제19회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제10권 제1호 (2003.5)

운동기반의 실시간 2D-3D 영상 변환 방법

고윤호*,최철호*,권병헌**, 최명렬*
*한양대학교 전자전기제어계측공학과
**유한대학 정보통신과
e-mail : ciel0611@asic.hanyang.ac.kr

A motion-based real time 2D to 3D image conversion method

Yoon-Ho ko*, Chyul-ho Choi*, Byong-Heon Kwon**, Myung-Ryul Choi*
*Dept. of EECI, Hanyang University
**Dept. of Information and Telecommunication, Yuhan College

요 약

본 논문에서는 2차원 영상 사이에 움직임 변위를 검출하여 영상내의 원근 깊이를 생성하였으며 양시차(positive) parallax처리를 하여 입체 영상을 생성한 방법을 제안했다. 이 방식은 2 차원 영상내의 사물의 운동 방향과 속도에 관계없이 3차원 효과를 느낄 수 있다. 제안한 방법은 다양한 영상원에 대해서 실시간으로 입체 영상 변환이 가능하며 LCD shutter goggle 방식의 입체 영상 장치를 통해 실제 시각적인 검증을 수행하였다.

1. 서 론

3차원 영상은 그림 1과 같이 양안을 통해 보여지는 서로 다른 영상을 인식함으로써 인간의 뇌에서 3차원 영상이 합성된다. 이러한 3차원 영상을 재현하는 parallax에는 왼쪽과 오른쪽 영상사이의 수평적 거리(차이)를 두는 방법과 양쪽 영상 원근상의 깊이(depth)를 만들어서 재현하는 방법이 있다[1]. 2차원 영상의 경우 양안이 동일한 영상을 보게 되므로 사람이 실제 사물을 보는 것과는 달리 불편함을 느낀다. 하지만 사람들은 지금까지 2차원 영상을 보아온 경험에 의해 불편함 없이 평면으로 보는 것이다. 사람들은 보다 더 실감나는 영상을 보기를 원하므로 2차원 영상에서 3차원 영상 제작에 많은 투자를 하고 있는 실정이다. 그 방식 중 하나는 두 대의 카메라를 통해 좌영상과 우영상을 각각 찍어서 만드는 방식과 기존의 2차원 영상을 수작업을 통해 한 장면 한 장면씩 3차원 영상으로 변환하는 방식이 있다. 2차원 영상을 3차원으로 일일이 수작업을 통해 변환하는 방식은 막대한 비용과 시간이 들어가는 단점이 있고 기존의 2차원으로 제작된 많은 양의 영상을 3차원 영상으로 변환 할 수 없는 단점이 있다.

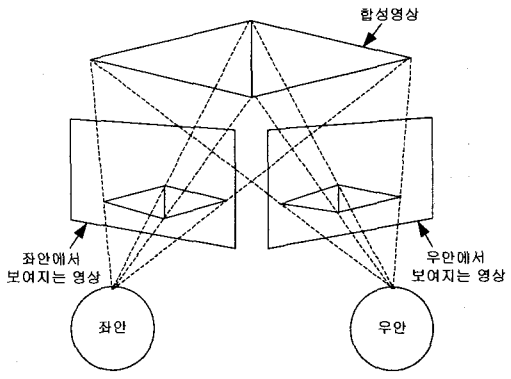


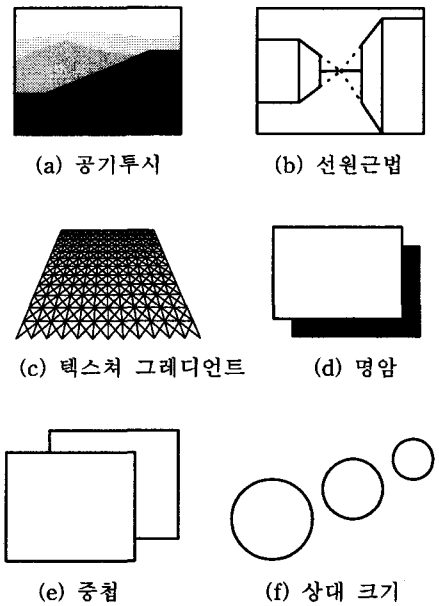
그림 1. 3차원 영상의 생성 원리

본 논문에서는 2차원 동영상에서 운동 시차를 추출하여 서로 다른 원근 오행을 갖는 입체 영상을 생성하고, 기존의 기술과는 달리 2차원 영상에서 운동 물체의 운동 방향과 속도에 상관없이 3차원 효과를 제공할 수 있는 입체 영상 변환 방법을 제안한다

2. Depth 지각의 요인

2.1 단안의 Depth의 요인

먼 곳에 있는 물체일수록 흐리거나 희미해져서 콘트라스트가 약하게 보인다는 공기투시(Aerial Perspective)의 효과나 선과 선의 간격이 좁아지는 것 같은 도형을 볼 때에 깊이감이 생기는 선원근법(Linear Perspective), 멀어질수록 망막에 투영되는 상의 텍스처가 치밀하며, 또 많은 상이 조밀하게 투영되게 되는 텍스처 그레디언트(Texture Gradient)의 효과도 있다. 또, 물체에 생기는 명암의 효과도 중요한 실마리가 되며, 뒤쪽의 것은 앞쪽의 것에 의해 그 일부가 덮인다는 중첩(Interposition)의 효과도 모두 단안에 의한 요인이라 할 수 있다.



(a) 공기투시 (b) 선원근법

(c) 텍스처 그레디언트 (d) 명암

(e) 중첩 (f) 상대 크기

그림 2. 단안의 요인

2.2 양안에 Depth 요인

인간의 눈이 가로방향으로 약 6.4cm 떨어져서 2개 존재한다는 것에 따른 양안으로의 실마리는 깊이판단에 특히 중요하며, 이것에는 수렴과 양안시차로 불리는 것이 있다. 그림 2와 같이 어떤 대상 A를 바라볼 때, 양안은 안쪽으로 회전하여, 그 대상 위에서 만난다. 이와 같은 양안의 작용을 수렴이라 부른다. 이 때 대상 A와 시선이 이루는 각(그림 2의 α)을 수렴각이라 부른다. 수렴에 의한 깊이의 감도는 근거리에서 큰 효과를 나타내는데 20cm정도까지 유효하다고 한다. 그러나 거리가 멀어지면 수렴각이 작아지므로 이 효과는 급격히 작아진다.

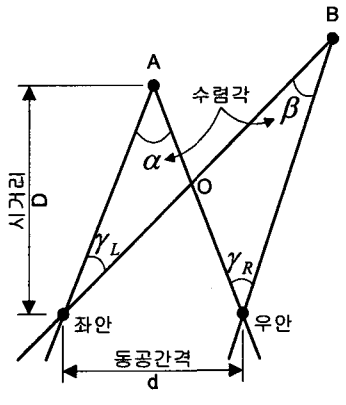
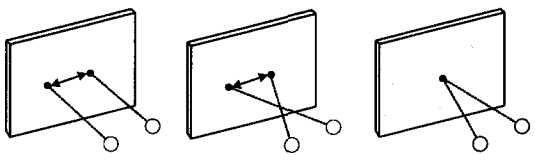


그림 3. 수렴과 양안 시차

또, 양안이 일정 간격 떨어져있기 때문에, 어떤 물체를 바라보았을 때 양안의 망막상은 같아지지 않고, 주시점으로부터 떨어진 위치에서는 대체로 간격이 생긴다. 양안에서의 이와 같은 간격량의 차이가 양안시차이며, 그림 2에서 A를 응시하고 있을 때 이것과 다른 방향에서 다른 깊이를 갖는 B와의 사이에서 생기는 차, 즉 각도로 표현하면 $\gamma_L - \gamma_R$ 또는 $\beta - \alpha$ 로 주어진다. 양안상에 간격이 있을 때, 일반적으로는 2중상으로 보이게 되지만, 양안 시차가 어느 정도 이하일 때는 상이 하나로 융합하여 간격량의 크기 및 방향에 따라 주시하고 있는 점 앞에 또는 뒤로 명확한 깊이가 느껴진다. 일반적인 입체 디스플레이에서는 이 효과를 가장 많이 활용하고 있다.

2.3 Parallax의 종류

그림 4의 (a)Positive Parallax는 좌안과 우안의 축이 평행하게 놓여 있는 것이다. 실제 상황에서는 사람들이 멀리 있는 물체를 볼 때 일어난다.



(a) positive parallax (b) negative parallax (c) zero parallax

그림 4. Parallax의 종류

그림 4의 (b)Negative Parallax는 좌안과 우안의

초점이 스크린 앞에 모이게 된다. 그러므로 이 경우에는 사물이 스크린 밖에 나와 있는 것처럼 보이게 된다. 그림 4의 (c)Zero Parallax는 좌안과 우안의 초점이 스크린 위에 모이게 되므로 이미지가 스크린 상에 있는 것 과 같이 보인다.

3 기존의 입체 변환 방법

스테레오 변환 기술의 최초 등장은 1993년 일본 샨요 전기에서 2D/3D 변환 TV를 상업용 목적으로 개발한 이후로, 종종 기술 소개 및 제품이 등장하고 있다. Okino 그룹은 세계 최초로 MTD(Modified Time Diffence)방식을 이용하여 2D/3D 동영상 변환 TV를 개발하였다. 이 변환 기술은 현재 영상과 카메라 및 물체 운동이 존재할 때에 시간적으로 지연된 영상을 각각 좌영상과 우영상으로 보여 3D 효과를 얻는 것이다. 이 방식은 움직임이 크지 않을 때에는 효과가 크지만 운동량이 커지면 고스트가(ghost)가 생기는 단점이 있다.

4. 제안한 입체 영상 변환 방법

제안한 입체 영상 변환 방법은 2차원 영상에서 운동 시차를 이용하여 영상 내 운동 물체의 운동 방향 및 속도와는 상관없이 서로 다른 원근 오행을 갖는 입체 영상을 실시간으로 제공한다.

4.1 움직임 검출

현재 및 이전 영상에 대한 샘플 영상의 휘도 신호에서 움직임이 있는 픽셀을 검출한다. 움직임 검출 방법은 현재($P_{(N)^{th}}$)와 이전($P_{(N-1)^{th}}$) 영상의 픽셀 차의 절대값(D_{Pixel})을 구하고, 임계값(D_{th}) 비교를 통하여 정지 및 움직임 픽셀로 구분하였다. 여기서는 정지 픽셀과 움직임 픽셀 이렇게 두 가지 상태로만 검출을 하였는데, 정지 픽셀은 일반적으로 배경을 이루는 픽셀로 상대적으로 먼 거리에 위치해 있는 것으로 가정하고, 반대로 움직임 픽셀은 상대적으로 가까운 위치에 있는 것으로 가정한다.

$$D_{Pixel} = ABS(P_{(N)^{th}} - P_{(N-1)^{th}})$$

$$if\ (D_{pixel} > D_{th})\ then$$
$$P_{(N)^{th}} : Moving\ Pixel$$
$$else$$
$$P_{(N)^{th}} : Static\ Pixel$$

4.2 오행 지도(Depth Map) 생성

움직임 픽셀의 대푯값(P_{th})을 이용하여 원영상의 해상도 크기의 오행 지도를 작성한다. 즉, 움직임 픽셀의 대푯값($P_{(N)^{th}}$)을 중심으로 실험 결과에 의하여 상하위 25%의 오차를 갖는 픽셀값을 움직이는 물체를 구성하는 픽셀군으로 정하고, 상대적으로 가까운 위치에 있는 영역이므로 오행값을 작게 설정해주며, 그 외의 픽셀군은 오행값을 크게 설정한다.

$$if\ (0.75 \times P_{th} < P_{(N)^{th}} < 1.25 \times P_{th})\ then$$
$$Depth_{(N)^{th}} : \mathrm{Small}$$
$$else$$
$$Depth_{(N)^{th}} : \mathrm{Large}$$

4.3 마스킹

생성된 오행 지도에서 야기되는 임펄스 노이즈를 제거하여 좀 더 자연스런 입체 영상이 생성되도록 마스킹 처리를 한다. 그림 7과 같이 대상 픽셀과 주위 인접한 8개의 픽셀의 오행 정보가 다를 경우 그 대상 픽셀의 오행 정보는 노이즈로 가정하고 주위 인접한 픽셀의 오행과 동일하게 설정한다.

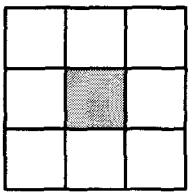


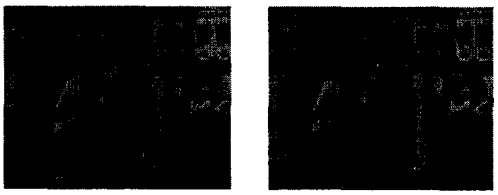
그림 4. 윈도우 마스크

4 양시차(Positive Parallax) 처리

본 논문에서는 배경 및 운동 물체의 시차 처리는 모두 양시차 처리를 행하여 움직이는 물체가 화면 안쪽에 위치하고 배경 또한 움직이는 물체보다 더 뒤쪽으로 화면 안쪽에 위치하도록 하였다. 배경과

운동 물체의 오행 차이를 3픽셀로 한정했으며, 오행 차이에 의한 교합(Occlusion) 문제는 그림 9와 같은 ZOI(Zero Order Interpolation) 및 FOI(First Order Interpolation)과 같은 보간 알고리즘을 사용하여 해결하였다.

5. 성능 평가



(a) 이전 영상 (b) 현재 영상

그림 5. 2차원 Sample 이미지

그림 6. 3차원으로 재생된 이미지

그림 5의 (a)와 (b)영상을 본 논문에서는 제안한 알고리즘을 검증하기 위해 영화 노팅힐에서 추출한 sample 이미지이다. 그림 6은 본 알고리즘을 적용하여 만들어진 3차원 영상 이미지이다. 본 논문에서 제작한 3차원 LCD shutter goggle controller를 사용하여 입체시를 확인하였다.

5.결 론

본 논문에서는 일반적인 2차원 영상에서 움직임 검출 이용하여 영상 내 운동 물체의 운동 방향 및 속도에 상관없이 배경과 운동 물체를 분리하여 자연스런 입체 영상을 제공하는 입체 영상 변환 방법을 제안하였다. 제안한 방식은 고해상도 영상에서 실시간으로 입체 영상 변환을 하기에 적합하며, TV, 케이블 TV, VCR, CD, DVD, AVI, DIVX 등 다양한 영상 포맷에 실시간으로 적용 가능하다. 제안한 방식은 오행 차이 영상을 이용하여 기존의 방식과 성능 비교를 수행하였으며, 제안한 방식이 영상 내 운동 물체의 운동 방향 및 속도에 무관하게 자연스런 입체 효과를 제공함을 확인하였다.

참고문헌

[1] Stereo Graphics Corporation, Developers Handbook, No 2, 3, 7, 8, 28, 29.

[2] Lipton, Lenny and Martin Ackerman, Liquid Crystal Shutter System for Stereoscopic and Other Applications, U.S. Patent No.4,967,268, Oct. 30, 1990.

[3] Lipton, Lenny, Stereoscopic Television System with Field Storage for Sequential Display of Right and Left Images, U.S. Patent No. 4,562,463, Dec. 31, 1985.

[4] T. Okino, et al., "New Television with 2D/3D Image Conversion Technologies," SPIE Photonic West, vol. 2653, pp. 96-103, 1995.

[5] H. Murata, et al., "Conversion of Two-Dimensional Image to Three Dimensions," SID'95 DIGEST, pp. 859-862, 1995.

[6] Y. Matsumoto, et al., "Conversion System of Monocular Image Sequence to Stereo using Motion Parallax," SPIE Photonic West, vol. 3012, pp. 108-115, 1997.

[7] B. J. Garcia, "Approaches to Stereoscopic Video Based on Spatio-Temporal Interpolation," SPIE Photonic West, vol. 2635, pp. 85-95, San Jose, 1990.

[8] H. Murata, et al., "A Real-Time 2-D to 3-D Image Conversion Techniques Using Computed Image Depth," SID'98 DIGEST, pp. 919-922, 1998.