

工學碩士 學位論文

*3D Tool*를 이용한 *Radar Coverage*에 관한 연구

A Study on the Radar Coverage applied with 3D Tool

指導教授 宋 在 旭

2007年 2月

韓國海洋大學校 大學院

海上交通情報工學科

金 永 惲

목 차

표 목차	iv
그림 목차	v
<i>Abstract</i>	viii
제 1 장 서론	1
1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구 방법 및 구성	3
1.2.1 연구 방법	3
1.2.2 연구의 구성	4
1.3 연구의 기대효과	5
제 2 장 국내 VTS Radar 시설 및 탐지범위 현황	6
2.1 VTS 시스템	6
2.1.1 VTS 시스템 개요	6
2.1.2 VTS 시스템 구성도	9
2.1.3 VTS 시스템 주요 구성품 및 기능	10
2.2 우리나라 VTS Radar 탐지범위 및 시설 현황	18
2.2.1 동해항	18
2.2.2 포항항	20
2.2.3 울산항	22
2.2.4 부산항	24
2.2.5 부산신항(Busan New Port)	27

2.2.6	마산항	28
2.2.7	여수항	31
2.2.8	목포항	33
2.2.9	군산항	35
2.2.10	대산항	37
2.2.11	인천항	39
2.2.12	평택항	40
2.2.13	완도항	42
2.2.14	제주항	44
2.3	VTs 설치시의 Radar 위치선정 방법 및 개선점	46
2.3.1	Radar 위치선정 방법	46
2.3.2	Radar 위치선정 방법의 개선점	51
제 3 장	Radar 영상 제작방법	52
3.1	가상 지형공간 제작 방법	52
3.1.1	전자해도 데이터 추출 방법	52
3.1.2	가상 지형공간 제작	60
3.2	Light	62
3.2.1	Light의 개요	62
3.2.2	Light의 종류	63
3.3	Radar Image 제작	65
3.3.1	Light Beam의 선택 및 조정	65
3.3.2	Light Beam 회전	66
3.3.3	Light Beam의 맹목구간	67

3.3.4 Light Beam을 이용한 음영구역	68
3.3.5 Site 개수	68
3.3.6 Light Color의 선택	69
3.3.7 Light Beam 각도 조절 방법	70
 제 4 장 <i>Radar</i> 영상 제작방법에 대한 비교 및 분석	72
4.1 부산신항 가상 지형공간 제작	72
4.2 Light Beam의 설치	73
4.3 Radar Image 비교	75
 제 5 장 결 론	79
 참고문헌	81

- 표 목 차 -

<표 2-1> Guidelines for VTS (IMO Res. A. 857)	8
<표 2-2> AIS Client Window 정보	15
<표 2-3> 동해항 VTS 센터 시설내역	18
<표 2-4> 포항항 VTS 센터 시설내역	20
<표 2-5> 울산항 VTS 센터 시설내역	22
<표 2-6> 부산항 VTS 센터 시설내역	25
<표 2-7> 부산신항 VTS 센터 시설내역	27
<표 2-8> 마산항 VTS 센터 시설내역	28
<표 2-9> 여수항 VTS 센터 시설내역	31
<표 2-10> 목포항 VTS 센터 시설내역	33
<표 2-11> 군산항 VTS 센터 시설내역	35
<표 2-12> 대산항 VTS 센터 시설내역	37
<표 2-13> 인천항 VTS 센터 시설내역	39
<표 2-14> 평택항 VTS 센터 시설내역	40
<표 2-15> 완도항 VTS 센터 시설내역	42
<표 2-16> 제주항 VTS 센터 시설내역	44
<표 3-1> 모델과 구조의 관계	55

- 그림 목 차 -

<그림 2-1> 일반적인 VTS 시스템 구성도	9
<그림 2-2> UPS Normal mode	17
<그림 2-3> Input AC Failed mode	17
<그림 2-4> 동해항 VTS Radar 탐지범위	19
<그림 2-5> 포항항 VTS Radar 탐지범위	21
<그림 2-6> 울산항 VTS Radar 탐지범위	23
<그림 2-7> 부산항 VTS Radar 탐지범위	29
<그림 2-8> 마산항/신항 VTS Radar 탐지범위	29
<그림 2-9> 여수항 VTS Radar 탐지범위	32
<그림 2-10> 목포항 VTS Radar 탐지범위	34
<그림 2-11> 군산항 VTS Radar 탐지범위	36
<그림 2-12> 대산 VTS Radar 탐지범위	38
<그림 2-13> 인천/평택항 VTS Radar 탐지범위	41
<그림 2-14> 완도항 VTS Radar 탐지범위	43
<그림 2-15> 제주항 VTS Radar 탐지범위	45
<그림 2-16> geo 포맷으로 변환된 고도 데이터 생성	46
<그림 2-17> 셀 단위 고도를 생성하기 위한 Dialog	47
<그림 2-18> 음영화가 생성된 gdf 화면	47
<그림 2-19> Radar Site 수정화면	48
<그림 2-20> LOS Coverage	49
<그림 2-21> Screen Angle Graph Form	49
<그림 2-22> Screen Angle Graph	50
<그림 3-1> The File Name of ENC	53

<그림 3-2> Definition of Model	54
<그림 3-3> Relation between Model and Structure	56
<그림 3-4> Structure of Data	56
<그림 3-5> Structure of Data in Record	57
<그림 3-6> Exchange Set	57
<그림 3-7> Structure of base cell file	58
<그림 3-8> Procedure to make dxf file from ENC	59
<그림 3-9> 전자해도	59
<그림 3-10> Conversion ENC to dxf Format	60
<그림 3-11> Land Elevation Data at Busan Port Area	61
<그림 3-12> 3D Virtual Land Area made with DXF and DEM	61
<그림 3-13> Target Spot Light	63
<그림 3-14> Free Spot Light	63
<그림 3-15> Directional Light	64
<그림 3-16> Omni Spot Light	64
<그림 3-17> Light Beam	66
<그림 3-18> Light Beam 회전	66
<그림 3-19> Light Beam의 맹목구간	67
<그림 3-20> Blind Sector	68
<그림 3-21> Single Light	69
<그림 3-22> Triple Light	69
<그림 3-23> Light Color	69
<그림 3-24> Light Beam 각도 조절	70
<그림 4-1> 제작된 부산 신행 가상 지형공간	73
<그림 4-2> 부산신행 부근 해도	74
<그림 4-3> 부산신행 Radar 영상	76

<그림 4-4> 부산신항 Radar Simulator 영상	76
<그림 4-5> 부산조도 Radar 영상	77
<그림 4-6> 부산 Radar Simulator 영상	77

A Study on the Radar Coverage applied with 3D Tool

Kim, Young Sup

Department of Marine Traffic Information Engineering

The Graduate School of Korea Maritime University

Abstract

Till now, when installing the domestic VTS system, we considered the topographical condition and marine traffic situation of the pertinent control sea area and decided the number of Radar, location or height that must be installed through the second dimension chart check. But, the location or height of the Radar isn't what can be decided by the second dimension chart check simply, and must be decided while considering the form of surrounding topography and height totally, and in case the location and height of the Radar are decided not considering this amply, the surveillance area by Radar is overlapped or there may happen blind sector that is impossible to be supervised by the Radar.

So, in this study, we aimed technological development that can utilize in the selection of Radar location and height at the time of Radar's performance improvement that is installed now or may be

installed in the future. For this, we improved the existing method that decides the Radar's location, etc. by the second dimension chart check, and suggested the way to decide the optimal location and height of the Radar using light beam that is like the electro-wave feature of the Radar and third dimension topographical space data that is produced identically with the natural condition such as the real topography by 3D graphic tool.

제 1 장 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

전 세계 무역량의 98% 이상이 해운을 통해 이루어지는 운송수요를 충족하기 위하여 선박량의 증가와 함께 선박은 점점 더 대형화 및 고속화되고 있으며, 이에 따라 선박간의 사고로 인한 인적 및 물적 손해는 물론, 매년 수천억 원에 달하는 해양오염 손해가 발생하는 등 해상안전과 항만 효율에 커다란 위협을 주고 있다.¹⁾

이에 따라 각 나라에서는 선박으로 인해 발생하는 위험요소를 제거하고자 자국 해역에서 이루어지는 해상교통을 관리하기 위한 해상교통정보서비스(Vessel Traffic Services, 이하 VTS)를 실시하고 있다. VTS는 1948년 영국 리버풀항에 처음 설치된 후 급속한 속도로 전 세계 항만 및 연안 수역에 설치되고 있으며, 우리나라에도 포항항에 1993년 1월 1일 서비스가 도입되었고, 이후 14개 주요 항만과 2개의 주요 통항로에서 운영되고 있다.

VTS 시스템은 VTS를 실시하기 위한 관제장비로서 항로, 선박, 항로표지 등 해상교통체계의 구성요소와 전자, 제어, 통신 등 첨단기술을 접목하여 해상교통정보의 흐름을 원활히 하고, 구성요소들이 상호 유기적으로 작동하게 함으로써, 해상교통의 안전성을 극대화하기 위한 시스템이다.

1) 박진수 『해양사고 조사방법론』(해사도서출판부)

이와 같은 VTS 시스템에 있어서, 선박의 자동 위치 추적을 위한 선박자동식별장치(Automatic Identification 시스템, 이하 AIS)와 함께, 통항 선박의 위치를 적극적이고 능동적으로 추적할 수 있는 장비인 Radar는 VTS 시스템의 핵심장비라고 할 수 있다.

현재까지 국내 VTS 시스템 설치시에는 통상 해당 관제 해역의 지형 조건과 해상 교통 상황을 고려하여 2차원 도상 검토를 통해 설치되어야 할 Radar의 대수나 위치 및 고도 등을 결정하였다. 그러나 Radar 위치나 높이는 단순히 도상 검토에 의해 결정될 수 있는 것은 아니며, 주변 지형의 형태, 고도 등을 종합적으로 고려하여 결정되어야 하며, 이를 충분히 고려하지 못하고 Radar의 위치 및 고도가 결정되는 경우에는 Radar에 의한 감시구역이 서로 중복되거나 또는 Radar에 의한 감시가 불가능한 맹목구간(Blind Sector)이 발생하는 경우가 있을 수 있다.

국내 VTS 시스템 도입을 실시한 후 10여년이 경과한 현 시점에서 Radar 장비의 성능 개선 및 추가 증설 등이 실시되고 있다. 이 시점에서 보다 효율적이고 보다 경제적인 관점에서 성능 개선을 위한 기존 Radar 장비의 위치 및 고도를 재검토하고, 또한 새로이 추가 증설되는 Radar 장비의 경우에는 최적의 설치 위치 및 고도를 결정함으로써, Radar 감시구역의 중복이나 맹목구간의 발생을 방지할 수 있는 기술적 검토 방법이 강구되어야 할 시점이다.

이에 이 연구에서는, 향후 신규로 설치되거나 현재 설치되어 있는 Radar의 성능 향상 시에, Radar의 위치 및 고도 선정에 활용할 수

있는 기술 개발을 목표로 하였다. 이를 위해 2차원 도상 검토에 의해 Radar 위치 등을 결정하는 기존 방법을 개선하여, 3D 그래픽 툴에 의해 실제 지형 등 자연 조건과 유사하게 제작된 가상 3차원 지형공간 데이터와 Radar의 전파 특성과 같은 주사빔(Light Beam)을 이용하여, 최적의 Radar 위치 및 고도를 결정하기 위한 방법을 제시하였다.

1.2 연구 방법 및 구성

1.2.1 연구 방법

기존 VTS 시스템 및 Radar의 설치 현황을 파악하고, 또한 Radar 위치 및 고도 선정 방법인 Radar 전파 특성만을 고려한 2차원 도상 검토 방법에 대한 현황 조사와 문제점 파악을 선행하였다.

이를 통해, 기존 VTS 시스템 설치시의 Radar 위치 및 고도 선정 시의 문제점을 해결하기 위한 개선 방안을 도출하고, 도출된 개선방안을 수용한 새로운 방법론을 제시하였다.

또한, 국내 대표항만인 부산신항을 대상으로, 자연적 지리 조건과 Radar의 특성을 고려하여 제시된 새로운 방법론을 적용함으로써, 이 연구 논문에서 제시한 방법론의 타당성과 유효성을 검증하였다.

1.2.2 연구의 구성

제1장에서는 연구의 목적 및 방법을 제시하였다. 기존 Radar의 위치 선정시 2D 기법 등 여러 가지 방법이 동원되었으나 지금은 여러 가지 효과적인 방법이 많이 개발·발달되어 예전에 미처 확인하지 못했던 Radar의 맹목구간을 효과적으로 해결하는 방법 등을 소개하였다.

제2장에서는 현재 우리나라의 VTS Radar 시스템 및 Radar Site Coverage를 분석하였다.

제3장에서는 3D 그래픽 툴을 이용하여 해당 지역의 가상 지형공간을 제작하고 Radar 전파 방식과 가장 유사한 Light Beam을 제작하여 제작된 가상 공간의 Radar 설치 위치에 Light Beam을 설치하여 주사함으로써 실제 Radar를 설치하였을 경우에 얻을 수 있는 Radar 영상 획득 과정을 소개하였다.

제4장에서는 제안방법에 의한 부산신항 분석 및 비교에 관한 내용을 소개하였다. 3D 그래픽 툴을 이용한 기법은 아주 간단하고 신속하게 기존의 Radar Site Coverage를 확인할 수 있다. 마지막으로 실제 관제실에서 사용되어지는 PPI Radar Image와 3D 그래픽 툴을 이용하여 얻어진 Radar Image를 비교·분석하여 그 결과를 소개하였다.

1.3 연구의 기대효과

Radar Site 위치의 재검토로 인해, 선박의 안전항해에 큰 도움을 줄 수 있으며 관제구역의 확대로 관제서비스 구역의 확대 시행 및 기존에 사용하지 않는 Radar Site를 효과적으로 운용함으로써 경제적인 효과 발생, 또한 Radar Site 위치 재검토시 맹목구간 해소로 선박의 안전항해에 도움을 줄 수 있으며 선박 충돌예방에도 큰 효과를 얻을 수 있다. 그리고 Radar Site 위치 재검토 대상에서 제외된 구역은 Total CCTV 방식을 도입하여 다각도의 선박 안전에 만전을 기함으로써 국제적으로 경쟁력 있는 Hub Port가 될 것이다.

제 2 장 국내 VTS Radar 시설 및 탐지범위 현황

현재 우리나라 항만 및 연안 해역에 설치되어 운영 중인 각 VTS 센터의 Radar 설치와 탐지범위 현황을 기술하고자 한다.

2.1 VTS 시스템

2.1.1 VTS 시스템 개요

국제해사기구(IMO)는 VTS라 함은 “선박 통항의 안전과 효율을 증진시키고 환경을 보호하기 위하여 주무관청(Competent Authority)이 제공하는 서비스로, 이러한 서비스는 VTS 구역 내에서 일어나는 교통상황과 상호 작용하여 대응할 수 있어야 한다”로 정의하고 있다. 한편, SOLAS 제5장 12규칙에는 “VTS는 해상에서의 인명의 안전, 항해의 안전과 효율성에 기여하고, 해상교통이 야기할 수 있는 유해한 환경으로부터 해양환경, 인접 해안, 작업장 및 연안 해상설비를 보호하는데 기여한다”라고 규정하고 있다.

VTS를 위한 시스템은 1948년 영국 리버풀항에 처음 설치된 후 급속한 속도로 전 세계 항만 및 연안 수역에 설치되고 있으며, 우리나라에도 포항항에 1993년 1월 1일 3단계 수준의 서비스가 도입되었고, 이후 12개 주요 항만에 모두 설치되어 운영되고 있다.

VTS 시스템은 넓은 의미로는 항행원조시설(Aids to Navigation)에

속하는 것으로 기존의 등대, 부표 등도 VTS 시스템의 일종이라고 할 수 있으며, 좁은 의미로는 Radar에 의한 통항 선박 감시와 선박 통항의 조정 등을 의미하고 있으나, 어느 경우이든 그 근본 목적은 통항 선박에 대하여 항행상의 위험 정보나 주변 교통 상황에 대한 정보를 제공함으로써 통항상의 안전(Safety of traffic)과 원활한 교통 흐름(Efficient traffic flow)을 달성하는데 있다고 볼 수 있다.

<표 2-1> Guidelines for VTS(IMO Res. A. 857)는 선박 교통 서비스에 대해 A.857 (20) 1997년 11월 채택된 내용이다.

<표 2-1> Guidelines for VTS(IMO Res. A. 857)

목적	to improve · the safety and efficiency of navigation · safety of life at sea · the protection of the marine environment	
내용	Information Service	교통 및 수로상황, 기상정보, 위험정보 기타 선박통항에 영향을 주는 요인들을 제공 1) 고정된 시간에 방송되는 정보 2) VTS에서 필요하다고 인정할 때 3) 본선의 요청이 있는 경우
	Navigational Assistance Service	항행환경이나 기상환경이 나쁠 경우 또는 본선에 결함이 있는 경우에, 통상 본선의 요청에 따라 또는 VTS가 필요하다고 인정할 때 제공
	Traffic Organization Service	선박통항량이 집중되는 시간대 또는 일상적인 교통흐름이나 다른 선박의 교통에 영향을 미치는 특수한 상황에서 혼잡이나 위험한 상황을 예방하기 위하여 교통을 관리하고 미래의 통항을 예측하는 서비스로; 1) traffic clearance 시스템 2) VTS, sailing plans 3) priority of movements 4) allocation of space 5) mandatory reporting 6) routes to be followed 7) speed limits를 포함
VTS 설치가 필요한 해역	· high traffic density · traffic carrying hazardous cargoes · conflicting and complex navigation patten · difficult hydrographical, hydrological and meteorological elements · shifting shoals and other local hazards · environmental considerations · interface by vessel traffic with other marine-based activities · a record of marine casualties · narrow channels, port configuration, bridges and similar areas	

2.1.3 VTS 시스템 주요 구성품 및 기능

VTS 시스템에는 Radar 시스템, Microwave 시스템, VHF/DF, VHF, Meteorological 시스템, AIS, CCTV, UPS 및 측정 장비 등이 있다.

1) Radar 시스템²⁾

VTS Radar 시스템의 주요부분은 스캐너(Scanner, Radar의 안테나를 말함), 송수신장치(Transceiver), 지시장치(Indicator)등으로 되어 있다. 현재 VTS Radar에 할당된 주파수는 9,375MHz대의 X-Band Radar를 사용하고 있다.

전파의 주파수가 낮으면 비나 안개등으로 인한 감쇠가 심한 때에도 비교적 멀리까지 전파되지만, 같은 방위분해능을 얻기 위해서는 보다 큰 치수의 안테나를 필요로 하므로, 흔히 X-Band Radar는 고분해능으로 사용하고 있으며, S-Band Radar는 원거리 탐지용으로 이용된다. 현재 한국에 설치된 VTS Radar는 근거리, 고분해능인 X-Band Radar를 사용하고 있다.

펄스폭과 펄스반복주기는 Radar에 따라 다르지만 같은 Radar에 있어서도 흔히 3마일 미만과 그 이상의 탐지거리에 있어서 바꾸는 것이 보통이다. 즉 근거리 탐지에 있어서는 거리분해능을 높이고, 최소탐지거리를 줄이기 위해 펄스폭을 좁게 하고, 정보의 빈도를 높이기 위해 펄스 반복주기를 짧게 하며, 원거리 탐지의 경우는 평균출력을 높여 탐지거리를 증가시키기

2) KCG Cafe "Radar 정리"

위해 펄스폭을 넓게 하고, 2차 소인(Sweep)에 의한 거짓상을 방지하기 위해 펄스반복주기를 길게 한다.

(1) 발신장치

트리거 발진기(Trigger Generator)는 두뇌의 역할을 하는 곳으로 트랜지스터, 콘덴서 및 저항 등으로 되는 진동회로에 의해 매초 1,000회의 펄스 전압을 발생하여 이것에 의해 각부가 동기 작동하므로 이 펄스전압을 트리거펄스라고도 한다.

다음에 이 트리거펄스에 의해 변조기(modulator)의 특수진공관인 싸이라트론(thyratron)이 작동하여 펄스발생회로에서 약 10,000volt의 전압으로 폭이 $0.25\mu s$ 인 펄스로 한다.

다음에 이 전압을 발진기의 마그네트론에 넣는다. 마그네트론은 강력한 자장내에서 마이크로파를 만들어 내는 발진관으로, 이것에 의해 침투출력 10~50kw 주파수 9,375MHz의 마이크로파전류를 발진시킨다. 이 진동전류는 도파관속에 있는 공중선의 역할을 하는 짧은 금속봉에 흘러 파장 약 3cm, 혹은 10cm의 마이크로파가 발사된다. 전파가 도파관을 통하여 스케너로 가는 도중에 송수절환장치가 있다.

여기서는 TR스위치(Transmit/Receive Switch)에 의해 강력한 발신펄스파가 수신기를 상하지 않도록 발신의 순간에는 수신회로를 차단하도록 되어 있다.

도파관은 장방형의 동관으로 내측에 은도금이 되어있다. 크기는 3cm와의 경우 약 2cm × 1cm 이다. 도파관의 상부는 공중선과 함께 회전할 수 있는 구조로 되어있다.

(2) 스캐너 장치

스캐너 모양에는 여러 가지가 있다. 도파관의 맨 끝에 있는 호온(Hron)의 상부개구는 포물선 공중선의 초점에 위치하고 있어서, 여기에서 전파를 복사하여 반사공중선에 반사시켜 지향성 전파 비임이 되어 직진하는 것이다. 이 도파관의 개구부는 비나 눈이 들어가지 않도록 얇은 폴리스티렌(polystyrene)의 판으로 막아져 있다. 전파의 송수신 능력을 위해 가끔씩 청소해주어야 한다.

전파의 지향성은 빛의 성질과 같아서 파장에 비해서 반사체가 크면 클수록 예리하다. 따라서 파장을 짧게 하든지 혹은 스캐너의 폭을 넓게 하여 지향성을 좋게 할 수 있지만, 실제로는 어느 것이나 한도가 있으므로 일반적으로 사용되고 있는 항해용 Radar는 3cm 혹은 10cm 파장대를 사용하고, 스캐너는 120cm 전후의 폭을 가진 것이 많다. 최근에는 240cm 혹은 360cm 폭의 큰 스캐너를 사용하는 것도 있어 지향성이 예리하고 영상의 선명도도 뛰어난 것이 있다.

일반적으로 전파의 수평비임폭은 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$, 수직 비임폭은 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 이다. 방위 측정을 위해서는 수평비임폭은 작을수록 좋지만, 수직비임폭은 너무

작으면 선박의 동요 때문에 반사파가 스캐너에 잡히지 않는 수가 있어, 약간 크게 하고 있다. 이와 같은 비임을 부채꼴 비임(Fan Beam)이라 한다.

VTS Radar 송수신기는 두개의 25kw, x-band 송수신기로 구성되어 있으며, Radar Scanner는 18ft와 9ft의 sub ANT로 구성되어 있다. 그리고 스캐너의 회전은 모우터로 일정속도를 유지하며, 1분간에 10~20회전의 범위로 제작회사마다 틀린다.

(3) 수신장치

크라이스트론이라는 특수발진관으로 9,405MHz의 국부발진을 일으켜 그것들의 합성진동전류를 발생시킨다. 이것은 보통의 라디오 수신기에도 많이 사용되고 있는 슈퍼헤테로다인 방식이다. 반사파와 크라이스트론에서 두 가지 다른 진동전류를 혼합기(mixer)에 유도하여 실리콘을 거쳐 20MHz의 중간주파전류를 만든다. 이 전류 또한 미약하므로 바로 중간주파전치 증폭기로 증폭하여 중간주파증폭기에 유도한다.

2) VHF(Very High Frequency)

VHF 장비의 주요 기능은 조난 호출, 해안 무선국과의 교신 및 육상의 일반 전화와 직접 연결 등의 기능으로 인해 선박에서 가장 많이 사용하는 통신 수단이다. 그리고 VHF의 경우 선박사고 및 기타 중요한 업무용이므로 통신의 날짜와 시간을 기록하고 재현하고 있다. 통상 VHF의

기록 능력은 6개월이다. VHF 통신장비는 국제항행에 종사하는 총톤수 300톤급 이상의 선박은 의무적으로 설치하여야 하는 장비이다.

3) 초단파대 방향탐지기(VHF/DF)

VHF/DF 방향탐지 시스템이란 VTS 센터를 이용하는 선박에서 VTS 센터와 통신 설정시(VHF 이용) 운영자 Display상에 방위선(strobe)을 나타냄으로서 상대선박의 방위를 알려주는 장치이고 또한 상대선박의 실수로 VHF Keying 상태가 지속되더라도 첨단장비인 VHF/DF를 이용하여 보다 쉽고 간편하게 그 선박을 찾을 수 있는 장비이다.

4) 폐쇄회로(CCTV)

폐쇄회로(CCTV) TV 시스템은 각각 1대의 카메라와 모니터로 구성되어 있다. 카메라의 자동위치 조정은 관제실 운영 조작부에서 관제사가 원하는 위치에 마우스 포인터 이용시 자동적으로 그 위치를 표시함으로써 보다 시각적인 관제가 가능하다.

5) 선박 자동 식별장치(AIS)

선박 자동 식별장치(AIS)는 국제해사기구(IMO)의 결의로 국제항해에 종사하는 선박은 의무적으로 탑재해야 하는 장비로 운항 선박의 중요 정보(위치, 속도, 진로방향 등)를 육상의 관제소나 타 선박에 정기적으로 자동 송신 및 수신함으로써 선박간의 충돌 예방 및 선박의 통제를 가능

하게 하는 장치이다. 그리고 선박이 Radar와 AIS 시스템에 의해 추적될 때, 양쪽 source로부터 추적된 정보는 시스템에 의해 통합되어 하나의 타겟으로 나타난다.

<표 2-2>는 Target Data, Text Message, Assign, Transponder, Ship Name등 AIS Client Window 정보를 나타낸다.

<표 2-2> AIS Client Window 정보

Target Data	선택된 선박의 송수신기에 의해 제공된 상세한 내용을 표시하는 field를 포함한다. 어느 target의 data를 표시할 것인가는 송수신기 Targets list에서 MMSI 번호를 클릭함으로써 선택된다. Target Data는 정보 표시를 위한 target의 선택을 제외한 다른 사용자 상호작용은 포함하고 있지 않다.
Text Message	선박에 양방향으로 문자 메시지를 통제할 수 있고, 선택된 송수신기 target에게나 또 영역 내에 있는 모든 송수신기 target에 방송할 수 있다.
Assign	서로 다른 작동 모드에 대해 선택된 선박의 송수신기를 지정하는데 사용한다.
Transponders	시스템에 있는 송수신기의 정보를 표시한다.
Ship Name	선박 이름을 MMSI 호출 신호에 지정하거나 또는 이미 지정된 선박 이름을 변경하는데 사용된다.

6) 기상관측 장비

기상관측 장비는 VTS 센터 부근의 기상, 풍향, 풍속, 기압, 기온, 시정 및 가시거리 측정 등의 기상정보를 제공하는 장비이며, 기상관측 시스템은 다음과 같은 sensor들을 포함한다.

- (1) 풍향 sensor-range: 0~360도
- (2) 풍속 sensor-range: 2~60m/s
- (3) 기압 sensor-range: 920~1,080hPa
- (4) 기온 sensor: -40~50℃
- (5) 가시거리 sensor: 0.2~10km

7) *Micro Wave* 중계기

Micro Wave Link 시스템은 원거리의 중계국과 운영국(VTS 센터)을 보다 효율적으로 연계하는 장치이고 데이터 전송 주파수는 8GHz를 이용한다.

8) *PORT-MIS*

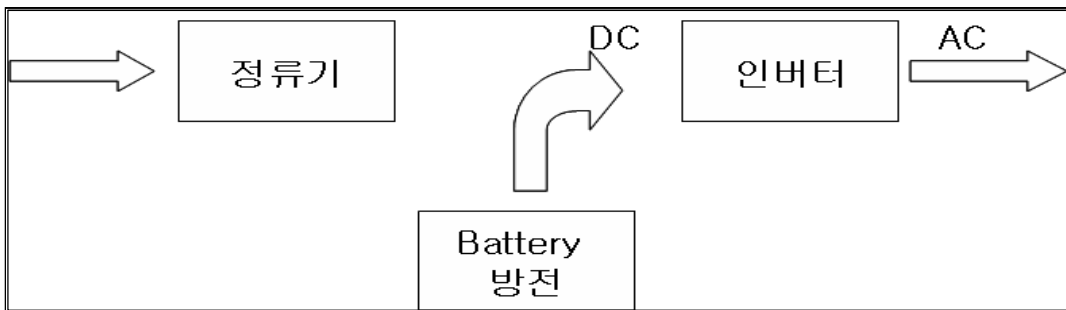
PORT-MIS란 선박의 입출항 관련 업무와 선박의 안전 항행에 관련된 항만 운영 정보를 처리하는 시스템이다. 이 시스템을 이용하여 선박의 입·출항 보고서 및 허가서 등 항만 관련 업무를 전자 자료 교환(Electronic Data Interchange) 방식 등으로 전산 처리함으로써 행정 절차를 간소화하고 업무 처리를 신속하게 하여 비용과 인력을 절감할

수 있으며, 전국의 항만 및 선박 운항에 관한 정보를 통신망으로 연결하여 멀티미디어 서비스를 제공하며, 종합 물류 정보 시스템과 연계하여 효율적인 항만 관리를 가능하게 하는 장비이다.

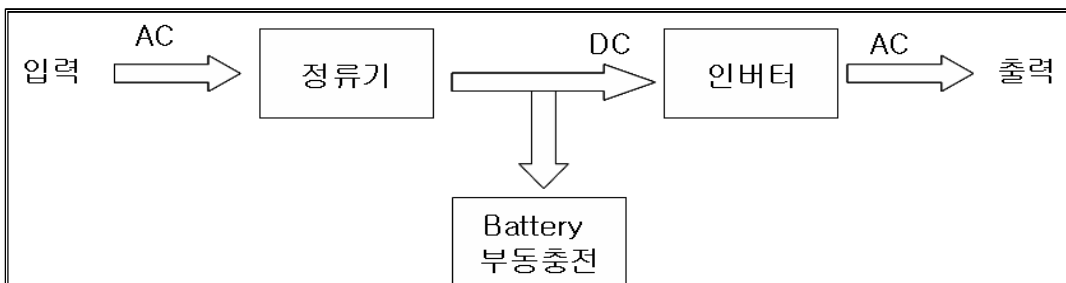
9) UPS(Uninterruptible Power Supply)

UPS(Uninterruptible Power Supply)란 정전, 과전압, 부족전압, sagging, surge, impulse 등 상용전력에 이상이 생기더라도 부하에 대하여 안정된 교류전력을 공급하는 것이 목적이다.

〈그림 2-2〉와 〈그림 2-3〉은 UPS(Uninterruptible Power Supply)의 동작원리를 나타낸다.



〈그림 2-3〉 Input AC Failed mode



〈그림 2-2〉 UPS Normal mode

2.2. 우리나라 VTS Radar 탐지범위 및 시설 현황

2.2.1 동해항

VTS 센터는 동해항에 위치해 있고 동해항 VTS 시스템으로는 Radar 2대, AIS 2대, CCTV 7대, VHF 5대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

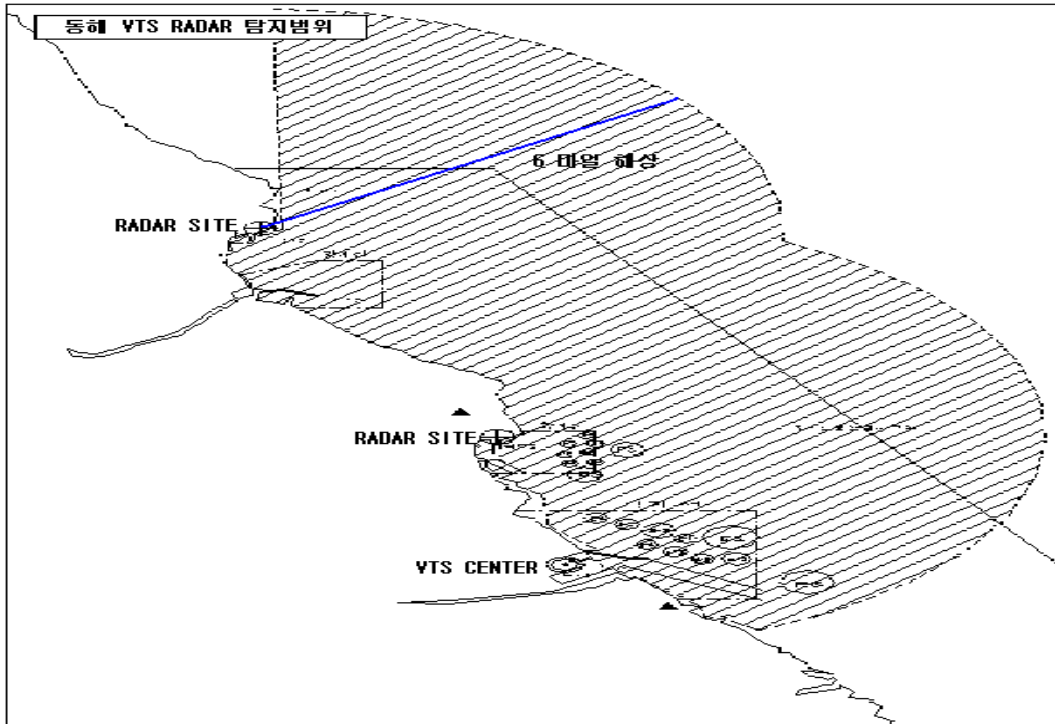
VTS Radar는 동해와 속초에 설치되어 있고, 관제범위는 강원도 삼척시 임원 앞바다에서 강릉 앞바다까지의 연안 6마일 해상이다. 그리고 CCTV 위치는 동해항 2대, 묵호 2대, 삼척, 옥계, 속초에 각 한 대씩 설치되어 보다 시각적인 관제운영을 하고 있다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 동해와 속초에 설치되어 있다. AIS는 VHF Band(30~300MHz) 대역폭을 이용하고 탐지거리는 대략 30마일 정도이며 비상시 각 선박에게 조난, 긴급, 안전 등의 문자 전송 서비스를 제공함으로써 보다 양질의 정보를 제공하는 장비이며, AIS의 기능은 전국적으로 흡사하다.

<표 2-3> 동해항 VTS 센터 시설내역

설 치 운 영	시 설 내 역(대)						운영기간 (2006.12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
99. 12	2	2	7	1	5	6	7년	NOR- CONTROL

<표 2-3>은 동해항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-4>는 동해 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.



<그림 2-4> 동해항 VTS Radar 탐지범위

동해항 해상교통관제구역(WGS-84)은 다음 각 지점을 순차적으로 연결한 지점으로 Radar의 탐지가 가능한 수역을 말한다.

- 1) 북위 37도 41분 10초, 동경 129도 02분 29초
- 2) 북위 37도 42분 20초, 동경 129도 09분 57초
- 3) 북위 37도 24분 33초, 동경 129도 21분 21초
- 4) 북위 37도 22분 00초, 동경 129도 15분 05초

2.2.2 포항항

VTS 센터는 포항제철 6부두에 위치해 있고, 포항항 VTS 시스템은 Radar 3대, AIS 2대, CCTV 3대, VHF 5대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

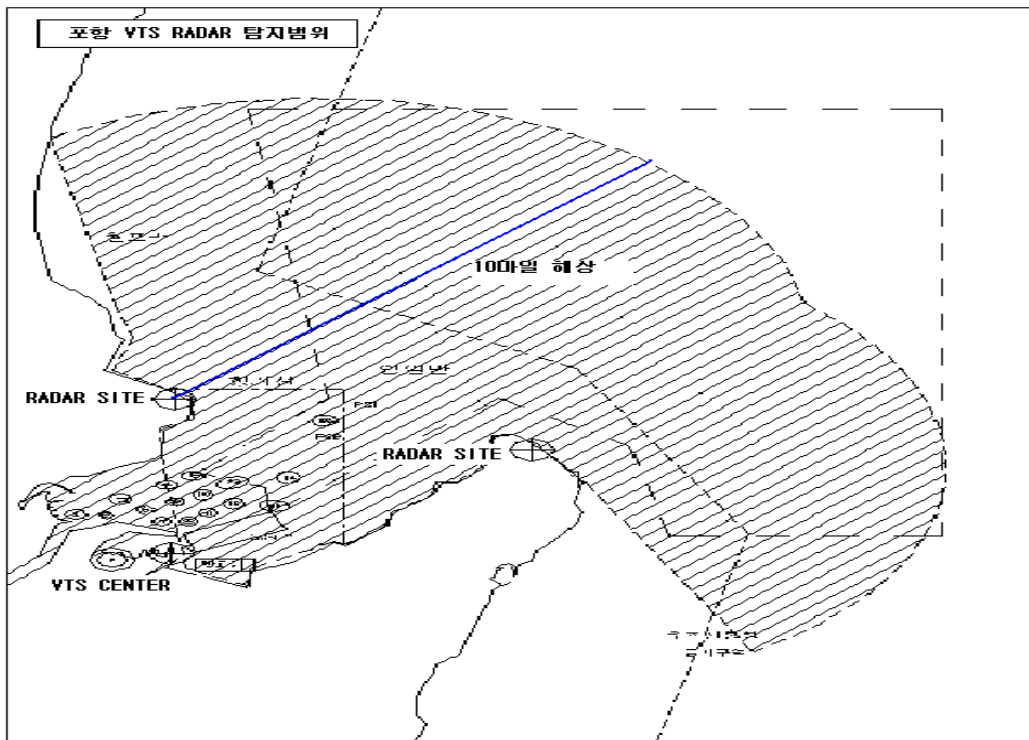
VTS Radar 위치는 <그림 2-5>에 나타나 있고 관제범위는 포항항 항계 내 및 호미곶 반경 6마일 내 수역을 포함한다. 그리고 CCTV 위치는 구항에 1대, 그리고 나머지 2대는 군부대와 Multi로 운영중에 있다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 흥해 용한리와 구룡포 성동산에 설치되어 있다.

<표 2-4>은 포항항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-5>는 포항항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-4> 포항항 VTS 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006.12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
93. 1	2	3	3	1	5	-	13년11월	NOR- CONTROL



<그림 2-5> 포항항 VTS Radar 탐지범위

포항항 해상교통관제구역 범위에서는 호미곶으로부터 반경 10마일 지점에서 해상교통관제센터에 입항예정통보를 한 후, 호미곶으로부터 반경 6마일 지점에서 위치통보를 하여야 한다.

2.2.3 울산항

VTS 센터는 장생포항에 위치해 있고 울산항 VTS 시스템은 Radar 3대, AIS 1대, CCTV 2대, VHF 8대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

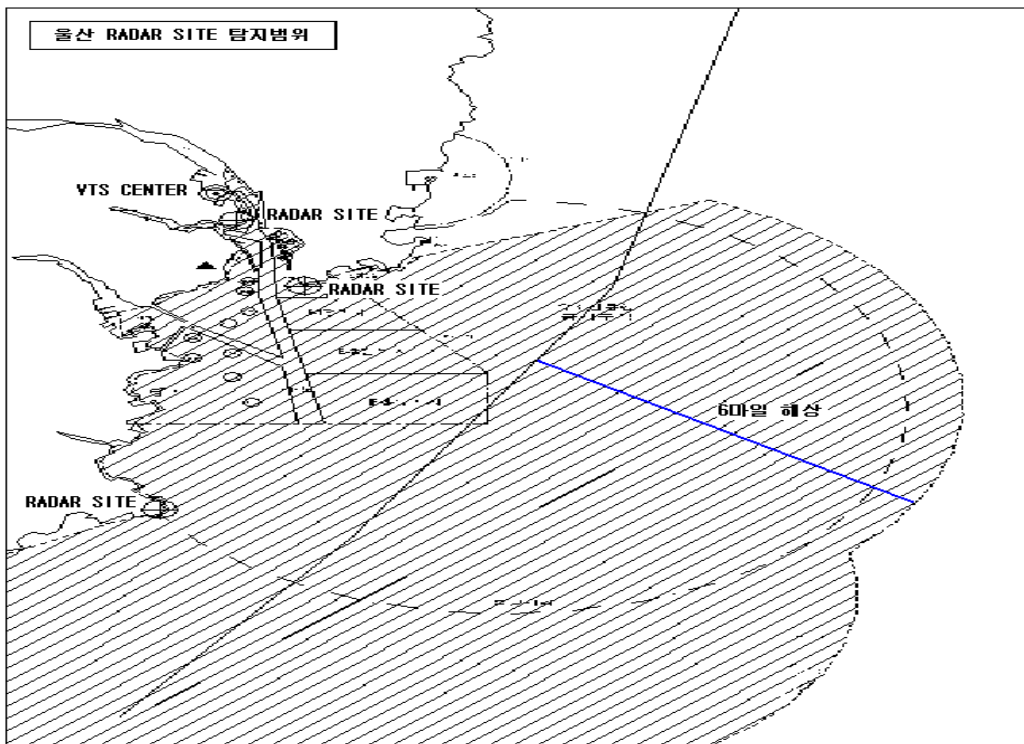
VTS Radar Site 위치는 화암추, 간절곶, 장생포항에 설치되어 운영하며 관제범위는 한계선으로부터 약 6마일 이내의 해역이다. 그리고 CCTV 위치는 화암추, 간절곶에 설치되어 관제시 시각적 효과를 원조하고 있다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 봉대산에 설치되어 있으며, 탐지거리는 대략 30마일 정도이고 관제화면 확대시 일본 대마도까지 AIS 탐지가 가능하다.

<표 2-5>는 울산항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-6>는 울산항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-5> 울산항 VTS 센터 시설내역

설 치 운 영	시 설 내 역(대)						운 영기 간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
96. 9	1	3	2	2	8	1	10년 3월	STN ATLAS



<그림 2-6> 울산항 VTS Radar 탐지범위

울산항 해상교통관제구역(WGS-84)은 다음 각 지점을 순차적으로 연결한 지점으로 Radar의 탐지가 가능한 수역을 말한다.

- 1) 북위 35도 29분 34초, 동경 129도 26분 34.5초
- 2) 북위 35도 28분 30초, 동경 129도 30분 30초
- 3) 북위 35도 23분 30초, 동경 129도 30분 30초
- 4) 북위 35도 20분 00초, 동경 129도 26분 00초
- 5) 북위 35도 21분 33.1초, 동경 129도 21분 37.7초

2.2.4 부산항

VTS 센터는 부산 영도에 위치한 한국해양대학교 내 조도 정상에 있고 VTS 시스템은 Radar 6대, AIS 1대, CCTV 2대, VHF 6대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어 있다.

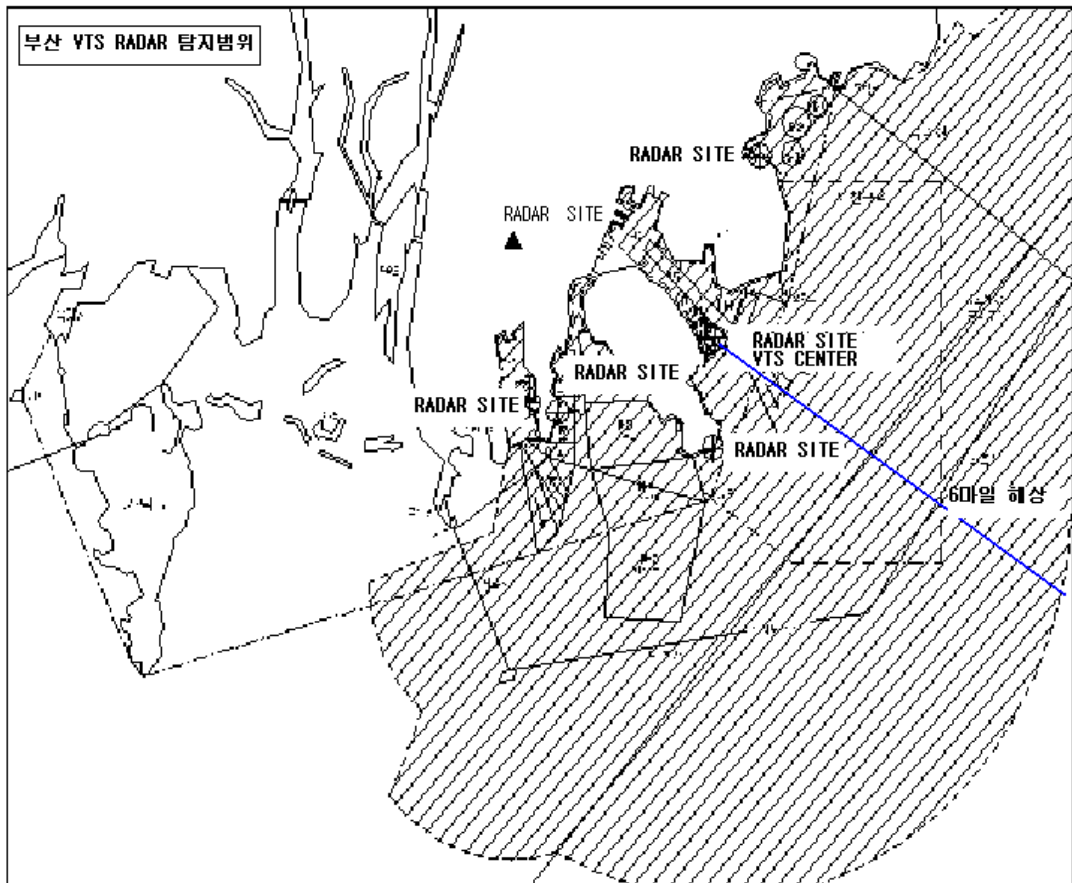
VTS Radar Site는 조도, 암남, 태종대, 용호, 감천에 설치되어 운영하고 있으며, 2006년 08월 05일 부산 북항 5부두 Radar Site 증설 및 WIS Up Grade (No.4 Consol)를 실시하여 기존 부산항이 앓고 있던 맹목구간을 제거함과 동시에 항만 이용자에게 보다 좋은 관제 서비스를 제공하고 있다. 관제범위는 Radar Site로부터 약 6마일 이내의 해역이다. 그리고 CCTV는 부산 북항 봉래동 물량장에 설치되어 주로 부산-거제간 여객선 항로를 관제하고 있다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 엄광산에 설치되어 있으며, 탐지거리는 대략 30마일 정도이고 관제화면 확대시 울산항과 부산신항 및 마산항까지도 AIS 탐지가 가능하다.

<표 2-6>은 부산항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-7>는 부산항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-6> 부산항 VTS 센터 시설내역

설 치 운 영	시 설 내 역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
98. 12	1	6	2	1	6	6	8년	NOR- CONTROL



<그림 2-7> 부산항 VTS Radar 탐지범위

부산항 해상교통관제구역범위(위치기준: WGS-84)는 부산항 N-5
묘박지를 포함한 항계 내와 다음 각 지점을 순차적으로 연결한 지점으
로 Radar의 탐지가 가능한 수역을 말한다.

- 1) 북위 35도 04분 01초, 동경 129도 06분 59초
- 2) 북위 35도 02분 42초, 동경 129도 07분 45초
- 3) 북위 35도 04분 14초, 동경 129도 09분 11초
- 4) 북위 35도 04분 31초, 동경 129도 07분 18초

2.2.5 부산신항(Busan New Port)

VTS 센터는 진해시 연도에 위치해 있고, VTS 시스템은 Radar 2대, AIS 2대, CCTV 2대, VHF 4대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

VTS Radar Site는 VTS 센터에 2기의 Radar가 설치되어 있고 마산항과 인접하여 마산항에서 운영하는 실리도 Radar와 동두말 Radar Site를 공유하며 또한 부산항에서 운영하는 암남 Radar 영상까지 탐지가 가능하다. 관제구역은 동두말 반경 6마일부터 시작하여 가덕수도 및 부산신항 내 부근의 해역이다.

<표 2-7>은 부산신항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-8>는 부산신항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 센터 정상 부근에 2기가 설치되어 있으며, 지리적인 효과로 인해서 AIS 탐지범위는 울산항, 마산항, 일본 대마도 부근 해역까지 탐지가 가능하다.

<표 2-7> 부산신항 VTS 센터 시설내역

설치 운 일	시 설 내 역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
06. 1 (신 항)	2	2	2	1	4	8	1년	NOR- CONTROL

2.2.6 마산항

VTS 센터의 위치는 마산지방해양수산청 내이고, VTS 시스템은 Radar 7대, AIS 2대, CCTV 3대, VHF 4대 및 VHF/DF 2대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

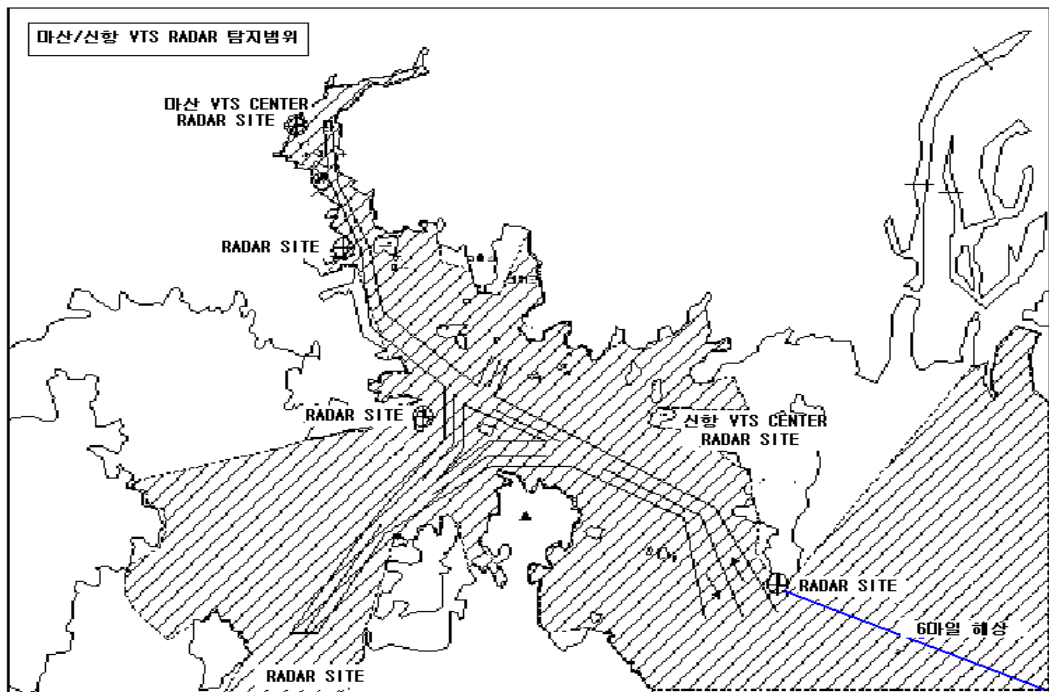
VTS Radar Site 위치는 <그림 2-8> 에 나타나 있고 마산항의 관제 구역은 부산신항 관제구역인 동두말 반경 6마일부터 고현, 옥포, 충무, 진해만 부근 해역의 넓은 구간이다. CCTV의 위치는 Radar의 맹목구간에 설치되어 보다 효율적인 관제업무를 시행하고 있다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 마산 실리도 및 충무 연화산에 설치되어 있다.

<표 2-8>은 마산항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-8>는 마산항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-8> 마산항 VTS 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
98. 9 (마산)	2	7	3	2	4	16	8년 3월	STN ATLAS



<그림 2-8> 마산항/신항 VTS Radar 탐지범위

1) 신항 관제구역

- (1) 서측선은 연도섬에서 양지암취를 연결한 선
- (2) 남측선은 양지암취에서 북위 34도 55분 00초, 동경 128도 55분 00초 지점을 연결한 선
- (3) 동측선은 북위 34도 55분 00초, 동경 128도 55분 00초에서 북위 35도 00분 00초, 동경 128도 57분 00초 지점을 연결한 선
- (4) 북측선은 북위 35도 00분 00초, 동경 128도 57분 00초에서 가덕도 국수봉을 연결한 지점이 북측선 진입보고 지점이다.

2) 마산항 해상교통관제구역

- (1) 진해시 명동 (북위 34도 59분 12초, 동경 128도 49분 54초)
- (2) 우도 남동단 (북위 35도 05분 00초, 동경 128도 43분 24초)
- (3) 연도 남서단 (북위 35도 03분 00초, 동경 128도 45분 42초)
- (4) 말박도 서단 (북위 35도 01분 00초, 동경 128도 45분 42초)
- (5) 양지암취동단 (북위 34도 53분 30초, 동경 128도 45분 12초)
- (6) 안정항 저도 동단 (북위 34도 56분 36초, 동경 128도 26분 08초)의
각 지점을 순차적으로 연결한 해상을 말한다.

2.2.7 여수항

VTS 센터는 여천시에 위치해 있고, VTS 시스템은 Radar 3대, AIS 2대, CCTV 4대, VHF 7대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

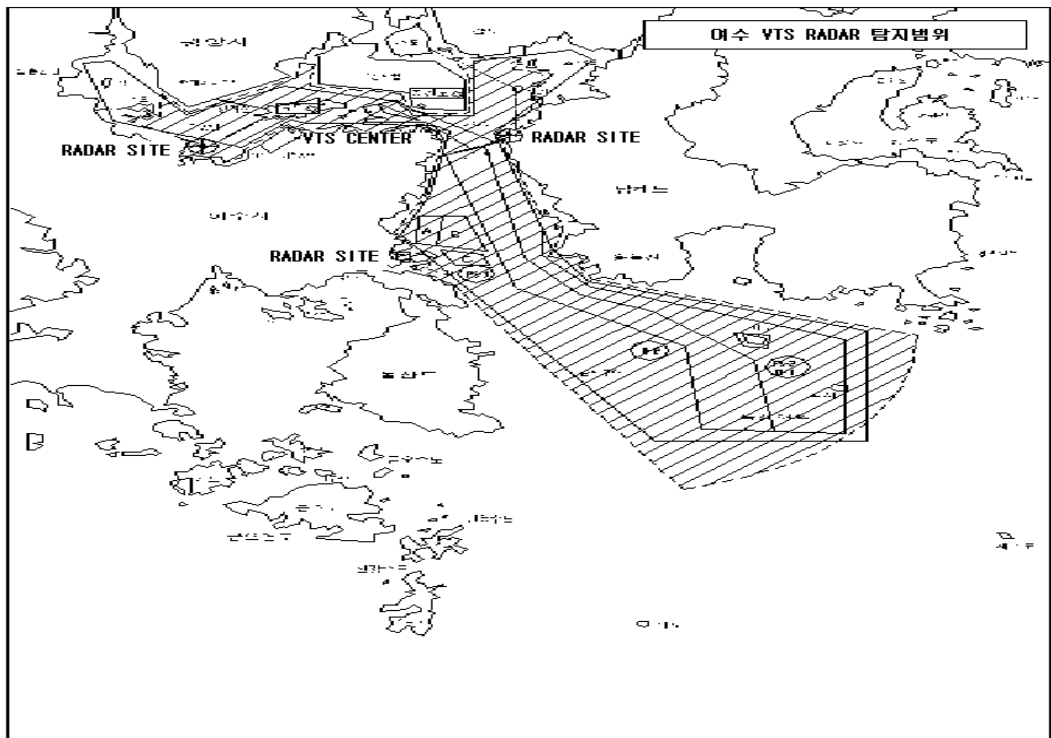
VTS Radar Site는 오동도, 유포, 송도에 CCTV와 함께 설치되어 있고 관제구역은 여수, 광양항 항계 내와 여수항 교통안전특정해역, 지정항로를 포함하는 해역으로 보다 효과적인 관제업무를 시행하고 있다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 여천시와 오동도에 설치되어 넓은 관제구역을 효과적으로 관리하고 있다.

<표 2-9>은 여수항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-9>는 여수항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-9> 여수항 VTS 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
96. 4	2	3	4	1	7	10	10년 8월	NOR- CONTROL



<그림 2-9> 여수항 VTS Radar 탐지범위

여수항 해상교통관제구역(WGS-84)은 여수·광양항 항계 내와 특정해역을 중심으로 하는 다음 각 지점을 순차적으로 연결한 지점으로 Radar의 탐지가 가능한 수역을 말한다.

- 1) 북위 34도 50분 06초, 동경 127도 46분 30초
- 2) 북위 34도 50분 50초, 동경 127도 48분 12초
- 3) 북위 34도 43분 30초, 동경 127도 51분 30초
- 4) 북위 34도 41분 15초, 동경 128도 00분 00초
- 5) 북위 34도 35분 00초, 동경 128도 00분 00초
- 6) 북위 34도 35분 00초, 동경 127도 53분 12초
- 7) 북위 34도 45분 35초, 동경 127도 45분 25초

2.2.8 목포항

VTS 센터는 목포해양대학교 부근 삼정동에 위치해 있고, VTS 시스템은 Radar 3대, AIS 3대, CCTV 3대, VHF 8대 및 VHF/DF 1대, 기상 관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

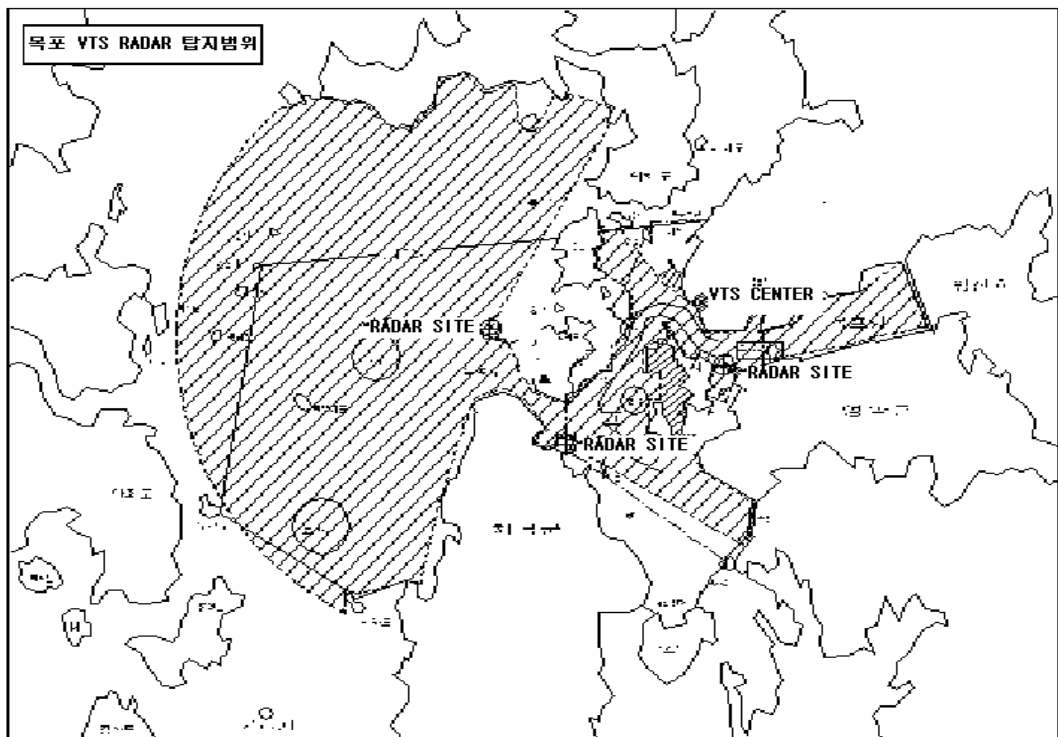
VTS Radar Site는 몽화도, 화원반도, 외달도에 설치되어 있고, 관제구역은 시하도 해역, 내항을 포함하는 항계 내의 해역 및 목포항, 삼학부두, 대불부두, 동양시멘트부두 부근 해역을 포함한다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 인자도, 달리도, 흑산도에 설치되어 넓은 관제구역을 효과적으로 관리하고 있다.

<표 2-10>은 목포항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-10>는 목포항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-10> 목포항 VTS 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
99. 12	3	3	3	1	8	11	7년	NOR- CONTROL



<그림 2-10> 목포항 VTS Radar 탐지범위

관제구역은 시하도 해역, 내항을 포함하는 항계 내의 해역 및 목포항, 삼학부두, 대불부두, 동양시멘트부두 부근 해역이다.

2.2.9 군산항

VTs 센터는 소룡동에 위치해 있고, VTs 시스템은 Radar 2대, AIS 2대, CCTV 2대, VHF 8대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

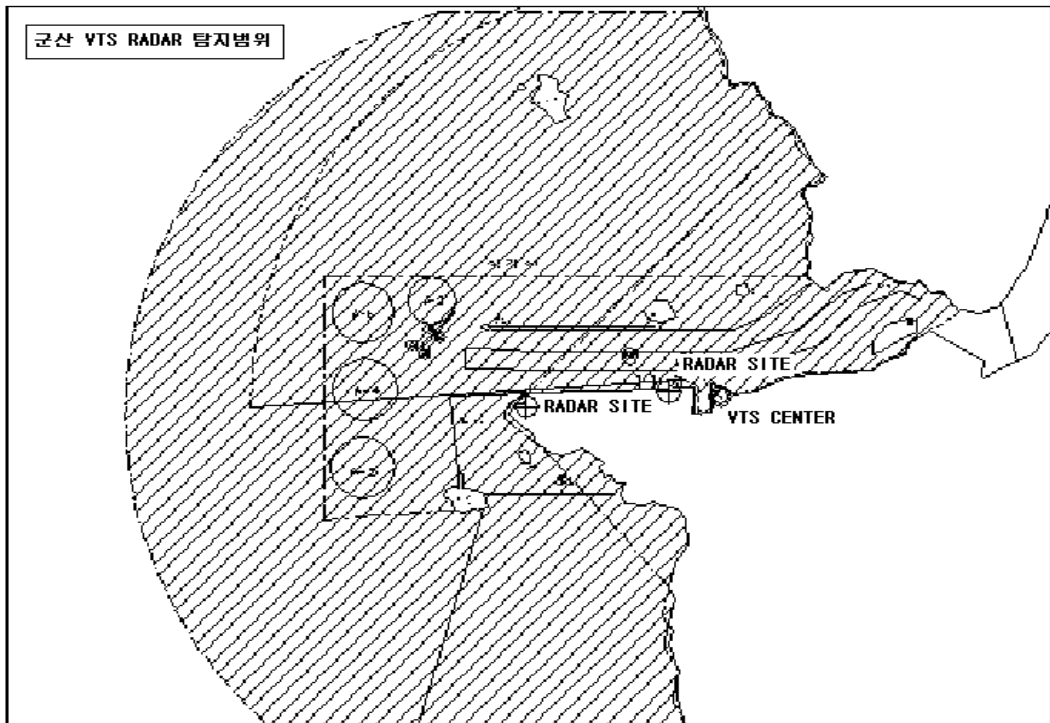
VTs Radar Site는 소룡동, 오식도에 설치되어 있고, 관제구역은 군산항, 자동차 및 전용부두, 내항, 장항항 부근의 해역(약 15마일 해역)이다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 오식도와 의상봉에 설치되어 효과적으로 운영중에 있다.

<표 2-11>은 군산항 VTs 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-11>는 군산항 VTs Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-11> 군산항 VTs 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
99. 12	2	2	4	1	8	4	7년	NOR- CONTROL



<그림 2-11> 군산항 VTS Radar 탐지범위

관제구역은 항계 안을 포함한 다음 각 호의 지점을 순차적으로 연결한 선 내의 해면이다.

- 1) 북위 36도 00분 06초, 동경 126도 25분 52초(북측항계선 끝단)
- 2) 북위 36도 01분 00초, 동경 126도 21분 00초(북측항계선 연장 끝단)
- 3) 북위 35도 51분 50초, 동경 126도 21분 00초(솔푼서 등대)
- 4) 북위 35도 53분 00초, 동경 126도 25분 52초(남측항계선 끝단)

2.2.10 대산항

VTs 센터는 대산읍에 위치해 있고, VTs 시스템은 Radar 2대, AIS 3대, CCTV 4대, VHF 4대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어 있다.

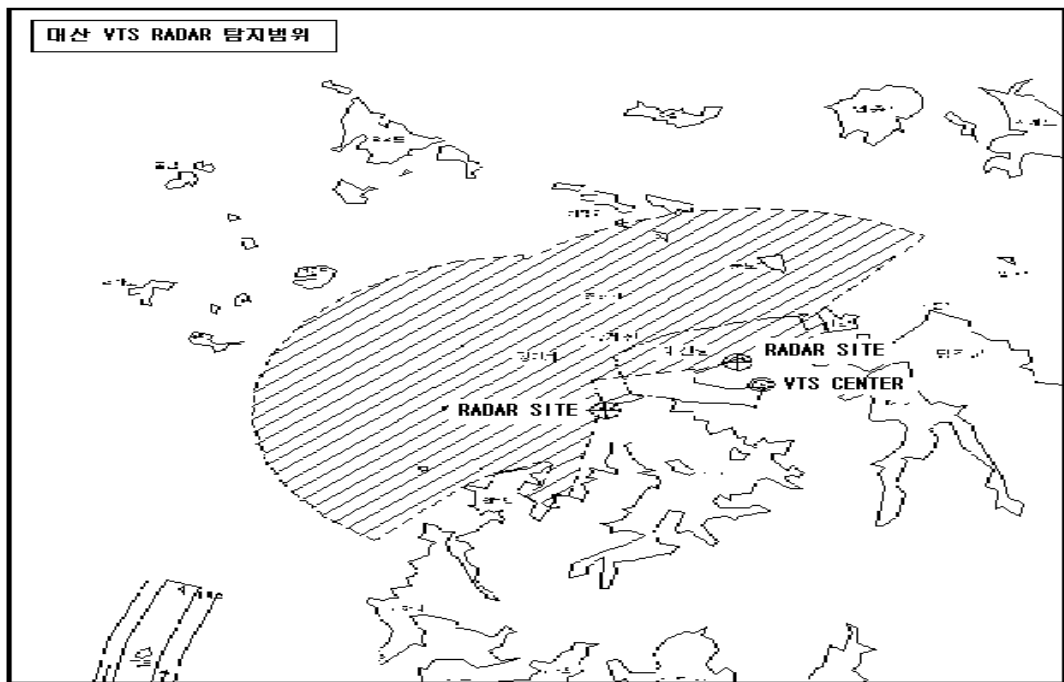
VTs Radar Site는 대산항, 후망산에 설치되어 운영중에 있고 또한 2006년 12월에 개장되는 대산항 국가부두에 추가적으로 Radar Site 증설 작업이 진행중에 있다. 관제범위는 정박지, 항로에 이르는 항계선 이내의 해역이다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 후망산, 옥마산, 신진도에 설치되어 효과적으로 운영하고 있다.

<표 2-12>은 대산항 VTs 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-12>는 대산항 VTs Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-12> 대산항 VTs 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
99. 12	3	2	4	1	2+2	10조	7년	NOR- CONTROL



<그림 2-12> 대산항 VTS Radar 탐지범위

대산항 해상교통관제구역은 태안군 소원면 의항리 정자두(북위 36도 50분 45초, 동경 126도 08분 57초) 지점에서 다음 지점을 순차적으로 연결한 선 내의 해면 및 당진화력항만시설 항로를 포함한 항계 내이다.

- 1) 북위 36도 51분 47초, 동경 126도 07분 03초 (신도 도선점)
- 2) 북위 36도 57분 32초, 동경 126도 10분 05초 (안도 등대)
- 3) 북위 37도 03분 32초, 동경 126도 18분 41초 (장안대산 도선점)
- 4) 북위 37도 05분 57초, 동경 126도 23분 35초 (풍도 남단)
- 5) 북위 37도 07분 39초, 동경 126도 26분 41초 (말록도 도선점)

2.2.11 인천항

VTS 센터는 소월미도에 오는 2006년 11월 28일경에 준공 예정이고 개국은 오는 12월28일로 예정되어 있다. VTS 시스템은 Radar 4대, AIS 2대, CCTV 3대, VHF 4대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다.

VTS Radar Site는 월미도, 소무의도, 용흥도 외리, 소야도에 설치되어 있고, 관제범위는 개항질서법이 정한 항계 내와 동·서수도 입출항 항로를 포함한 특정해역이다.

AIS(선박자동식별장치) Site 위치는 월미도, 덕적도이고 평택항 AIS Site 위치는 따로 존재하지 않아 인천항 AIS Site를 공유해서 사용한다.

<표 2-13>은 인천항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-13>는 인천항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<그림 2-13> 인천항 VTS 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
98. 11 (인천)	2	4	3	1	4	14	8년 1월	NOR- CONTROL

2.2.12 평택항

VTS 센터는 만호리에 위치해 있으며, Radar Site는 원정리 한국석유공사 내에 설치되어 있고 관제범위는 개항질서법이 정한 항계 내외를 포함한 특정해역 부근이다. 평택관제시스템은 인천, 대산지역을 통합 연계하여 인천아산해역을 통항하는 모든 입·출항선박의 파악이 가능하다.

VTS 시스템은 Radar 1대, AIS 1대, CCTV 1대, VHF 4대 및 VHF/DF 1대, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어져 있다. 그리고 마이크로웨이브 중계소의 위치는 경기도 용진군 영흥면 내리 소재에 있다.

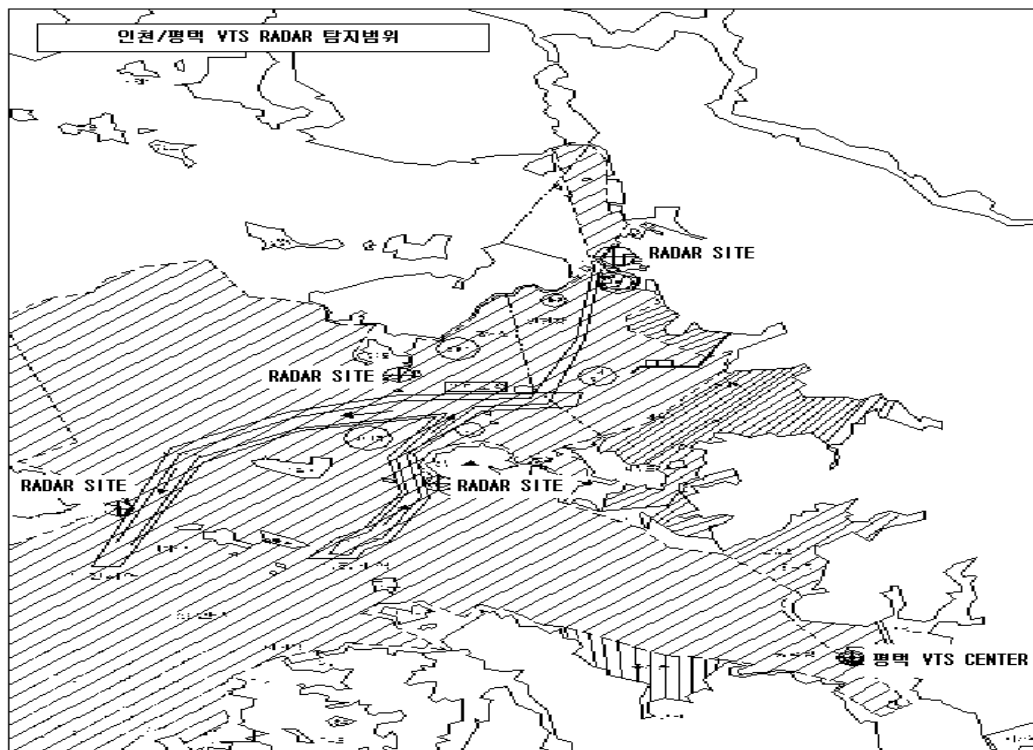
평택항 AIS Site는 따로 존재하지 않고 인천항과 대산항의 AIS Site를 공유해서 사용한다.

<표 2-14>은 평택항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-13>는 평택항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-14> 평택항 VTS 센터 시설내역

설 치 운 영	시 설 내 역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
98. 11 (평택)	1	1	1	1	4	2	8년 1월	NOR- CONTROL

평택항은 지리적으로 인천항과 인접하여 VTS Radar 탐지범위를 인천항 관제구역과 함께 표시한다.



<그림 2-13> 인천항/평택항 VTS Radar 탐지범위

평택항의 관제구역은 평택항에서 입파도 도선 대기묘지를 포함한 해역으로 지방해양수산청장이 지정 고시한 해역을 말한다.

인천항의 관제구역은 접근항로인 동·서수도 항로와 진입항로인 제1항로와 제3항로를 포함한다.

2.2.13 완도항

VTs 센터는 완도항에 설치되어 운영하고 있으며, Radar Site는 완도항 해상교통관제센터, 청산도, 흑일도에 설치되어 있고, 관제구역은 흑일도 Radar Site에서 청산도 Radar Site까지 약 35마일에 걸친 구역을 집중 관제하고 있다.

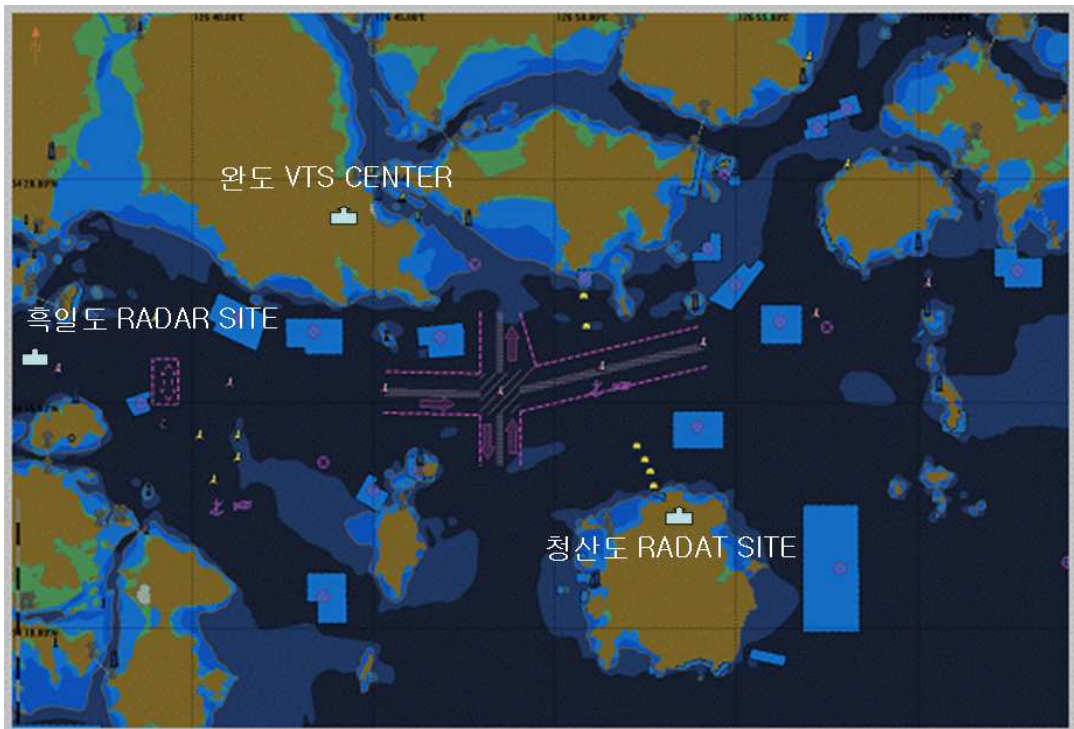
VTs 시스템은 Radar 3대, AIS 2대, CCTV 3대, VHF 3대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어 있다.

완도항 AIS Site는 청산도, 흑일도에 위치하여 연안을 항해하는 선박 및 여객선을 효율적으로 관제하고 있다.

<표 2-15>은 완도항 VTs 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-14>는 완도항 VTs Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-15> 완도항 VTs 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
04. 12	2	3	3	1	3	6	2년	NOR- CONTROL



<그림 2-14> 완도항 VTS Radar 탐지범위

1) 완도항 해상교통관제구역(WGS-84)

- (1) 북위 34도 17분 50초, 동경 126도 29분 04초
- (2) 북위 34도 15분 00초, 동경 126도 30분 00초
- (3) 북위 34도 13분 30초, 동경 126도 50분 00초
- (4) 북위 34도 17분 00초, 동경 127도 00분 00초
- (5) 북위 34도 18분 24초, 동경 127도 00분 00초
- (6) 북위 34도 17분 00초, 동경 126도 52분 06초
- (7) 북위 34도 19분 33초, 동경 126도 47분 00초
- (8) 북위 34도 18분 46초, 동경 126도 46분 12초의 지점을 순차적으로 연결한 선내의 해면이다.

2.2.14 제주항

제주항 VTS 시스템은 Radar 2대, AIS 1대, CCTV 3대, VHF 6대 및 VHF/DF 1대, 기상관측 장비 1조, PORT-MIS, UPS 1조 등으로 구성되어 있다.

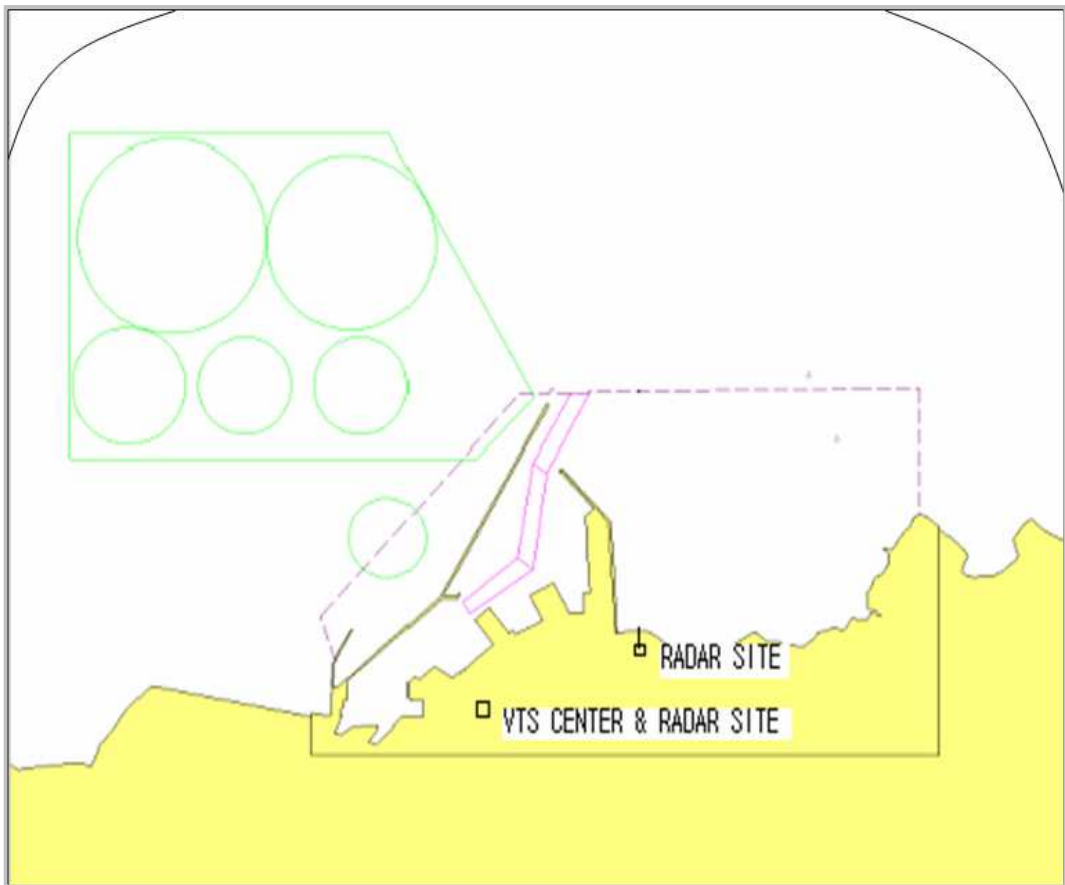
VTS Radar 시스템의 서비스 범위는 Radar Site로부터 약 6마일 반경이고 CCTV 위치는 Radar의 맹목구간에 설치되어 효과적으로 운영하고 있다.

AIS(선박자동식별장치) Site는 제주항에 설치되어 있다. AIS는 VHF Band(30~300MHz) 대역폭을 이용하고 탐지거리는 대략 30마일 정도이며 비상시 각 선박에게 조난, 긴급, 안전 등의 문자전송 서비스를 제공함으로써 보다 양질의 정보를 제공한다.

<표 2-16>은 제주항 VTS 센터 시설내역을 설명한 것이고 <그림 2-15>는 제주항 VTS Radar 탐지범위를 그림으로 나타낸 것이다.

<표 2-16> 제주항 VTS 센터 시설내역

설치 운영	시설내역(대)						운영기간 (2006. 12)	MAKER
	AIS	Radar	CCTV	VHF/ DF	VHF	M/W		
99. 12	1	2	3	1	6	2	7년	NOR- CONTROL



제주항 해상교통관제구역은 산지등대를 중심으로 한 반경 6마일 해면이다.

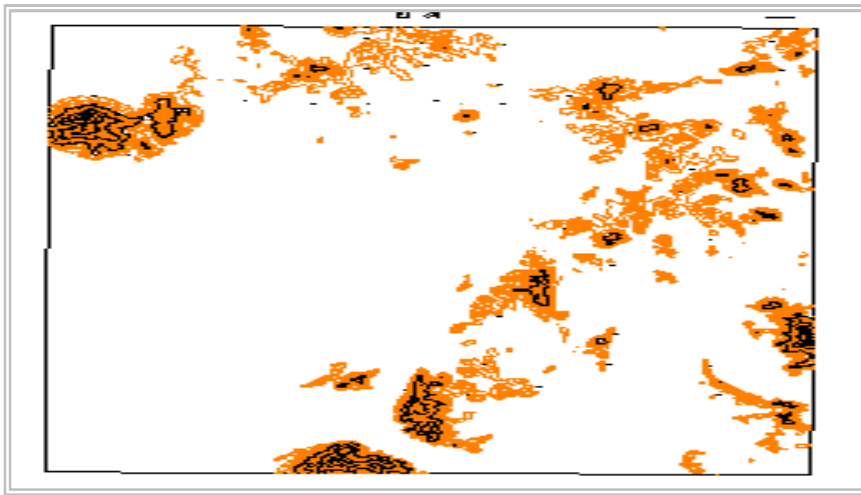
2.3 VTS 설치시의 *Radar Site* 위치선정 방법 및 개선점

초기 VTS 설치시 Radar Site 위치는 단순히 2차원 도상 검토에 의해 결정되었으나 현재는 기술의 진보 및 발전으로 인하여 Radar Site의 위치선정시 Radar Coverage Simulation Program 등을 이용하고 있다. 이 장에서는 Radar Site의 위치 선정시 사용하는 방법을 다각도로 살펴보고자 한다.

2.3.1 *Radar* 위치선정 방법

dxf³⁾ 지도를 geo⁴⁾ 포맷의 지도로 변환 및 저장하고 dxf에서 고도 Data를 가진 레이어를 추출하여 geo 포맷으로 변환한다.

<그림 2-16>은 goe 포맷으로 변환된 가상지형 공간의 영상이다.

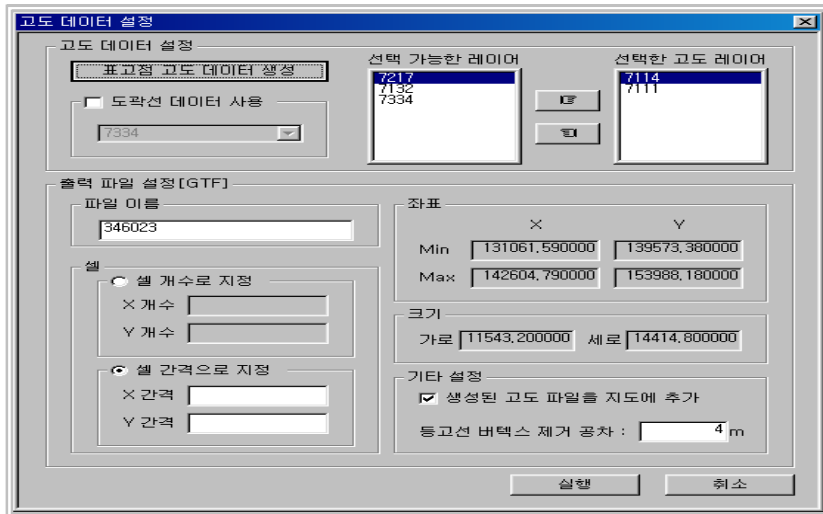


<그림 2-16> geo 포맷으로 변환된 고도 데이터 생성

3) dxf(drawing exchange format) 서로 다른 컴퓨터 지원 설계(CAD) 프로그램 간에 설계 도면 파일을 교환하는 데 업계 표준으로 사용되는 파일형식, 도면 교환 형식이라는 뜻 (IT 용어사전)

4) geo란 고도데이터 생성시 필요한 포맷(고도 레이어 7111번 z 좌표 값을 작업하기 위해 필요한 파일)

고도 레이어를 가진 gdf⁵⁾ 파일을 이용하여 주어진 셀에 따라 고도를 생성하며, <그림 2-17>은 고도 데이터를 설정할 수 있는 화면이다.



<그림 2-17> 셀 단위 고도를 생성하기 위한 Dialog

셀 간격으로 지정과 셀 개수로의 지정, 둘 중의 값들을 선택한 다음에 지도의 셀 단위 고도를 생성한다. <그림 2-18>은 음영화가 생성된 gdf 화면이다.



<그림 2-18> 음영화가 생성된 gdf 화면

5) 지리 정보 데이터 파일(Geographic Data File) 교통 전자 지도 데이터베이스(DB) 교환을 위한 표준 포맷 (IT 용어사전)

3차원 dxf file을 불러오는 것과 차이는 없으나 default로 지도의 모든 레이어를 불러오게 되어 있다. file 형식에서 dxf의 형식에 따라 default의 값들이 다르게 나타난다.

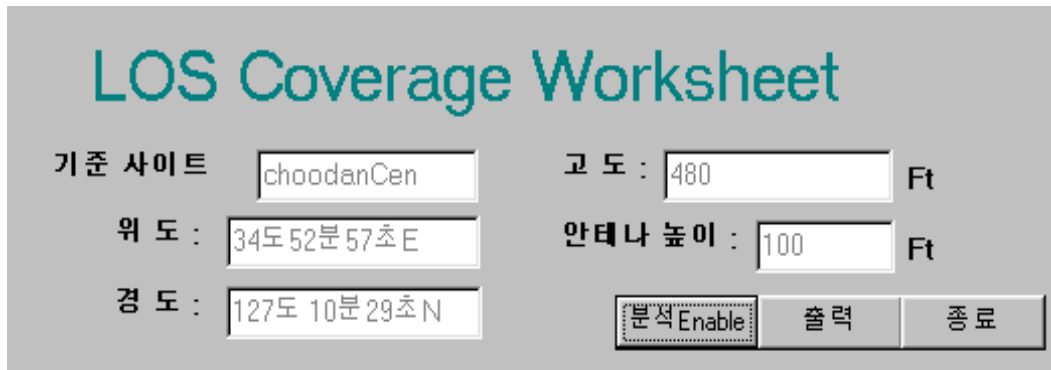
지도에 편집 가능한 레이어 file을 추가하여 지도 위에서 Radar Coverage Simulation의 값을 나타내기 위해 생성을 한다. 그리고 Radar Site Pop up window를 open하여 초기값을 입력한다.

<그림 2-19>는 각 사이트의 초기값을 수정할 수 있는 Window Pop up 화면이다.

<그림 2-19> Radar Site 수정 화면

Site 수정화면에서 수정, 삭제, 저장, 검색 등의 다양한 기능을 제공하며 <그림 2-20>은 Los Coverage 창에서 초기값을 입력하고 분석버튼을

누르면 <그림 2-21>에서 보는 바와 같이 Radar의 도달거리를 Graph로 표시해 준다.



LOS Coverage Worksheet

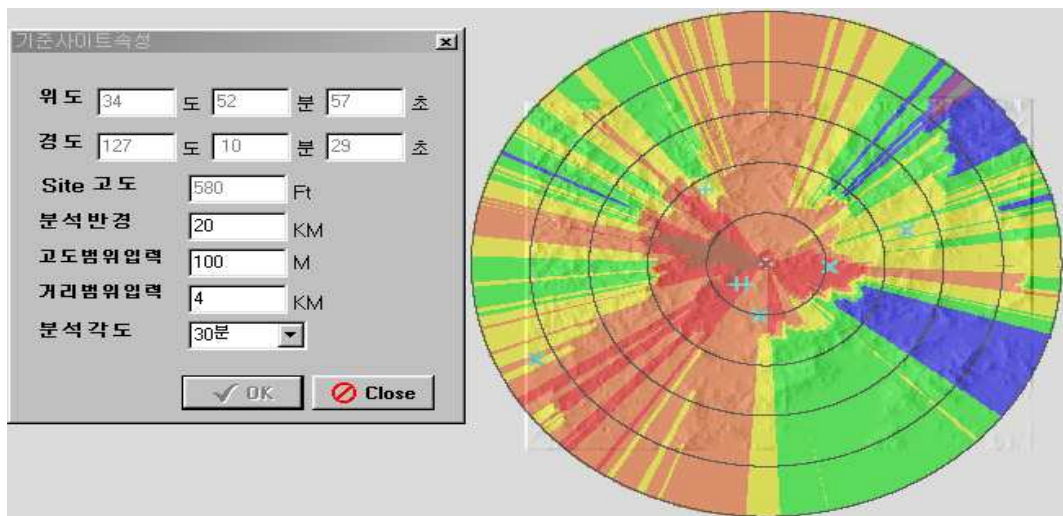
기준 사이트: choodanCen 고도: 480 Ft

위도: 34도 52분 57초E 안테나 높이: 100 Ft

경도: 127도 10분 29초N

<그림 2-20> LOS Coverage

지도 위에 Radar Chart를 표시해 준다. 기준사이트에서 다른 사이트까지의 Radar 전파의 유무를 Chart로 표시를 한다.



<그림 2-21> Screen Angle Graph Form

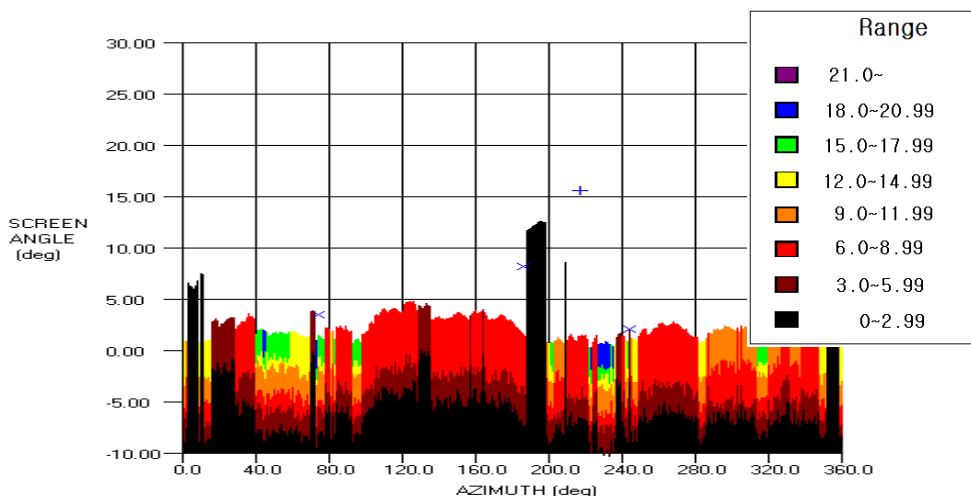
처음 지형의 Screen Angle 값을 알고 난 다음 그래프의 좌표를 표시해준다. 지형에 의해 의무보고지점인 CRP지점의 유·무점을 알아보기 위한 것이기 때문에 지형의 Screen Angle 값이 매우 중요한 역할을 하게 된다.

Form에는 기본값으로 최고의 REQ Angle의 값(이 값은 CRP지점을 Screen Angle에 표시를 할 때 필요한 값이다. 그래프의 범위의 크기를 어떻게 설정할지 짐작할 수 있다.) 기준 사이트, 위도, 경도, 그 사이트의 지상 고도, 안테나 고도의 값들이 표시되어 있다.

화면 구동시 커서가 분석반경 입력창에 있다. 분석반경은 Los테이블의 Slant Range 값을 참고하여 분석 반경을 넣는다. 분석 반경을 입력 후 분석 범위를 입력한다(여기서는 기준에서의 거리에 의하여 Screen Angle의 값을 나타내었다).

값을 입력한 다음에 활성화 된 키를 클릭한다(Screen 최고값이 나올 동안 기다린다. 분석 반경에 따라 시간의 차이가 있다). 이 부분에서 모든 Screen의 값을 임시로 저장시키는 일을 한다.

Combo Box에서 원하는 값을 선택한 후, S_Angle의 버튼이 활성화 되어 있는 것을 클릭하면 Screen Angle의 그래프가 그려진다. 그러면 <그림 2-22>에서 Radar의 탐지범위를 Graph로 확인할 수 있다.



<그림 2-22> Screen Angle Graph

2.3.2 Radar 위치선정 방법의 개선점

상기 VTS Radar Coverage Simulation Program을 이용하여 Radar Site를 선정하는 방식은 초기 VTS Radar Site 위치 선정시 주로 사용하던 2차원 도상 검토 방법에서 탈피하여 VTS 센터 부근의 지형지물을 3차원 입체로 나타내어 위치 선정을 보다 효율적으로 하는 방식이다.

기준 사이트 속성에는 위도 및 경도, Site 고도, 분석반경, 고도범위입력, 거리범위입력, 분석각도 등을 정밀하게 입력할 수 있다. 그러면 최종적으로 <그림 2-21>과 <그림 2-22>에서 효율적인 Radar Site의 위치를 선정할 수 있다.

상기 방법에서 제시한 Radar Coverage Simulation Program은 전문가적인 성향이 뚜렷하다. 그러나 이 장에서 연구하고자 하는 방법은 3D Graphic Tool에 의해 실제 지형 등 자연 조건과 유사하게 제작된 가상 3차원 지형공간데이터와 Radar의 전파 특성과 유사한 주사 빔(Light Beam)을 이용하여 최적의 Radar 위치 및 고도를 결정하기 위한 방법을 제시하고자 한다.

제3장 *Radar* 영상 제작방법

3.1 가상 지형공간 제작 방법

이 연구에서 제안하는 방법은 3D Graphic Tool을 이용해서 해당 지역의 가상지형공간을 제작하고 Radar 전파 방식과 가장 유사한 Light Beam을 제작한다. 그리고 제작된 가상공간의 Radar 설치 위치에 Light Beam을 설치하여 주사함으로써 실제 Radar를 설치하였을 경우에 얻을 수 있는 Radar 영상을 획득한다. 이 장에서는 전자해도(Electronic Navigational Chart)로부터 해안선 데이터를 추출하고, 추출된 데이터를 이용하여 가상 지형공간을 제작하는 방법 및 Radar 영상을 얻기 위해 사용할 Light Beam 제작 방법에 관해 기술하고, 또한 가상지형공간과 Light Beam을 이용하여 Radar 영상을 제작하는 방법에 관해 기술하고자 한다.

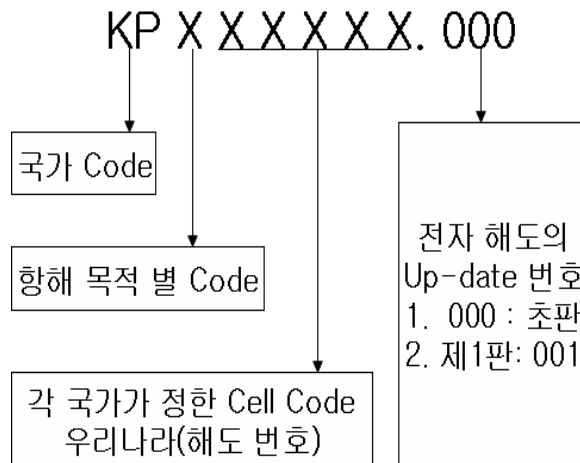
3.1.1 전자해도 데이터 추출 방법

(가) 전자해도의 정의

국제해사기구(IMO)에서 현재의 종이해도를 대신하여 선박에서 사용할 수 있는 항해장비로서 규정한 전자해도표시정보장치(Electronic Chart Display and Information System)에 사용되는 해안선, 등심선, 수심, 항로표지, 위험물, 항로 등 선박의 항해와 관련된 디지털 해도정보를 전자해도라고 한다. 이러한 디지털 해도정보는 각국 정부에서 인정받은 기관에서 발행되는 것으로서, 그 내용과 구성 및 Format은 전자해도 제작의

국제기준인 국제수로기구(IHO)에서 정한 표준규격(S-57)에 따라 제작되며, 실제 항해에 이용하기 위해서는 전자해도를 표시할 수 있는 소프트웨어와 하드웨어가 있어야 하는데 이를 전자해도표시정보장치라고 한다.

국립해양조사원에서 간행하는 종이해도의 경우, 동해안은 101-199번, 남해안은 201-299번, 서해안은 301-399의 번호를 부여하며, 특수해도의 경우에는 400-499번, 일본연안의 종이해도에는 501-599번, 태평양 및 동남아시아의 종이해도에는 801-899번의 번호를 부여하고 있다. 전자해도 번호 즉 전자해도 File명을 부여하는 것은 국제적으로 기준이 정해져 있어 이에 따라 전자해도 번호를 부여해야 하며, 번호 부여 방법은 <그림 3-1>과 같다.

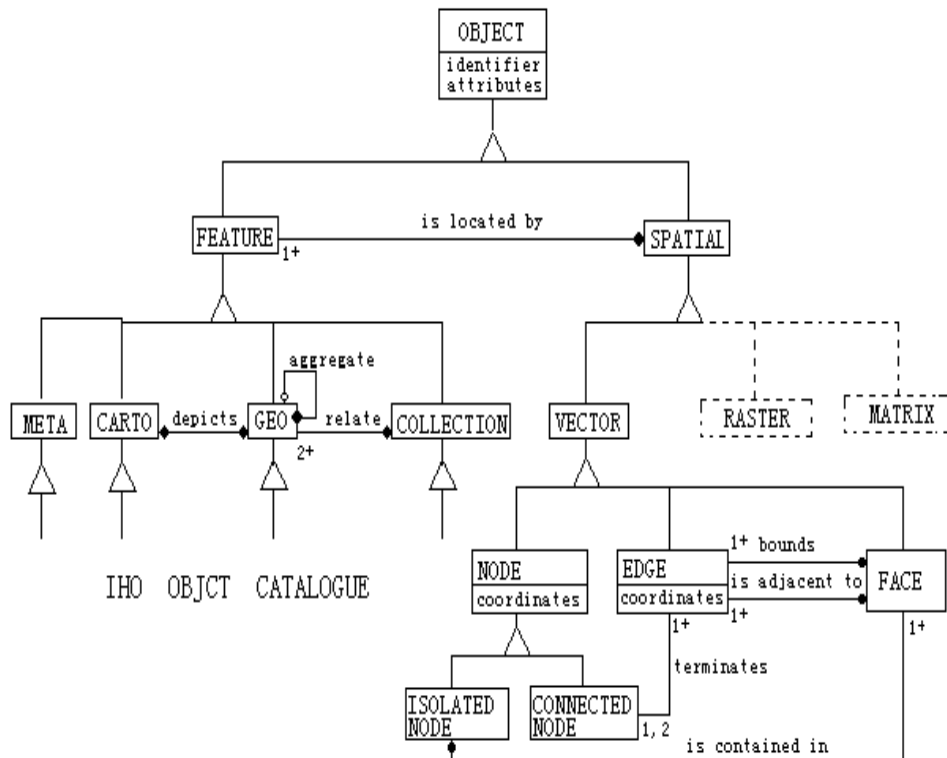


<그림 3-1> The File Name of ENC

(나) 전자해도의 데이터 구조

① 모델의 정의

모델이라 함의 현실세계의 정보를 전자해도의 정보로 변환하기 위한 규칙으로서 <그림 3-2>와 같다.



<그림 3-2> Definition of Model

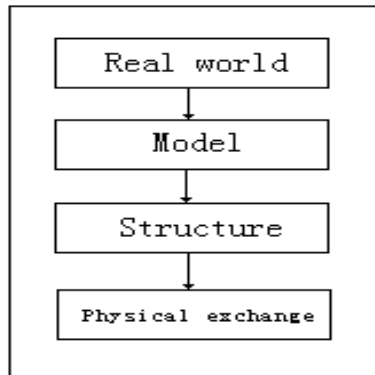
전자해도에서는 186가지 objects를 정의하였으며, 각각의 objects는 해안선, 등질 등을 말하는 것으로, 위의 그림에서 알 수 있듯이 각각의 objects는 feature objects와 spatial objects로 구성된다. feature objects는 objects의 성질을, spatial objects는 objects의 위치 등에 관한 정보를 갖고 있다.

② 모델과 구조의 관계

<표 3-1>은 모델과 구조의 관계를 각 항목별로 구분해서 보여준 것이고 <그림 3-3>은 모델과 구조의 관계를 Follow chart 식으로 표시한 그림이다.

<표 3-1> 모델과 구조의 관계

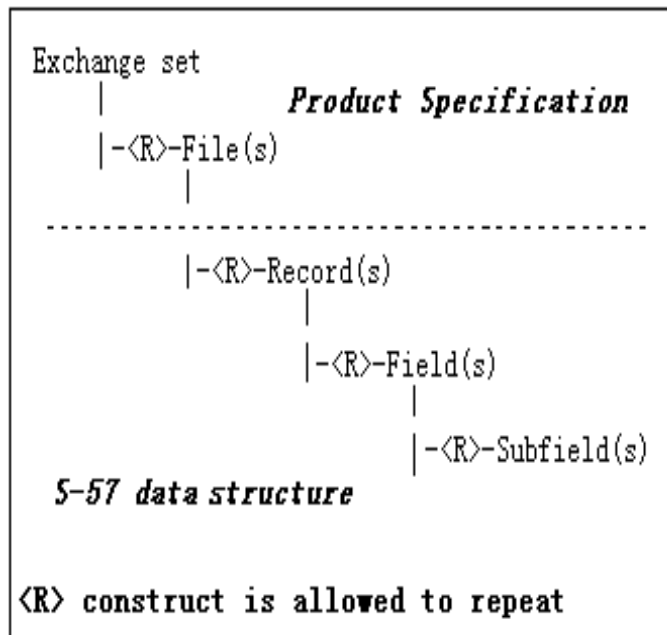
The relationship between the model and the structure is shown below:	
Model	Structure
1 Feature object	1 Feature record
1 Meta feature	1 Meta feature record
1 Cartographic feature object	1 Cartographic feature record
1 Geo feature object	1 Geo feature record
1 Collection feature object	1 Collection feature record
1 Spatial object	1 Spatial record
1 Vector object	1 Vector record
1 Isolated node object	1 Isolated node record
1 Connected node object	1 Connected node record
1 Edge object	1 Edge record
1 Face object	1 Face record
1 Attributes	1 Feature or spatial attribute field
1 Relationship between record or pointer field	1 Collection feature
1 Relationship between feature and spatial objects	1 Point field



〈그림3-3〉 Relation between Model and Structure

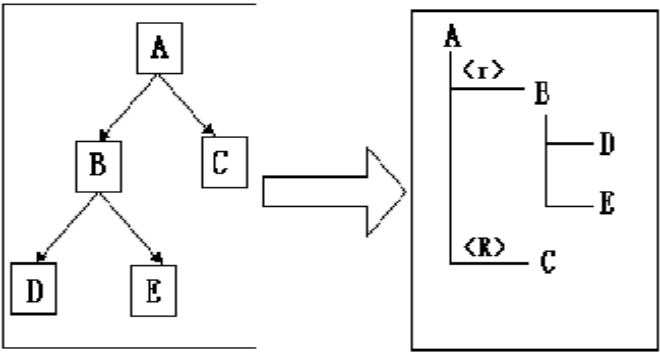
③ S-57 데이터 구조

전자해도에서 정의한 데이터의 구조를 도식하면 〈그림 3-4〉와 같다.



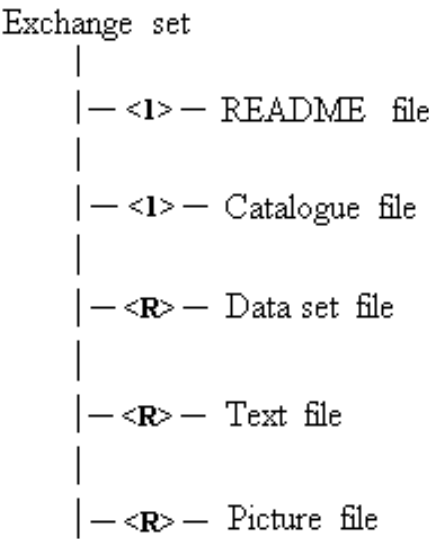
〈그림 3-4〉 Structure of Data

각 object는 record들로 구성되며, 각 record는 field들로, 또한 각 field는 subfield들로 구성된다. 이러한 record들이 그룹화 되어 file이 되고, 이러한 file들이 그룹화 되어 exchange sets가 된다. 각 record의 상하 데이터 구조는 <그림 3-5>와 같다.



<그림 3-5> Structure of Data in Record

Exchange set은 README, Catalogue, Data set, Text 및 Picture file들로 구성되어 있으며, 전체적인 구조는 <그림 3-6>과 같다.



<그림 3-6> Exchange Set

Base cell file

```
--<1>--Data Set General Information record
|--0001 - ISO/IEC 8211 Record Identifier
|   |--<1>--DSID - Data Set Identification field
|   |   |--<1>--DSSI - Data Set Structure Information Field
--<1>--Data Set Geographic Reference record
|--0001 - ISO/IEC 8211 Record Identifier
|   |--<1>--DSPM - Data Set Parameter field
--<R>--Vector record
|--0001 - ISO/IEC 8211 Record Identifier
|   |--<1>--VRID - Vector Record Identifier Field
|       |--<R>--ATTV* - Vector Record Attribute field
|       |--<R>--VRPT* - Vector Record Pointer field
|       --or-- |--<R>--SG2D - 2-D Coordinate field
|               |--<R>--SG3D - 3-D Coordinate (Sounding array) field
--<R>--Feature record
|--0001 - ISO/IEC 8211 Record Identifier
|   |--<1>--FRID - Feature Record Identifier field
|       |--<1>--FOID -Feature Object Identifier field
|       |--<R>--ATTF* -Feature Record Attribute field
|       |--<R>--NATF* -Feature RecordNational Attribute field
|       |--<R>--FFPT* -Feature Record to Feature Object pointer field
|       |--<R>--FSPT* -Feature Record to Spatial Record pointer field
```

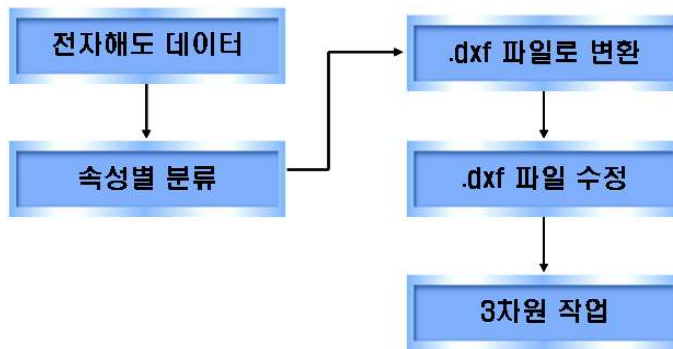
〈그림 3-7〉 Structure of base cell file

〈그림 3-7〉에서 Cell file의 구조를 Capture한 것이며, 이중의 data set file은 다음과 같은 record들로 구성된다.

- Data set general information record
- Data set geographic reference record
- Vector records
 - Isolated nodes(SG3D), Isolated nodes(SG2D), Connected nodes
 - Edges
- Feature records
 - Meta features, Geo features(ordered from slave to master)
 - Collection features

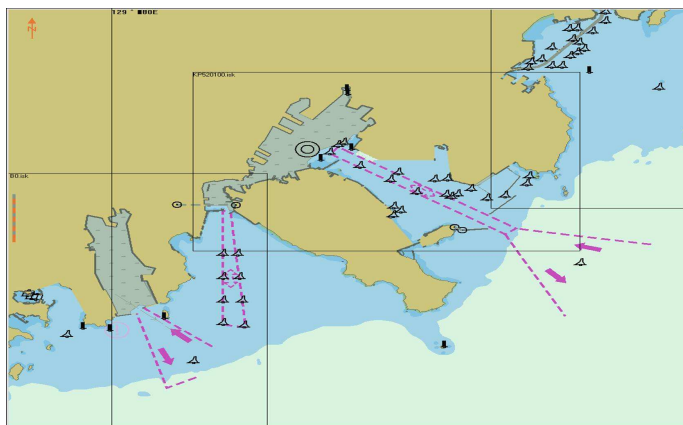
(다) 전자해도로부터의 데이터 추출

이 연구에서는 전자해도의 데이터를 해안선, 등심선, 수심 등의 데이터 항목별로 구분하여 지형데이터 파일로 변환하고, 변환된 각각의 항목 지형 데이터를 이용하여 가상지형공간을 만들기 위한 기초 데이터인 dxf 형태의 파일을 제작하였으며, 제작과정은 <그림 3-8>과 같다.

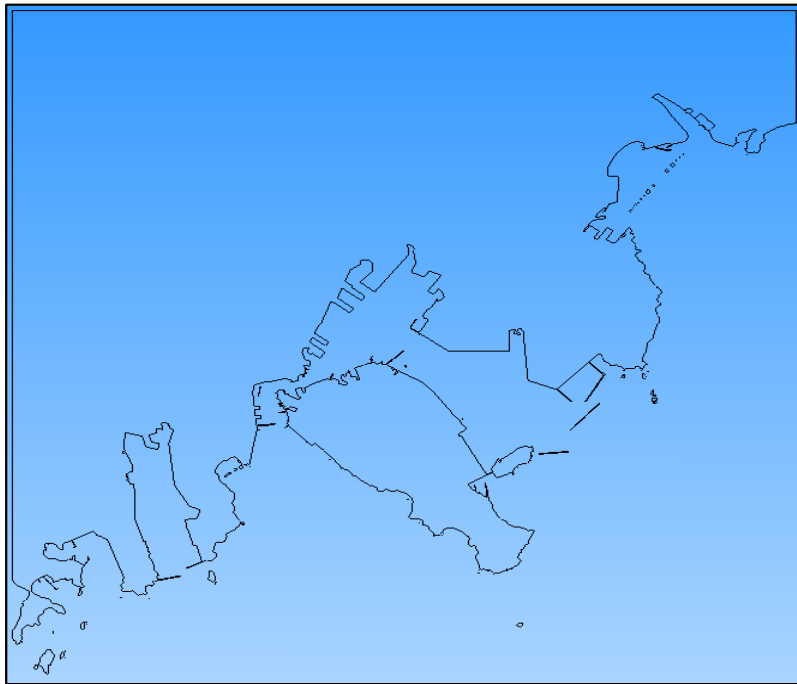


<그림 3-8> Procedure to make dxf file from ENC

<그림 3-9>는 전자해도(KP422800.000) 파일을 ECDIS에서 Import한 영상이며, <그림 3-10>은 이 전자해도부터 육지지형 데이터만을 분류하여 dxf 파일 형태로 변환한 것이다.



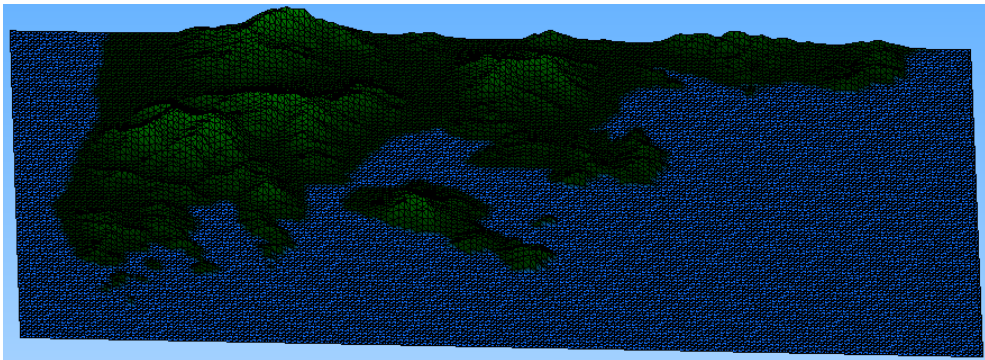
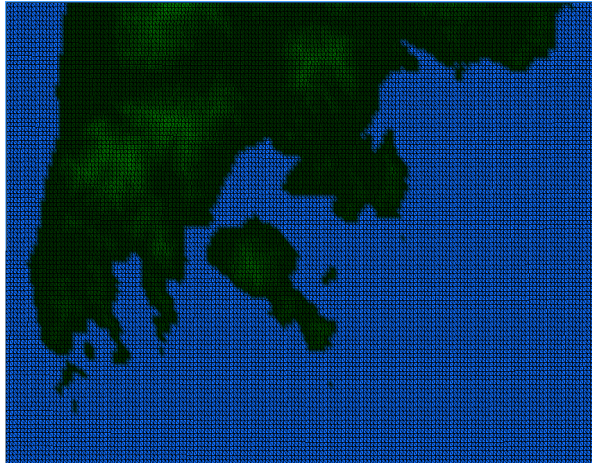
<그림 3-9> 전자해도 (KP422800.000)



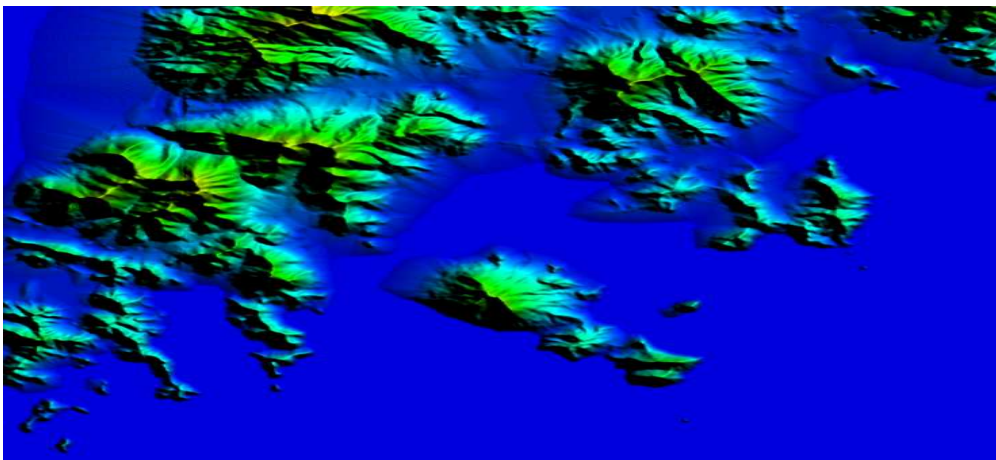
<그림 3-10> Conversion ENC to dxf Format

3.1.2 가상 지형공간 제작

3차원의 가상 지형공간은 <그림 3-9>에서의 dxf 파일과 육상 지형의 고도 정보를 나타내는 DEM(Digital Elevation Model) 데이터를 이용하여 제작한다. DEM 데이터는 인공구조물 및 자연물 등의 높이를 제외하고 순수한 지형의 높이를 3차원으로 표현한 것으로서 <그림 3-11>과 같다. 이와 같은 고도 정보를 이용함으로써 3차원 가상 지형공간의 정확도를 높일 수 있으며, 보다 간단하게 3차원 그래픽 툴을 이용하여 가상 지형공간을 제작할 수 있다. <그림 3-12>는 최종적으로 전자해도로부터 추출된 지형데이터인 dxf 파일과 DEM 고도정보를 이용하여 3차원 가상 지형공간을 만든 것이다.



<그림 3-11> Land Elevation Data at Busan Port Area



<그림 3-12> 3D Virtual Land Area made with DXF and DEM

3.2 Light

3.2.1 Light의 개요

3D Tool를 이용한 Radar Image 구현방식은 전파의 특성에 근접하는 빛 즉, Light로 접근하였다. 빛의 파장은 $4,000 \sim 7,000 \text{ \AA}$ (옹스트롬)의 가시광선을 나타낸다.

빛은 한 매질 내에서 직선적으로 진행한다. 빛의 특성을 크게 구분하여 보면 직진, 반사, 굴절, 간섭, 회절, 분산, 편광, 산란이다. 그리고 전파의 정의를 살펴보면 "전파란 3,000GHz이하의 주파수의 전자파를 전파"라고 명시되어 있다.

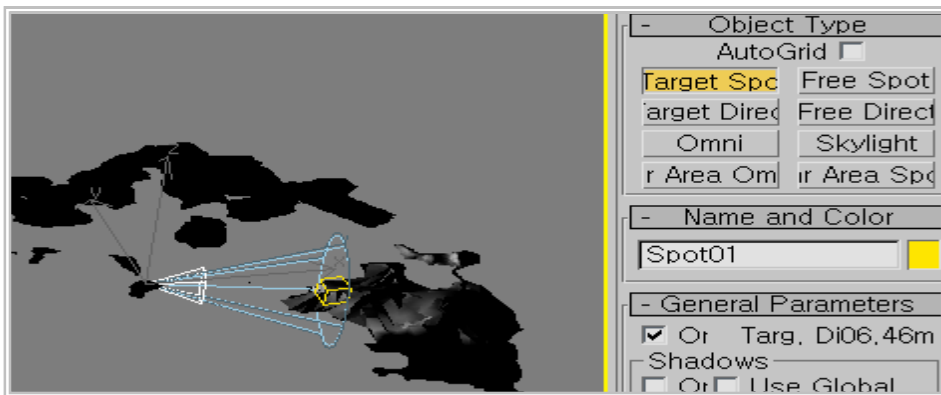
또한 전파의 특성도 빛의 특성과 비슷하게 전파의 직진, 회절, 반사, 굴절, 산란성 등이 빛의 성질과 유사하여 이 장에서도 3D Tool를 이용한 Radar Image 제작 방법에 Light를 이용하여 실제 Radar 영상과 3D Tool를 통한 영상 제작의 차이점을 도출하고자 하였다.

최종적으로 Light Beam을 제작하여 제작된 가상공간의 Radar 설치 위치에 Light Beam을 설치하여 주사함으로써 실제 Radar를 설치하였을 경우에 얻을 수 있는 Radar 영상 획득 과정을 소개하였다.

3.2.2 Light의 종류

(1) Target Spot Light

<그림 3-13>은 화면 위에 있는 물체를 이리저리 밝힐 수 있는 조명이다. Target Spot Light는 장면을 드래그하여 조명을 만들면 처음 클릭한 지점에 조명이 만들어 지며, 드래그하여 마우스를 놓은 곳에는 조명이 비추는 대상인 Target이 만들어 진다. 조명과 Target은 별도의 물체로 서로 다른 이름을 가지고 독립되어 선택되며 각각 이동시킬 수 있지만, 조명의 방향은 항상 Target에 고정되며, 조명과 Target 중 하나의 물체가 삭제되면 두 개의 물체로 구성되는 조명 전체가 삭제된다. 조명과 Target이 별도로 선택되어 이동되므로, 조명이 고정된 상태에서 Target만을 이동시켜 조명이 비추는 각도를 정확히 설정할 수 있다.⁶⁾

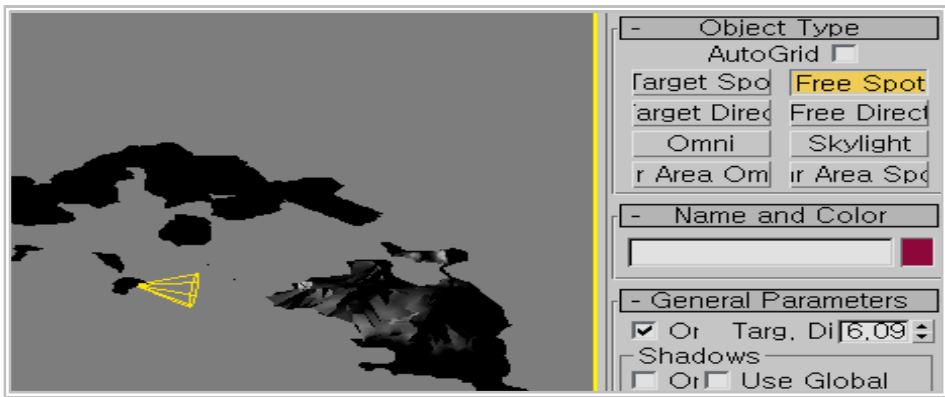


<그림 3-13> Target Spot Light

(2) Free Spot Light

<그림 3-14>는 영화관 영사기와 같은 고정된 위치를 가진 조명이고, 선택된 조명을 회전시켜 그 방향을 설정할 수 있다.

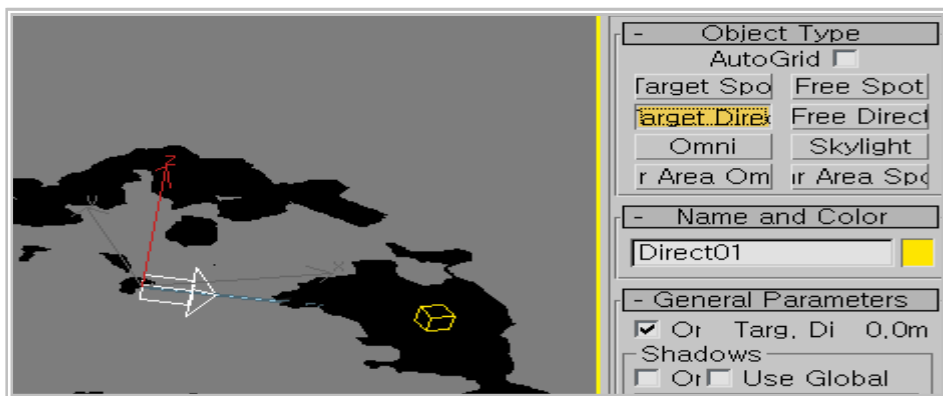
6) 백광우 『3ds max 5』 700쪽



<그림 3-14> Free Spot Light

(3) Directional Light

<그림 3-15>는 한 방향으로만 비추는 강렬한 빛을 나타내는 조명이고 그 폭을 좁히면, 레이저 광선 같은 빛줄기를 만들 수 있으며 일정한 각도로 물체를 비추는 사실적인 태양 광선을 만들 수 있는 Light이다.⁷⁾



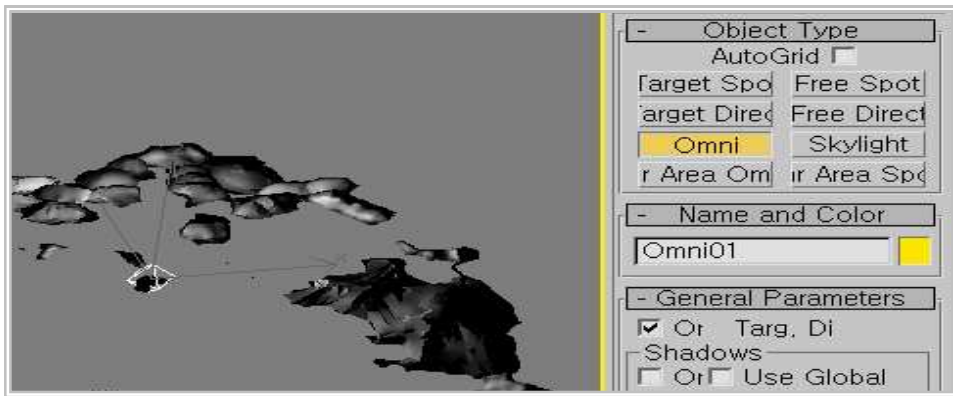
<그림 3-15> Directional Light

(4) Omni Spot Light

<그림 3-16>은 백열등이나 태양처럼 어떤 특정한 오브젝트를 비추는 것이

7) 백광우 『3ds max 5』 699쪽

아니라 화면에 구성되어진 모든 내용에 마치 백열등을 켜는 경우와 같이 화면을 비추는 조명이다.



<그림 3-16> Omni Spot Light

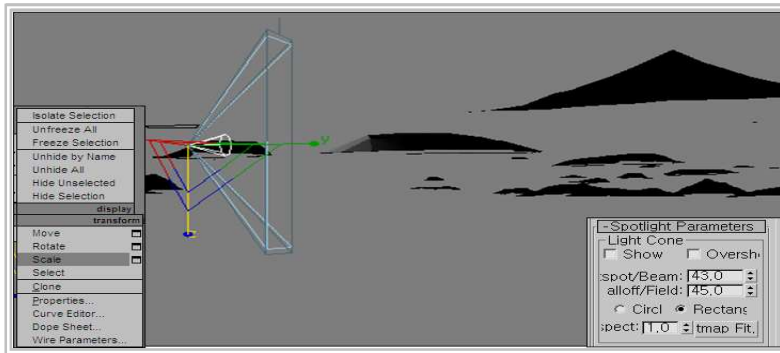
3.3 Radar Image 제작

이 부분에서는 가상 지형공간과 Light Beam을 이용하여 Radar 영상을 제작하는 방법에 관해 기술하고자 한다.

3.3.1 Light Beam의 선택 및 조정

이들 여러 개의 Light 중 가장 조작이 쉬운 Free Spot Light를 선택한다. <그림 3-17>에서 보는 바와 같이, 운영자가 원하는 위치에서 드래그하여 초기 Light Beam을 제작한다. 그리고 초기 Light Beam의 모양은 원형 즉 circle로 표현되어 진다. 그러면 운영자는 Radar Beam의 특성에 근접하는 사각형 즉 Rectangle mode를 선택하면 <그림 3-17>에서 보는 바와 같이 실제 Radar Scanner에서 발사되는 Beam의 모양과 흡사한 것을 볼 수 있다.

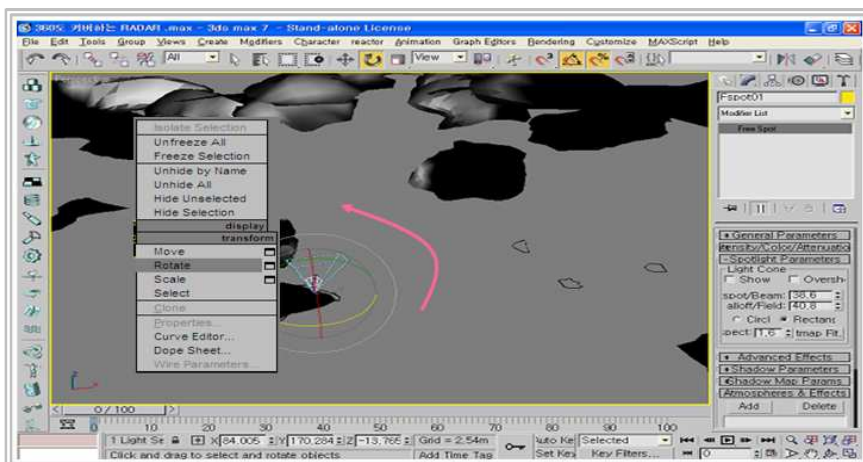
그리고 실제 Radar Beam에서 발사되는 Beam의 모양과 동일한 Light Beam으로 정밀 조정이 가능하다. 여기서 조정 내용은 Beam의 종단부 즉, 사각형의 수직면과 수평면을 조정하여 실제 Radar Scanner에서 발사되는 Beam과 동일하게 제작한다.



〈그림 3-17〉 Light Beam

3.3.2 Light Beam 회전

〈그림 3-18〉에서 마우스의 오른쪽 버튼을 누르면 Light Beam을 운영자가 원하는 모양으로 조정 가능한 창이 나타난다.

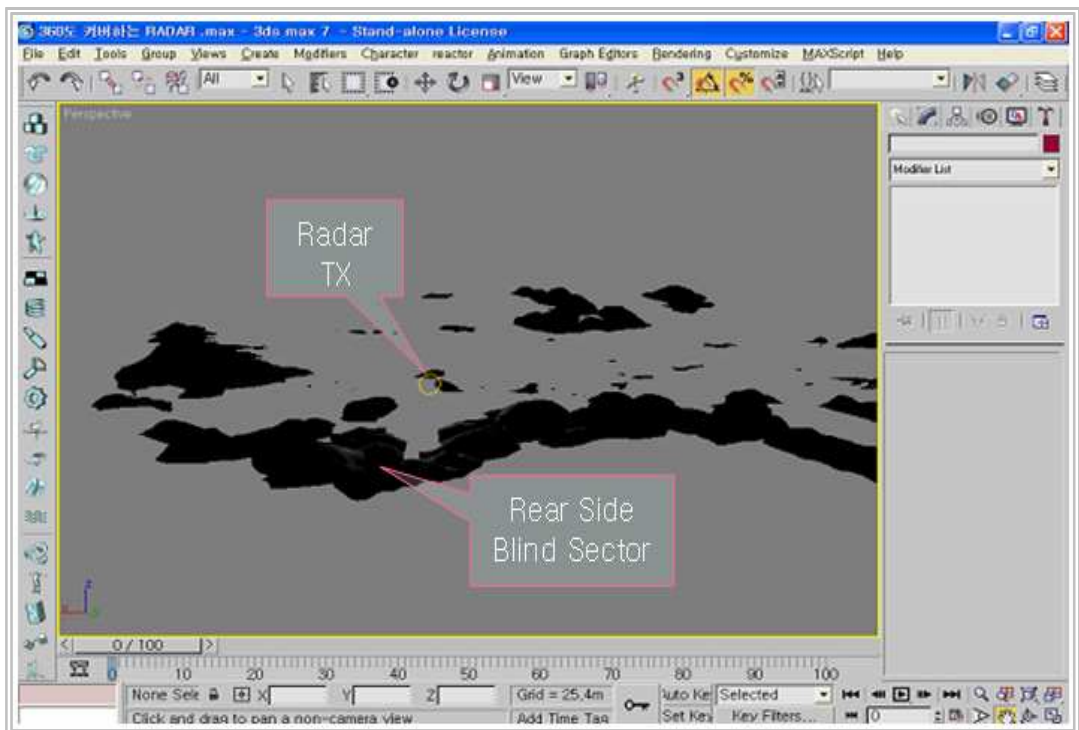


〈그림 3-18〉 Light Beam 회전

window창의 내용은 <그림 3-18>에서 보는 바와 같이, 선택된 Light Beam을 회전시키거나 Light Beam의 크기를 변경하고자 할 경우 및 Light Beam의 설치 위치를 변경코자 할 경우에도 사용된다.

3.3.3 Light Beam의 맹목구간

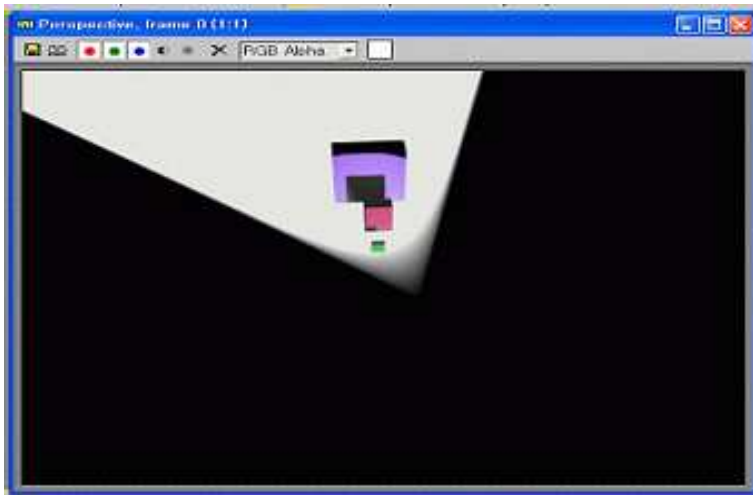
Radar Scanner에서 발사되는 전파형식은 가시거리 내의 직진파이다. 그리고 <그림 3-19>에서 보는 바와 같이, Light Beam에서 발사되는 전파가 도달하지 못하는 부분은 어둡게 표현되고, 전파가 완전히 차단된 부분을 Radar의 Blind Sector 즉 맹목구간이라 한다.



<그림 3-19> Light Beam의 맹목구간

3.3.4 *Light Beam*을 이용한 맹목구간

전과란 빛의 특성과 흡사하여 <그림 3-20>과 같이, Light의 Beam이 여러 개의 Object에 Impact되는 부분과 그렇지 않은 부분은 그대로 통과하여 Object의 뒤쪽에 그림자로 생성된 화면을 볼 수 있다. <그림 3-20>을 보면 Object의 높이에 따라 생성되는 그림자의 크기도 비례하여 나타나는 모습을 볼 수 있다. 그리고 최종적으로 <그림 3-20>을 통하여 Radar의 거리분해능 및 방위분해능을 간접적으로 확인할 수 있다.

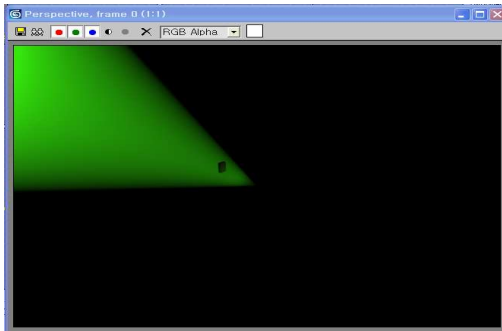


<그림 3-20> Blind Sector

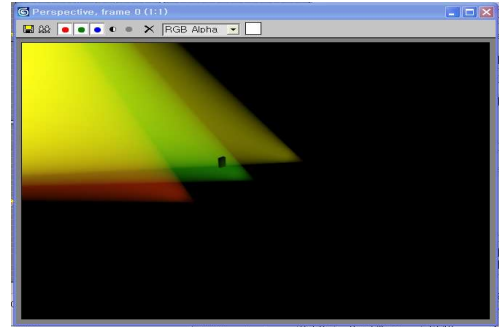
3.3.5 *Site* 개수

현실적으로 Radar Site 설정시 한 개의 Radar Simulator 방식을 사용한다. 그러나 3D Tool를 이용한 방법은 운영자가 원하는 여러 개의 Light Beam을 제작하여 실제 설치될 Site 위치에 Light Beam의 송신부를 설정하고 <그림 3-22>와 같이 송신하면 Radar의 중복구간 및 탐지 범위를 쉽게 확인할 수 있다.

또한 여기서 빛의 명암 및 빛의 도달거리에 따라 빛의 밝기 조정 등이 가능하다.



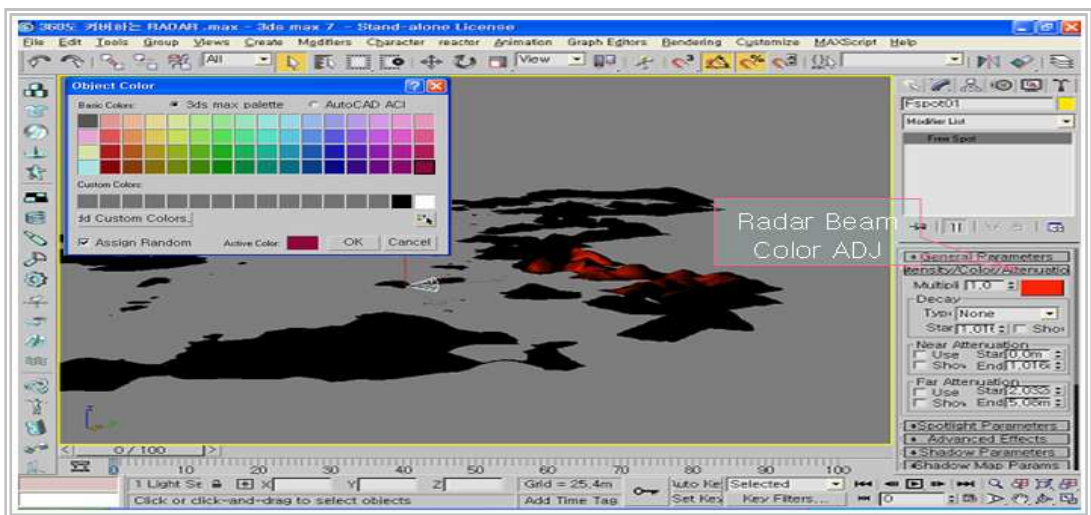
<그림 3-21> Single Light



<그림 3-22> Triple Light

3.3.6 Light Color 선택

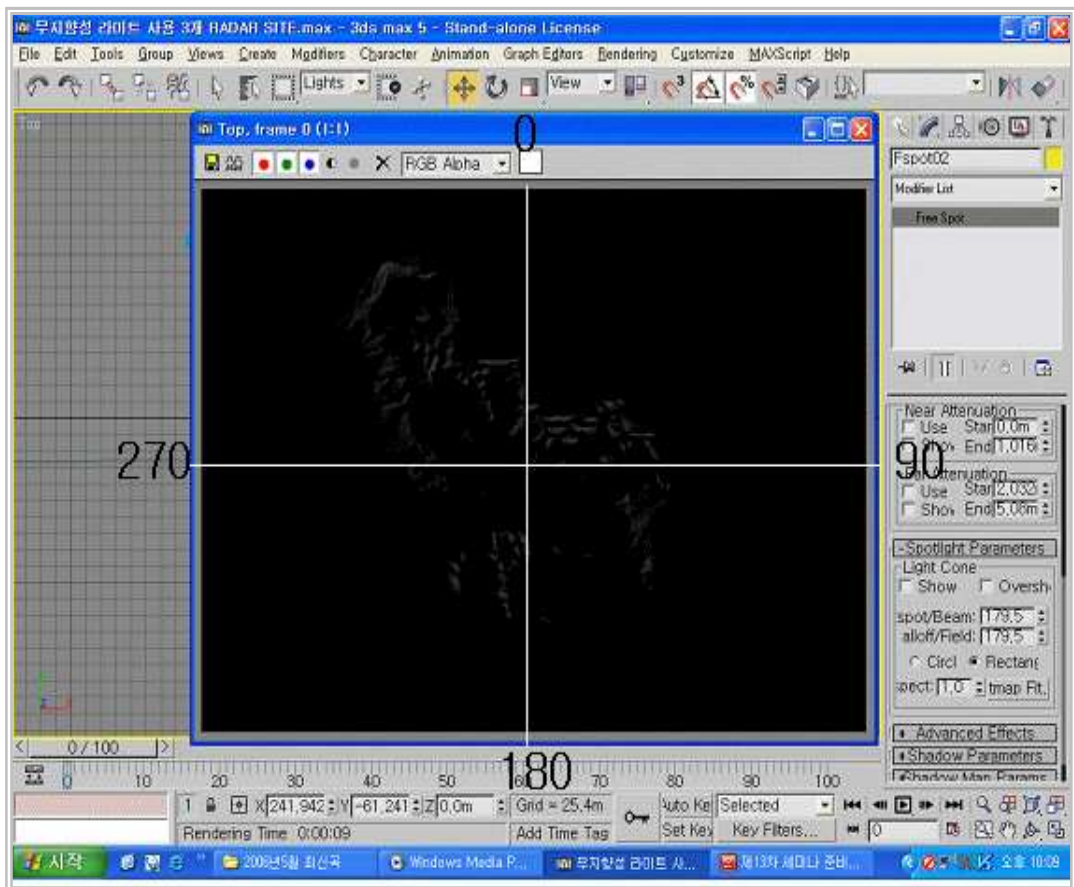
최종적으로 <그림 3-23>에서 보는 바와 같이, Radar Scanner에서 발사되는 Light Beam의 Color가 육지에 Impact되는 부분이 붉은색으로 표시되는 것을 확인할 수 있다. 또한 운영자가 원한다면 다른 색의 Color를 자유자재로 변경 사용 가능하다.



<그림 3-23> Light Color

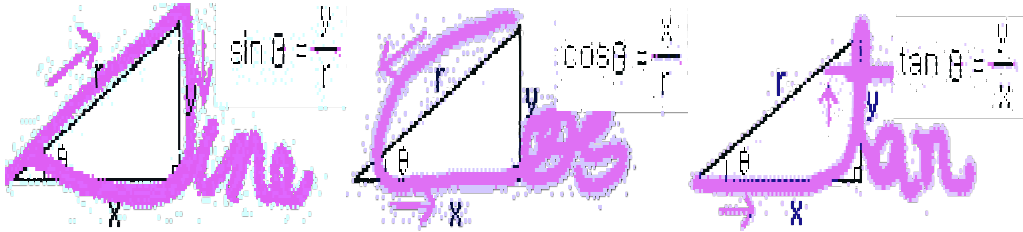
3.3.7 Light Beam 각도 조절 방법

한 개의 Light Beam을 설치(각도 270°~90°)한 후, 동일한 Light Beam을 복사하고 이 복사한 Light Beam의 각도를 180° 회전하면 <그림 3-24>에서 보는 바와 같이 실제 360° 회전한 Radar Image의 결과 치를 볼 수 있다. 이 경우 하나의 Light Beam을 360° 회전하여 순간적으로 놓칠 수 있는 Light Beam의 맹목구간을 한 번에 확인할 수 있는 장점이 있다.



<그림 3-24> Light Beam 각도 조절

그리고 아래의 삼각함수를 이용해서 실제 Radar Scanner에서 발사되는 Beam의 크기를 계산할 수 있다.



일반적으로 비임의 모양은 부채꼴 형태를 가지며 이 부채꼴의 크기를 계산하기 위해서 상기 삼각함수를 이용하여 정확한 종단부의 사각형 값을 계산할 수 있다. 통상 Radar의 수평 비임폭은 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$, 수직 비임폭은 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 이다. 이 경우를 적용하여 탄젠트의 수직면 y의 값을 각각 구할 수 있다.

예를 들어 $x=1000\text{m}$ 이고 $\theta=15^{\circ}$ 이면 y값을 구할 수가 있다.

$$\tan \theta = y/x$$

$$\tan 15 = 0.267$$

$$y = 0.267 * 1000 = 267\text{m}$$

그러면 Radar의 송신부에서 발사된 전파의 1000m 지점에서 종단부의 사각형 값을 정확히 계산할 수 있다.

그리고 상기의 삼각함수를 통해서 얻어진 결과치를 3D Tool에 의해서 제작된 Simulator에 적용하여 실제 흡사한 Beam을 제작한다.

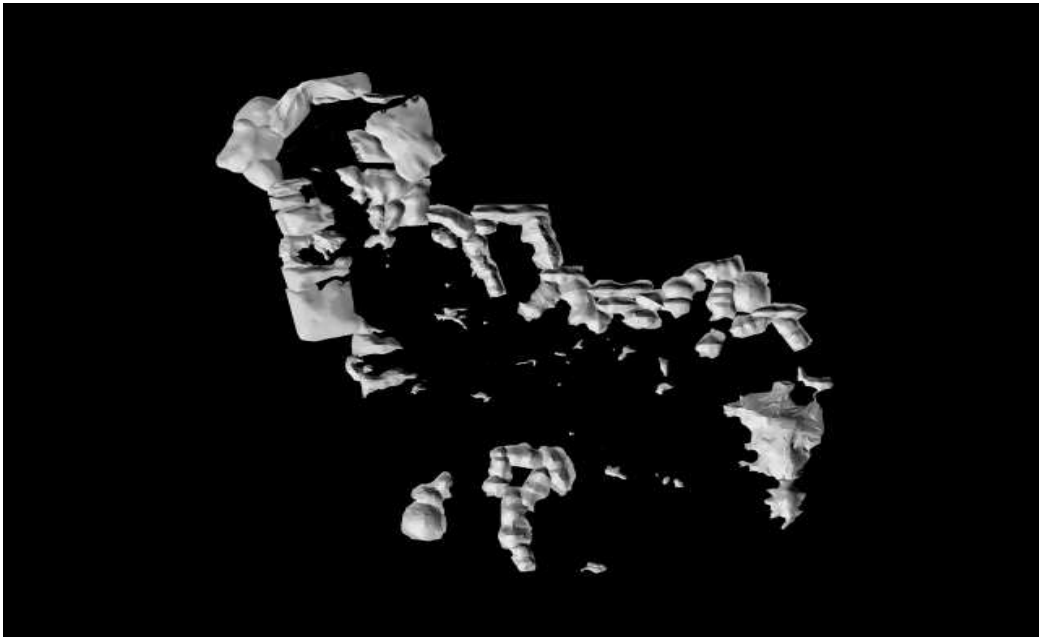
제 4 장 *Radar* 영상 제작방법에 대한 비교 및 분석

제3장에서 제안한 방법에 대하여 그 유효성을 검증하기 위하여 실제 3D 그래픽 툴을 이용하여 부산신항 주변의 가상지형공간을 제작하고 현재 설치되어 있는 Radar 위치에 이 연구에서 제안한 Light를 설치하고 주사하여 Radar 영상을 획득하고 이를 실제 Radar 영상과 비교 검토함으로써, 본 연구에서 제안한 방법의 유효성을 검토하였다.

4.1 부산신항 가상 지형공간 제작

가상 지형공간 제작 방법은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 전자해도(ENC)데이터와 3차원 Graphic Tool인 3D Max를 이용하여 가상지형공간을 제작하는 방법과 전자해도를 이용한 방법이 있는데 전자해도를 이용하는 방법은 기존의 방법 중 대부분의 시간을 차지하는 manual digitizing 작업이 생략되므로 제작시간의 감소와 경비 절감효과를 가지고 올 것으로 판단된다.

<그림 4-1>은 전자해도(ENC)데이터와 3차원 Graphic Tool인 3D Max를 이용하여 가상지형공간을 제작한 영상이다. 이 그림은 3차원 공간 데이터에 대하여 Light를 Top Mode로 설정하고 랜더링하여 얻어진 영상이다.



<그림 4-1> 제작된 부산 신항 가상지형공간

4.2 *Light Beam*의 설치

부산신항 Radar Site는 경남 진해시 연도동 199번지 연도섬에 위치해 있으며, Radar Site의 위치는 35도03분86초, 128도46분10초이고 Radar Site의 높이는 75m지점에 설치되어 운영 중이다. 이 연구에서 제작한 *Light Beam*의 위치도 상기의 위치에 설치하여 실제 Radar Image와 비교 및 분석하였다.

<그림 4-2>는 부산신항 부근의 해도(번호206)를 스캔하여 Radar Site의 위치 및 높이를 나타낸 그림이다.



<그림 4-2> 부산신항 부근 해도

4.3 Radar Image 비교

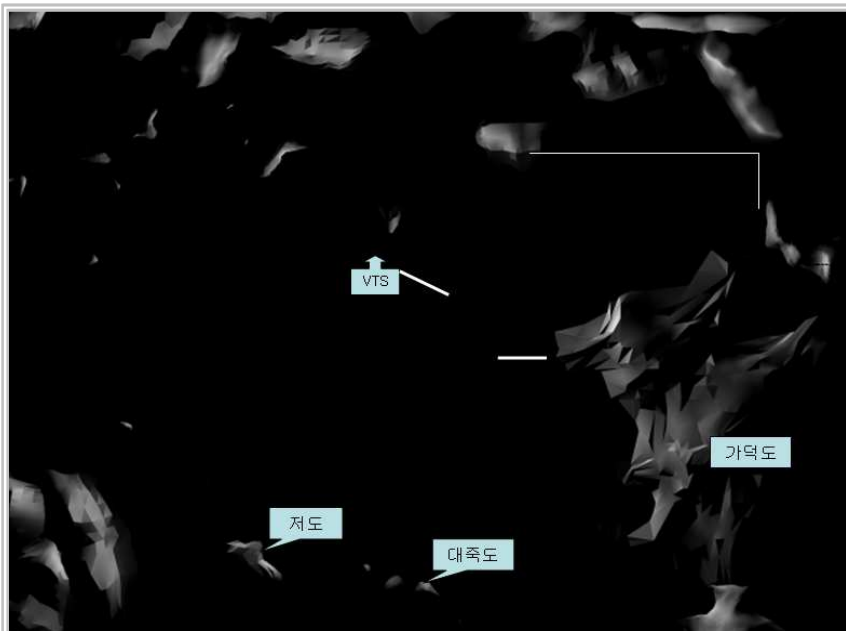
부산신항 Radar(Maker는 일본 FURUNO)의 설치 대수는 부산신항 관제실에 2대(Radar Scanner는 18ft와 9ft의 sub ANT로 구성)이다. 실제 Radar 영상을 출력 Port에서 얻어야 하나 기술적인 측면 및 기존 장비의 본체를 분해하여 출력을 얻는 등, 여러 가지 문제로 인해서 이 연구에서 PPI Display 3마일 Range를 그대로 Capture하여 3D Tool Simulator Program과 비교 분석하여 결과를 도출하고자 하였다.

<그림 4-3>은 실제 부산신항 관제실에 설치되어 운영중인 PPI Radar Scope를 Capture한 영상이다. <그림 4-3>에서 표시한 바와 같이, 중앙부가 신항관제실 즉 Radar Scanner의 송신부이고 왼쪽부터 저도, 대죽도 그리고 가덕도이다. <그림 4-4>는 3D Graphic Tool를 이용하여 실제 Radar 영상과 흡사한 가상지형공간을 제작하였으며 Radar Scanner에서 발사되는 Beam의 특성과 흡사한 Light Beam을 제작하여 Test한 최종적인 모습이다.

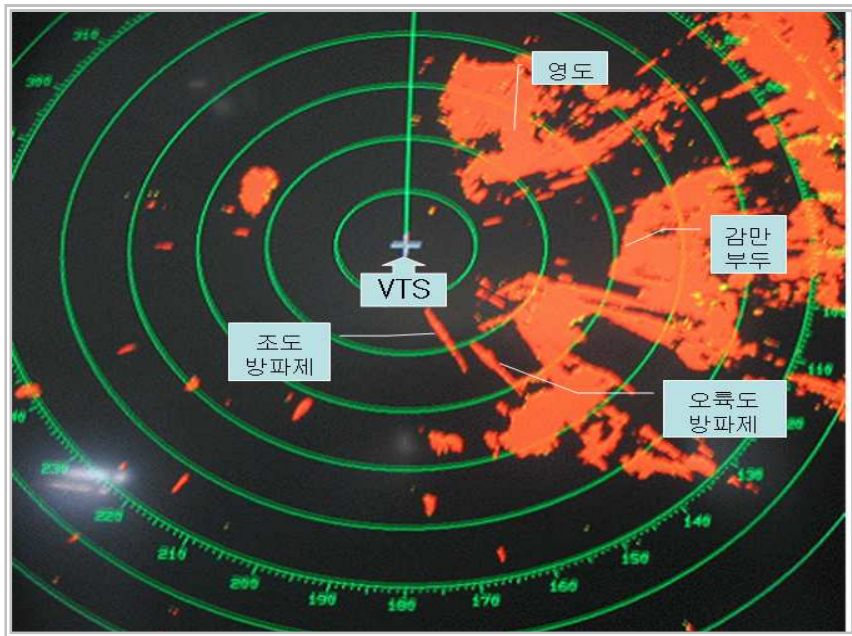
<그림 4-4>에서 보는 바와 같이, VTS라 표기된 곳이 신항관제실의 위치이고 밑으론 실제 Radar 영상에서와 같이 저도 및 대죽도 그리고 가덕도가 선명하게 표시되는 것을 확인할 수 있다.



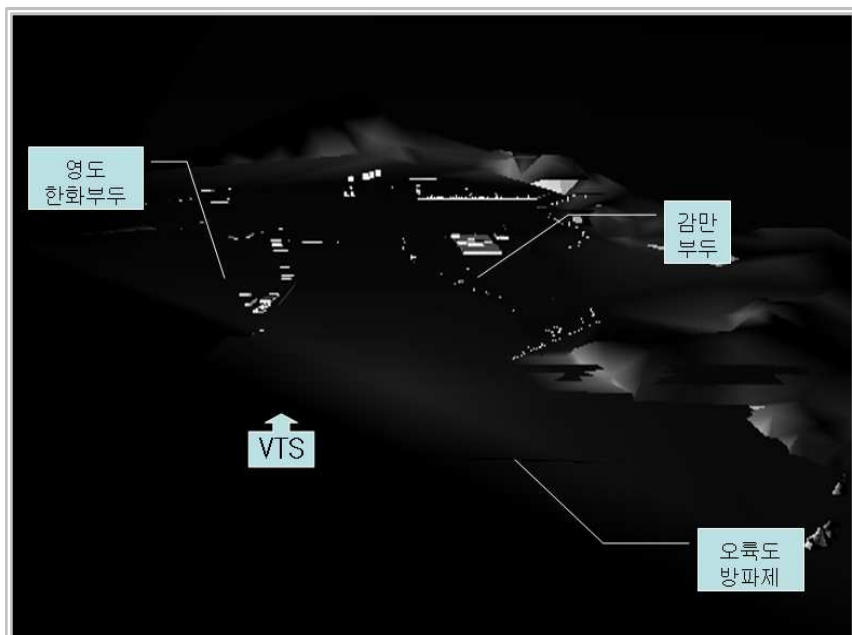
〈그림 4-3〉 부산신항 Radar 영상



〈그림 4-4〉 부산신항 Radar Simulator 영상



〈그림 4-5〉 부산조도 Radar 영상



〈그림 4-6〉 부산 Radar Simulator 영상

그리고 <그림 4-5>는 실제 부산조도 관제실에 설치되어 운영중인 PPI Radar Scope를 Capture한 영상이다. <그림 4-5>에서 표시한 바와 같이, 중앙부가 부산조도 관제실 그리고 조도 방파제, 감만부두, 오륙도 방파제 및 영도가 Radar Display 상에 나타난 것을 확인할 있다. 그리고 <그림4-6>는 3D Graphic Tool를 이용하여 실제 Radar 영상과 흡사한 가상지형공간을 제작하였으며 Radar Scanner에서 발사되는 Beam의 특성과 흡사한 Light Beam을 제작하여 Test한 최종적인 모습이다. <그림 4-6>에서 보는 바와 같이, VTS라 표기된 곳이 부산조도 관제실, 감만부두, 오륙도 방파제 및 영도 한화부두가 선명하게 표시되는 것을 확인할 수 있다.

이 연구에서 3D Tool을 이용한 제안방법이 다소 정밀도 부분에서 부족하나, 기술적인 관점에서 본다면 실제 Radar에서 확인하기 어려운 Radar의 맹목구역 및 Radar의 탐지범위까지 쉽게 확인할 수 있고 또한 설치하고자 하는 Radar의 대수가 많을 경우 Scanner에서 발사되는 Light의 Beam Color를 변환하여 쉽게 Radar Overlaps 구간을 확인할 수 있다.

제 5 장 결 론

현재까지 국내 VTS 시스템 설치시에는 통상 해당 관제 해역의 지형 조건과 해상 교통 상황을 고려하여 2차원 도상 검토를 통해 설치되어야 할 Radar의 대수나 위치 및 고도 등을 결정하였다. 그러나 Radar의 위치나 높이는 단순히 도상 검토에 의해 결정될 수 있는 것은 아니며, 주변 지형의 형태, 고도 등을 종합적으로 고려하여 결정되어야 하며, 이를 충분히 고려하지 못하고 Radar의 위치 및 고도가 결정될 경우, Radar에 의한 감시 구역이 서로 중복되거나 또는 Radar에 의한 감시가 불가능한 맹목 구간(Blind Sector)이 발생하는 경우가 있을 수 있다.

국내 VTS 시스템 도입을 실시한 후 10여년이 경과한 현 시점에서 Radar 장비의 성능 개선 및 추가 증설 등이 실시되고 있다. 이 시점에서 보다 효율적이고 보다 경제적인 관점에서 성능 개선을 위한 기존 Radar 장비의 위치 및 고도를 재검토하고, 또한 새로이 추가 증설되는 Radar 장비의 경우에는 최적의 설치 위치 및 고도를 결정함으로써 Radar 감시 구역의 중복이나 맹목구간의 발생을 방지할 수 있는 기술적 검토 방법이 강구되어야 할 시점이다.

현재 우리나라에는 모두 14개의 VTS 센터가 설치 및 운영되고 있다. 그리고 계속하여 연안 VTS 및 기존 VTS 센터의 증축 및 개축이 이루어지고 있는 실정이다. 본 연구의 핵심과제는 실제 Radar Site를 설치하지 않고서도 가상의 Simulator를 이용하여 실제 Radar Site를 설치한 것과 같은 동일한 효과를 얻는데 그 의의를 둘 수 있다.

3D Tool Simulator Program을 기술적인 관점에서 본다면 실제 Radar에서 확인하기 어려운 Radar의 맹목구역 및 Radar의 탐지범위 까지 쉽게 확인할 수 있고 또한 설치하고자 하는 Radar의 대수가 많은 경우 Scanner에서 발사되는 Light Beam Color를 변환하여 쉽게 Radar Overlaps 구간을 확인할 수 있다.

또한 파일형식을 *.AVI파일로 저장한다면 동영상으로 녹화하여 쉽게 확인할 수 있는 장점이 있어 실제 Radar Site 위치선정시 유효하게 적용되리라 생각된다. 그리고 3D Tool Simulator를 이용한 Radar Beam 제작은 시간적 측면이나 경제적 측면에서 아주 효과적으로 사용할 수 있다. 또한 빛의 성질은 전파의 성질과 거의 흡사하여 실제 운영적인 측면에서 접목이 가능하다고 생각된다.

앞서 설명한 Radar Beam 제작방법에서 볼 수 있듯이, 3D Tool를 이용한 방법은 시각적으론 실제 Radar Image와 흡사한 것을 볼 수 있으나 실제 Radar Scanner에서 발사되어 어떤 오브젝트에 반사되어 돌아오는 전파의 강도 및 전파특성을 고려하지 않았다. 추후 3D Tool를 이용하여 실제 Radar Scanner에서 발사되는 전파의 특성을 고려할 수 있다면 여러 가지 Synergy 효과를 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

I. 단행본

- 김남신, 『GIS 실습』, 한울아카데미, 2005
이희연, 『GIS 지리정보학』, 범문사, 2005
박진수, 『해상교통공학』, 효성출판사, 2001
이상설, 『Radar 공학』, 보성출판사, 1999
김석재, 『관제설비학』, 한국해양수산연수원, 2006
백광우, 『3ds max 5』, 성안당, 2005

II. 논문

- 박영산, “새로운 구조의 고성능 UPS개발에 관한 연구” (한국해양대학교: 공학석사논문, 2000
김원욱, “VTS 시스템 개선 및 확장에 관한 연구”, 한국해양대학교: 공학 석사논문, 2003

III. 기타

안세기술, “레이다 커버리지 시뮬레이션 프로그램” 2006

부산지방해양수산청, “부산신항 항로표지 배치 및 실시설계 연계용역”, 2003

Norcontrol IT AS, “VOC5060 ENC VTS 운용 매뉴얼”, 2006

Norcontrol IT AS, “System Description VRE5001-A VTS Remote Extractor”, 2006

IV. Internet Site

<http://www.mgis.go.kr>

<http://www.saracom.net>

<http://www.momaf.go.kr>

<http://www.elsevier.com>

<http://www.bookaid.org>

<http://www.sabre.org>

<http://cafe.daum.net/giois>

<http://www.ansetech.co.kr>

감사의 말씀

晝耕夜讀하며 시작한 대학원 생활 2년여 동안 항상 따뜻한 격려와 지도로 학업을 마칠 수 있도록 도와주신 송재욱 지도 교수님과 박진수 교수님 그리고 바쁘신 중에도 논문이 완성되도록 조언과 지도를 해주신 예병덕 교수님, 설동일 교수님, 공길영 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

석사과정의 김대희, 박사과정의 정민, 이신걸 선배님 등 해상교통정보연구실의 여러 선후배님들께도 감사드리고 항상 그림자처럼 큰 울타리가 되어준 박건호 주사님 그리고 기술적인 측면 및 본 논문이 완성될 수 있도록 도와주신 라무영 실장님, 한영현 주사님 및 해양수산부 해상교통정보센터 가족여러분께도 진심으로 감사의 인사를 드립니다.

부족한 글이나마 완성하는데 많은 분들의 성함을 모두 올려드리지 못함을 죄송스럽게 생각하며 그 점에 대하여 넓으신 아량으로 이해하여 주시리라 생각합니다.

끝으로 지난 2년여 동안 무사히 학업을 마칠 수 있도록 항상 사랑으로 지켜봐주신 아버님, 어머님 그리고 믿음으로 지켜봐주신 장인, 장모님께 진심으로 감사드리고 때늦은 공부에 불평한마디 없이 아낌없는 사랑을 보여준 나의 사랑, 나의 아내 최미라에게 이 논문 및 학위를 받치며 귀여운 딸 민경, 민주, 민승과 함께 이 기쁨을 나누고 싶습니다.

SLOW AND STEADY WINS THE RACE!