DBpia

에지 방향성 히스토그램을 이용한 2차원 동영상의 3차원 입체변환기법

준회원 김 지 홍*, 종신회원 유 지 상*

Stereoscopic Conversion of Monoscopic Video using Edge Direction Histogram

Jee-hong Kim* *Associate Member*, Ji-sang Yoo* *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 2차원 단안 동영상으로부터 3차원 입체 동영상을 생성하는 기법을 제안한다. 3차원 공간에서 평행한 직선은 2차원 평면의 투시영상에서 먼 거리일수록 간격이 좁아져서 마지막에 한 점에서 만나게 되며, 이 점을 소실점(vanishing point)이라고 정의한다. 관찰자는 관찰자의 시점으로부터 가장 먼 지점인 소실점이라는 깊이지도 지각 단서를 활용하여 객체와 배경으로부터 관찰자까지의 깊이 정보를 인지한다. 일반적으로 2차원 단안 영상에서의 기하학적 특성을 이용해서 소실점을 추정하고, 소실점의 위치와 관찰자의 시점과의 관계를 이용하여 깊이 정보를 인지할 수 있다. 본 논문에서는 일반적인 2차원 단안 영상에서 에지 방향성 히스토그램을 이용하여 소실점의 위치를 추정하고, 소실점의 위치에 따른 깊이지도(depth map)를 생성하는 방법을 제안한다. 실험 결과를 통해서 생성된 깊이지도를 이용하여 안정된 3차원 입체 동영상을 만들 수 있었다.

Key Words : 2D/3D conversion, Stereoscopic image conversion, depth information, depth map

ABSTRACT

In this paper, we propose an algorithm for creating stereoscopic video from a monoscopic video. Parallel straight lines in a 3D space get narrower as they are farther from the perspective images on a 2D plane and finally meet at one point that is called a vanishing point. A viewer uses depth perception clues called a vanishing point which is the farthest from a viewer's viewpoint in order to perceive depth information from objects and surroundings thereof to the viewer. The viewer estimates the vanishing point with geometrical features in monoscopic images, and can perceive the depth information with the relationship between the position of the vanishing point and the viewer's viewpoint. In this paper, we propose a method to estimate a vanishing point with edge direction histogram in a general monoscopic image and to create a depth map depending on the position of the vanishing point. With the conversion method proposed through the experimental results, it is seen that stable stereoscopic conversion of a given monoscopic video is achieved.

Ⅰ. 서 론

동일 물체를 볼 때 인간의 두 눈은 일정 거리 떨어져 있기 때문에, 좌 안과 우 안에 차이가 있는

※ 본 연구는 2009년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2009-(C1090-0902-0017)).

* 광운대학교 전자공학과 디지털 미디어 연구실 (jjilong@kw.ac.kr, jsyoo@kw.ac.kr)

논문번호 : KICS2008-12-548, 접수일자 : 2008년 12월 11일 최종논문접수일자 : 2009년 05월 06일

www.dbpia.co.kr

다른 영상이 각각 맺히게 된다. 이것을 양안 시차(binocular disparity)라 한다. 뇌에서는 양안 시차가 있는 두 영상을 종합적으로 판단하여 하나의 영상으로 인지하게 되고, 입체감도 느끼게 된다.

기존의 입체 영상은 주로 스테레오 카메라나 이미지 편집 툴을 사용하여 획득하였다. 하지만 스테레오 영상 입력기기를 이용한 제작은 비용상의 한계가 있고, 이미지 편집 툴에 의한 편집은 많은 시간이 소요된다. 또한 기존의 2차원 기반으로 제작된 방대한 양의 영상 자료를 활용할 수 없다는 문제점도 있다. 기존의 2차원으로 만들어진 다양한 동영상들을 입체 영상으로 변환할 수 있다면 추가적인 비용 없이도 보다 다양한 3차원 입체 동영상 콘텐트를 서비스할 수 있을 것이다. 따라서 90년대 후반 이후, 3차원 입체영상에 대한 관심이 높아지면서 이러한 2차원 동영상을 입체영상으로 변환하는 기법에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 2차원 동영상의 3차원 입체 영상변환 기술과 관련된 기존의 연구는 Okino 그룹의 MTD(modified time difference)를 이용한 방법, Matsumoto의 영상의 깊이 정보를 이용한 방법 등이 있다[1],[2].

그림 1은 입체 변환 기술의 기본 원리인 Ross 현상을 이용한 입체 영상 변환 기법이다[3]. 이 기법에서는 좌 영상을 현재 영상으로 하고, 우 영상은 현재 영상보다 지연된 프레임의 영상을 사용한다. 그림 1에서 비행기는 좌에서 우로 이동하며 배경이 되는 산은 정지한 상태를 유지하고 있다. 좌 안과 우 안은 모두 배경이 되는 산과 비행기를 바라보게 되며, 비행기는 스크린보다 앞쪽에 양안의 수렴 점이 생기므로 음의 시차가 발생하고, 산은 스크린에 양안의 수렴 점이 생기게 되어 영의 시차가 발생한다. 따라서 이런 방법으로 좌영상과 우영상을 만들게 되면 양안 시차를 발생시켜 입체감을 느낄 수 있다.

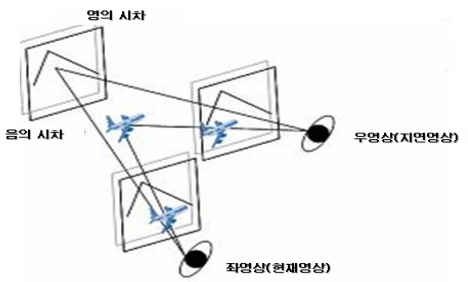


그림 1. Ross 현상 기반의 2D 동영상의 3D 변환 원리
Fig. 1. Ross phenomenon-based conversion of 2D to 3D video

그림 2. MTD 방법의 개요도
Fig. 2. Overview of MTD method

Okino 그룹의 MTD(modified time difference)를 이용한 방법에서는 그림 2의 개요도와 같이 카메라의 움직임과 객체의 운동이 동시에 존재할 때, 움직임이 있는 객체를 추출하고, 움직임이 있는 영역을 분리한 후, 그 영역을 추출하여 현재 영상과 지연된 프레임의 영상에서 가로 방향 움직임 벡터의 합을 계산한다. 빠른 운동일수록 움직임 벡터가 크고 느린 운동일수록 움직임 벡터가 작기 때문에 움직임 벡터의 합을 이용하여 비례적으로 지연 요소를 구하고, 최종적으로 지연 요소에 맞는 지연 영상을 결정한 후, 현재 영상과 지연된 영상을 각각 좌, 우 영상으로 하여 3D 입체 효과를 만들어 낸다[1].

그림 3에서 (X, Y)는 시간이 t일 때의 프레임 Ft에 P점이 원근 투영된 점이고, (X', Y')는 시간이 t'일 때의 프레임 Ft'에 P점이 원근 투영된 점이다. u, v와 w는 시간 t와 시간 t' 사이의 카메라 이동 파라미터이다. Matsumoto의 영상 깊이 정보를 이용한 방법은 움직임 시차에 기반을 두어 깊이 정보를 획득하는 3차원 복원 기술이다. 3차원 데이터는 카메라 투영면으로 원근 투영 된다. 카메라가 (u, w, v) 만큼 이동하였을 때에 이전 영상의 한 화소 (X, Y)는 P(X, Y, Z)의 원근 투영된 투영면의 한 점으로, 즉, 현재 영상의 (X', Y')로 이동한다. (X, Y), (X', Y') 및 (u, w, v)을 이용하여 영상에서의 각 화소들의 상대 깊이 정보를 얻을 수 있다. 이 깊이 값을 가지고 원근 투영 기법을 이용하여 좌, 우 영상을 복원 할 수 있다. 따라서 Matsumoto의 방법에서는 복원된 좌, 우 영상에 수직 시차가 존재하지 않기 때문에 비 수평 운동이 존재하는 영상의 수직 시차를 극복할 수 있다[2].

하지만 이와 같은 기존의 방법들은 움직이는 객체의 속도를 구해야 하고, 카메라나 객체가 수직 움

www.dbpia.co.kr

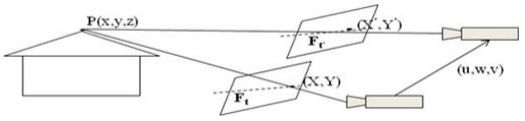


그림 3. 3DR(3-dimensional reconstruction)에 의한 깊이 정보 추출
Fig. 3. Extraction of 3-dimensional reconstruction (3DR) depth

직임을 갖는지, 수평 움직임을 갖는지에 대해 결정하는 과정이 필요하므로 연산의 복잡도가 증가하는 단점이 있다. 또한 좌, 우 영상에서 같은 객체가 각기 다른 속도를 가질 경우, 좌, 우 영상을 합성하여 생성된 입체 영상에서 객체가 변형될 가능성이 있다.

따라서 본 논문에서는 2차원 단안 영상이 가지는 기하학적 특성을 이용하여 객체들의 상대적 깊이 정보를 추정하여 3차원 입체 영상을 생성하고자 한다. 2차원 단안 영상은 영상 안에 존재하는 객체들로 이루어지며, 모든 객체들은 직선을 비롯한 기하학적 요소들을 포함하고 있고, 특히 평행하거나 직교하는 많은 직선을 포함하고 있다. 3차원 공간에서 이러한 평행한 직선은 2차원 평면의 투시 영상에서 먼 거리일수록 간격이 좁아져서 마지막에는 한 점에서 만나게 되며, 이 점을 소실점(vanishing point)이라고 하고, 이러한 소실점에서 만나는 직선들을 소실선(vanishing lines)이라고 정의한다. 소실점은 2차원 영상으로부터 3차원의 공간구조를 복원하는 문제를 풀기 위해 이용되는 깊이 단서들 중 하나로 이용될 수 있고, 특히, 배경에 뚜렷한 소실선이 포함된 실외영상이나 복도, 방 내부 등의 실내구조에 대한 영상에서 소실점은 매우 중요한 깊이 단서가 될 수 있다. 소실점의 위치는 객체의 경계에서 발생하는 에지 정보를 이용한 에지 히스토그램을 가지고 추정할 수 있으며 영상에서의 상대적 깊이 정보를 추정할 수 있다. 또한 일반적인 2차원 영상이 가지는 영상의 수직 위치에 따라 영상의 윗부분이 밑 부분보다 상대적으로 멀리 있다는 특성을 깊이 단서로 이용한 상대적 깊이 추정도 가능하다. 본 논문에서는 이 두 가지의 깊이 단서를 이용하여 상대적 깊이지도를 생성하고, 마지막으로 생성된 깊이지도를 이용하여 3차원 입체 영상을 생성한다.

본 논문은 2장에서 제안하는 입체 영상 생성기법에 대해 설명하고, 3장에서는 실험 결과를 보여준다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 언급한다.

Ⅱ. 제안하는 입체영상 생성기법

2.1 시스템 구조도

그림 4에서는 본 논문에서 제안하는 3차원 입체 영상 생성방법을 보여주고 있다. 제안하는 시스템에서는 먼저 4가지 종류의 초기(initial) 깊이지도를 생성하고, 입력 영상으로부터 에지를 추출한다. 정확한 에지 방향성 히스토그램을 얻기 위한 전처리 기법으로 에지를 세선화하고, 세선화된 에지를 이용하여 에지 방향성 히스토그램을 얻는다. 이를 기준으로 초기 깊이지도를 선택하고, 선택된 초기 깊이지도와 영상의 수직 위치와 객체와 객체 사이의 수직 경계 정보를 이용한 깊이지도를 합성하여 최종(final) 깊이지도를 생성하게 된다. 이렇게 생성된 깊이지도를 이용하여 좌 영상과 우 영상을 만들고, 최종적으로 좌, 우 영상을 합성하여 3차원 입체 영상을 생성하게 된다.

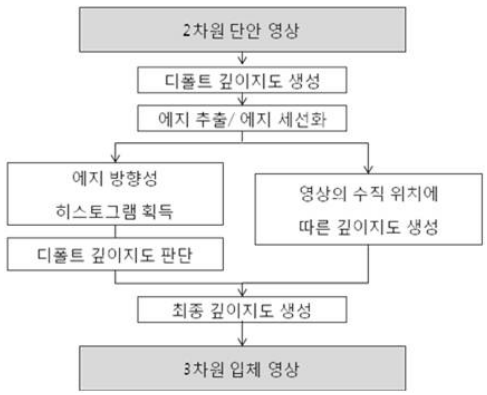


그림 4. 에지 방향성 히스토그램을 이용한 3차원 입체 영상 생성 시스템
Fig. 4. System block diagram of creating depth map with edge direction histogram

2.2 초기 깊이지도 생성

소실점은 2차원 단안 영상에서 모든 객체가 가지는 직선들의 연장선이 만나는 지점이기 때문에 영상이 촬영된 카메라의 위치로부터 일반적으로 가장 먼 지점을 나타낸다. 이와 반대로 영상에서 소실점이 있는 지점과 반대되는 위치에 존재하는 지점은 가장 가까운 거리에 위치하고 있음을 나타낸다. 따라서 영상 내에서 소실점을 이용하여 영상 내의 상대적 깊이를 표현할 수 있다.

영상 내에서의 소실점의 위치는 영상 안의 구조물의 기하학적 특성에 따라 영상의 어느 곳에서든 존재할 수 있다. 하지만 일반적인 영상에서 대부분

www.dbpia.co.kr

의 소실점이 아래쪽에는 위치하지 않기 때문에, 소실점이 영상의 왼쪽에 위치한 경우, 소실점이 영상의 위쪽에 위치한 경우, 소실점이 영상의 오른쪽에 위치한 경우, 이렇게 3가지의 초기 깊이지도를 생성한다. 또한 대부분의 영상에서 일반적으로 아래쪽에 객체가 위치한다는 가정 하에 또 하나의 초기 깊이지도를 생성하게 된다. 2.5절에서 설명할 상대적 깊이지도를 생성할 때, 기본 가정인 영상의 수직 위치에 따른 깊이 감을 효과적으로 유지하기 위해 소실점이 영상의 왼쪽과 오른쪽에 위치하는 경우 각각 왼쪽 위, 오른쪽 위에 위치한다고 가정하고 초기 깊이지도를 생성한다. 소실점이 영상의 아래쪽에 존재할 경우는 영상의 수직 위치에 따른 깊이 감과 상충하므로 본 논문에서는 고려하지 않는다.

그림 5에는 각각의 경우의 초기 깊이지도를 보여주고 있다. 그림 5(a), (b), (c)는 각각 영상의 왼쪽, 위쪽, 오른쪽에 소실점이 위치한 경우이고, (d)는 객체가 영상의 아래쪽 중심에 위치한 경우의 초기 깊이지도를 나타낸다.

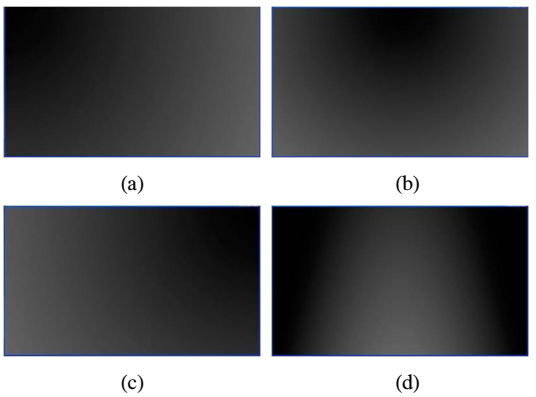


그림 5. 초기 깊이지도 영상
(a) 영상의 왼쪽에 소실점이 위치한 경우, (b) 영상의 위쪽에 소실점이 위치한 경우, (c) 영상의 오른쪽에 소실점이 위치한 경우, (d) 객체가 영상의 아래쪽 중심에 위치한 경우
Fig. 5. Initial depth map images
(a) The vanishing point positioned on the left of the image, (b) The vanishing point positioned on the upper part of the image, (c) The vanishing point positioned on the right of the image, (d) The object positioned on the lower center of the image

2.3 에지 추출 및 세선화 과정

그림 6은 에지를 추출할 때 사용되는 소벨(Sobel) 마스크를 나타낸다. 입력 영상으로부터 그림 6의 소벨 마스크를 이용하여 에지를 추출하고, 추출된 에지를 세선화 한다. 이 과정은 에지 방향성 히스토그램을 얻는 과정에서의 정확성을 높이고, 잡음에 강

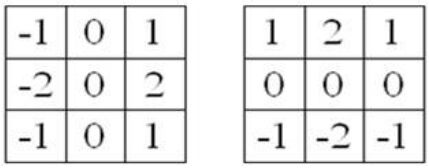


그림 6. 소벨(Sobel) 에지 추출 마스크
(a) 수평성분, (b) 수직성분
Fig. 6. Sobel edge mask
(a) Horizontal component, (b)Vertical component

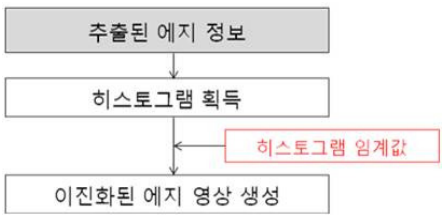


그림 7. 에지의 세선화 과정
Fig. 7. Edge thinning

건하고 신뢰성 높은 수직 깊이지도를 얻기 위해 사용된다.

그림 7은 추출된 에지 영상의 히스토그램을 이용하여 에지를 세선화 하는 과정을 나타낸다. 먼저 소벨 마스크를 이용하여 0부터 255까지의 값을 가지는 에지 영상을 생성하고, 추출된 에지 영상의 히스토그램을 구한 후, 식 (1)의 임계값을 이용하여 에지 영상을 이진화한다. 이때 임계값을 결정하는 식 (1)의 rate 값을 적절하게 조절함으로써 에지 영상을 세선화 할 수 있다. 즉, rate값을 1에 가깝게 하면 불필요한 에지 성분이 제거된 세선화된 에지 영상을 얻을 수 있다. 히스토그램의 분포를 보고 rate 값을 결정하게 된다.

$$threshold = num_pixel \times rate \quad (1)$$

식 (1)에서 num_pixel은 영상의 전체 화소개수이고, rate는 실험에 의해 결정된 임의의 비율을 나타내며 0부터 1사이의 값을 갖는다.

그림 8 (a)는 2차원 원 영상이고, 그림 8 (b)는 소벨 마스크를 이용한 에지 추출기법의 결과 영상이다. 그림 8 (c)는 식 (1)에서 rate=0.9일 때의 임계값으로 그림 8 (b) 영상을 이진화된 에지 영상이며, (d)는 rate=0.96일 때의 임계값으로 이진화된 에지 영상이다. 그림 8의 (d)가 그림 8의 (c)에 비해 에지 성분이 줄어들고, 세선화된 것을 볼 수 있다.

www.dbpia.co.kr

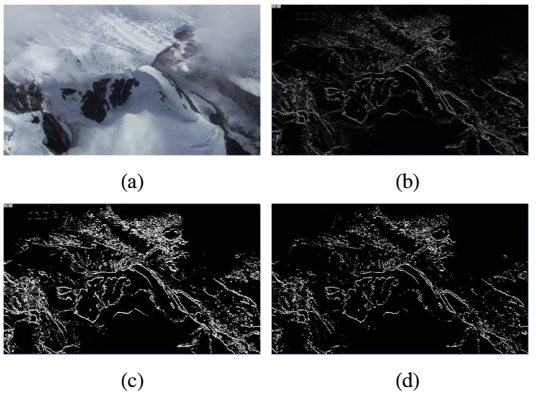


그림 8. 에지의 세선화 과정
(a) 원영상, (b) 소벨 마스크에 의해 추출된 에지 영상,
(c) rate=0.9일 때, 이진화된 에지 영상,
(d) rate=0.96일 때, 이진화된 에지 영상
Fig. 8. Initial depth map images
(a) Input image, (b) Original edge map obtained by Sobel mask, (c) Binary edge map with rate=0.9, (d) Binary edge map with rate=0.96

2.4 에지 방향성 히스토그램을 이용한 초기 깊이지도 판단

2.4.1 에지 방향성 히스토그램

2.3절의 세선화 과정을 통해 얻은 이진화된 에지 영상으로부터 그림 6의 소벨 마스크를 다시 이용하여 에지 방향성 히스토그램을 구한다. 식 (2)는 에지 방향성 히스토그램을 구하기 위해, 그림 6의 (a)와 (b)와 같은 수평, 수직 에지 검출용 소벨 마스크를 세선화된 에지 영상에 적용하는 방법을 보여주고 있다.

$$dx_{i,j} = p_{i-1,j+1} + 2\times p_{i,j+1} + p_{i+1,j+1} - p_{i-1,j-1} - 2\times p_{i,j-1} - p_{i+1,j-1}$$
$$dy_{i,j} = p_{i+1,j-1} + 2\times p_{i+1,j} + p_{i+1,j+1} - p_{i-1,j-1} - 2\times p_{i-1,j} - p_{i-1,j+1} \quad (2)$$

여기서 $P_{i,j}$는(i, j) 위치에서의 이진화된 에지 성분이다. 따라서 에지의 방향은 $dx_{i,j}$ 와 $dy_{i,j}$를 이용하여 식 (3)과 같이 구할 수 있다[4].

$$Ang(i,j) = \frac{180°}{\pi} \times \arctan\left(\frac{dy_{i,j}}{dx_{i,j}}\right) \quad , \quad |Ang(i,j)| < 90° \quad (3)$$

여기서 $\arctan(dx_{i,j}/dy_{i,j})$는 에지 성분의 방향 라디안(radian)으로 나타낸 것이고, Ang(i, j)는 도(degree)로 변환하여 얻은 값이다.

에지의 방향은 모든 화소에서 -90i Æ에서 +90i Æ 범위내의 값을 갖게 된다. 그러나 앞서 구한 초기 깊이지도와의 관계를 고려하여 본 논문에서는 각 에지가 가질 수 있는 방향을 그림 9의 5개 중 하나로 제한하고 각 에지에 0부터 4까지의 방향값을 할당하게 된다.

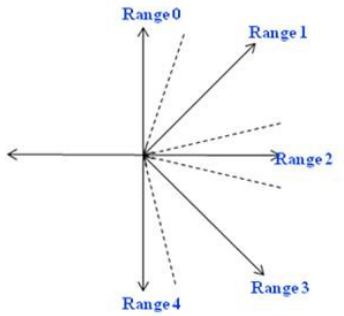


그림 9. 에지가 갖을 수 있는 방향성
Fig. 9. Range for an edge direction histogram

2.4.2 초기 깊이지도 판단

각 에지에 할당된 방향의 범위인, 0부터 4까지의 값에 대한 방향성 히스토그램을 구하여 소실점의 위치를 추정하고 4개의 초기 깊이지도 중 한 개의 초기 깊이지도를 선택하게 된다. 하나의 프레임에서 화소들이 가장 많이 갖는 방향(방향성 히스토그램의 값이 가장 큰 경우)을 결정한 후 표 1과 같이 초기 깊이지도를 선택한다.

방향이 2인 경우와 4인 경우에는 소실점이 영상의 위쪽에 존재한다는 일반적인 영상의 특성을 고려하여 객체가 영상의 아래쪽 중심에 위치한 깊이지도를 선택한다.

표 1. 에지 방향성 히스토그램의 범위에 따른 초기 깊이지도 판단
Table 1. Decision of default depth map depending on ranges of edge direction histogram

범위	초기 깊이지도
0	소실점이 영상의 위쪽에 위치한 깊이지도
1	소실점이 영상의 오른쪽에 위치한 깊이지도
2	객체가 영상의 아래쪽 중심에 위치한 깊이지도
3	소실점이 영상의 왼쪽에 위치한 깊이지도
4	객체가 영상의 아래쪽 중심에 위치한 깊이지도

2.5 수직 깊이지도 생성

영상의 수직 위치에 따른 깊이감이란 일반적으로 영상의 아랫부분은 가까이 있고 위 부분은 멀리 있다는 2차원 단안 영상의 특성 때문에 발생하는 것이다. 하지만 영상의 수직적 위치에 따른 깊이 감만을 이용하여 깊이지도를 생성하면 생성된 영상이 단순히 기울어져 있다고 느낄 수 있고 물체와 물체 사이의 깊이 감의 차이는 느낄 수 없다. 이 문제를

www.dbpia.co.kr

해결하기 위하여 객체 사이의 경계 정보를 이용한다. 모든 객체 사이에는 경계가 존재하고 이 경계에서 시차가 발생하도록 하여 서로 다른 객체 사이에서는 다른 깊이 감을 느낄 수 있도록 한다.

최종 깊이지도에 객체에 따라 다른 깊이감을 반영하기 위해 수직 깊이지도를 생성할 때에 객체의 경계 정보를 이용한다. 2.3절에서 설명한 세선화 과정을 통해 생성한 이진화된 에지 영상을 경계정보로 사용함으로써 보다 정확한 객체 사이의 경계정보를 이용한다. 또한 수직 경계의 작은 오차에 의해 다른 깊이 감이 발생되는 오류를 줄이기 위해 32 x 1 크기의 수평방향의 블록을 이용한다. 즉 그림8의 (d)와 같은 세선화된 에지 영상을 좌측 상단부터 아래로 수평방향의 블록을 이용하여 스캔하며 이때에 각 위치에서 수평방향의 주변 참조블록내의 에지 성분의 개수를 계산하고, 이 값이 실험적으로 결정된 임계값보다 크다면 그 위치의 수직 시차를 증가하게 된다. 이때 수평 참조블록내의 에지 성분 개수의 계산은 현재의 화소 위치가 에지라고 판단되는 경우에만 수행하고 그렇지 않은 경우는 다음 스캔 과정을 수행한다. 이와 같은 과정을 영상의 모든 위치에 대하여 수행한다. 그림 10은 앞에서 설명한 수직 깊이지도를 생성하는 과정을 나타낸다.

그림 11 (a)는 주어진 2차원 원 영상이고, 그림 11 (b)는 수직 깊이지도영상을 구한 것이다.

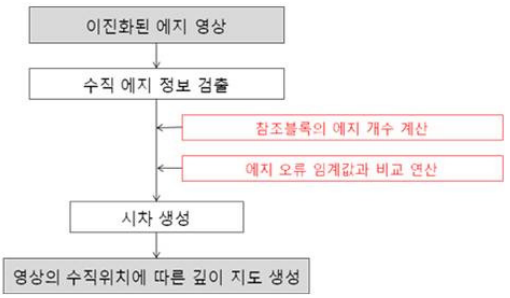
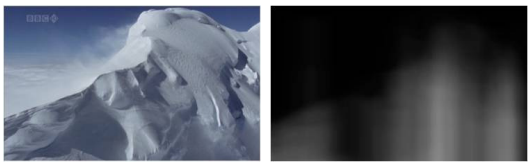


그림 10. 수직 깊이지도 생성
Fig. 10. Creating a depth map depending on vertical position



(a) (b)

그림 11. 수직 깊이지도 생성
(a) 원 영상, (b) 수직 깊이지도
Fig. 11. Creating a depth map depending on vertical position
(a) Input image, (b) Vertical linearity depth map

2.6 최종 깊이지도의 생성

에지 방향성 히스토그램에 따라 선택된 초기 깊이지도와 수직 깊이지도를 식 (4)와 같이 적당한 비율로 합성하여 최종 깊이지도를 생성한다.

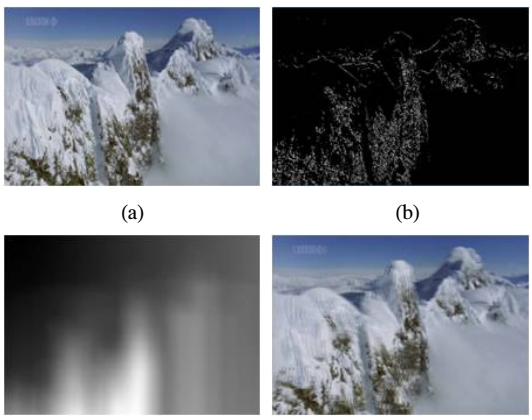
$$final_depth(i,j) = \alpha \times vertical\ linearity(i,j) + (1-\alpha) \times initial\ depth(i,j) \quad (4)$$

여기서 vertical_linearity(i, j)는(i, j)의 위치에서 수직 깊이지도의 값을 나타내고, default_depth(i, j)는 같은 위치에서의 초기 깊이지도의 값을 나타낸다. 또한 α는 최적의 최종 깊이지도 생성을 위해 수직 깊이지도와 초기 깊이지도의 합성비율로서 실험에 의해 결정된다.

Ⅲ. 실험 및 결과

본 논문에서는 1280×720 크기의 BBC사의 다큐멘터리 "순백의 얼음세계" 2600 프레임을 테스트 영상으로 사용하였다. 입체 영상으로 합성될 좌, 우 영상은 본 논문에서 제안한 방법으로 생성한 최종 깊이지도를 이용하여, Interlace 방식으로 합성하였다.

전체 2600 프레임 중 소실점이 영상의 왼쪽에 있는 초기 깊이지도를 사용하는 경우가 9%, 소실점이 영상의 오른쪽에 있는 초기 깊이지도를 사용하는 경우가 4%, 객체가 영상의 아래쪽 중심에 있는 깊이지도를 사용하는 경우가 87% 이었다.

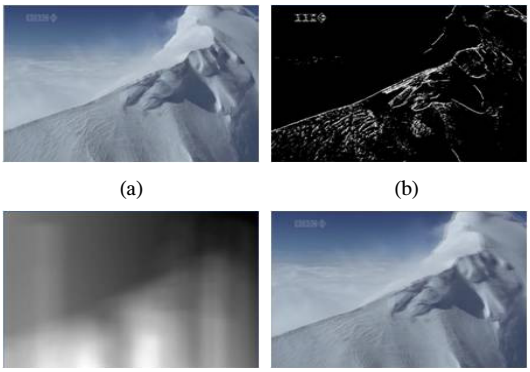


(a) (b)

(c) (d)

그림 12. 결과 영상(소실점이 왼쪽인 경우)
(a) 원 영상, (b) 세선화된 이진 에지 영상, (c) 최종 깊이지도, (d) 합성된 3차원 입체 영상
Fig. 12. Result Images with vanishing point on the left.
(a) Input image, (b) Edge map detected with Sobel mask, (c) Final depth map, (d) Synthesized stereoscopic image

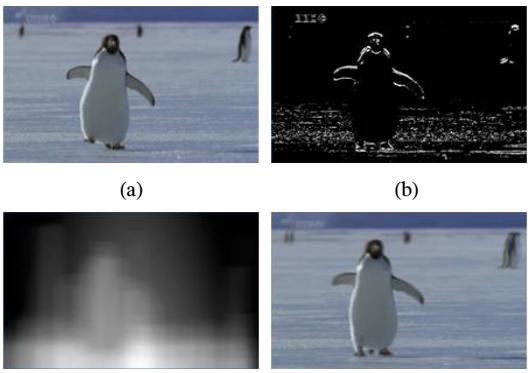
www.dbpia.co.kr



(a) (b)

(c) (d)

그림 13. 결과 영상(소실점이 오른쪽인 경우)
(a) 원 영상, (b) 세선화된 이진 에지 영상, (c) 최종 깊이지도, (d) 합성된 3차원 입체 영상
Fig. 13. Result Images with vanishing point on the right.
(a) Input image, (b) Edge map detected with Sobel mask, (c) Final depth map, (d) Synthesized stereoscopic image



(a) (b)

(c) (d)

그림 14. 결과 영상(객체가 아래에 위치한 경우)
(a) 원 영상, (b) 세선화된 이진 에지 영상, (c) 최종 깊이지도, (d) 합성된 3차원 입체 영상
Fig. 13. Result Images with object on the lower center.
(a) Input image, (b) Edge map detected with Sobel mask, (c) Final depth map, (d) Synthesized stereoscopic image

그림 12는 소실점이 영상의 왼쪽에 있는 초기 깊이지도를 이용한 결과 영상이고, 그림 13은 소실점이 영상의 오른쪽에 있는 초기 깊이지도를 이용한 결과 영상이다. 그림 14는 객체가 영상의 아래쪽 중심에 위치한 초기 깊이지도를 이용한 결과 영상이다.

제안한 방법은 영상에서 에지의 방향성과 영상 내의 수직 경계정보에 기반을 두어 매 영상마다 서로 다른 깊이감을 제시하기 때문에, 원거리 촬영 영상이나 풍경, 파노라마 사진과 같은 영상에서도 효과적인 입체 영상 변환을 수행한다. 그리고 실험 결과는 제안한 방법이 고해상도의 2차원 영상을 기존의 방법들보다 빠른 시간에 수행할 수 있고, 일반적인 모든 영상에 적용이 가능하다는 장점을 가지는 것을 보여준다. 또한 제안한 방법은 기존의 소실점을 이용한 상대적 깊이지도 생성하는 기법들에서 볼 수 있는 단점인, 영상에서 뚜렷한 직선 성분을 얻지 못할 때에 정확성이 현저히 떨어지는 문제점을 해결할 수 있었다[5, 6].

Ⅳ. 결 론

본 논문은 2차원 동영상을 3차원 입체 동영상으로 변환하는 기법에 대하여 제안하였다. 제안한 방법에서는 먼저 소실점의 위치를 가정하여 초기 깊이지도를 생성하고, 다음 과정의 정확성을 위한 전처리 과정으로 에지 영상을 에지 영상의 히스토그램을 이용하여 세선화한다. 세선화 과정을 거친 이진화된 에지 영상으로부터 에지 방향성 히스토그램을 획득하여, 이를 초기 깊이지도의 선택 기준으로 사용한다. 또한 세선화 과정을 통해 생성한 이진화된 에지 영상을 이용하여 잡음에 강한 수직 깊이지도를 생성하였다. 이렇게 생성된 에지 방향성 히스토그램에 의해 선택된 초기 깊이지도와 수직 깊이지도를 α와 1-α의 비율로 합성하여 최종 깊이지도를 생성하였다. 생성된 최종 깊이지도를 이용하여 원 영상에 각기 다른 시차를 주어 좌, 우 영상을 생성하고, 이를 합성하여 3차원 입체 영상을 생성하였다. 실험 결과에 따르면 제안한 알고리즘은 기존의 변환기법들과 비교해서 적은 복잡도로 수행할 수 있고 일반적인 모든 영상에 적용이 가능하다는 장점이 있다.

하지만 영상이 흐리거나 잡음으로 판단되는 성분이 많은 영상에 관해서는 에지 방향성 히스토그램의 획득과, 수직 깊이지도 생성에 어려움이 있다. 따라서 초기 깊이지도의 다양화와 그에 따른 초기 깊이지도 판단의 정확성 향상, 그리고 영역 기반의 깊이지도 생성방법에 대한 연구가 향후 진행되어야 할 사항으로 생각된다.

참 고 문 헌

〔1〕 T. Okino, H. Murata, K. Taima, T. Iinuma and K. Oketani, "New television with 2D/3D image conversion techniques," *proc. SPIE*, vol. 2653, Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems Ⅲ, 1996.

www.dbpia.co.kr

〔2〕 Y. Matsumoto, H. Terasaki, K Sugimoto and T. Arakawa, “Conversion system of monocular image sequence to stereo using motion parallax”, *SPIE Photonic West,* Vol. 3012, 1997.

〔3〕 J. Ross, “Stereopsis by binocular delay”, *In nature*, vol. 248, PP.354-364, 1974.

〔4〕 Feng PAN, Xiao LIN, Rahardja SUSANTO, Keng Pang LIM, Zheng Guo LI, Ge Nan FENG, Da Jun WU, and Si WU “Fast Mode Decision for Intra Prediction”, JVT-G013, 7th meeting, Pattaya II, Thailand, 7-14, March, 2003.

〔5〕 S. Battiato, S. Curti, M. La Cascia, E. Scordato, and M. Tortora, “Depth-Map Generation by Image Classification”, *In Proceedings of SPIE Electronic Imaging 2004*, Three-Dimensional Image Capture and Applications VI, vol. 5302-13, San Jose, California, USA, January 2004.

〔6〕 한종원, 조진수, 이일병, “유효한 소실점을 이용한 단안영상의 상대적 깊이지도 생성”, *한국정보과학회 가을 학술발표논문집*, vol.33, No.2(B), October 2006.

〔7〕 정재성, 조화현, 최명렬, “단일프레임 기반의 실시간 입체 영상 변환 방법”, *전자공학회 논문지*, vol. 43, CI, no. 1, January 2006.

〔8〕 홍호기, 백윤기, 이승현, 김동욱, 유지상, “2D H.264 동영상의 3D 입체 변환”, *한국통신학회 논문지*, vol. 31, No.12C, December 2006.

〔9〕 B. J. Garcia, “Approaches to stereoscopic video based on spatio-temporal interpolation”, *SPIE Photonic West*, vol. 2635, pp. 85-95, San Jose, 1990.

〔10〕 R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing Second Edtion, *Prentice Hall*, 2002.

〔11〕 S. Battiato, A. Capra, S. Curti, and M. La Cascia, “3D Stereoscopic Image Pairs by Depth-Map Generation”, *in Proc. Of 2nd International Symposium on 3D Data Processing Visualization and Transmission(3DPVT)*, September 2004.

〔12〕 김만배, “2차원 동영상의 3차원 입체 변환 방법”, *방송공학회지*, vol. 6, No. 1, March 2001.

〔13〕 W. J. Tam, and L. Zhang, “3D-TV Content Generation: 2D-to-3D Conversion”, *IEEE Int’l conf. Multimedia and expo(ICME’2006)*, Toronto, Canada, pp. 1869-1872, July 2006.

〔14〕 S. Curti, D. Sirtori, F. Vella, “3D Effect Generation form Monocular View”, *In IEEE proc. Of 3DPVT’02 International Symposium on 3D Data Processing Visualization and Transmission*, pp. 550-553, 2002.

김 지 홍 (Jee-hong Kim) 준회원

2008년 2월 광운대학교 전자공학과 졸업

2008년 3월~현재 광운대학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> 2D/3D conversion, Stereo Matching, 동영상 코덱, 3차원 영상처리

유 지 상 (Ji-sang Yoo) 종신회원

1985년 2월 서울대학교 전자 공학과 졸업(공학사)

1987년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1993년 5월 Purdue 대학교 전기공학과 졸업(Ph. D.)

1993년 9월~1994년 8월 현대전자산업(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

www.dbpia.co.kr