

# Radar Signal Detecting & Processing 장치의 개발에 관한 연구

송재욱\*

A Study on the Development of Radar Signal Detecting & Processor

*Chae-Uk Song\**

Abstract	〈목 차〉
1. 서론	4. 시스템의 구현 및 고찰
2. 시스템의 구성	5. 결론
3. 시스템의 구축방안	참고문헌

## Abstract

This paper deals with the development of RACOM(Radar Signal Detecting & Processing Computer). RACOM is a radar display system specially designed for radar scan conversion, signal processing and PPI radar image display.

RACOM contains two components: i)RSP(Radar Signal Processor) board which is a PCI based board for receiving video, trigger, heading & bearing signals from radar scanner & transceiver units and processing these signals to generate high resolution radar image, and ii)Applications which perform ordinary radar display functions such as EBL, VRM and so on.

Since RACOM is designed to meet a wide variety of specifications(type of output signal from transceiver unit), to record radar images and to distribute those images in real time to everywhere in a networked environment, it can be applicable to AIS(Automatic Identification System) and VDR(Voyage Data Recorder).

### 1. 서론

레이더(Radio Detection And Ranging ; RADAR)는 전자파를 발사하여 임의의 물체로부터 반사되

어 되돌아온 수신파를 이용함으로써 그 물체까지의 거리와 방향을 탐지하는 전자장치를 말하며, 선박과 항공기 그리고 항공교통관제(Air Traffic Control) 및 해상교통관제(Vessel Traffic Control)

\* 정희원, 한국해양대학교 해사수송과학부 전임강사

등에 있어서는 필요 불가결한 핵심장비중의 하나이다. 현재 군함이나 상선 및 어선에서 사용되고 있는 레이더는 모두 PPI(Plan Position Indicator) 방식으로, CRT를 이용한 편향방식(Radial-Scan Display)인 재래식의 레이더와는 달리, 래스터주사(Raster-Scan Display)방식을 이용하고 있으며, 주로 독일이나 노르웨이 및 일본 등의 국가에서 제작된 제품들이 널리 사용되고 있다.

레이더는 전파 송·수신부와 데이터 처리기 및 표시기로 구성되며, 이중에 송·수신부에서 나온 거리와 방향에 관한 신호를 영상신호로 변환하여 표시기를 통하여 사용자가 육안으로 볼 수 있도록 해주며, 또한 이들 신호를 해석하여 물표를 추적하거나 물표에 관한 정보를 획득하여 사용자에게 제공하는 역할을 하는 것이 데이터 처리기이다. 현재 사용되고 있는 레이더의 데이터 처리기는 대부분 레이더 제작회사에서 직접 개발한 것이거나 타 회사에서 만든 레이더 전용 DSP(Digital Signal Processor)를 사용하고 있으나, 레이더 제작회사에서 만든 데이터 처리기의 경우에는 회사마다 고유의 성질을 지니고 있어 타 회사의 레이더와는 호환 사용이 곤란하며, 레이더 전용 DSP의 경우에는 고가이면서 또한 그 제작기술이 공개되어 있지 않아 레이더를 제작하거나 레이더 영상에 관한 연구를 함에 있어 곤란한 점이 많아서 국내 기술력에 의한 데이터 처리기를 개발할 필요가 있었다.

따라서 본 연구에서는 데이터 처리기의 개발을 목적으로, 레이더의 스캐너와 송·수신부로부터 여러 가지의 신호를 입력받아서 이를 고해상도의 영상신호로 변환해주는 레이더 신호 처리기인 RSP(Radar Signal Processor)라는 PCI보드를 설계·제작하고, 이를 이용하여 레이더의 영상을 재현함은 물론, 실제 레이더에 부가되어 있는 기능들을 구현할 수 있는 레이더 디스플레이용 컴퓨터인 RACOM(Radar Signal Detecting & Processing Computer)을 개발하고자 한다. RACOM은 레이더의 발·수신부와 연결하면 연결된 레이더와는 별개의 독립된 레이더로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 레이더 영상의 저장 및 전송이 가능하고, 앞으로 각 선박에 탑재를 의무화할 AIS(Automatic

Identification System, 선박자동식별장치) 및 VDR(Voyage Data Recorder, 항행기록저장장치)과 관련된 장비들의 일부분으로도 사용이 될 수 있을 것이다.

## II. 시스템의 구성

RACOM은 선박용 레이더의 송·수신부로부터 신호를 입력받고 이를 영상정보로 변환하여 모니터에 표시하며, 또한 변환된 레이더 영상정보의 분석을 통한 물표의 추적이나 영상정보의 전송 및 저장 등의 기능을 하는 레이더 디스플레이용 시스템으로서, 일반적으로 사용되고 있는 PC에 데이터 처리기의 역할을 하는 RSP보드와 장치 드라이버, 그리고 그래픽 어플리케이션, 물표자동추적 및 영상저장·전송용 어플리케이션 기능 등을 부가한 것이다.

RSP보드는 동기(trigger)신호, 영상(video)신호 및 방위(azimuth)신호를 이용하여 이를 고해상도의 영상정보로 변환하는 PCI보드이며, 장치 드라이버는 컴퓨터의 운영체제에서 보드를 인식하고 제어를 하기 위한 프로그램이다.

그래픽 어플리케이션은 RSP보드에서 변환한 영상정보를 받아 이를 모니터에 나타내 주며 또한 레이더의 기능패널에 있는 여러 가지 기능조작을 GUI화면으로 구성하기 위한 프로그램이다. 물표자동추적 및 영상저장·전송용 어플리케이션은 RSP보드에서 변환된 신호를 이용하여 물표를 탐지·추적하고 그에 관한 정보를 분석하며, 레이더의 영상정보를 저장하거나 다른 곳에 전송하기 위한 프로그램이다. 다음의 그림1은 RACOM의 전체적인 구성을 나타낸다.

## III. 시스템의 구축 방안

### 3.1 RSP보드의 구성 방안

RSP보드는 레이더의 송·수신부로부터 동기신호와 영상신호, 그리고 방위신호인 정선수방향(heading)신호와 스캐너의 회전각(bearing)신호를

받아서 이를 고해상도의 영상정보로 변환하는 PCI 보드이다. 동기신호를 기준으로 입력된 영상신호를 A/D변환기를 이용하여 디지털신호로 바꾸고 이를 방위신호와 함께 PCI버스를 통하여 컴퓨터로 전송한다. 이 보드는 Analog Interface & A/D Converter Block, Control Logic Block, FIFO Memory & PCI Interface Block으로 구성되며(그림2 참조), 각각의 Block들에 관한 설명은 다음과 같다.

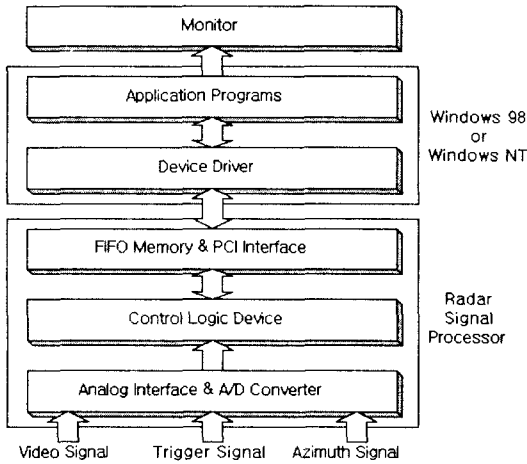


그림 1. RACOM의 전체적인 구성  
Fig. 1 Overall configuration of RACOM

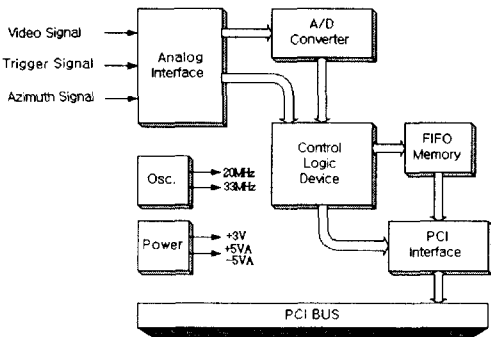


그림 2. RSP보드의 구성도  
Fig. 2 Block diagram of RSP board

3.1.1 Analog Interface & A/D Converter Block  
레이더로부터 BNC 커넥터를 통하여 입력된 신

호들을 다음 단계의 처리에서 필요한 신호형태로 변환해 주는 부분으로서, 입력된 영상신호는 저역 통과필터(low-pass filter)를 거쳐 A/D컨버터에서 디지털형태로 변환된 뒤 동기신호 및 방위신호와 함께 컨트롤로직으로 입력된다. 이때 레이더에 있는 각각의 신호 출력단자로부터 정확한 신호를 입력받기 위해서는 연결하고자 하는 레이더의 출력 신호 특성에 맞게 임피던스와 전압 및 극성 등을 조정해 주어야 한다. 그림3은 영상신호의 인터페이스 회로를 나타낸다.

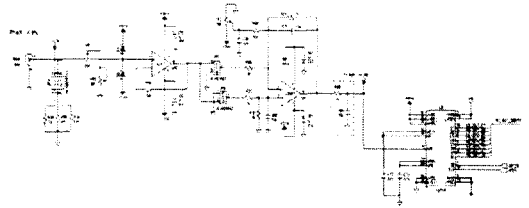


그림 3. 영상신호의 인터페이스 회로  
Fig. 3 Interface circuit of video signal

3.1.2 Control Logic Block

모든 블록들을 제어하는 부분으로서 로컬 인터페이스, 데이터 전송부 및 디바이스 컨트롤러로 구성된다. A/D컨버터를 통하여 한번의 펄스반복주기(연속한 동기신호사이의 간격)동안 얻어지는 디지털 영상신호는 PRF(펄스반복주파수)에 따라 달라지므로 고정된 해상도의 모니터 화면에 표시하기 위해서는 다시 일정한 크기의 데이터로 변환해 주어야 한다. 데이터 전송부는 이와 같이 데이터를 변환하고 변환된 영상 데이터열의 헤더에 방위신호를 붙여서 FIFO메모리에 저장한다. 로컬 인터페이스는 지정된 수의 영상 데이터열이 FIFO메모리에 축적되면 인터럽트신호를 발생시켜서 PCI인터페이스용 전용칩과 통신하여 DMA버스를 통해 데이터를 전송하며, 디바이스 컨트롤러는 FIFO메모리와 A/D컨버터를 제어한다. 그림4는 컨트롤로직의 전체적인 처리흐름도를 나타내며, 그림5는 FIFO메모리에 저장되는 영상데이터열을 나타낸다.

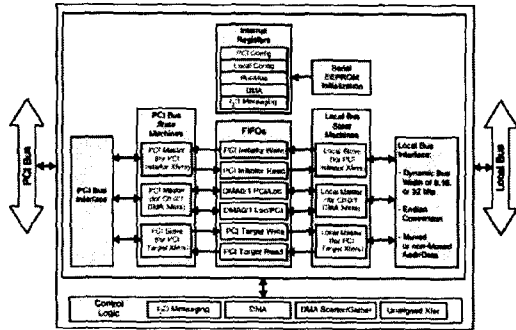


그림 4. 컨트롤로직에서의 처리 흐름도  
Fig. 4 Diagram of data processing in control logic

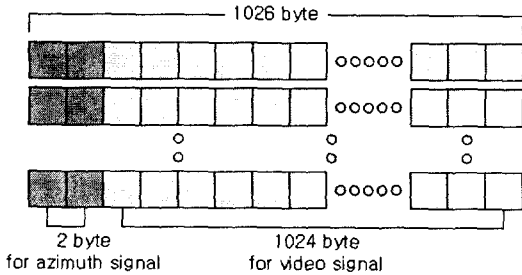


그림 5. FIFO메모리의 영상신호열  
Fig. 5 Array of digital video signals in FIFO memory

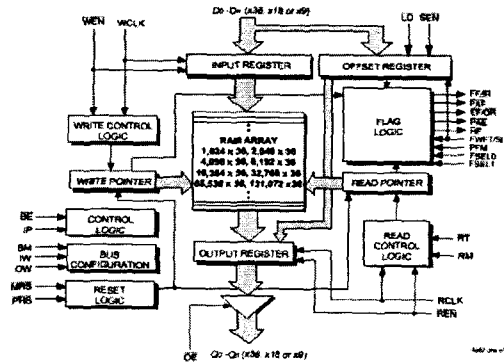


그림 6. FIFO메모리의 동작 설명도  
Fig. 6 Configuration of FIFO memory

### 3.1.3 FIFO memory & PCI Interface Block

컨트롤로직에서 나온 데이터는 20MHz에 맞추어 8bit 단위로 FIFO메모리에 저장되며, 저장된 데이터는 컨트롤로직의 제어에 의해 PCI 인터페이스를 통하여 33MHz에 맞춰 32bit로 PC에 전송된다.

FIFO메모리의 동작 설정이나 동작 상태는 컨트롤로직의 디바이스 컨트롤러에 의해 제어되며, 데이터의 읽기와 쓰기가 독립적으로 동작하므로 실시간 데이터통신이 가능하다(그림6 참조). PCI 인터페이스는 전용칩과 이 칩에 대한 레지스터정보를 가지는 Serial EEPROM으로 구성된다.

### 3.2 어플리케이션의 구현방안

어플리케이션은 레이더의 영상 및 기능을 구현하는 그래픽 어플리케이션과 영상데이터의 응용에 관한 물표자동추적 및 영상저장·전송용 어플리케이션으로 구성된다.

#### 3.2.1 그래픽 어플리케이션

그래픽 어플리케이션은 RSP보드에서 변환된 디지털 영상신호를 받아서 PPI방식으로 좌표변환하고 이를 모니터를 통하여 보여주며, 또한 레이더의 기능패널에 있는 여러 가지 기능조작을 GUI화면으로 구성하기 위한 프로그램이다.

##### ① 레이더 영상 변환

RSP보드의 FIFO메모리에서 DMA버스를 통하여 입력된 영상신호를 PPI방식의 영상으로 변환한다. FIFO메모리로부터 입력되는 신호열은 1024바이트의 영상신호와 2바이트의 방위신호이며 이를 이용하여 PPI방식으로 좌표변환한다. 좌표변환을 거치면 2048×2048픽셀의 2차원영상 데이터배열을 얻을 수 있게 되고, 이를 1024×1024픽셀의 크기로 영상을 표시한다. 이는 PPI방식에서 레이더의 중심이동을 고려한 것으로서 실제로 모니터에 표시될 영상의 크기보다 2배의 크기로 영상데이터를 만들어 놓는 것이다.

##### ② 레이더 기능

레이더에는 탐지거리를 조정하거나, 화면의 표시모드를 진북이나 선수방향이 모니터의 윗쪽으로 표시되도록 조정할 수 있으며, 또한 방위선인

EBL, 거리를 나타내는 원인 VRM, 감도를 조절할 수 있는 게인 등 여러 기능들이 있다. 보통은 패널을 만들어서 버튼이나 레버로 이러한 기능들을 조절할 수 있도록 되어 있는데 여기서는 이런 기능들을 그래픽으로 구현하고 사용자는 마우스의 조작으로 각 기능들을 사용할 수 있도록 각 버튼을 화면에 구성하여 둔다. 그리고 침로와 EBL, VRM 등의 정보 및 현재의 레이더의 조작상태 등에 관한 각 항해정보를 화면에 표시할 수 있도록 한다. RACOM은 단지 연결된 레이더의 영상을 그대로 분배한 것이 아니고 레이더의 수신부로부터 원신호(raw data)를 입수하여 영상을 재현한 것이므로, 이러한 레이더의 기능을 이용한다면 연결된 레이더와는 독립된 별개의 레이더로서의 역할을 할 수 있다.

### 3.2.2 물표자동추적 및 영상저장·전송용 어플리케이션

물표자동추적 및 영상저장·전송용 어플리케이션은 RSP보드에서 처리된 신호를 이용하여 물표를 추적하고 그에 관한 정보를 분석하며, 레이더의 영상정보를 저장하거나 다른 곳에 전송하기 위한 프로그램이다.

연결된 레이더의 모니터에 있는 영상 그 자체를 다른 곳에 분배하거나 저장하는 기존의 레이더 영상 분배 및 저장 시스템과는 달리, RACOM을 연결된 레이더의 송·수신부로부터 직접 신호를 입력받아 처리하고 이를 전송하거나 저장이 가능한 시스템으로 구현함으로써, 독립된 별개의 레이더로서의 역할은 물론, 앞으로 선박에 탑재될 AIS(Automatic Identification System, 선박자동식별장치) 및 VDR(Voyage Data Recorder, 항행기록저장장치)과 관련된 장비들의 일부분으로도 사용이 될 수 있다.

## IV. 시스템의 구현 및 고찰

### 4.1 RSP보드의 제작

아날로그 인터페이스는 BNC 커넥터를 이용하여

네 가지 신호를 입력받도록 하였으며, 각각의 신호 특성에 맞추기 위하여 점퍼를 이용하여 임피던스(75Ω, 100Ω 및 10kΩ)와 전압(3.5, 10 및 15V) 및 극성(negative or positive)을 설정할 수 있도록 하였다(그림7 참조). 특히 방위신호의 경우는 입력방식인 Pulse방식과 Open Collector방식 모두를 지원 가능하도록 하였다. 그리고 입력된 아날로그 비디오 신호를 처리하기 위해 사용되는 A/D컨버터는 Analog Device사의 제품(20MHz, 8bit)를 사용했다.

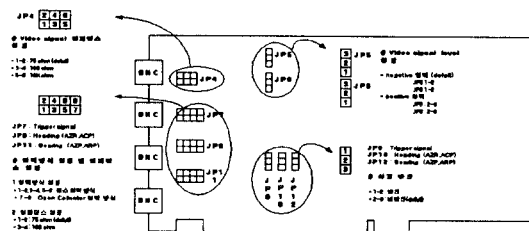


그림 7. 점퍼설정

Fig. 7 Explanation of jumping method

또한 컨트롤로직 디바이스로는 Altera사의 FLEX 6000 Programmable Logic Device를 사용하였으며, Logic Design Tool인 MAX+plus II ver 9.01를 이용해 PC에서 직접 로직을 작성할 수 있도록 하였다. 컨트롤로직의 프로그램을 구현하는 방법에는, PC의 parallel port를 통해 구현하는 방법과 EPROM에 프로그램을 저장해 놓고 자동으로

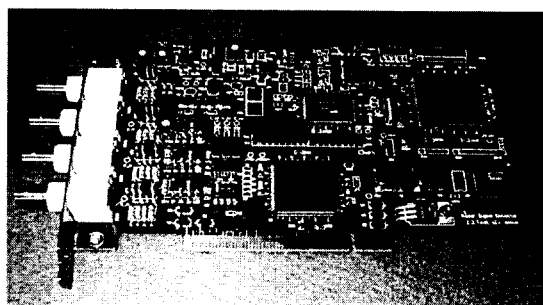


그림 8. RSP보드

Fig. 8 RSP Board

구현하는 방법, 그리고 윈도우 프로그램을 실행시키면서 구현하는 방법이 있으나, 프로그램을 자주 바꿀 수 있다는 장점이 있어서 본 연구에서는 세 번째 방법을 사용하였다.

PCI 인터페이스 전용칩으로는 PLX사의 PCI9054 버스 마스터 칩을 사용했으며, 이에 대한 레지스터 정보는 2K-bit Serial CMOS EEPROM을 이용하여 저장하였다.

그림8은 완성된 RSP보드의 모습을 나타낸다.

#### 4.2 어플리케이션의 구현

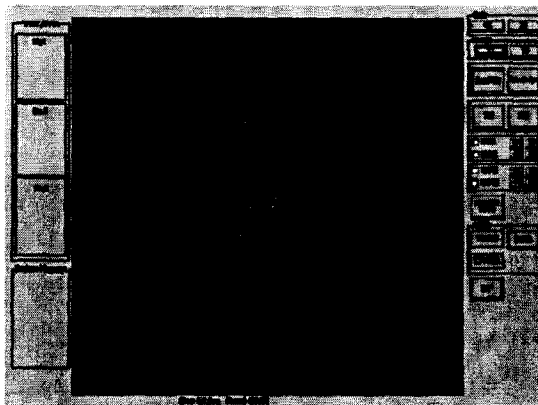
어플리케이션은 Visual C++을 사용하여 구현하였으며, 그래픽 어플리케이션의 경우에는 레이더의 화면을 중앙으로 하고 그 왼쪽에는 여러 가지 정보를 표시하고 오른쪽에는 여러 가지 레이더의 기능키들로 구성하여 각 기능키를 마우스로 누를 경우에 실제의 레이더와 같은 동작을 하도록 하였다. 그림9의 (a)와 (b)는 각각 부산항내에 정박중인 선박의 레이더로부터 신호를 입력받아서 어플리케이션으로 구성된 3마일 및 6마일 범위의 RACOM의 화면이다. 물표자동추적용 어플리케이션의 경우는 실제 레이더의 ARPA기능을 구현한 것이며, 영상

저장전송용 어플리케이션의 경우는 앞으로 각 선박에 탑재될 AIS 및 VDR과 관련된 기술들을 구현한 것이다. 각각의 기술들에 대한 상세는 아직 구체적으로 정해지지 않았지만 멀지 않은 장래에 결정되어 질 것으로 보이므로, 실제적인 구현방법을 추후 변경이 가능하도록 하였다.

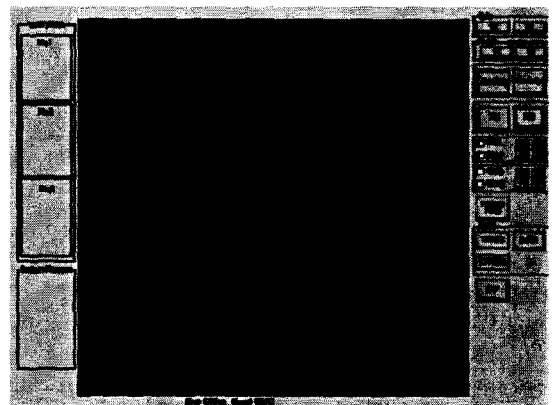
#### V. 결론

본 연구에서는 레이더의 스캐너와 송·수신부로부터 여러 가지의 신호를 입력받아서 이를 고해상도의 영상신호로 변환해주는 레이더 신호 처리기인 RSP라는 PCI보드를 설계·제작하고, 이를 이용하여 레이더의 영상을 재현함은 물론, 실제 레이더에 부가되어 있는 기능들을 구현할 수 있는 레이더 디스플레이용 컴퓨터인 RACOM의 개발에 관하여 논하였다.

RACOM은 PC에 데이터처리기의 역할을 하는 RSP보드와 장치 드라이버, 그리고 그래픽 어플리케이션, 물표자동추적 및 영상저장·전송용 어플리케이션 등으로 구성하였으며, RSP보드는 동기(trigger)신호, 영상(video)신호 및 방위(azimuth)신



(a) 3마일인 경우



(b) 6마일인 경우

그림 9. 그래픽 어플리케이션에 의해 구현된 화면

Fig. 9 Images generated by graphic application

(a) in case of 3 mile range

(b) in case of 6 mile range

호를 이용하여 이를 고해상도의 영상정보로 변환하는 역할을, 그래픽 어플리케이션은 RSP보드에서 변환한 영상정보를 받아 이를 모니터를 통하여 보여주고 레이더의 기능패널에 있는 여러 가지 기능 조작을 GUI화면으로 구성하는 역할을 한다. 또한, 물표자동추적 및 영상저장·전송용 어플리케이션은 RSP보드에서 변환된 신호를 이용하여 물표를 탐지·추적하고 그에 관한 정보를 분석하며, 레이더의 영상정보를 저장하거나 다른 곳에 전송한다.

RACOM은 레이더의 송·수신부와 연결하면 연결된 레이더와는 별개의 독립된 레이더로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 레이더 영상의 저장 및 전송이 가능하고, 앞으로 각 선박에 탑재될 AIS 및 VDR과 관련된 장비들의 일부분으로도 사용이 될 수 있을 것이다.

레이더의 영상은 항해사에게 주변의 해상교통상황에 대한 많은 항행정보를 제공할 뿐 아니라, 해난사고 발생시에는 사고의 원인 분석에도 유용한 정보를 제공한다. 따라서 정확한 레이더 영상신호의 해석 및 분석기술이 요구되므로, 보다 높은 샘플링주기의 A/D컨버터와 보다 많은 데이터저장

및 처리능력을 가지는 보드의 개발이 필요하며, ECDIS 등과 연계하여 레이더 영상정보를 교환하는 연구도 진행되어야 할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- [1] A. G. Bole, et al, "Radar and ARPA Manual", Heinemann Newnes, pp.69-106, 1990
- [2] 정세모, "전파항법 및 전파수로측량", 아성출판사, pp.42-51, 1987
- [3] 송재욱, 김환수, "PC를 이용한 ARPA Radar Simulator의 개발에 관한 연구", 해양안전학회지, 제1권 제1호, pp.63-82, 1995
- [4] N. Bowditch, "The American Practical Navigator", Defense Mapping Agency Hydrographic / Topographic Center, pp.207-218, 1995