

부산남항 선박통항 안전성 향상을 위한 해상교통량 조사

김석재 · 박문갑 · 이유원*
한국해양수산연수원 운항교육팀

Marine traffic survey to improve safety of vessel traffic at Busan South Port

Seok-Jae KIM, Moon-Gap PARK and Yoo-Won LEE*

*Ship Operating Education Team, Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology,
Busan 606-773, Korea*

To establish a vessel safety management system for improving the safety of vessel's traffic and preventing vessel's traffic accidents, the state of marine traffic in the Busan South Port was investigated and analyzed as preliminary survey of the countermeasures. As a result of the study, there are 1,158 vessels in a day, 48 vessels in an hour, and the maximum traffic is about 118 vessels between 16:00 and 17:00 hours everyday, which requires to establish and operate a traffic control system necessarily for ensuring vessel's traffic safety. Furthermore, passages of tanker, passenger ship, cargo vessel and government vessel showed to sail along main traffic lane to be obtained enough sea depth at the survey area. However, passages of fishing vessel and launch showed to sail freely at all survey area owing to outstanding maneuverability and a shallow draft. Some vessels of launch sailed along main traffic lane, but other vessels crossed to sail it. The passages to cross main traffic lane is higher the risk of collision. Therefore, safety measures are urgently needed for the operation of the Busan South Port management system and the prevention of marine pollution.

Keywords: Marine traffic survey, Vessel traffic, Busan South Port, Ship safety management system

서 론

부산남항 항계는 북위 35° 5' 36", 동경 129° 2' 19" 지점으로부터 진북 164° 방향으로 그은 선 (영도대교)과 남부민동 남단 (북위 35° 4' 42", 동

경 129° 1' 41")과 절영도 대봉포 (북위 35° 4' 42", 동경 129° 2' 36")를 연결한 선내의 해면으로서 부산항 항계 내에 위치하고 있으며, 수심은 3.0 – 7.7m, 해역규모는 375,000평으로 부산항 전체

*Corresponding author: yooawns@seaman.or.kr, Tel: 82-51-620-5815, Fax: 82-51-620-5853

의 약 0.5%를 차지하고 있다. 그리고 부산남항 및 자갈치 시장 일원은 전국 위판장의 약 30%를 차지하는 국내 최대의 수산물 위판장과 수산물 관련업체 및 중소형 선박수리조선업체 등이 집적되어 있으며, 신동아시장 등이 입지하고 있는 도심 속 다기능 항만으로서 연근해, 원양어선의 집결지일 뿐 아니라 남해안을 비롯한 국내 주요 연안해상통항로 역할을 하고 있다.

그러나 부산남항은 개항질서법상 항계 밖으로 규정되어, 1975년부터 부산시가 관리권을 위임받아 지방정부가 관리하고 있으며, 항내에 계선하는 선박과 통항량이 많으나, 이들에 대해 감시하거나 선박사고를 예방하기 위한 수단이 부족하여 사고 발생 가능성이 상존하고 있으므로 부산남항의 선박 통항 안전성 향상을 위한 방안 마련이 절실한 실정이다.

이와 같은 방안을 마련하기 위해서 먼저 본 해역에 대한 해상교통량 조사, 분석이 선행되어야 한다. 해상교통량 조사방법은 설문조사와 관측조사로 대별할 수 있는데, 설문조사는 항만통계, 선박통계 등의 지정통계와 같이 신고 의무자가 보고하는 것, 어떤 목적을 위해 준비된 설문지에 기입하여 회답하는 것, 그리고 면접을 통하여 조사자가 기록하는 것으로 정성적인 부분이 많다. 그에 비하여 관측조사는 해상교통량을 목시관측, 사진 및 비디오관측, 레이더관측 및 AIS (automatic identification system, 선박자동식별장치)관측을 이용하여 조사하는 것을 말한다 (Jung et al., 2007).

목시관측은 관측조사의 기본이 되는 방법으로 쌍안경, 시계, 필기도구, 해도 등을 준비하고, 조사 기록지를 준비하여 목시관측으로 파악된 선박의 정보를 기록한다. 관측의 정확도는 관측 위치, 관측기상 등의 영향에 따라 달라질 수 있기 때문에 관측신뢰도를 향상시키기 위하여 사진 및 비디오 촬영을 통하여 그것을 분석하는 사진 및 비디오관측이 있다.

레이더관측은 선박의 진행방향, 속도 등을 파

악할 수 있는 관측으로 주·야를 막론하고 사용할 수 있으며, 시정이 좋지 않을 때에도 관측이 가능하다. 또한 영상의 자동기록 및 데이터 정리가 쉬우며, 거리 측정정도가 좋고, ARPA 기능이 있는 경우 더 많은 정보를 쉽게 얻을 수 있는 이점이 있다. 반면에 선종을 알 수 없으며, 선박의 크기의 판정정도가 낮거나 선박의 국적을 알 수 없다는 단점이 있다.

AIS관측은 AIS를 장착한 선박에 대한 데이터 수집 목적으로 AIS 수신기를 이용하여 주변 해역에 대한 선박 정보를 수집한다. 수집시 선박의 동적정보 (위치정보 등), 정적정보 (선박정보 등)에 대한 정보를 시스템을 통해 자동으로 수집할 수 있으므로 신뢰도가 높고, 정량적인 분석이 가능하며, 레이더 관측의 단점을 보완할 수 있다 (IMO, 2002; Kobayashi, 2004; Kim et al., 2008; Shin and Lee, 2007).

AIS를 이용한 선박모니터링에 관한 연구로 Yamada et al. (2005), Lin and Haung (2006)과 Lee (2008b)는 ARPA와 AIS의 동적정보를 정량적으로 분석하였으며, Jung et al. (2007), Kim et al. (2008)은 AIS를 해상교통량 조사에 응용하였고, Lee (2008a)와 Shin et al. (2006)은 AIS를 어업에 응용하기 위한 기초실험을 행하였다.

본 연구에서는 기존의 ARPA와 AIS를 조합한 시스템을 이용하여 부산남항의 선박 통항 안전성을 향상시키기 위해 기초실험으로서 해상교통량을 조사, 분석하고 안전성 향상을 위한 방안 에 대하여 고찰하였다.

장치 및 방법

부산남항에서 해상교통량 조사는 2010년 5월 17일 17시부터 20일 16시까지 총 72시간 동안 Fig. 1의 위치에서 AIS를 탑재하지 않은 선박조사를 위해서 ARPA 관측과 목시 관측을, AIS 탑재한 선박을 대상으로는 AIS 데이터를 수집하여 이루어졌다.

이때 사용된 시스템 개략도는 Fig. 2와 같이

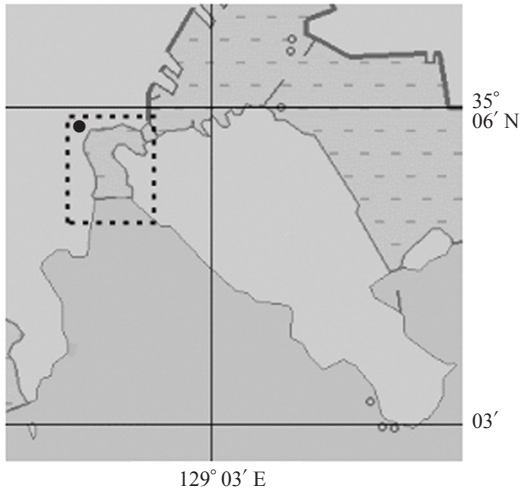


Fig. 1. Geographical marine traffic survey area (dot rectangle area) and photograph from monitoring position (●).

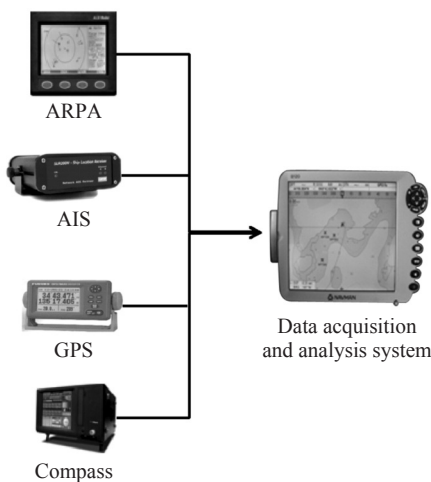


Fig. 2. Arrangement of the measured and the analyzed instruments for the marine traffic survey.

ARPA (Model 1832, Furuno Co.), AIS (SLR-200, Comar Co.)와 GPS (GP-37, Furuno Co.) 및 정도 $\pm 1.5^\circ$ rms의 Heading sensor (PG-1000, Furuno Co.)를 이용하였다.

각종 센서를 통하여 얻어진 정보는 전자해도 (electronic navigation chart, ENC)를 기반으로 제작된 조사분석 시스템에 입력·저장되었는데, 이 시스템은 ARPA로 Targeting된 물표의 데이터를 NMEA (National Marine Electronics Association) 포맷으로 조사 시스템에 입력받아 선박의 통항정보를 추가하여 통항량 데이터베이스를 생성하였다. ARPA 데이터의 출력신호는 NMEA0183 포맷으로 구성되며 ARPA에서 출력된 신호에 대한 데이터 포맷은 Fig. 3과 같다.

이렇게 수집된 데이터는 Fig. 4와 같이 선박의 항적표시, 선종별 구분, 특정 해역의 선박분포 및

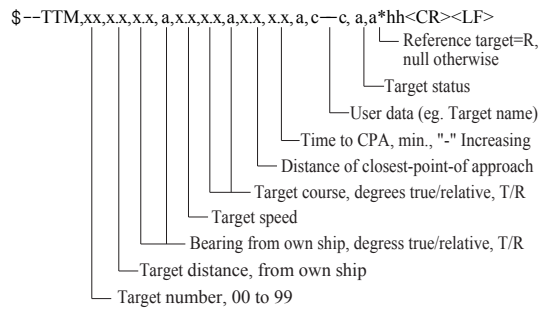


Fig. 3. Vessel data format for the marine traffic survey system.



Fig. 4. Vessel data analysis module for the marine traffic survey system.

행동분석 기능이 가능하도록 설계된 선박 데이터분석 모듈을 이용하여 조사 기간 동안 통행한 전 선박의 시간대별, 선종별 운항 실태 및 입·출항 선박 및 통행 선박간의 교행상태를 분석, 고찰하였다.

결과 및 고찰

관측된 선박의 시간대별 운항특성

조사기간 72시간 동안 시간대별 선박의 전체 항적은 Fig. 5와 같고, 이것을 시간대별, 선종별, AIS장착 유무에 따른 선박통행척수 분석은 Table 1과 같다.

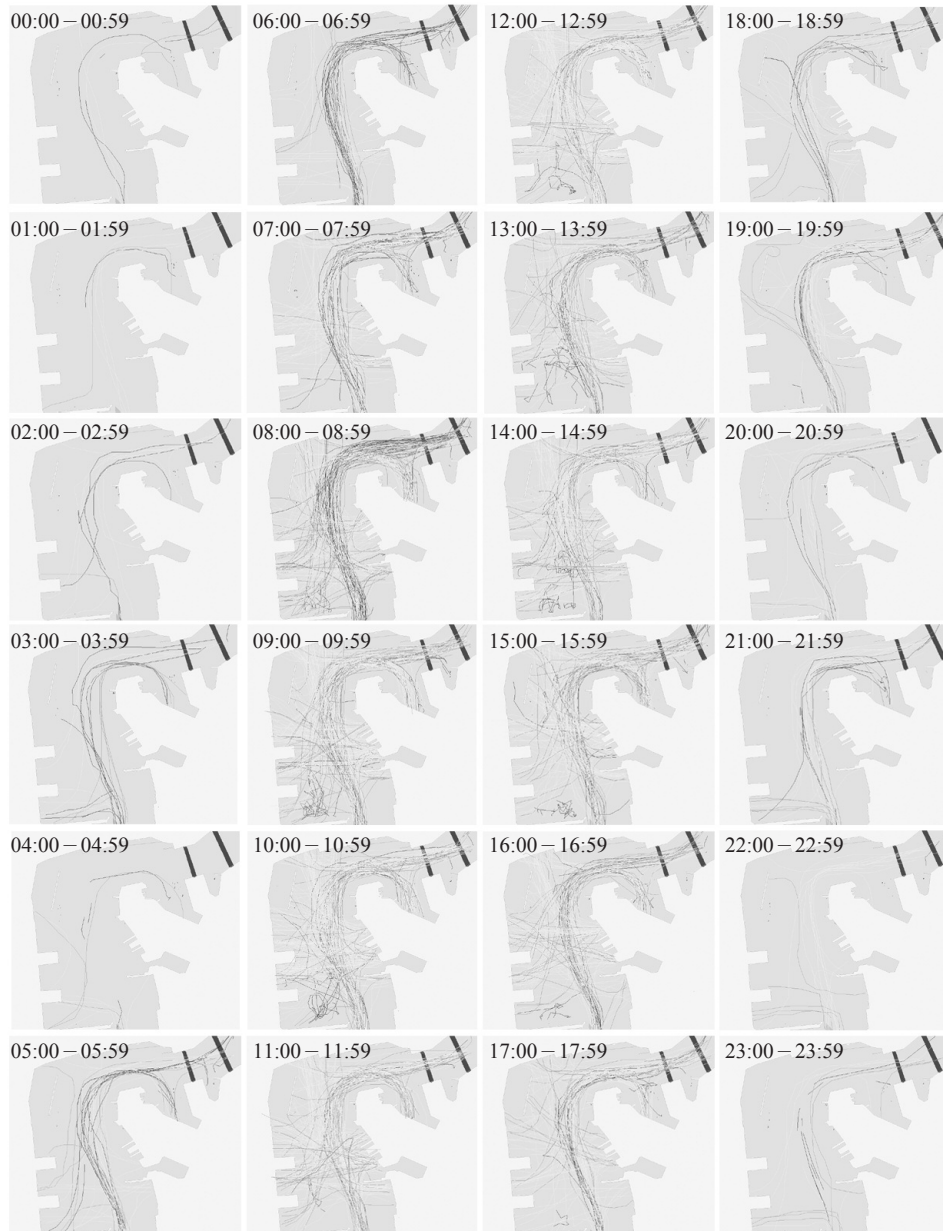


Fig. 5. Total vessel tracks classified by the time during the survey.

Table 1. Analysis of the vessel number classified by time, species and whether equipped with AIS or not at Fig. 5

Vessel species		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total
Vessel equipped with AIS	Cargo vessel	11	19	5	17	16	14	8	14	15	16	19	13	16	18	22	20	86	55	19	17	18	12	14	22	486
	Tug boat	1	6	4	6	8	4	7	6	5	13	9	16	15	12	16	17	39	85	11	5	6	2	5	5	303
	Tanker	2	6	7	4	8	8	9	4	4	12	5	11	7	17	11	10	35	26	8	6	0	2	6	3	211
	Passenger ship	0	1	0	0	1	1	1	0	2	3	2	1	0	2	3	3	11	8	1	0	1	0	0	1	42
	Fishing vessel	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3	8	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
	Government vessel	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	2	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	15
	Working vessel	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sub total		16	33	16	27	34	28	27	26	26	45	38	51	45	50	52	52	174	175	40	28	25	16	25	31	1,080
Vessel unequipped with AIS	Cargo vessel	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Tug boat	0	0	2	6	0	3	6	8	19	4	3	1	0	0	1	6	2	1	0	0	0	1	0	0	63
	Tanker	0	1	3	0	0	0	4	5	10	11	15	18	9	8	9	13	6	15	4	5	4	0	4	0	144
	Passenger ship	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Fishing vessel	0	1	1	4	3	4	1	1	3	6	5	7	2	3	1	1	1	2	1	4	3	5	3	4	66
	Government vessel	0	0	0	1	0	5	10	3	7	12	9	10	13	7	11	6	9	8	3	3	1	1	1	1	121
	Launch	1	1	5	9	7	25	29	85	140	172	205	169	171	78	121	124	133	88	25	25	11	15	8	6	1,653
Working vessel	1	0	0	0	0	0	4	11	54	37	39	43	21	18	35	24	30	16	6	2	0	2	1	1	345	
Sub total		2	3	11	20	10	37	54	114	233	243	276	248	216	114	178	174	181	130	39	39	19	24	17	12	2,394
Total		18	36	27	47	44	65	81	140	259	288	314	299	261	164	230	226	355	305	79	67	44	40	42	43	3,474

선종별 운항특성 및 안전대책

조사해역을 입 · 출항 선박의 선종별 누적항적은 Fig. 6과 같다. Fig. 6의 (a)는 탱커, (b)는 여객선, (c)는 화물선, (d)는 어선, (e)는 관광선, (f)는 예부선, (g)는 통선의 항적을 나타낸 것이다.

Fig. 6에서 비교적 중 · 대형선인 탱커, 여객선, 화물선, 관광선은 대부분 수심이 확보되는 남향

대교와 영도대교를 거쳐서 통항하는 주통항로를 이용하였다. 한편, 조사기간 동안 조사해역을 통과한 관측시간대별 통항특성을 정리한 Table 1과 비교하여 Fig. 6의 선종별 항적도에서 특히 (c)의 화물선의 경우 Table 1에서는 486척으로 분석되었으나, 실제 조사지역을 통과한 선박은 4척에 불과하여 AIS를 장착한 선박의 경우 조사

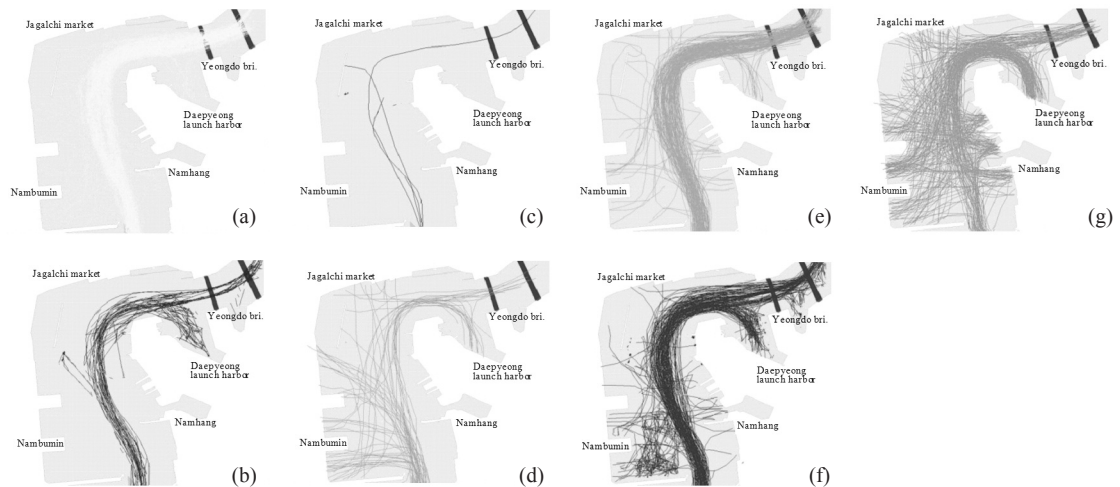


Fig. 6. Cumulated tracks classified by the ship's species. (a) Tanker, (b) Passenger ship, (c) Cargo vessel, (d) Fishing vessel, (e) Government vessel, (f) Tug boat, (g) Launch.

해역을 통과하지 않아도 20마일 범위내의 선박은 모두 집계됨으로 해상교통량조사에서 과대평가의 요인이 된다는 것을 알 수 있었다. 향후 AIS를 활용한 해상교통량조사에서 이와 같은 과대평가 요인을 제거하기 위해서는 조사해역을 통과한 선박만 집계할 수 있도록 필터링 과정이 추가되어야 할 것으로 판단되었다.

그리고 Fig. 6의 (d) 어선은 주통항로를 벗어나서 남부민동과 자갈치 시장으로 진입하기 위하여 폭 넓게 통항하였으나, 주통항로를 횡단하여 다른 선박의 통행을 방해하는 것은 관측되지 않았다. 그리고 (f)의 예부선 또한 조사해역 입구 부근인 남부민동 앞 방파제 부근에서 일부 선박이 불규칙한 항적이 관측되었으나, 전체적으로는 대부분 선박이 주통로를 따라 통항하였고 단지 4-5회 남부민동에서 남항동으로 주통항로를 횡단하는 것이 관측되었다.

조사해역 통과 선박의 47.6%를 차지하는 통선의 항적은 Fig. 6의 (g)와 같다. 통선의 통항은 대부분 우수한 조종능력과 얇은 흘수로 인하여 남항 전역을 자유롭게 통항하였고, 주통항로를 따라 항해한 경우도 있었으나, 남부민동, 자갈치시장에서 영도 남항동, 대평동 통선장 사이를 통항하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이 통항은 남항대교와 영도대교 사이를 오가는 주통항로 상의 선박과 횡단관계를 만들어 충돌위험성이 높아 이에 대한 안전대책이 필요한 실정이다.



Fig. 7. Photograph of launch to cross main traffic lane.

부산남항 해상교통량 및 운항특성을 분석한 결과, 남항 통항 선박간의 횡단 관계가 빈번히 일어나고 있었다. 또한 통선의 횡단시 주통항로 선박과 너무 근접하여 통항하고 있는 현상이 빈번히 발생되고 있어, 이에 횡단 관계를 빈번히 형성하는 통선에 대한 통제 (횡단 항로 설정, 횡단시간 통제, VHF 교신으로 인한 횡단 허용)가 필요하다. 한편, 통항선과 횡단선의 횡단 관계 형성시 이를 조종하고 모니터링 하는 주체가 없으며, 항내 작업선 또는 정박선들의 통항 수역 점유가 무질서하게 이루어지고 있다. 따라서 부산남항 내 통항선박의 움직임을 모니터링 할 수 있는 시스템 구축이 필요하며 구축 시스템을 활용한 관제요원이 해당 해역에서 발생하고 있는 통항 상황에 대해 모니터링하고 VHF 등의 통신장비를 이용하여 교통 안내를 시행하는 등 총괄적인 대책에 대한 연구가 필요하다.

결론

부산남항의 선박 통항 안전성 향상을 위한 방안 마련을 위한 기초자료 제공을 위하여 ARPA, 카메라와 AIS를 이용하여 해상교통량을 조사, 분석한 결과, 72시간 동안 부산남항을 입·출항한 전체 선박통항척수는 3,474척이었고, 그 중 AIS를 장착한 선박은 1,080척으로 전체의 31%를 차지하였고, AIS를 장착하지 않은 선박이 2,394척으로 전체의 69%를 차지하였다. 선종별로 살펴보면, AIS를 장착한 선박에서 통항척수가 많은 선박은 화물선, 예부선, 탱커 등 순이었고, AIS를 장착하지 않은 선박에서는 통선이 약 69%를 차지할 정도로 압도적으로 많았고, 그 다음이 작업선, 관공선, 예부선 등의 순이었다. 전 선박을 시간대별로 살펴보면, 0시부터 7시까지 서서히 교통량이 증가하기 시작하여 8시부터 전체 시간당 평균 통항척수 48척을 넘는 이후 등락하다가 16시에 최대 통항척수를 관측한 이후 18시부터 평균 통항척수 48척 밑으로 하락하여 점차 감소하는 경향을 보였다. 또한, 중·대형선의

통항은 대부분 수심이 확보되는 남항대교와 영도대교를 거쳐서 통항하는 주통항로를 주로 이용하였으나, 소형선, 특히 통선의 통항은 대부분 우수한 조종능력과 얇은 흘수로 인하여 남항 전역을 자유롭게 통항하였는데, 일부는 주통항로를 따라 항해한 경우도 있었으나, 남부민동, 자갈치시장에서 영도 남항동, 대평동 통선장 사이를 통항하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이 통항은 남항대교와 영도대교 사이를 오가는 주통항로상의 선박과 횡단관계를 만들어 충돌위험성이 높아 이에 대한 안전대책이 필요한 실정이다.

사 사

본 연구는 2010년 영남씨그랜트 (2010-8) 재원으로 수행된 연구임.

참고문헌

IMO, 2002. Guidelines for the onboard operational use of shipborne automatic identification system (AIS). Resolution A.917 (22), pp. 14.

Jung, M., D.H. Kim and C.U. Song, 2007. A study on the development of the marine traffic analysis system based on AIS and ENC. J. Kor. Nav. Port Res., 31 (1), 43-48.

Kim, C.M., J.Y. Jeong and C.S. Kim, 2008. A study on the development of the marine traffic analysis system based on automatic identification system.

Proceeding of 2008 Spring Meeting of the Kor. Soc. Mar. Envir. Safety, 173-176.

Kobayashi, E., 2004. Outline of AIS equipment. Navigation, 160, 73-83.

Lee, D.J., 2008a. Real-time monitoring of ship's dynamic behavior characteristics by AIS. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 44 (3), 218-228.

Lee, D.J., 2008b. Real-time position tracking of traffic ships by ARPA radar and AIS in Busan harbor, Korea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 44 (3), 229-238.

Lin, B. and C.H. Huang, 2006. Comparison between ARPA Radar and AIS characteristics for vessel traffic services. J. Mar. Sci. Tech., 14 (3), 182-189.

Shin, H.I., M.K. Bae, D.J. Lee and Y.W. Lee, 2006. Management of coastal and offshore fishing ground using wide-area network of AIS. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 42 (3), 179-185.

Shin, H.I. and Y.W. Lee, 2007. Radio navigation engineering. Pukyong National University Press. 213-224.

Yamada, T., T. Tanaka, A. Yamamoto and A. Nagasawa, 2005. Utilization of AIS vessel traffic evaluation- II, A comparative study of the Radar and AIS positioning results. J. Jap. Ins. Nav., 112, 35-41.

2011년 9월 25일 접수
 2011년 10월 19일 1차 수정
 2011년 11월 3일 2차 수정
 2011년 11월 7일 수리