

공학석사 학위논문

VTS 시스템의 확장 및 개선에 관한 연구

A Study on the Extension and Improvement of VTS Systems

지도교수 김 창 제

2003년 2월

한국해양대학교 대학원

운항시스템공학과

김 원 욱

본 논문을 김원욱의 공학석사
학위논문으로 인준함.

위원장 예 병 덕 (인)

위 원 송 재 욱 (인)

위 원 김 창 제 (인)

2003년 2월

한국해양대학교 대학원

운항시스템공학과

김 원 욱

[목 차]

List of Tables	ii
List of Figures	iii
Abstract	1
제 1 장 서 론	3
제 2 장 VTS 시스템	5
2.1 개요	5
2.2 우리나라 운용사례	5
2.3 외국운용사례	8
제 3 장 3차원 영상 제작 방법	13
3.1 개요	13
3.2 기존 3차원 영상 제작 방법	14
3.3 전자해도 데이터를 이용한 방법	15
제 4 장 VTS 시스템에 3차원 영상 적용	34
4.1 개요	34
4.2 VTS 시스템 확장 및 인터페이스	34
4.3 View point 설정 기능	43
제 5 장 결 론	48
참고문헌	49

List of Tables

Table 2-1 PTMS systems' operation in Korea	6
Table 2-2 Composition of PTMS systems in Korea	7
Table 2-3 MTASC & PTCO systems' operation in Japan	8
Table 2-4 MCTS systems' operation in Canada	10
Table 2-5 VTS systems' operation in Germany	11

List of Figures

Fig. 3-1 Procedures of 3D image creation using CC-CAD	14
Fig. 3-2 Procedures of 3D image creation using AutoCad	15
Fig. 3-3 Procedures of 3D image creation using ENC data	16
Fig. 3-4 The Standard form of ENC data	17
Fig. 3-5 Codes of ENC data	17
Fig. 3-6 Procedures' analysis of ENC data	18
Fig. 3-7 Items of ENC data	18
Fig. 3-8 Selection of ENC	19
Fig. 3-9 Analysis of ENC data items	20
Fig. 3-10 Analysis of coast line data	21
Fig. 3-11 Coast line images	22
Fig. 3-12 Analysis of depth contour data	23
Fig. 3-13 Depth contour images	24
Fig. 3-14 Analysis of sounding data	25
Fig. 3-15 Sounding data images	26
Fig. 3-16 Procedures of conversion to .txt file	27
Fig. 3-17 An example of a conversion to .txt file	27
Fig. 3-18 An example of a conversion to .dxf file	28
Fig. 3-19 Arrangement of ENC data	29
Fig. 3-20 An example of a conversion to .flt file	30
Fig. 3-21 2D harbor model images	31
Fig. 3-22 3D harbor model images	32
Fig. 3-23 An example of a application to ship handling simulator	33
Fig. 4-1 Composition diagram of VTS systems	35
Fig. 4-2 Insertion of a dynamic ship model	36

Fig. 4-3 3D ship model	37
Fig. 4-4 Insertion of a static harbor model	38
Fig. 4-5 Procedures of networking	39
Fig. 4-6 Composition class diagram of 3D view control	41
Fig. 4-7 3D VTS control program	42
Fig. 4-8 Viewpoint control program	44
Fig. 4-9 A view that is observed on a Bulk carrier	45
Fig. 4-10 A view that is observed on a Cruiser	45
Fig. 4-11 A view that is observed on an arbitrary point ①	46
Fig. 4-12 A view that is observed on an arbitrary point ②	46
Fig. 4-13 A view that is observed on an arbitrary point ③	47

A Study on the Extension and Improvement of VTS Systems

Kim, Won-Ouk
Dept. of Ship Operation Engineering
The Graduate School
Korea Maritime University

Abstract

The VTS system usually uses ENC (Electronic Navigational Chart) to display coastline, whereas it does information from ARPA (Automatic Radar Plotting Aids) radar to show images of target ships and navigational aids. In other words, the VTS operators control ships traffic based on 2D (2-dimensional) images displayed on monitors.

This study proposes the enhancement of the VTS system by introducing 3D (3-dimensional) images to the system. And the 3D images are shown to VTS operator. The 3D images can provide the operators with reality, that is, the operators can see the whole traffic

situation not only from the VTS center's viewpoint but also from the vessel's one, and, consequently, the efficiency of traffic control will be expected to improve. The method using the ENC Data which is more correct and fast than the previous method has been studied in this study.

제 1 장 서 론

현재는 선박의 대형화, 고속화 및 선박량 증가로 과거에 비해 해상교통이 복잡해졌으나 해상교통의 원활한 흐름유지, 선박에 의한 해상교통사고 예방, 인명, 재산 및 해상환경보호 등을 위해 전 세계적으로 선박교통관리제도 (VTS : Vessel Traffic Service)가 도입되어 운용중이다¹⁾. 기존의 VTS 시스템은 일반적으로 육상은 전자해도 (ENC : Electronic Navigational Chart), 선박 및 항해물표 등은 ARPA (Automatic Radar Plotting Aids) Radar에 의해 정보를 획득 및 판별하고 있다. 즉, 기존의 VTS 관제는 2차원 영상을 이용하는데 국한되어 있다고 볼 수 있다. 기존 관제형식에 3차원 영상인 항만모델 및 선박모델을 추가한다면 당직항해사의 입장에서 관제가 가능해진다. 위험상황은 현장에 있는 실무 책임자가 그 누구보다도 신속, 정확하게 판단할 것으로 생각된다. 선박은 당직항해사가 실무 책임자이므로 당직항해사의 관점에서 관제가 가능하다면 해양사고 예방에 큰 효과가 있을 것이다. 이 연구에서는 3차원 영상인 항만모델 및 선박모델을 VTS 시스템에 추가 제공하기 위한 방법 중 3차원 항만 영상 제작방법을 주로 다루고자 한다. 3차원 항만 영상 제작에 있어서, 기존 방법에 의한 소요시간보다 짧은 소요시간으로 가능한, 기존 방법에 의한 결과보다 더 정확한 전자해도 데이터에 의한 방법을 제안하고자 한다. 즉, 전자해도 데이터 분석 방법, 분석된 데이터를 3차원 항만 영상 제작에 필요한 파일로 변환하는 방법에 관해 고찰하고자 한다. 또한, 3차원 영상을 VTS 시스템에 적용시키기 위하여 ARPA Radar 영상과 이미 제작된 3차원 영상인 항만 모델 및 선박모델 인터페이스에 대한 기술적 방법을 고찰하고자 한다.

이 논문은 5장으로 구성되어 있다.

제 2 장에서는 VTS 시스템의 개요와 국내 및 외국의 운용사례를 검토하였으며,

제 3 장에서는 VTS 시스템에 3차원 영상을 추가 제공하기 위하여 기존

의 3차원 영상 제작 방법과 개선된 전자해도 데이터를 이용한 방법에 대해 검토하였으며,

제 4 장에서는 VTS 시스템에 3차원 영상을 추가 제공하기 위한 기술적 방법에 대해 고찰하였으며,

마지막으로 제 5 장에서는 이 연구의 성과를 정리하여 결론으로 하였다.

제 2 장 VTS 시스템

2.1 개요

VTS 시스템은 1948년 영국 리버풀에서 레이더와 VHF를 이용하여 운용되었고 그 결과 선박통항 서비스의 대한 유효성이 주목을 끌게 되었다¹⁾. 1955년 IALA (International Association of Lighthouse Authorities) 스웨덴 총회에서 폭넓은 토론을 거친 후 1980년 IALA 도쿄 총회에서 IALA 산하에 VTS 위원회가 설립되었다. VTS 위원회의 권고에 따라 IMO 결의 A.578(14, Dec. 1985)에서 VTS Guideline이 성립되어 각 가맹국에 VTS Guideline 성립을 널리 권고하였다. 1997년 12월에 새로 채택된 IMO 결의서 A875(20)에 의하면 VTS를 “선박교통의 안전과 운항능력 향상, 환경보호를 목적으로 해상교통과 상호 관련하여, 그 해역의 교통상황에 적절히 대응하는 능력을 가져야 한다.”고 정의하고 있다²⁾. IALA는 이 권고안을 수용하여 1998년에 “IALA Vessel Traffic Service Manual”을 발간하였고 이것을 VTS의 조직 및 운영의 교과서로 채택하고 있다. 현재 각국은 해상교통환경 개선과 해양안전 확립을 위해 많은 노력을 하고 있지만, 크고 작은 해양사고는 여전히 발생하고 있다. 이러한 해양사고를 감소시키기 위하여 해운선진국들은 이미 20세기 중반부터 VTS 시스템을 도입하여 현재는 총 500여 항만에서 VTS 시스템을 운영하고 있다.

2.2 우리나라 운용 사례

우리나라의 경우 삼면이 바다로 둘러싸인 지정학적인 이유 때문에 수출·입 물동량의 99.8%를 해상운송에 의존하고 있다. 그리고 육상교통의 정체 등으로 인하여 연안을 이용하는 화물수송 분담률 또한 높아져 연안항로를 항해하는 선박이 급격히 증가하고 있다.

Table 2-1 PTMS systems' operation in Korea

설치항만	설치년도	설치항만	설치년도
포항	1993년	부산	1998년
여수 / 광양	1996년	동해	1999년
울산	1996년	제주	1999년
대산	1998년	군산	1999년
인천 / 평택	1998년	목포	1999년
마산 / 진해	1998년		

특히, 우리나라 연안해역은 지형적으로 크고 작은 섬과 암초가 산재해 있고, 조수 간만의 차가 심한 협수로로 구성되어 있으며 빈번한 해무의 발생으로 항상 해양사고의 발생요인이 되고 있다. 더구나 선박의 대형화, 고속화 추세에 더불어 유조선 등 위험화물 운반선 또한 지속적으로 증가 추세에 있다. 따라서 1993년 포항항을 시작으로 총 14개 항만에 11개의 시스템을 설치하여 원활한 해양교통유지와 해양사고 감소를 위해 Table 2-1과 같은 해상교통관제서가 설치되었으며 1999년부터 PTMS (Port Traffic Management Service)로 명명하여 운용되고 있다³⁾. PTMS는 선박통항의 안전과 효율성을 증진시키고 교통환경을 보호하기 위하여, 항만과 출입항로를 항해하거나 이동하는 선박의 움직임을 RADAR, CCTV 및 VHF 등의 장비를 이용하여 안전 운항을 위한 조언 또는 필요한 정보를 제공하는 서비스 업무를 말한다. 그리고 Table 2-2는 우리나라 각 항만별 PTMS 시스템 구성을 나타내며 주요 임무는 다음과 같다⁴⁾.

- 가) 입·출항 선박 및 운항 선박의 동정 파악
- 나) 선박통항에 대한 항행안전 정보제공
- 다) 해상기상 및 항만운영에 관한 정보제공
- 라) 항만이용자 및 관련기관과의 정보제공

- 마) 도선, 정박지 및 선석 지정에 관한 정보제공
- 바) 항계내 해상교통질서 유지에 따른 안전사고 예방
- 사) 해양안전사고 및 긴급상황 발생시 신속한 초동조치 및 상황전달

Table 2-2 Composition of PTMS systems in Korea

설치항만	시스템구성	설치항만	시스템구성
포항	Radar : 3개 CCTV : 1개 VHF : 3개	부산	Radar : 5개 CCTV : 1개 VHF : 6개
여수 / 광양	Radar : 3개 CCTV : 4개 VHF : 3개	동해	Radar : 2개 CCTV : 1개 VHF : 5개
울산	Radar : 3개 CCTV : 1개 VHF : 5개	제주	Radar : 1개 CCTV : 1개 VHF : 5개
대산	Radar : 2개 CCTV : 1개 VHF : 6개	군산	Radar : 2개 CCTV : 1개 VHF : 5개
인천/ 평택	Radar : 5개 CCTV : 2개 VHF : 4개	목포	Radar : 3개 CCTV : 3개 VHF : 8개
마산 / 진해	Radar : 4개 CCTV : 2개 VHF : 3개		

2.3 외국 운용 사례

(1) 일본

일본은 각지에 크게 두 종류의 VTS 시스템을 운영함으로써 해상교통안전을 추구하고 있다.

해상교통센터 (MTASC : Maritime Traffic Advisory Service Center)는 연안 고성능 레이더를 이용하여 항행 선박에 상대선의 동향 및 기상상황 등 항행에 필요한 정보를 제공한다. 즉, 항행원조와 관제업무를 동시에 실시하고 있다.

항내교통관제실 (PTCO : Port Traffic Control Office)은 항만의 효율을 높이기 위하여 해상교통정보 제공과 항내 교통 관제를 행하고 있다. 일본의 해상교통센터 및 항내교통관제실 설치 운용항만은 Table 2-2와 같다⁵⁾.

Table 2-3 MTASC & PTCO systems operation in Japan

MTASC	PTCO	
동경만	쿠시로하버	요코하마
나고야항	카와사끼	동경
	우라야스	치바
오사카만	사데가하라	고베
	오사카항	오사카하버레이더
비산세토	시모즈이	히비
	쓰시마	와카마쯔
쿠로시마해협	다이바바나	히노야마
칸몬해협	아사	

(2) 영국

영국 VTS 시스템의 경우 도버해협과 같은 중요한 해역은 중앙부처인 교통부 산하의 MCA (Maritime and Coastguard Agency)에서 운영하지만, 테임즈강에 대한 항행 관제는 런던 항만청이 운영한다. 즉, 중요해역을 제외한 대부분 항만 VTS는 항만당국이 운영하고 있다. MCA는 과거에 MSA (Maritime Safety Agency)와 HMCG (Her Majesty's Coast Guard)로 구분되어 있던 두 기구를 합병하여 신설된 기구로 Southampton에 본부를 두고 있다. 그러나, Southampton항만의 경우에는 ABP라는 민영화된 기업이 항만 운영권 및 VTS 운영권을 가지고 운영하는 경우도 있다. 즉, 영국은 중앙부처, 항만당국 및 민간기업에 의해 다양한 방법으로 운영되고 있다. 도버해협 VTS는 국제 수로인 도버 Strait를 관리하기 위한 것으로 특히 도버해협 내에 있는 통항분리항로 (TSS : Traffic Separation Scheme)의 준수를 독려하고 감시하기 위한 것이다. Dover TSS는 세계에서 처음 도입되었을 뿐만 아니라, IMO에 의해 최초로 채택된 TSS이다. 이에 따라 국제해상충돌방지규칙 (COLREG : Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea)에 TSS에 관한 새로운 조항(Rule 10)이 추가되는 계기가 되었다. Dover TSS는 영국과 프랑스 양국에 의하여 관리되고 있는데 프랑스는 북동항로(NE Lane)를 영국은 남서항로(SW Lane)를 관리하고 있다⁶⁾.

(3) 캐나다

캐나다의 VTS 관련법령은 “Vessel Traffic Services Zones Regulations”이며 설치목적은 해양환경보호 및 통항선박의 안전과 효율성 증진이다. 캐나다의 경우에는 거의 전 연안을 관리하는 해상교통 감시 및 관리체제를 구축하고 있는 대표적인 국가로서 북극지역, 동부해안, 서부해안, St. Lawrence 등의 해역에 대해서는 정부가 직접 운영하는 해상교통 관리센터

를 두고 있다. 특히, 캐나다 서해안의 경우, Tofino VTS에서 고성능 Radar를 이용한 연안 VTS를 운영하고 있으며, 캐나다의 Tofino VTS와 Vancouver Traffic과 미국의 Seattle Traffic이 합동 VTS (Cooperative VTS, CVTS)를 운영하며 국가간의 공조 체제에 모범이 되고 있다. 그리고 해상교통관제를 MCTS (Marine Communications and Traffic Service)로 명명하여 운용중에 있으며 설치된 항만은 Table 2-4와 같다. VTS Zone에 들어오는 총톤수 500톤 이상의 선박은 VHF 통신을 이용하여 24시간 전에 반드시 참여하도록 하고 있으며 VTS는 다음과 같은 기능을 가져야 한다고 규정하고 있다⁵⁾.

- 가) 관제대상 선박에 정보 제공
- 나) 선박과 VTS간의 교통 및 항해안전 관련 정보교환
- 다) 캐나다 수역으로 진입, 이탈 및 항행하는 선박에 대한 요구사항 해결
- 라) 원활한 교통 흐름을 위한 선박의 이동 조정

Table 2-4 MCTS systems operation in Canada

MCTS	
Placentia Bay	Bay of Fundy
St. John's	St. Lawrence Waterway
Port aux Basques	Vancouver
Halifax	Tofino
Strait of Canso and Eastern Approaches	Prince Rupert
Northumberland Strait	

(4) 독일

현재 운영되고 있는 VTS 센터는 13개소로서 길이 50미터 이상 선박 및 위험화물 운반선박에 대해 관제를 실시하고 있으며 수행업무는 다음과 같다⁶⁾.

- 가) 통항상황 및 통항규정 정보 제공
- 나) 특수한 상황에서 도선사의 조언 제공
- 다) 수색 및 구조 활동

Table 2-5 VTS systems operation in Germany

North Sea Coast	Baltic Sea Coast	Kiel Canal
Knock(Emden)	Travemunde	NOK 1(Brunsbüttel)
German Bight		
Wilhelmshaven	Wismar	
Bremerhaven		
Bremen	Warnemunde	NOK 2(Kiel-Holtenau)
Cuxhaven	Stralsund	
Brunsbüttel		

(6) 기타

가) 프랑스 : 프랑스 VTS 운영 주체는 2원화 되어있다. 중앙정부는 주로 대양을 대상으로 영불해협을 포함하여 5개 해역을 직접 관리한다. 그리고 각 항만 당국이 운영하는 VTS는 항내, 출입항로 및 부두를 관리한다. 항만 내 VTS 업무도 중앙부서의 고유 업무로 되어 있었으나, 항만관리주체

를 중앙정부와 별도의 조직으로 설립하여 항만의 관리를 위임하고 있다.

나) 호주 : Botany Bay에 연안 VTS 운용

다) 스페인 : 지브롤터 해협에 TARIFA VTS 운영

라) 스웨덴 : Gothenburg항 인접수역에 광역 VTS 시스템 운영

마) 홍콩 : 항만을 비롯한 인접수역에 대한 광역 VTS 시스템 운영

바) 싱가포르 : 항만을 비롯한 싱가포르 해협 및 인접수역에 대한 광역 VTS 시스템을 운영

이상, 전세계의 VTS 시스템을 고찰해본 결과, 첫째, ARPA Radar를 통해 정보를 얻어 관제하는 방식 둘째, 항내에 제한하여 CCTV 정보를 이용하여 관제하는 방식을 사용하고 있다. 즉, 기존의 VTS 시스템은 ARPA Radar의 영상 및 정보를 이용한 2차원 관제에 국한되어 있으며 3차원 영상을 이용하여 당직항해사의 관점에서 관제를 할 수 있는 viewpoint 이동 기능은 없음을 알 수 있다. 그러므로 이 연구에서는 당직항해사의 관점에서 VTS 관제가 가능하도록 하기 위해 선행되어야하는 3차원 항만 제작방법과 제작된 3차원 항만을 VTS 시스템에 인터페이스하는 기술적 방법에 대해 설명하였다. 특히, 기존의 3차원 항만 제작방법에 비해 짧은 소요시간과 비용 그리고 정확성을 얻을 수 있는 전자해도 데이터를 이용한 방법에 대해 고찰하였다.

제 3 장 3차원 영상 제작 방법

3.1 개요

기존의 VTS 관제는 2차원 영상만에 국한되었으나 3차원 영상인 항만모델 및 선박모델을 추가한다면 당직항해사의 입장에서 관제가 가능해진다. 위험상황은 현장에 있는 실무 책임자가 그 누구보다도 신속, 정확하게 판단 할 수 있으므로 당직항해사의 관점에서 VTS 관제가 가능하다면 해양 사고 예방에 큰 효과가 있을 것으로 판단된다. 당직항해사의 관점에서 항행 선박을 관제하기 위해서는 자유로운 viewpoint 이동 기능이 VTS 시스템에 추가되어야 한다. 이러한 기능 추가를 위해 3차원 항만모델 및 선박모델 제작이 선행되어야 한다. 3차원 영상인 항만모델 및 선박모델을 VTS 시스템에 추가 제공하기 위한 방법 중 3차원 항만 영상 제작방법을, 3차원 항만 영상 제작에 있어서는 전자해도 데이터 분석 방법과 분석된 데이터를 3차원 항만 영상 제작에 필요한 파일로 변환시키는 방법에 관해 고찰하고자 한다.

3.2 기존 3차원 영상 제작방법

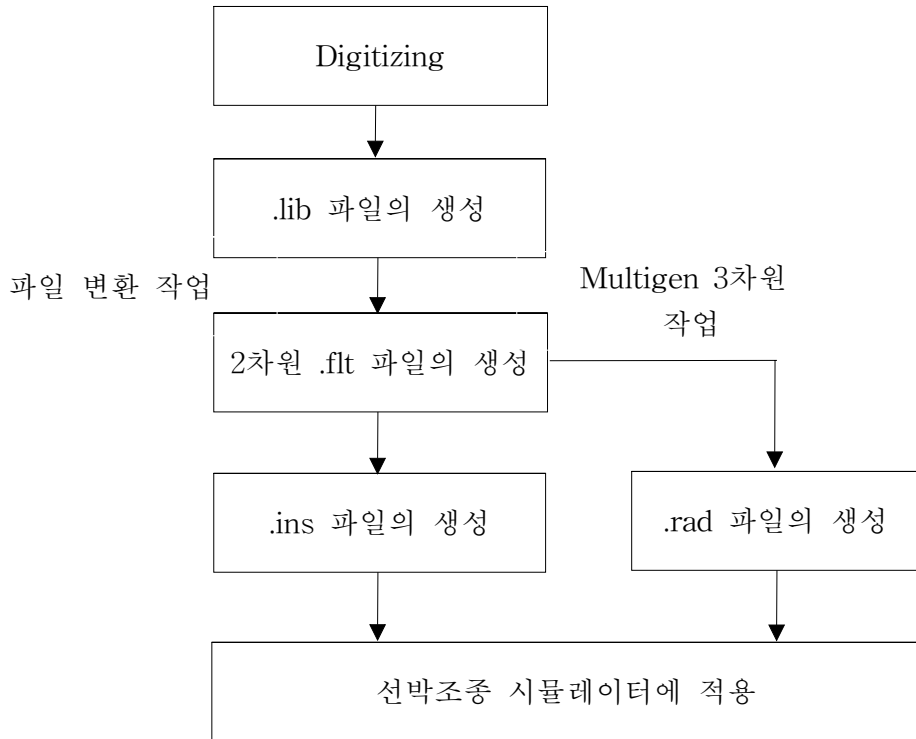


Fig. 3-1 Procedures of 3D image creation using CC-CAD⁷⁾

Fig. 3-1의 방법은 CC-CAD를 이용한 방법으로서 해안선, 항로표지 및 수심 등을 수작업으로 digitizing하면 library 파일인 .lib 파일이 생성되며 .lib 파일을 converter tool을 이용하여 실시간 동영상이 가능한 3차원 모델인 .flt 파일로 변환시킨다. 변환된 2차원 .flt 파일을 이용하여, instructor가 모든 교육훈련상황을 제어할 때 필요로 하는 파일인 .ins 파일을 생성시킨다. 하지만, 위 작업에서 생성된 .flt 파일은 2차원 형태이므로 MultiGen Creator를 통해 3차원 mapping 작업을 시행하여야 .rad 파일 및 3차원 영상을 표현 할 수 있는데 .rad 파일은 Radar 파일을 말한다. 그리고 현실감 있는 3차원 영상을 표현하기 위해서는 근접 촬영을 이용한 texture mapping 방법이 사용된다.

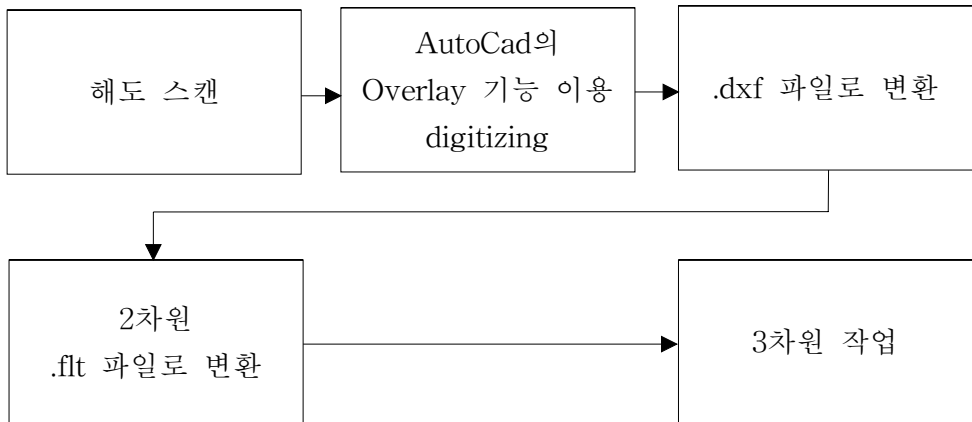


Fig. 3-2 Procedures of 3D image creation using AutoCad⁸⁾

Fig. 3-2의 방법은 해도를 스캔한 후 스캔한 해도에서 AutoCad overlay를 사용하여 해안선 vector 이미지를 추출하고 해안선 이미지를 구축한다. 3D Max를 이용하여 3차원 모델링을 실시한 후 MultiGen Creator를 이용하여 각종 옵션을 삽입하고 최종적으로 모델링을 마감한다.

3.3 전자해도 데이터를 이용한 방법

전자해도를 이용한 방법은 기존의 방법 중 대부분의 시간을 차지하는 manual digitizing작업이 생략되므로 제작시간의 감소와 경비 절감효과를 가지고 올 것으로 판단된다. 특히, 기존의 방법은 해안선, 수심 그리고 항로표지와 같은 정보를 각기 digitizing해야 하므로 많은 시간이 소요된다. 하지만 전자해도 데이터를 이용하면 한번에 모든 항목을 데이터화 할 수 있다. Fig. 3-3은 전자해도 데이터를 이용한 전체적인 제작방법을 보여준다.

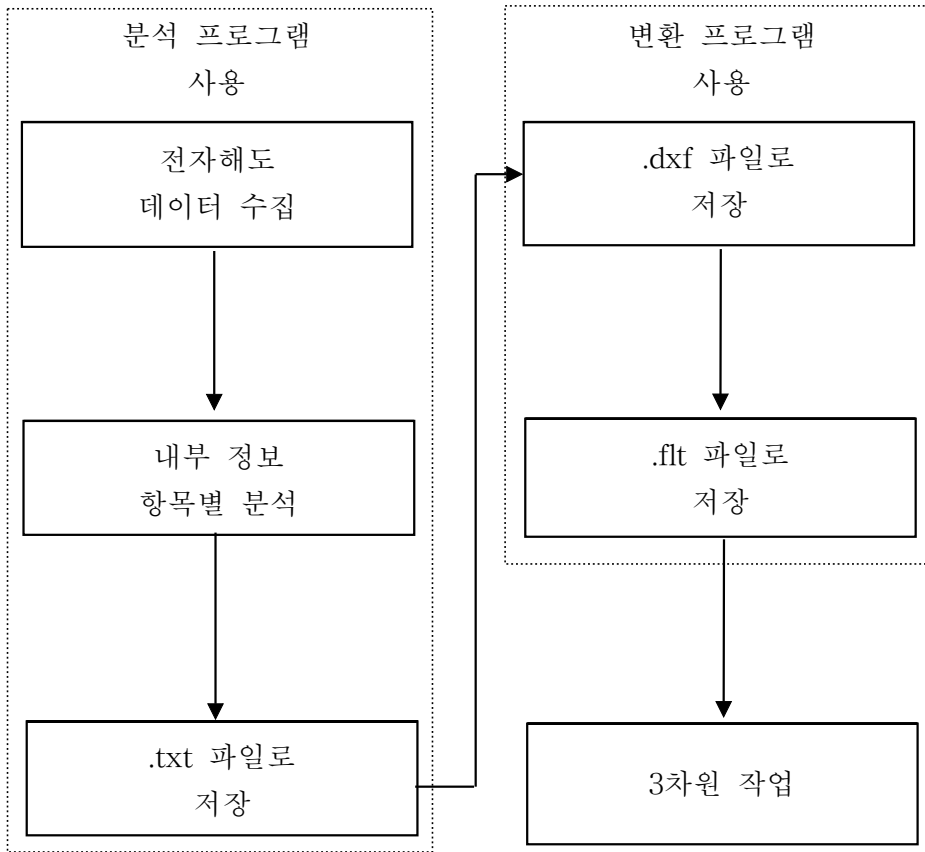


Fig. 3-3 Procedures of 3D image creation using ENC data

3.3.1 분석 프로그램 사용

1) 전자해도 데이터 수집

분석 프로그램을 사용하기 위해서는 Fig. 3-3에서 보는바와 같이 첫째, 전자해도 데이터를 수집하여야 한다. 전자해도 데이터는 해안선, 등심선, 수심, 항로표지, 위험물 및 항로 등의 경·위도 정보는 국제수로기구 (IHO : International Hydrographic Organization)의 표준규격 (S-57 : Special Publication No. 57)에 따라 제작되며 규격은 다음과 같다.

2) 내부 정보 항목별 분석

전자해도 데이터 정보를 분석 프로그램을 이용하여 항목별로 분류하기 위한 방법은 Fig. 3-6과 같고 Fig. 3-7은 전자해도의 전체 데이터 항목을 나타낸다.

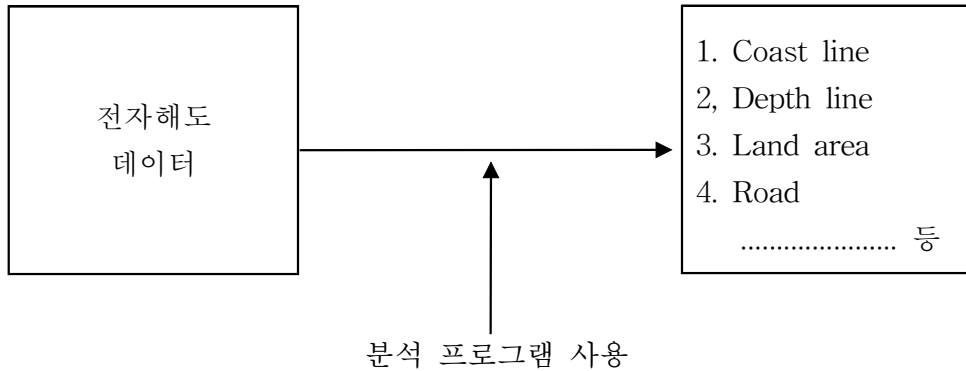


Fig. 3-6 Procedures analysis of ENC data

```
Administration area(Named)
Anchorage area
Beacon
Bridge
Building
Buoy
Cable area
Caution area
Coast line
Crane
Custom zone
Depth area
Dock area
Dredged area
Dry dock
Exclusive economica zone
Fairway
Fishery zone
Harbour area(adminitrative)
Ice area
Inshore traffic zone
Land area
Military practice area
Navigation line
Oil barrier
Pilot boarding place
Pipeline area
... etc
```

Fig. 3-7 Items of ENC data

Fig. 3-8은 전자해도 분석기를 이용하여 분석을 원하는 해도를 선정하는 작업이다. Fig. 3-9는 전체 항목의 전자해도 데이터를 나타낸 예이다. 전체 전자해도 데이터를 이용하여 항목별 분류가 가능하며 Fig. 3-10은 전체 데이터 중 해안선 항목만을 경·위도 좌표로 분류한 예이다. 그리고 Fig. 3-11은 이 데이터를 이용하여 2차원 영상화한 예이다.

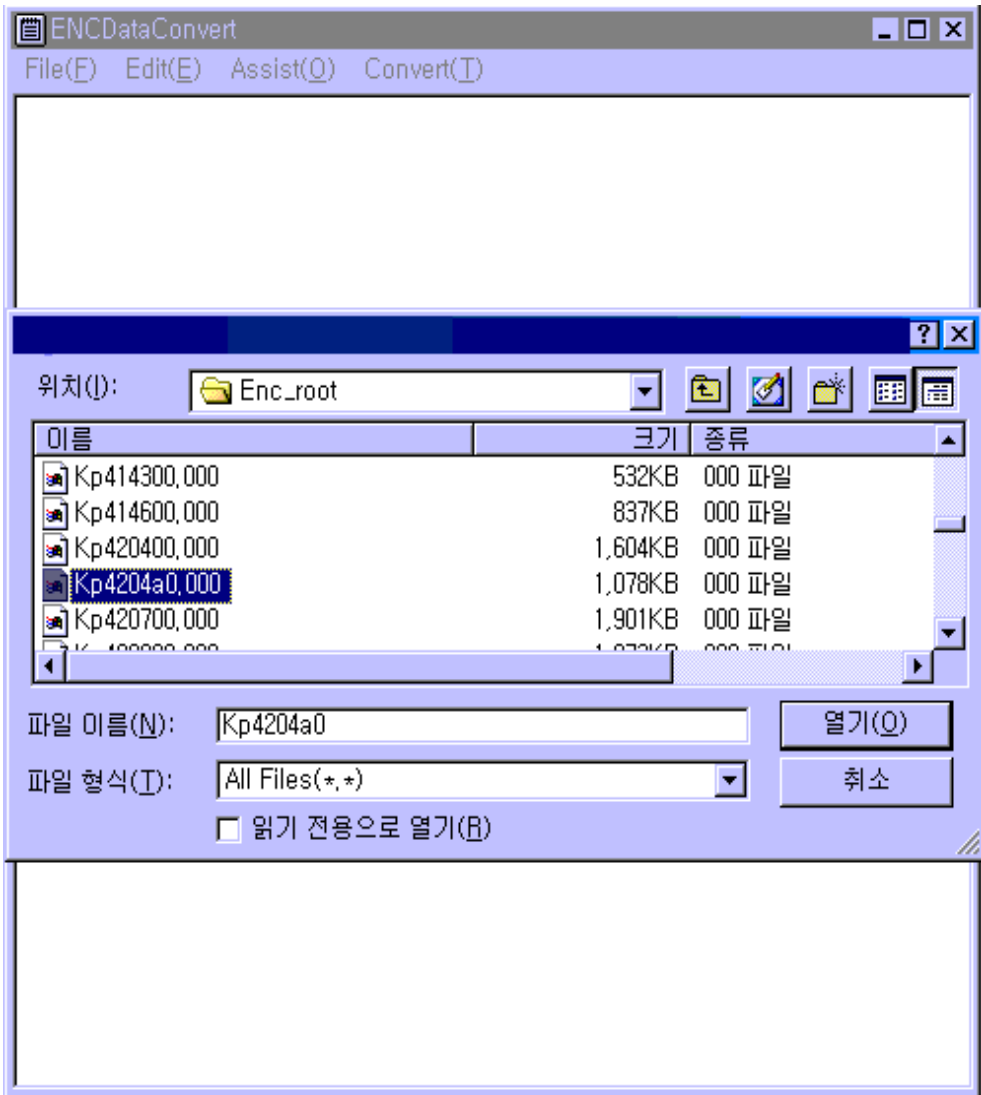


Fig. 3-8 Selection of ENC

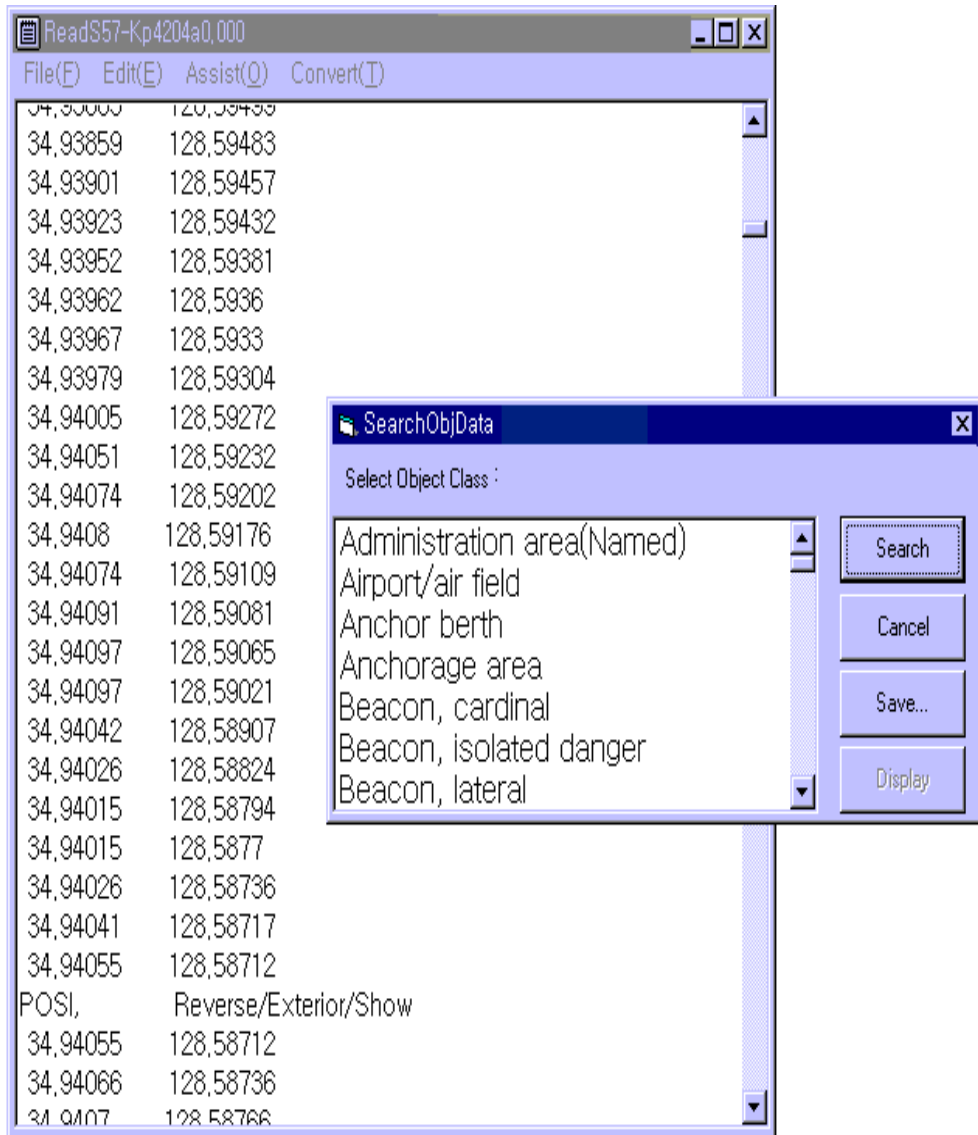


Fig. 3-9 Analysis of ENC data items

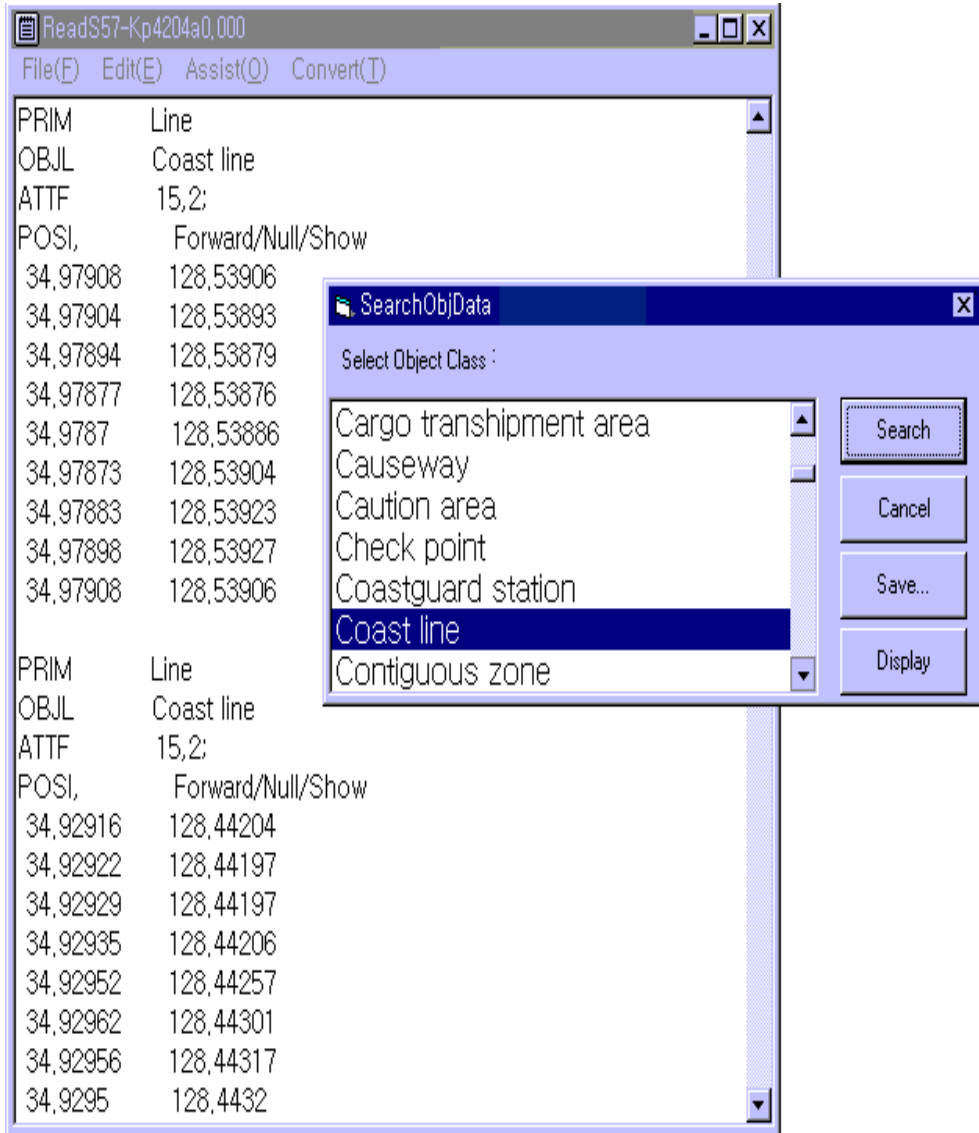


Fig. 3-10 Analysis of Coast line data

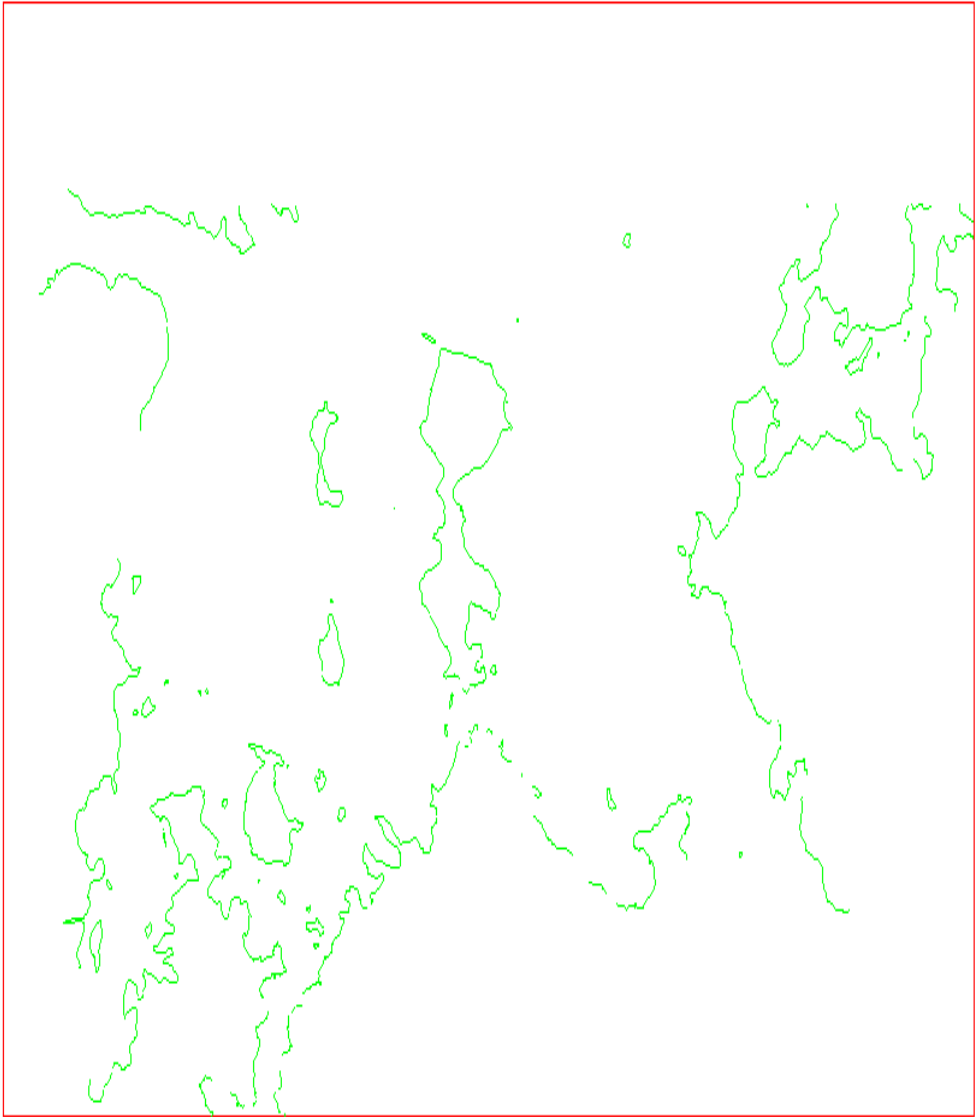


Fig. 3-11 Coast line images

Fig. 3-12는 전체 전자해도 데이터 중 등심선 정보만을 추출하여 .txt 파일로 나타낸 예 이며 Fig. 3-13은 이 데이터를 이용하여 2차원 영상화시킨 예이다.

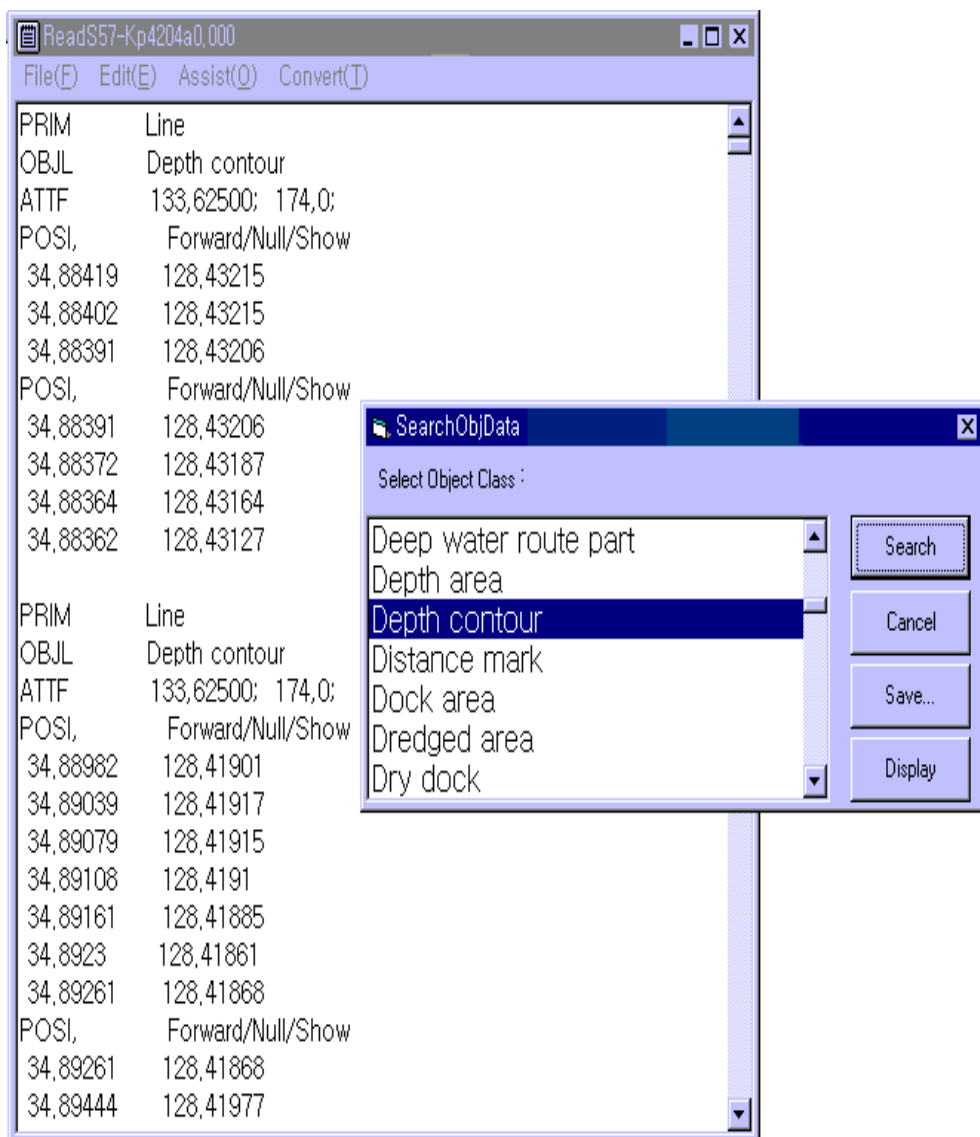


Fig. 3-12 Analysis of depth contour data

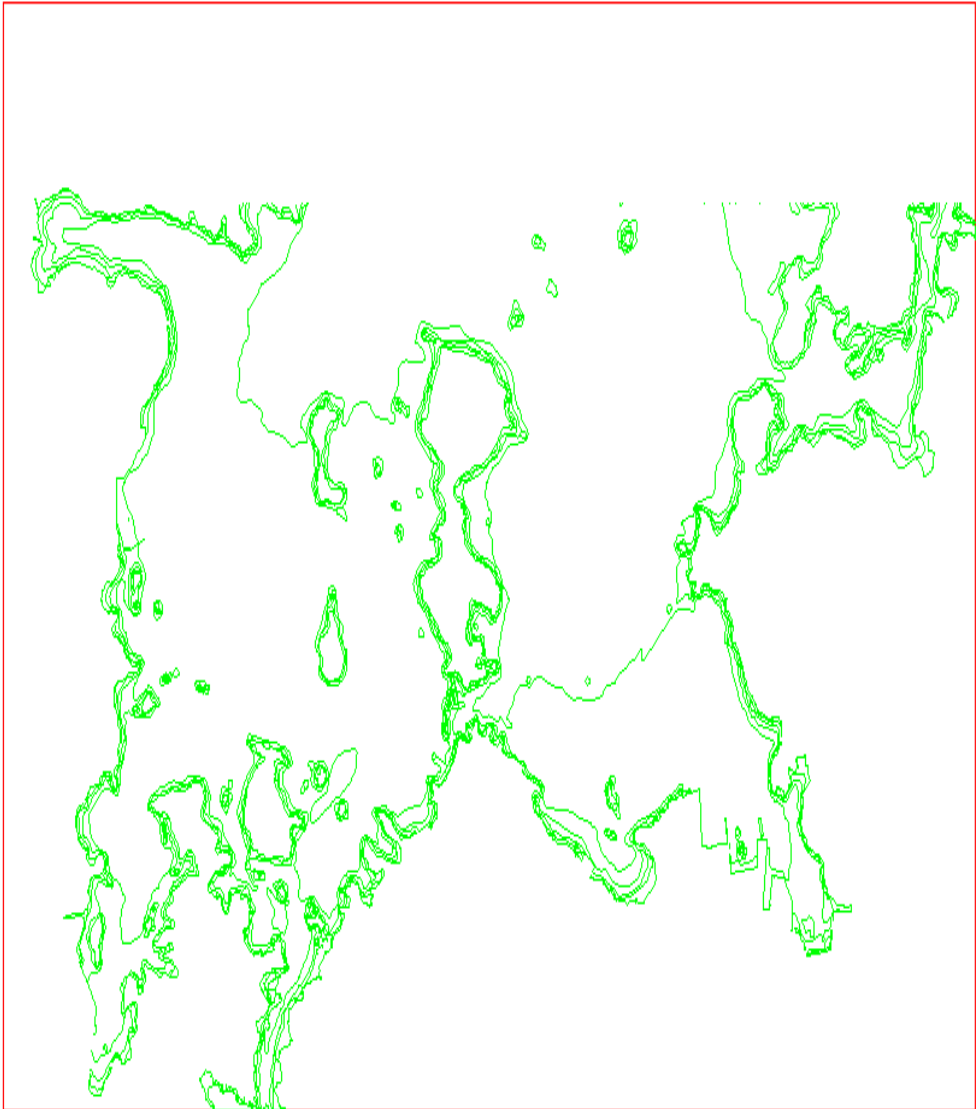


Fig. 3-13 Depth contour images

Fig. 3-14는 전자해도 전체 데이터중 수심 정보만을 추출하여 경·위도 좌표로 나타낸 예이며 Fig. 3-15는 이 데이터를 이용하여 2차원 영상화시킨 예이다.

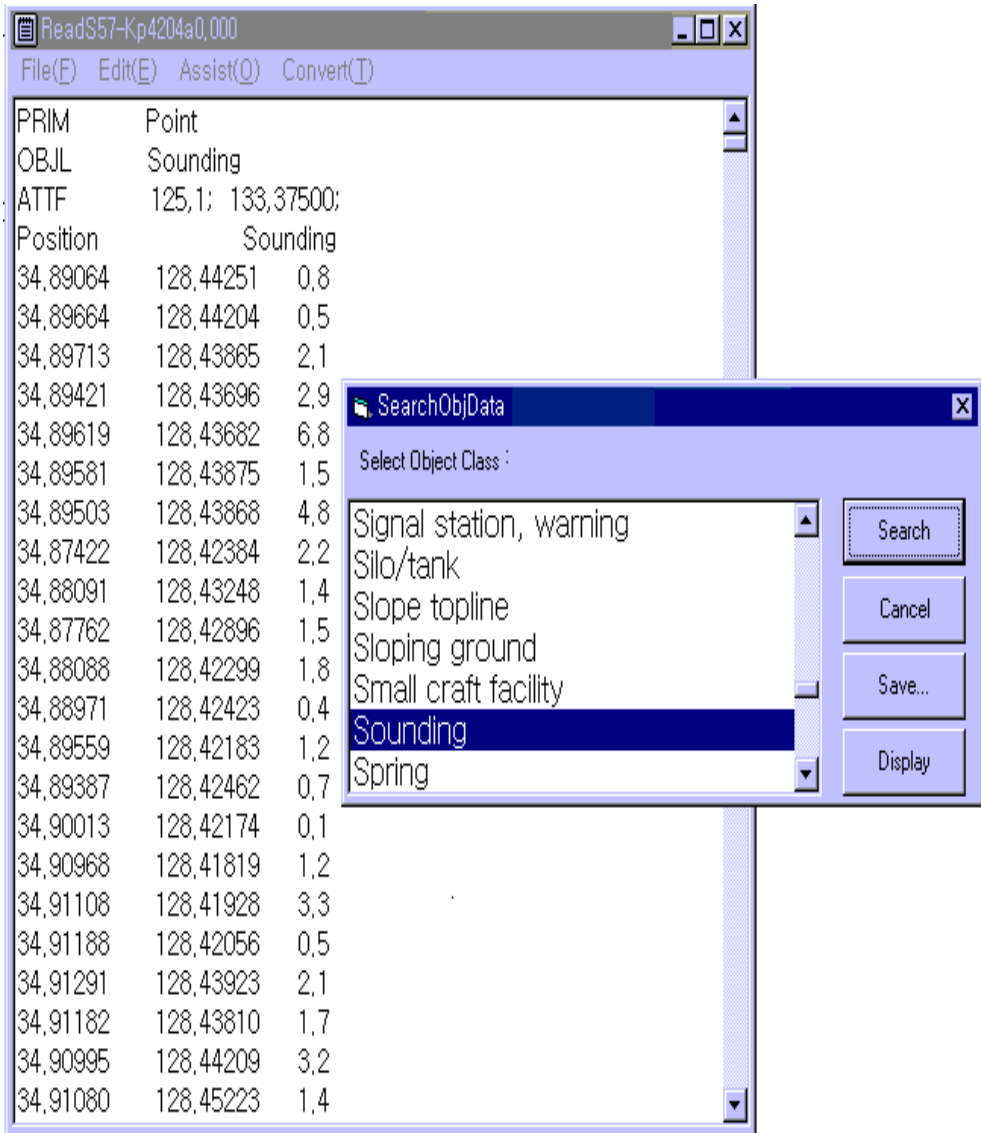


Fig. 3-14 Analysis of Sounding data

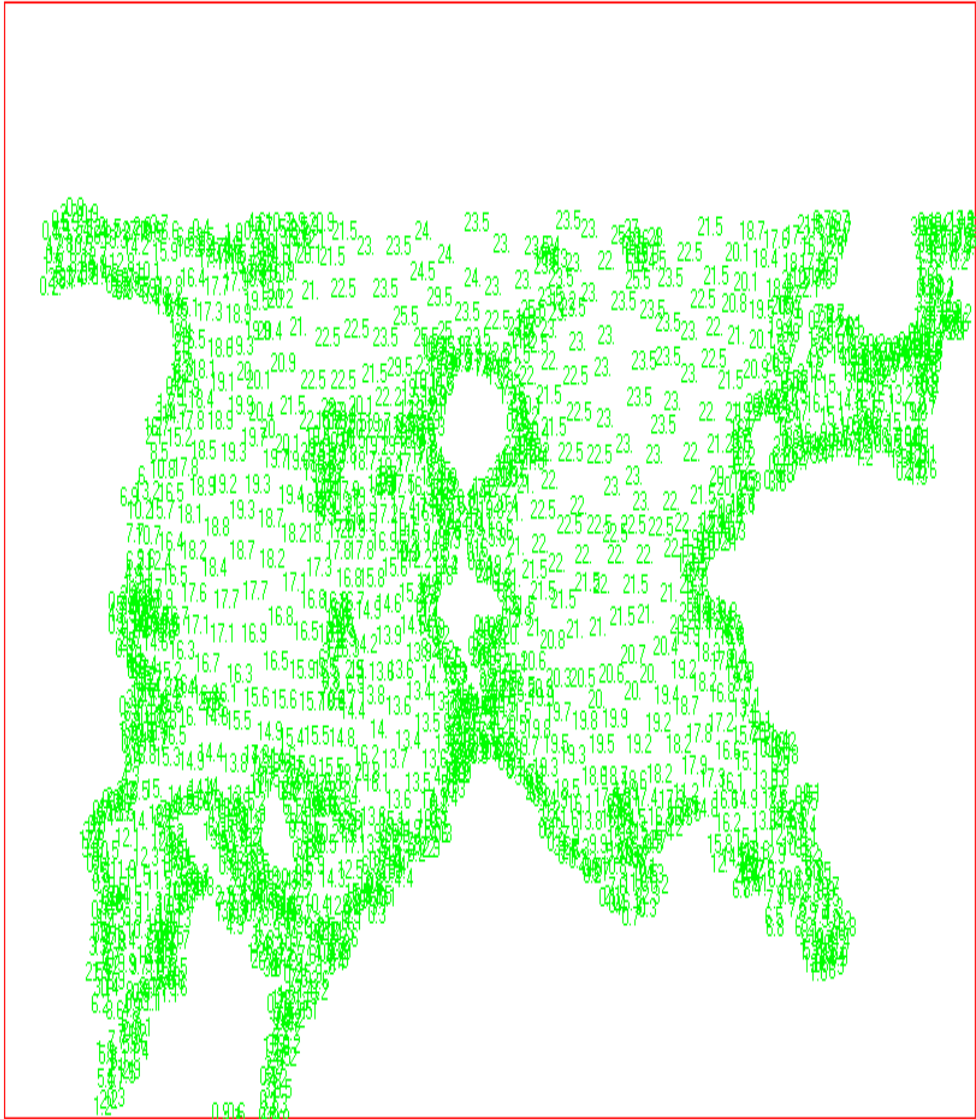


Fig. 3-15 Sounding data images

3) .txt 파일로 저장

전자해도 데이터는 해안선, 등심선 및 수심뿐만 아니라 많은 내부 정보를 보유하고 있어 다양한 항목별 표현이 가능하다. 분석 프로그램을 이용하여 항목별로 분석된 프로그램은 .txt 파일로 저장해야 하며 과정은 Fig. 3-16과 같으며 그 예는 Fig. 3-17과 같다.

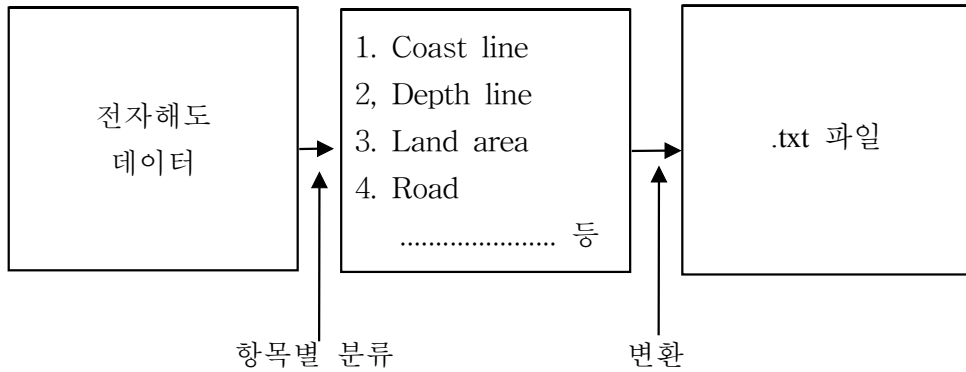


Fig. 3-16 Procedures of conversion to .txt file

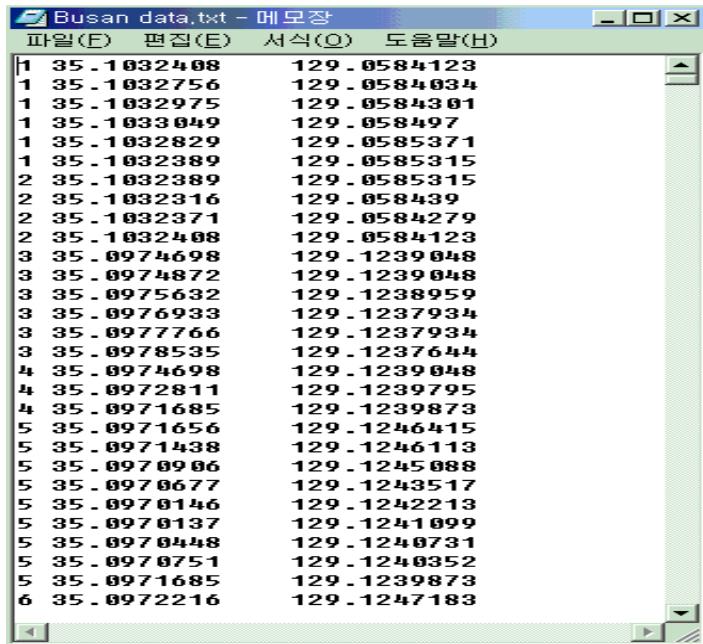


Fig. 3-17 An example of a conversion to .txt file

3.3.1 변환 프로그램 사용

1) .dxf 파일로 저장

```
C:\W>cd kmu

C:\Wkmu>dx2 kmu.dat kmu.dxf
/*-----*/
/*   Program ID   : MakeDxf2_Set0   */
/*-----*/
in_count    6---
=====
<< in >> icd(1) :in_y(33.585030) :in_x(128.332825) :x(0.000000) :wk_cos(0.814959)
<< out >> :in_y(3731968.500000) :in_x(11752323.000000)
=====
<< in >> icd(1) :in_y(33.583153) :in_x(128.323486) :x(0.000000) :wk_cos(0.814959)
<< out >> :in_y(3731760.000000) :in_x(11751467.000000)
MakeDxf (Ver2.0) Conv End >> Cunt By 14

C:\Wkmu>
```

Fig. 3-18 An example of a conversion to .dxf file

분석 프로그램에 의해 분석된 전자해도 데이터를 .txt 파일로 저장 한 후 .dxf 파일로 변환하기 위해서는 변환 프로그램인 kmu.dat을 사용해야 한다. .txt 파일로 분석된 전자해도 데이터를 kmu.dat에 삽입하고 dx2.exe 프로그램을 이용하여 .dxf 파일로 변환시키며 작업 과정은 Fig. 3-18과 같다. 이 작업에서 유의하여야 할 부분은 전자해도 데이터를 kmu.dat에 저장 시 경·위도 좌표를 그룹별로 나누어 작업하여야 한다. 그룹별 지정 작업을 하지 않을 경우 해상환경이 전체적으로 하나의 해안선으로 연결되는 현상이 생긴다. 즉, 육지의 해안선 좌표, 섬과 같은 해안선 좌표 및 방파제 등의 좌표를 각각 그룹별로 나누어 저장을 하여야 한다.

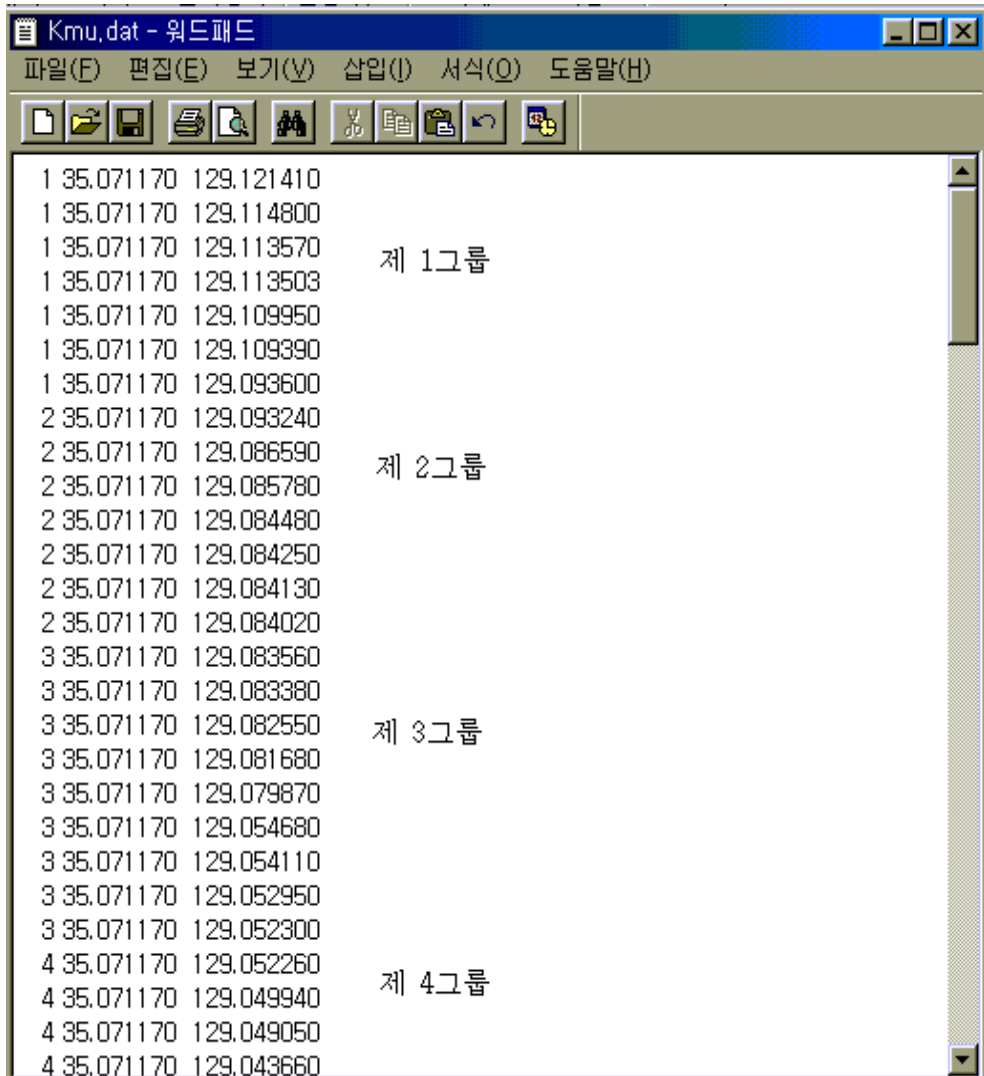


Fig. 3-19 Arrangement of ENC data

Wordpad를 이용한 경·위도 좌표 배치는 Fig. 3-19와 같다. Fig. 3-19는 전자해도 데이터 분석 프로그램을 이용하여 얻어진 경·위도 좌표를 kmu.dat에 삽입한 후 wordpad로 확인한 것이다. 제 1열은 그룹을 나타내고 제 2, 3열은 위도 및 경도를 나타낸다.

2) .flt 파일로 저장

이렇게 변환된 .dxf 파일을 MultiGen Creator에서 import하여 .flt 파일로 변환시켜야 하며 그 과정은 Fig. 3-20과 같다.

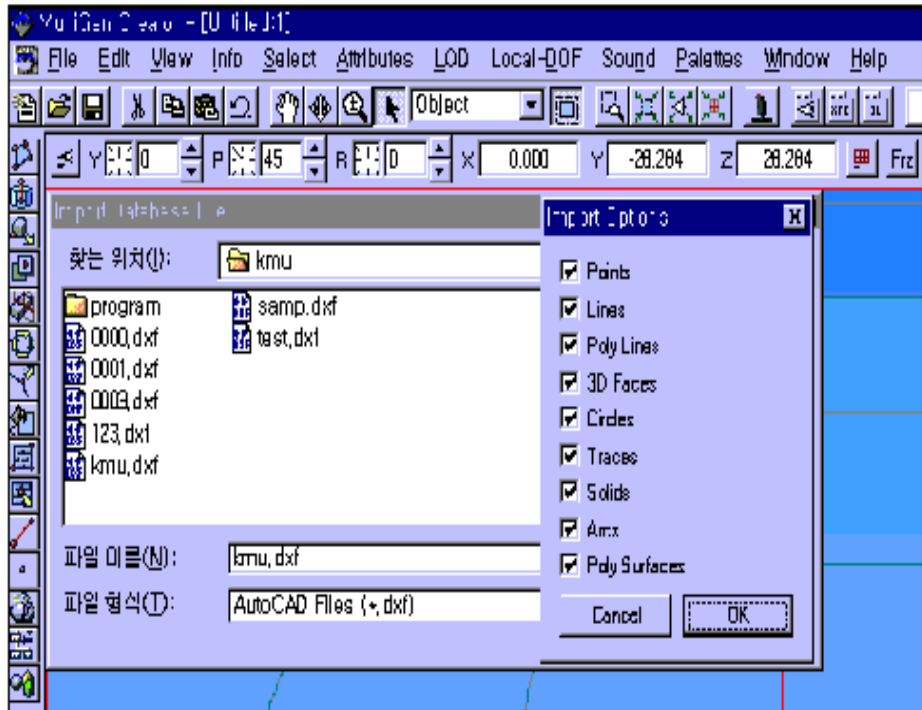


Fig. 3-20 An example of a conversion to .flt file

또한, 현실감 높은 3차원 영상을 제작하여 선박조종시뮬레이터에 적용하기 위해서는 photo texture mapping 등을 실시해야 한다. Fig. 3-21은 변환된 2차원 영상, Fig. 3-22는 3차원 영상이며 Fig. 3-23은 Fig. 3-21을 이용하여 선박조종시뮬레이터에 적용한 예이다.

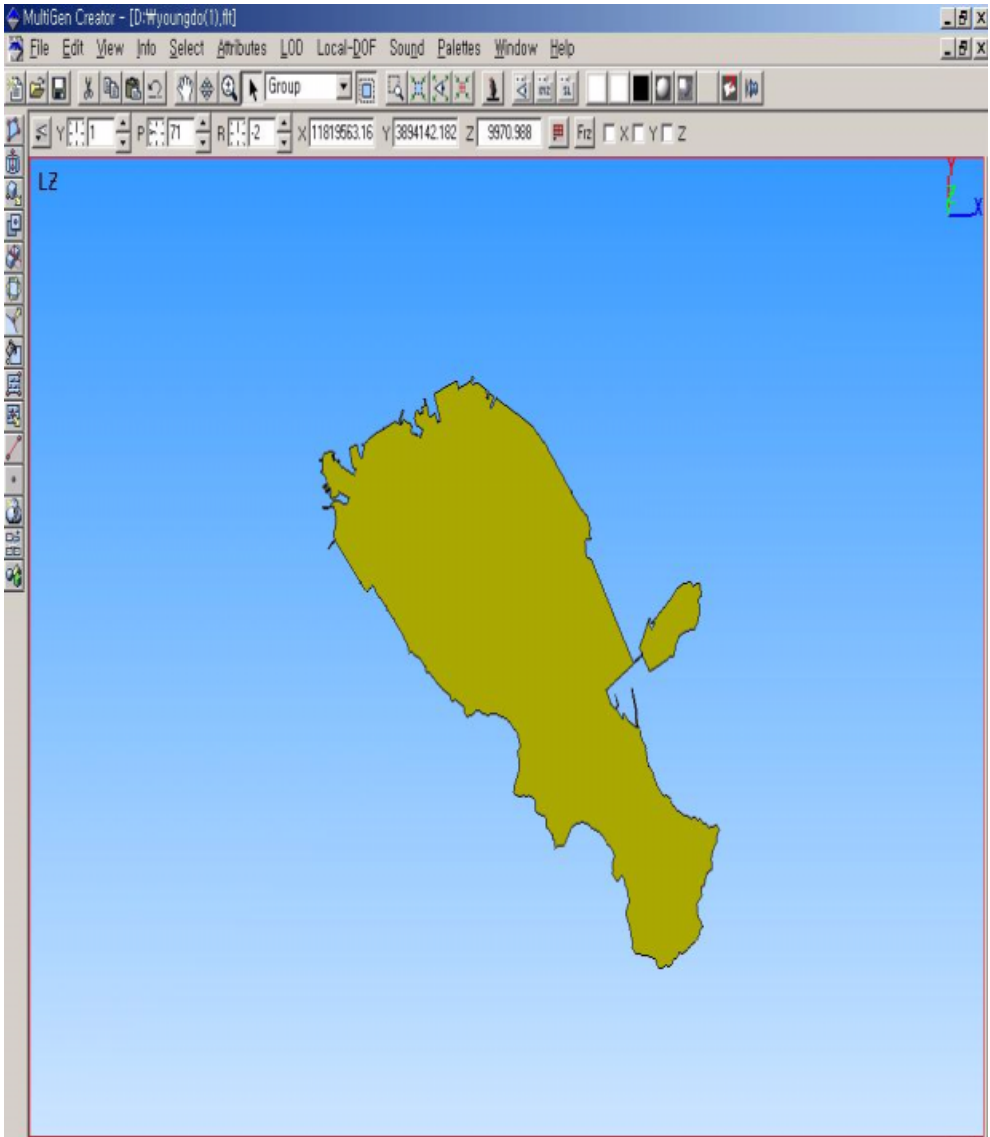


Fig. 3-21 2D harbor model images

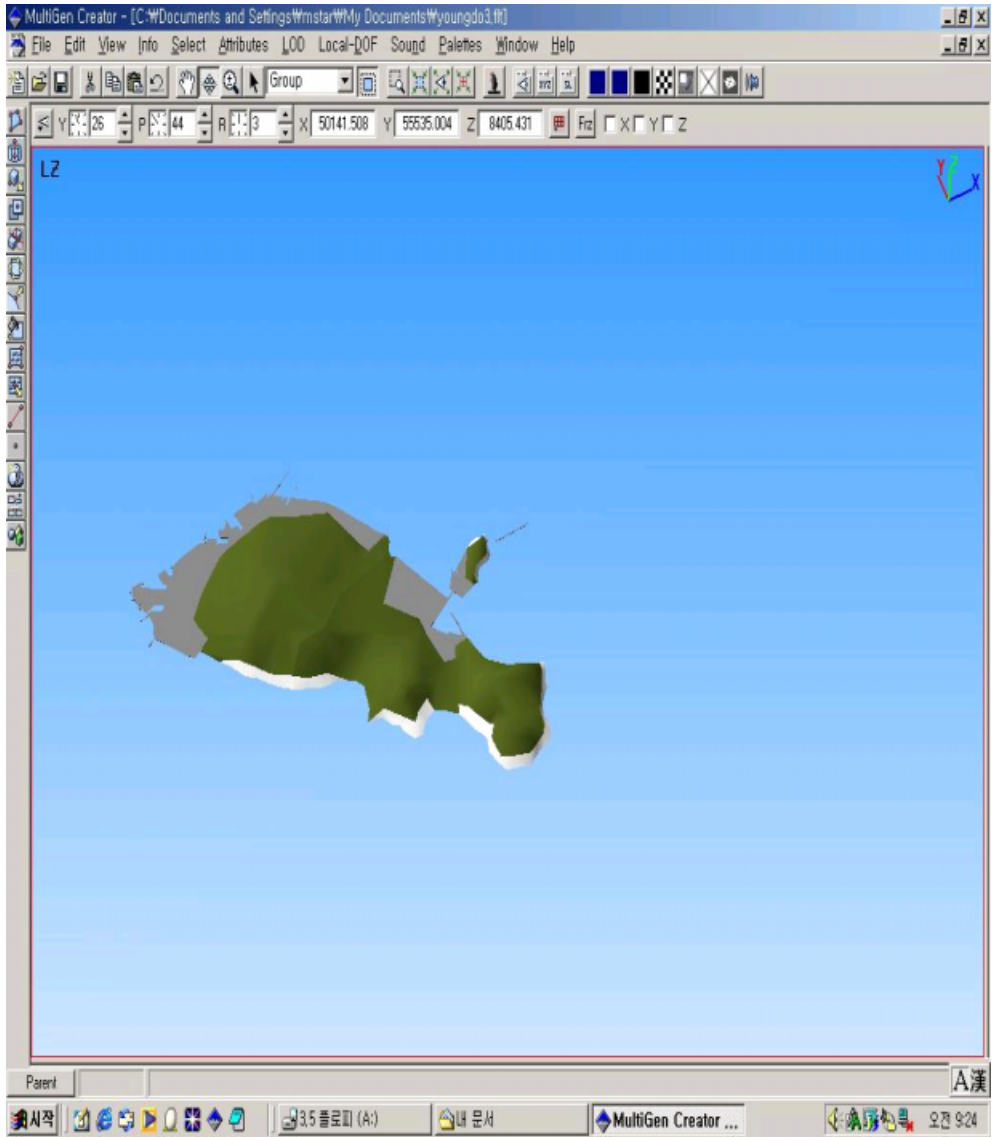


Fig. 3-22 3D harbor model images

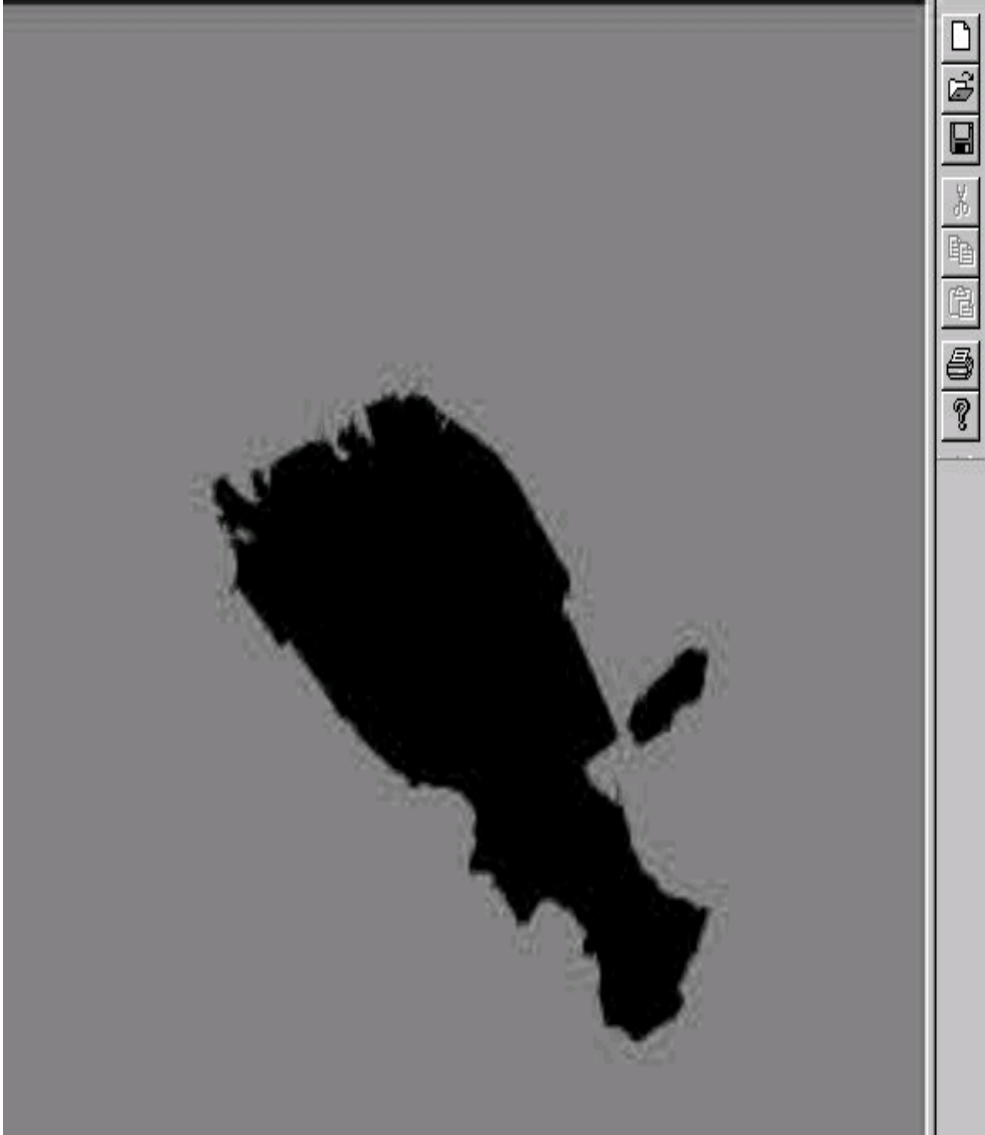


Fig. 3-23 An example of a application to ship handling simulator

제 4 장 VTS 시스템에 3차원 영상 적용

4.1 개요

기존 VTS 시스템은 일반적인 ARPA Radar와 통신장비를 사용하여 선박의 원활한 교통흐름을 돕고 있다. 기존 VTS 시스템의 기능에 3차원 영상을 제공하여 view point를 자유로이 이동시킬 수 있는 기능 즉, VTS 시스템에 3차원 영상을 추가 제공하여 VTS 관제사가 당직항해사의 관점 또는 원하는 위치에서 감시할 수 있는 가능한 기능이 추가되면 해상교통안전 확보에 큰 도움이 될 것이다. ARPA Radar 영상을 3차원 영상과 동기화하여 VTS 시스템에 적용시키기 위하여 분산처리 네트워크 방식을 고찰하고자 한다.

4.2 VTS 시스템 확장 및 인터페이스

VTS 시스템의 구성 장비인 ARPA Radar의 경·위도, 선속 및 침로 정보를 사용하여 Fig. 4-1에서 보는바와 같이, 분산처리 네트워크방식을 통해 3D generation 시스템으로 보내주면 3차원 동영상화 된다. MultiGen Creator로 제작된 3차원 영상을 VEGA에 삽입하여 3차원 영상을 동양상회시킨다¹¹⁾. 즉, 제 3 장에서 설명한 3차원 영상 제작 방법은 정적인 모델에 대한 설명이며 이 정적인 모델을 이용하여 동영상화 시키기 위해서는 VEGA 프로그램에 이미 제작된 3차원 항만모델 및 선박모델을 삽입해야 한다. Fig. 4-2는 VEGA에 동적인 선박모델을 삽입한 것이며 Fig. 4-3은 3차원 선박모델을 제작한 것이다. 선박모델 제작시 세세한 모든 정보를 이용하면 최적이지만 기본적 상세인 선박의 전장, 선폭 그리고 loading 및 ballast시 흘수와 선교의 높이만으로도 이 연구에서 필요한 기능을 만족시킬 수 있으며 향후 VTS 시스템에 추가될 AIS 기능을 활용한다면 많은 도움이 될 것이다. 그리고 Fig. 4-4는 VEGA를 이용하여, 정적인 항만모델에

동적인 선박모델을 삽입한 것이다.

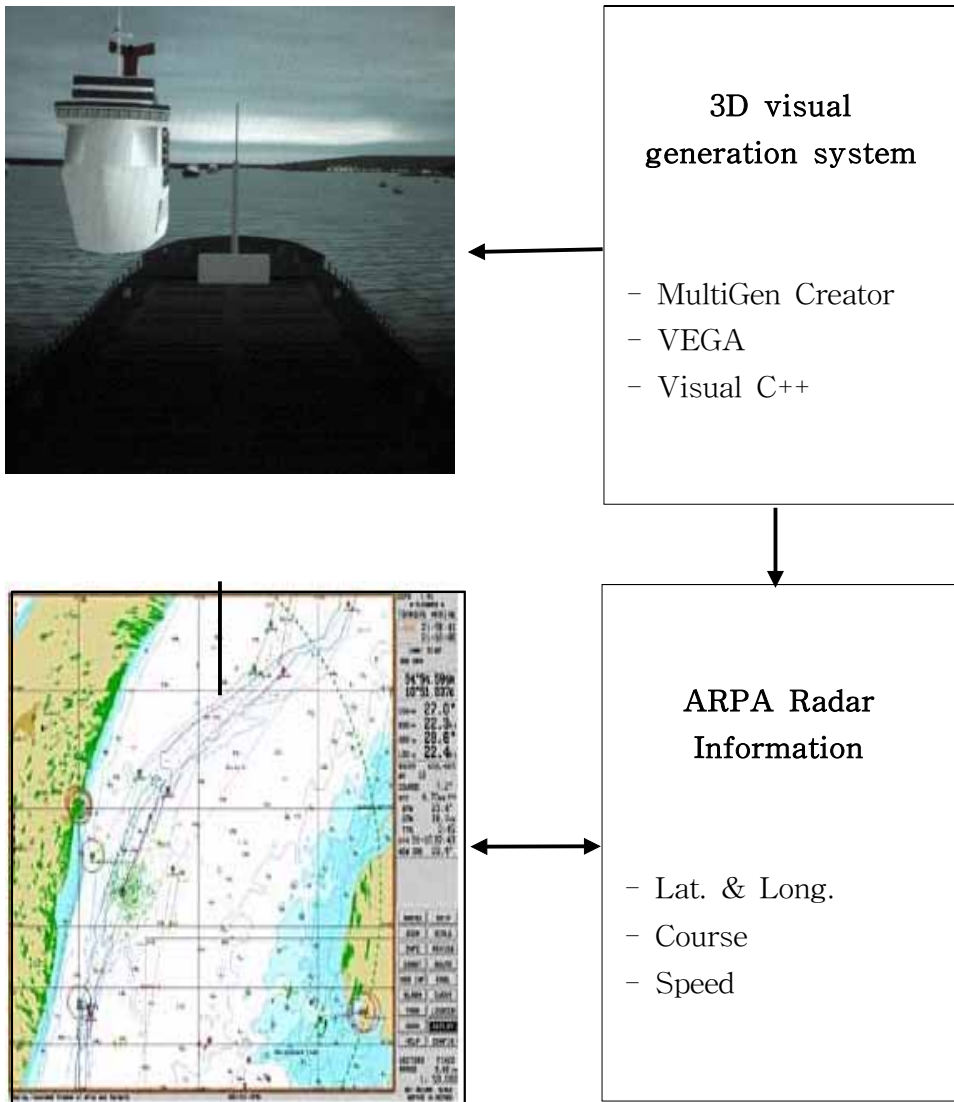


Fig. 4-1 Composition diagram of VTS systems

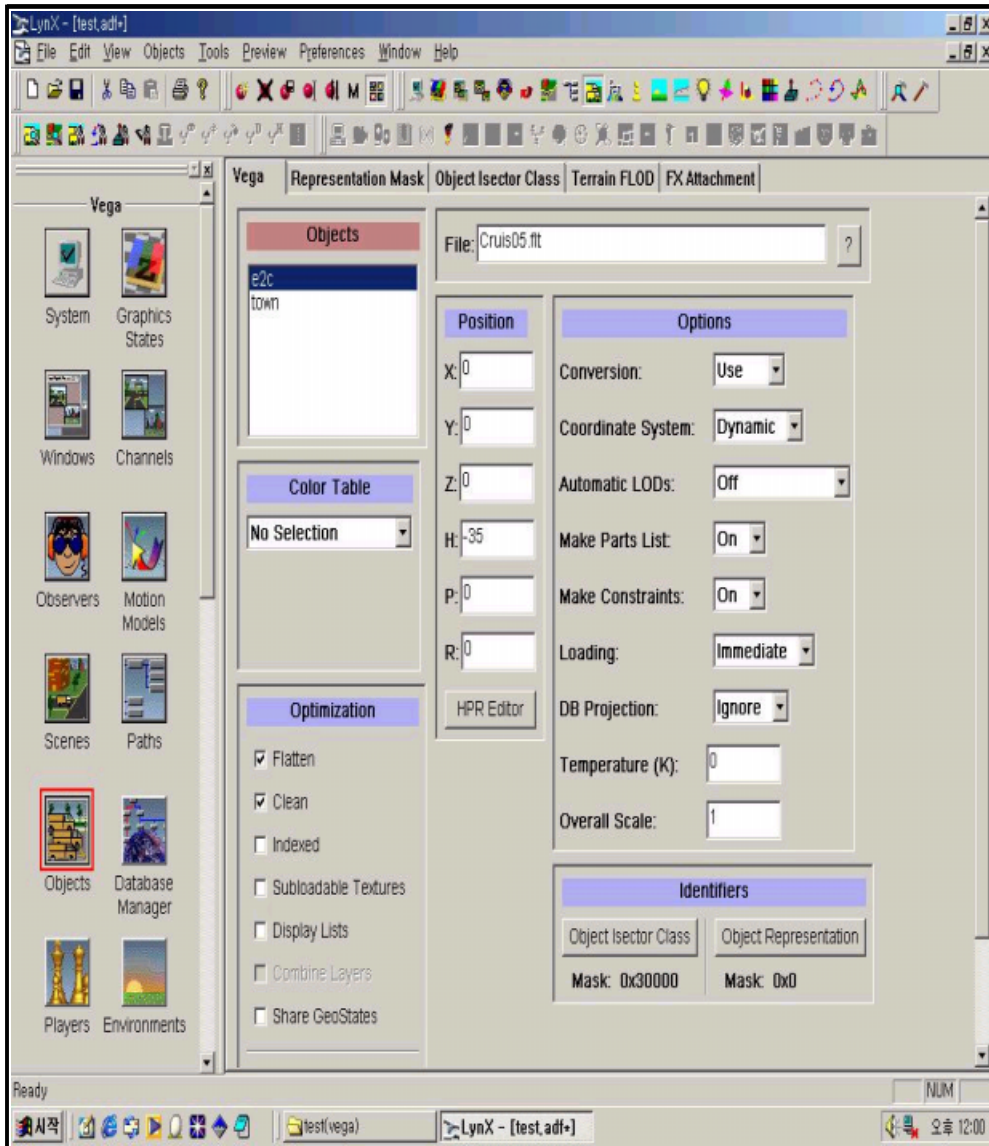


Fig. 4-2 Insertion of a dynamic ship model

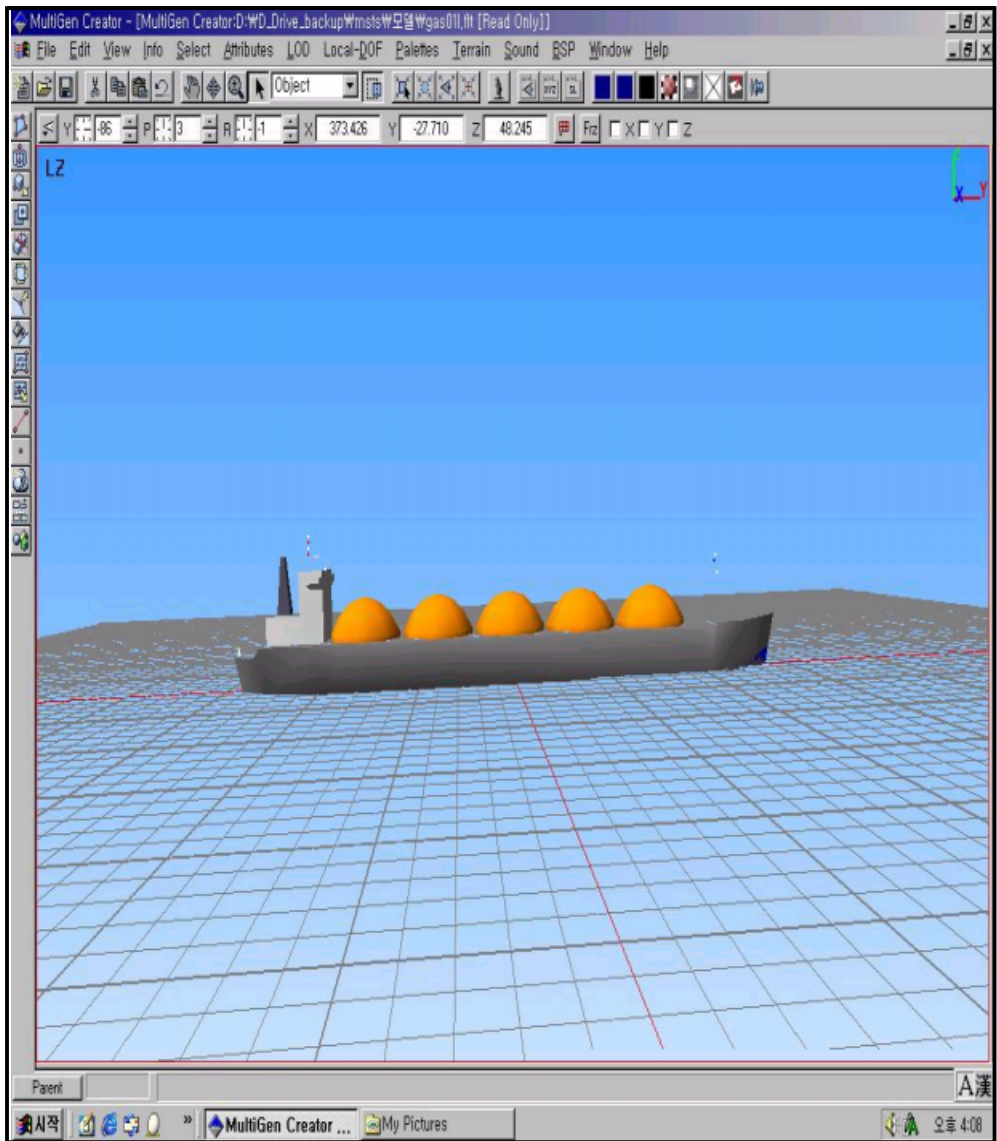


Fig. 4-3 3D ship model images

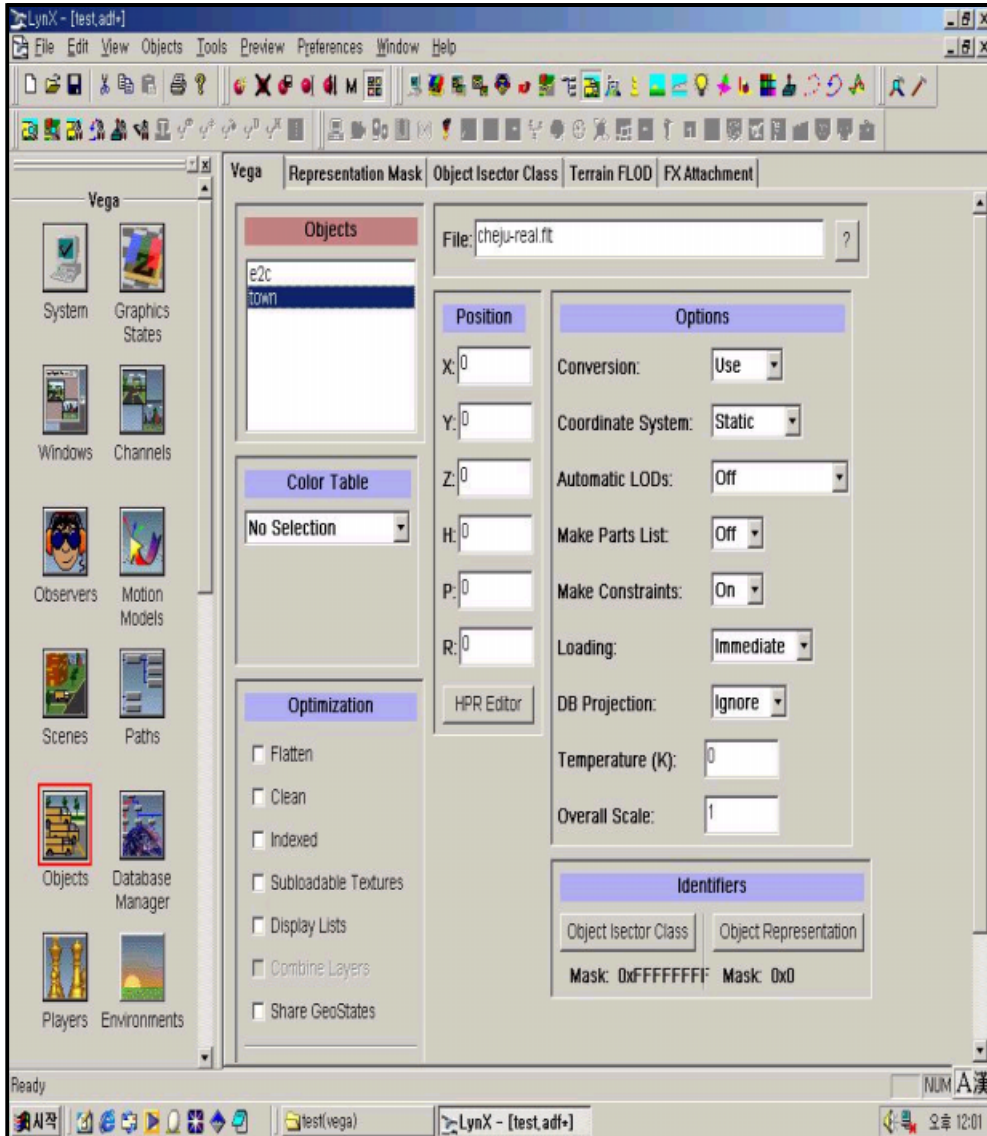


Fig. 4-4 Insertion of a static harbor model

4.2.1 분산처리 기법을 이용한 정보 송수신 방법⁷⁾

VTS 시스템과 3D generation 시스템간의 실시간 정보 송수신을 위해 분산처리 네트워크 방법을 제안하고자 한다. 일반적으로 네트워크 통신은 TCP(Transmission Control Protocol) 혹은 UDP(User Datagram Protocol)를 사용한다. TCP는 대량의 정보와 정확한 송수신이 가능하나 정보교환속도가 다소 늦은 단점이 있다. UDP는 정보교환의 신뢰성은 떨어지나 정보교환속도가 빨라 실시간 동영상을 재현하는데 적합하다. Fig. 4-5는 TCP 방식을 나타내는데 UDP방식은 여기서 listen 및 accept과정이 생략되므로 빠른 송수신이 가능하다¹²⁾.

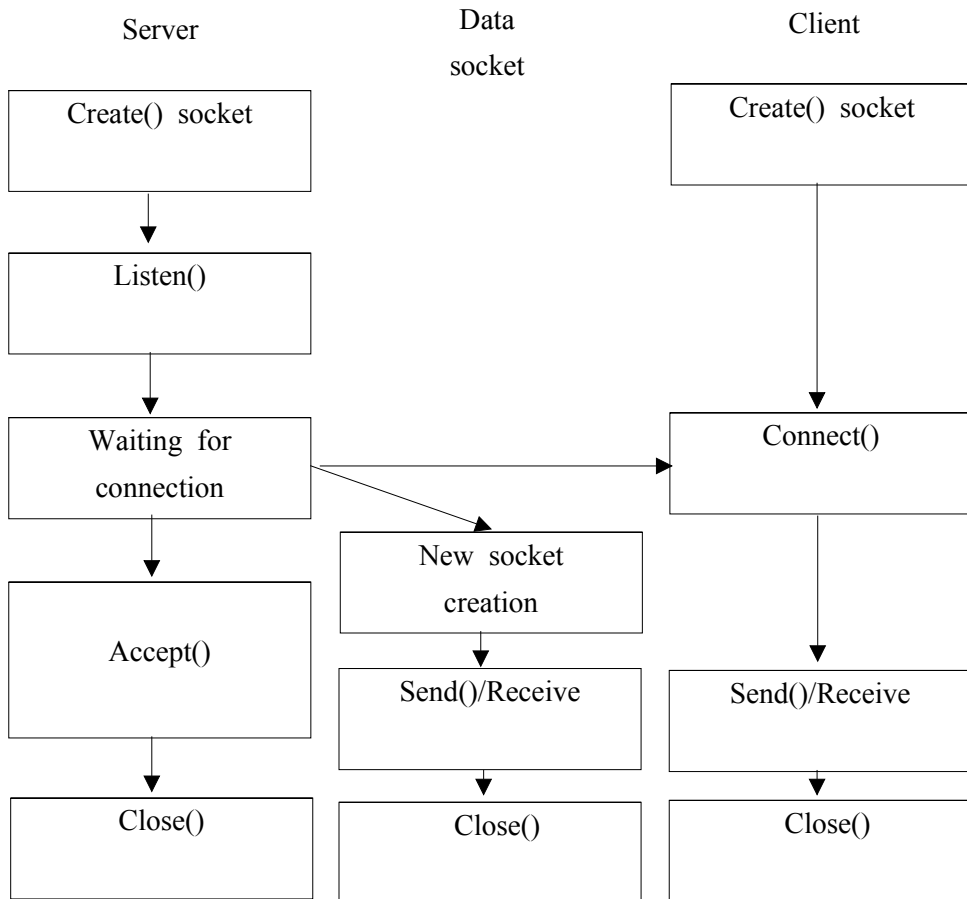


Fig. 4-5 Procedures of networking

VTS 시스템의 main console은 server가 되고 동영상을 구현하기 위한 3D generation 시스템은 client 역할을 하게 된다. Main console과 3D generation pc 상호간에 네트워크 통신을 해야 한다. 두 시스템 모두에 Visual C++를 이용하여 server 및 client pc에 socket을 생성시키면 된다. Socket생성에 있어서는 동시에 다수의 작업이 가능한 non-blocking sock (CAsync Socket)을 사용한다.

4.2.2 내부 데이터 처리

VTS 시스템의 ARPA Radar에서 얻어진 정보를 실시간 송수신하기 위해서는 수많은 데이터를 구분하여 어떻게 주고받을 것인가를 정의하여야 한다. Fig. 4-5와 같이 네트워크가 가능하게 되면 VTS 시스템에서 보내주는 정보를 받는 부분, 받은 정보를 처리하는 부분, 처리된 정보를 3차원 영상과 연동시키는 부분, 시뮬레이션 환경을 설정하는 부분 및 view piont 이동과 관련된 부분으로 나누어 생각 할 수 있다. 각 부분을 하나의 객체 (Object)로 생각하고 그에 해당하는 객체들을 생성함으로서 3D view 제어 프로그램을 구성 할 수 있다. Fig. 4-6은 3D view 제어 프로그램의 클래스 구성을 나타낸다. Fig. 4-5와 Fig. 4-6의 작업으로 3차원 영상 정보 송수신이 가능해지면 Fig. 4-7과 같이 실제 3D view를 제어할 수 있는 프로그램을 제작하여야 한다.

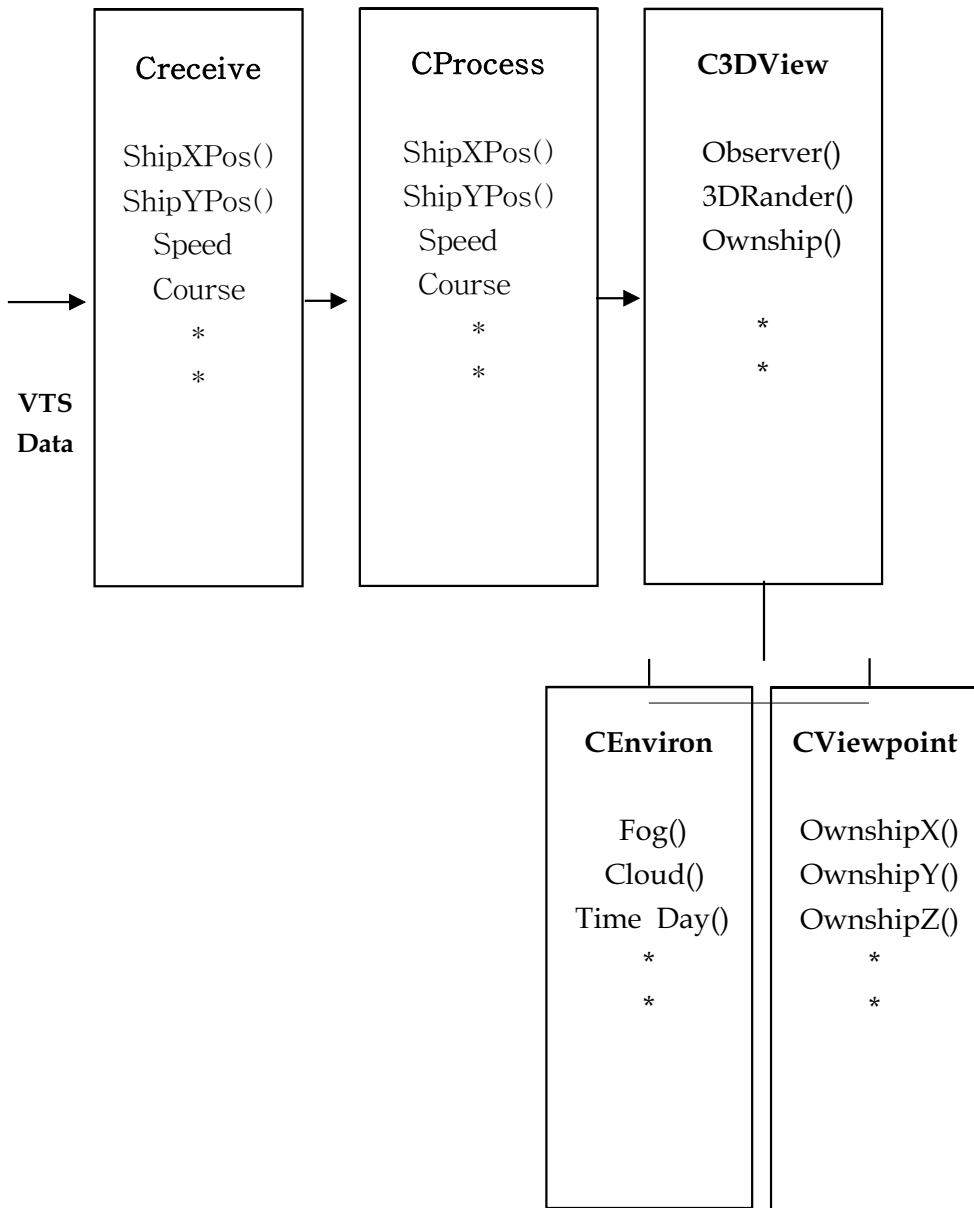


Fig. 4-6 Composition class diagram of 3D view control

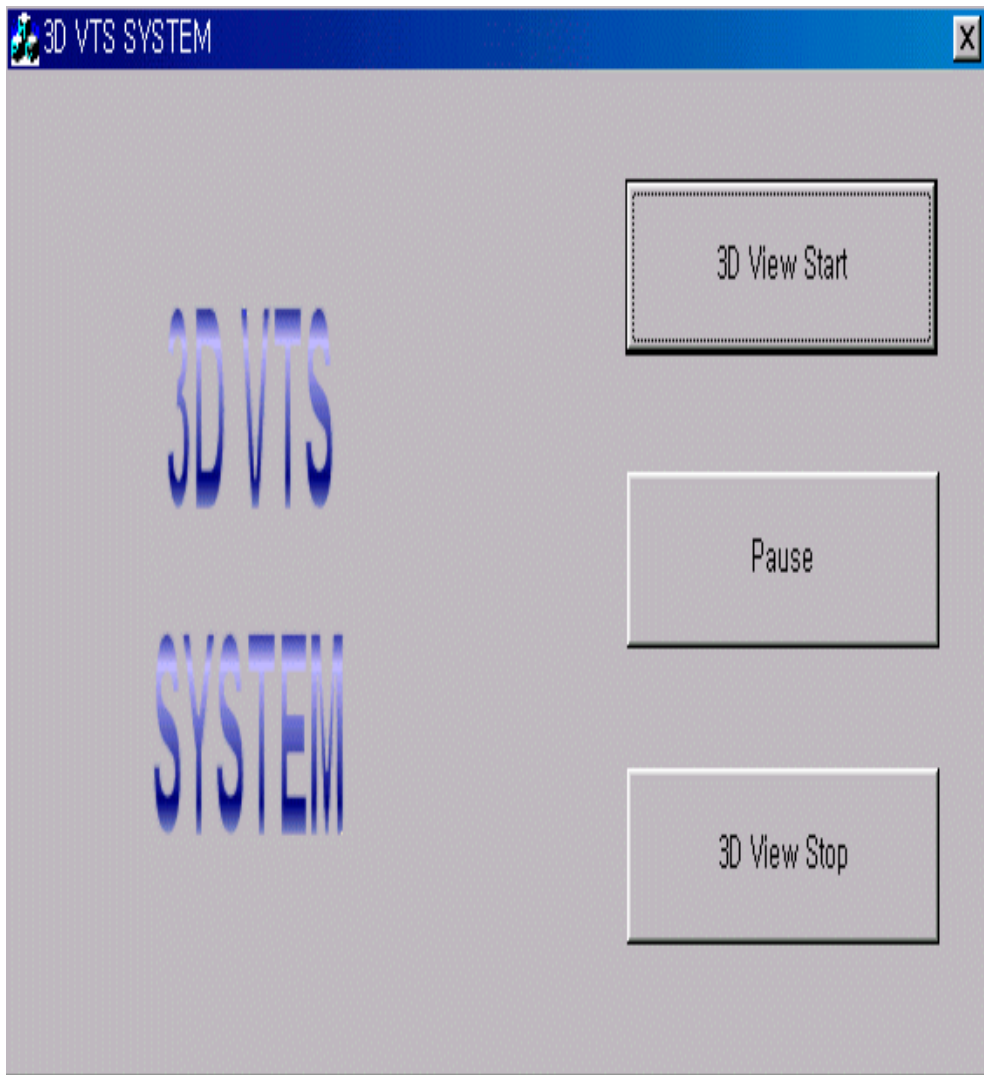


Fig. 4-7 3D VTS control program

4.3 View point 설정 기능

원하는 위치 어디라도 이동하여 감시할 수 있는 기능을 이용하면 VTS 관제사가 관제 선박에 직접 승선한 것 같은 가상현실 속에서 감시가 가능하므로 위험물과의 근접도 확인 등 많은 부분에서 안전운항에 도움을 줄 것으로 예상된다. 이 연구는 MultiGen Creator를 이용하여 3차원 모델을 제작하고 이 모델을 VEGA에 적용하여 동영상화 시키면 view point 이동이 가능하게 된다. 그러나 렌더링 tool인 VEGA는 기본적인 해상환경만을 제공하므로 세부적인 부분은 Visual C++과 같은 프로그램을 이용하여 coding을 해주어야 한다. 그 이전에 VEGA에 동적인 선박모델과 정적인 항만모델을 삽입하여 VEGA의 고유 파일인 .adf 파일을 생성해야 하는데 그 방법은 Fig. 4-2 및 Fig. 4-4와 같다. Fig. 4-8에서 보는바와 같이 Monitoring ship 또는 Fixed point를 선택할 수 있으며 Monitoring ship 창에서 관제될 선박을 지정하면 그 선박의 경·위도, 관측고도, 침로가 표시된다. Fixed point를 선택하면 Fixed point 창에 원하는 위치(경·위도), 관측고도 및 선박의 침로를 지정 할 수 있다. Fig. 9 ~ Fig. 13은 3차원 영상을 이용하여 view point를 이동 한 실례를 보여준다. Fig. 4-9는 Bulk 선박의 항해사가 Cruiser 선박을 바라본 장면, Fig. 4-10은 반대로 Cruiser 선박의 항해사가 Bulk 선박을 바라본 장면이다. Fig. 4-11은 임의의 위치를 지정하여 Cruiser 선박과 Bulk 선박을 동시에 바라본 장면, Fig. 4-12는 자동차운반선을 인천 갑문 입구에서 바라본 장면, Fig. 4-13은 자동차운반선을 인천 갑문 측면 상공에서 바라본 장면이다. 이러한 view point 이동을 통해 당직항해사의 관점 그리고 관제사가 원하는 위치를 임의 지정하여 감시가 가능하게 된다.

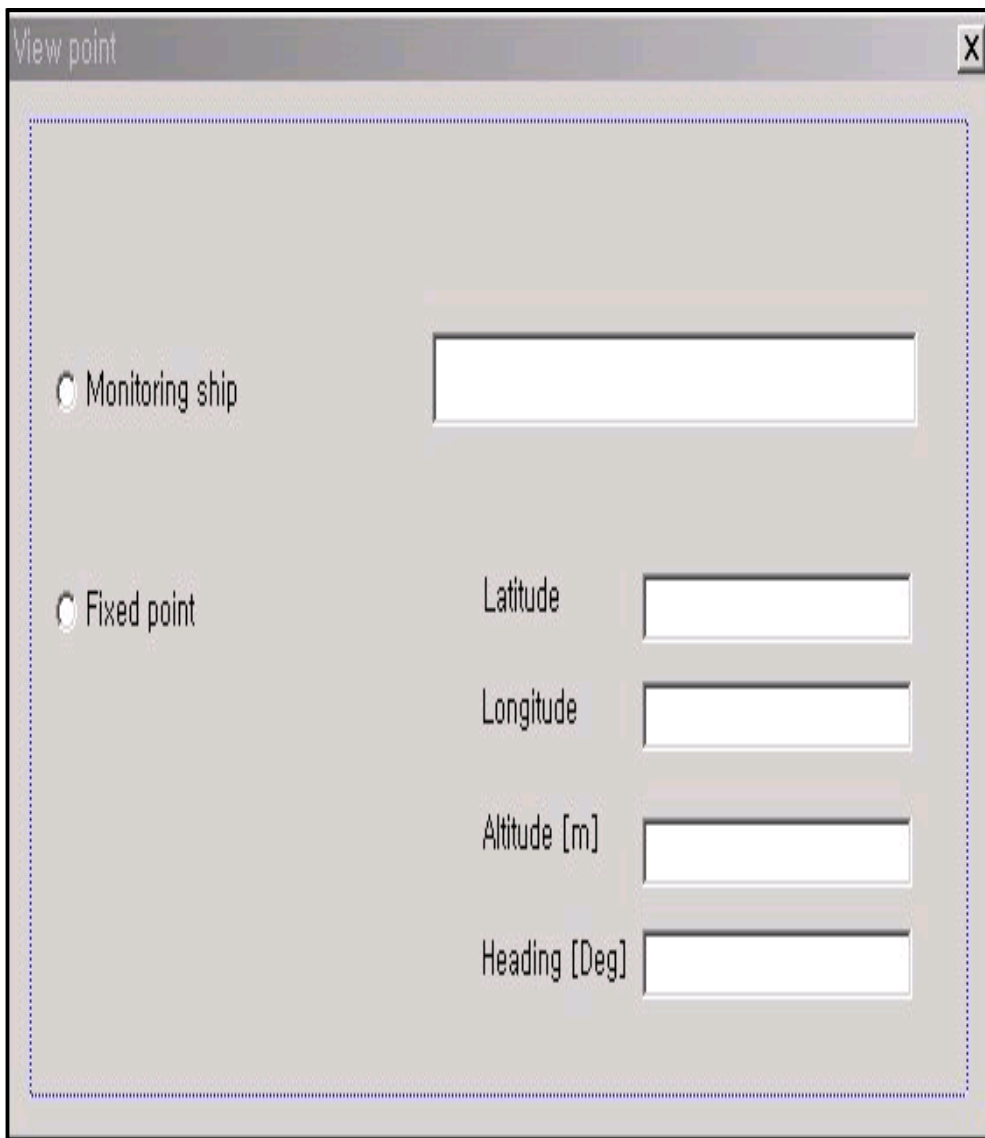


Fig. 4-8 Viewpoint control program



Fig. 4-9 A view that is observed on a Bulk carrier



Fig. 4-10 A view that is observed on a Cruiser



Fig. 4-11 A view that is observed on an arbitrary point ①



Fig. 4-12 A view that is observed on an arbitrary point ②



Fig. 4-13 A view that is observed on an arbitrary point ③

제 5 장 결 론

선박의 대형화, 고속화 및 선복량 증가로 해양사고 위험율이 과거에 비해 높아졌다. 이러한 해양사고의 80% 이상은 인적과실에 기인하므로 이를 줄이기 위한 여러가지 시스템들이 개발되어 운용되고 있다. 이 연구에서는 기존 VTS 시스템에 3차원 영상을 추가 제공하여 관제사가 당직항해사의 관점에서 감시를 할 수 있도록 하기 위한 방법 중 3차원 영상 제작방법 즉, 기존의 방법보다 신속하고 정확하게 제작할 수 있는 전자해도 데이터를 이용한 방법에 대해 주로 다루었다. 또한, 전자해도 데이터를 이용하여 제작된 3차원 영상을 VTS 시스템에 적용하기 위한 기술적 방법에 대해서도 고찰하였다. 이 연구에서 제안한 전자해도 데이터는 해도상에 기재된 모든 데이터를 간편하게 얻을 수 있을 뿐만 아니라 항목별 구분도 가능하여 여러 분야에서 유용하게 이용하게 될 것으로 예상된다. 제작된 3차원 영상을 기존의 VTS 시스템에 추가 제공하여 view point가 자유로이 이동되면 관제사가 관제선박에 승선한 것 같은 형식을 취할 수 있어 당직항해사의 관점에서 감시가 가능하다. 위험상황은 현장에 있는 실무 책임자가 그 누구보다도 신속·정확하게 판단할 것으로 생각되며 선박은 당직항해사가 현장 실무 책임자이므로 당직항해사의 관점에서 감시가 가능하다면 해양사고 예방에 큰 효과가 있을 것으로 예상된다. 그러나 현재 우리나라에 설치되어 있는 14개 항만, 11개 VTS 시스템 모두는 노르웨이와 독일에서 제작된 외국산 장비이므로 중요 프로그램 source를 파악하기 어렵기 때문에 실제 실험은 거의 불가능하였다. 하지만 VTS 시스템의 국산화가 이루어진다면 이 연구에서 제안한 시스템 구현에는 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 윤정수, 부산항 해상교통관제서비스의 품질향상에 관한 연구, 한국해양대학교 석사학위논문, 2000.
- 2) IMO Assembly Resolution A. 857(20)
- 3) 박성태, 해상교통안전 서비스정보망 구축에 관한 연구, 한국해양대학교 석사학위논문, 2001.
- 4) 항만교통정보센터 홈페이지, <http://www.ptms.info>
- 5) 박재현, 沿岸海域의 海上交通安全對策, 해양안전심판원, 해양안전, 2000.
- 6) 항로표지 종합관리정보센터 구축을 위한 조사연구·기본 및 실시설계 최종보고서, 해양수산부, p 5-35, 2001.
- 7) 김창제 외, “멀티젠을 이용한 해상환경 DB 개발 개선에 관한 연구, 해양환경·안전학회지, 제7권 제3호, pp. 85-92, 2001.
- 8) 홍기영, 분산처리 네트워크 방식을 이용한 실시간 선박조종시뮬레이터의 개발에 관한 연구, 한국해양대학교 석사학위논문, 2000.
- 9) 국립 해양조사원 홈페이지, <http://www.nori.go.kr>
- 10) MultiGen Inc., “MultiGen Creator User’s Guide”, The REALTIME 3D Company, 1997.
- 11) MultiGen·Paradigm Inc., “VEGA Programmer’s Guide”, The REALTIME 3D Company, 1999.
- 12) 이상엽, “Visual C++ Programming Bible version 6.0”, 영진출판사, 1999.