가상현실 선박 시뮬레이터의 시스템 설계

임 정 빈* · 김 현 종*

*국립목포해양대학교 해상운송시스템학부

The System Design of Virtual Reality Ship Simulator

*Yim Jeong-bin** *and Kim Hyeon-Jong**

*Faculty of Maritime Transportation, Mokpo National Maritime University

〈목 차〉

Abstract
요약
1. 서론
2. 기존 선박 시뮬레이터와 VRSS 비교
3. VRSS의 시스템 설계
4. 결론
참고문헌

Abstract

This paper describes design techniques on the ship simulator system adopting virtual reality technology. Ship handling, generally, is done by the multi workers such as Captain, Officer, Pilot and Quartermaster. With this special fact, we proposed muti client-server network and hardware architecture which fit to the Virtual Reality Ship Simulator.

요 약

가상 현실 기술을 적용한 선박 시뮬레이터 시스템의 설계 기법에 관하여 기술한다. 일반적으로 선박은, 선장, 항해사, 도선사, 조타수 등의 다중 작업자에 의해 조종된다. 이 연구에서는 이러한 선박의 특수 환경을 고려하여 가상 현실 선박 시뮬레이터에 적합한 다중 크라이언트-서버 네트워크와 하드웨어 구성을 제안하였다.

1. 서 론

가상 현실 기술(Virtual Realty Technology: VRT)은, 컴퓨터 공학과 3차원 센서 및 3차원 디지털 신호처리 기술의 급속한 발전으로, 군사, 교육, 의학, 산업 분야 등에 빠르게 응용되고 있다. VRT는 '실제 존재하지 않지만 실제 존재하는 것과 동등한 효과를 낼 수 있는 기술'을 의미한다. VRT는 가상 공간(virtual space)에 실제 도구와 동등한 효과를 낼 수 있는 가상 도구(virtual tools)를 이용하기 때문에 위험을 배제할 수 있고, 시간과 장소의 제약을 받지 않으며, 소프트웨어로 구성되므로 업그레이드가 용이한 장점이 있다[1]-[5].

이러한 VRT를 선박에 적용한 것이 가상현실 선박 시뮬레이터(Virtual Reality Ship Simulator: VRSS)이다. 기존의 선박 시뮬레이터는 실물 장비가 필요하기 때문에 대형, 고가, 고유지 비용이라는 단점이 있다[6],[7].

그러나, VRSS는, 인간의 머리에 HMD(Head Mounted Display)를 설치한 후, 사용자의 시야(Field Of View:FOV)와 귀를 이용하여 가상 공간을 창출하고, 이 가상 공간에 해상에 있는 선박과 동일한 효과를 연출하여, 선박 조종술, ARPA/ RADAR 운용술, 비상훈련 및 GMDSS 운용술 등을 교육할 수 있기 때문에 VRT가 갖는 장점을 적극 활용할 수 있다.

이러한 VRSS를 구현하기 위해서는 3차원 영상, 3차원 음향, 3차원 센서 등이 필요하고, 컴퓨터 그래픽 기술이 무엇보다 중요하다. 최근의 VRT 수준은 가상 세계(virtual world)에 실제와 동등한 정도의 가상 선박 환경을 구축할 수 있을 정도로 발전해 있다. 여기서, 선박은 선장(Captain), 항해사(Officer), 도선사(Pilot), 조타수(Quarter Master)의 공동 작업으로 조종되고, 해양이라는 특수한 환경이 존재하기 때문에, VRSS 설계 및 개발에는 선박의 운항 경험이 필요하다. 이러한 이유 때문에 VRSS 구현에 관한 연구는 국내의 경우 보고된 바 없고, 본 저자 등에 의하여 1995년도부터 연구되고 있는 있다

[8]-[12].

이 논문에서는, 이러한 특수 선박 환경을 고려한 VRSS의 시스템 설계를 연구 목적으로 하였다.

2. 기존 선박 시뮬레이터와 VRSS 비교

현재 사용되고 있는 선박용 시뮬레이터는, 첨단 소프트웨와, 하드웨어 및 실물 크기의 브릿지(bridge)로 구성되고, 이 들은 서로 네트워크로 연결되어 있다. 이러한 선박용 시뮬레이터는 항해 초보자는 물론 항해 숙련자를 대상으로 교육, 훈련, 숙달 등을 하기 위한 목적으로 개발된 장비이다.

현재 사용되고 있는 선박용 시뮬레이터의 종류와 목적을 표 1에 나타내었다.

표 1. 기존 선박용 시뮬레이터의 종류와 목적

종 류	목 적
선박조종 시뮬레이터	ㅇ 선박 조종술 습득 ㅇ 선박 조종 특성 연구 ㅇ 선박 모형 설계 ㅇ 항만 시뮬레이션
ARPA/RADAR 시뮬레이터	ㅇ ARPA/RADAR 운용 기술 습득 ㅇ Plotting 기술 습득
ECDIS 시뮬레이터	ㅇ ECDIS 운용 기술 습득 ㅇ 전자해도 개정 방법 습득 ㅇ 선박자동화 연계 기술 연구
INMARSAT 시뮬레이터	ㅇ 인공위성 통신 이론 습득 ㅇ INMARSAT 설치 및 운용 기술 습득
GMDSS 시뮬레이터	ㅇ GMDSS 설치 및 운용 기술 습득 ㅇ SAR 운용 원리 습득
적 화 시뮬레이터	ㅇ 화물의 적화 계산 능력 습득 ㅇ 화물 취급 방법 습득 ㅇ 하역 장치/장비 운용술 습득 ㅇ 물류 연구
관성항법장치 시뮬레이터	ㅇ 관성항법 원리 습득 ㅇ 자이로콤파스 및 INS 운용술 습득
기 관 시뮬레이터	ㅇ 기관 운용 능력 배양 ㅇ 선박 자동화 연계 연구

기존 시뮬레이터의 경우, 실제 모양을 갖춘 각각의 항법 장비가 필요하고, 사용 목적에 따라 각각의 시뮬레이터를 별도로 구성해야 하는 비효율적인 구조로 되어있다. 또한, 선박 자동화의 시대적 발달에 따른 선박 시뮬레이터의 업그레이드(up-grade)가 용이하지 않고, 시뮬레이터에 동시 수용할 수 있는 사용자 수가 제한되는 문제점 등이 있다. 표 2는 기존 선박용 시뮬레이터와 VRSS를 비교한 것이다.

표 2. 기존 선박용 시뮬레이터와 VRSS의 비교

구분 / 항목	기존 시뮬레이터	VRSS
경제성	실물 크기의 항법 장치/장비와 대규모 설치 공간이 필요하여 비경제적이다.	소프트웨어에 의한 가상 항법 장치/장비 구성과 사용자 행동 공간만 필요하므로 경제적이다.
안정성	실물 크기의 선박 bridge 구동 및 제어 장치가 설치되므로 시스템의 안정성이 낮다.	사용자 개인에 대한 소형 구동 및 제어 장치 사용으로 안정성이 높다.
효율성	업그레이드에 유연성이 약하고, 단일 사용자 시스템이므로 비효율적이다.	소프트웨어 변경으로 업그레이드가 신속 용이하고, 다중 사용자 시스템으로 확장 가능하여 효율적이다.
기타	실물 bridge와 유사한 물리 공간이므로 인체의 생리학적 기능 장해 없다.	사이버 공간에서 인간의 생리학적 기능 장해가 우려된다.

3. VRSS의 시스템 설계

3.1 시스템 설계를 위한 요소 기술

VRSS 시스템 설계에 필요한 요소 기술을 그림 1에 나타냈다.

VRSS에 필요한 요소 기술은 다음과 같은 5가지로 요약할 수 있다. (1)NAVIGATIONAL EXPERT SYSTEM, (2)MODELING, (3)NET-WORKING, (4)MAN-SENSOR INTERFACING, (5)3D VISUAL AND SOUND.

위의 요소 기술 중에서, (1)NAVIGATIONAL EXPERT SYSTEM은, 선박 운항 전문가만이 설계할 수 있는 '항해 전문가 시스템'으로서, 해상 경험이 풍부하고 숙련된 선장

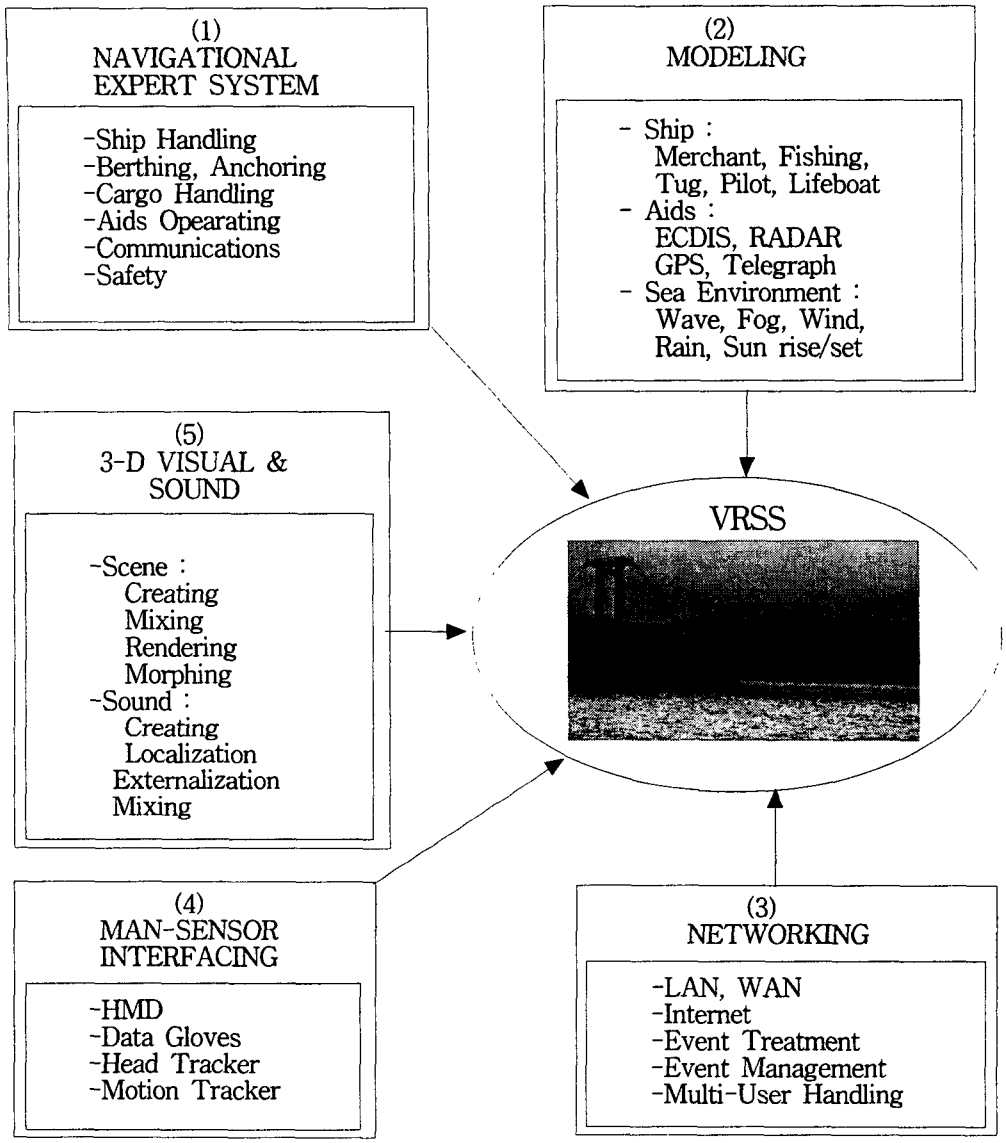

그림 1. VRSS 시스템 설계에 필요한 요소 기술

의 경험을 지식(knowledge)으로 변환하고, 여기에 이론적 배경을 적용하여 데이터 베이스를 구축한 시스템이다. 이 시스템 구축에는 선장 경험에 대한 방대한 설문 조사와 다양한 통계 처리가 필요하다[13].

(2)MODELING은, 선박 운용술을 기반으로 상선(Merchant ship), 군함(War ship), 어선(Fishing vessel), 터그 보트(Tug boat), 구명정(Life boat) 등에 대한 모델을 설계 및 구성

한다. 또한, 항법 장비/장치에 대한 모델링은 더욱 중요한 사항으로서, ECDIS, ARPA/RADAR 등과 같이 동영상이 나타나는 장비의 경우에는, 실제 장비에서 나타나는 동영상이 가상 공간에서도 그대로 구현될 수 있는 장면 중첩 그래픽 기술이 필요하다.

(3)NETWORKING은, Client와 Server 사이의 통신 형태를 말하며, 가상 선박과 같이 선장, 항해사, 조타수, 도선사 등의 다중 사용자(multi-user)가 존재하는 경우에는 특별한 구조의 네트워킹 기술이 필요하다.

(4)MAN-SENSOR INTERFACING은, 인간과 3차원 센서 사이의 신호처리 장치를 나타낸다. 현재 가상 현실 기술의 급속한 발전으로, 가상 공간에 충분히 몰입할 수 있을 정도의 인간-센서 인터페이싱 기술이 발전되어 있다.

(5)3D VISUAL AND SOUND 부분은, 가상 시뮬레이터 구성에 제일 중요한 부분으로서, (4)항과 더불어 발전되고 있다. 특히, 3D SOUND는 본 저자 등에 의하여 연구 개발되고 있다[10],[11].

위에서 고찰한 바와 같이 VRSS 구축에 필요한 요소 기술은 상당 부분 개발되어 있으나, 대부분 선박이라는 특수한 상황이 배제된 것이다.

3.2 다중 사용자 VRSS

지금까지의 VRT는 주로 단일 사용자(single-user) 교육이 목적인 항공기 시뮬레이터에 적용되어 왔다. 그러나, 선박은 다중 사용자 환경이다. 이 들은 모두 브릿지라는 동일한 공간에 존재하면서 각자의 임무를 수행한다. 그림 2에 다중 사용자 환경의 예를 나타냈다.

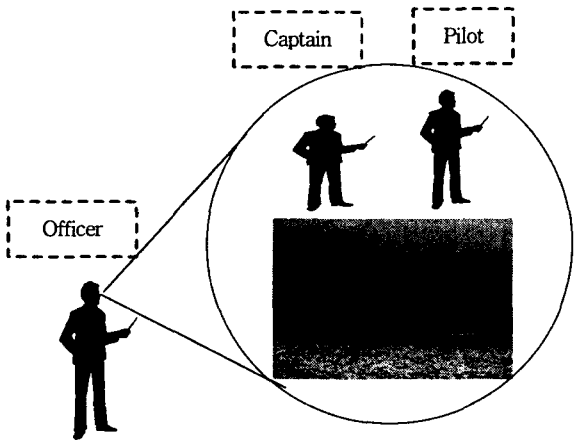

그림 2. 다중 사용자 환경의 예

그림 2에서, Officer의 시야에 Captain과 Piolot가 들어오면, 이 들이 각각 동적으로 움직이는 장면이 필요하므로 시뮬레이터에 요구되는 상황이 복잡하게 된다. 이와 같은 다중 사용자 VRSS 시스템 구현에는, 다중 네트워킹, 다중 사건 처리, 장면-사건 일관성 등이 해결되어야 한다.

다중 사용자 환경에서, 입력 사건 처리와 행위 결정 문제를 예로 들어 나타낸 것이 그림 3 이다.

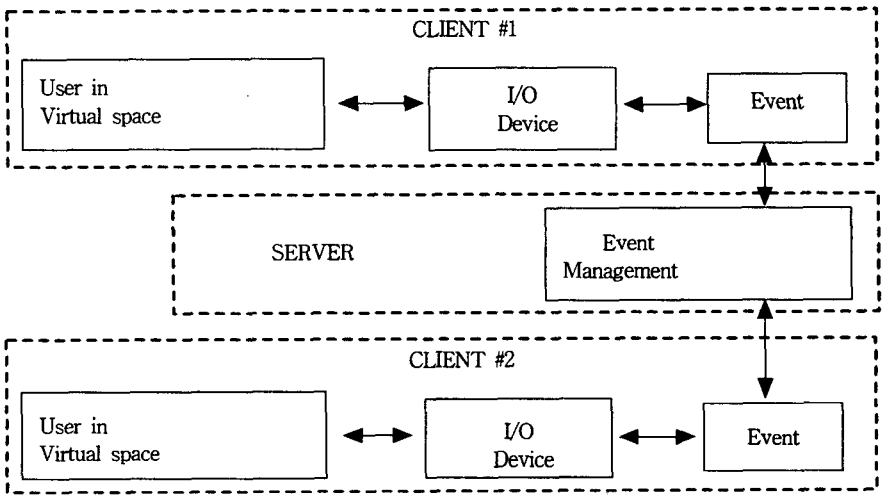

그림 3. 다중 사용자 공유 환경의 예

그림 3은 2개의 Client와 1개의 Server를 예로 든 것이다. 각 Client에서 발생한 사건(event)은 Server에 전달되고, Server에서는 행위 규칙을 이용하여 행위를 결정한 후, 각 Client에 전달한다. 각 Client에서는 결정된 행위에 대한 장면을 렌더링(rendering)하여 사용자에게 제시한다. 이와 같은 시스템을 구성하는 경우, Server에서 각 Client 사건을 모두 처리해야하기 때문에 Client수가 증가하면 Server의 부하가 많이 걸리고, Server의 성능이 탁월한 것이 요구된다.

Client와 Server를 연결하는 네트워크 구조에는, (1)1개의 Server에 여러 Client가 연결된 중앙 집중형 구조, (2)각 Client 간에 네트워크를 설치한 완전 분산형 구조, (3)수 개의 Client를 한 그룹으로 묶어서 1개의 Server에 연결하고, 이러한 3-4개의 Server를 망으로 묶은 혼합형 구조, (4)혼합형 구조를 변경하여 Server를 또 다른 Bridge Server와 Broker Server를 이용하여 대규모 Client와 대규모 Server로 구성한 다중 서버-클라이언트 구조가 있다[14]-[16].

VRSS의 경우, Captain, Officer, Pilot, Quarter Master를 하나의 그룹으로 하여 약 5개 그룹의 사용자가 동시에 사용할 수 있는 구조를 가정한다면, (3)혼합형 구조와 (4)다중 서버-클라이언트 구조를 적용하여 VRSS 시스템을 구성하는 것이 적합할 것으로 예상된다. 그림 4에 (3)혼합형 구조와 (4)다중 서버-클라이언트 구조를 이용한 VRSS 시스템의 네트워크 구조를 나타냈다

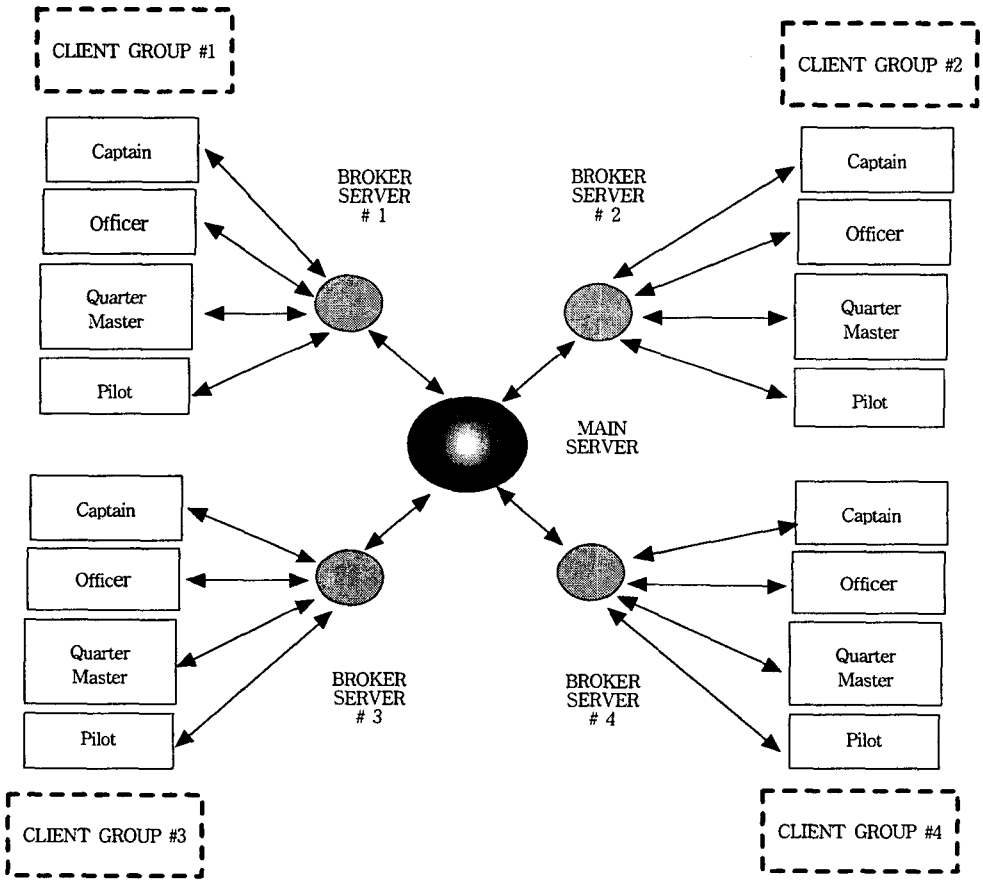

그림 4. 혼합형 구조와 다중 서버-클라이언트 구조를 적용한 VRSS 시스템의 네트워크 구조.

그림 4는 중앙 집중형 구조와 완전 분산형 구조의 단점을 보완한 형태로서, BROKER SERVER를 이용하여 각 CLIENT GROUP을 관리하도록 하였다. MAIN SERVER는 전체 가상 선박의 공간을 담당하고, BROKER SERVER는 각 CLIENT GROUP에서 요구하는 가상 공간의 일부분에 대한 메시지만을 관리하므로 써, 전체 네트워크의 부하를 줄

이고, 시스템 확장을 보다 유연하게 할 수 있다.

3.3 Hardwar의 구성

그림 5는 그림 4의 네트워크 구조에 대한 하드웨어 구성도를 나타낸다.

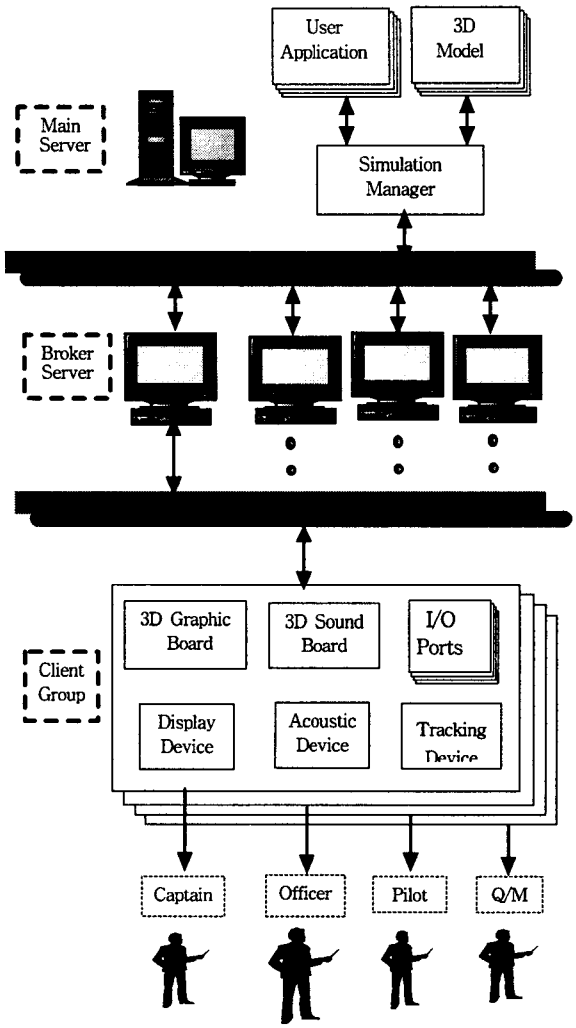

그림 5. 그림 4의 네트워크 구조에 대한 하드웨어 구성도

그림 5에서, MAIN SERVER는 전체 가상 공간 창출에 필요한 3차원 데이터 베이스를 관리하고, BROKER SERVER는 CLIENT GROUP에서 요구하는 사용자 FOV에 대한 3

차원 음향, 3차원 영상 데이터를 관리한다.

CLIENT GROUP에 대한 하드웨어 구성은, HMD(Head Mounted Display)를 이용하여 3차원 영상을 구현하기 위한 Display Device, 헤드폰이나 스피커를 이용하여 3차원 음향을 창출하는 Acoustic Device, 사용자의 FOV를 추적하는 Tracking Device가 있다. 여기서, 사용자의 FOV와 일치하는 방대한 양의 3차원 영상과 음향 데이터를 처리하고, 고속으로 이들 3차원 영상과 음향을 창출하는 것이 제일 중요하다. 이러한 작업은 3차원 영상과 음향 각각에 대한 신호 처리 보드를 사용하여 병렬 처리하므로 써 구현이 가능하다. 최근에는 고성능 디지털 신호처리 칩(chip)이 개발되어 자연스러운 3차원 음상-영상을 구현하고 있다[17]-[18].

4. 결 론

가상 현실 기술을 선박 시뮬레이터에 적용한 VRSS(Virtual Reality Ship Simulator)의 시스템 설계 기법에 대해서 고찰하였다. 이 연구에서는, 다중 사용자를 고려하여, 혼합형 구조와 다중 서버-클라이언트 구조를 이용한 VRSS 시스템의 네트워크 구조와 하드웨어 구성 방법을 제안하였다.

앞으로, 이 연구에서 제안한 VRSS 설계 기술을 바탕으로 VRSS 하드웨어를 구성하여, 제안한 방법에 대한 유효성을 평가할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] 국방과학 연구소, 제9절 항공기 시뮬레이터, *국방과학 기술조사서 2권*, pp.783-806, 1998.1.

[2] Gene Bylinsky, "The Marvels of Virtual Reality," *FORTUNE*, pp.94-100, June 1991.

[3] Michael Bajura, Henry Fuchs, and Ryutarou Ohbuchi, "Merging Virtual Objects with the Real World:Seeing Ultrasound Imagenary within the Patient," *Gomputer Graphics*, Vol.26, Num.2, pp.203-210, July 1992.

[4] Tony Reveaux, "Virtual Reality gets Real," *NEWMEDIA*, pp.32-41, January 1993.

[5] Tim Studt, "REALITY From Toys to Research Tools," *R&D Magazine*,

pp.19-21, March 1993.

[6] Technical Manual for Raytheon PATHFINDER/ST ECDIS C20, Rytheon Marine Company, 1995.

[7] Technical Manual for TRANSAS MARINE SIMULATOR SYSTEMS, Transas Marine Company, January 1996.

[8] 임정빈, 이상집, "인공 현실 기술을 응용한 선박조종 시뮬레이터 구현에 관한 기초 연구," *해양안전학회 학술발표회논문집*, pp.5-18, 1997.5.

[9] 임정빈,고광섭,최낙현, "현저한 해안위치를 절점으로 선정하는 디지털 해도에서의 해안선 데이터 압축," *해양안전학회지*, 제4권, 제1호, pp.13-20, 1998.1.

[10] 임정빈, "가상현실 선박 조종 시뮬레이터 구현을 위한 3차원 음장 생성(Ⅰ):머리전달함수 모델링," *한국항해학회지*, 제22권, 제3호, pp.17-25, 1998. 9.

[11] 임정빈, "가상현실 선박 조종 시뮬레이터 구현을 위한 3차원 음장 생성(Ⅱ): 음장제어," *한국항해학회지*, 제22권, 제3호, pp.27-34, 1989. 9.

[12] 고광섭, 임정빈, 홍성래,"무인 해상 이동체 개발을 위한 자동위치 추적 시스템 제작," 해군 *해양연구소 98년도 최종 연구보고서*, 1998.11.

[13] H. Matsumuta, M. Inaishj, S. Tsuruta, H. Imazu and A.M. Sugisaki, "Basic Research on an Expert System for Navigation at Sea," *J. of Japan Inst. of Navigation*, pp.31-38, 1989.9.

[14] 정문열,"가상현실 시스템에서의 이벤트 핸들링 및 행위 결정," *정보처리학회지*, 제5권, 제2호, pp.3-8, 1998.3.

[15] 송경준 외 4인, "대규모 분산 가상현실 시스템을 위한 다중 서버-다중 클라이언트 구조," *정보처리학회지*, 제5권, 제2호, pp.9-16, 1998.3.

[16] 박찬종, 김동현, "가상현실시스템을 위한 HCI의 현황과 발전 방향," *정보처리학회지*, 제5권, 제1호, pp.20-28, 1998.1.

[17] Adam Sttetner and Donald P. Greenberg, "Computer Graphics Visualization For Acoustic Simulation," *Computer Graphics*, Vol.23, Num3, pp.195-206, July 1989.

[18] Michael Deering, "High Resolution Virtual Reality," *Gomputer Graphics*, Vol.26, Num.2, pp.195-201, July 1992.