

차등적 영역 이동기법을 이용한 2차원 정지영상의 3차원 입체영상 변환

정회원 이종호*, 김은수*

3D Image Conversion of 2D Still Image based-on Differential Area-Moving Scheme

Jong-ho Lee*, Eun-soo Kim* *Regular Members*

요약

본 논문에서는 입력된 2차원 정지영상에 차등적 이동기법을 적용한 스테레오스코픽 3차원 입체영상 변환 기법을 제안하였다. 즉, 입력된 2차원 영상에서 시차 및 폐색 정보를 이용하여 상대적인 거리 정보를 예측하고, 예측된 정보를 바탕으로 영상 객체들을 명암 레벨에 따라 분할한 다음, 분할된 각 영상은 수평 시차에 따라 차등적으로 영역을 이동시킴으로써 최적의 입체감을 갖는 스테레오 3차원 입체 영상을 구현하였다. 그리고, 입력 영상과 재구성된 영상간의 PSNR 비교실험 결과 시차에서 약 1.6dB 정도 향상됨을 확인하였고, 상용 스테레오 뷰어를 통한 실험결과에서는 4~5 픽셀 범위의 영역이동으로 재구성된 스테레오 영상들에서 가장 높은 입체감을 보이는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, a new scheme for image conversion of the 2D input images into the stereoscopic 3D images by using differential shifting method is proposed. First, the relative depth information is estimated by disparity and occlusion information from the input stereo images and then, each of image objects are segmented by gray-level using the estimated information. Finally, through the differential shifting of the segmented objects according to the horizontal parallax, a stereoscopic 3D image having optimal stereopsis is reconstructed. From some experimental results, it is found that the horizontal disparity can be improved about 1.6dB in PSNR for the reconstructed stereo image using the proposed scheme through comparing to that of the given input image. In the experiment of using the commercial stereo viewer, the reconstructed stereoscopic 3D images, in which each of the segmented objects are horizontally shifted in the range of 4~5 pixels are also found to have the most improved stereopsis.

1. 서론

3차원 입체영상기술은 정보통신, 방송, 영화, 의료, 게임, 가상현실 등 그 응용분야가 매우 다양하며 차세대 입체 멀티미디어 정보통신 분야에서 공통적으로 요구되는 핵심 기반 기술로 많은 연구가 이루어지고 있다.^{[1][2][3]} 최근, 2차원 영상의 3차원 영상 변환에 대한 많은 연구가 수행되고 있는데 이

러한 3차원 영상 변환의 기본 원리는 Ross의 정선 물리학 이론인 로스 현상(Ross effect)에 기반하고 있다.^{[4][5]} Ross 현상을 이용하여 Garcia는 공간-시간 보간(spatial-temporal interpolation) 기능을 가지고 있는 인간 시각 특성을 분석하여 샘플링 밀도를 이용한 방법을 제안하였고^[6], Okino 그룹은 MTD(modified time difference) 방법을 이용하여 상업용 2D/3D 동영상 변환 TV를 개발하였으며^[7] 김만배

* 광운대학교 전자공학과 국가지정 3차원 영상미디어 연구실 (eskim@daisy.gwu.ac.kr)
논문번호 : 010025-0306, 접수일자 : 2001년 3월 6일

* 본 연구는 과학기술부 국가지정연구실(NRL)사업의 지원으로 수행되었습니다.

교수팀은 운동 시차의 수평시차 변환기법을 제안한 바 있다^[8]. 그리고 1997년 Matsumoto는 운동 시차를 이용한 입체영상 구현 방법등을 제안하였지만^[9] 지금까지의 2차원 영상의 3차원 영상 변환은 동영상 중심이 이루어져 왔으며 정지 영상의 입체 영상 변환은 동영상에 비해 깊이 정보를 추출하기가 어렵기 때문에 그 연구가 제한되어 왔다. 그러나, 동영상도 연속한 정지 영상들로 구성된다는 점을 고려한다면 정지 영상의 입체영상 변환 기술은 동영상으로 확대하였을 때 더 좋은 3차원 효과를 기대할 수 있기 때문에 지속적인 연구가 필요하다.

일반적으로 인간이 외부 세계를 입체적으로 볼 수 있는 것은 두 눈에 의한 양안시차에 기인한다.^{[10][11]} 인간의 뇌는 두 장의 영상을 합성하고 영상의 차이를 통해 깊이를 인식하는 한다. 따라서 두 대의 카메라를 이용하는 스테레오 비전(stereo vision)이 인간의 시각 시스템(human visual system)에 응용될 수 있다.

본 논문에서는 입력된 2차원 영상을 재구성하여 입체감을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 다음과 같은 과정을 통해 이루어진다. 첫째로 입력된 영상에서 각 객체들의 상대적인 거리 정보를 예측한다. 스테레오 카메라로부터 얻어진 두 장의 입력 영상에서 시차와 폐색 영역 정보를 포함하는 시차 영상을 얻는다. 이들 정보는 에피폴라 선(epipolar line)과 수직을 이루는 가상 영상면에서의 위치에 따라 각기 다른 상대적인 위치 정보를 나타낸다. 두 번째로 예측된 상대적인 거리 정보를 통해서 비슷한 거리 정보를 갖는 영역을 분할하게 된다. 화소 집성에 의한 영역 확장을 이용해서 시차영상에 명암도로 나타나는 위치 정보를 영역화한다. 이를 임의의 임계값으로 필터링하여 영역을 분할한다. 마지막으로 각 영역을 차등적으로 수평 이동시켜 스테레오 영상을 재구성한다. 이러한 과정은 결과적으로 최초로 입력된 좌영상과 우영상 각각의 좌우에서 새로운 시점을 생성하게 된다.

II. 영상 객체의 거리 정보 예측

일반적으로 영상은 그림 1과 같이 각기 다른 위치에 있는 객체들로 이루어져 있다.

인간이 영상에서 멀고, 가까움을 느끼는 이유는 수정체의 원근조절, 양안시차, 양안 폭주각 등 생리적 요인과 명암, 중복, 운동 시차 등과 같은 심리적 요인 등을 이용하기 때문이다. 이를 깊이 실마리

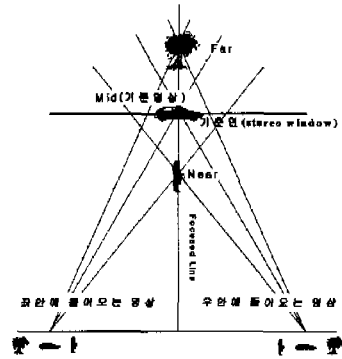


그림 1. 영상 내 물체들의 상대적인 위치

(depth cues)라고 한다. 동영상의 경우 전후 영상의 운동 시차 등이 상대적인 깊이 예측에 이용되지만, 정지 영상의 경우는 3차원 정보 예측이 매우 어렵다.

평행하게 위치한 스테레오 카메라는 좌, 우 두 장의 스테레오 영상을 획득하며, 이들 스테레오 영상은 시차 정보와 폐색 영역 정보를 갖고 있다. 블록 기반 스테레오 정합을 이용하면 좌, 우영상의 시차 영상과 두 영상 사이의 차영상을 얻을 수 있으며 이를 통해 시차 정보와 폐색 영역의 위치를 더욱 명확히 알 수 있다.^{[12][13]} 특히 폐색 영역은 스테레오 영상에서 주로 물체의 경계부분에서 나타난다. 또한 에피폴라 선과 수직으로 만나는 가상 영상면을 고려할 때, 가상 영상면의 각 객체는 서로 다른 위치에서 발생한다. 그림 2는 이를 나타낸다.

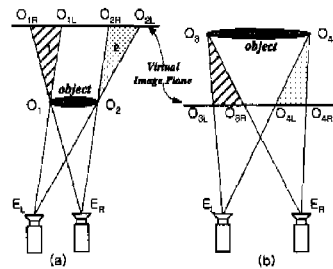


그림 2. 스테레오 영상에서 폐색 영역의 위치

- (a) VP 앞의 폐색 영역 위치
- (b) VP 뒤의 폐색 영역 위치

그림 2(a)의 경우 물체는 가상 영상면보다 앞에 위치한다. 영역 ①은 우시점 폐색 영역이며, 영역 ②는 좌시점 폐색 영역이다. 두 영역은 모두 영상 객체의 경계 외곽에 나타난다. 가상 영상면보다 뒤에 있는 경우는 경계 안쪽에 나타나며 객체의 일부 분과 접친다. 접침의 정도는 멀고 가까움의 정도에 따라 다르다. 그림 3은 이를 나타낸다.

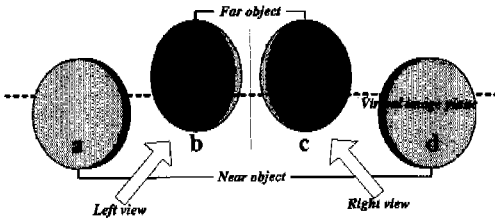


그림 3. 폐색 정보를 통한 경계 검출

그림 3에서 a와 d는 가상 영상면의 앞, b와 c는 뒤에 있는 경우이며, a와 b는 좌측에서 c와 d는 우측에서 보았을 경우를 나타낸다. 그림 3에서처럼 a, b, c, d의 경우는 각각 다른 위치에서 폐색 영역을 나타내고 있다. 예를 들어 a는 객체의 오른쪽 경계 바깥쪽에, d는 왼쪽 경계의 외각에 폐색 정보를 포함하므로 두 경우를 이용하면 가상 영상면보다 앞에 있는 객체의 경계를 추측할 수 있다. 이러한 상대적인 위치 정보는 영상 객체의 경계를 예측할 수 있게 하고, 객체를 분할하는 과정에서 판단의 근거가 된다.

III. 영상 객체의 분할

영상 분할은 영상을 구성 성분이나 물체로 구분하여 나누는 과정으로 본 논문에서는 여러 가지 깊이 실마리와 입력 스테레오 영상의 시차와 폐색 영역 정보를 통해 얻은 상대적인 위치 정보를 토대로 분할하였다. 영역기반 영상 분할은 화소 집성(pixel aggregation)에 의한 영역 확장에 의해 이루어지는데 영역확장은 화소를 그룹화 하거나 부영역(subarea)을 더 큰 영역으로 만드는 과정이다. 화소 집성이란 시드(seed)점들의 집합으로부터 시작하여 각 시드에 이와 비슷한 성질들(명암도, 색채, 바탕 짜임새 등)을 가진 각 이웃 화소들을 덧붙여 영역을 확장시키는 방법이다.

II장에서 스테레오 영상으로부터 시차 영상과 차 영상을 구하여 상대적인 거리 정보를 구하였다. 가상 영상면을 기준으로 앞에 있는 물체는 객체의 양쪽 바깥 방향으로 폐색 영역이 존재한다. 시차 영상에 나타나는 각 값들은 그레이 값(gray-level)으로 0부터 255까지의 임의의 값에 의해 필터링 할 수 있다. 다시 말해서 그레이 값은 위에서 설명한 시드가 되는 것이다. 그림 4(a)는 임의 영상의 시차 영상이고, 그림 4(b)는 시드값이다.

블록정합 알고리즘을 이용하여 구한 시차 영상과 차영상은 2차원 영상에서 보이는 단면만을 이용하

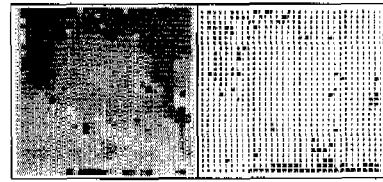


그림 4. 입력 영상의 시차 영상과 시드값
(a) 시차 영상 (b) 시드 값

기 때문에 폐색 영역의 상대적인 위치는 예측할 수 있으나 각 블록(block)의 시차값을 정확히 찾지 못하는 문제점이 발생한다. 따라서 폐색 영역에서 시차값의 오류가 발생하게 되고, 이러한 오류 시차값들은 주변의 시차값들에 비해 상관도가 떨어지며 객체 분리를 위한 영역화에도 영향을 미친다. 따라서, 모폴로지 매트릭스 필터(morphology matrix filter)를 사용하여 오류 시차를 주변 시차값들과 비교하여 상대적인 상관도를 구하였다.^[14] 이 상관도를 이용하여 주변의 값과 상관도가 낮은 값을 폐색 영역으로 판별함으로써 폐색영역에서 발생하는 오류를 제거할 수 있다. 식 (1)은 모폴로지 매트릭스 필터를 사용하여 상대적인 주변 상관도를 구하는 식이다.

$$CV(x_0, y_0) = \frac{1}{20} \sum \left\{ \begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{matrix} \times [(x, y)] \right\} \quad (1)$$

여기서, CV(x0, y0)는 (x0, y0)값의 주변 상관도를 나타낸다. 식 (2)에서 주변 상관도와 차이를 이용하여 시차값이 폐색 영역에 해당하는지 판별할 수 있다.

$$D = (x_0, y_0) - CV(x_0, y_0) \quad (2)$$

여기서, D는 주변상관치와 (x0, y0)의 차이로 폐색 영역을 판별하는 수치가 된다. D값이 클수록 주변의 시차와 상관도가 떨어지는 것을 의미한다. 폐색 영역의 판별이 끝난 후 모폴로지 매트릭스를 이용하여 주변 상관치를 구하고 폐색 영역의 값을 보상한다. 이 때 매트릭스 내부의 폐색 영역의 값들은 계산에서 제외시키기 위해 폐색 영역을 찾은 후 보상을 해야한다.

오류 보상 후에 얻어진 시차 영상은 보상 전의 영상보다 시차값의 차이를 더욱 선명하게 보이고 있다. 분리하고자 하는 객체를 정하여 임의의 시드 값을 기준으로 영역을 분할하면 된다. 물론, 그림 5

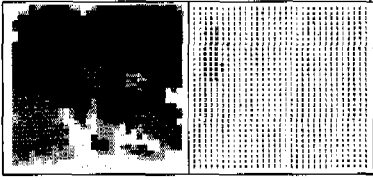


그림 5. 오류 보상된 시차 영상과 시드값
(a) Disparity image (b) Seed values

에 보여지는 시차값들이 영상 객체들 각각의 상대적인 거리 정보를 보여주고 있다고 할 수는 없지만 영상에서 부각할 수 있는 객체들은 충분히 나타나고 있음을 알 수 있다.

IV. 차동적 수평이동에 의한 스테레오 영상 재구성

효과적인 영상 분리를 위해서는 먼저 깊이감을 인지하는 인간 시각 시스템과 3차원 영상 구현을 위한 스테레오 비전 시스템과의 관계를 고려해야 한다. 인간의 눈은 양안 시차 때문에 망막에 서로 다른 시점의 영상을 맺는다. 그림 6은 이러한 인간의 시각 시스템을 보여주고 있다.

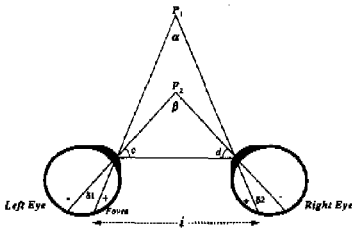


그림 6. 인간 시각 시스템

점 p1과 점 p2에서 각각 두 눈의 초점이 맞춰진다면, 그림 6에서 $\alpha + \delta 1 + c + \delta 2 + d = 180$ 이며 $\beta + c + d = 180$ 가 되므로 식(3)과 같은 관계가 성립한다.

$$\alpha - \beta = \delta 1 + \delta 2 \quad (3)$$

여기서 $\delta 1 + \delta 2$ 는 망막 시차(retinal disparity)라 하며 이것은 두 점에 의해서 생긴 폭주각 사이의 차와 같다. 각 α 와 β 사이의 차가 커지면 인간이 느끼는 깊이감도 커지게 된다. 따라서, 인간의 느끼는 깊이감은 망막 시차에 비례한다는 것을 알 수 있다. 이러한 인간 시각 시스템을 스테레오 비전 시스템에서 생각해 보자. 본 논문에서는 평행하게 위치 한 두 대의 스테레오 카메라로 구성되는 스테레오 비전 시스템을 구성하였다.

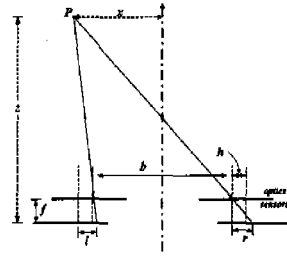


그림 7. 스테레오 비전 시스템

두 대의 카메라 광축은 나란히 위치하며, 한 점 p를 주시하고 있다. z는 카메라와 물체까지의 거리이고, b는 카메라 사이의 거리를 나타낸다. 그리고 x는 물체의 이동 허용 오차, f는 카메라 초점 거리, h는 CCD 센서 이동 거리, l과 r은 렌즈에 맺히는 좌우 영상의 위치를 각각 나타낸다. 그림 7의 빗금 친 영역으로부터 식 (4)와 같은 관계식을 얻을 수 있다.

$$\frac{x - \frac{b}{2}}{z} = \frac{x - \frac{b}{2} - h + l}{f + z} \quad (4)$$

그리고 식 (4)으로부터 l과 r에 대해 구하면 식 (5), 식(6)과 같이 주어진다.

$$l = \frac{fx}{z} - \frac{fb}{2z} + h \quad (5)$$

$$r = \frac{fx}{z} + \frac{fb}{2z} - h \quad (6)$$

식 (3)을 보면 인간 시각 시스템에서 망막에 맺히는 상의 위치가 망막 시차를 결정하였다. 결국 스테레오 비전 시스템에서도 식 (5)와 식 (6)에서 구한 l과 r의 차는 두 카메라에 들어오는 영상의 시차임을 알 수 있으며 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$d = (l - r) = 2h - \frac{fb}{z} \quad (7)$$

결국, 깊이감을 증대시키기 위해서 본 논문에서는 차동적 수평 이동을 통해 시차값을 조절하였다. 분할된 영역의 효과적인 분리를 위해서는 깊이감에 대한 양안시차와의 관계 모델을 분석해야 한다. 두 눈은 약 65mm정도 떨어져 있기 때문에 각 물체는 서로 다른 두 곳에서 스테레오 창과 만나게 되는데 이 거리 차이를 수평 시차(horizontal parallax)라고 한다. 그림 8은 수평 시차의 관계를 설명하는 것으로 영역 1은 에피플라 선과 수직으로 만나는 임의

의 가상 영상면보다 앞에 있는 물체이고 영역 2는 뒤에 있는 물체이다.

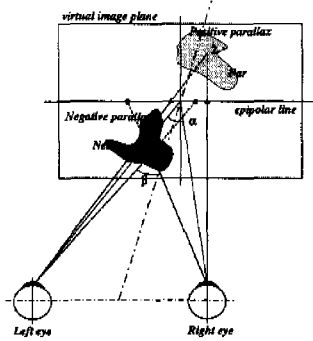


그림 8. 수평 시차

여기서, 두 눈의 초점이 이루는 각이 α 인 경우, 이러한 주시각 α 와 각 영역에서 두 눈이 이루는 각 β 와의 관계를 살펴보면 다음과 같다. 즉, 영역 1은 $\beta > \alpha$ 로 망막 시차가 음수가 되는데 이것을 음시차(negative parallax)라고 한다. 그리고 영역 2의 경우는 $\alpha > \beta$ 의 관계로 시차가 양수이고 양시차(positive parallax)라고 한다. 음시차인 경우 두 눈의 광축은 교차하게 되고 좌안에는 우영상이, 우안에는 좌영상이 들어오게 된다. 양시차인 경우는 광축이 평행하므로 좌안에는 좌영상이, 우안에는 우영상이 들어오게 된다. 분할된 영상 객체들을 상대적인 거리 정보에 따라 음시차를 갖는 경우와 양시차를 갖는 경우에 수평 시차의 원리를 이용하여 수평 이동을 시켜 주는 것이다. 다시 말해서, 두 장의 입력 스테레오 영상은 각각 다른 두 장의 스테레오 영상으로 재구성되는 것이다. 그림 9는 스테레오 영상 재구성을 위한 각 분할 객체의 이동 방향을 설명한 것이다.

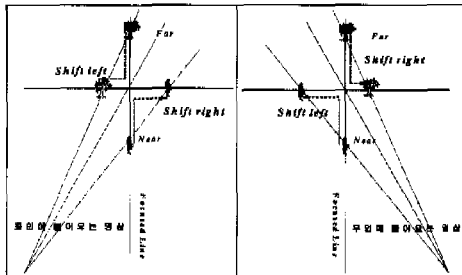


그림 9. 분할 객체의 이동 방향
(a) 좌측 영상 (b) 우측 영상

좌측 영상에서는 멀리 있는 나무는 좌측으로 이동시키고, 가까운 곳에 있는 사람은 우측으로 이동시키게 된다. 우측 영상은 반대로 멀리 있는 나무는

우측으로, 가까이 있는 사람은 좌측으로 이동시키게 된다. 깊이감 향상을 위한 시차 조절을 위해서는 각 분할 객체의 이동 범위가 결정되어야 한다. 그림 10은 수평 이동 가능 범위를 나타내고 있다.

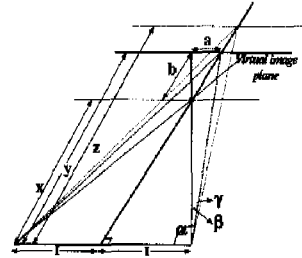


그림 10. 수평 이동 범위

그림 10은 음시차를 갖는 경우를 나타내고 있다. a는 수평으로 이동 가능한 범위이고 b는 이동에 따른 상대적인 깊이감을 나타낸다. I는 두 눈 사이의 거리를 나타내는 것으로 여기서 2I는 Inter-ocular distance(IOD)라 한다. x, y, z는 관찰자와 각 객체 사이의 거리이며 식 (8),(9)로부터 음시차 객체까지의 거리인 x를 구할 수 있다.

$$\tan(\alpha - \beta) = \frac{x}{I} \quad (8)$$

$$\tan \alpha = \frac{y}{I} \quad (9)$$

여기서, α 는 카메라 베이스 라인(base line)과 중심점 사이의 각을 나타낸다. 중심점까지 거리 y를 임의의 모니터 스크린 시청거리로 하고, I는 IOD의 반이므로 주시각 α 를 대략적으로 구할 수 있다. 식 (8)과 (9)에서 x에 대해 풀면 식 (10)을 얻을 수 있다.

$$x = \frac{I(y - I \tan \beta)}{I + y \tan \beta} \quad (10)$$

수평 이동 범위 a와 깊이감 b의 관계는 식 (11)과 같다.

$$a = \frac{bI}{x} = \frac{(y-x)I}{x} \quad (11)$$

식 (11)에서 알 수 있듯이 수평 이동 범위 a는 b와 비례 관계에 있다. 즉, 영상에서 수평 이동 정도에 따라 느껴지는 깊이감도 달라진다. 분할된 객체를 차등적으로 수평 이동시키으로써 입력된 스테레오 영상의 좌영상과 우영상 각각 좌우에 재구성된 스테레오 영상을 갖게 된다. 또한, 재구성된 영상들은 입력 영상에 비해 향상된 스크린 시차를 갖게 된다.

V. 시물레이션 및 결과 고찰

그림 13은 전체 시물레이션 개요도를 나타낸 것이다.

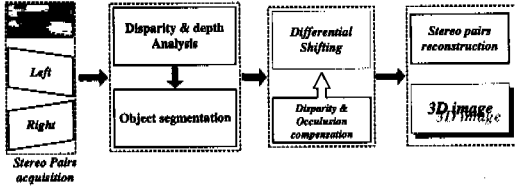


그림 13. 전체 개요도

그림 14는 실험에 사용된 aqua 영상의 좌영상과 우영상의 스테레오 정합으로 얻은 시차 영상을 나타낸 것이다. 좌영상으로 기준 영상으로 하였으며, 정합 시 블록의 크기는 8×8로 하였다.

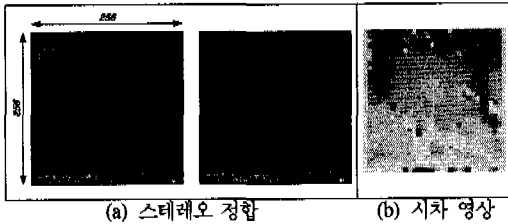


그림 14. 스테레오 정합과 시차영상

시차 영상에 나타난 폐색 영역을 판별하기 위하여 입력 스테레오 영상의 차영상을 이용한다. 그림 15은 입력 영상의 차영상을 나타낸 것이다.

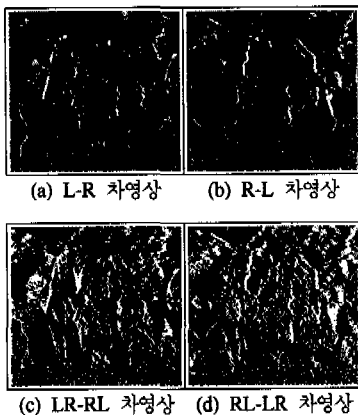


그림 15. 입력 영상의 차영상

그림 3에서 설명한 것처럼 좌안에서 본 차영상은

그림 15(a)와 같이 폐색 영역이 나타나며, 우안에서 본 경우는 15(b)에서처럼 그 반대의 위치에서 폐색 영역이 나타남을 볼 수 있다. 그림 15(c),(d)는 그림 (a),(b)를 가지고 다시 그 차이를 나타내어 본 것이다. 나타나는 폐색 영역의 위치가 더욱 극명하게 나타남을 알 수 있다. 차영상을 통해 얻은 폐색 영역의 위치 정보를 토대로 모폴로지 매트릭스 필터를 이용하여 시차 영상에서 오류 시차를 보상하였다. 그림 16은 차영상에 나타난 폐색 영역의 위치 정보와 그를 통해 시차 보상된 영상을 나타낸 것이다.

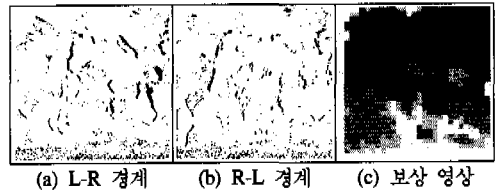


그림 16. 폐색 영역 정보와 시차 보상

시차 보상된 영상을 이용하여 객체 분할 마스크를 생성하고 영상 객체를 분할하게 된다. 영역 분할 결과 얻어진 각 영역들에 대해 이동방향과 이동 범위를 정하게 된다. 본 실험에 사용된 영상은 256×256 해상도를 갖고, 스크린의 해상도는 1152×864이다. 평행식 카메라를 사용하였으므로 수평 시차는 고려하지 않았다. 스크린 크기는 17인치(약 40 cm : 32cm×24cm)이다. 눈 사이의 거리 2I는 6cm, 관찰자와 스크린 사이의 거리 y는 45cm로 가정하였다. 본 실험에서 수평 이동 거리 즉, 허용 가능한 스크린 시차는 시청 거리와 시야각에 의해 결정된다. 식 (12)는 이러한 관계를 나타내며 이 경우 약 ±12mm의 허용 시차를 갖는다.

$$\alpha = 2\arctan \frac{b}{2d} \tag{12}$$

따라서, 음시차를 갖는 경우 최대 4~5 픽셀 이동 가능하다. 하지만 차등 이동법을 적용하기 위해서는 음시차의 이동 거리는 양시차 이동거리보다는 커야 한다. 양시차 영역의 수평 이동 거리를 구하기 위해서는 먼저 z값을 구하고, 다음으로 깊이값(z-y)을 구해야 한다. 이 실험에서 거리 I는 3cm, 거리 y는 45cm로 고정된 길이라고 가정하였고 인간의 눈은 시선이 인쪽을 향하는 폭주(convergence) 운동이 기본이므로 2I<6cm를 만족해야 한다. 따라서, 그림 10에서 두 눈과 기준면과의 교차각 α가 86°로 주어진 다. 폭주 운동을 만족하기 위해서는 α+y<90°이

므로 γ 는 $1^\circ \leq \alpha \leq 3^\circ$ 사이의 값을 갖게 된다. 식 (8),(9)를 이용해서 식 (10)을 얻은 것처럼 z 의 식도 구할 수 있고, 양시차 영역의 깊이감($z-y$)의 범위를 구할 수 있다. 그림 17은 스테레오 영상 재구성 개념을 나타낸 것이다.

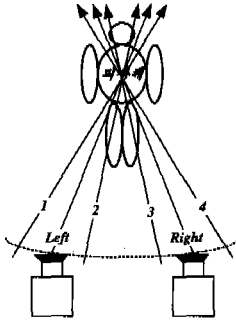


그림 17. 스테레오 영상 재구성

입력 좌영상의 좌우에 시차 조절된 스테레오 영상 1과 2가 재구성된다. 역시 입력 우영상의 좌우에도 3과 4가 재구성된다. 그림 18은 재구성된 스테레오 영상이다.

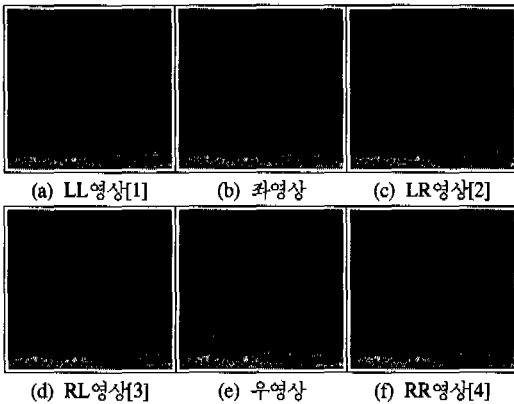


그림 18. 재구성된 영상 결과

표 1. 결과 영상의 PSNR 비교

	1 view	Left	2 view	3 view	Right	4 view
1 view		27.762	26.252	24.278	23.912	23.255
Left	27.762		28.187	26.316	24.897	23.749
2 view	26.252	28.187		27.912	26.089	24.533
3 view	24.278	26.316	27.912		27.738	25.584
Right	23.912	24.897	26.089	27.738		27.287
4 view	23.255	23.749	24.533	25.584	27.287	

재구성된 영상의 성능 평가 지수로 입력 스테레오 영상과 재구성된 영상들의 PSNR을 비교해 보았

다. 표 1은 비교 결과이다.

원 좌영상과 우영상의 값이 24.897dB인데 반해 재구성된 영상의 가장 외각에 생성된 LL영상(1 view)과 RR영상(4 view)은 23.255dB이다. 또한 가장 안쪽에 생성된 영상인 2 view와 3 view는 27.912dB를 얻었다. 따라서, 최 외각에 생성된 영상은 원 영상보다 시차면에서 향상된 결과를 보임을 알 수 있다. 영상 객체의 이동을 좀더 쉽게 알기 위하여 비교 영상으로 스테레오 영상을 재구성하였다. 그림 19은 비교 실험 결과이다.

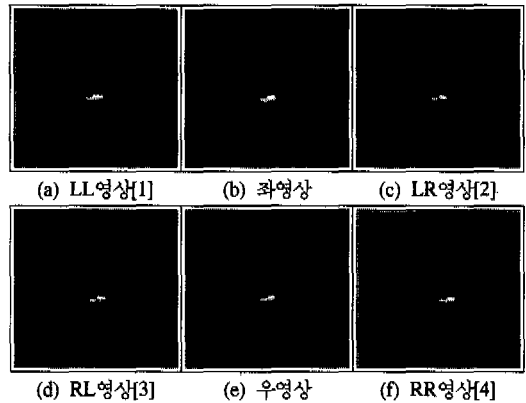


그림 19. 비교 영상 결과

그림 19의 가운데 흰 기둥을 기준으로 바로 뒤에 있는 검은 사각형의 겹치는 부분을 보면 각 시점에 대해서 객체가 이동되었음을 알 수 있다. 제안한 방법으로 얻은 결과 영상을 그림 20과 같은 스테레오 3D 뷰어(Real 3D사 제품)를 이용하여 평가하였다.^[15] 이 스테레오 3D 뷰어는 초점 거리 5½"를 갖는 플라스틱 프리즘 렌즈를 장착하고 있다.

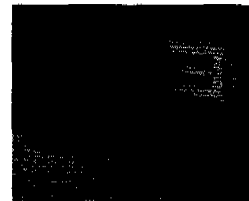


그림 20. 실험 장면

V. 결 론

본 논문에서는 입력된 2차원 영상에서 상대적인 거리 정보를 예측하고, 그 정보를 바탕으로 영상 객체들을 분할하였다. 분할된 영상은 차등 이동법을 이용하여 최적의 입체감을 갖도록 재구성하였다. 시

