

운동 시차를 이용한 실시간 입체 영상 변환 방법

최 철 호[†] · 권 병 현^{††} · 최 명 렬^{†††}

요 약

본 논문에서는 일반적인 2차원 영상에서 운동 시차를 이용하여 서로 다른 원근 깊이를 갖는 입체 영상을 생성하고, 2차원 영상에서 운동 물체의 운동 방향과 속도에 상관없이 3차원 효과를 제공할 수 있는 입체 영상 변환 방법을 제안하고자 한다. 입체 영상은 제한한 움직임 검출, 영역 분할, 그리고 깊이 지도 생성 방법을 이용하여 인접한 2차원 영상 사이에서 운동 시차를 계산하여 생성된다. 제안한 방법은 다양한 영상 원에 대해서 실시간으로 입체 영상 변환이 가능하며, MTD 방식과의 성능 비교를 통하여 제안한 방법의 성능 평가를 수행하였다.

A Real-Time Stereoscopic Image Conversion Method Using Motion Parallax

Chul-Ho Choi[†] · Byong-Heon Kwon^{††} · Myung-Ryul Choi^{†††}

ABSTRACT

We propose a real-time stereoscopic image conversion method that can generate stereoscopic image with different perspective depth using motion parallax from 2-D image and offer realistic 3-D effect regardless of the direction and velocity of the moving object in the 2-D image. The stereoscopic image is generated by computing the motion parallax between adjacent two 2-D images using the proposed method for motion detection, region segmentation and depth map generation. The proposed method is suitable for real-time stereoscopic conversion processing on various image formats. It has been verified the proposed method by comparing between the stereoscopic image of the proposed method and that of MTD.

키워드 : 입체 영상(Stereoscopic Image), 운동범위(Motion Parallax), 실시간 변환(Real-time Convers)

1. 서 론

인간은 동일 물체를 볼 때 우안과 좌안을 통하여 서로 다른 영상을 받아들인다. 이것을 양안시차(Binocular Disparity)라 하는데, 이렇게 서로 다른 영상을 뇌에서 (그림 1)과 같이 하나의 입체 영상으로 만든다[1]. 하지만, 2차원 영상의 경우에는 양안이 동일한 영상을 보게 되므로 입체적인 사물을 볼 때와 달리 불편하지만 사람들은 지금까지 반복된 경험에 의해 자연스럽게 평면으로 받아들인다. 따라서 현실과 비슷한 입체감을 얻기 위해서는 처음부터 입체 카메라를 사용하여 영상을 만들거나 또는 수작업을 통하여 입체로 변환하여 주거나, 컴퓨터 그래픽인 경우에는 양안을 위하여 두 번씩 다르게 렌더링 하여야한다. 하지만, 이 작업은 많은 비용과 시간이 소요되며, 기존의 2차원 기반으로 제작된 방대한 양의 영상 자료를 3차원으로 변환할 수 없는 단점이 있다.

한편 입체 영상 변환은 1대의 모노 카메라로 촬영한 정지 또는 동영상을 변환 기술을 이용하여 입체 영상을 제작하는 것이다. 입체 영상 변환은 입체 영상의 획득 과정을 거치지 않고, 기존의 정지 영상, 텔레비전, VCR, CD, DVD 등의 실시간 전송 및 저장되어 있는 2차원 영상을 입체 영상으로 변환하는 신기술이다. 상대적으로 입체 영상 변환은 복잡한 영상 처리 및 해석 기술을 필요로 한다.

입체 영상 변환은 지난 1990년대 초부터 관심을 가져왔던 기술로서, 영상 처리 하드웨어 및 소프트웨어의 발달로 점진적으로 발전되어온 분야이다. 그러나, 타 분야처럼 상업용 응용 제품을 보기 힘든 것은 소비자의 요구를 만족할 수 있는 기술 개발을 위해서 극복해야 할 소프트웨어 기술과 하드웨어로 구현했을 때의 복잡도 때문이다. 실제, 입체 영상 변환은 TV, 케이블 TV, VCR 등의 아날로그 기기, CD, DVD, 디지털 TV 등의 디지털 기기, 인터넷 스트리밍 비디오 및 AVI, Divx 등의 다양한 영상 포맷 등에 적용될 수 있는 기술로 응용 범위는 매우 넓다고 할 수 있다.

본 논문에서는 2차원 동영상에서 운동 시차를 추출하여 서로 다른 원근 깊이를 갖는 입체 영상을 생성하고, 기존의

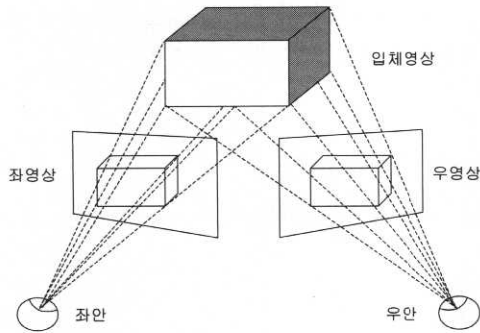
[†] 준 회원 : 한양대학교 대학원 전자전기 제어계측공학과

^{††} 정 회원 : 유한대학 정보통신과 교수

^{†††} 정 회원 : 한양대학교 제어계측공학과 교수

논문접수 : 2003년 3월 13일, 심사완료 : 2003년 8월 1일

기술과는 달리 2차원 영상에서 운동 물체의 운동 방향과 속도에 상관없이 3차원 효과를 제공할 수 있는 입체 영상 변환 방법을 제안한다. 본 논문에서는 기존의 입체 영상 변환 방법인 MTD의 성능 비교를 위해서, 운동 특성이 다른 2개의 실험 영상을 통하여 제안한 방법에 의해서 생성된 좌·우 영상과 MTD에 의한 좌·우 영상의 차영상을 각각 추출하여, 깊이감이 있는 물체의 형상을 얼마나 정확하게 제시하고 있는가에 대한 평가를 수행하였다.



(그림 1) 입체시(Stereoscopic Vision)의 원리

2. 깊이 지각의 요인

우리들이 주위의 공간에 대해서 깊이를 가지고 입체적으로 파악할 때, 여러 가지 깊이 지각의 요인이 사용된다. 이것에는 양안을 이용하는 것에 따른 것과 단안만에 의해서도 생길 수 있는 것이 있으며, <표 1>에 제시한 바와 같이 분류할 수 있다.

<표 1> 깊이를 인지하는 시각의 요인

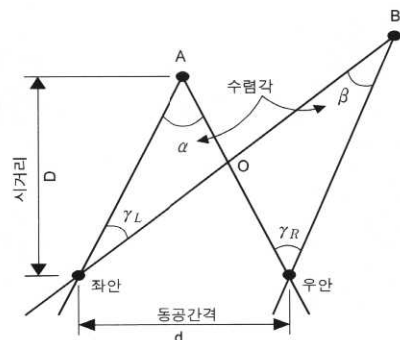
양안에 의한 결과	단안에 의한 결과
수렴 양안시차	초점 조절 운동시차 시야의 크기 공기투시 선원근법 텍스처 그레디언트 그림자 중첩

2.1 양안에 의한 요인

인간의 눈이 가로방향으로 약 6.4cm 떨어져서 2개 존재한다는 것에 따른 양안으로의 실마리는 깊이판단에 특히 중요하며, 이것에는 수렴과 양안시차로 불리는 것이 있다.

(그림 2)와 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 2)의 α)을 수렴각이라 부른다. 수렴에 의한 깊이의 감도는 근거리에서 큰 효과를 나타내는데 20cm정도까지 유효하다고 한다. 그러나 거리가 멀어지면 수렴각이 작아지므로 이 효과는 급격히 작아진다. 또, 양안이 일정 간격 떨어

져있기 때문에, 어떤 물체를 바라보았을 때 양안의 망막상은 같아지지 않고, 주시점으로부터 떨어진 위치에서는 대체로 간격이 생긴다. 양안에서의 이와 같은 간격량의 차이가 양안시차이며, (그림 2)에서 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.



(그림 2) 수렴과 양안시차

2.2 단안에 의한 요인

단안에 따른 깊이 지각의 원인에는 눈의 렌즈의 두께를 바꾸어 핀트조절을 하는데 따른 효과가 있다. 이것은 관찰거리가 2~3m이내의 근거리일 때만 유효하다.

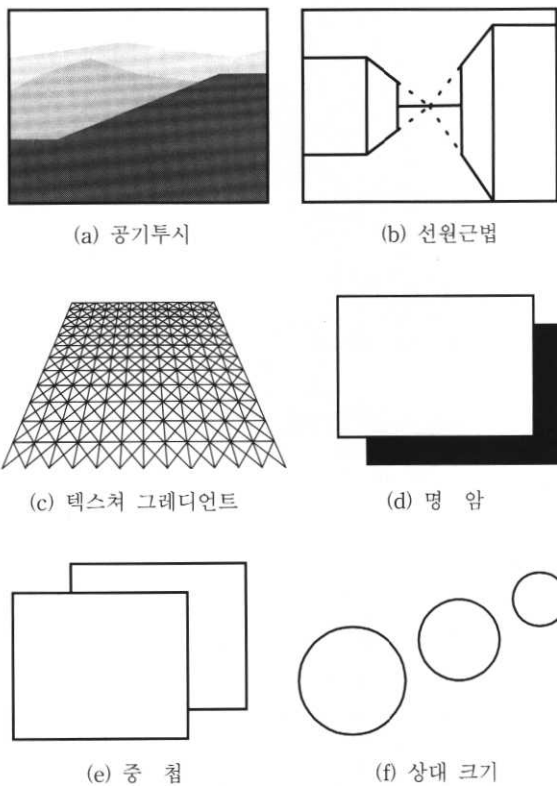
움직이고 있는 전차의 창문을 통해 밖의 경치를 바라보면, 먼 곳에 있는 산이나 구름 등은 거의 움직이지 않지만, 가까이 있는 집이나 가로수 등은 가까울수록 빨리 뒤로 흘러간다. 또 어떤 대상을 주시하면서 자발적으로 머리를 움직이면, 주시점으로부터 먼 곳에 있는 것은 관찰자가 움직이는 방향과 같은 방향으로, 주시점에서부터 앞에 있는 것은 관찰자가 움직이는 방향과는 반대방향으로 각각 거리와 함께 크게 움직여 보인다.

이와 같이 관찰하는 사람의 위치와의 상대적인 변화에 따라 생기는 대상물의 움직임 차이를 운동시차(motion parallax)라 부른다. 이와 같은 움직임의 차이에서 초래되는 깊이 지각의 효과는 조건에 따라 양안시차와 같은 정도로 유효하며, 현재의 TV나 영화 등 2차원의 화면속에서의 깊이감을 부여하는데 유효한 실마리로 되어 있다.

또, 화상을 동시에 관찰할 수 있는 범위에 제한이 있으면 평상시의 체험과는 다른 제약된 인상을 받는다. 이 범위가 넓어질수록 실제의 공간 속에 있는 것과 같은 입장감이 강해진다. 이와 같은 시야의 크기로 깊이감을 높이는데 유효하며, 화면이 큰 영화나 하이비전 등에는 이 효과가 살려져 있다. 잘 알려진 물체의 경우 작게 보일수록 먼 곳에 있는 것처럼 느껴진다. 즉, 망막상의 크기에 따라 깊이의 실마리

를 얻을 수 있다.

(그림 3)과 같이, 이 밖에 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 그라디언트(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.



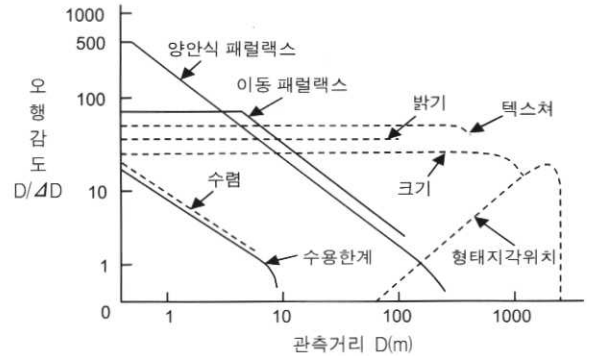
(그림 3) 단안에 의한 요인

2.3 깊이 감도(Depth Sensitivity)

대상까지의 거리를 D, 이 대상이 뒤쪽 방향으로 다소 움직였을 때 깊이의 변화를 지각할 수 있는 최소의 거리변화를 ΔD로 하였을 때, 깊이 감도는 식 (1)과 같이 정의된다.

$$\text{깊이감도} = \frac{D}{\Delta D} \tag{1}$$

즉, 어떤 시거리 D에서, 깊이가 변환한 것을 느끼게 하는 거리변화 ΔD가 작으면 작을수록 깊이 감도가 크다는 의미가 된다. 앞에서 설명한 각각의 실마리 중 수렴, 양안시차, 운동시차, 망막상의 크기, 공기투시, 텍스처 및 밝기에 대한 그 유효범위를 위에서 설명한 깊이 감도를 사용해서 (그림 4)에 도시하였다.



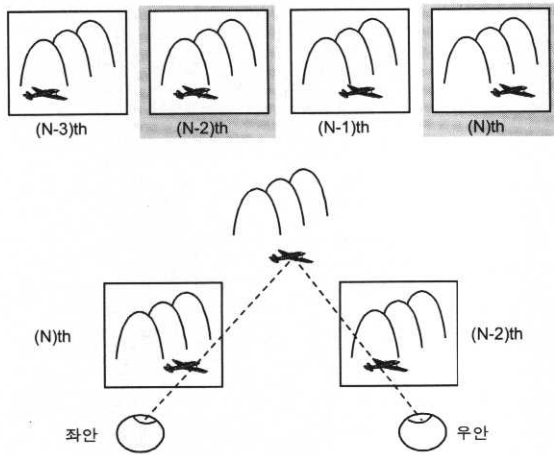
(그림 4) 각 요인의 깊이감도 거리특성[8]

(그림 4)의 결과로서 우리는 양안시차는 10m 이내의 거리에서 매우 중요하다는 것과 운동시차는 운동속도가 최적이면 유효하고, 특히 원거리에서는 양안시차보다도 유효하다는 것을 알 수 있으며, 매우 먼 거리에 있는 대상일 경우에는 거리감을 주는데 있어 망막상의 크기나 공기투시가 중요하다는 것을 알 수 있다.

3. 기존의 입체 영상 변환 방법

입체 영상 변환 기술의 최초 등장은 1993년 일본 산요 전기에서 2D/3D 변환 TV를 상업용 목적으로 개발한 이후로, 종종 기술 소개 및 제품이 등장하고 있다. Okino 그룹은 세계 최초로 MTD(Modified Time Difference) 방식을 이용하여 상업용 2D/3D 동영상 변환 TV를 개발하였다[2]. MTD 방식은 (그림 5)와 같이 영상에서 물체가 우측으로 운동하고 있고, 카메라는 정지하고 있는 상태일 때, 현재(N)번째 영상을 좌영상으로 하고, 지연 영상 중에서 (N-2)번째 영상을 우영상으로 구성하여 입체 영상을 만든 후 양안에 디스플레이하면 물체는 모니터 앞쪽으로 튀어나오듯이 보여지고, 배경은 모니터에 디스플레이되어 3차원 입체감을 느끼게 해준다[3]. 이 방식은 (그림 5)와 같이 움직이는 물체가 비교적 저속의 정수평 운동일 때만 입체 효과가 좋지만, 만일 좌·우 영상이 바뀌게 되면 물체는 배경 뒤에 있는 듯이 인식된다. 따라서 인간의 3차원 인식과 상반되는 현상이 발생하므로 눈의 피로감이 발생하게 된다. 그리고, 움직이는 물체의 방향이 수평이 아닌 비수평 운동일 경우 움직이는 물체는 하나의 상으로 융합하지 못하고 이중상으로 보여, 입체 효과를 얻을 수 없다. 또한, 움직이는 물체의 속도에 따라서 지연 영상 중 어떤 영상을 선택하는 문제가 발생한다. 즉, 물체가 고속으로 운동하는 영상인 경우에는 현재 영상을 기준으로 바로 이전 영상을 선택해야 하며, 저속인 영상인 경우에는 현재 영상을 기준으로 2~5번째 지연 영상을 선택해야 한다. 하지만, 고속인 영상에서도 입체 효과를 제공할 수 있는 충분한 양안 시차를 갖는 지연 영상을 선택하는데 한계가 있으며, 저속인 영상에서도 하드웨어 복잡도를 감안한다면 3번째 이상의 지연 영상을 저장하

는데 한계가 있다.



(그림 5) MTD 방식의 원리

Matsumoto는 영상의 깊이 정보를 이용하여 스테레오 영상을 구현하였다[4]. 이 기술은 산요 전기의 상업용 2차 제품에 적용되었는데, 저속 운동 영상인 경우에는 영상 운동을 추출한 후 운동 기반 깊이 결정 알고리즘을 이용하여 현재 영상 블록의 깊이 값을 추출한 후, 컴퓨터 그래픽스에 사용하는 원근 투영을 거쳐 좌·우 영상을 제작하였다. 단점은 이 원근 투영 때문에 영상 왜곡이 발생하여 화질이 약간 낮아지는 단점이 있다. 고속 운동이 존재하는 경우보다는 카메라 및 물체의 운동이 크지 않을 때에 적용하면 입체효과가 좋다.

TransVision의 변환 기술은 카메라와 물체의 영상간에 픽셀의 상대적 운동을 이용한다. 이 기술은 Garcia가 제안한 인간 시각 특성인 공간-시간 보간(spatial-temporal interpolation)에 근거한다[5]. 영상간 픽셀의 운동 변화를 이용하여 깊이 정보를 구하고 이를 이용하여 양안에 디스플레이 할 영상과 오프셋으로 최대 시차 값을 결정한 후 지연 영상을 선택한다. 이렇게 생성된 동영상을 VCR에 저장하면 TV 등에 연결하여 입체 영상을 보여줄 수 있다. 하드웨어는 DSP 보드를 이용하여 의료분야 및 TV에 직접 연결되어 2차원 동영상의 입체 영상의 시청이 가능하다. 이 방식은 저속 영상일 경우에는 입체감이 좋으나, 고속 영상인 경우에는 고스트 현상이 나타나는 단점이 있다.

상기한 기존의 입체 영상 변환 방법들은 영상 내 물체의 운동 방향 및 운동 속도의 해석 즉, 고·저속의 수평 운동, 비수평 운동, 고속 운동, 장면 전환, 줌 영상 등과 같이 정확한 영상 분석이 요구되며, 각각의 경우에 맞는 적절한 처리 기술이 필요하다.

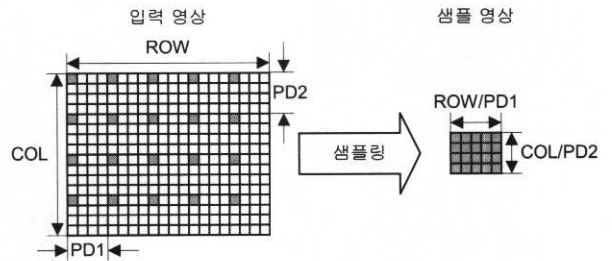
4. 제안한 입체 영상 변환 방법

제안한 입체 영상 변환 방법은 2차원 영상에서 운동 시차를 이용하여 영상 내 운동 물체의 운동 방향 및 속도와

는 상관없이 서로 다른 원근 깊이를 갖는 입체 영상을 실시간으로 제공한다.

4.1 샘플 영상의 취득

먼저 운동 시차의 효율적인 계산과 실시간 처리를 위하여 현재 및 이전 영상의 해상도 보다 작은 해상도의 샘플 영상을 PD1, PD2의 등간격으로 (그림 6)과 같이 취득한다. 등간격으로 샘플링된 샘플 영상은 원영상의 형상 정보인 휘도 분포 특성이 동일하다. 즉, 샘플 영상에 대한 히스토그램의 평균 및 표준편차는 원영상에 대한 히스토그램의 평균 및 표준편차가 동일하기 때문에 운동 시차를 실시간으로 계산하기 위해서 샘플 영상을 이용하는데 무리가 없다. 또한, 취득된 샘플 영상의 형상 정보를 추출하기 위해서 컬러 신호를 휘도 신호를 변환한다.



(그림 6) 샘플 영상의 취득

4.2 움직임 검출 및 영역 분할

현재 및 이전 영상에 대한 샘플 영상의 휘도 신호에서 움직임이 있는 픽셀을 검출한다. 움직임 검출 방법은 현재 ($P_{(N)^*}$)와 이전 ($P_{(N-1)^*}$) 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.

$$D_{pixel} = ABS(P_{(N)^*} - P_{(N-1)^*}) \quad (2)$$

if ($D_{pixel} > D_{th}$) then

$$P_{(N)^*} : \text{Moving Pixel} \quad (3)$$

else

$$P_{(N)^*} : \text{Static Pixel}$$

상기한 방법으로 검출된 픽셀은 배경 또는 운동 물체의 영역을 구성하는 픽셀로, 이 픽셀 값을 이용하여 픽셀을 구성하는 영역으로 확장시키는 단계가 필요하다. 샘플 영상을 수직 방향으로 8등분하여, 식 (4), 식 (5)와 같이 각 영역에서 움직임 픽셀 값들에 대한 평균과 표준 편차를 계산한다.

$$\mu_R = \frac{1}{L_R} \sum_{i=1}^{L_R} (P_{MOV,R})_i \quad (4)$$

여기서, μ_R 은 각 영역 R에서의 평균값, L_R 은 움직임 픽셀의 개수, 그리고 $P_{MOV,R}$ 은 움직임 픽셀을 나타낸다.

$$\sigma_R = \left(\frac{1}{L_R} \sum_{i=1}^{L_R} ((P_{MOV,R})_i - \mu_R)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

여기서, σ_R 은 각 영역 R에서의 표준 편차를 나타낸다.

샘플 영상을 수직 방향으로 8등분하는 이유는 움직이는 픽셀 값이 영상 전체에 걸쳐 동일한 계조 값이 아닌 서로 다른 계조값으로 이루어져 있을 경우 검출 에러를 줄이기 위함이다. 예를 들어, 운동장에서 사람이 달러가는 영상이 있다고 가정한다면, 여기서 배경은 운동장이 되고 움직이는 물체는 사람이 되는데, 사람의 머리, 얼굴, 상의, 하의가 대부분 모두 다른 계조를 이루므로 사람이라는 영역 모두를 검출하려면 탐색 영역의 분할이 필요하다.

영역 1
영역 2
⋮
영역 8

(그림 7) 샘플 영상의 탐색 영역 분할

4.3 깊이 지도(Depth Map) 생성

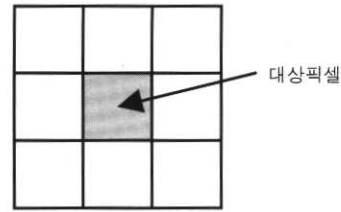
샘플 영상에서 각 영역당 계산된 8개의 평균과 표준 편차를 이용하여 원영상의 해상도 크기의 깊이 지도를 작성한다. 즉, 원영상의 픽셀값이 실험 결과에 의하여 상하위 $\mu_R \pm \sigma_R$ 의 범위에 있으면 원영상의 픽셀을 움직이는 물체를 구성하는 픽셀군으로 정하고, 상대적으로 가까운 위치에 있는 영역이므로 깊이값을 작게 설정해주며, 그 외의 픽셀군은 깊이값을 크게 설정한다.

$$\begin{aligned} & \text{if } (\mu_R - \sigma_R < (P_{ORI})_{(N)th} < \mu_R + \sigma_R) \text{ then} \\ & \quad \text{Depth}_{(N)*} : \text{Small} \\ & \text{else} \\ & \quad \text{Depth}_{(N)*} : \text{Large} \end{aligned} \quad (6)$$

여기서, $(P_{ORI})_{(N)th}$ 는 샘플 간격으로 확대된 영역에 해당되는 원영상의 픽셀을 나타낸다.

4.4 마스크 필터링

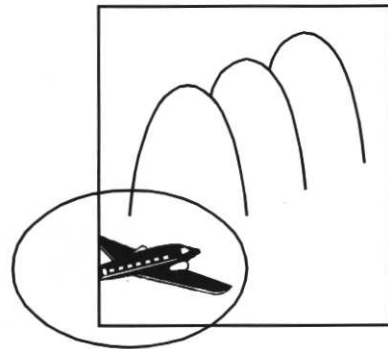
생성된 깊이 지도에서 야기되는 임펄스 노이즈를 제거하여 좀 더 자연스런 입체 영상이 생성되도록 마스크 처리를 한다. (그림 8)과 같이 대상 픽셀과 주위 인접한 8개의 픽셀의 깊이 정보가 다를 경우 그 대상 픽셀의 깊이 정보는 노이즈로 가정하고 주위 인접한 픽셀의 깊이와 동일하게 설정한다.



(그림 8) 윈도우 마스크

4.5 양시차(Positive Parallax) 처리

(그림 9)와 같이 우리가 TV 수상기 또는 모니터를 통하여 입체 영상을 시청할 때, 우리가 잘 알고 있는 물체가 화면 가장자리에 위치하여 물체의 전체 형상을 볼 수 없을 경우가 종종 있다. 만일, 그 물체를 화면보다 앞쪽에 있는 듯하게 보이기 위하여 음시차(Negative Parallax) 처리를 한다면, 단안에 의한 중첩의 원리에 위배되어 자연스런 입체감을 제공하지 못한다. 이 현상을 화면 문선(Screen Surround) 문제라 하는데, 이 문제를 해결하기 위하여 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.

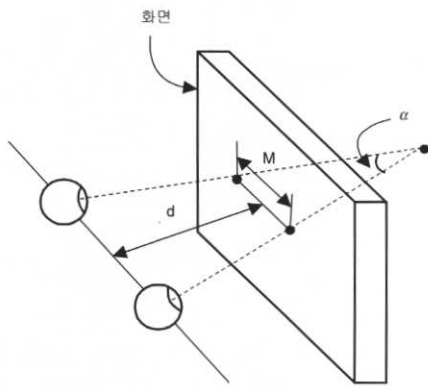


(그림 9) 화면 문선 문제

또한, 인간의 눈은 물체를 볼 때 두 가지 메카니즘이 동시에 일어나는데, 적응(Accommodation)과 수렴(Convergence)이 바로 그것이다. 적응이란 물체를 보기 위해 눈의 렌즈 두께를 변화하여 초점을 맞추는 작용이며, 수렴이란 위에서 언급했듯이 대상을 바라볼 때, 양안이 안쪽으로 회전하는 현상을 말한다. 그런데, 입체 영상을 깊이감을 주기 위하여 좌안·우안 영상에 시차 처리를 수행할 때, 시차가 클수록 적응과 수렴 작용이 분리되어 시청자로 하여금 불편감을 주게된다.

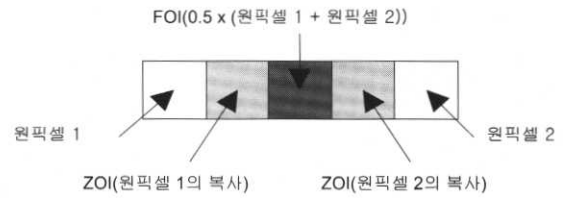
(그림 10)과 같이, 양시차는 수렴각의 향으로 표시될 수 있는데, 양안에 의하여 투영된 시점이 Mcm 간격으로 떨어져 있고, 관찰자와 화면사이의 거리가 dcm일 때 양시차 각도는 식 (7)로 표시된다.

$$\alpha = 2 \arctan \frac{M}{2d} \quad (7)$$



(그림 10) 양시차 각도

양시차 각도가 1.5°를 넘을 때, 관찰자로 하여금 불편감을 준다는 점을 감안하여[1], 본 논문에서는 양시차 각도 α 를 1.0°, PC 모니터 화면을 기준으로 d 를 30cm로 가정하여 M 을 5mm로 정하였다. 따라서, 본 논문에서는 상기한 양안의 적용과 수렴의 분리 문제와 모니터의 도트 피치를 고려하여 배경과 운동 물체의 깊이 차이를 3픽셀로 한정했으며, 깊이 차이에 의한 교합(Occlusion) 문제는 (그림 11)과 같은 ZOI(Zero Order Interpolation) 및 FOI(First Order Interpolation)와 같은 보간 알고리즘을 사용하여 해결하였다.



(그림 11) 교합 문제를 해결하기 위한 보간 알고리즘

5. 성능 평가

제안한 입체 영상 변환 방법의 성능 평가를 위하여 정원과 탁구 영상을 이용하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존의 대표적인 입체 영상 변환 방법인 MTD 방식과 제안한 방법의 성능 비교를 수행하였다.

먼저 (그림 14)에 본 논문에서 제안한 방법에 의하여 생성된 정원과 탁구 영상의 깊이 지도를 도시하였다. 이들 그림에서, 검은색은 깊이가 작은 픽셀군을 나타내고, 회색은 깊이가 큰 픽셀군을 의미한다. 정원 영상의 경우에는 중앙의 나무, 정원, 그리고 집이 운동 물체이고, 하늘이 배경임을 알 수 있으며, 탁구 영상의 경우에는 탁구공, 탁수 선수의 팔과 손목, 그리고 탁구채가 운동 물체이고, 뒤에 있는 벽이 배경임을 알 수 있다.

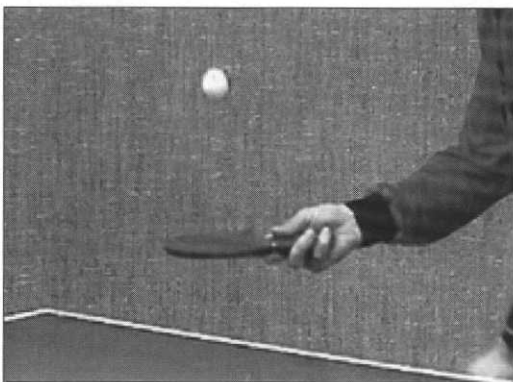


(a) (N-1)번째 영상

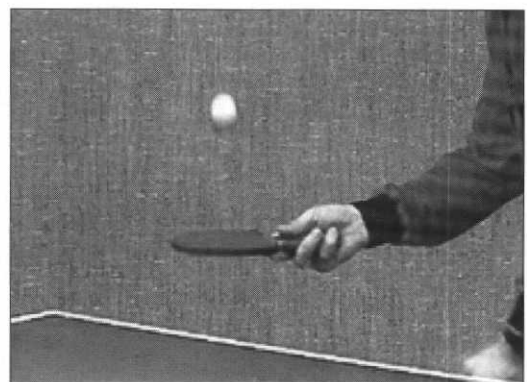


(b) (N)번째 영상

(그림 12) 정원 영상



(a) (N-1)번째 영상

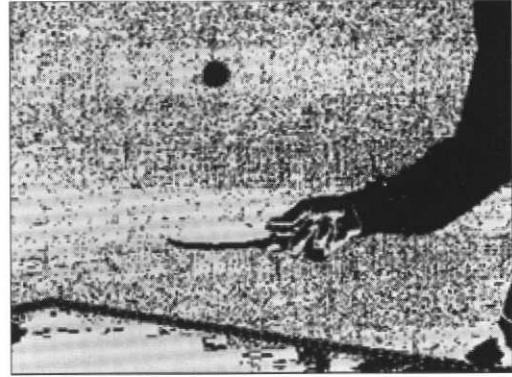


(b) (N)번째 영상

(그림 13) 탁구 영상



(a) 정원 영상의 깊이 지도



(b) 탁구 영상의 깊이 지도

(그림 14) 실험 영상의 깊이 지도

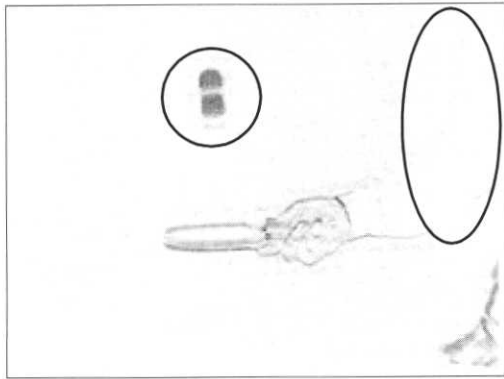


(a) MTD 방식

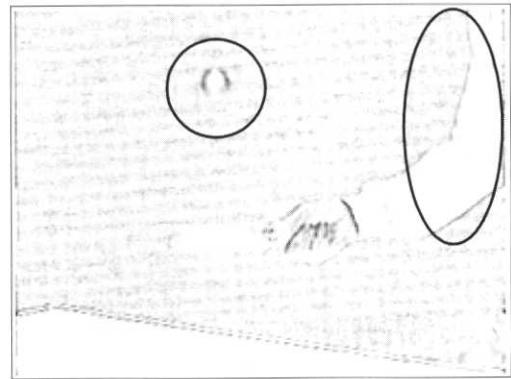


(b) 제안한 방식

(그림 15) 정원 영상의 깊이 차이



(a) MTD 방식



(b) 제안한 방식

(그림 16) 탁구 영상의 깊이 차이

또한, 본 논문에서는 성능 평가를 효율적으로 하기 위하여 각 입체 영상 변환 방법에 의해서 생성된 좌·우 영상을 이용하여, 두 영상의 픽셀 차의 절대값(이하, 깊이 차이 영상)을 구하여 배경 및 운동 물체의 깊이를 적절히 적용했는가의 여부를 판단하였다. 즉, 깊이 차이 영상 내 운동 물체의 윤곽 여부를 조사하여 각 방식의 배경 및 운동 물체의 깊이 처리 효과를 비교하였다. 식 (8)에서 P_{LEFT} 는 좌영상의 픽셀, P_{RIGHT} 는 우영상의 픽셀, P_{SIM} 은 좌·우 영상의 픽셀 차의 절대값을 나타낸다.

$$P_{SIM} = ABS(P_{LEFT} - P_{RIGHT}) \quad (8)$$

정원 영상은 배경을 중심으로 나무와 정원이 간단하게 왼쪽에서 오른쪽으로 수평 이동하는 영상으로 (그림 15)와 같이 두 방식 모두 깊이 차이가 유사함을 알 수 있다.

정원 영상과는 반대로, 탁구 영상은 간단한 수직 이동 물체가 있는 영상이다. (그림 16)과 같이, 각 방식의 깊이 차이를 보면 서로 다르다는 것을 알 수 있다. 각 영상에 원으로 표시한 부분을 자세히 살펴보면, MTD 방식에 의한 영상은 탁구공이 하나가 아닌 2개로 보임을 알 수 있으며, 제

안한 방법에 의한 영상에서는 탁구공이 하나로 보인다. 또한, 탁구 선수의 오른쪽 팔 부분도 MTD 방식에 의한 영상에서는 뚜렷하지 않지만, 제안한 방식에 의한 영상에서는 뚜렷한 모습을 볼 수 있다. 그러므로, MTD 방식으로 변환된 입체 영상을 시청할 경우, 탁구공은 하나의 공으로 융합하지 못하고 이중상으로 보이며, 단지 탁구 선수의 손목과 탁구채만이 입체로 보일 것이다. 즉, MTD 방식은 이러한 움직임이 있는 경우에 불쾌감을 주며, 눈의 피로를 가중시킨다. 반면에 제안한 방법은 탁구 선수의 손목과 탁구채는 물론 탁구선수의 오른쪽 팔로 선명하게 보이며, 탁구공도 정확히 하나로 보이기 때문에 자연스런 입체 효과가 제공됨을 알 수 있다.

상기한 바와 같이 MTD 방식을 이용하여 입체 영상 변환할 경우에는 영상 내 운동 물체의 운동 방향뿐만 아니라 속도까지도 신중하게 고려해야 한다. 즉, MTD 방식에 의해서 생성된 깊이의 양은 움직임은 물체의 속도의 양에 의해서 민감하게 좌우되기 때문에, 자연스런 입체 효과를 제공하기 위해서는 3개 이상의 많은 프레임 메모리와 복잡한 제어 기술이 요구된다. 그러나 제안한 입체 영상 변환 방법은 제안한 움직임 검출 및 영역 분할 방법과 2개의 프레임 메모리를 이용하여 영상 내 움직이는 물체의 운동 속도 및 운동 방향과는 상관없이 자연스런 입체 효과를 제공할 수 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 일반적인 2차원 영상에서 움직임 검출과 영역 분리 방법을 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 깊이 차이 영상을 이용하여 기존의 방식과 성능 비교를 수행하였으며, 제안한 방식이 영상 내 운동 물체의 운동 방향 및 속도에 무관하게 자연스런 입체 효과를 제공함을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] Lipton, et al., Stereoscopic Television System with Filed Storage for Sequential Display of Right and Left Images, U.S. Patent No.4, pp.562-563, 1985.
 [2] T. Okino, et al., "New Television with 2D/3D Image Conversion Technologies," SPIE Photonic West, Vol.2653, pp.96-103, 1995.
 [3] H. Murata, et al., "Conversion of Two-Dimensional Image to Three Dimensions," SID'95 DIGEST, pp.859-862, 1995.
 [4] Y. Matsumoto, et al., "Conversion System of Monocular Image Sequence to Stereo using Motion Parallax," SPIE

Photonic West, Vol.3012, pp.108-115, 1997.
 [5] B. J. Garcia, "Approaches to Stereoscopic Video Based on Spatio-Temporal Interpolation," SPIE Photonic West, San Jose, Vol.2635, pp.85-95, 1990.
 [6] 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.
 [7] M. B. Kim, "Conversion of 2D Video to Stereoscopic Video," Proc. 11th Korean Signal Processing Conference, pp.923-926, 1998.
 [8] S. Nagada, "How to Reinforce Perception of Depth in Single Two-Dimensional Pictures, Tyler & Francis," 1991.
 [9] A Murat Tekalp, "Digital Video Processing," Prentice Hall, 1995.
 [10] Randy Crane, "A Simplified Approach to Image Processing," Prentice Hall, 1997.
 [11] M. Sonka, et al., "Image Processing, Analysis, and Machine Vision," 2nd edition, PWS Publishing, 1998.



최 철 호

e-mail : hbw@asic.hanyang.ac.kr
 1998년 한양대학교 제어계측공학과(학사)
 2000년 한양대학교 전자전기제어계측공학과(공학석사)
 2000년~현재 한양대학교 전자전기제어계측공학과 박사과정

관심분야 : ASIC, Circuit Design, VLSI, 3D 영상 신호 처리 등



권 병 현

e-mail : bhkwon@yuhan.ac.kr
 1987년 한국항공대학교 전자공학과(학사)
 1989년 한국항공대학교 전자공학과(공학석사)
 1995년 한국항공대학교 전자공학과(공학박사)

1989년~1997년 LG전자(주) 멀티미디어 연구소 선임연구원
 1997년~현재 유한대학 정보통신과 조교수
 관심분야 : 영상 신호 처리, 영상 통신, 3D 디스플레이 등



최 명 렬

e-mail : choimy@asic.hanyang.ac.kr
 1983년 한양대학교 전자공학과(학사)
 1985년 미시간주립대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 1991년 미시간주립대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1991년 생산기술연구원 전자정보실용화센터 조교수
 1991년~1992년 생산기술연구원산하 전자부품종합기술연구원 선임 연구원
 1992년~현재 한양대학교 제어계측공학과 부교수
 관심분야 : ASICs, 신경회로망 칩 설계, 스마트카드 응용, μP /DSP 응용, Wireless ATM, ITS