

근해 어선에 대한 AIS와 레이더 표적정보의 통합

이 대 재*

부경대학교 해양생산시스템관리학부

Integration of AIS and radar target information for offshore fishing vessels

Dae-Jae LEE*

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

The dynamic information of radar and automatic identification system (AIS) for targets obtained from the traffic vessels operating in the north outer harbor and surrounding waters of Busan port, Korea. The target information was analyzed to investigate the potential collision risk resulting from the invalid true heading (HDT) information of AIS and the integration ambiguity in the graphic presentation of both tracked data sets for two systems. An integrated display system (IDS) for supporting the navigator of offshore fishing vessels was also developed to find possible maneuvering solutions for collision avoidance by comparing radar data with AIS data in real-time at sea. Consequently, the multiple functions of IDS can provide additional information that is potentially valuable for taking action to avoid the collision in offshore fishing vessels. However, the integration criteria of radar and AIS targets in the IDS must be carefully established to eliminate the fusion ambiguity in the graphic presentation of both AIS and radar symbols such as the one or two physical targets which are very close to each other.

Keywords : Integrated display system, AIS, Radar, Offshore fishing vessel, ECDIS

서 론

우리나라의 선박설비기준 제108조의 5 (국토해양부 고시 제2013-179호)에 따르면 연해구역 이상을 항해하는 총톤수 50톤 이상의 부선을 제외한 모든 선박은 선박 자동식별장치 (automatic identification system, AIS)를 의무적으로 탑재해야 하고, 특히 국제항해에 종사하지 않는 50톤 이상의 근해어선은 class A (SOLAS (international convention for the safety of life at sea) 대상선박)나 class B (non-SOLAS 대상선박) AIS 가운데 어느 하나를 의무적으로 설치, 운용해야 한다. 2013년 현재, 수산업법시행령 (제24353호)에서 정하는 총톤수 8톤 이상의 동력어

선을 사용하는 어업 (이하 근해어업이라 함.)에 대한 21개 업종의 선박 허가정수는 총 2,639척으로서, 이중 50톤 이상의 어선을 사용하는 외끌이 대형저인망어업 (34척), 쌍끌이 대형저인망어업 (37척), 동해구 외끌이 중형저인망어업 (20척), 서남구 외끌이 중형저인망어업 (29척), 대형트롤어업 (34척), 동해구 중형트롤어업 (23척), 대형선망어업 (25척) 등에 대한 허가정수는 209척이다. 이들 업종별 어선들이 조업하는 우리나라의 근해해역에 있어서는 어업자원의 감소, 조업경쟁, 중국어선의 불법조업, 조업경비 및 유가의 상승 등으로 인해 무리한 조업의 강행에 따른 어선의 해난사고가 빈발하고 있어

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

체계적인 어선의 항해안전관리 및 보다 과학적인 충돌 예방정보의 제공에 대한 필요성이 대두되고 있다. 보다 심각한 것은 이들의 사고가 시계가 양호한 해상조건하에서 피항선과 유지선의 항법의무의 준수 불이행이 주된 충돌원인이어서 해상안전에 대한 교육 및 간이 충돌 예방시스템의 도입이 절실히 요구되고 있는 상황이다 (Kim, 2013).

일반적으로 AIS는 자동레이더플로팅장치 (automatic radar plotting aid, ARPA) 에 비해 항해안전에 기여하는 부가적인 장점, 즉, VHF (very high frequency) 통신망을 이용하기 때문에 레이더의 탐지범위 내에 존재하는 표적의 추적이 가능할 뿐만 아니라, 레이더가 탐지할 수 없는 장애물의 그늘영역에 존재하는 표적의 정보까지도 제공할 수 있다 (UAIS, 2006; Yamada et al., 2005). 또한, 레이더가 타선의 방위와 거리를 측정하여 자선에 대한 타선의 상대적인 동적거동을 추적하는데 비해, AIS는 타선의 해상이동업무식별번호 (maritime mobile service identity, MMSI), 선명과 같은 정적정보 및 위치, 침로, 속력 및 변침상황 등과 같은 절대적인 동적거동 및 항해안전 정보를 실시간으로 제공하는 장점을 갖고 있다 (Imazu et al., 2003; IMO 2004; Liu et al., 2004; Shin et al., 2006; Takeda, 2004; Torsten et al., 1988). 그러나, AIS 추적 데이터를 전자해도정보표시장치 (electronic chart display and information system, ECDIS)나 간이전자해도장치 (electronic chart system, ECS)의 화면에 표시할 때, 차동 GPS (differential global positioning system, DGPS)의 대지침로 (course of ground, COG), 대지속력 (speed of ground, SOG) 벡터와 자이로 컴퍼스의 진방위 (true heading, HDT) 벡터에 큰 차이가 발생하는 경우가 관찰되어 해당 선박에 대한 실제의 항적을 추적하지 않으면 상대 물표의 동적거동을 오판할 우려가 있어 이에 대한 체계적인 연구가 절실히 요구된다 (Lee, 2008).

따라서, 본 연구에서는 먼저, 연근해 어선에 탑재되어 있는 레이더, AIS, GPS 컴퍼스, 풍향풍속계, DGPS 등의 항법장치로부터의 출력되는 항행 데이터를 토대로 AIS 수신기의 부정확한 정보에 기인하는 충돌의 위험성을 평가, 분석하고, 이들 레이더와 AIS의 추적 데이터를 중첩시켜 자선 주변에 대한 타선의 동태를 실시간으로 파악할 수 있는 간이형 통합표시시스템을 개발하였다. 이 개발 시스템에서는 레이더와 AIS 표적 정보의 통합화를 실현하기 위한 시도로서 필요에 따라 시스템 운용자

가 통합화의 조건을 설정토록 하여 AIS와 레이더 추적 물표의 심벌을 통합하고, 이들 정보를 백업 및 재생할 수 있도록 하였다.

재료 및 방법

레이더 정보의 해석 및 물표 추적

부산 북항 및 그 인접 수역을 통항하는 모든 선박을 대상으로 레이더에 의한 선박 영상과 이들 선박으로부터 수신되는 AIS의 동적정보 등을 실시간으로 수록 및 분석하는 데 사용한 실험장치의 계통도는 Fig. 1과 같다. 레이더 물표의 추적 및 해석 장치는 ECDIS (PM3d, 마린전자, 한국), 레이더 표적 추적장치 (radar target extractor(RTX), 마린전자, 한국), GPS compass (마린전자, 한국), 선박용 레이더(MD-3641, Koden, Japan), 전자해도 (electronic navigational chart, ENC), DGPS (GP37, Furuno, Japan), 풍향풍속계 (Wind3150, NAVMAN, USA) 등으로 구성하였다. 사용 레이더의 송신출력은 4 kW이고, 안테나의 송신 빔 폭은 수평 4°, 수직 25° 이고, 회전수는 24rpm이었다.

본 연구에서는 부산 북항 및 그 주변 수역을 통항하는 선박을 시각적으로 관찰 가능한 부산시 남구 승두말 정상 (35° 06.177N, 129° 07.338E)에 육상 이동국을 설치하고, 이 관측점에 전원공급장치를 포함하는 모든 실험장치를 고정 배치한 후, 실험을 수행하였다. 육상국에 설치된 레이더에서 안테나가 1회 회전할 때마다 RTX에 입력되는 물표의 영상신호는 12 bit, 40 MHz로서 수치화되

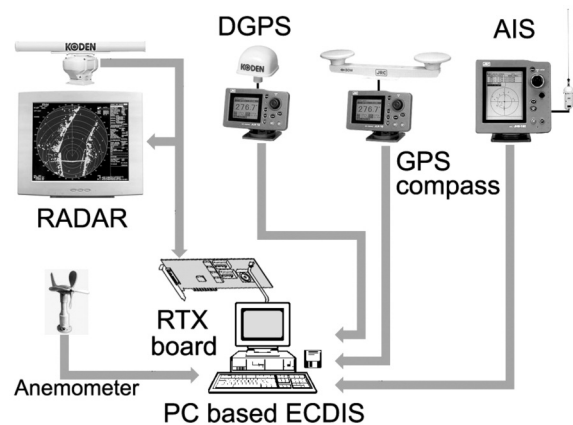


Fig. 1. A real-time tracking system for traffic vessels in the north outer harbor and surrounding waters of Busan port. The target tracking system consists of five subsystems of PC-based radar system, DGPS, GPS compass, anemometer and AIS system.

고, 거리 및 방위방향으로 512×720 배열의 에코 프레임(echo frame)에 대한 메모리 맵(memory map)이 생성되면서 탐지물표에 대한 추적을 행한다. 이렇게 추적한 모든 선박의 레이더 추적정보는 표적추적 메시지(tracked target message, TTM)로서 출력되어 ECDIS에 전송되어 표시된다. 여기서는 이들 TTM 정보 중에서 주로 타선거리와 방위, 침로와 속력, 최근접점(closest point of approach, CPA)까지의 거리(distance to CPA, DCPA) 및 최근접점까지의 시간(time to CPA, TCPA) 등의 정보를 추출하여 이것을 AIS 정보와 비교 분석하였다. 또한, RTX에서 계산된 모든 선박의 추적정보는 다시 ECDIS 메모리에 전송되어 ENC 화면상에 실시간으로 표시되고, 사용자의 요구에 의해 하드디스크에 수록된다. 이 실험에서 육상 이동국의 위치 및 레이더 안테나의 방위 정보는 각각 DGPS, GPS 컴퍼스로부터 제공되는 항법시스템 상호간의 데이터 송수신을 위한 프로토콜(national marine electronics association, NMEA), 즉 NMEA0183 포맷으로부터 전달받아 이용하였다.

한편, AIS의 탑재기준이 되는 50톤 이상의 근해어선에서 어로작업 및 항해안전을 지원하기 위한 간이형 통합표시시스템(integrated display system, IDS)에 있어서는 풍향풍속 정보도 함께 제공하도록 하였는데, 이를 위해 NMEA0183 포맷의 \$WIMWV 메시지를 실시간으로 수신하여 DGPS의 COG, SOG 데이터와의 벡터계산에 의해 진풍향과 진풍속을 나타내었다.

AIS 정보의 수록 및 해석

부산 북항 및 그 인접수역을 통항하는 모든 선박으로부터 수신되는 이동표적에 대한 AIS의 동적정보는 동일 선박에 대한 레이더 영상을 실시간으로 추적한 RTX의 TTM 정보와 서로 비교, 분석하였다. 선박에 탑재되는 Class-A AIS 수신기는 타선의 속력과 변침 여부에 따라 2-10sec 간격으로 !AIVDM(AIS VHF datalink message) 프로토콜을 ASCII 데이터로서 부호화(coding)하여 갱신해 주기 때문에 실시간으로 수신되는 !AIVDM 프로토콜 메시지를 복호화(decoding)하면 타선의 MMSI, DGPS의 COG, SOG, 측위위치(경도, 위도), 또한 자이로 컴퍼스(gyrocompass)의 진침로, 선회율 지시기의 ROT(rate of turn) 정보 등을 모니터링할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 이와 같은 !AIVDM 프로토콜의 복호화하여 레이더의 TTM 데이터와 함께 50톤 이상 연근해 어선의

동적거동특성을 실시간으로 모니터링하기 위한 간이형 통합표시시스템(integrated display system, IDS)을 개발하고, 여기에 이들 정보를 함께 나타냄으로서 어선의 조업안전과 어장에서 직면할 수 있는 충돌상황을 사전에 판단하여 효과적으로 대처하기 위한 방안을 분석, 고찰하였다.

레이더와 AIS 위치정보의 통합표시 시스템 개발

부산 북항 및 그 인접수역을 통항하는 모든 선박을 실시간으로 모니터링하기 위해 부산 남구 승두말 정상에 높이 3m의 철제 타워를 설치하고, 타워의 상부에 레이더 안테나를, 그 하부에 DGPS 안테나를 상하로 설치하였다. 본 실험에서는 Fig. 1에서와 같이 레이더 영상을 ECDIS 시스템의 ENC 화면상에 AIS 정보와 함께 중첩시켜 표시하면서 실험대상 선박의 동적거동을 추적하였는데, 이 때, ECDIS 시스템에서는 자동적으로 추적중인 선박의 WGS84 측지계에 대한 위치와 방위, 거리, CPA, TCPA 등을 계산하여 수록 및 표시하게 된다. 또한, 추적중인 선박으로부터 HDT, 위치, COG, SOG 등과 같은 동적정보가 VHF 통신망을 통해 수신되면 이들 AIS 정보를 ECDIS 화면상에 레이더의 영상 및 TTM 정보와 함께 중첩시켜 표시하였다. 본 연구에서는 이와 같이 수록된 타선에 대한 레이더 추적정보와 AIS 추적정보를 비교, 고찰하였는데, 특히, 이들 정보가 서로 일치하지 않는 경우에 초래될 수 있는 충돌의 위험성을 미연에 방지하기 위한 문제에 주목하여 50톤 이상의 근해어선에서 활용 가능한 간이형 정보통합표시시스템, 즉 IDS를 개발하는데 초점을 맞추어 연구를 수행하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 부산 VTS(vessel traffic service) 관제수역을 통항하는 많은 선박으로부터의 AIS 수신정보를 분석하여 이들 선박에 대한 위치, MMSI, 통항상태, COG, SOG, 자이로 컴퍼스의 HDT 벡터 등에 대한 정적 및 동적 정보를 고찰한 결과, 특히, HDT 정보가 부정확한 선박이 다수 식별되었는데, 그 사례의 일례는 Fig. 2와 같다. Fig. 2는 MMSI 번호가 51424300인 선박(좌측)과 MMSI 번호가 371618000인 선박(우측)에 대한 상호간의 조우 관계를 묘사한 ECDIS 화면 영상이다. Fig. 2에서 좌측 선박은 위도 35° 03' .581N, 경도 129° 21' .714E 위치에서 COG(점선) 245°.0, SOG 7.1knot, HDT(실선)

149°.0로서 항행 중에 있고, 우측 선박은 위도 35° 03'.419N, 경도 129° 22'.406E 위치에서 COG (점선) 207°.0, SOG 18.4knot, HDT (실선) 210°.0로서 항행 중인 상태이다. 또한, Fig. 2의 (a)에는 좌측 선박에 대한 과거의 항주궤적을, 또한, (b)에는 우측 선박에 대한 과거의 항주궤적을 각각 나타내었다. 이들 그림에서 각 선박에 대한 항주궤적을 살펴보면, 우측 선박의 COG/SOG와 HDT 벡터는 모두 과거의 항주궤적과 일치하고 있지만, 좌측 선박에서 COG/SOG (점선) 벡터는 항주궤적과 일치하고 있는 반면, HDT (실선) 벡터는 COG/SOG (점선) 벡터와 96°의 차이를 나타내었고, AIS 심벌의 선수방향이 HDT에 의해 표시되고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 두 선박의 항행 상태로부터 판단할 때, 좌측 선박의 자이로 컴퍼스 HDT가 어떤 이유에서 부정확하게 AIS 장치에 입력되고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 상황이 시계가 매우 불량한 야간에 전개될 때, 우측 선박의 선교 당직자가 이에 대한 정확한 지식이 없는 경우, 좌측 선박의 동적 거동을 정확하게 파악할 수 없어 예기치 못한 해난사고가 초래될 우려가 있기 때문에 주의를 요한다. 그러나, Fig. 2에서 알 수 있는 바와 같이 자선에서는 이와 같은 송신 데이터의 오류 여부를 판단하기가 매우 어렵기 때문에 VTS 센터나 오류를 인지한 타선에서 해당 선박에 통보하여 시정토록 하는 상호 협력을 위한 개선 방안이 모색되어야 할 것이다. 이와 같이 타선의 자이로 컴퍼스의 HDT 벡터가 부정확하게 표시되는 원인의 하나는 실제의 자이로 컴퍼스는 정상적으로 작동되고 있지만, HDT 정보를 다른 주변장치에 공급할 목적으로 아날로그 동기 선수방위 (analog synchro heading) 신호를 자이로 변환기 (gyro convertor)를 통해 NMEA0183의 디지털 신호로 변환할 때, 오프셋 (offset) 조정을 통해 자이로 컴퍼스가 지시하는 선수방위각과 자이로 변환기에서 출력되는 선수방위각을 서로 일치시켜야 함에도 불구하고, 이 설정을 수행하지 않아 발생하는 문제라고 판단된다.

특히, 시계가 매우 제한된 상황 하에서 두 선박이 협수로나 통항 분리대가 설정된 항로를 서로 마주치는 상태로 통항할 때, ARPA 레이더나 ECDIS 화면상에 AIS로부터 수신되는 타선의 부정확한 HDT 벡터가 그대로 표시될 경우, 상대 선박은 타선이 협수로를 횡단하고 있다고 오판할 우려가 있기 때문에 양 선박이 매우 위험한 상황에 직면할 가능성이 있으므로 이에 대한 기준을 마

련할 필요가 있다고 판단된다.

또한, Fig. 2에서 ECDIS에서는 현재 탐지하여 추적 중인 모든 AIS 표적에 대한 과거의 동적거동을 누적시켜 처리 및 표시할 수 있기 때문에 만일 HDT, COG, SOG 및 ROT 정보가 정확하게 각종 AIS interface에서 처리된 후, VHF 통신망을 통해 ECDIS 시스템에 입력된다면, 이들 추적표적이 그 시각 이후에 취하려고 하는 동적거동의 예측이 가능하기 때문에 충돌예방 및 안전항해와 관련한 당직 항해사의 능력을 향상시키는 데 크게 기여할 것으로 판단된다.

현재, 우리나라의 각 지방해양항만청 무선국에서는 각 지방청별로 해상관제절차에 따라 설정된 관제구역을 통항하는 국제항해 및 300톤 이상의 모든 선박(내항 어선 제외)을 대상으로 교통안전의 확보, 해양환경의 보호, 통항선박의 실시간 모니터링과 정보제공 등을 목적으로 ARPA 레이더, VHF, AIS, CCTV (closed circuit television), 전파통신시스템 등을 이용한 VTS 시스템을 운영하고 있다. 이들 센터에서는 필요한 경우, 또는 선박의 요구가 있을 경우, 항행안전을 위하여 다른 선박의 항행 의도 및 식별, 위치보고, 항로 및 기상조건, 선박통항의 위험요소 등의 정보를 제공하도록 규정하고 있기 때문에 통항선박에서 AIS를 통해 송출되는 HDT 정보의 오류 등과 같은 부정확한 동적 및 정적 정보가 타선에 제공됨으로써 초래될 수 있는 해난사고를 미연에 예

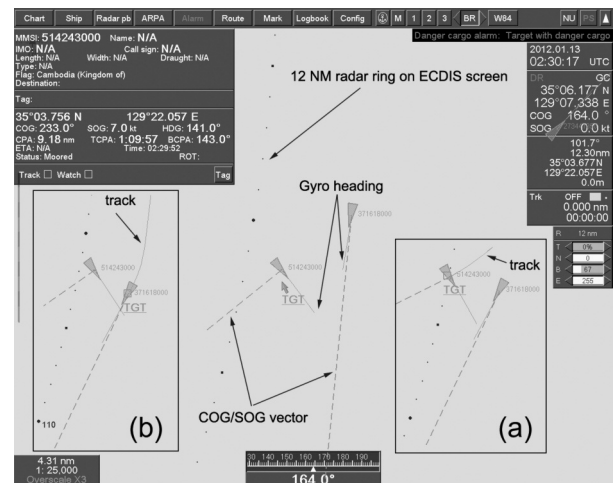


Fig. 2. Collision risk caused by the incorrect setting of the output parameter of the gyro-compass connected to the AIS system. The gyro-compass heading and running track of MMSI 371619000 agree with each other, but the gyro-compass heading of MMSI 514243000 is not in keeping with the running track.

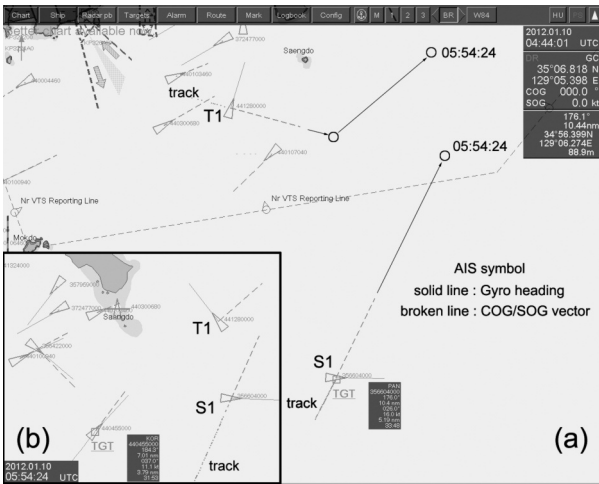


Fig. 3. Running tracks of two target vessels (MMSI 356604000, MMSI 441280000) showing the incorrect true heading not being synchronized to the gyro compass in the north outer harbor and surrounding waters of Busan port.

방하기 위한 감시 시스템의 구축 및 이에 대한 연구가 시급히 수행될 필요가 있다고 판단된다.

Fig. 3은 부산 북항의 VTS 관제선 (reporting line)의 남측 경계선 부근에 대한 AIS 탐지상황을 ECDIS 화면상에 나타낸 결과이다. 일반적으로 AIS 표적을 관찰할 때, 가장 중요한 요소 중의 하나는 과거의 이동궤적을 감시하는 것이다. Fig. 3에서는 AIS 표적의 COG/SOG 벡터, HDT 벡터, 이동궤적 등을 함께 나타낸 결과로서, 여기서는 UTC 04:44:01 시각의 S1 표적 (MMSI 356604000) 과 T1 표적 (MMSI 441280000)의 동적거동에 대해 주목하여 자이로 컴퍼스 HDT 정보의 부정확성이 초래하는 잠재적인 위험성을 고찰하였다. 이들 두 표적은 공교롭게도 HDT 값이 선박의 과거 항행궤적으로부터 볼 때 부정확하게 설정되어 있음을 알 수 있는데, S1 선박의 경우에는 HDT 95°, COG 27° 로서, 그 침로차는 68°, T1 선박의 경우에는 HDT 19°, COG 106° 로서, 그 침로차는 87° 를 나타내고 있다. 이와 같은 상황 하에서 S1 선박은 UTC 05:54:24까지 침로 변경 없이 유지선의 상태로서 항해를 연속하여 (b)의 S1 위치에 도달하였고, T1 선박은 피항선의 입장에서 UTC 05:15:49에 60° 로 변침하여 (b)의 T1 위치에 도달한 상태이다. Fig. 3의 (b)에서 알 수 있는 바와 같이 UTC 05:54:24에 대한 상황에서 두 선박의 HDT 벡터에 전적으로 의존하여 이들의 이동방향을 예측해 보면, 분명히 두 선박은 서로 멀어지는 상황으로 잠재적인 충돌위험이 전혀 없는 것처럼 보인다. 그러나,

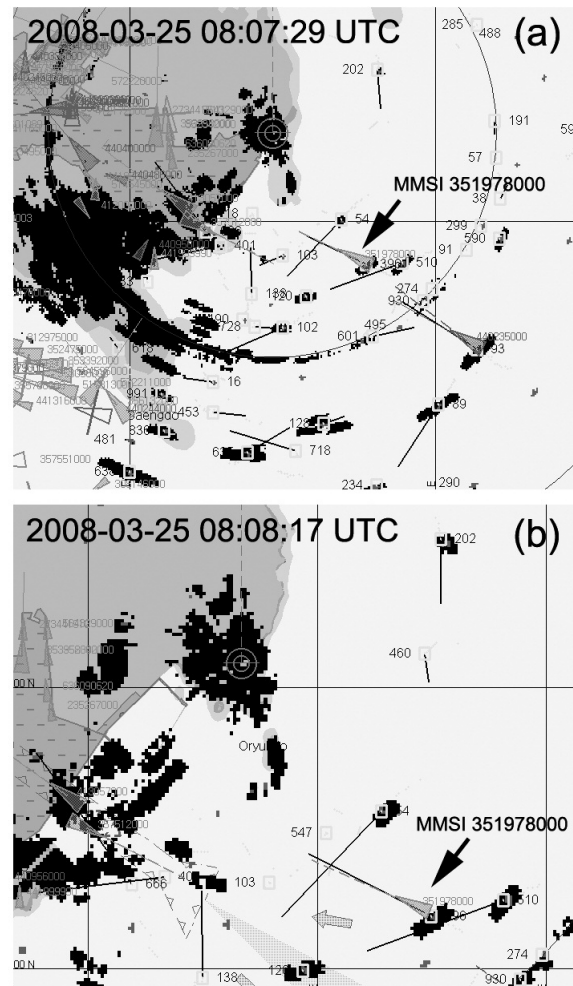


Fig. 4. Images showing the dynamic behavior for target vessel (MMSI 351978000) tracked simultaneously by PC-based radar system and AIS system on the ECDIS screen with radar overlay. The tracked target vessel is displayed without (a) and with (b) the fusion ambiguity in the graphic presentation of both AIS and ARPA radar symbols, respectively.

실제에는 과거의 이동궤적과 일치하는 COG 벡터를 살펴보면 두 선박은 잠재적인 충돌상황으로 접어들고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 문제가 발생한 근본적인 원인은 HDT와 COG 벡터의 불일치 때문이고, 이로 인해 시계가 불량한 악천후에서는 항법상의 오판을 초래할 위험이 발생한다. 따라서, 이와 같은 잠재적인 충돌 위험을 미연에 근본적으로 방지하기 위해서는 AIS가 제공하는 표적정보의 정확성 여부를 검증하기 위한 또 하나의 보조항법장치를 사용하여 이들 표적정보를 서로 비교, 분석하는 것이다. 이에 대한 고찰을 위해 AIS 표적

정보와 ARPA 레이더의 TTM 정보를 서로 중첩시켜 ECDIS 화면상에 나타낸 결과는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4는 부산 북항 인근해역에서 2008년 3월 25일에 탐지한 선박중 동일한 선박임에도 불구하고 ARPA 레이더와 AIS 심벌의 표시위치의 차이가 발생하여 해당 선박을 식별하는데 문제가 발생할 소지가 있는 사례를 나타낸 것이다. Fig. 4의 (a)와 (b)는 각각 UTC 08:07:29와 UTC 08:08:17에 MMSI 351978000의 AIS 위치정보와 ARPA 레이더 위치정보를 ECDIS 화면상에 서로 중첩시켜 나타낸 것이다. Fig. 4 (a)에서 해당 선박에 대한 AIS 심벌은 ARPA 레이더 심벌과 정확하게 중첩되어 동일한 위치에 나타나고 있어 동일한 선박에 의한 추적 심벌임을 명확하게 식별할 수 있는 상황이다. 따라서, 이 경우에는 ARPA 레이더와 AIS 추적선박에 대한 심벌을 하나로 통합하여 ARPA 레이더 정보는 억제시키고, AIS 심벌만을 표시하기 위한 통합판정기준 (association criteria)에 부합하는 상황에 해당된다. 그러나, Fig. 4 (b)의 경우에 있어서는 Fig. 4 (a)의 영상보다 불과 38초 후에 기록된 영상이지만 MMSI 351978000 선박의 AIS 추적 심벌과 ARPA 레이더 추적 심벌의 DGPS에 대한 COG 333.6° 벡터와 자이로 컴퍼스에 대한 HDT 335° 벡터는 거의 일치함에도 불구하고, 두 심벌은 서로 약 0.12마일 떨어진 위치에 나타나고 있어 선교 당직자의 입장에서 이들 두 심벌의 표적을 같은 표적으로 간주할 것인가 아니면 서로 다른 표적으로 판단해야 할 것인가에 대한 혼돈이 초래된다. 따라서 이와 같은 ARPA 레이더 추적표적과 AIS 추적표적의 동일 여부를 판정하는 통합판정 기준을 설정하고, 이 기준에 따라 두 심벌을 하나로 통합하는 절차를 마련하는 것이 항해안전을 확보하는데 있어 매우 중요한 요소가 된다. 이와 같이 한 척의 같은 선박임에도 불구하고, 당해 선박에 대한 ARPA 레이더와 AIS의 추적정보가 서로 일치하지 않을 때에는 ECDIS나 ARPA 레이더 화면상에 마치 서로 다른 두 척의 선박이 존재하는 것처럼 나타나는 현상이 필연적으로 초래된다.

따라서, 본 연구에서는 ARPA 레이더와 AIS를 탑재하고 있는 우리나라 연근해 어선에 종사하는 당직 근무자가 이들 두 시스템에 대한 표적 정보를 용이하게 식별하여 수많은 어선이 함께 조업하는 어장에서도 안전하게 주변 선박의 동태를 정확하게 파악할 수 있는 간이형 통합정보표시시스템을 개발하였는데, 그 개발 시스템의

소프트웨어 레이아웃 (layout)은 Fig. 5와 같다. Fig. 5의 통합정보표시시스템에서 가장 중요한 사항은 이들 두 시스템에서 탐지한 표적의 동일여부를 판정할 때, 만일, AIS 표적 데이터의 갱신이 지연되고 있는 경우와 ARPA 레이더 표적이 소실되어 추적지연이 발생하고 있는 경우, 또한, HDT 설정이 부정확한 경우 등에 대한 문제이다. AIS에서 데이터 갱신 지연이 발생하고 있을 때에는 ARPA 레이더 추적정보가 AIS 정보의 불연속성을 보완할 수 있는 대체기능을 수행할 수 있다는 점에서 매우 중요하다. 그러나, ARPA 추적정보의 경우에 있어서도 기상상황이 급변하여 레이더 표적이 소실되는 등에 의해 추적시간이 지연되면, 동일한 표적임에도 불구하고 AIS와 ARPA 레이더 심벌이 중첩되지 않고 서로 분리되어 표시되는 문제가 발생할 것이다. 이 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 Fig. 5의 통합정보시스템을 개발하였다. Fig. 5의 IDS에서는 주로 50톤 이상의 연근해 어선이 조업 중에 타선의 동적거동특성을 판단할 때, AIS 정보의 비교수단으로 ARPA 레이더 정보를 활용할 수 있도록 함과 동시에 이들 두 위치정보를 함께 표시함으로써 타선에 대한 동적거동의 오판으로 초래될 수 있는 잠재적인 충돌상황을 미연에 방지하는 데에 초점을 두고 개발된 것이다.

일반적으로 ARPA 레이더와 AIS에서 탐지한 표적의 동일성을 파악하기 위해서는 각 표적 심벌 상호간의 거리차, 방위차, 침로차, 속도차 등을 평가해야 하는데 (Tokyo Keiki, 2009; Furuno, 2011), 보통 이들 두 표적의

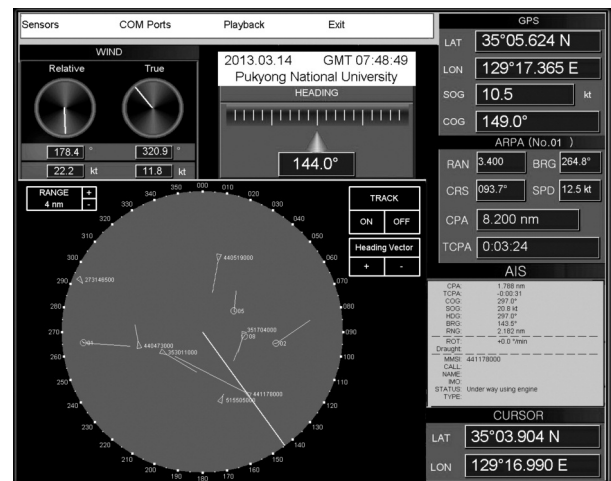


Fig. 5. Layout of the integrated display system for supporting the safe navigation and fishing operation of offshore fishing vessels developed in this study.

거리차가 그 평균거리의 2.5%이하, 방위차가 3° 이하, 상대속력 및 상대침로의 차가 각각 0.2knot 이하 및 10° 이하, AIS의 위치추정오차가 50m 이하인 경우라면, 이들 두 표적은 하나의 표적으로 통합시켜 표시할 수 있다 (UAIS, 2006). 그러나, AIS에 의한 타선의 위치는 선박 중심에 대한 위치가 아니고 DGPS 안테나의 위치이기 때문에 AIS 메시지에 포함되어 있는 안테나의 위치 정보를 토대로 선박의 중심위치를 산출해야 한다는 점에 유의할 필요가 있다.

Fig. 5에서 ARPA 레이더와 AIS 정보를 서로 중첩시켜 표시할 때, 사용자가 같은 물표를 서로 다른 표적으로 오판해서는 안되며, 또한 매우 인접하여 분포하는 서로 다른 두 물표가 하나의 동일한 물표로 오판되어서도 안된다. 이를 위해서는 무엇보다도 AIS에서 제공되는 정보가 정확해야 하는데, 부산 북항과 인접수역에서의 많은 통항 선박들로부터 수록한 Fig. 4의 관측 및 추적정보를 살펴볼 때, 자이로 컴퍼스의 \$SHEHDT 메시지의 선수 방위 정보가 유효하지 않은 경우가 많았고, 이로 인해 비록 같은 선박이라 할지라도 두 시스템에 의한 추적 데이터의 선수방위 차가 통합판정기준 (UAIS, 2006; Lee, 2008)을 만족하지 못해 다른 선박으로 오판하는 경우가 많이 발생하였다. 따라서, 본 연구에서는 어떤 통합판정 기준을 미리 정해 놓고 추적중인 표적을 자동적으로 통합하는 절차를 수행하는 대신에 시스템 운용자가 필요할 때, 인위적으로 두 시스템에서 포착한 추적정보를 바탕으로 표적을 서로 통합할 수 있도록 하였다. 이를 위해 Fig. 5에서는 Fig. 6의 5개 항법시스템에 연결된 인터페이스를 통해 수집되는 레이더, AIS, GPS 컴퍼스, 풍향 풍속계, DGPS 데이터 등을 연속적으로 갱신하면서 운용자의 요청에 따라 이들 정보를 백업 및 재생할 수 있도록 시스템을 개발하였다.

그러나, Fig. 5와 같은 통합정보시스템을 사용할 때, 가장 많이 직면하는 어려움은 모니터링 해역을 통항하는 선박이 폭주하는 경우, 각 선박의 침로나 속력 변화에 의해 결정되는 AIS 데이터의 갱신간격이 불규칙하게 지연되는 문제가 빈번하게 발생하고, 이 때문에 같은 선박일지라도 레이더와 AIS 데이터 사이에 추적 시간차가 필연적으로 발생한다. 이로 인해 두 데이터 심벌이 서로 분리되어 표시되는 현상이 발생하기 때문에 시스템 운용자로서는 이들 두 심벌을 서로 다른 선박으로 오인하는 경우가 불가피하게 발생할 가능성도 있음에 유

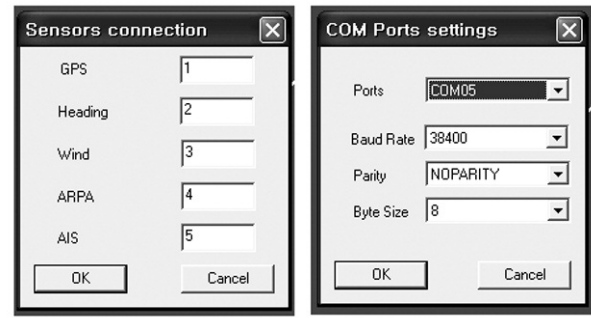


Fig. 6. Control windows for setting the sensor connection and NMEA 0183 interface parameters for the integrated display system developed in this study.

의해야 한다. 또한, 각 선박은 DGPS 안테나의 설치좌표를 AIS의 !AIVDM 메시지를 통해 전송하지만, 이에 대한 정확도가 결여되어 있는 경우에는 \$GPGGA 메시지로부터 수집되는 타선의 위치에 큰 오차가 발생한다. 이때문에 레이더의 \$RATTM 메시지로부터 얻어지는 타선의 방위와 거리를 본선 DGPS 측위위치를 기준으로 표시할 때, 레이더와 AIS 심벌이 서로 일치하지 않는 경우도 다수 관측되고 있다. 그러나, 현재로서는 이와 같은 두 시스템에 의한 표적 심벌의 화면표시에 대한 불확실성 (ambiguity)을 판단하기 위한 명확한 판정기준이 마련되어 있지 않아 이를 개선하기 위한 연구가 시급히 요구된다.

현재, 우리나라의 50톤 이상의 근해어선에 탑재되어 있고 있는 최신의 ARPA 레이더에서는 AIS 표적과 본선의 ARPA 레이더에서 추적한 표적 사이의 거리 차 (identical distance)가 얼마 이하일 때, 이들 두 표적을 같은 표적으로서 판정할 것인가에 대한 판정기준은 레이더 운용자가 자율적으로 설정해야 하고, 만일, 이 기준에 따라 두 표적이 같은 표적으로 판정되면, ARPA 추적 표적은 나타나지 않고, AIS 심벌만 나타난다 (JRC, 2003; Furuno, 2011). 그러나, 레이더 운용자가 AIS 데이터 ON/OFF 표시기능을 활용하면, 억제되어 있는 ARPA 추적표적을 다시 표시할 수 있어 레이더가 AIS의 보완기능을 항시 수행할 수 있도록 하고 있다. 또한, 데이터 통합모드 (association mode)를 OFF하거나 판정거리차를 zero로서 설정하면 AIS와 ARPA 레이더의 추적표적에 대한 데이터를 모두 표시하게 되는데, 이는 해상 상황의 변화나, 복잡한 협수로 항해, 예기치 못한 충돌상황의 도래 등에 대한 추적표적의 소실이나 추적 데이터의 불

규칙한 변화 등에 대비하기 위함이다. 결국, 현재로서는 AIS와 ARPA 레이더에 의한 추적표적의 통합과 관련된 조건이 국제적으로 마련되어 있지 않아 ARPA 레이더와 ECDIS 등에서는 이들 장비 운용자의 경험과 전문성에 따라 독자적인 책임을 갖고 자율적으로 설정토록 유도하고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서 개발한 Fig. 5의 통합표시시스템에서도 이 점에 주목하여 레이더와 AIS 정보의 표시를 사용자의 목적에 따라 자유롭게 선택하도록 하였다. 실제, 대부분의 우리나라 근해어선에서는 ARPA 레이더, 자이로 컴퍼스, DGPS, AIS 및 non-SOLAS 선박용의 ECS 등을 탑재하고 있어 Fig. 5의 통합표시시스템을 운용하는 데에는 큰 문제가 없다. 그러나, 8톤 미만의 연안 소형어선에서는 대부분 ARPA 기능이 없는 전파출력 4kW, 레이돔(radome) 안테나의 레이더를 장비하고 있기 때문에 이들 레이더에서 탐지한 물표의 추적정보를 획득하기 위해서는 전용의 자동표적추적장치(automatic target tracker (ATT), 예를 들면, ARP-10 (Furuno, 2009)이 필요하다. 이 자동표적추적장치를 소형 레이더 시스템에 장착하는 경우에는 위치, 침로, 속력, 트리거(trigger) 신호 및 물표영상(video) 신호를 공급해야 하는 데, 이들 중 위치는 DGPS의 \$GPGGA 메시지에서부터, 또한 트리거와 영상신호는 레이더 자체로부터 공급하게 되지만, 침로와 속력 정보는 부가적으로 공급해야 한다. 따라서, 본 연구에서는 GPS 컴퍼스의 \$HEHDT 메시지에서부터 진방위 정보를, 또한 DGPS의 \$GPGGA 메시지에서부터 COG 정보를 공급받아 추적표적에 대한 \$RATTM 데이터를 산출하고, 이것을 통합표시시스템에 입력하는 방식의 인터페이스에 대한 소프트웨어를 개발하였다. 따라서, 이 간이형 항해정보 통합표시시스템은 50톤 이상의 근해어선에서는 매우 유용한 조업 및 항해안전시스템으로 활용 가능하다고 판단되고, 또한, 8톤 미만의 연안 소형어선에서도 레이더에 ATT만 장착한다면 효과적인 충돌예방시스템이 될 것으로 판단된다.

한편, 선박의 통행량이 많은 협수로나 항만 인접수역에서는 동일한 선박임에도 불구하고 레이더 추적 정보와 AIS 정보의 심벌이 서로 분리되어 표시됨으로서 선교 당직자가 통행상황을 판단하는데 매우 큰 어려움이 초래된다. 이와 같은 상황은 AIS 정보의 갱신시간 지연 때문에 초래되는 경우가 많으므로 이 경우에는 이전에 두 선박이 이동한 위치궤적의 시간대별 변화를 검토하

여 최적의 피항 동작을 계획할 필요가 있다. 또 다른 중요한 요인의 하나는 특히, 대형 선박의 경우, AIS에 위치정보를 제공하는 전자측위시스템(electronic position fixing system, EPFS)의 안테나 위치를 반드시 입력해야 하고, 이들 정보는 class-A AIS의 경우, 메시지 ID No. 5를 통해 송출되기 때문에 class-A AIS는 이 ID No. 5의 메시지를 수신하여 ID No. 1 (or 2, 3)을 통해 수신되는 당해 선박의 경위도 값을 보정하여 위치를 표시하게 된다. 이 경우, 만일, AIS의 외부 GPS의 안테나 위치가 부정확하게 입력되는 경우에 있어서도 ECDIS나 ARPA 레이더 화면상에 표시되는 레이더 추적 심벌과 AIS 추적 심벌이 일치하지 않는 문제가 발생하게 되기 때문에 EPFS 안테나의 위치를 정확하게 입력할 필요가 있다.

결 론

부산 북항의 VTS 관제수역을 통항하는 많은 선박으로부터 수집한 AIS 수신정보를 토대로 이들 선박에 대한 위치, MMSI, 통항상태, COG, SOG, 자이로 컴퍼스의 HDT, ROT 등과 같은 정적 및 동적 정보를 분석, 고찰한 결과, 특히, HDT 정보가 부정확한 선박이 다수 식별되었다. 이와 같은 AIS 심벌에서 HDT와 COG 벡터 사이에 큰 차이가 발생하면 특히, 시계가 불량한 악천후에서는 항법상의 오판을 초래하여 잠재적인 충돌위험이 발생한다. 따라서, 본 연구에서는 많은 어선이 동시에 함께 조업하는 어장에서도 안전하게 주변 선박의 동태를 정확하게 파악할 수 있는 간이형 통합정보표시시스템을 개발하고, 이것을 잠재적인 충돌 위험을 사전에 파악하기 위한 보조충돌예방장치로서 활용토록 하였다. 실제 해상에서 충돌 상황이 발생하여 피항선과 유지선의 항법문제가 대두되면 변침과 변속에 따른 타선의 동적거동 변화를 정량적으로 파악할 시간적 여유가 부족하고, 특히 이러한 상황 하에서는 시간의 조급성 때문에 충돌 회피를 위한 항법준수의무가 충실히 이행되지 못하여 매우 중대한 오판이 일어날 가능성이 있다. 이 때, AIS는 레이더 보다 매우 빠른 시간 내에 타선의 이동패턴 변화를 탐지할 수 있기 때문에 AIS와 레이더의 통합정보를 상호 보완적인 기능으로 활용하면 잠재적인 충돌상황을 미연에 방지할 수 있는 방법의 하나가 될 것이다. 따라서 본 연구에서 개발한 통합표시시스템은 이러한 상황 하에서의 충돌예방을 위한 항법보조장치로서 그 활용도가 매우 높을 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비 (2013년: C-D-2013-0315)에 의하여 연구되었음.

References

- Furuno, 2009, Operation manual for ARP-10, 1 – 7.
- Furuno, 2011, ARPA radar FAR-2157 brochure. 1 – 8.
- 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, 2004, Adoption of the revised performance standards for radar equipment, MSC79/23/Add.2, 1 – 4.
- JRC, 2003, Operation manual for JMA-9800 series AIS information display kit, 1 – 17.
- Kim, W.S., 2013. A study on reducing the casualty of fisherman in marine accidents. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Korea. pp. 80.
- Lee, D.J., 2008. 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 (DOI: <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2008.44.3.229>).
- 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.
- Shin, H.I., M.K. Bae, D.J. Lee, I.K. Kang, H.S. Kim and Y.W. Lee, 2006. Oraganization of integrated navigation system for coastal and offshore fishing boat, J. Kor. Soc. Fish. Tech., 42 (2), 229 – 238.
- 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, 1 – 6.
- Tokyo Keiki, 2009. ARPA radar BR-3200 brochure, 1 – 6.
- UAIS, 2006. Recommendation for integration of AIS in bridge operations, www.uais.org/AISRecommendationsTOC.htm.
- 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.

2014.1.9 Received

2014.2.5 1st Revised

2014. 2.12 2nd Revised

2014.2.14 Accepted