

선박설계용 VR의 3차원 입체 형상 구현 (Stereoscopic)의 적용성에 대한 연구

이재환* · 박병재**

*충남대학교 공과대학 선박해양공학과

**충남대학교 선박해양공학과 대학원

A Study on the stereoscopic method for 3 dimensional expression in VR application for ship design

JAE-HWAN LEE*, BYOUNG-JAE PARK**

*Dept. of Naval Architecture and Ocean Eng. Chungnam National University, Daejeon, Korea

**Dept. of Naval Architecture and Ocean Eng. Chungnam National University, Graduate School. Daejeon, Korea

KEY WORDS: VR application VR 응용, stereoscopic method 입체시 방법 OpenGL, Stereoscopic 차원 입체시, red blue method 적청 방법, interlace method 어긋 방법, above-below method 위-아래 방법

ABSTRACT: In this paper, theoretical basis of stereoscopic display is investigated and programmed to show the application which could be used in the Virtual Reality (VR), especially for ship design. Stereoscopic is based on the separated view point of left and right eyes on the screen and making 3 dimensional image. There different stereoscopic methods such as red-blue, interlacing, side-by-side and above-below are investigated and implemented to show the simple ship model and inside of ship. To show the 3 dimensional view, OpenGL is used to make program by implementing the logic of stereoscopic. Simple models and ship design are implemented to survey the applicability of stereoscopic for ship design. The best way is to use two projectors to emit interlaced shape. It is expected to imply this technique in the VR application for ship design.

1. 서 론

인간이 현실을 인지하는데 하는 이유는 오감(五感)이 충족되기 때문이다. 즉, 시각, 촉각, 청각, 후각, 미각의 원인에 의하여 자극이 되어 신경세포에 의하여 감지되고 뇌에서 여러 작용에 의하여 현실을 인지하는 것이다. 인간이 느끼는 오감 중에서도 현실을 인지하는데 가장 큰 비중을 차지하는 감각이 시각이며 따라서 현실을 가상의 공간에 만들고자 하는 Virtual Reality (VR)에서도 시각적인 면이 가장 중요하다. 그렇기 때문에 현재 3D 그래픽스 기법들은 시각을 만족시키기 위하여 현실과 매우 흡사한 영상을 표현할 수 있을 정도로 발달되어 여러 분야에 적용되고 있으나 일반적으로 많이 사용되는 모니터나 스크린에서의 표현은 2D 평면이기 때문에 화려한 영상만을 볼 수 있다는 한계가 있다. 한편 VRML과 같이 각종 3D 형상 구현 기법들을 이용하여 제품 형상을 구현하는 경향이 증가함에 따라 입체감을 구현하며 더욱 사실적으로 표현할 수 있게 하는 기법이 요구되는데, 2D의 한계를 극복하여 3차원 입체를 구현하는 기법인 stereoscopic이 사용되고 있다. Stereoscopic 기법은 좌우의 눈이 다른 시점을 본다는 것에 기초하여 양안간격과 물체사이의 거리에 대한 적절한 설정이 가장 핵심이 된다.

본 연구에서는 stereoscopic의 좌우 시점에 관련된 영상 관계식을 사용하여 간단한 모델을 일반 모니터와 프로젝터로 실버스크린에서 stereoscopic 기법의 표현으로 보였다. 보다 나은 입체감 구현과 확장성을 감안하여 MS visual C++ 컴파일러와 그래픽 전용 라이브러리인 Opengl 통하여 구현하는 방법을 제시하였다.

2. Stereoscopic의 원리

2.1 Stereoscopic의 원리

인간의 두 눈은 일반적으로 좌우가 약 6.5cm 정도 떨어져서 있기 때문에 어떠한 물체를 보더라도 두 눈이 바라보고 망막에 맺히게 되는 상은 각각 다르다. 따라서 두 눈이 인식한 서로 다른 상에 대해서 뇌의 작용에 의하여 합성이 되어 공간 속의 물체를 입체적으로 인식하게 되는 것이다. 이러한 점은 물체를 주시하고 좌측 눈과 우측 눈을 번갈아 가면서 손으로 가리고 보면 같은 물체라 하더라도 물체가 약간씩 다르다는 보이는 것을 확인해 볼 수 있다. 때문에 현실과 매우 비슷하고 화려한 3D graphic이라 하더라도 입체감을 느끼는 데는 한계가 있다.

Fig. 1은 stereoscopic의 개념을 나타낸다. 좌우의 두 눈이 떨어져 물체를 바라보기 때문에 시각차가 나타나고 시각차 때문에 두 눈이 인식하는 시점이 다르다. 이를 양안부동이라 하며 인간

제1저자 이재환 연락처: 대전광역시 유성구 궁동 충남대학교
042-821-6624 jaelee@cnu.ac.kr

이 입체를 인식하는 원리이다. 즉, stereoscopic은 인간의 시각차에 따라서 다르게 인식하는 것을 그래픽에 적용시킨 것이다.

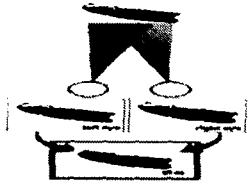


Fig. 1 Concept of stereoscopic view

2.2 Stereoscopic의 구현에 필요한 영상의 계산식

Fig. 2는 일반적인 화면을 바라볼 때에 대한 그림이다. 카메라로 찍으면 A점은 A'에, B점은 B'에 찍히게 된다. 실제로 A점은 투영면의 뒤편에 위치하고 B점은 투영면의 앞에 위치하는데도 불구하고 동일한 평면위에 2차원 이미지로 나타남으로써 현실감이 떨어지는 문제점이 발생한다. 일반적인 사진이나 3D 그래픽은 모두 하나의 카메라를 사용하기 때문에 이와 같은 문제점을 가지고 있다(Sethuraman, 1996).

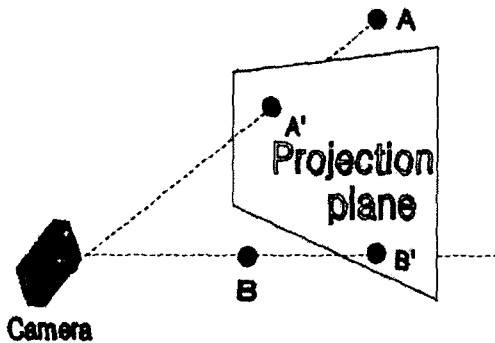


Fig. 2 General 2 dimensional display

Fig. 3은 stereoscopic view를 보여준다. 보는 바와 같이 일반적인 시점과 다르게 시점은 좌우에 하나씩 두 개가 위치하고 각각의 시점이 보는 위치와 시야가 다르다. 때문에 입체를 구현하기

위해서는 2대의 카메라와 두 개의 화면을 구분하여 눈에 전달시킬 수 있는 장치와 프로그램도 필요하다. 하지만 stereoscopic 역시도 2D 평면에서 입체감을 구현하는 것이기 단순히 시점을 멀리하여 두 개의 화면을 구성하여도 입체감을 제대로 느끼게 할 수는 없다. 왜냐하면 2D평면에서 3차원 입체로 보이기 위해서는 실제 물체를 2D평면에 투영시켜주는 렌더링이라는 절차가 필요하며 이때 물체와 보는 투영된 화면 사이에 위치를 정의하는 형상관계를 계산할 필요가 있다. 카메라와 투영면까지의 거리를 d , 좌/우측 양안간의 간격을 c 라 할 때, stereoscopic의 영상의 계산식은 다음과 같다.

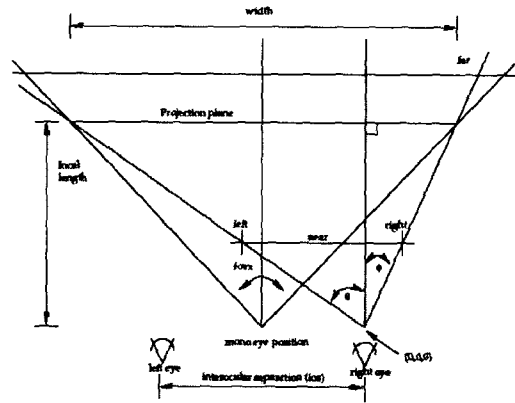


Fig. 3 Top view of stereoscopic display (right eye)

좌측 눈의 시각에 투영되는 영상의 계산식 :

$$\left(\frac{(x + \frac{c}{2})d}{d-z} - \frac{c}{2}, \frac{yd}{d-z} \right) \quad (1)$$

우측 눈의 시각에 투영되는 영상의 계산식:

$$\left(\frac{(x + \frac{c}{2})d}{d-z} + \frac{c}{2}, \frac{yd}{d-z} \right) \quad (2)$$

(1), (2)식은 가상의 공간상에서 물체를 구성하는 vertex의 위치 정보를 2D의 화면상에 표현되는 vertex로 바꾸어주는 식이다. OpenGL 라이브러리를 사용하여 프로그램 작성 시에는 위식을 회전과 이동에 관한 매트릭스로 변환시키고 각 점의 위치 벡터에 곱하여 표현되는 vertex의 위치 정보를 찾아내어 화면에 주사하고 애니메이션시에는 매 프레임마다 위치정보를 변경시켜 주어야 한다. OpenGL 라이브러리를 이용하여 stereoscopic 구현하는 순서는 다음과 같다. (Hawkins, 2001),

- ① 영상의 계산식을 이용하여 좌측 시점에 보이는 geometry를 생성한다.
- ② 렌더링 버퍼에 좌측 시점을 저장한다.
- ③ 좌측 시점을 렌더링 한다.
- ④ 버퍼를 clear한다.

- (5) 영상의 계산식을 이용하여 우측 시점에 보이는 geometry를 생성한다.
- (6) 렌더링 버퍼에 우측 시점을 저장한다.
- (7) 우측 시점을 렌더링 한다.
- (8) 버퍼를 바꾸어 준다.

3. Stereoscopic 구현 방법

두 눈이 서로 다른 상을 인식하게 하는 것이 stereoscopic의 원리이다. 따라서 이의 구현에 있어서 가장 중요한 점은 어떻게 화면을 분리하여 눈에 전해주는냐는 것이다. 여러 방법들이 고안되었지만 구현하는 도구와 용도에 따라 크게 일반 모니터에서의 구현과 스크린에서의 구현으로 구분할 수 있다.

3.1 일반 모니터에서의 구현

Stereoscopic은 각 눈에 다른 상이 망막에 맺히게 하는 것이다. 하지만 일반 모니터에서는 두 눈이 한 화면의 물체를 같이 보기 때문에 입체화면을 볼 수가 없다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 평면의 모니터에서 입체감 감을 느끼기 위해서는 좌우의 눈이 다른 물체를 볼 수 있도록 하기 위 프로그램과 장치가 필요하다.

Red-blue stereoscopic display

Fig. 4의 Red-blue 방법은 두 눈에 맺히는 상을 다르게 하기 위하여 좌측 시점의 청(blue) 톤으로, 우측의 시점을 적(red) 톤으로 세팅하고 좌측은 적, 우측은 청으로 세팅된 안경을 끼고 화면을 보면 좌측의 적글래스 때문에 화면속의 적색은 모두 보이지 않고 청톤의 사물만 보이게 된다. 좌측 눈 또한 마찬가지이다. red-blue의 개념을 도식화 하면 다음과 같다. Red-blue 방법은 같은 색상을 통하여 좌우 시점을 구분하는 방법으로 프로그램 작성만 가능하다면 비용도 저렴할 뿐만 아니라 적용범위도 다양하다. 반면 적과 청색이 첨가되어 화면이 나타나기 때문에 색상이 부정확하고 표현이 미숙한 단점이 있다. Fig. 5는 red-blue 기법으로 프로그래밍한 사물의 실행화면이다.

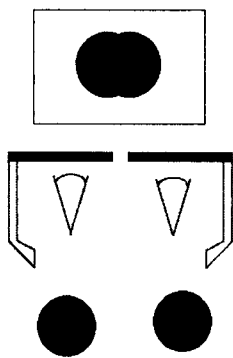


Fig. 4 Concept of red-blue method

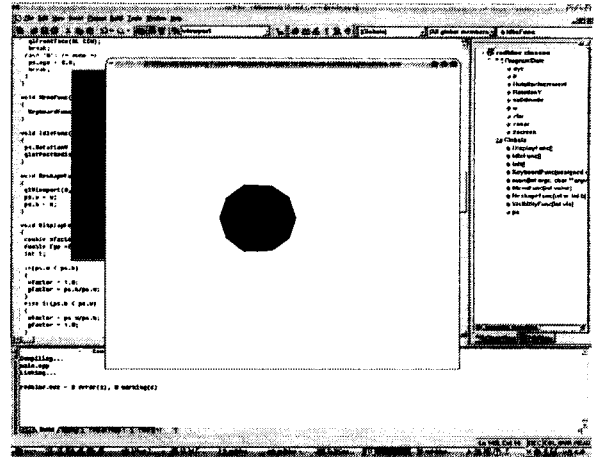


Fig. 5 3 Dimensional display of red-blue object

Interlace stereoscopic display

Interlace는 좌우 두 시점을 분리시키기 위하여 CRT 모니터의 주사선을 이용한다. 좌측 시점은 모니터의 주사선의 홀수 선에만, 우측 시점은 모니터의 짝수 주사선에만 주사하여 모니터에 출력한다. (Fig. 6). Shutter glass (셔터 글래스)가 유/무선 interface에 의해 모니터의 주파수와 동조하게 되는데 동조한 주파수에 맞추어 홀수와 짝수의 주사선에 번갈아 화면을 주사하게 되고 이러한 주기에 맞게 shutter glass가 작동하여 다른 시점의 화면을 분리시켜준다(Ohta, 1985). 이 방법은 Figs. 6~7에서와 같이 눈에 보이는 것이 실제적으로는 물체의 반만 보이고 좌우의 깜박임 때문에 눈이 쉽게 피로해질 뿐만 아니라 CRT 모니터에서만 가능하다. 또한 셔터 글래스의 가격이 비싸고 양질의 형상을 보기 어려운 단점이 있다. 하지만 조작이 간단하고 이를 이용한 제품이 많이 출시되어 접하기 쉽다. 하지만 red blue와 interlace는 일반 모니터에서의 구현이기 때문에 제품이나 모델 등에 사용이 간편하며 구현에 있어서의 가격이 저렴하다.

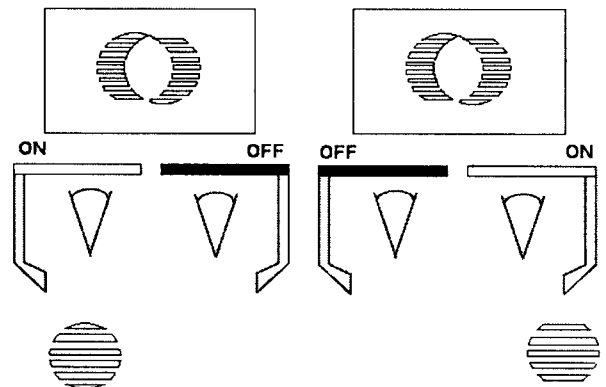


Fig. 6 Concept of interlace

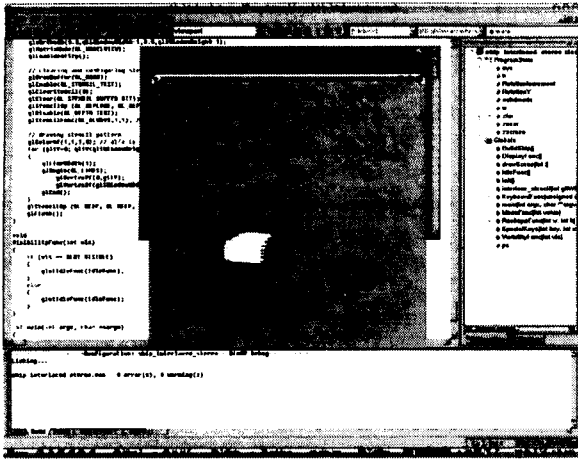


Fig. 7 3 Dimensional display of red-blue object

3.2 Projector와 silver screen을 이용한 입체 구현

빛은 횡파를 갖는 전자기파이다. 때문에 특정한 물질이나 액체 매질을 통과할 때 편광현상이 일어난다. 편광 현상은 빛의 파동성 때문에 발생하는 것으로 Fig 8과 같이 광원에 편광필름을 대면 빛은 한쪽 방향으로만 진동을 하게 되고 또 하나의 편광 필름을 처음의 필름과 수직하게 놓아두면 빛은 보이지 않게 된다.

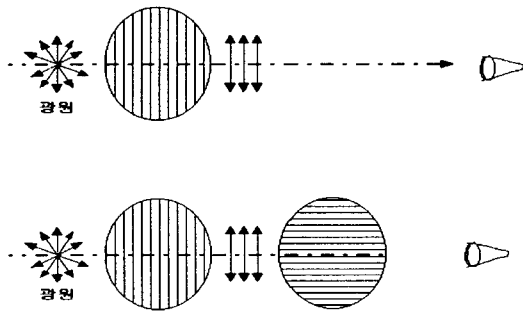


Fig. 8 The behavior of polarized light

프로젝터와 실버 스크린을 이용한 stereoscopic은 이와 같은 편광 현상을 이용한 것이다. 프로젝터1은 좌측 시점을 프로젝터 2는 우측 시점을 출력하도록 세팅하고 (Fig. 9) 편광필름 2장을 프로젝터1과 2에 서로 수직하게 놓고 빛을 투과 시켜 실버 스크린에 투영하고 같은 순서로 세팅된 편광 안경을 쓰고 스크린을 보게 되면 편광필름과 같은 방향으로 진동되는 빛만이 투과되어 실버 스크린에 투영이 된다. 때문에 한쪽은 수직의 빛이 한쪽은 수평의 빛이 투영되고 같은 방향의 빛이 실버 스크린에 의하여 반사되어 다시 편광 안경에 의하여 걸러지게 된다. 때문에 수직의 빛은 수직의 편광렌즈가 있는 쪽으로 수평의 빛은 수평의 편광렌즈가 있는 쪽으로만 투과 되고 그 빛을 눈이 받아들여 서로 다른 화면을 보게 인식하여 입체감을 느끼게 되는 것이다. 이때 실버 스크린을 사용하는 이유는 빛을 반사하여 스크린이 광원이 되게 만들어 주어야 하기 때문이다(Lipton, 2001)

프로젝터와 실버 스크린을 이용한 stereoscopic은 좌우 시점의 화면 배치에 따라 side by side (Fig. 12)나 above below (Fig. 13)로 나누어 질 수 있다. 눈문에 보이는 그림은 편광 안경 없이 보이는 모습이라 완벽한 3차원 입체 형상이 아니다. (Fig. 10, Fig 11)



Fig. 9 Projector setting

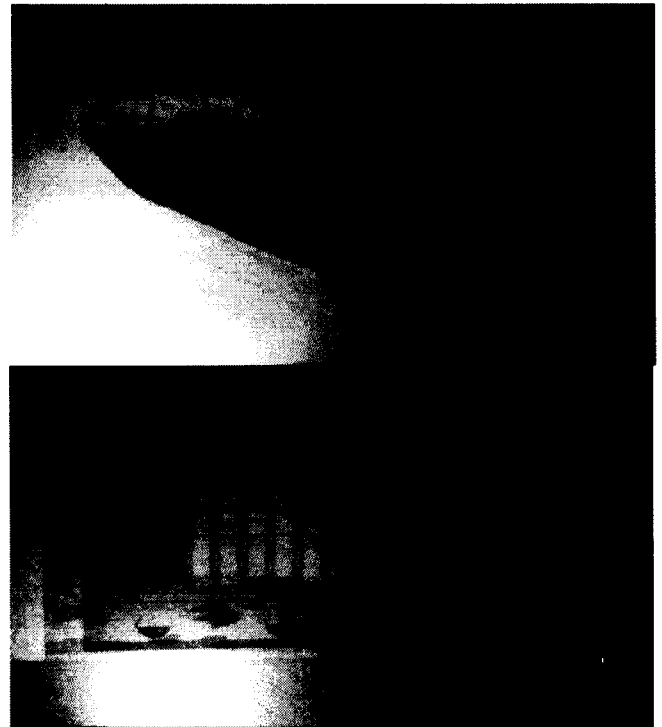


Fig. 10 3 dimensional view of ship on the silver screen

후 기

본 연구는 한국과학재단의 우수연구센터 (ASERC) 지원과제 (R11-2002-008-04003-0)의 연구 결과이다.

참 고 문 헌

- Harman P. (2000). "Home-based 3D Entertainment An Overview", in Proceedings of the IEEE Intl. Conf. On Image Processing, pp. 1-4, Vancouver
- Hawkins K. and Astle D. (2001). " OPENGL GAME PROGRAMMING "
- Lipton L. (1991). "Selection Devices for field-sequential stereoscopic displays: a brief display" Proc. of SPIE Vol. 1457, Aug.
- Lipton L. (2001). "The stereoscopic cinema: from film to digital projection". Technical Paper, SMPTE J
- Ohm J. (1999). "Stereo/Multiview Video Encoding Using the MPEG Family of Standards", in Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VI, ed. J. O. Merritt, M. T. Bolas, S. S. Fisher, Proceedings of SPIE Vol. 3639, pp. 242-253
- Ohta Y. and Kanade T. (1985). "Stereo by intra- and inter-scanline search using dynamic programming", IEEE trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-7, No.2
- Quinlan J. (1992). C4.5: Programs for Machine Learning, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA
- Quinlan J. (1992). "Learning with Continuous Classes", In Proceedings AI'92, Eds Adams & Sterling, pp. 343-348, World Scientific
- Sethuraman S. and Siegel M. (1996). "The Video Z-buffer: A Concept for Facilitating Monoscopic Image Compression by Exploiting the 3-D Stereoscopic Depth Map", SMPTE International Workshop on HDTV '96, pp. 8-9, Los Angeles
- Wang R. and Wang Y. (2000). "Multiview Video Sequence Analysis, Compression, and Virtual Viewpoint Synthesis", IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 10, No. 3, pp. 397-410
- Weng J., Ahuja N. and Thomas S. (1992). "Matching two perspective views", IEEE trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 14, No. 8
- Wright S. and Sweet M. (2001). "OpenGL SUPER BIBLE"

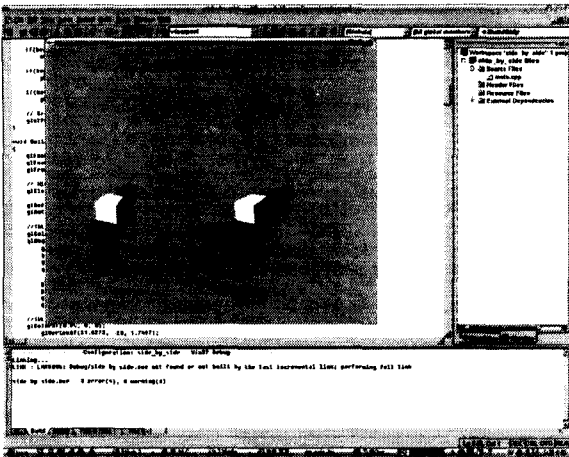


Fig. 11 Side by side view

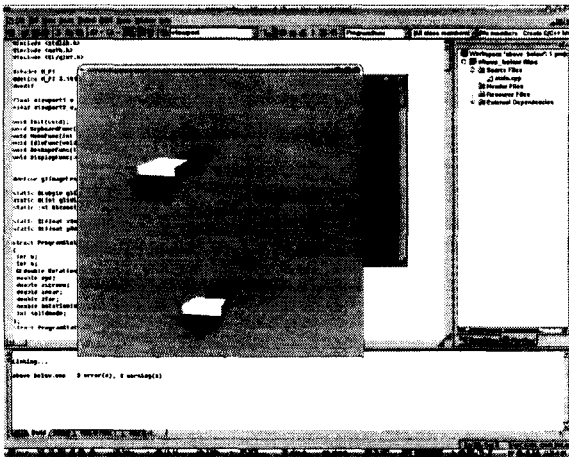


Fig. 12 Above below view

이러한 장비를 이용한 stereoscopic은 안정적이면서도 매우 입체감 있는 화면을 볼 수 있지만 프로젝터와 실버스크린, 편광 필름의 가격이 매우 비싸다는 단점이 있다. 더욱이 애니메이션 과 같이 고속의 프레임 속도가 필요하면 Demultiplex와 같은 고가의 장비가 필요하다.

4. 결론

본 논문은 2D의 화면에서 3D의 입체화면을 구현하는 stereo-scopic의 원리에 대하여 고찰하고 이의 구현에 있어서 가장 중요한 시점에 관한 영상의 계산식을 기반으로 하여 셔터 글래스 및 일반 모니터에서 red-blue방법과 interlace 방법을 구현하였고 프로젝터와 실버 스크린 및 편광안경 시스템에 의한 간단한 선박의 3차원 입체 구현에 대한 과정과 방법을 보이고 구현하였다. 본 연구는 VR의 기술력을 확보하려는 차원의 연구라 할 수 있으며 향후 더욱 정확한 방법과 program의 개선을 통하여 VR 응용 선박 설계에 적용하고자 한다.