

# AIS 및 전자해도 기반 해상교통량 분석 시스템 개발에 관한 연구

정민\* · 김대희\* · 송재욱\*\*

\* 한국해양대학교 대학원, \*\* 한국해양대학교 항해시스템공학부 교수

## A Study on the Development of the Marine Traffic Analysis System Based on AIS and ENC

Min. Jung\* · Dae-Hee. Kim\* · Chae-Uk. Song\*\*

\* Graduate school of Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\* Division of Navigation Systems Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약 :** 해상교통량 조사 분석은 안전하고 원활한 항로 항만의 설계와 제반시설의 개선 및 항행관리를 위하여 반드시 필요한 수단이다. 해상교통량 조사 분석과정에서 정확한 조사방법을 통해 선박통항에 관한 데이터들을 수집하여야 하고, 수집된 선박교통량에 관한 다양한 정보는 정확하고 과학적으로 분석되어야 한다. 이 논문에서는, 해상교통량 조사과정에 있어 인력에 의해 일어날 수 있는 오차를 보완할 수 있으며, 정확한 조사의 실행 및 분석결과를 출력할 수 있는 시스템을 연구 제작함을 목표로 한다. AIS 및 전자해도를 기반으로 하여 정확하고 신속하게 선박교통정보를 수집하여 조사분석자의 수고를 경감시켜줄 수 있으며 표준화된 분석결과를 제시해줄 수 있는 해상교통량 분석 시스템을 제안하고 그 개발 내용을 소개하고자 한다.

**핵심용어 :** 해상교통량, 해상교통조사, 선박통계, 통항경로대, 레이더, 전자해도, AIS, 항적도

**ABSTRACT :** Maritime transportation engineering is a technical field that observes the flow of vessels' traffic in accurate and describes the feature of ship's movement statistically, then contributes to the improvement of traffic flow and the safety of traffic. The flow of marine traffic can be controlled by carrying out assessment and analysis of vessel's traffic. It can realize the safety of marine traffic by accurate research and analysis of vessel's traffic, understanding its flow and analysis data of vessel traffic. This study shows the analysis system of marine traffic connected with Radar, AIS based on ENC(Electronic Navigational Chart). The marine traffic analysis system contributes to safety of marine traffic through the design of marine traffic route, harbour facilities and improvement of vessels' traffic flow.

**KEY WORDS :** vessel's traffic flow, RADAR, ENC, AIS, marine traffic analysis

### 1. 서 론

해상교통량 분석, 즉 해상에서 선박교통량을 조사하고 흐름의 실태를 파악하는 것은 안전하고 원활한 선박 통항을 위한 항로항만의 설계와 제반시설의 개선 및 항행관리를 위하여 반드시 필요한 수단이다.

해상교통량을 수집하는 데에는 교통량 조사기간 동안 정확하게 관측하여야 하며, 선박 종류별, 선형별 및 경로대 등의 상세 항목별로 분류하여 손실 없이 저장하여야 한다. 이러한 조사과

정에 있어서 수작업으로 수집하는 데에는 인적으로 많은 수고와 시간이 소요되며 오차가 발생하는 경우도 있다. 또한 선박교통량 수집 뿐 아니라 수집된 데이터를 분석하는 과정에 있어서도 조사자의 주관적인 기준으로 선박교통량 결과 분석을 수행하고, 이러한 분석과정에 있어서도 많은 시간이 소요되었다. 이러한 일련의 해상교통량 조사 분석 과정을 자동으로 처리할 수 있는 시스템인 레이더 및 전자해도 기반 해상교통량 분석 시스템을 제안한 바 있다(정, 2005). 이 시스템은 레이더를 이용하여 전자해도를 기반으로 한 시스템으로써 과거에 수작업으로 입력

\* 대표저자 : 정민, immina78@bada.hhu.ac.kr 011-695-5369

\* kdavid73@mitzone.com 051)403-5065

\*\* songcu@hanara.kmaritime.ac.kr 051)410-4272

하던 조사 과정을 자동화하여 조사자의 편의를 도모하고, 조사의 번거로움을 개선하였다는 이점은 있으나, 조사 과정에 있어 여전히 관측자의 목시관측을 병행하여 조사하여야 하며 수작업으로 시스템에 선종 및 선종을 입력해야한다는 번거로움이 있었다.

이러한 작업의 불편함을 개선 및 정확한 교통량 수집을 위하여 AIS(Automatic Identification System : 선박자동식별장치)를 이용하여 시스템을 보완·개발하였다. 이 시스템은 정확한 선박정보를 수집하고 자동으로 데이터를 분류 저장 할 수 있는 AIS 및 전자해도 기반 해상교통량 분석 시스템이다.

## 2. 해상교통량 조사 분석 기법

이 장에서는 해상교통량 분석시스템의 연구 개발 내용을 기술하기에 앞서 먼저 해상교통량 조사 분석 기법에 대하여 기술하였으며 현행의 조사분석과정의 문제점 및 개선 방안에 대하여 파악하고자 한다.

### 2.1 해상교통량 조사 방법

해상교통량 조사는 관측조사와 설문조사가 있다. 관측조사란 교통량 분석이 필요한 지점에서 선박교통량을 목시관측 및 레이더 관측 등의 방법으로 조사하는 것을 말한다. 설문조사는 선박의 통항에 대하여 선박운항 종사자에게 설문을 통한 조사를 하는 것이다(박,1998).

#### (1) 관측조사

##### 가. 목시관측

목시관측은 관측조사의 기본이 되는 방법으로 쌍안경, 시계, 필기도구, 지도(해도) 등을 준비하고, 조사 기록지를 준비하여 목시관측으로 파악된 선박의 정보를 기록할 수 있도록 한다. 관측의 정확도는 관측위치, 관측기상 등의 영향에 따라 달라질 수 있다.

##### 나. 레이더관측

레이더를 통하여 선박의 진행방향, 속도 등을 파악할 수 있는 관측으로 주야를 막론하고 사용할 수 있으며, 시정이 좋지 않을 때에도 문제가 없다. 또한 영상의 자동기록 및 데이터 정리가 쉬우며, 거리 측정정도가 좋고, 선박의 속력을 알 수 있으며, ARPA기능이 있는 경우 더 많은 정보를 쉽게 얻을 수 있다는 이점이 있다. 반면에 선종을 알 수 없으며, 선박 크기의 판정정도가 낮거나 또는 선박의 국적을 알 수 없다는 단점이 있다. 이러한 레이더의 여러 가지 단점은 AIS system으로 보완 할 수 있다.

#### (2) 설문조사

설문조사는 항만통계, 선박통계 등의 지정통계와 같이 신고 의무자가 보고하는 것, 어떤 목적을 위해 준비된 설문지에 기입하여 회답하는 것, 그리고 면접을 통하여 조사자가 기록하는 것이 있다. 설문조사 중 선박의 성능이나 종기점(Origin

Destination, OD)조사 등 객관적인 조사항목은 회수율과 신뢰성도 높지만, 선박행동에 관한 항목은 신뢰성이 낮다.

### 2.2 해상교통량 분석 기법

#### (1) 조사의 집계와 정리

조사 데이터를 모아서 이해하기 쉽도록 종합하는 데는 우선 데이터의 분류가 필요하다. 분류를 할 때에는 그 속성에 주목하여 그 수준에서 구분하며, 이러한 구분은 통항 시간대, 선박크기, 선박종류, 선박의 경로대 등의 요소로 구분하여 조합한다. 선박통항량에 대한 분석표를 만드는데, 통항선박의 크기별, 종류별, 경로대별, 시간대별의 속성 등을 삽입하며, 이 속성에 따른 선박의 통항 척수를 표의 내용으로 삽입한다. 예를 들어 선박의 총톤수별로 속성을 삽입할 경우에는 20, 100, 500, 3,000, 20,000, 100,000톤 정도의 대수적인 등간격으로 하는 것이 보기 쉽고, 누적도수분포 곡선을 이끌어내기 쉬울 것이다.

#### (2) 해당 해역의 통항 선박의 항적도

조사과정에서 레이더를 이용하여 조사해역 통항 선박의 항적을 기록하는데 이렇게 기록된 항적들을 조사해역의 해도위에 누적하여 도시하여야 한다. 총 항적도는 조사시간 동안 조사해역을 통항하는 모든 선박의 항적을 누적하여 기록한 분석결과물로서 이를 분석함으로써 선박통항의 흐름과 선박의 밀집도를 파악할 수 있다. 총 항적도 상에서 보이는 선박교통흐름을 나누어 통항경로대를 작성한다. 또한 조사시간별로 나누어 조사시간별 누적 항적도를 도시하며, 통항경로대별로 항적도를 표시할 수 있다.

#### (3) 통항경로대의 분류

선박의 통항에는 반드시 출발지(Origin)와 목적지(Destination)가 정해져 있는데 이러한 선박교통 흐름을 출발지-목적지별로의 분류를 통해 항행의 큰 흐름으로 단순화하는 것을 통항경로대의 분류라고 한다. 항적데이터를 OD별로 분류하고, 항행의 큰 흐름을 몇 개로 단순화하는 작업을 통해 각각의 경로대별로 도시하고, 척수의 집계와 분석을 실시함으로써 해당해역의 전체 흐름을 파악할 수 있다. 이는 해당 조사해역의 선박통항의 집중도와 위험도를 판단할 수 있는 분석과정이다.

#### (4) L환산과 L2환산

L환산교통량과 L2환산교통량을 구함으로써 항로의 교통 용량을 평가할 수 있으며, 이러한 과정은 선박교통량 데이터의 분석에서 필수적인 한 부분이다.

한척의 교통량이라도 그 차지하는 해역의 크기가 다르므로 주위에 미치는 위험도나 필요로 하는 해역의 크기가 다르므로 선박의 크기를 고려한 관계를 정량화하여 나타내 보이는 것이 L환산 교통량이다. 선박의 척수를 환산할 때 주로 선박의 길이를 기준으로 환산하는 것으로, L환산계수를 구할 때에는 통상 표준선을 정하고 이것을 1로 하여 환산계수를 취해서 적산한다. 예를 들어 1,000톤, 전장이 70미터를 표준선으로 하는 경우에 100-500톤의 길이 환산계수는 약 1/2, 500-3,000톤은 1,

3,000-20,000톤은 약 2로 된다.

항행 중인 선박이나 또는 정박 중인 선박에 필요한 구역은 거의 L2에 비례한다. L2계수는 선박의 길이를 제공한 것으로, 선박이 차지하는 면적을 감안한 계수이다.

Table 1은 선박의 톤수별로 선박의 길이, 평균톤수, 대표길이, L환산계수, L2환산계수에 대하여 참조할 수 있도록 작성된 표이다. 표준선으로 1995년 우리나라 연안선 평균 톤수인 약 1,000GT급(70m)을 기준으로 한다(해운항만청, 1993; 藤井弥平 외 2명, 1981).

Table 1. L and L2 conversion factor classify by GT

톤수 GT	100 미만	100~ 300	500~ 3,000	3,000~ 5,000	5,000~ 7,000	7,000~ 10,000	10,000~ 20,000	20,000 이상
수선간장 (m)	7*26	26*50	50*90	90*110	110*120	120*140	140*180	180*330
평균톤수 (GT)	53	275	1,235	4,010	5,954	8,591	14,337	43,064
대표길이 (m)	20	40	70	100	115	130	150	200
L 환산 계수	0.29	0.57	1.0	1.43	1.64	1.86	2.14	2.86
L <sup>2</sup> 환산 계수	0.08	0.32	1.0	2.04	2.69	3.46	4.58	8.18

### 2.3 현재 교통조사방법 종합

2005년도에 기 개발된 레이더 및 전자해도 기반 해상교통량 분석 시스템은 레이더를 기반으로 한 컴퓨터 시스템을 이용하여 선박데이터의 수집과 저장 후 분석을 시행할 수 있도록 제작 하였다(정, 2005). Fig. 1과 같은 시스템의 조사프로그램에서 선박통행데이터의 수집 시에 조사자의 직접 입력을 통해 선박에 대한 정보를 데이터베이스화하였다.

그 후 저장된 선박통행 데이터베이스에서 분석 프로그램을 통해 속성별로 호출하여 분석자가 원하는 형태의 분석결과를 얻어낸다.

앞의 2장에서 서술한 여러 가지의 조사방법과 분석방법을 충족하는 해상교통 조사분석시스템을 이용하여 해상 교통량 관측 시에 간편히 데이터 수집을 할 수 있고, 자동으로 항적도를 그려줄 수 있다. 그러나 목시관측을 병행해야 하므로 야간이나 시야가 확보 되지 않을 경우 정확한 선박의 선형과 선종을 파악

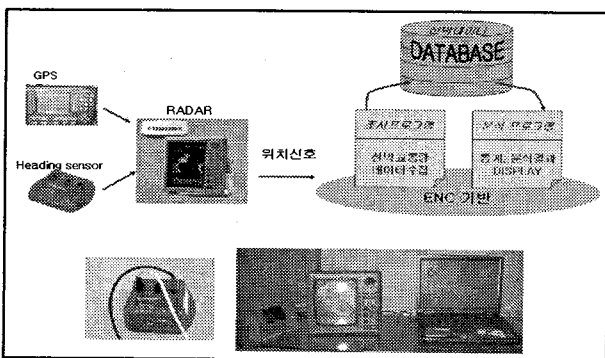


Fig. 1 Marine Traffic Analysis System Based on RADAR and ENC

할 수 없다는 점과 선박데이터를 자동 입력하는 것이 아니라 수동 입력해야한다는 번거로움은 여전히 존재하였다.

이러한 점의 개선을 위하여 주·야간 및 기상 관계없이 선박의 선종 및 선형 등에 대한 정확한 정보를 파악할 수 있고, 이러한 정보가 자동 입력될 수 있도록 AIS를 연결하여 AIS를 통한 선박 정보를 저장할 수 있는 시스템을 개발하였다.

## 3. 해상교통량 분석시스템

### 3.1 시스템의 개요

해상교통량 조사 분석 시스템은 기존의 수동으로 입력하는 선박 데이터를 AIS를 이용하여 자동 입력될 수 있도록 개발한 시스템이다. 즉, 선박 통행량 조사과정에서 되도록 조사자의 수고를 들이지 않고 선박 통행 데이터를 수집하며, 조사된 해상교통량 데이터를 분류·집계하여 신뢰성 있는 분석 결과를 표시할 수 있도록 연구 개발하였다.

해상교통량 조사 시 AIS, 레이더 및 조사분석장치를 가동하고 프로그램을 실행시킨다. 대상선박에 대한 레이더 정보 및 AIS 정보 신호가 장치에 전달되어 조사분석장치의 모니터 상에 표시되고, 표시된 선박 데이터는 선박 교통 데이터로서 저장될 수 있도록 한다. 조사자의 간단한 조작만으로 선박통행 데이터를 수집할 수 있으며, 수집된 데이터는 연속적으로 조사 분석 장치의 모니터 상에 표시됨과 동시에 저장되어 데이터베이스화된다. 이 시스템은 선박 교통량 조사 시에 선박통행데이터를 연속적으로 정확히 수집할 수 있고 차후 분석과정에서 필요한 분석결과를 항적도, 그래프 및 표 등의 여러 유형별로 표시해줄 수 있도록 하였다.

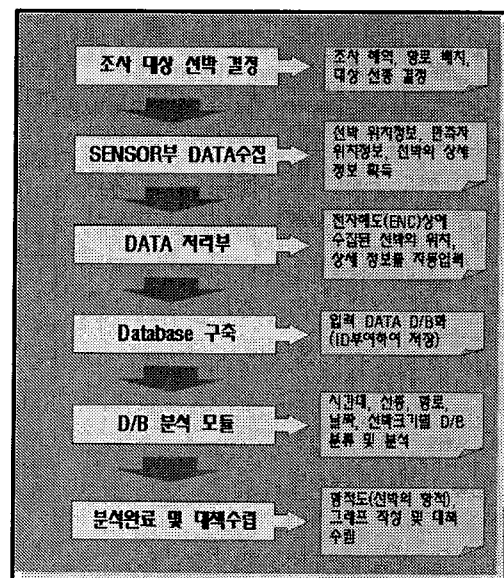


Fig. 2 Processing flow of the Marine traffic analysis system

### 3.2 H/W 구성

#### (1) 구성

해상교통량 조사 분석 시스템은 하드웨어적으로 AIS, DGPS, Heading Sensor, ARPA RADAR 및 조사 분석 장치로 구성되어 있으며 그 구성도는 Fig. 3과 같다.

ARPA RADAR, AIS, Heading Sensor 및 DGPS는 해상교통량 조사분석장치에 연결되어 해당기별로 각각의 정보를 전송함으로써 선박데이터 수집을 가능하게 한다.

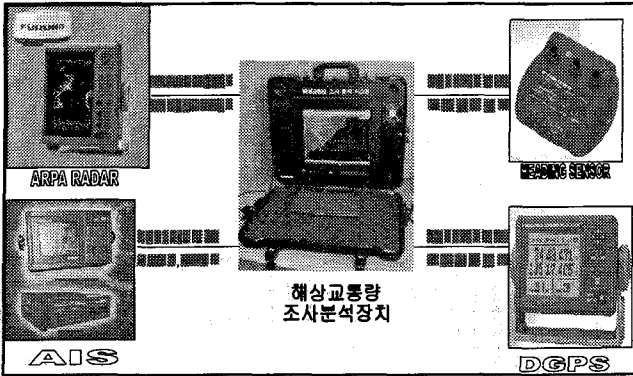


Fig. 3 Marine Traffic Analysis System Based on AIS and ENC

#### (2) 하드웨어 사양

시스템에 사용된 하드웨어 장비의 사양은 다음과 같다.

Table 2. Specification of Hardware

장비	사양
해상교통량 조사분석장치	- MODEL : NAVSEEKER2000 - CPU : P4 - HDD : 80GB - DISPLAY : 15" LCD - RADAR CAPTURE BOARD - NMEA DATA I/F
RADAR	- MODEL : FURUNO MODEL 1832 - RF TRANSCEIVER - Frequency 9410 ± 30 MHz (X-band) - Peak Output Power 4kW nominal - DISPLAY UNIT Type : 10-inch, green phosphor CRT (8-level quantization) 481(H)x640(V)dots
DGPS	- MODEL : FURUNO GP37 - Receive Frequency L1 (1575.42 MHz) - Geodetic Systems WGS-84 (and others)
AIS	- MODEL : SARACOM UAIS SI-10 - Frequency Range : 156.025 - 162.025MHz - CLASS A
Heading Sensor	- MODEL : FURUNO PG 1000 - Accuracy ±1.5° rms

#### (3) 데이터전송방식

해상교통량 조사분석시스템에 연결된 각종 기기로부터 NMEA(National Marine Electronics Association) 형식으로 전송되는 신호를 받을 수 있도록 하였다. NMEA형식의 신호 중 레이다의 ARPA 단자로부터 전송되는 TTM(Tracked Target

Message)신호 형식은 다음의 Fig. 3과 같다(정, 2005)

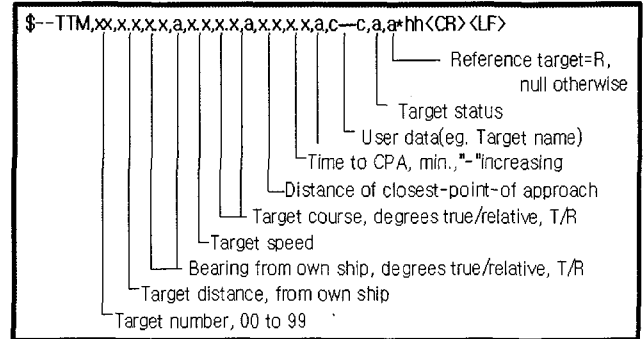


Fig. 4 Detail of TTM on NMEA

### 3.3 조사 분석 소프트웨어

#### (1) 해상교통량 조사

조사분석시스템은 전자해도를 기반으로 제작되었으며 사용자 화면에 RADAR 영상을 중첩(Overlay)시켜 표시하고 있다. AIS로부터 선박정보를 입력받으면 화면에 물표로서 자동으로 표시되어 지속적인 추적을 실시하며 그 선박에 대한 선명, 선종, 속도, 항적 정보 등을 데이터베이스화한다.

#### (2) 선박데이터 입력 방법

선박데이터의 수집은 Data acquisition 모듈(선박데이터수집모듈)을 이용하며, ARPA RADAR를 이용한 수동 입력과 AIS를 이용한 자동입력방식을 선택할 수 있다.

##### 가. 프로젝트 설정

조사 지점은 GPS 및 Heading sensor에 의해 자동으로 설정되며, 조사 기간 및 프로젝트 정보는 조사자의 입력에 의해 설정된다. 마우스의 간단한 조작에 의해 조사지점은 Fig.5와 같이 화면상에 나타난 붉은 사각형으로서 마우스 조작으로 설정할 수 있다. 조사시간 및 기간, 조사 지점, 조사 영역 등의 프로젝트 정보를 입력한다. 수집할 선박 데이터의 톤수 및 선종 범위를 결정한다.

##### 나. 데이터 수집 시작

프로그램의 실행명령을 통해 AIS 및 레이다로부터 선박 데이터를 수집한다. 자동 및 수동의 기능선택을 할 수 있으

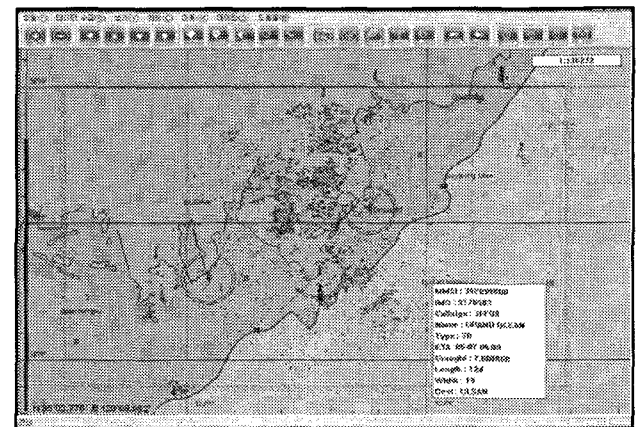


Fig. 5 Display of data acquisition

며 자동을 선택하면 AIS로부터 선박정보가 자동으로 입력되며, AIS와 RADAR에 의한 입력을 병행하여 사용할 수 있다.

다. TARGET DATA 속성 입력  
 AIS 및 레이더로부터 넘어온 ARPA 정보에 의해 프로그램에 선박이 표시되면(황색 아이콘) 선박의 입력된 속성을 확인하여 저장한다.

라. 수집된 선박 통항 DB 정보  
 저장 시에는 순차적으로 ID가 부여되며 Fig. 6과 같은 DB 테이블에 선박의 항행 정보는 선명, 선종, 선형 및 통항경로대 등의 속성별로 자동 저장된다.

마. 선박 통항경로대 표시  
 데이터베이스에 저장된 정보를 이용 차후 분석 프로그램 상에서 선박 통항 경로대를 자동으로 표시한다.

### 3.3. 해상교통량 분석

조사과정에서 저장된 선박통항량 데이터베이스를 분석하기 위한 과정으로서 프로그램을 통해 자동으로 처리할 수 있도록 하였다.

가. 항적도 Display  
 조사 실시기간동안 조사되었던 모든 선박 데이터에 대하여 전체 및 통항경로대에 따른 항적도를 손실 없이 시간별로 도시할 수 있다. Fig. 7과 같이 선박종류별로 또는 톤수별로 설정에 따라 다른 색으로 표시된다. 이 색들은 사용자의 지정에 따라 달라진다.

나. 선박 통계  
 조사과정에서 DB는 선명, 선종, 선형, 통항경로대별, L환산, L2 환산 등의 사용자가 지정한 속성별로 분류되어 출력된다. 이렇게 생성된 DB를 이용하여 분석자는 손쉽게 교통량에 대한 통계표를 작성할 수 있다.

다. 그래프 및 차트 생성  
 저장된 DB를 이용하여 그래프 및 차트 등을 쉽게 생성할 수 있다.

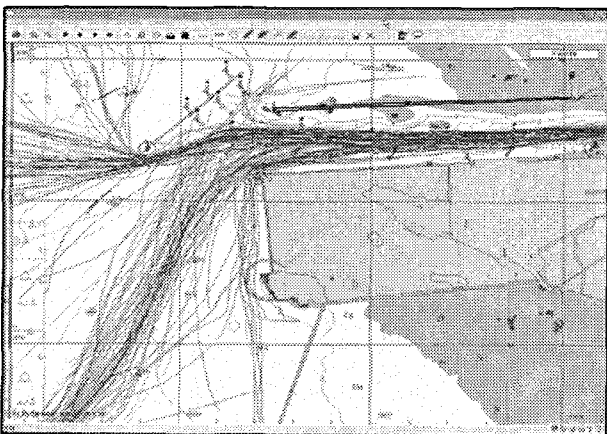


Fig 7. Display of Track

## 4. 시스템의 실험 및 검토

개발된 해상교통량 분석시스템을 이용하여 부산항을 대상으로 조사분석을 실시하였으며 그 결과와 시스템에 대한 검토 내용을 제시한다(해양수산부, 2006).

### 4.1 해상교통량 조사의 실시

조사영역은 부산 북항 중앙부두 전면해역이며 조사기간은 2006 06.20 - 2006 06.23의 72시간 동안 실시하였다. 부산북항 연안여객터미널 앞 건물 옥상에 설치하여 조사를 실시하였다.

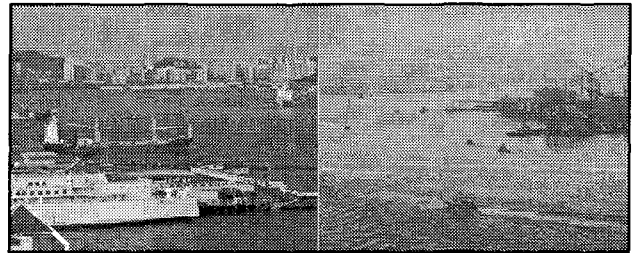


Fig. 8 Sea area under the investigation

### 4.2 분석결과

#### (1) 항적도의 도시

부산북항의 선박 통항 방식을 조사하여 전자해도에 Fig. 10 과 같이 선박의 항적을 누적 표시하였다.

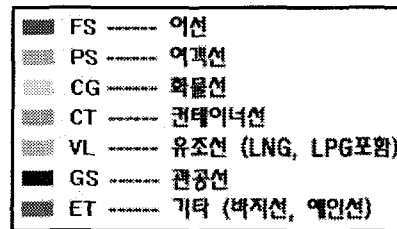


Fig. 9 Color classify by the sort of Ship

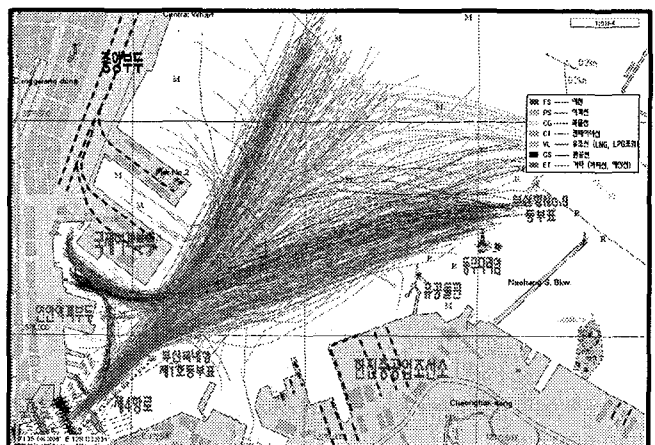


Fig. 10 Drawing all ship's track

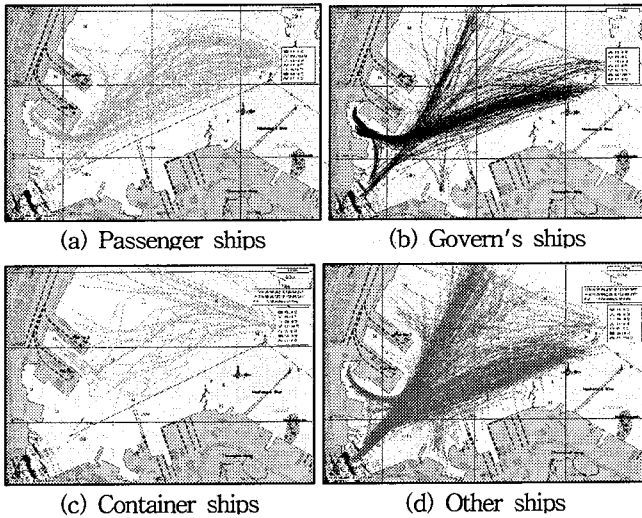


Fig. 11 선종별 통항향적도

전체 선박통항향적도 뿐 아니라 각 시간대별 통항도도 작성할 수 있다. 위의 Fig. 11은 선종별 통항향적도의 예시이다.

(2) 표 및 차트의 작성

가. 표의 작성

3일간 수집한 선박교통량 DB에 대한 선형별, 선종별 표는 다음의 Table 2와 같다. 전체 통항량 뿐 아니라 각 시간대별 표도 작성할 수 있다.

Table 2. Vessel traffic data

선형별 통계		선종별 통계	
선박크기	합계	선종	합계
100미만	745	화물선	9
100-500	130	컨테이너선	34
500-3,000	69	기타	554
3,000-5,000	11	어선	19
5,000-7,000	40	관광선	288
7,000-10,000	13	여객선	105
10,000-20,000	2	유조선	1
총합계	1010	총합계	1010

나. 그래프 및 차트의 도식

분석자의 선택에 의해 항목을 선택하여 그래프 및 차트를 작성할 수 있다. 다음의 Fig 12는 작성된 선박 DB 중에서도 선박크기별로 그래프를 작성한 예시이다.

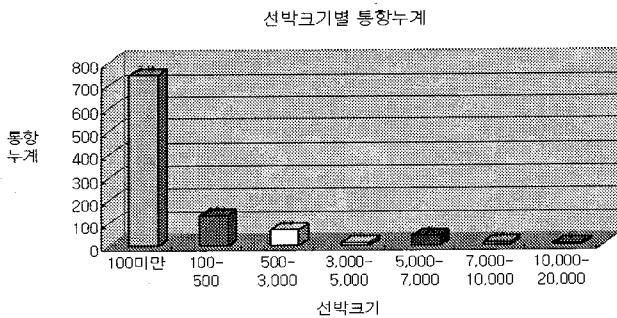


Fig 12. Graph on ship's GT

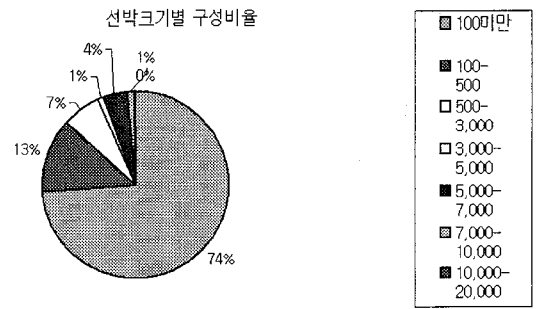


Fig 13. Chart of ship's G/T

Fig 13은 선박크기 구성비율을 파악하기 위한 차트이다.

5. 결 론

해상교통량 조사방법과 분석기법에 대하여 살펴보았으며, 과거 방법의 단점들을 보완을 위한 레이더 및 전자해도 기반 분석시스템을 이용한 방법을 살펴보았다. 이 시스템의 개발을 통해 교통량 조사분석의 편의를 도모 하였다고는 하였으나, 레이더의 한계로 인하여 여전히 목시관측을 병행해야한다는 점과 조사자의 수동입력이 요구된다는 점이 문제가 되어왔다.

이 논문에서는 이러한 단점들의 보완을 위하여 AIS 및 전자해도 기반 해상교통량 조사분석시스템의 개발을 완료하였다. AIS를 이용함으로써 통항 선박데이터를 자동 입력할 수 있고, 시계가 제한되어 있을 때나 야간 시에도 선종의 파악이 용이하게 되었다.

그러나 AIS를 미장착한 어선, 잠종선 및 소형 선박까지는 이들 선박 데이터의 자동입력이 불가능하므로 이 경우, 레이더관측 및 목시관측을 통해 수동 입력을 병행하며 조사함으로써 해결할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 박진수(1998), 해상교통공학, pp. 38~40  
 [2] 정민(2005), 레이더 및 전자해도 기반 해상교통량 분석 시스템 개발에 관한 연구, pp. 6~14  
 [3] 해양수산부(2006), 부산항인근해역 해상교통환경평가 연구 용역보고서  
 [4] 해운항만청(1993), 항만시설물 건설기준서 상권, pp. 12~14  
 [5] 藤井弥平 외 2명(1981), 海上交通工学, pp. 180