

부산항에서 ARPA 레이더와 AIS에 의한 통항선박의 실시간 위치추적

이 대 재*

부경대학교 해양생산시스템관리학부

Real-time position tracking of traffic ships by ARPA radar and AIS in Busan Harbor, Korea

Dae-Jae LEE*

Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

This paper describes on the consolidation of AIS and ARPA radar positions by comparing the AIS and ARPA radar information for the tracked ship targets using a PC-based ECDIS in Busan harbor, Korea. The information of AIS and ARPA radar target was acquired independently, and the tracking parameters such as ship's position, COG, SOG, gyro heading, rate of turn, CPA, TCPA, ship's name and MMSI etc. were displayed automatically on the chart of a PC-based ECDIS with radar overlay and ARPA tracking. The ARPA tracking information obtained from the observed radar images of the target ship was compared with the AIS information received from the same vessel to investigate the difference in the position and movement behavior between AIS and ARPA tracked target ships. For the ARPA radar and AIS targets to be consolidated, the differences in range, speed, course, bearing and distance between their targets were estimated to obtain a clear standards for the consolidation of ARPA radar and AIS targets. The average differences between their ranges, their speeds and their courses were 2.06% of the average range, -0.11 knots with the averaged SOG of 11.62 knots, and 0.02° with the averaged COG of 37.2° , respectively. The average differences between their bearings and between their positions were -1.29° and 68.8m, respectively. From these results, we concluded that if the ROT, COG, SOG, and HDG informations are correct, the AIS system can be improved the prediction of a target ship's path and the OOW(Officer of Watch)'s ability to anticipate a traffic situation more accurately.

Key words : Real-time position tracking, PC-based ECDIS, Consolidation of ARPA radar and AIS targets

*Corresponding author: daejael@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5889, Fax:82-51-629-5885

서 론

최근의 전자항법장치는 아날로그시스템에서 디지털 시스템으로 비약적인 발전을 거듭하고 있다. 또한 외부의 항해 보조장치로부터 제공되는 각종의 디지털 정보를 매우 다양한 형태로 제공받아 이들 항법정보를 하나의 시스템상에서 고속으로 처리하여 표시하는 이른바 다기능 다목적의 항법시스템이 각종 선박에 급속히 보급되고 있는데, 그 중에서도 특히 전자해도를 기반으로 하는 ARPA 레이더 및 ECDIS 등에 대한 기술개발이 주목되고 있다.

최근의 고성능 ARPA 레이더는 기능의 활용도 및 확장성이 획기적으로 개선되어 레이더 스크린 상에 전자해도 정보, AIS 수신정보, 각종 항행정보 등을 레이더 영상정보와 함께 서로 중첩시켜 표시할 수 있기 때문에 자선 주변해역을 항행하는 타선의 동적 거동특성을 정량적으로 평가, 분석하는데 매우 효과적이다. 그러나, 이들 ARPA 레이더에서는 해상 물표의 탐지, 추적에 관한 기능 및 그 정보의 표시기능이 우선적으로 처리되기 때문에 전자해도나 AIS 정보를 이용하는 데에는 매우 제한적인 문제가 있다. 이에 비해 ECDIS에서는 ARPA 레이더에서와 유사하게 DGPS, gyro-compass, anemometer, current meter, echo sounder, speed log 등의 각종 주변장치로부터의 NMEA 0183 포맷의 데이터와 ARPA 레이더로부터 video 신호 및 TTM 데이터 등을 지원받아 자선 및 타선의 위치정보, 해양환경정보, 타선의 추적정보, 항행정보 등을 실시간으로 처리하여 전자해도 화면상에 매우 다양한 형태로 통합, 중첩시켜 표시할 수 있다. 이 때, 이들 모든 주변장치로부터의 각종 정보는 전자해도 기능과 완전히 연동되어 처리되기 때문에 자선 및 타선의 동적거동을 종합적으로 분석, 평가하는 것이 가능하다(Torsten et al., 1988; Liu et al., 2004; Volker, 2006).

ARPA 레이더에서는 과거의 레이더 영상신호를 바탕으로 타선의 위치, 침로, 속력 등을 추적

하는 장치이므로 선박의 동요상태, 전파의 차단, 전파의 입사방향 및 산란단면적, 영상의 확대효과 등에 따른 타선 영상의 변동특성이 그 운동벡터의 추적 신뢰도에 큰 영향을 미친다. 반면, AIS에서 위치는 타선의 GPS에서 출력되는 위치, COG, SOG 등을 전송받아 제공하므로 GPS 내부의 필터를 경유하는 시간만큼 위치의 지연이 불가피하고, 또한, 선속에 따라 타선의 동적 및 정적인 정보가 발사되는 시간 간격에 차이가 있지만 대개의 경우 ARPA 레이더 정보는 AIS 정보보다 신뢰도가 저하하는 경향이 있다. 이 때문에 같은 선박의 경우에도 ECDIS 및 ARPA 레이더 화면상에 표시되는 레이더 영상의 위치와 AIS에 수신되는 선박 위치가 서로 일치하지 않는 문제가 발생하게 되는데, 이 문제는 선교 당직자에게 항해상의 오판을 초래할 우려가 있기 때문에 보다 정량적인 분석과 대책의 수립이 절실히 요구된다(Imazu, 2003; Takeda, 2004; IMO, 2004a; IMO, 2004b; Yamada, 2005).

따라서, 본 연구에서는 특히 이 문제에 주목하여 우리나라 부산항 VTS(Vessel Traffic Service) 통항관제구역을 통항하는 선박을 대상으로 ARPA 레이더에 의한 타선 추적정보와 AIS에 수신되는 타선의 동적정보를 상호 비교, 분석함으로써 이들 위치의 통합화를 위한 각종 파라미터, 즉 방위, 거리, 위치, 침로, 속력의 차이 및 그 발생원인 등에 대해 종합적으로 분석, 고찰하였다.

재료 및 방법

레이더 물표의 추적 및 해석

부산항 VTS 관제구역을 통항하는 선박을 대상으로 ARPA 레이더에 의한 타선영상과 AIS의 동적정보 등을 수록 및 분석하는 데 사용한 실험 장치의 계통도는 Fig. 1과 같다.

레이더 물표의 추적 및 해석 장치는 ECDIS (PM3D, 마린전자), 레이더 표적 추적장치(radar target extractor(RTX), 마린전자), GPS compass (마린전자), 선박용 레이더(MD-3641, Koden),

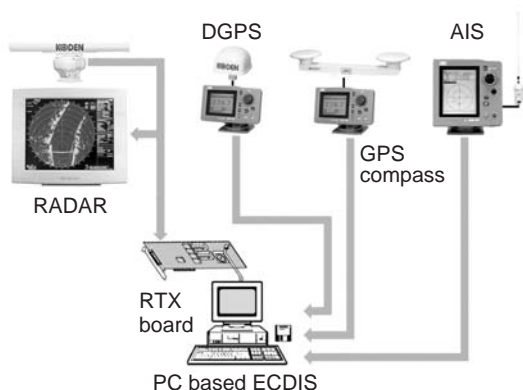


Fig. 1. A real-time tracking system of traffic vessel that consists of four sub-systems of a PC-based ARPA radar, DGPS, GPS compass, and AIS.

ENC(electronic navigational chart), DGPS(GP37, Furuno) 등으로 구성하였다. 사용 레이더의 송신 출력은 4 kW 이고, 안테나의 송신 지향성각은 수평 4°, 수직 25° 이고, 회전수는 24rpm이었다.

본 연구에서는 부산항 VTS 관제구역을 통항하는 선박을 시각적으로 관찰 가능한 장소에 육상 이동국을 설치하고, 이 관측점에 이동식 전원 장치를 포함하는 모든 실험장치를 고정 배치한 후, 실험을 수행하였다. 육상국에 설치된 레이더에서 안테나가 1 회전할 때마다 RTX에 입력되는 물표의 영상신호는 12 bit, 40 MHz로서 수치화되고, 거리 및 방위방향으로 echo frame의 memory map이 생성된다.

이 때, 1 pixel의 레이더 image data는 8 bit(256 color)로 변환되어 자체의 메모리에 저장되고, host computer와의 데이터 통신은 DMA(Direct Memory Access) 채널을 통하여 수행된다. RTX에서는 신호처리에 필요한 알고리즘과 시스템 파라미터를 호출하고, host computer에서 제공하는 선박의 위치, 침로, 속도, 물표 추출영역의 크기와 방향; 물표 추출을 위한 파라미터, 레이더 영상변환을 위한 스케일, 포착물표의 cursor 좌표 등의 파라미터를 넘겨받아 물표를 추적한다. RTX에서 계산된 모든 물표의 추적정보는 다시

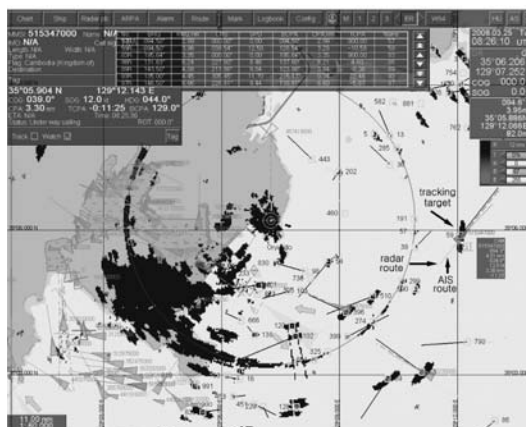


Fig. 2. A list of dynamic information for target vessel (MMSI 515347000) tracked simultaneously by a PC-based ARPA radar and AIS. The tracking information of AIS and ARPA radar targets is displayed on the ENC chart of a PC-based ECDIS with radar overlay.

host computer에 전송되어 ENC 화면상에 실시간으로 표시되고, 사용자의 요구에 의해 hard disk에 수록된다. 이 때, RTX를 통해 수신된 레이더 image는 명암도 개선, 필터링, 잡음억제처리, bearing offset, range offset 등의 과정을 거친 후, 목적에 따라 처리 및 분석되었다. 이 실험에서 육상 이동국의 위치 및 레이더 안테나의 방위는 각각 DGPS, GPS compass로부터의 NMEA0183 정보를 제공받아 이용하였다.

AIS 정보의 수록 및 해석

부산항 VTS 관제구역을 통항하는 모든 선박으로부터 수신되는 타선에 대한 AIS의 동적정보는 동일 선박에 대한 레이더에 의해 탐지, 추적한 정보와 서로 비교, 분석하였다. 실험은 조사대상 해역에 분포하는 모든 선박으로부터 송출되는 AIS의 정적 및 동적정보, 즉, RS232C protocol의 \$AIVDM과 \$AIVDO sentence를 ECDIS에 입력시켜 모니터링하면서 각각의 sentence 정보를 실시간으로 수록하였다. 이들 sentence에는 MMSI(해상 이동업무식별) 번호, IMO 번호, 호출부호, 선명, 선체장, 폭, 선의 종류, 측위안테나 위치와 같

은 정적인 정보와, 선박의 위치, GMT, COG, SOG, 선수방위, 회두율(ROT), 항행 status와 같은 동적인 정보, 또한, 흘수, 적재물, 목적지, 도착예정시간과 같은 항행정보가 실려 있는데, 여기서는 이들 정보중에서 특히, 위치, 침로 속도, 거리 및 방위의 변화등에 주목하여 분석을 수행하였다.

ARPA 레이더와 AIS 위치의 비교

부산항 VTS 관제구역 내를 통항하는 모든 선박을 실시간으로 모니터링하기 위해 부산 남구 승두말 정상(35°06′.177N, 129°07′.338E)에 높이 3m의 철제 타워를 설치하고, 타워의 상부에 레이더 안테나를, 그 하부에 DGPS 안테나를 상하로 설치하였다. 본 실험에서는 Fig. 2에서와 같이 레이더 영상을 ECDIS의 ENC 화면상에 AIS 정보와 함께 중첩시켜 표시하면서 실험대상 선박의 동적거동을 추적하였는데, 이 때, ECDIS에서는 자동적으로 추적중인 선박의 WGS-84 측지계에 대한 위치와 방위, 거리, CPA, TCPA 등을 계산하여 표시하게 된다. 또한, 추적중인 선박의 AIS 장치로부터 heading, 위치, COG, SOG 등과 같은 동적정보가 VHF 통신망을 통해 송출되면 이들 정보를 육상 실험국의 AIS 안테나를 통해 수신하여 ECDIS의 화면상에 ARPA 레이더 정보와 함께 표시하였다. 본 연구에서는 이와 같이 수록된 타선에 대한 레이더 추적정보와 AIS 추적정보를 비교, 고찰하고, 그 차이를 정량적으로 산출하여 분석하였다.

결과 및 고찰

부산 외항의 VTS 관제구역내에서 NE 방향으로 통항하는 조사대상선박(MMSI 515347000)에 대한 동적정보를 ARPA 레이더와 AIS 장치를 사용하여 일정 시간간격으로 추적 및 분석한 결과는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서는 부산 남구 승두말 정상(35°06′.177N, 129°07′.338E)에 설치된 레이더 시스

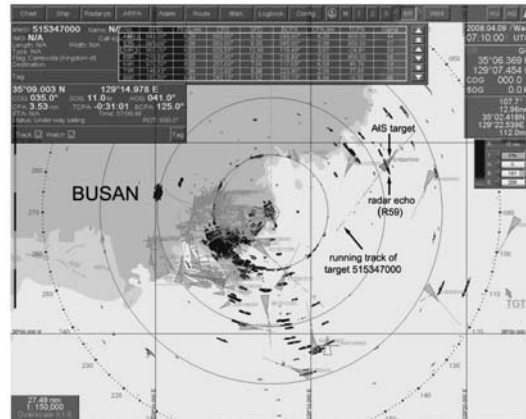


Fig. 3. A running track of target vessel (MMSI 515347000) that was simultaneously tracked by a PC-based ARPA radar and AIS. The difference between radar and AIS information was calculated to obtain a standards for the consolidation of radar and AIS targets.

템에 의해 추적중인 선박(흑색영상)과 AIS 장치에 의해 추적중인 선박(녹색 ▷표시)을 ECDIS의 ENC 화면상에 함께 중첩시켜 나타내었다. Fig. 3에서 레이더에 의해 추적중인 타선의 동적정보는 화면중앙 상부에 추적번호, 방위, 거리, 침로 속도, CPA, TCPA 등을 도표로써 나타내었고, AIS 장치에 의해 추적중인 동적정보는 화면 좌측 상부에 MMSI, 선명, 국적 등의 정적정보와 위치, COG, SOG, heading, CPA, TCPA 등의 동적정보를 함께 나타내었다. 특히, 본 연구에서는 추적목표로써 선정된 선박에 대한 레이더와 AIS 장치에 의한 동적정보의 시간지연을 최소화시키기 위해 해당선박에 대한 추적정보에 각각 세계시(UTC)의 time tag를 붙여 hard disk에 수록하였다. Fig. 3에서 AIS 장치로부터는 UTC 04시 59분 22초에 대한 정보가 ECDIS에 입력되었고, PC-based ECDIS에 장착된 radar signal processor로부터는 UTC 04시 59분 41초에 계산된 동적정보가 전송되어 ENC 화면상에 표시되었음을 알 수 있다. 이와 같이 두 시스템으로부터 제공되는 동적정보가 ECDIS에 입력될 때, 다소의 시간차가 발생하는 문제를 해결하기 위해

이들 정보에 DGPS로부터 입력되는 UTC time tag를 부가한 후, 같은 시각에 대한 두 시스템으로부터의 정보를 비교, 분석하였다.

Fig. 3의 ECDIS의 화면상에서 추적중인 선박은 캄보디아 선적의 선박으로써 레이더 image에 AIS의 녹색 ▷ 기호가 중첩되어 표시되어 있는데, 이들 레이더 image와 AIS 기호는 추적 선박의 운동 벡터를 따라 이동하고 있는 상태이다. 이 때, ECDIS에 입력된 AIS 정보는 MMSI 515347000, 위치 35°08'.856N, 129°14'.850E, COG 34°, SOG 10.9 knots, gyro heading 41° 이고, 또한, 이 AIS target은 레이더 안테나 위치로부터 방위 66.4°, 거리 6.7'의 지점에 통과하고 있는 상태이다. 이에 대해 레이더에서 산출한 동일 선박에 대한 추적정보(tracking no. 59R)는 방위 69°, 거리 6.37', 침로 34.91°, 속력 11.77 knots로써 AIS 장치에 의한 추적정보와 약간의 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, AIS 정보를 기준으로 ARPA 레이더 정보의 오차를 산출할 때, 방위, 거리, 침로 및 속력오차는 각각 -2.6°, +0.33', -0.91°, -0.87 knots임을 알 수 있다.

Fig. 3의 추적중인 선박에 대한 정보는 ARPA 레이더와 AIS에 의해 서로 독립적으로 수록되고 있기 때문에 이들 두 시스템에 의한 추적 위치가 서로 다른 경우, 선교에서는 이들 두 선박을 서로 다른 물표로써 혼돈할 우려가 있다. 따라서, 이들 두 시스템에 의한 데이터를 하나로 통합시켜 표시할 필요가 있다. 아직 레이더와 AIS 표적을 통합시켜 하나의 symbol로써 표시하기 위한 국제기준이 마련되어 있지 않기 때문에 이에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다. 이를 위한 하나의 방안으로써 이들 두 시스템에서 공통적으로 얻을 수 있는 정보가 위치, COG, SOG 뿐이라는 점에 주목할 때, 먼저 시간차가 미소한 각 시스템으로부터의 정보를 대상으로 위치의 근접성을 평가한 후, 그 다음으로 SOG 및 COG의 유사성을 비교, 평가하여 적합한 오차범위 내에 존재하면 이들 두 위치를 하나의 위치로써 통

합시켜 표시하는 방법을 생각할 수 있다.

이를 위해서는 이들 레이더와 AIS로부터 얻어지는 위치, COG, SOG의 차이를 비교, 분석하고, 이들 두 위치를 통합시키는 데 필요한 오차한계를 설정할 필요가 있는데, 먼저 위치에 대하여 이들 두 시스템에 의한 위치의 이동체적을 추적한 결과는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4는 Fig. 3의 실험위치에 설치된 레이더 안테나의 위치좌표에 위도와 경도 방향으로 각각 -1.5nm, +2.0nm의 offset를 적용하여 가상적인 측위 원점을 설정한 후, 이 원점으로부터 ARPA 레이더와 AIS에 의해 실시간으로 추적되고 있는 선박에 대한 변위와 변경을 구하여 나타낸 결과이다. 그림에서 ○은 AIS 추적 위치이고, ●은 레이더에 의한 추적 위치인데, 여기서는 AIS 위치를 기준으로 레이더의 위치를 평가, 분석하였다. Fig. 4에서 이들 두 시스템에 의한 추적 위치의 경도 및 위도 방향에 대한 거리오차의 범위는, 경도방향에서 -0.21nm -(+)0.17nm (평균 -0.022nm), 위도방향에서 -0.16nm -(+)0.25nm (평균 0.030nm)로써, 그 평균적인 거리추적 오차는 0.037nm이었다.

Fig. 3에서 육상 이동국에 설치된 레이더 및 AIS 안테나에 의해 실시간으로 추적 중에 있는 선박의 동적거동에 대한 정보 중에서 레이더에

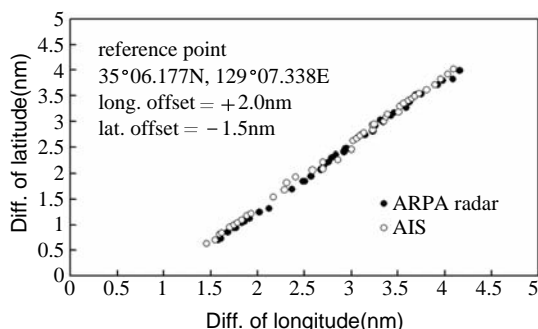


Fig. 4. A running track of the target vessel (MMSI 515347000) tracked simultaneously by a PC-based ARPA radar and AIS. The ship's track was displayed using the distance difference in latitude and longitude directions between measured and reference coordinates.

의해 산출한 침로 및 AIS에 의해 수신되는 타선 침로를 비교, 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 그림에서 ○은 AIS에 의한 침로이고, ●은 ARPA 레이더에 의한 침로인데, 여기서도 AIS 침로를 기준으로 ARPA 레이더의 침로를 평가, 분석하였다. Fig. 5에서 ARPA 레이더에 의한 평균 침로는 37.18°이었고, AIS에 의한 평균 침로는 37.20°, gyro heading은 41.44°이었다. 이들 ARPA 레이더와 AIS에 의한 침로오차의 범위는 -3.01° - (+)2.63°로써, 그 평균적인 침로 오차는 0.018°이었고, 또한, 이 결과로부터 AIS 침로에 대한 이들 두 시스템에 의한 침로 오차의 비율은 0.049%이었다.

Fig. 3에서 MMSI 515347000 선박의 동적거동에 대한 정보 중에서 ARPA 레이더에 의해 산출

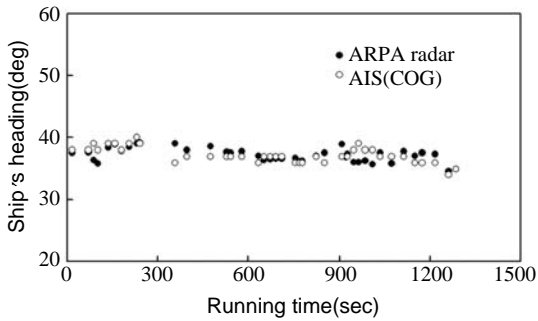


Fig. 5. Comparison of the ship's headings as a function of running time for the target vessel (MMSI 515347000) tracked simultaneously by a PC-based ARPA radar and AIS.

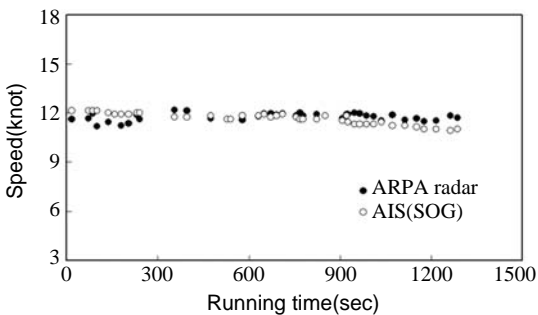


Fig. 6. Comparison of the ship's speeds as a function of running time for the target vessel (MMSI 515347000) tracked simultaneously by a PC-based ARPA radar and AIS.

한 속력 및 AIS에 의해 수신되는 타선 속력을 비교, 분석한 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 ○은 AIS 추적에 의한 속력, ●은 ARPA 레이더 추적에 의한 속력으로써, 여기서는 AIS 속력을 기준으로 ARPA 레이더의 속력을 평가, 분석하였는데, 그림에서 ARPA 레이더에 의한 평균 속력은 11.73knots, AIS에 의한 평균속력(SOG)은 11.62knots이었다. 이들 두 시스템에 의한 속력 오차의 범위는 -0.91knots - (+)0.94knots로써, 그 평균적인 속력오차는 -0.11knots이었고, 또한, 이 결과로부터 AIS 속력에 대한 이들 두 시스템에 의한속력오차의 비율은 0.93%이었다.

Fig. 3에서 MMSI 515347000 선박의 동적거동에 대한 정보 중에서 ARPA 레이더에 의해 산출한 타선방위 및 AIS에 의해 수신되는 타선방위를 비교, 분석한 결과는 Fig. 7과 같다. Fig. 7에서 ○은 AIS로부터의 타선 방위, ●은 ARPA 레이더에 의한 타선방위로써, 여기서는 AIS 방위를 기준으로 ARPA 레이더 방위를 평가, 분석하였는데, 그림에서 이들 두 시스템에 의한 방위오차의 범위는 -2.4° - (+)1.9°로써, 그 평균적인 방위오차는 -1.29°이었다.

한편, Fig. 3에서 MMSI 515347000 선박의 동적거동에 대한 정보 중에서 ARPA 레이더에 의한 타선 거리 및 AIS에 의해 수신되는 정보로부터 계산한 타선 거리를 비교, 분석한 결과는 Fig.

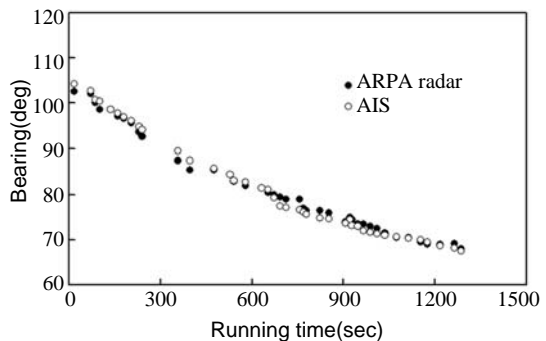


Fig. 7. Comparison of the ship's bearings as a function of running time for the target vessel (MMSI 515347000) tracked simultaneously by a PC-based ARPA radar and AIS.

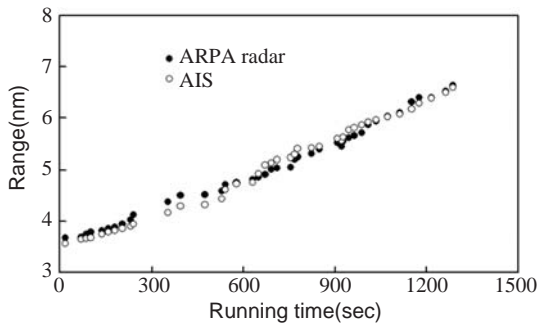


Fig. 8. Comparison of the ship's ranges as a function of running time for the target vessel (MMSI 515347000) tracked simultaneously by a PC-based ARPA radar and AIS.

8과 같다. Fig. 8에서 ○은 AIS로부터의 타선 거리, ●은 ARPA 레이더에 의한 타선 거리로써, 여기서는 AIS 추적거리를 기준으로 ARPA 레이더 탐지거리를 평가, 분석하였는데, 그림에서 이들 두 시스템에 의한 거리오차의 범위는 -0.19nm - (+)0.19nm로써, 그 평균적인 거리오차는 0.1034nm이었다.

특히, Fig. 8에서 MMSI 515347000 선박의 레이더 탐지거리를 R_{radar} , 레이더 안테나로부터 AIS 추적표적까지의 거리를 R_{ais} , 타선에 대한 추적 데이터의 수 N 이라 하면, 이들 두 시스템에 의한 타선의 거리추적 오차율 $R_{error}(\%)$ 은

$$R_{error} = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|R_{ais} - R_{radar}|}{R_{ais}} \right) \times 100$$

에 의해 구할 수 있는데, 본 연구에서 추정된 거리추적 오차율은 2.06%이었다.

일반적으로 같은 선박에 대한 ARPA 레이더의 위치와 AIS의 위치가 서로 일치하지 않을 경우, 자선으로부터 이들 표적까지의 거리차가 그 평균거리의 2.5% 이하, 방위차가 3° 이하, 상대속력 및 상대침로의 차이가 각각 0.2 knots 이하 및 10°이하, AIS 표적의 추정오차가 50m 이하인 경우라면, 이들 두 표적은 하나의 표적으로 통합시켜 표시할 수 있다(UAIS, 2006).

본 연구에서 추정된 이들 파라미터에 대한 값

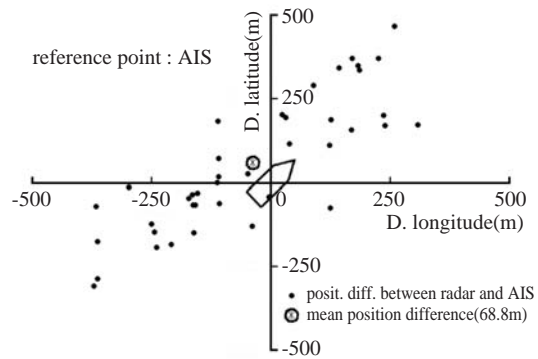


Fig. 9. Tracking error between radar and AIS positions of the target vessel (MMSI 515347000) tracked simultaneously by a PC-based ARPA radar and AIS. The AIS position was used as a reference coordinate for calculating the distance error in latitude and longitude directions for radar tracking.

은 이들 데이터와 매우 유사한 경향을 나타내고 있어 향후 ARPA 레이더와 AIS 위치를 통합시켜 하나의 symbol로써 타선의 위치를 표시하기 위한 기준을 설정하는데 있어 그 기초 자료가 될 것으로 판단된다.

그러나, AIS에 의한 타선의 위치는 선박 중심에 대한 위치가 아니고 DGPS 안테나의 위치이기 때문에 AIS sentence에 포함되어 있는 안테나의 위치 정보를 토대로 선박의 중심위치를 산출해야 한다는 점에 유의할 필요가 있다.

본 연구에서 사용한 레이더는 안테나의 회전수가 24 rpm이므로, ARPA 레이더 추적정보는 이론적으로 2.5 sec의 시간간격으로 데이터의 갱신이 가능하지만, 실제로는 PC-based ECDIS에 장착된 RTX에서 target image가 검출, 처리 및 계산된 후, 추적위치, COG 및 SOG 정보가 ENC 화면상에 표시될 때까지 소요되는 시간만큼 지연되는 동기오차(bias 오차)가 발생한다. 반면, AIS에 있어서는 타선의 속력과 항행상태(직진항해, 선회, 묘박)에 따라 정보의 갱신간격이 변화하는데, 본 연구의 경우에는 일정한 침로상에서 14 knots 이하의 속력으로 직진 항해중인 선박을 대상으로 추적실험을 수행하였기 때문에 해상장

에 물에 기인하여 VHF 전파가 장애를 받지 않는 상황하에서는 이론적으로 10 sec 시간간격으로 추적위치, COG, SOG, HDG, ROT 등의 동적정보가 갱신된다. 그러나, 이들 ARPA 레이다와 AIS 에 의한 타선 정보의 갱신 시간간격이 서로 일치하지 않을 뿐만 아니라 같은 시각에 생성된 정보를 동시에 추출하는 것이 현실적으로 불가능하기 때문에 본 연구에서는 이들 두 시스템으로부터 제공되는 data sentence에 각각 시계열 time tag를 붙인 후, 그 time tag 시각이 서로 매우 근접한 두 시스템에 대한 위치, COG 및 SOG 데이터를 서로 비교, 분석하였는데, 그 결과는 Fig. 9와 같다.

Fig. 9는 AIS 위치를 기준으로 산출한 ARPA 레이다의 위치오차로써, 여기서, ARPA 레이다와 AIS 추적의 시간지연에 따른 위치오차는 무시하였다. Fig. 9에서 기준좌표로써 사용한 AIS 위치에는 상대선박에 탑재된 GPS 측위오차, 안테나 위치의 입력오차 등이 존재하지만 이를 무시하였고, 또한 ARPA 레이다 위치에는 방위와 거리의 측정오차가 포함되어 있지만, 이를 고려하지 않은 상태에서 두 시스템에 의한 위치오차를 산출하였다.

Fig. 9에서 실험 대상 선박(MMSI 515347000)이 부산항 VTS 관제구역에서 직선 항로상을 gyro heading 41.4°, AIS 및 ARPA 레이다 추적침로(COG) 37.2°, 속력 11.7 knots(평균속력)로써 항주할 때, AIS 추적위치를 기준으로 ARPA 레이다 추적위치의 경도 및 위도방향에 대한 거리의 편위량을 산출한 결과, ARPA 레이다의 위치의 평균적인 오차는 AIS 위치로부터 W 방향으로 40.76m, N 방향으로 55.45m이었고, 평균적인 편위량은 68.8m이었다. 이와 같은 위치오차는 Fig. 9에서 ARPA 레이다 추적위치가 AIS 추적위치에 대하여 선수미선의 일직선상(37°)에 광범위하게 분포하는 현상, 특히, 그 분포패턴의 중심이 좌현 정형 부근인 방위 323°, 68.8m에 위치하는 점으로부터 조사선박에 대한 AIS 안테

나의 위치, ARPA 레이다와 AIS 정보의 동기오차 등과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

현재, 우리나라에서는 선박설비기준제 107조에 의거 총톤수 50,000톤 이상의 선박에 경우에만 선회율(ROT) 지시기를 설치하도록 규정하고 있기 때문에 연안해역을 통항하는 중·소형 선박은 물론 대부분의 여객선에 탑재되어 있는 AIS 장치로부터 ROT 정보를 획득할 수 없는 실정이다. 그러나, ROT 지시장치가 탑재된 대형 선박의 경우, AIS 장치에서 출력되는 타선의 ROT 정보로부터 타선의 향후에 대한 예상 항적을 추정할 수 있기 때문에 자선에서는 실시간으로 타선과의 DCPA, TCPA를 보다 정확하게 예측하는 것이 가능한데, 이를 위해서는 ROT 정보를 보정한 CPA 예측에 관한 연구가 요구된다.

한편, 선박에 탑재된 AIS transponder에서는 GPS 장치가 정상적으로 동작하지 않더라도 그 GPS 위치가 일정한 시간간격으로 전송되기 때문에 이 경우에는 비록 같은 선박일지라도 ARPA 레이다 위치와 AIS 위치 사이에 큰 차이가 발생하게 되고, 이 때문에 ARPA 레이다 표적과 AIS 표적의 위치가 서로 일치하지 않는 문제가 발생하기 때문에 주의를 요한다.

이 때, ARPA 레이다에서 추적중인 선박에 대한 표적 icon과 같은 선박에 대한 AIS 표적 icon이 서로 분리되어 표시되는 경우, 선교 당직자는 두 척의 서로 다른 선박이 존재하는 것으로 오인할 우려가 있기 때문에 이들 두 선박에 대한 표적 icon을 하나로 통합시켜 표시하기 위한 기준 설정이 요구된다.

현재, ARPA 레이다와 AIS 정보는 서로 독립적으로 이용될 수도 있지만, ARPA 레이다나 ECDIS를 탑재하고 있는 대부분의 선박에서는 이들 시스템의 화면상에 AIS 정보가 중첩되어 나타나기 때문에 AIS 정보는 ARPA 레이다로부터 취득할 수 없는 부가적인 정보를 제공해준다는 점에서 이들 두 시스템은 기능면에서 상호 보완적인 역할을 수행한다. 그 중에서도 특히, AIS

정보는 ARPA 레이더 전파가 차단되어 타선을 탐지할 수 없는 만곡부 수역에 존재하는 선박의 존재여부 및 통항실태를 제공해 줄 뿐만 아니라 ARPA 레이더에 의해 추적 가능한 탐지범위 밖의 선박의 통항정보를 실시간으로 제공해주기 때문에 실제적으로는 ARPA 레이더의 탐지거리를 증대시키는 역할을 한다. 또한, ARPA 레이더에 의해서는 식별이 불가능한 타선의 선명을 ARPA 레이더 영상에 중첩시켜 표시하기 때문에 ARPA 레이더 스크린 상에서 직접 선박의 식별이 가능하고, 더욱이 선회상태를 나타내는 ROT 정보를 타선의 운동벡터 끝단에 부가하여 나타내 주기 때문에 충돌회피동작을 취하는 데 매우 효과적이다.

향후, 이와 같이 ARPA 레이더 정보와 AIS 정보를 보다 효율적으로 통합시키기 위한 시스템의 구축은 충돌예방을 위한 선교 당직자의 능력을 획기적으로 증진시키는 데 매우 중요한 역할을 할 것으로 판단되나, 이를 위해서는 이들 두 시스템이 갖는 고유의 문제점들을 파악하여 해결하는 것이 무엇보다도 선행되어야 한다고 판단된다.

결 론

우리나라 부산항 VTS 관제구역을 통항하는 선박을 대상으로 ARPA 레이더에 의한 타선의 추적정보와 AIS에 의한 타선의 동적 정보를 상호 비교, 분석함으로써 이들 두 시스템에 대한 선박의 위치, 침로, 방위, 거리, 속도 등의 차이를 정량적으로 평가, 고찰하였다. 먼저 조사대상선박(MMSI 515347000)에 대한 ARPA 레이더와 AIS에 의한 추적정보를 토대로 이들 두 시스템에 의한 거리, 침로, 속도 등의 오차범위를 산출하였다. 그 결과, 거리오차 범위는 $-0.19\text{nm} - (+)0.19\text{nm}$, 평균 거리오차는 0.1034nm 로써, 그 추적거리의 오차율은 2.06% 이었다. 침로오차의 범위는 $-3.01^\circ - (+)2.63^\circ$, 평균 침로오차는 0.018° 로써, 추적침로의 오차율은 0.049% 이었

다. 속도오차의 범위는 $-0.91 - (+)0.94\text{knots}$, 평균 속도오차는 -0.11knots 로써, 추적속력의 오차율은 0.93% 이었다. 또한, 추적대상 선박이 부산항 VTS 관제구역에서 직선 항로상을 gyro heading 41.4° , COG 37.2° , SOG 11.7knots 로써 항주할 때, AIS 위치를 기준으로 추정된 ARPA 레이더 위치의 평균 편위량은 68.8m 이었다. 이들의 결과로부터 외부의 주변장치에서 AIS의 VHF 통신망을 통해 ROT, COG, SOG 및 HDG 등의 정보가 실시간으로 수신되는 경우, 현재 추적 중인 선박에 대한 미래의 통항상태를 정확하게 예측할 수 있음을 알 수 있었다. 특히, AIS에 의해 실시간으로 제공되는 ROT 정보를 고려하여 radar tracking algorithm을 개발하면 추적 선박의 통항상태를 실시간으로 예측 가능하기 때문에 선교 당직자의 충돌회피능력을 향상시키는 데 크게 기여할 것으로 판단된다. 본 연구의 성과는 한척의 같은 선박임에도 불구하고, 당해 선박에 대한 ARPA 레이더 및 AIS의 추적정보가 서로 일치하지 않은 관계로 ECDIS나 ARPA 레이더 화면상에 마치 서로 다른 두 척의 선박이 존재하는 것처럼 나타나는 현상을 해결하기 위한 ARPA 레이더와 AIS 표적의 통합화(consolidation)의 기준을 설정하는 데 필요한 기초자료가 될 것으로 판단한다.

사 사

이 논문은 2007학년도 부경대학교 기성회 학술연구비에 의하여 연구되었습니다(과제번호 PK-2007-050). 연구비지원에 감사드립니다. 또한, 현장실험 및 자료 분석에 협조해 준 정봉규 항해사 및 어업계측공학 실험실 조원에게도 감사드립니다.

참고문헌

- Liu, S., H. Hagiwara, R. Shji, H. Tamara and T. Okano, 2004. Radar network system to observe & analyze Tokyo bay vessel traffic. IEEE A&E system

- magazine, 3 –11.
- Imazu, H., T. Fujisaka, J. Fukumoto and Y. Okake, 2003. Study of the integration and presentation of navigation information. The Journal of Japan institute of Navigation, 109, 133 – 140.
- IMO, 2004a. Large passenger ship safety. -Effective voyage planning for large passenger ships-. NAV50/11/1, pp. 10.
- IMO, 2004b. Adoption of the revised performance standards for radar equipment. MSC79/23/Add.2, pp. 4.
- Takeda, K., 2004. Introduction of AIS system to VTS charts. Navigation, 160, 96 –102.
- Torsten, G. and S. Wolf, 1988. AIS(transponder) data in ECDIS. www.sevencs.com/ecdis/aisdata.htm, pp. 6.
- UAIS, 2006. Recommendation for integration of AIS in bridge operations. www.uais.org/AISRecommendationsTOC.htm, pp. 8.
- Volker, K., 2006. Experience with the on-board use of AIS. 3th International workshop on intelligent transportation WIT2006, 1 –7.
- 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-. The Journal of Japan Institute of Navigation, 112, 35 –41.
-
- 2008년 5월 26일 접수
2008년 6월 9일 1차 수정
2008년 6월 12일 수리