시켜 3D 워핑함으로써 배경 잡음의 발생을 방지하게 된다. 따라서 제안 기법에서는 참조 영상의 이행 영역과 배경 영역 사이의 경계를 정확히 찾아내는 것이 매우 중요한 해결 과제이다. 본 논문에서는 이를 위해 2단계 경계 탐색 알고리즘을 새로이 제안한다. 또한, 밝기 신호뿐만 아니라 YUV의 색상 신호를 동시에 이용함으로써 이행 영역과 배경 영역 간 경계 추출의 성능을 향상시킬 수 있는 방안도 추가로 제안한다.

[그림 4]는 제안 깊이지도 전처리 기법을 활용한 DIBR 알고리즘의 순서도이다. 우선 2단계 경계 탐색 기법을 참조 영상의 Y, U, V 평면에 각각 적용하여 각 색상 평면에서의 경계를 탐색한다. 그 후 Y, U, V 평면에서 독립적으로 탐색된 경계 정보를 조합하여 최종적인

경계를 결정한다. 탐색된 최종 경계 정보를 이용하여 깊이지도를 수정한 뒤 3D 워핑, 홀 채우기 과정을 수행한다.

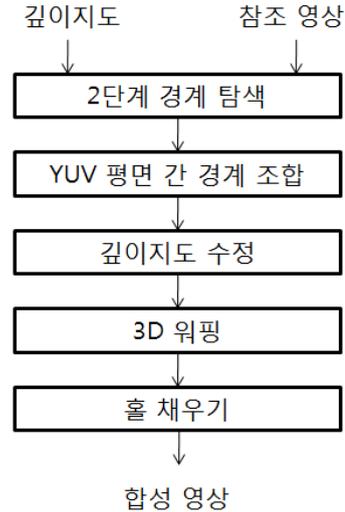
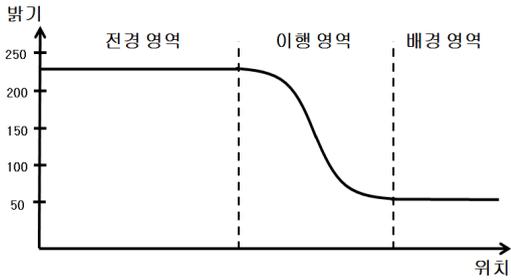


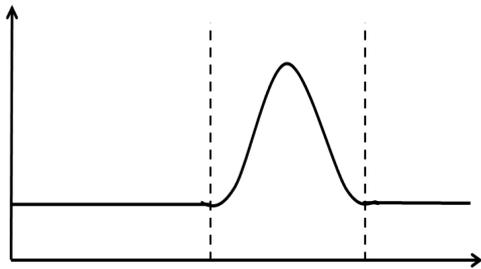
그림 4. 제안 알고리즘의 순서도

1. 2단계 경계 탐색

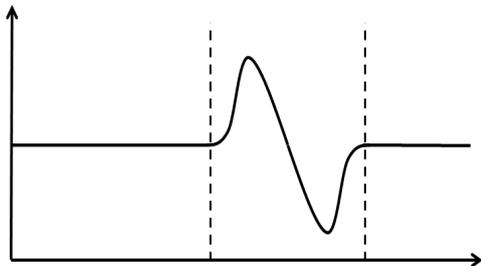
2단계 경계 탐색은 블러링이 존재하는 경계 주변에서 1차 미분과 2차 미분을 순차적으로 이용하여 이행 영역과 배경 영역 사이의 경계를 탐색하는 과정이다. [그림 5]는 이행 영역이 존재하는 일반적인 참조 영상 경계의 예를 보여준다. [그림 5](b)와 [그림 5](c)는 각각 [그림 5](a) 신호의 1차 미분과 2차 미분이다. [그림 5](b)에서 볼 수 있듯이 일반적으로 1차 미분의 최대치는 이행영역의 가운데 위치에서 나타난다. 따라서 1차 미분을 이용하여 이행 영역의 중앙 위치를 탐색할 수 있다. 라플라시안 연산을 이용한 2차 미분의 경우는 [그림 5](c)에서 볼 수 있듯이 절댓값의 최대치가 대개 이행 영역의 1/4 과 3/4 위치에서 이중으로 나타난다. 따라서 1단계에서 탐색된 1차 미분 최댓값의 좌표를 x_1 , 2단계에서 탐색된 2차 미분 최댓값 중 배경 방향의 좌표를 x_2 라고 하면 이행 영역과 배경 영역 간의 경계는 $x_1 + 2(x_2 - x_1)$ 의 위치에 존재함을 알 수 있다.



(a) 블러링이 존재하는 참조 영상의 경계



(b) (a) 신호의 1차 미분



(c) (a) 신호의 2차 미분

그림 5. 블러링이 존재하는 참조 영상의 경계

이러한 사실을 바탕으로 한 이행 영역과 배경 영역 간의 경계를 탐색하기 위한 2단계 경계 탐색 알고리즘의 구체적 과정은 다음과 같다.

깊이 지도의 경계 탐색 과정: 일반적으로 경계 잡음은 깊이 지도의 불연속으로 인해 발생하는 홀 영역 주위에서 생긴다. 따라서 깊이 지도의 경계를 우선 검출함으로써 경계 잡음의 발생 가능성이 있는 영역을 제한하고, 이 영역 주위에서만 깊이 지도와 참조 영상의 경계를 일치시키게 된다. 깊이 지도의 경계는 식 (1)을 이용하여 $L_d(x,y)$ 값이 1을 만족하는 (x,y) 위치를 탐색

하여 검출한다. 여기서 $d(x,y)$ 는 (x,y) 위치의 깊이가 값을 나타낸다. 이렇게 탐색된 (x,y) 위치를 기반으로 2 단계 경계 탐색이 적용되며 아래의 Algorithm1로 수행 된다.

$$L_d(x,y) = \begin{cases} 1 & d(x,y) - d(x+1,y) \geq \theta \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

Data: input depth image
Result: estimated boundary pixels
for $y=0$ to Height **do**
 for $x=0$ to Width **do**
 if $L_d(img(x,y)) = 1$ **then**
 · push pixel(x,y) → boundary pixel buffer;
 end
 end
end

Algorithm 1. 깊이 지도의 경계 탐색 과정

1단계 탐색 과정: 2단계 경계 탐색 기법의 제 1단계는 깊이지도의 경계 주위에서 참조 영상의 1차 미분이 최대가 되는 위치를 탐색하는 과정이다. 이를 위한 연산자로 제안 기법에서는 [그림 2]의 수평 소벨 연산자를 사용하였다. 우선 이전 단계에서 검출된 깊이 지도의 경계 화소([그림 6](a)의 검은색 화소)를 중심으로 $1 \times n$ 크기의 탐색 창을 설정하고 탐색 창 내의 각 화소 위치에서 소벨 연산의 결과가 최대가 되는 화소를 탐색한다. 이는 참조 영상의 이행 영역의 중심이 깊이 지도의 경계로부터 $\pm 0.5(n-1)$ 내에 있다는 것을 가정한 것이다. 본 논문의 실험에서는 $n=9$ 의 값을 사용하였다. [그림 6](b)에서 1차 미분의 최대 위치(검은색 화소)를 탐색하는 과정을 확인할 수 있으며 다음의 Algorithm 2로 수행된다.

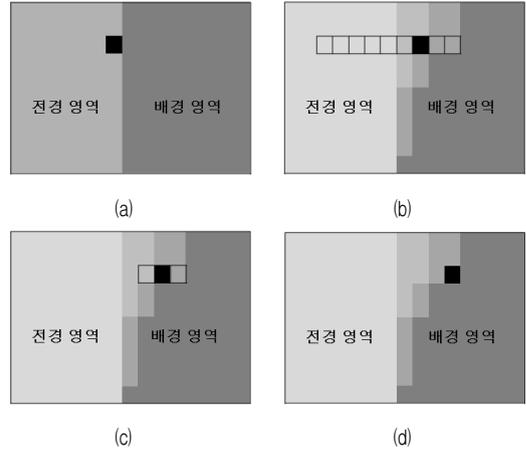
Data: estimated boundary pixels
Result: pixels having maximum gradient
for $i=0$ to *BoundaryPixelBuffer* size **do**
 · pop pixel(x,y) in *BoundaryPixelBuff*[i];
 · generate $Mask_{1 \times 3}$ centered pixel(x,y);
 · get MaxGradPixel using SobelOP(*Mask*);
 · push MaxGradPixel → *MaxGradPixelBuff*;
end

Algorithm 2. 1단계 탐색 과정

2단계 탐색 과정: 2단계 경계 탐색의 제 2 단계는 1 단계에서 검출된 화소 주위에서 2차 미분이 최대가 되는 위치를 탐색하고, 이 결과를 이용하여 이행 영역과 배경 영역 간의 경계를 최종적으로 결정하는 단계이다. 제안 기법에서는 2차 미분 연산을 위해 [그림 9]의 수평 라플라시안 연산자를 이용하였다. [그림 6](c)와 같이 1 단계에서 탐색된 경계 후보 화소를 기준으로 배경 영역 방향으로 1×3 크기의 마스크를 사용하여 라플라시안 연산의 결과가 가장 큰 화소를 탐색한다([그림 6](c)의 검은색 화소). 최종적으로 [그림 6](d)와 같이 [그림 6](c)에서 탐색된 화소와 1단계에서 탐색된 화소의 거리의 2배만큼 이동시켜 최종적인 이행 영역과 배경 영역 간 경계를 결정한다.

Data: pixels having maximum gradient
Result: final boundary pixels
for $i=0$ to *MaxGradPixelBuff* size **do**
 · pop pixel(x,y) in *MaxGradPixelBuff*[i];
 · generate $Mask_{1 \times 3}$ centered pixel(x,y);
 · get MaxGradPixel using LaplacianOP(*Mask*);
 · push MaxGradPixel → *FinalBoundaryPixelBuff*;
end

Algorithm 3. 2단계 탐색 과정



(a) 탐색된 깊이지도 경계 (b) 참조 영상 경계의 1단계 탐색 (c) 참조 영상 경계의 2단계 탐색 (d) 최종 경계 탐색 결과

그림 6. 2단계 경계 탐색 과정

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

그림 7. 수평 소벨 연산자

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

그림 8. 수평 라플라시안 연산자

2. YUV 평면 조합

정지영상에서 인간이 입체감을 느낄 수 있게 하는 요인에는 여러 가지가 있다[10]. 그 중에 색상 정보를 이용하여 깊이 정보를 생성하는 방법이 있으며 색상 정보는 전경 배경 영역을 구분하는데 용이할 수 있다. 본 논문에서 밝기 정보는 물론 색상 정보를 이용하여 이행 영역과 배경 영역의 경계를 탐색하는데 YUV 평면을 사용한다. YUV 평면은 휘도 신호, 휘도 신호와 청색 성분의 차 신호, 휘도 신호와 적색 성분의 차 신호의 정보가 있어 밝기 정보와 색상 정보를 적절히 활용할 수 있다. 제안한 2단계 경계 탐색을 Y평면, U평면, V평면에

독립적으로 적용한다. YUV 평면 각각에 탐색되어 확정된 화소는 평면마다 달라질 수 있다. 마지막으로 각각의 평면에 확정된 화소 중에서 탐색에 사용된 $L_d(x,y)$ 위치의 화소에 비교해 가장 멀리 떨어진 위치의 화소를 최종 이행 영역과 배경 영역의 경계로 결정하고 경계를 기준으로 영역을 확장 또는 축소하는 전처리를 수행하여 깊이지도도를 개선한다.

IV. 실험 결과

실험 영상으로는 900x750 크기의 Teddy와 Cone 영상을 사용하였다. 제안 기법의 성능 분석을 위해 전처리를 수행하지 않는 기법, [7]에서 제안된 프리윗 탐색 기반의 전처리를 적용한 기법 및 [8]에서 제안된 라플라시안 탐색 기반의 전처리를 적용한 기법을 참조 방식으로 활용하였다. 성능 비교 방법으로는 좌측 시점의 참조 영상과 깊이지도도로부터 합성된 우측 시점 영상을 원본 우측 시점 영상과 비교하여 화질을 평가한다.

표 1. 객관적 화질 비교 (PSNR)

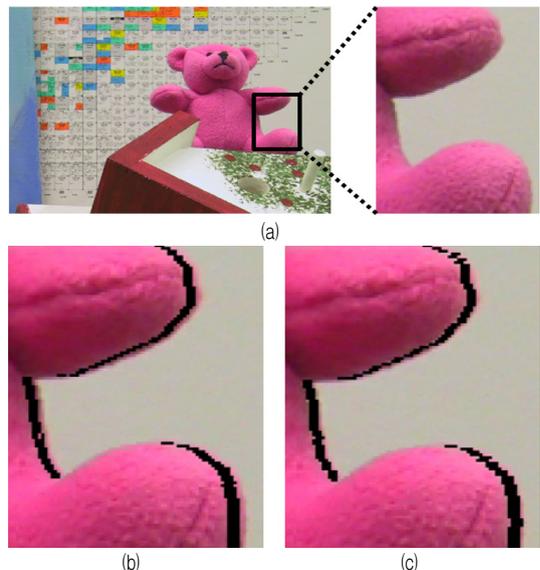
	비 전처리	프리윗 탐색	라플라시안 탐색	제안 방법
Teddy	29.42	29.89	29.90	30.44
Cone	28.45	28.60	28.59	28.65

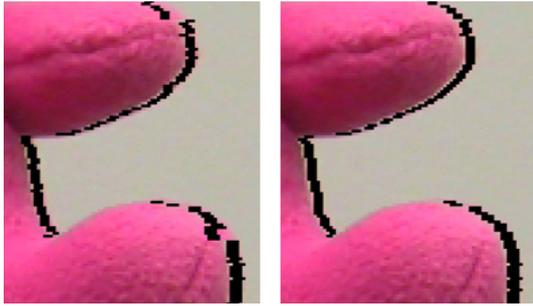
[표 1]은 각각의 전처리 알고리즘을 이용하여 합성된 영상의 PSNR을 나타낸 것이다. 제안 기법이 전처리를 하지 않는 경우뿐만 아니라 프리윗 탐색이나 라플라시안 탐색을 이용하여 전처리 한 방법에 비해서도 우수한 객관적 성능을 나타냄을 확인할 수 있다.

[그림 9]와 [그림 11]은 Teddy와 Cone 영상의 3D 워핑 결과를 보여준다. 각각의 그림에서 (a)는 합성된 영상 시점에서의 원본 영상과 원본 영상의 일부분을 확대한 그림이다. (b)부터 (e)까지는 각각 순서대로 전처리를 수행하지 않고 합성된 영상과 프리윗 탐색을 적용한 전처리를 수행하여 합성된 영상, 라플라시안 탐색을 적용한 전처리를 수행하여 합성된 영상, 제안 알고리즘을

적용한 전처리를 수행하여 합성된 영상으로써 검게 나타난 영역이 홀을 나타낸다. 전처리를 이용한 기법들이 전처리를 이용하지 않은 (b)에 비해 홀 영역의 우측에 잔여 경계 잡음 성분이 줄어들음을 확인할 수 있다. 단, (d)에서는 일부 영역에서 이행 영역과 배경 영역의 경계가 아닌 전경 영역과 이행 영역의 경계가 탐색되어 경계 잡음이 더 넓어지는 현상을 찾아 볼 수 있다.

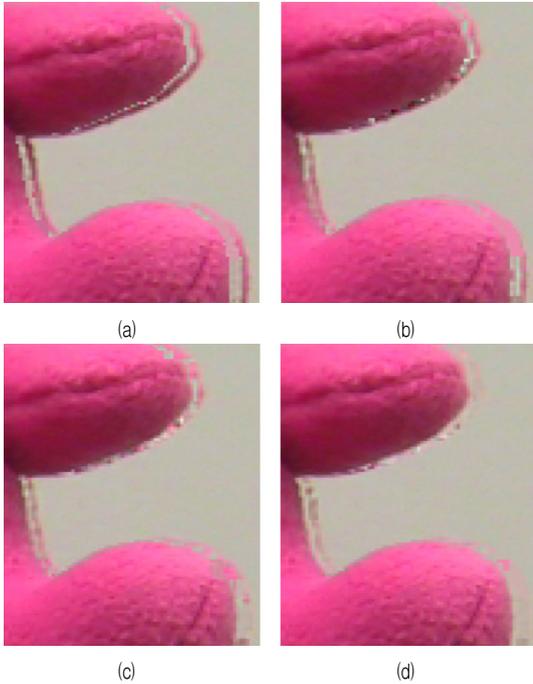
[그림 10][그림 12]는 [그림 9][그림 11]에 홀 채우기를 수행하여 기존 알고리즘과 제안 알고리즘을 비교한 그림이다. 홀은 참조 영상에서 전경 영역에 의해 가려진 배경 영역이 가상 시점으로 영상이 합성되면서 드러난 영역이므로 전경 영역을 제외하고 배경 영역으로만 채워져야 한다. 일반적인 홀 채우기 알고리즘은 홀 주변의 화소 정보를 이용하여 채우는 보간법이 사용된다. 이러한 알고리즘은 주변의 화소를 구별 없이 가져오기 때문에 전경 영역의 정보가 채워지는 문제가 생길 수 있다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 배경 영역의 정보를 외삽법을 이용하여 홀 채우기를 수행하였다. 결과를 통해 제안 기법이 기존 기법들에 비해 주관적으로도 매우 우수한 경계 잡음 제거 성능을 나타냄을 알 수 있다.





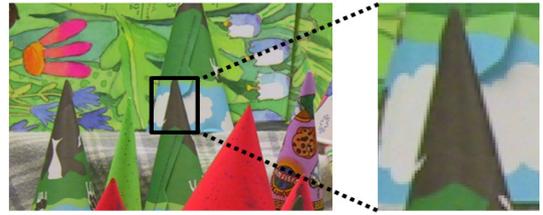
(d) (e)
 (a) 원본 영상과 원본 영상을 부분적으로 확대한 영상 (b) 전처리 없이 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상 (c) 프리윗 탐색을 적용하여 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상 (d) 라플라시안 탐색을 적용하여 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상 (e) 제안 알고리즘에 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상

그림 9. teddy 영상의 3D 워핑 결과

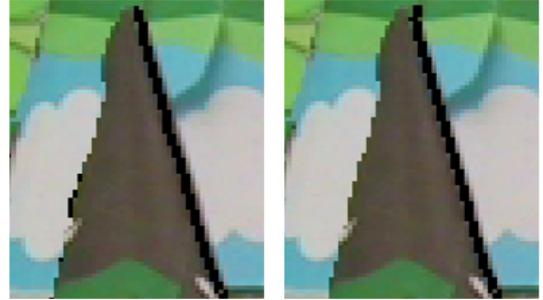


(a) [그림 9](b)에 홀 채우기를 수행한 영상, (b) [그림 9](c)에 홀 채우기를 수행한 영상, (c) [그림 9](d)에 홀 채우기를 수행한 영상, (d) [그림 9](e)에 홀 채우기를 수행한 영상

그림 10. 홀 채우기를 수행한 teddy 영상 결과

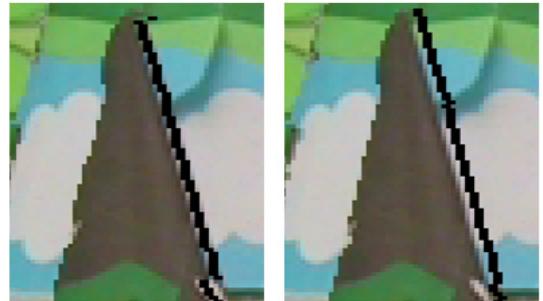


(a)



(b)

(c)

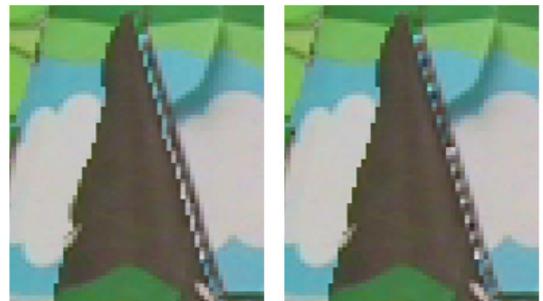


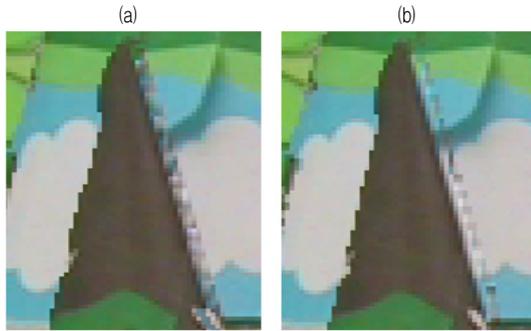
(d)

(e)

(a) 원본 영상과 원본 영상을 부분적으로 확대한 영상 (b) 전처리 없이 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상 (c) 프리윗 탐색을 적용하여 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상 (d) 라플라시안 탐색을 적용하여 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상 (e) 제안 알고리즘에 홀 채우기를 수행하지 않고 합성된 영상

그림 11. Cone 영상의 3D 워핑 결과





(a) [그림 9](b)에 홀 채우기를 수행한 영상, (b) [그림 9](c)에 홀 채우기를 수행한 영상, (c) [그림 9](d)에 홀 채우기를 수행한 영상, (d) [그림 9](e)에 홀 채우기를 수행한 영상

그림 12. 홀 채우기를 수행한 cone 영상 결과

V. 결론

본 논문에서는 경계 잡음을 제거하는 기존 알고리즘의 문제를 보완하기 위해 2단계 경계 탐색을 적용한 전처리 알고리즘을 제안하였다. 제안 기법의 기본 개념은 이행 영역을 전경 영역에 포함시켜 배경 영역과 구분함을 기반으로 한다. 그렇기 때문에 전경 영역, 이행 영역, 배경 영역의 경계를 탐색하여 구분하는 것이 중요하다. 이 문제를 해결하기 위해 제안 알고리즘에서는 2단계 경계 탐색을 이용하여 참조 영상에서의 이행 영역과 배경 영역 간 경계를 구분하였다. 또한, 휘도 평면뿐만 아니라 색상 평면인 U평면, V평면을 이용하여 효과적으로 경계를 구분하여 합성된 영상에서 발생하는 경계 잡음을 최소화할 수 있도록 하였다. 실험 결과로부터 제안 알고리즘이 기존 알고리즘에 비해 객관적 그리고 주관적 화질 모두에 있어 성능이 향상됨을 확인하였다.

제안 방식에서는 이행 영역과 배경 영역 간 경계를 결정하기 위해 고정적인 크기의 필터를 사용하고 있다. 향후 제안 알고리즘을 개선하여 다양한 입력 영상에 유연한 성능 얻을 수 있을 것이며 이와 관련된 지속적인 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] A. Redert, M. O. de Beeck, C. Fehn, W. IJsselsteijn, M. Pollefeys, L. Van Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, "ATTEST-advanced three-dimensional television system techniques," Proc. 3DPVT' 02, Padova, Italy, pp.313-319, 2002(6).
- [2] 한찬희, 최해철, 이시웅, "2차원 동영상의 3차원 변환을 위한 깊이 단서의 신뢰성 기반 적응적 깊이 융합", 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제12호, pp.1-13, 2012.
- [3] L. Zhang and W. J. Tam, "Stereoscopic image generation based on depth images for 3D TV," IEEE Trans. on Broadcasting, Vol.51, No.2, pp.191-199, 2005
- [4] C. Fehn, "Depth-Image-Based Rendering (DIBR), Compression and transmission for a New Approach on 3D-TV," Proceedings of the SPIE, Vol.5291, pp.93-104, 2004.
- [5] 고민수, 유지상, "가상시점 영상 생성을 위한 경계 잡음 제거와 홀 채움 기법", 한국통신학회논문지, 제37A권, 제8호, pp.679-688, 2012.
- [6] C. Lee and Y. S. Ho, "Boundary filtering on synthesized views of 3D video," Int. Conf. Future Gen. Commun. Netw. Symp., Sanya, China, pp.15-18, 2008.
- [7] X. Xu, L. M. Po, K. W. Cheung, K. H. Ng, K. M. Wong, and C. W. Ting, "A foreground biased depth map refinement method for DIBR view synthesis," Proceedings of IEEE Conference of Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp.805-808, 2012(4).
- [8] X. H. Lu, F. Wei, F. M. Chen, "Foreground-object-protected depth map smoothing for DIBR," 2012 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp.339-343, 2012.
- [9] Y. Zhao, C. Zhu, Z. Chen, D. Tian, and L. Yu,

“Boundary artifact reduction in view synthesis of 3D video: from perspective of texture-depth alignment,” IEEE Transactions on Broadcasting, Vol.57, No.2, 2011(6).

[10] L. Zhang, C. Vazquez, and S. Knorr, “3D-TV content creation: automatic 2D-to-3D video conversion,” IEEE Transactions on Broadcasting, Vol.57, No.2, 2011(6).

저자 소개

박 영 길(Young-Gil Pak)

정회원



- 2009년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학과(공학석사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 박사과정

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리

김 준 호(Jun-Ho Kim)

정회원



- 2014년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학과(공학석사)
- 2014년 2월 ~ 현재 : (주)실리콘웍스

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리

이 시 웅(Si-Woong Lee)

정회원



- 1997년 8월 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)
- 1995년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
- 2000년 4월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리, 영상압축