양안시차와 깊이 정보를 이용한 애너그리프 영상 생성

목승준○ 정경부 김일목 최병욱
한양대학교 전자컴퓨터통신공학과
e-mail : {sjmok○, kyungbujung, ilmoek, buchoi}@hanyang.ac.kr

Anaglyph Image Generation Using Binocular Disparity and Depth Information

Seung-Jun Mok○ Kyung-boo Jung Il-Moek Kim Byung-Uk Choi,
Department of Electronics and Computer Engineering
Hanyang University

요 약

영상을 입체적으로 보는 방법에는 안경을 이용한 편광 방식과 시분할 방식, 안경이 필요 없는 패럴랙스 베리어, 렌티큘러, 다시점 방식 그리고 완전 3차원 방법들이 있다. 그 중에서도 안경을 이용하여 가장 쉽게 제작이 가능하고, 비용이 저렴한 애너그리프(Anaglyph) 방법이 흔히 사용된다. 애너그리프 영상을 생성하는 방법에도 여러 가지가 존재하고 최근까지 눈에 피로를 적게 하면서 입체감을 최대한 표현할 수 있는 영상을 생성하기 위한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 이러한 조건을 만족시키기 위하여 새로운 애너그리프 영상 생성 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 방법은 깊이 맵과 양안시차를 계산하여 가장 입체감 있는 애너그리프 영상을 생성 하는 방법이다. 깊이 맵의 계산을 통해 얻은 변이 정보와 실험적으로 계산한 사람 눈의 양안시차를 좌측 영상에 적용한다. 좌측 영상과 우측 영상을 최적화된 색상혼합방법을 사용하여 합성하면 제안한 방식의 애너그리프 영상이 생성된다. 본 논문에서 제안하는 방법은 기존의 초점을 고려하지 않는 애너그리프 방식의 문제점을 깊이 맵을 이용하여 해결할 수 있고 또한 양안시차를 고려하고 최적화된 색상혼합을 사용하기 때문에 눈에 피로가 적어진다.

1. 서 론

최근 디지털 미디어 세계에서 가장 큰 화두는 바로 3D 디지털 입체영상의 구현이라 할 수 있다 최근 3D 영화가 전 세계적으로 흥행을 하게 되면서 더욱 3D에 대한 관심이 높아졌다. 또한 그에 따른 수요가 증가하면서 3D TV, 모니터, 영화 같은 다양한 3D관련 매체들이 계속해서 쏟아져 나오고 있다. 그 중에서도 3D 디지털 입체영상은 인간을 영상으로 완전히 몰입시킬 수 있고, 더 나아가 최근에는 시각뿐만 아니라 청각과 촉각, 후각을 모두 이용 하는 시스템을 통하여 좀 더 현실감을 느끼면서 영상에 몰입할 수 있다. 이처럼 온몸으로 받아들이며 관람하게 되는 특징을 가진 3D 입체영상은 디지털시대에서 기대되어지는 영상매체 중 하나이다 3D입체영상 디스플레이는 표시방식, 시점, 안경착용여부, 시스템의 구성, 촬영조건에 따라 다양하게 분류할 수 있다[1].

본 논문에서 다루는 애너그리프 방식은 안경을 착용하는 방식으로 1838년 영국의 과학자 찰스 위튼스톤이 스테레오스코프라는 일종의 입체안경을 발표하면서 본격적인 연구가 시작됐다. 플라스틱 안경테에 빨간색과 파란색 셀로판지를 붙인 적/청 안경을 쓰고 제작된 애너그리프 영상을 보면, 빨간색 셀로판지의 왼쪽 안경에서는 빨간색을 제거한 영상을, 반대로 파란색 셀로판지가 붙은 오른쪽 안경에서는 그림의 파란색을 제거한 그림을 눈으로 전달해준다. 일반적으로 사람이 입체감을 느끼는 대표적인 방법이 양안시차에 의한 방법인데 사람의 눈은 평균적으로 좌, 우 65mm의 간격을 두고 존재하기 때문에 좌 안과 우 안에 다른 영상이 맺혀 물체와의 거리감을 인지 할 수 있다. 따라서 두 눈이 각각 다른 각도에서 물체를 보도록 인위적으로 조작한 것과 같은 효과를 내게 된다. 이런 원리를 이용한 입체 영상 중에서 가장 쉽게 제작이 가능하고, 기술에 대한 비용집중이 최소화 될 수 있는 디지털 애너그리프 영상 생성 방법에는 여러 가지가 있다[2][3].

가장 기본적인 방법이 스테레오 카메라를 통해 얻은 좌측 영상과 우측 영상에서 좌측 영상의 Red 채널과 우측 영상의 Green, Blue채널을 합성하여 제작하는 방법이다 매우 간단한 반면에 좌측 영상과 우측 영상의 거리가 매우 멀리 떨어져 촬영된 경우 입체적으로 보이지 않는 단점이 있다. 또한 전체 영상의 깊이가 다르기 때문에 초점을 맞추더라도 초점이 맞는 영역만 입체감이 느껴지고 나머지 영역은 입체감이 느껴지지 않는다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하여 입체감을 향상시키고자 한다. 다양한 깊이에 대하여 초점이 맞지 않는 문제를 해결하기 위해 영상의 깊이 정보를 이용한다.깊이 맵은 SSD(Sum of Squared difference)를 이용한 블록매칭을 사용하여 계산한다. 그리고 가장 입체감이 느껴지는 애너그리프 영상을 생성하기 위해 양안시차를 고려하는 방법을 제안한다[4].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 알고리즘에 대한 설명과 제안 알고리즘에 대한 적용 방법에 대한 설명을 한다. 3장에서는 실험을 통하여 기존의 방법들과 결과를 비교한다. 마지막으로 4장의 결론에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 애너그리프 영상 생성

기본적인 애너그리프 영상 생성 방법은 좌측 영상과 우측 영상을 단순히 적색과 청색으로 분류하고 두 영상을 합침으로써 두 눈이 물체를 보는 각도를 다르게 하여 입체감을 느끼도록 한다. 하지만 두 영상의 물체가 매우 멀리 떨어지게 촬영된 경우에는 입체감이 많이 떨어진다. 또한, 두 영상의 물체가 매우 인접하게 촬영된 경우에는 두 영상간의 차이가 거의 없으므로 입체감이 느껴지지 않는다.

본 논문에서는 영상의 변이를 계산하여 깊이 맵을 구성한다. 계산된 깊이 맵과 양안시차를 토대로 전체 영상의 입체감을 표현하기 위하여 적색 영상을 이동시킨 후 청색 영상과 합치게 된다.

2.1 깊이 맵

스테레오 카메라를 통해서 얻은 좌측 영상과 우측 영상을 이용하여 깊이 맵을 생성한다. 식 (1)은 두 영상의 차이와 초점 길이를 이용하여 변이를 계산한다.

$$\Delta u = u - u' = \frac{b \times f}{z} \qquad (1)$$

여기서 b는 스테레오 카메라 사이의 거리를 나타내고, f는 초점거리, z는 영상의 깊이를 나타내는 값이고, $u-u'$인 Δu(변이)는 같은 물체를 바라봤을 때 두 영상간의 거리 차이를 나타낸다.

그림 1은 두 개의 스테레오 카메라가 하나의 물체를 바라봤을 때 각각의 요소들을 나타낸다. 식 (1)을 통해서 변이를 계산하는데 한 픽셀씩 비교할 경우 주변에 비슷한 색상이 분포해 있을 때 정확성이 떨어지므로 블록정합을 사용한다. 또한, 두 영상 사이의 정합점은 식 (2)를 사용하여 계산한다. 식 (2)는 SSD를 계산한다.

$$d(x,y) = \arg\min \sum_{(i,j)\in N(x,y)} (I_L(i+d,j) - I_R(i,j))^2 \qquad (2)$$

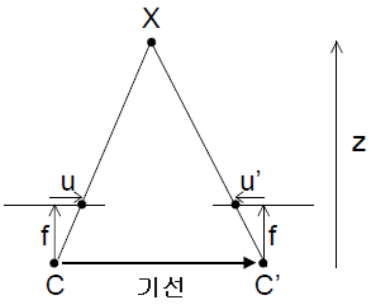
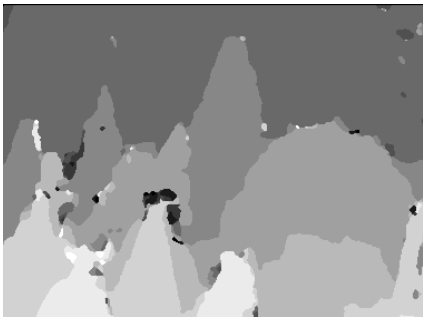


그림 1. 스테레오의 기하 구조

여기서 $N(x,y)$은 (x,y)를 중심으로 한 7×7정합 창(Matching Window)을 나타낸다. (i,j)는 정합 창 내의 화소위치이고 $R(x,y)$와 $L(x,y)$는 좌, 우 영상의 화소 값을 나타낸다. d는 범위 내에 존재하는 변이를 나태내고 $d(x,y)$는 (x,y)에서 얻어진 최종 변이 값이다. 그림 2는 블록정합을 사용한 깊이 맵을 보여준다.

(a)



(b)

그림 2. 블록매칭을 사용한 깊이 맵 결과
(a) 원본 영상 (b) 깊이 맵(7×7)

5×5, 7×7, 9×9, 12×12를 사용해 본 결과 7×7이 가장 좋은 결과를 나타내주었기 때문에 7×7을 정합 창을 사용한다[5].

2.2 양안시차를 고려한 애너그리프 영상 생성

기존의 애너그리프 영상 생성 방법들은 양안시차를 고려하지 않고 제일 가까운 물체에 초점을 맞추거나 가장 멀리 있는 물체에 초점을 맞춰서 영상을 생성한다. 따라서 영상의 전체적인 입체감이 떨어지게 된다. 더구나 두

영상이 양안시차보다 차이가 큰 경우에는 전혀 입체감을 느끼지 못하게 된다.

본 논문에서는 깊이 맵에 양안시차를 적용하여 전체 영상에 입체감을 개선하는 방법을 제안한다.

$$\delta = C - d(x,y) \tag{3}$$

$$I_L'(x,y) = I_L(x-\delta, y) \tag{4}$$

식 (3)에서 C는 표 (1)의 실험결과에서 얻은 사용자와 모니터간의 거리에 대한 양안시차의 화소 값을 나타내는 상수이다. 깊이 맵 정보를 이용하여 좌측 영상이 우측 영상에서 C만큼 떨어지도록 만들기 위해 그 차이 값인 δ를 계산한다. 식 (4)는 좌측 영상을 기준으로 깊이 맵을 적용하여 영상을 이동시키는 수식이다. 좌측 영상에서 δ만큼 이동시키면 각각의 깊이에 따라서 C만큼 떨어지게 애너그리프 영상이 생성된다.

2.3 최적의 색상 혼합 방법

애너그리프 영상으로 인한 눈에 피로감을 덜어주기 위해 식 (5)의 최적화된 색상혼합 방법을 사용한다. 이 방법은 다른 방법들과 다르게 가장 뛰어난 품질로 색을 재현하고 입체감을 형성할 수 있는 특징을 가지고 있다[6].

$$\begin{Bmatrix} I_{final}^R \\ I_{final}^G \\ I_{final}^B \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 & 0.7 & 0.3 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} I_L'^R \\ I_L'^G \\ I_L'^B \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} I_R^R \\ I_R^G \\ I_R^B \end{Bmatrix} \tag{5}$$

좌측 눈에 투영될 영상의 red channel값을 좌측 영상의 RGB값에 각각 0%, 70%, 30%만 사용한다. 우측 영상의 Green값과 Blue를 그대로 살린 상태에서 입체구현감을 비교해 보면, 가장 뛰어난 품질로 색을 재현하고 입체감을 형성할 수 있는 특징이 있다. 모노톤과 컬러 혼합의 애너그리프에서 Blue와 Red부분의 망막경합이 이 방법에서는 현저히 줄어들게 되는 특징을 가지고 있기 때문이다.

(a) (b)

그림 3. 양안시차를 고려한 깊이에 따른 영상이동 결과
(a) 원본 영상 (b) 이동한 결과

제안한 방법들을 사용한 결과 기존의 초점이 맞지 않거나 제한된 영역에만 초점이 맞는 문제를 깊이 맵을 이용하여 해결이 가능해진다. 또한 양안시차를 고려함으로써 입체감이 골고루 느껴질 수 있도록 영상을 생성하고 최적화된 색상 혼합 방법을 사용하여 눈에 피로감을 줄일 수 있다. 그림 (3)은 식 (4)를 적용하여 좌측 영상을 이동한 결과이다.

3. 실험 결과

본 논문에서는 실험적으로 양안시차에 의해 가장 입체감을 느낄 수 있는 차이를 측정한다.

표 (1)는 식 (1)을 이용하여 사용자와 모니터의 거리에 대한 양안시차를 측정한 값을 나타낸다. 사람 눈의 초점거리 f는 $17mm$이고 두 눈 사이의 거리를 나타내는 기선은 평균적으로 $60 \sim 70mm$이다. 사용자와 모니터의 거리는 눈에 해롭지 않은 모니터와 눈의 평균적인 거리인 $400 \sim 700mm$를 사용한다. 표 (1)의 값들은 f는 $17mm$, b는 $65mm$의 고정된 값을 이용하여 식(1)을 통해 계산된 결과이다. 측정 결과 모니터를 통해 애너그리프 영상을 볼 경우 $6 \sim 10$ pixel의 시차가 적용되면 가장 적절하게 입체감을 인식할 수 있다.

표 1. 사용자와 모니터의 거리에 대한 양안시차와 화소 값

사용자와 모니터의 거리(mm)	양안시차 (mm)	화소(pixel)
400	2.8	10
500	2.2	8
600	1.9	7
700	1.6	6

본 논문에서 사용한 실험 영상은 Middlebury stereo vision의 실험 영상을 사용하였다[7]. 사용자와 모니터간의 거리를 평균 $400 \sim 700mm$라고 할 때, 표 (1)의 실험결과에서 얻은 10pixel의 차이를 최적의 차이라고 가정하고 깊이 맵에 적용한다. 그림 (4)은 표 (1)에서 계산된 양안시차를 이용하여 생성된 애너그리프 영상을 나타낸 그림이다. 제안한 방법으로 생성된 애너그리프 영상은 기존의 방법에 비해 입체감이 뛰어나고 눈에 피로감이 적어 보기에 편안하다.

그림 (4)에서 보면 알 수 있듯이 좌우 영상의 초점이 맞지 않고 시차가 너무 큰 경우에는 입체감이 떨어질 뿐만 아니라 시각적으로 피로감을 준다. 우리가 제안한 방법은 그림 (4)에 있는 실제 깊이 값처럼 정확한 깊이 맵을 구할 수 있는 전제라면 양안시차를 고려하여 더욱 입체감 있는 애너그리프 영상을 생성할 수 있다.

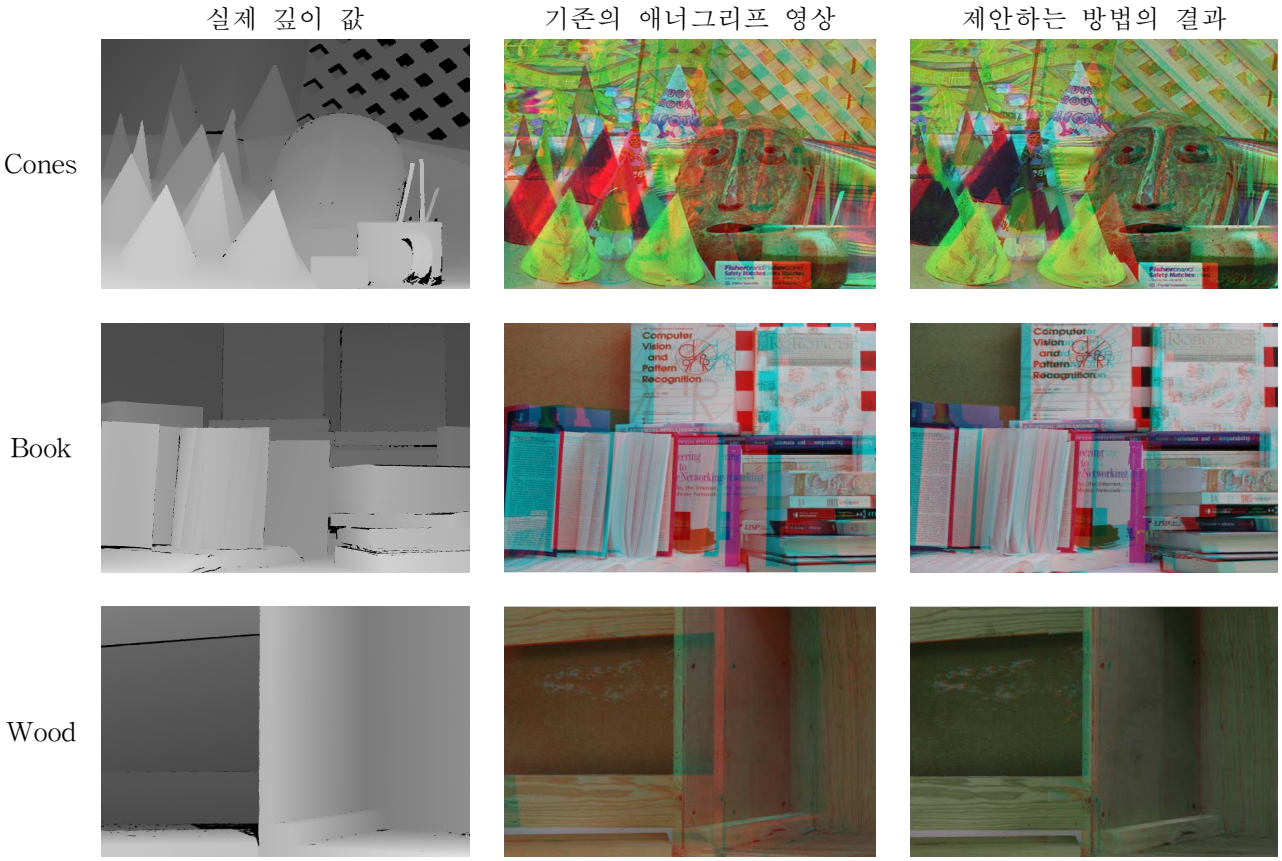


그림 4. 실제 깊이 값을 사용한 제안 방법의 결과와 기존 방법 비교

4. 결 론

본 논문에서는 깊이 맵을 계산하여 영상의 초점을 맞춰 주고 양안시차를 고려하여 기존의 문제점을 해결 할 수 있는 애너그리프 영상 생성 방법을 제안하였다. SSD를 이용한 블록정합을 사용하여 깊이 값을 구하고 전체 깊이 값에 대하여 양안시차를 고려한 만큼 좌측 영상을 이동 시킨 후 애너그리프 영상을 생성한다.

본 논문에서 제안한 방법에서는 깊이 맵을 구성해서 애너그리프 영상을 생성하여 기존보다 더욱 입체감 있는 영상을 생성하였다. 또한 최적의 색상조합을 사용하여 눈에 피로를 덜어주고 입체감을 개선하였다. 또한 사용자가 영상을 보는 거리에 따라 자동적으로 거리에 대한 시차에 맞춰 영상을 생성할 수 있다. 하지만 깊이 맵이 완전하지 않은 문제로 인해 생기는 에러 때문에 눈에 피로를 유발 할 수 있지만 한편으로는 깊이 맵만 정확하게 구해진다면 더 세밀하게 영상의 입체감을 표현할 수 있다.

참고문헌

[1] 현승훈, “애너그리프(Anaglyph) 3D 입체모션그래픽 제작방법에 대한 연구”, 한국만화애니메이션연구 Vol.14, No.0, 10, pp.165-176, 2008.

[2] Ianir Ideses and Leonid Yaroslavsky “Three methods that improve the visual quality of colour anaglyphs,“ Journal of Optics A: Pure and Applied Optics, Vol.7, No.12, pp.755-762, December 2005.

[3] Ianir Ideses and Leonid Yaroslavsky “New Methods to Produce High Quality Color Anaglyphs for 3-D Visualization,“ Lecture Notes in Computer Science Image Analysis and Recognition, Vol.3212, pp.273-280, 2004.

[4] 이은희 “개인의 양안 시차와 이동 시차를 적용한 입체영상 생성” 숭실대학교 석사 학위 논문, 2004.

[5] 김태준, 유지상, “영상의 컬러 정보를 이용한 계층적 스테레오 정합”, 한국통신학회논문지 ‘09-03 Vol.34, No.3, pp.279-287, 2009.

[6] 현승훈, “디지털 3차원입체 애니메이션의 촬영과 연출 특성에 관한 연구”, 한국만화애니메이션연구 Vol.15, No.0, 5, pp.237-249, 2009.

[7] Stereo dataset, http://vision.middlebury.edu/stereo/

[8] D. Scharstein and R. Szeliski, “A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms,“ International Journal of Computer Vision, Vol.47, No.1-3, pp.7-42, 2002.