

TV 영상의 3차원 변환을 위한 공간분석 알고리즘에 관한 연구

신강호* 김계국**

A Study on the space analysis algorithm for 3D TV image conversion

kang-ho Shin* kye-kook Kim**

요 약

3차원 영상은 2차원 영상과 달리 사물을 직접 볼 때처럼 입체감을 느낄 수 있으며 영상을 통해 바라보는 공간과 자신의 공간 연결이 더 자연스러워지므로 시각정보에 큰 영향을 주고 있다. 2차원 영상을 3차원으로 변환하기 위하여 몇 가지 방법이 제시되고 있다. 본 논문에서는 3차원 영상을 변환하기 위하여 2차원 단일 영상을 사용하지 않고 계속적으로 입력되는 다중 영상을 MPEG의 움직임 벡터를 적용한 공간적 분석 알고리즘을 제안한 결과 실험대상으로부터 3차원 효과를 확인하였다.

Abstract

The stereoscopic image is that we can see it closer than a real thing compared to 2D image, and it has influence on human's vision information because it is more natural method to feel connections between the spaces of the image and himself. There are several method convert from 2d image to 3d image. But, in this paper, we are propose the image separate algorithm of continuous input system through a spatial analysis, not be done with 2D still image. Additionally, we will adapt to the moving vector which has been used in MPEG. In this experiment, we obtained the effect of 3D image.

* 건국대학교 전자공학과
** 국립원주대학 전자통신과 교수

I. 서론

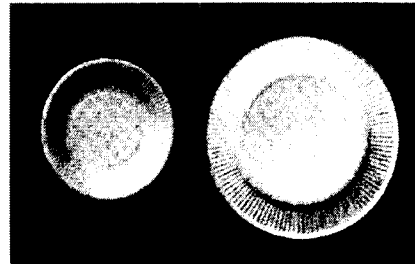


그림 1. 명암에 의한 깊이감 효과

3차원 영상에 대한 연구는 19세기 중엽쯤에 시작하여 19세기 후반에 들어서 활발하게 연구가 진행되었지만 기술적인 한계에 부딪혀 이론적인 연구에 지나지 않았다. 현재 3차원 영상처리 연구에 적용되고 있는 방법은 페럴렉스 베리어, 렌티큘라, 그리고 다안식 시스템과 같은 것들이 있다.

2차원 영상을 3차원으로 변환하는 방법은 현재 여러 가지 방법이 있으나 본 연구에서는 2차원 단일 영상을 처리하지 않고 계속적으로 입력되는 영상을 공간적인 분석을 통한 영상분리 알고리즘을 채택하여 MPEG에서 사용되고 있는 움직임 벡터를 찾아내는 방법을 적용토록 하여 2차원 영상을 3차원 영상으로 변환하는 방법을 시도했다.

현재까지 나온 3차원 TV 컨버터는 NTSC 영상을 단지 우수필드와 기수필드를 분리하여 쉬프트하는 정도로 섬세한 3차원 영상을 표현하지 못하고 있기 때문에 많은 문제점을 가지고 있다. 본 논문의 2장에서는 스테레오스코픽에 대해 알아보고, 3장과 4장에서는 3차원 영상의 제작과 변환 방법에 대하여 논하고, 5장에서는 본 논문에서 제안한 방법에 대한 결론과 향후 연구방향에 대하여 기술한다.

II. 스테레오스코픽 비전의 구조

인간의 눈은 가로 방향으로 약 6.5cm 떨어져 2개 존재하므로 인해 생겨나는 양안에 의한 요인인 깊이 감을 느끼는 데 있어서 특히 중요한데, 이것에는 폭주(vergence)로 불리는 것과, 양안시차(binocular disparity)로 불리는 것이 있다(1).

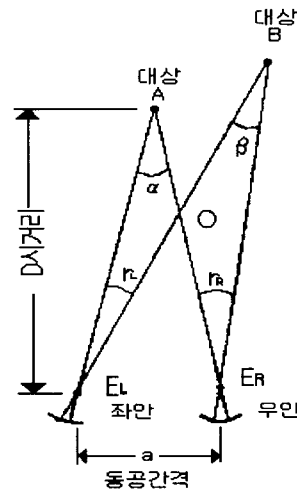


그림 2. 폭주와 양안시차의 관계

그림1 은종이 접시를 이용한 명암에 의한 깊이 감을 느낄 수 있는 예로 위·아래를 반대로 하여 바라보면 작은 접시와 큰 접시의 명암이 바뀌는 것을 알 수 있다. 그림 2 에서와 같이 어떤 대상 A를 바라 볼 때, 양안은 내향으로 회전하여, 그 대상 위에서 만난다. 이와 같은 양안의 작용을 폭주라 부른다. A를 주시하고 있을 때, 이것과는 다른 방향에서 다른 오행을 갖는 대상 B와의 사이의 양안시차는 좌우 안에서의 간격 량의 차, 즉 각도로 표현하면 $r_L - r_R$ 로 주어진다(2). 또, 그림에서 B가 양안에 대해 갖는 각을 β 로 하였을 때, 3각형 ELOA 및 3각형 EROB에 주목해서 보면 (내각의 합이 같으므로) 앞에서 말한 양안시차는 $\beta - a$ 라는 형으로도 표현할 수 있다.

2-1. 깊이 감도(Depth Sensitivity)

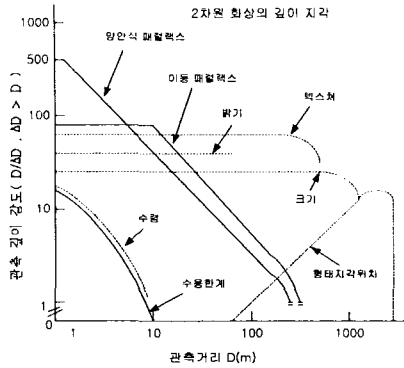


그림 3. 각 요인에 따른 깊이감파 거리 특성

임의의 대상까지의 거리를 D, 이 대상이 뒤 방향으로 움직였을 때 오행의 변화를 지각할 수 있는 최소의 거리 변화(오행판별한계)를 ΔD 로 하였을 때, 오행감도는 $D/(\Delta D)$ 로 정의된다(3).

즉, 어떤 시거리 D에서, 오행이 변환한 것을 느끼게 하는 거리변화 ΔD 가 작으면 작을수록, 오행감도가 크다는 것이 된다. 앞에서 설명한 각각의 요인 중 조절, 폭주, 양안시차, 운동시차, 망막상의 크기, 공기투시, 텍스처 및 밝기에 대한 그 유효범위가 오행감도를 사용해서 평가되고 있다 가로축에 시거리 D, 세로축에 오행감도를 잡고 이것들을 나타내면 그림 3 과 같다.

2-2. 양안 플리커

점멸하는 빛의 주파수를 상승시켜나 가면 이윽고 이 점멸을 느끼지 않게 되어, 일정한 밝기의 빛으로 보이게 된다, 점멸을 느낄 수 없게 되는 바로 그곳의 주파수는 CFF(critical flicker frequency)로 불린다. CFF는 시표의 면적이나 눈의 순응 상태에 따라서도 변화한다(4).

표 1. CFF의 측정결과

실험자	조건지	단안만 제시 CFF(Hz)		양안 CFF(Hz)
		L	R	
A		61.9	61.5	55.3
		±1.8	±1.5	±1.9
B		61.5	63.4	49.8
		±2.8	±3.0	±1.6
C		58.0	59.5	56.3
		±1.7	±1.4	±1.0

NTSC방식의 TV를 사용한 시 분할시스템의 경우, 단안에는 매초 30장의 화상이 제시되는 것이 되는데, 표준

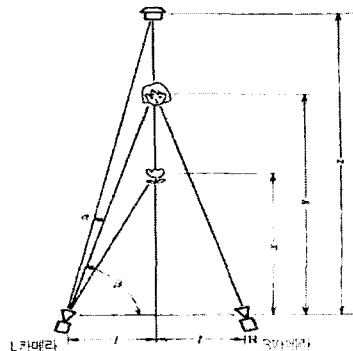
적인 관찰조건인 경우, 이 값은 CFF보다도 상당히 작으므로, 이 시스템에서는 입체 영상이 가능하지만, 상당한 플리커(반짝임)를 느낀다. 이와 같은 경우에 플리커를 느낄 수 없게 되는 조건을 구하기 위해, 시야의 크기가 $30^{\circ} \times 22.5^{\circ}$, 최대 휘도 380cd/m^2 로 점멸하는 시표를 사용해서 CFF를 조사하였다.

III. 3차원 영상 콘텐츠 제작과 편집

촬영·생성계에서는 TV 카메라나 CG가 사용되는데 디스플레이와 아울러 입체영상 시스템을 특징 지어주는 가장 중요한 기본 시스템이다(5)(6). CG는 보다 빠르게 자유도가 높은 수법이 개발되어 가고 있으며, 실상과 중첩하거나 실경과 공존하는 경우도 생각되고 있다. 현재로서는 촬영·생성계의 주체는 카메라이며 CG는 카메라로는 얻을 수 없는 특수한 조건의 영상에 주로 사용된다.

3-1. 입체감 조절

현재 가장 흔히 사용되고 있는 촬영시스템은 동시식의 교차식이다. 그 촬영조건·재생조건에서 입체효과를 이하의 계산식에서 구해본다. 촬영시의 위치 관계를 그림 4에 나타낸다. 위치관계를 간략화하기 위해 피사체인 꽃·인물·집은 일직선상에 있으며 카메라 각점을 2I로 하고 각도는 각각 rad로 표시한다. 수렴(좌우카메라의 광축 중심의 교점 : convergence point)은 인물에 맞춘다(7).



꽃·인물·집은 일직선상에 있다. 카메라의 각점은 2I 중심은 인물로 맞춘다. 각도 rad로 표시

그림 4. 촬영시의 위치 관계

그림의 L(좌)카메라에서 보면 좌로부터 집·인물·꽃의 순으로 보이지만 R카메라에 대해서는 꽃·인물·집의 순으로 된다. 이것을 스크린에 투사하여 L영상은 좌안에 만, R영상은 우안에만 들어오게 해서(공간 분리해서) 보면 인물은 스크린에, 앞쪽에는 꽃, 안쪽에는 집이 위치한다.

그리고, 촬영에 사용한 렌즈의 수평화각을 $\theta(\text{rad})$ 로 하고, 재생스크린의 수평사이즈를 S, 스크린에서의 L 및 R 영상의 집과 인물의 거리를 d로 하면 그림 4에서

$$\tan(a + \beta) = \frac{z}{I} \quad (1)$$

$$\tan \beta = \frac{y}{I} \quad (2)$$

를 소거하고 z에 대해 풀면

$$z = \frac{I(\tan a + y)}{I - y \tan a} \quad (3)$$

$$\frac{S}{d} = \frac{\theta}{n} \quad (4)$$

식 4에서

$$z = \frac{I(\tan(\theta \cdot d/s) + y)}{I - y \tan(\theta \cdot d/s)} \quad (5)$$

IV. 3차원 변환 장치

1953년 미국에서 NTSC 컬러 TV가 개발된 이래 지난 40년 간 TV는 일상 생활에서 가장 중요한 정보 전달 매체로서 비약적 발전을 거듭하였다. 그러나 지금까지 다른 과학기술분야의 급속한 발전에 비해 TV 전송 및 화상처리 기술은 아주 미흡한 상태에 있다.

4-1. 3차원 움직임 추출

우리가 TV를 통해 시청하는 영상들은 대부분 배우들과 배경으로 이루어진다는 점을 감안할 때 대부분의 영상이 아래쪽은 가까운 곳을 위쪽은 먼 곳을 지향한다는 사

실을 알 수 있다.

본 연구에서는 MPEG에서 사용되고 있는 움직임 추적 알고리즘인 MacroBlock을 사용하여 Motion을 대각선 처리하여 움직임을 추출하고 배경과 물체를 구분하기 위해 연속해 들어오는 5 프레임을 가지고 MPEG에서 영상 압축 기법으로 사용되고 있는 I-Picture, B-Picture, P-Picture 와 같은 영상을 분리한 후 새로운 3차원 영상을 합성하여 처리하고 있다.

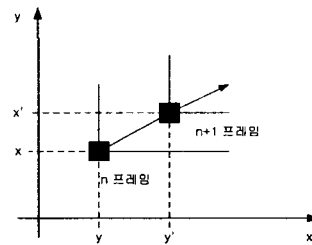


그림 5. 움직임 거리 추출

표준 NTSC TV 화면은 640×480 의 해상도로 가지고 있으므로 16×16 의 MacroBlock으로 나누어 총 1200개의 MacroBlock으로 구분되어 있으므로 1200번의 연산처리가 필요하다.

한 프레임을 MacroBlock으로 나누고 이어서 들어오는 프레임과의 차(Disparity)를 이용한 움직임 추출은 TV이의 경우 Y/C를 분리하여 처리하므로 16Bit 컬러로 표현되므로 Y와 C를 따로 연산을 수행하고 있다.

N_x, N_y 는 16×16 으로 MacroBlock의 크기는 고정하여 사용하였다. 이것은 보통 MPEG에서 사용되는 8×8 을 사용할 경우 처리속도 및 메모리의 양을 고려할 때 많은 문제점을 가지고 있어 MacroBlock은 16×16 으로 고정하여 MPEG에서 사용되는 기본 알고리즘으로 3D 컨버터에 적용하기 위해 간단하게 수식을 새롭게 만들어 냈다.

V. 시스템 구성 및 실험

본 논문에서 제안된 알고리즘을 실험하기 위해 그림 6과 같은 시스템을 설계하여 실험을 행하였다.

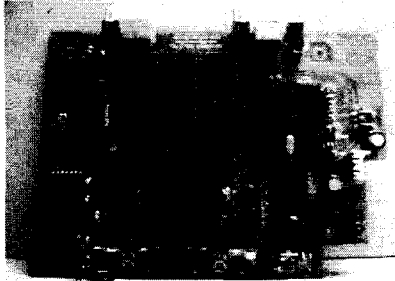


그림 6. 제작된 실험보드



그림 7. 입력된 2차원 영상

본 논문에서 사용된 영상은 NTSC로 초당 30 프레임 을 같은 영상으로 많은 양의 메모리와 고속의 프로세서가 필요한 관계로 1초동안의 영상을 저장한후 DSP를 통해 영상을 3차원으로 변환하여 NTSC로 출력하는 시스템을 설계하였다. 실험에 참여한 사람들에게 3차원으로 촬영된 영상과 변환된 영상을 보여 주고 3차원 효과에 대한 평가를 받은 결과 10명중 10명이 변환된 영상을 보고 3차원 효과를 느낄 수 있다고 평가 했다.

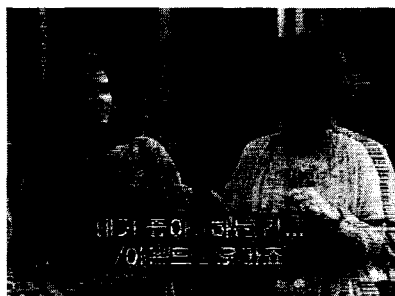


그림 8. 변형된 3차원 영상

VI. 결 론

본 논문에서 제안한 움직임 추출을 통한 시차적용 알고리즘을 적용시킨 결과 지금까지의 TV용 3차원 컨버터의 단순 이미지 쉬프트 방식보다 더 효율적인 3차원 영상을 얻을 수 있었다. 실제 3차원 카메라를 가지고 촬영한 영상과 비교해 완벽한 3차원 영상을 얻을 수는 없었지만 2.5차원 영상이라고 표현 할 수 있을 정도의 효과를 시청하는 사람들로 부터 확인했다. 3차원 영상에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으나 2차원 영상을 3차원 영상으로 변환하는 연구는 아직까지도 저조한 상태이다. 기술적으로 TV와 같은 동영상을 3차원으로 변환하기 위해서는 고속의 DSP와 많은 메모리가 필요하기 때문에 현재 MPEG 엔코딩에 사용되고 있는 DSP를 응용하여 3차원 전용 DSP를 개발한다면 앞으로 3차원 영상 변환에 대한 연구가 급속히 발전하리라고 생각된다.

참고문헌

- [1] 김은수, 이승현 공역, "3차원 영상의 기초", 오음사&기다리, 1998.
- [2] 월간디스플레이, vol.6, no.1, 2000.
- [3] K. Hamada et al., "A Field-sequential stereoscopic display system with 42-in. HDTV DC-PDP", IDW '98, Proceedings, PDP5-4, pp.555-558, 1998.
- [4] Stereoscopic Displays and Virtual Reality System VII, proceedings of SPIE, vol.3957, 2000.
- [5] COST 230 - Stereoscopic Television : Standards, Technology and Signal Proceeding, Final Report, 1998.

- [6] Proceedings of International Workshop on Synthetic-Natural Hybrid Coding and Three Dimensional Imaging, Rhodes(GR), Sep. 1997.
- [7] A.Kopernik, M.Waldowski: "Efficient Transmission of Stereoscopic Images for HDTV", 2nd European Workshop on 3DTV, Darmstadt, Deutschland, Sep. 1990.

저 자 소 개



신 강 호

서울 산업대학교 전자공학과 졸업(학사)
전국대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
전국대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료
<관심분야> 컴퓨터네트워크보안, 신호처리



김 계 국

1954년 제주 우도 출생
광대학교 전자공학과졸업(학사)
승실대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
전국대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
현재 국립원주대학 전자통신과 교수
<관심분야> 신호처리