

論 文

가상현실 선박 시뮬레이터의 배경 구현

임 정 빈*

Implementation of Background Scene in the Virtual Reality Ship Simulator

*Jeong-Bin Yim**

〈목 차〉

Abstract

1. 서론

2. 해상 배경 구현

3. 실험 및 평가

4. 결론

참고문헌

Abstract

The paper describes creation methods of background scenes to implement realistic virtual environments in the VRSS (Virtual Reality Ship Simulator). VRSS is next-generation system constructed with virtual tools in a virtual space. Thus, it could have many benefits compared to conventional ship simulators composed with heavy bridge mock-up system and wide visual presentations. In this work, we developed effective 3D object modeling techniques, and constructed virtual harbor scene by using 3D-Webmaster authoring tool. The virtual harbor was built with object-oriented 3D objects modeled to interact with user's action. With the immersion-type VR system, we created virtual harbor environments in a virtual space, and discussed on the naturalness of the scene with test results of SDMPA (Semantic Differential Method for Psychophysical Assessment) by 10 subjects. As the results of subject assessment, all of the participants could felt natural-like harbor. Therefore, we found that the proposed creation methods and procedures of background scene are enabling to fit to the full mission VRSS construction.

* 국립목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

1. 서론

선박 시뮬레이터(Ship Simulator)는, 선박의 조종과 운용 및 적응 훈련을 교육하기 위한 장치이며, 선박 시뮬레이터에 가상현실(Virtual Reality: VR)을 적용한 것이 가상현실 선박 시뮬레이터(Virtual Reality Ship Simulator: VRSS)이다. VRSS는 가상공간(virtual space)에서 가상도구(virtual tool)를 사용하여 교육과 훈련을 할 수 있기 때문에 기존 선박용 시뮬레이터와 비교하여 시스템 구성이 간단하고, 주로 소프트웨어로 구성되므로 시스템 변경이 쉬우며, 다양한 시뮬레이션을 하나의 장치에서 구현할 수 있는 장점이 있다 [1]-[4].

VR 관련 연구현황을 살펴보면, 미국은 1980년대 초부터 미우주항공국(NASA)에서 가상현실 우주비행 시뮬레이터를 사용하여 승무원 훈련을 실시한 바 있고, 최근에는 외과수술교육 시뮬레이터, 건축설계 시뮬레이터, 군사전략 시뮬레이터 등, 민·관·군 전 분야에 가상현실 기술을 적용하고 있다. 일본의 경우에도 미국의 가상현실 연구에 자극을 받아서 게임기, 주택설계 등에 가상현실을 적용하고 있다. 기타 선진국들도, 향후 가상현실이 산업에 미칠 파급효과가 클 것으로 예견하여 3차원음향과 3차원영상 및 3차원센서 개발에 적극 참여하면서, 방송국의 가상스튜디오, 가상관광안내장치 등의 구축을 실현하고 있다. 국내의 경우는, 1990년대부터 3차원그래픽 분야와, 3차원음향 분야에 대한 연구개발을 시작으로, 현재는 부분적인 요소기술이 선진국과 유사한 수준까지 확보되어 있다[5]-[12].

위에서 기술한 바와 같이, 국내외적으로 VR과 그 응용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나, VRSS에 관한 연구는 미비한 실정인데, 그 이유는, VRSS를 개발하기 위해서는, VR 이 외에 풍부한 경험을 갖는 선장(또는 항해사)의 선박운항에 관한 전문지식이 하나의 핵심기술로서 적용되어야 하는 특수성 때문으로 생각된다[13].

VRSS 개발에 필요한 연구분야는 크게 나누어서, VR 저작도구와 장치, 항해전문가 시스템, 인간-기계 인터페이스, 선박조종 모델, 3차원 그래픽과 3차원 음향 등으로 구분할 수 있다. 이 중에서, 3차원 그래픽과 3차원 음향이 가상공간 형성에 차지하는 비중이 약 70%이상으로 가장 크기 때문에 우선 연구 개발되어야 할 분야이다. 이 연구에서는 3차원 그래픽 구현에 관한 기술에 대해서 연구하고자한다. 3차원 음향에 관한 연구는 이 논문의 저자 등[14],[15]에 의하여 개발된바 있다.

3차원 그래픽으로 연출되는 영상은, 전경(foreground scene)과 배경(background scene)으로 구분된다. 전경은, 선박의 선교를 구성하는 항법장치, 콘솔, 조타기, 해도 등의 3차원 객체(object)로 구성되는 공간이다. 배경은, 본선 주위에 나타나는, 파도, 구름, 안개, 선박, 육지물표 등의 3차원 객체로 구성되는 공간인데, 해상에 청취자가 있는 듯한 현장감(presence)을 주기 위해서는 자연스러운 배경 제작이 우선 필요하다. 따라서, 이 연구에서는 VRSS 개발에 필요한 영상 중에서 배경을 자연스럽게 구현하기 위한 기술개발을 연구 목적으로 하였고, 연구 목표 및 범위는, 선박 운항 시 나타나는 구름, 파도, 방파제, 주위 선박, 항로표지, 부두 등의 3차원 객체를 제작하여 자연스러운 가상공간을 창출하기 위한 방법을 개발하는데 두었다. 이 연구에서 개발한 방법으로 창조한 배경장면은, 이미 개발한 몰입형 가상현실 장치[16]에서 시뮬레이션하고, 다수 청취자에 의한 심리물리 평가를 거쳐서 그 결과를 평가하였다. 시뮬레이션 결과, 해상에서 경험할 수 있는 배경장면이 자연스럽게 구현되고, 가상공간에 나타나는 객체와 청취자 사이의 상호작용(interactive)이 발생하여 청취자들이 흥미롭게 시뮬레이션할 수 있었다. 그 결과, 기존의 기계식 대형 시뮬레이터에서와 같은 영상효과에 더하여 시뮬레이션에 흥미를 부가할 수 있었다.

2. 해상 배경 구현

2.1 배경 구성 방법

최근 상업용으로 개발된 3차원 그래픽 저작도구로는, 3D-Webmaster, Virtual Reality Toolkit(VRT), Visualizer, Viscape, Cosmo-world 등이 상용으로 시판되고 있다. 이 연구에서는, 이와 같은 다양한 저작도구들을 평가한 후, 소규모 가상세계 구축에 적합한 Superscape사의 3D-Webmaster[17]를 이용하였다. 이 저작도구는 가상현실 모델링 언어(Virtual Reality Modeling Language: VRML)를 이용하며, 객체를 3차원으로 모델링할 수 있는 각종 편집기(Editor)와, SCL(Superscape Control Language)이라는 객체 제어 언어가 있기 때문에, 편리하게 3차원 가상환경을 구축할 수 있다. 그림 1은, 3D-Webmaster를 이용한 해상 배경의 제작순서를 나타낸다.

그림 1의 과정을 살펴보면, 먼저, 형상 에디터(Shape Editor)를 이용하여 제작하려는 객체의 형상을 구성한다. 다음에, SCL을 이용하여 각 객체의 속성 또는, 객체와 객체 사이의 상호관계를 규정하여 가상공간에서 상호작용이 발생하도록 하였다. 그리고, 영상 에디터(Image Editor)와 음향 에디터(Sound Editor)를 이용하여 가상공간에 영상을 추가하고, 각 객체에 음향을 첨가한다. 음향 에디터를 이용하면, 객체에서 음향을 발생시킬 수 있다. 다음에는, 이와 같이 구성한 각 객체를 DB로 구축한 후, 가상공간에 각 객체의 위치를 지정한다. 그리고, 객체들이 지정된 기능을 제대로 수행하는지의 여부를 점검하고, 수정한다. 마지막으로, Runtime Module을 작동시켜서 가상세계를 창조하여 자연스럽게 각 객체들이 작동하는지를 점검하고 수정한다. 가상세계가 만족스럽게 작동하면, 가상세계의 장면을 스테레오 그래픽으로 변환하여 그래픽 가지화 장치인 HMD(Head Mounted Display)의 LCD(Liquid Crystal Display) 장치에 투사하여 사용자에게 보여주므로써 목적으로 하는 가상환경을 창출하게 된다.

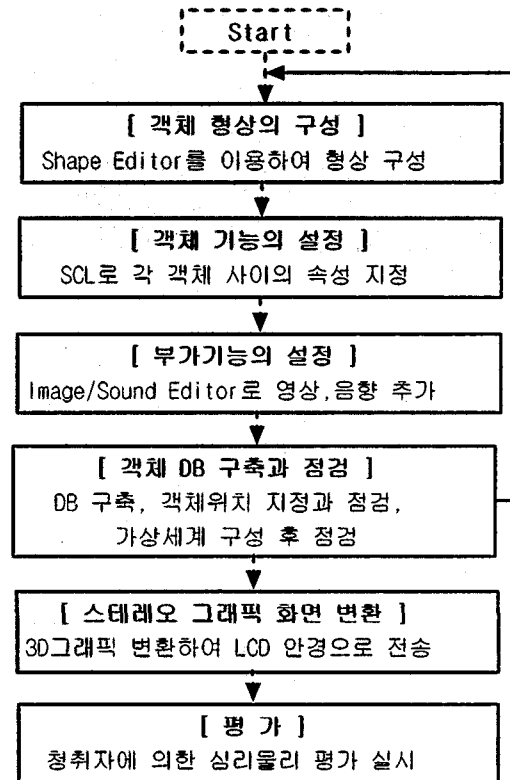


그림 1. 전문저작도구를 이용하여 해상 배경을 제작하는 순서.

2.2 객체 모델링

3차원 가상환경을 구축하기 위해서는, 배경을 구성하는 3차원 객체가 필요하다. 이러한 객체는 자연환경에서 볼 수 있는 형상물을 3차원 모델로 구성하며, 또한 각 3차원 모델 사이에 상호작용(interaction)이 발생하도록 구성해야만 자연환경에서의 충돌, 간섭, 마찰 등의 현상을 발생시킬 수 있다. 이 연구에서는 그림 1의 순서에 따라서 3차원 객체를 제작하였는데, 다음 그림 2와 같은 해상 장면 사진에서 해상 배경을 구성하는 객체를 선정하였다. 그림 2는 호주 시드니항의 야경 사진으로서, 이 장면에는 바다, 구름, 다리, 도시의 건물 등이 있다.



그림 2. 호주 시드니항의 야경 사진.

이 연구에서는, 먼저 VRSS 구성에 필요한 객체로서, 해상장면에 가장 많이 나타나는 파도, 구름, 안개, 산, 항해표지, 주위 선박, 부두 및 부두 시설, 건물 등을 정하였다. 이와 같은 객체 중에서, 현재까지 개발된 기술을 적용하여 자연스러운 형상으로 모델링할 수 있는 것은, 항해표지, 선박, 건물, 부두 등과 같이 인간이 인공적으로 건설한 물체들이며, 파도, 구름, 산 등의 자연 형상은, 모델을 구성하기 어렵고 구성하더라도 인공적인 느낌이 강하게 느껴진다. 이 연구에서는, 기존 3차원객체 모델링 기법에, 해상에서 발생하는 현상을 추가하므로써 좀더 사실적인 모델 구성이 되도록 하였다. 각 모델을 구성하기 위한 방법을 살펴보면 다음과 같다.

가시적으로 바다를 의미하는 중요한 현상은, 파도이다. 해상에서 발생하는 파도의 현상이나 척도

는 국제해사기구(IMO)에서 정한 뷔퍼드 척도(Beaufort Scale)에 제시되어 있다. 표 1은 뷔퍼드 척도에 기술되어 있는 12단계의 바람 척도에 따른 해상 장면 중에서 바람 척도 0에서부터 9까지만을 나타낸 것이다[18]. 이 연구에서는, 표 1의 현상을 근거로 매끄러운 바다표면을 3차원객체로 모델링 한 후, SCL 언어를 이용하여 파도와 주기를 지정하고, 이 표면에 뿌연 포말이나, 명암을 중첩시켜서, 파도 형상을 구성하였다.

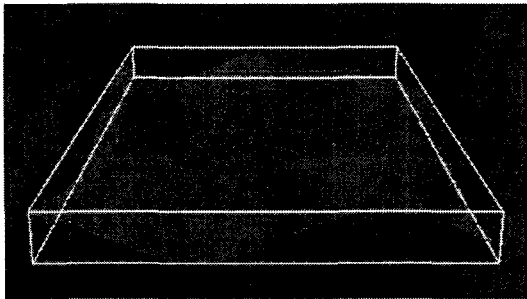
그림 3은 파도를 모델링한 결과이다. 그림 (a)는 뷔퍼드 척도 '3'의 해상상태, 그림 (b)는 그림 (a)에 여러 파를 합성하여 구축한 뷔퍼드 척도 '5'의 해상상태를 예로 나타낸 것으로서, 단위 설계상자(design cube)에 파도를 모델링한 결과이다. 이 단위 설계상자는, 가상환경을 구축하는 과정에서 위치와 범위를 정해주면, 파도의 그래픽 화면이 가상공간의 전체 밑그림으로 나타나게 된다.

그림 4는, 그림 3의 파도에서, 파도와 주기를 제어하기 위한 SCL 프로그램의 예를 나타낸다. 이 프로그램은, C언어와 유사한 형태를 갖으며, 하나의 가상공간을 16384라는 임의의 크기로 정한 후, 이 공간에서 파셋(facet)의 위치와, 크기를 삼각함수를 이용하여 변화시키므로써 파도와 같은 현상을 구현한 것이다.

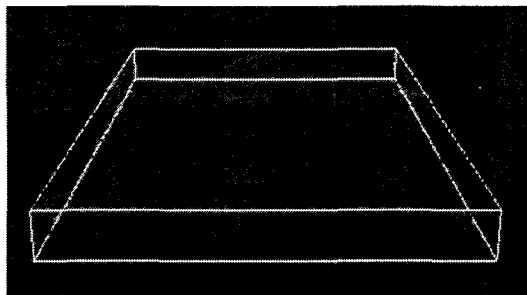
그래픽 분야에서 구름형상을 자연스럽게 모델

표 1. 해상 상태에 따른 파도의 관측 양상.

Wind scale	Seman's Term	Effects observed at sea
0	Calm	거울과 같은 해수면
1	Light air	잔잔한 물결, 포말 형성 없음
2	Light breeze	작은 너울들이 매끄럽게 형성
3	Gentle breeze	큰 너울 형성되면서, 상부가 깨짐
4	Moderate breeze	너울의 상부가 많이 깨지면서 흩뿌림
5	Fresh breeze	작은 파도 형성되면서 수많은 포말
6	Strong breeze	큰 파도가 형성, 포말이 사방에 형성
7	Moderate gale	파도가 상승되면서 깨지고 포말 형성
8	Fresh gale	큰 파도가 깨지면서 들들 말림
9	Strong gale	해면이 말리면서 포말로 시정 감소



(a)



(b)

그림 3. 파도의 3차원객체 모델링 예. 뷔퍼드 척도 '3'의 해상상태(a), 뷔퍼드 척도 '5'의 해상 상태(b).

링하는 기법은 아직까지 연구 개발된 바 없고, 주로 해상에서 촬영한 평면 구름사진을 이용해왔다. 해상에서 발생하는 구름의 명칭과 특징은 표 2와 같이 다양하다[19],[20].

표 2. 구름의 종류.

학 명	고도(Km)	특 징	명 칭
권운(Cirrus)	11-12	얇고 작은 다발	새털 구름
권층운(Cirrostratus)	9-19	고운 먼사포 형태	먼사포 구름
고적운(Alto cumulus)	6- 9	몽게몽게 엉켜진 조각	양떼 구름
고층운(Altostratus)	3- 4	섬유모양, 가는 줄무늬	장막 구름
난층운(Nimbostratus)	2- 3	어둡고 습한 형태	비 구름
층운(Stratus)	0.1-0.5	묵직한 잿빛	안개 구름
적운(Cumulus)	1- 2	양배추 모양	몽개 구름

```

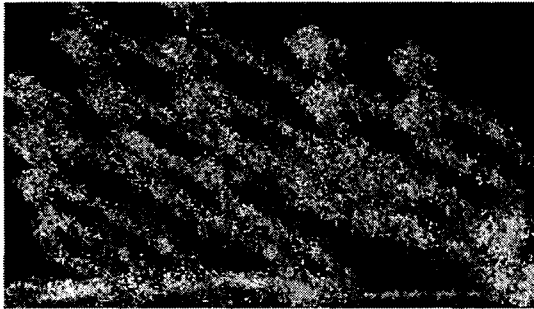
short xs=12, zs=12, f=16;
short x, y, z, d, xx, zz, p, fn;
int a=16384, b=8192;

while (x<=xs)
{
  xx= (x*a)/xs; z=0;
  while (z<=zs)
  {
    zz= (z*a)/zs;
    d=sqrt((zz-b)*(zz-b)+(xx-b)*(xx-b));
    _clrsel; _newrel; p=_lstscl; _mkdyn (16, 1);
    repeat (f)
    {
      y=cos
(deg((xx+zz)*5)+(360*inloop)/f)/2+b;
      _relx(p, inloop)=xx; _rely(p, inloop)=y;
      _relz (p, inloop)=zz;
    }
    if (x!=0 && z!=0)
    {_clrsel; _select (p-1); _select (p);
    _select (p-zs-1);
    fn=_newfac;
    _clrsel; _select(p-1); _select(p-zs-1);
    _select(p-zs-2);
    fn=_newfac;
    }
    ++z;
  }
}
    
```

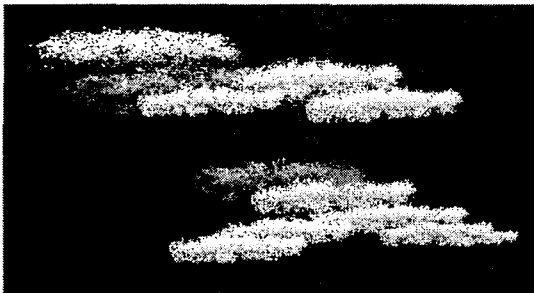
그림 4. 파도의 파고와 주기 및 방향을 제어하기 위한 SCL 프로그램.

이 연구에서는, 표 2를 참고로 하여, 분말가루 형태의 회색 스프레이나 구름 모양의 질감을 x, y, z 축을 갖는 투명한 단위 설계상자 내부에 뿌

리거나 분포시켜서 3차원 구름 모델을 구성하였다. 그림 5는 3차원 객체로 모델링한 구름의 예를 나타낸다. 그림 (a)는 권운으로서, 일명 새털구름이라 불리는 얇고 작은 다발형태를 갖는다. 그림 (b)는 적운으로서, 일명 뭉게구름이라 불리는 뭉게뭉게 피어오르는 꽃양배추(cauliflower) 모양을 갖는다.



(a)

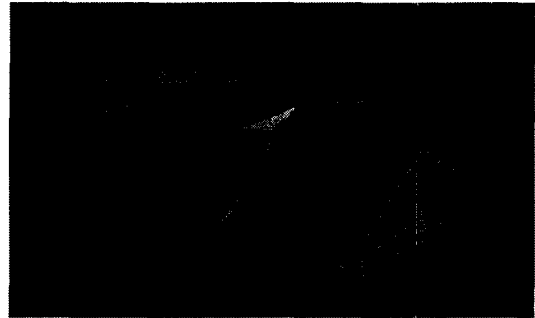


(b)

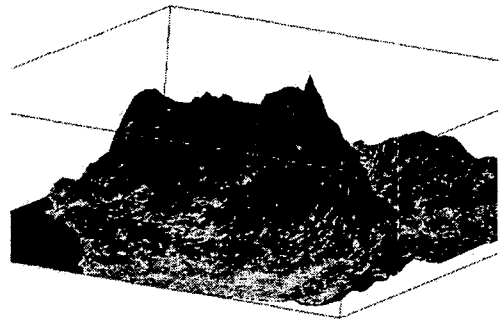
그림 5. 구름의 3차원 객체 모델링 예. 권운(a), 적운(b).

산의 3차원 형상은, 산의 영상 사진으로부터 구체적인 골격(frame)만을 추출한 후, 이 골격에 질감과 명암을 덧붙이는 렌더링 기법을 적용하였다. 이 방법을 적용한 것이 그림 6(a)인데 다소 부자연스러운 형태를 갖고 있다. 반면에 그림 6(b)는 GIS(Geographical Information System)분야에서 연구되고 있는 DEM(Digital Elevation Model) 자

료에 의하여 구현한 산의 3차원 그래픽으로서, 인공위성에서 입수한 자료를 신호처리 과정을 거쳐서 구현한 것이기 때문에 원래 산의 형상과 질감을 그대로 갖고 있다. DEM 자료를 이용하는 경우, 자연스러운 산의 형상을 구현할 수는 있으나, 골격을 구성하는 메쉬(mesh)의 수가 수십만 개에 달하기 때문에 PC에서 3차원 그래픽 구동이 불가능한 문제점을 발생시키고, Workstation에서도 영상생성 속력이 현저하게 저하되는 문제점을 발생시켰다. 그래서, 이 연구에서는 PC에서 구현 가능한 그림 6(a)의 기법을 그대로 적용하였고, 그림 6(b)와 같은 DEM 자료에 의한 모델링 방법



(a)



(b)

그림 6. 산의 3차원 객체 모델링 예. 구체적인 골격(frame)만을 추출한 후 렌더링 기법을 적용한 결과(a), DEM 자료에 의하여 구현한 결과(b).

은 앞으로 그래픽 가속보드와 고성능 Workstation을 연계 구축한 후, 구현할 예정이다.

그림 7은, 항로에 설치할 항로표지(navigational aids)로서, 녹색의 좌현표지 등대(a)와 홍색의 우현표지 등대(b), 녹색의 좌현표지 부표(c)와 홍색의 우현표지 부표(d)를 3차원 객체로 모델링한 결과를 나타낸다.

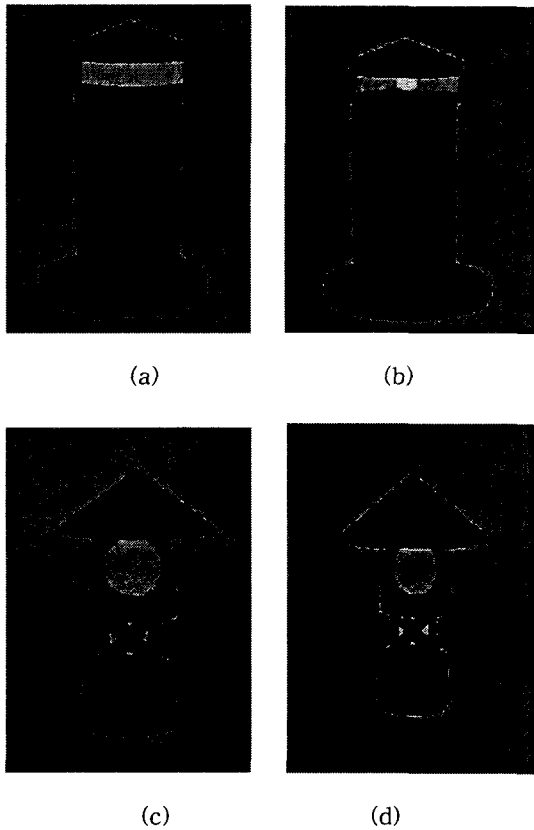


그림 7. 항로표지의 3차원 객체 모델링 예. 녹색의 좌현표지 등대(a), 홍색의 우현표지 등대(b), 녹색의 좌현표지 부표(c), 홍색의 우현표지 부표(d).

그림 8은, 주위 선박에 대한 3차원 객체 모델로서, 그림(a)는 벌커선(Bulker)이고, 그림(b)는 군함을 나타낸다. 벌커선은, 약 3만톤급을 기본 골격

으로 하였고, 함정은 약 1천톤급을 기본 골격으로 하였으며, 선체 운동 방정식은 적용하지 않고 간단하게 주위를 지나가거나, 정박 중인 선박의 모습을 구현하기 위하여 제작하였다.

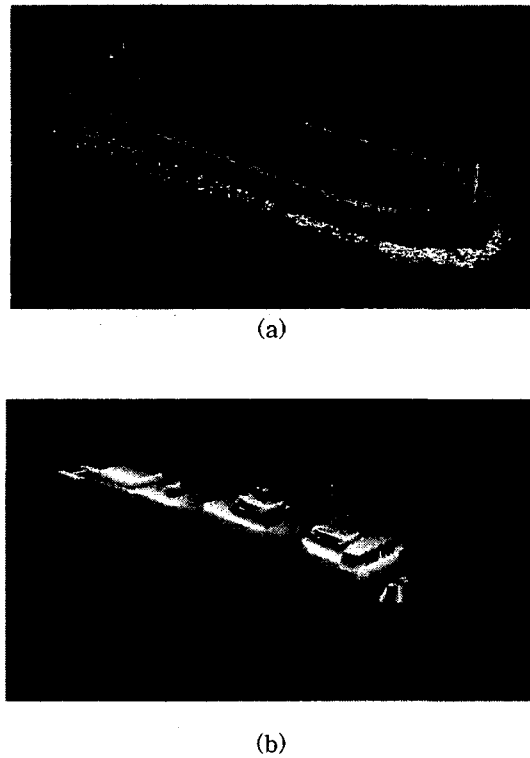


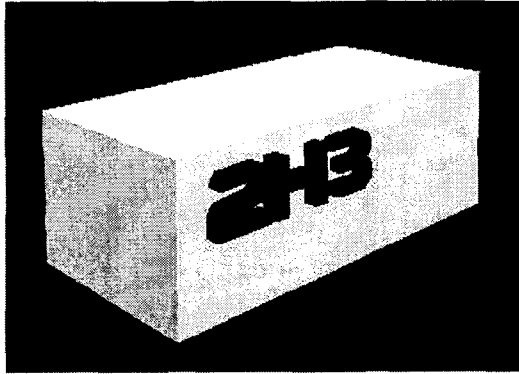
그림 8. 주위 선박에 대한 3차원 객체 모델링 예. 벌커선(a), 군함(b).

그림 9는 부두를 구성하는 크레인(a), 컨테이너(b), 건물(c) 등의 3차원 객체 모델을 나타낸다.

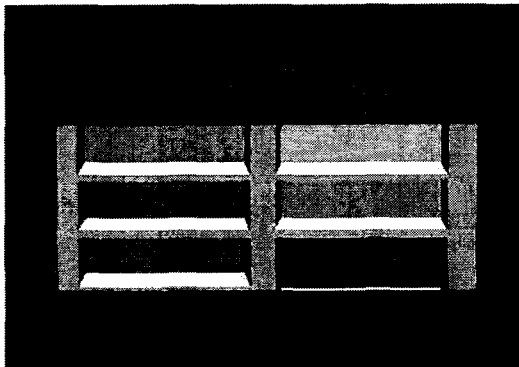
이 연구에서는, 그림 3에서부터 그림 9까지에 나타낸 3차원 객체 이외에 부두의 비트, 팬더, 나무, 자동차 등도 가상공간 구축을 위하여 제작하였다. 이와 같이 제작한 객체들은 모두 DB로 구성한 후, DB 사이에 네트워크 기능을 설정하여 그림 10과 같은 항구의 배경을 나타내는 가상공간을 창출하였다.



(a)



(b)



(c)

그림 9. 부두를 구성하는 크레인(a), 컨테이너(b), 건물(c) 등의 3차원객체 모델링 예.

여기서, 항해 안전에 중요한 요소가 되는 또 하나의 해상기상 요소는 안개인데, 그 종류는 발생 원인에 따라, 이류무, 복사무, 활승무, 전선무 등이 있고, 짙은 정도에 따라 시정(visibility)이 변하게 된다. 이 연구에서는, SCL 언어 기능 중, 'fogstart=거리', 'fogend=거리' 등의 내장함수를 이용하여 안개효과를 연출하였다. 그 적용 결과의 예는 실험을 하기 위하여 구성한 다음 그림 11에 나타나있다.

3. 실험

3.1 실험 및 평가 방법

위의 그림 10과 같이 구성한 배경 장면을 평가하기 위해서 다음과 같은 6가지 시나리오를 정하였다. 이 시나리오는, 예비 실험을 통하여 평가자들이 가장 민감하게 느끼는 대표적인 장면만으로 구성한 것이다. 그리고, 그림 11은 6가지 시나리오에 대한 해상장면을 나타낸다.

- 시나리오-1 : 산, 구름, 바다 등으로 구성된 장면
- 시나리오-2 : 시나리오 1에 더하여 항로표지, 방파제, 부두시설 등이 있는 장면
- 시나리오-3 : 시나리오 2에 더하여 항구의 건물풍경, 정박중인 선박 등이 있는 장면
- 시나리오-4 : 시나리오 3에서 옅은 안개가 추가된 장면
- 시나리오-5 : 시나리오 3에서 짙은 안개가 추가된 장면
- 시나리오-6 : 시나리오 3에서 비가 오기전의 기상악화 장면

그림 11과 같이 연출한 해상장면에 대한 평가 방법은, 각 장면을 HMD를 이용한 가상현실 장치에서 구현한 후, 남녀 각 5인의 시청자에게 제시하여 그들이 느끼는 감정을 수치화해서 평가하였다. 그림 12는, 실험에 참여한 남자 시청자의 사진으로서, 이 청취자는 HMD를 착용하고 시물레이션에 몰입하고 있다.



그림 10. 구성된 3차원객체를 이용하여 창출한 가상공간에서의 항구 배경장면.

이 연구에서는 시청자가 느끼는 감정을 평가하기 위해서, 인간의 감각을 물리적으로 평가하는 심리물리적 평가방법(Psychophysical Assessment Method)에, 느낌이라는 주관적인 감각을 수치로 나타내는 의미미분화 척도법(Semantic Differential Scales Method)을 서로 보완한 새로운 심리물리적 의미미분화 척도법(Semantic Differential Method for Psychophysical Assessment: SDMPA)을 개발하였다. 이 SDMPA는 자연에서 발생하는 배경 장면과, 이 연구에서 제작한 배경 장면 사이의 느낌을 수량화하여 객관적인 수치로 평가할 수 있는 기법으로서, 이 연구 제안자 등이 음향학에 적용한 바가 있다[21].

SDMPA를 적용하는 방법은, 먼저 자연의 해상 장면을 시청자에게 보여준 후, 제작한 3차원 배경 화면을 제시하고, 그 때 시청자가 인지한 느낌을 5단계 평가 지표로 측정하여 수량화해서 평가하였다. 느낌을 나타내는 표현으로는 '자연스러움

(Naturalness)', '현실감(Reality)', '동일감(Coincidence)' 등 다양한 표현이 있는데, 이 평가에서는 배경 장면의 자연성을 평가할 목적으로 '자연스러움'을 평가 표현으로 정하였다.

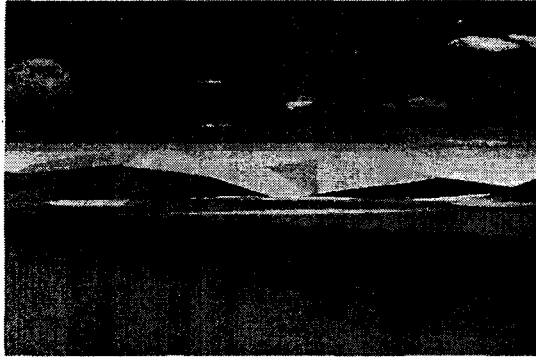
'자연스러움'이란 느낌에 대한 평가는, 6가지 시나리오에 대해서 0에서 4까지의 숫자를 이용한 5단계 척도(scale)를 이용하여 남녀 모두 10명에 대하여, 각각 2회 반복 평가하고, 수량화 한 후, 다음 식(1)의 평균 평가척도 값 $\overline{S_{nat}}$ (아래 첨자 nat는 natural의 의미이고, S는 scale을 의미)로 평가하였다.

$$\overline{S_{nat}(i)} = \frac{\sum_{k=1}^6 \sum_{j=1}^M S_{nat(i,k,j)}}{ML} \quad (1)$$

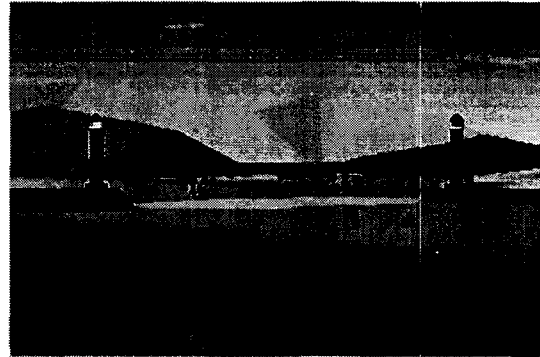
여기서,

$S_{nat(i,k,j)}$: i 번째 시나리오 대하여 k 번째 칭취자가 j 번 반복할 때 평가한 척도,

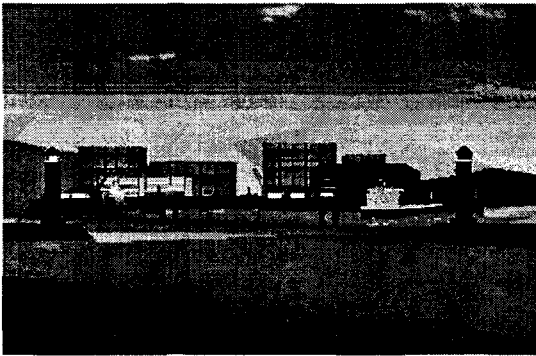
i : 시나리오 번호, $i=1,2,\dots,6$,



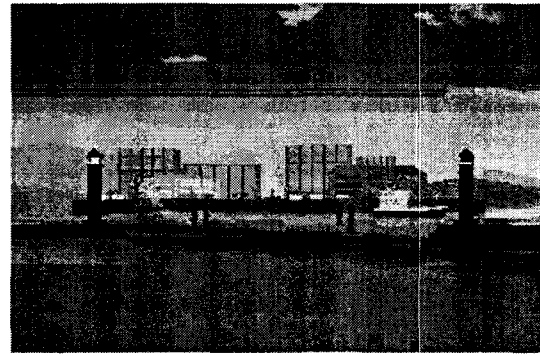
(a)



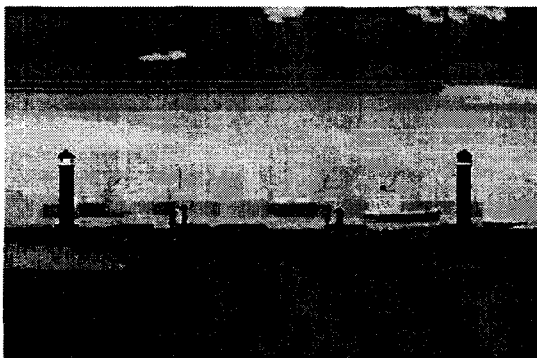
(b)



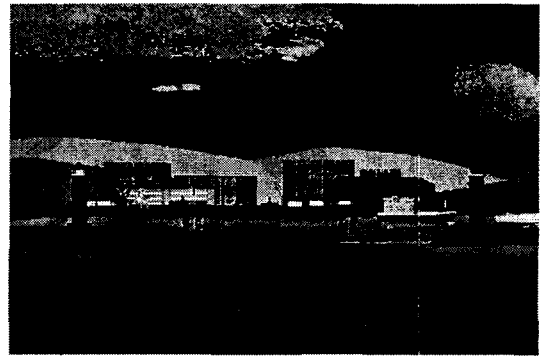
(c)



(d)



(e)



(f)

그림 11. 6가지 시나리오에 대한 해상 장면. 시나리오-1(a), 시나리오-2(b), 시나리오-3(c), 시나리오-4(d), 시나리오-5(e), 시나리오-6(f).

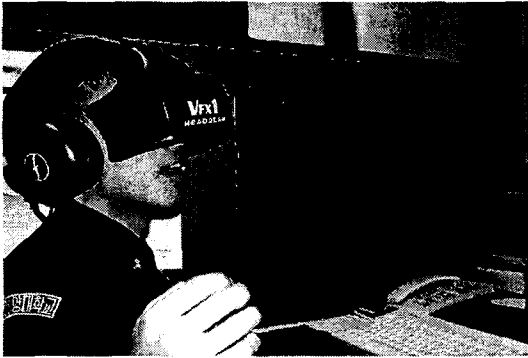


그림 12. 실험에 참여한 남자 시청자의 사진.

k : 청취자 번호, $k=1, 2, 3, \dots, L$ (L 은 청취자의 수),

j : 실험 반복 번호, $j=1, 2, 3, \dots, M$ (M 은 반복 횟수).

그리고, 0에서 4까지의 5단계 척도의 의미는 다음과 같이 정하였다.

'0' 자연의 해상장면과 전혀 다른 어색한 느낌을 준다.

'1' 자연의 해상장면과는 다르지만 해상이란 느낌은 든다.

'2' 자연의 해상장면이란 느낌은 있지만, 어색하다.

'3' 자연의 해상장면이지만, 다소 인공적인 느낌이 든다.

'4' 자연현상과 동일하여 몰입할 수 있는 느낌을 준다.

3.2 평가 결과

표 3는 위에서 열거한 6가지 시나리오에 대한 평가 결과이다.

표 3. 평가 결과.

시나리오 번호 (i)	1	2	3	4	5	6
평가 값 $\overline{S_{nat}}$	2.0	3.1	3.6	3.7	2.5	3.5

표 3에서, 시나리오 번호 i 가 증가하면서 $\overline{S_{nat}}$ 이 높아지다가 $i=5$ 에서 급격히 작아진 후, 다시 높아지는 결과를 나타내고있다. 그 이유는, $i=1$ 의 경우, 산, 바다, 구름 등 자연환경을 묘사하는 3차원 객체들로 구성된 장면인데, 이들 객체들이 다소 어색하게 보여지기 때문에 $\overline{S_{nat}}$ 이 작게 되었지만, i 가 증가하면서 항구의 건물, 부두, 선박 등의 3차원 객체가 증가하면서 자연스러운 항구 장면이 연출된 것으로 해석할 수 있다. 그리고, $i=5$ 는, 짙은 안개를 설정한 경우로서, 항구의 장면이 잘 인식되지 않아서 심리적으로 어색한 느낌을 주기 때문에 $\overline{S_{nat}}$ 이 작게 나타난 것으로 해석된다. 반면, $\overline{S_{nat}}$ 이 가장 높은 $i=4$ 의 경우, 항구에 얽은 안개가 설정된 경우로서, 항구의 구조물들이 약간 흐릿하게 보이기 때문에 자연적으로 멀리서 항구를 보았을 때의 느낌을 준 결과, 가장 자연스럽게 심리적으로 느끼는 것으로 해석할 수 있다. 그리고, 다양한 객체로 구성된 전체 항구의 배경에 대한 $\overline{S_{nat}}$ 이 3.6 ($i=3$)과 3.7($i=4$)인데, 5단계 평가 지표에 나타난 '3'(자연의 해상장면이지만, 다소 인공적인 느낌이 든다)과, '4'(자연현상과 동일하여 몰입할 수 있는 느낌을 준다)를 고려하면, 자연현상과 유사한 자연스러운 배경장면이 청취자들에게 제시되었음을 알 수 있다.

이상의 결과로부터, 이 연구에서 제안한 연출방법이 자연스러운 배경장면을 구현하는데 유효함을 알 수 있다.

4. 결론

이 논문에서는, 가상현실 선박 시뮬레이터(VRSS)에서의 배경화면 구성방법과 절차에 관하여 연구하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 해상의 배경장면을 자연스럽게 연출하기 위한 3차원 객체 모델링 기술과 연출 기법을 개발하였다.

2. 영상을 보고 느낀 인간의 감정을 수량으로 평가할 수 있는 새로운 평가 방법으로서, SDMPA를 제안하였다.
 3. 남녀 각 5명의 청취자를 대상으로, 연출한 가상 항구를 평가한 결과, 자연 항구의 장면과 대체적으로 유사한 결과를 나타내었기 때문에 이 연구에서 개발한 해상 배경장면 연출 기법이 VRSS에 유용하게 적용할 수 있음을 알았다.
- 앞으로 이 연구는, 본선의 선박과 운항자, 항해 장비 등으로 구성된 전경(foreground scene) 구현에 관한 연구를 계속하면서 VRSS를 구축해 나갈 예정이다.

참고문헌

- [1] 임정빈, 이상집, "인공 현실 기술을 응용한 선박조종 시뮬레이터 구현에 관한 기초 연구," 해양안전학회 학술발표회논문집, pp. 5-18, 1997. 5.
- [2] 임정빈, 김현중, "가상현실 선박 시뮬레이터의 시스템 설계," 해양안전학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 7-17, 1999. 5.
- [3] Technical Manual for Raytheon PATHFINDER/ST ECDIS C20, Rytheon Marine Company, 1995.
- [4] Technical Manual for TRANSAS MARINE SIMULATOR SYSTEMS, Transas Marine Company, January 1996.
- [5] 국방과학 연구소, 제9절 항공기 시뮬레이터, 국방과학 기술조사서 2권, pp. 783-806, 1998. 1.
- [6] Gene Bylinsky, "The Marvels of Virtual Reality," FORTUNE, pp. 94-100, June 1991.
- [7] Michael Bajura, Henry Fuchs, and Ryutarou Ohbuchi, "Merging Virtual Objects with the Real World: Seeing Ultrasound Imaginary within the Patient," Computer Graphics, Vol.26, Num.2, pp. 203-210, July 1992.
- [8] Tony Reveaux, "Virtual Reality gets Real," NEWMEDIA, pp. 32-41, January 1993.
- [9] Tim Studdt, "REALITY From Toys to Research Tools," R&D Magazine, pp. 19-21, March 1993.
- [10] Adam Sttetter and Donald P. Greenberg, "Computer Graphics Visualization For Acoustic Simulation," Computer Graphics, Vol.23, Num.3, pp. 195-206, July 1989.
- [11] Michael Deering, "High Resolution Virtual Reality," Computer Graphics, Vol.26, Num.2, pp. 195-201, July 1992.
- [12] 박찬중, 김동현, "가상현실시스템을 위한 HCI의 현황과 발전 방향," 정보처리학회지, 제5권, 제1호, pp. 20-28, 1998.1.
- [13] Yim Jeong-Bin, "Virtual Reality to Implement Next Generation Ship Simulator," Proceeding of KIN-CIN Joint Symposium '99, pp. 135-145, 1999. 10.22-24.
- [14] 임정빈, "가상현실 선박 조종 시뮬레이터 구현을 위한 3차원 음장 생성(I):머리전 달함수 모델링," 한국항해학회지, 제22권, 제3호, pp. 17-25, 1998. 9.
- [15] 임정빈, "가상현실 선박 조종 시뮬레이터 구현을 위한 3차원 음장 생성(II): 음장제어," 한국항해학회지, 제22권, 제3호, pp. 27-34, 1989. 9.
- [16] 임정빈, "단일 사용자용 몰입형 가상현실 선박 시뮬레이터 시스템 개발," 한국항해학회지(투고예중).
- [17] User's Guide for 3D Webmaster, Superscape Inc., 1997.
- [18] 이종인, 현대해사영어(I), 한국해양대 도서출판부, 부산, 1981, pp. 333-336.
- [19] 조학현, 해상기상 이론과 실무, 기전연구서, 서울, 1990, pp.49-65.
- [20] 임정빈, "가상현실 해양관광 시스템," '99 해양산업연구소 추계학술세미나 발표논문집, 제4권, 제2호, pp. 24-38, 1999. 12.2.
- [21] 임정빈, 머리전달함수 모델링에 의한 3차원 음장 재생에 관한 연구, 박사학위논문, 1997. 2.