

AIS 에러 데이터 관리기법에 대한 연구

Building an Algorithm for Compensating AIS Error Data

김도연* · 홍태호** · 정중식**† · 이상재*

Do-yeon Kim, Taeho Hong, Jung-sik Jeong, and Sang-jae Lee

*(주)지엠티 기술개발연구소, **목포해양대학교 국제해사수송학부

R&DB Center, GMT Co. Ltd.

† Department of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University

요 약

최근 국내외 해상환경은 국제 해상 물동량 증가 및 활발한 해상 레저 활동으로 인하여 교통량이 증가함으로써 해양 사고의 발생 빈도가 높아지고 있는 추세이다. 이러한 해양사고를 줄이기 위해서 선교에는 항해사의 부담을 감소시키며 정확한 의사결정을 지원하기 위하여 다양한 종류의 항행 안전장비가 존재하고 있다. 그러한 장비들 중에서 선박자동식별장치의 경우 선박 자신의 정보를 송출하고 동시에 다른 선박의 정보를 받아들이 주위 상황판단에 도움을 주는 매우 중요한 시스템이나, 오류가 발생했을 경우 잘못된 정보를 주기적으로 송출하기 때문에 해당 정보를 이용하는 육상 관제사나 항행 중인 항해사의 의사결정에 지장을 주는 경우가 자주 발생한다. 이 연구는 AIS로부터 수신되는 선박 정보들의 신뢰도 및 정확도 향상을 위한 AIS 에러 데이터 및 필드 보정 알고리즘을 제안한다.

키워드 : 지능항행지원, AIS 에러 보정, AIS 필드 보정, 선박자동식별장치(AIS), 퍼지 이론

Abstract

The domestic maritime environment shows higher frequency of maritime accidents amidst greater traffic volume arising from increasing international seaborne trade and maritime leisure activities. To reduce such maritime accidents, there exist various kinds of safety navigation devices in the ship bridge aimed to mitigate burdens of navigators and support their accurate decision making. Amongst is the AIS considered very important, which is an automatic tracking system to assist understanding of the circumstances in the vicinity by receiving information of other ships and also sending its own; where the information contains errors initially, however, such wrong information is periodically transmitted, accordingly giving rise to hindrance sometimes in decision making by shore operators or ship navigators at sea. This study is to propose the error data and field management algorithm using fuzzy theory toward improving reliability and accuracy in ship related information received from AIS.

Key Words : Intelligent Navigation Support, AIS Error Correction, AIS Field Correction, Automatic Identification System (AIS), Fuzzy Theory.

1. 서 론

접수일자: 2014년 3월 9일

심사(수정)일자: 2014년 4월 1일

게재확정일자 : 2014년 5월 9일

† Corresponding author

이 논문은 본 학회 2014년도 춘계학술대회에서 선정된 우수논문입니다.

이 논문은 2013년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(지능형 해양사고 예방 및 구난기술 개발)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

최근 국내외 해상환경은 국제 해상 물동량 증가 및 활발한 해상 레저 활동으로 인하여 교통량이 증가함으로써 해양 사고의 발생 빈도가 높아지고 있는 추세이다. 한때 국가적으로 이슈가 되었던 2007년 삼성-허베이 스피리트 원유 유출 사고나 호주 인근에서 발생한 2009년 퀸즐랜드 원유 유출 사고 등에서 보이듯이 사고 규모도 대형화 되고 있으며, 특히 해양사고는 신속한 대처가 어려운 해양의 특수성 때문에 그 피해가 육지에서 발생하는 일반적인 사고보다 경제적, 환경적, 인적으로 심각한 규모의 피해를 입힌다[1-2].

현재 항행 중인 선박의 선교에는 항해사의 정확한 의사결정을 지원하기 위한 다양한 종류의 항행 보조장비가 존재하고 있으며, 안전한 항행을 위해 수많은 장비들이 법적으로 규제되어있다[3-4].

그러한 항행 보조 장비들 중에서 해양사고 절감에 가장 큰 역할을 담당하고 있는 장비는 전자해도표출장치(ECDIS, Electronic Chart Display & Information System), 선박자

동식별장치(AIS, Automatic Identification System)와 ARPA(Automatic Radar Plotting Aids) 레이더라고 할 수 있다. 전자해도표출장치는 자동차의 내비게이션 역할을 하는 장비로 항행 중인 해역의 물표, 수심 등의 해도정보를 표출하고, 예정 항로를 설계하여 예측도착시간 등을 파악할 수 있어 항행을 위해 매우 중요하게 사용되고 있다. 선박자동식별장치와 ARPA 레이더 장비는 현재 선박에 설치된 다양한 장비들 중에서 유일하게 타 선박(모든 해상 이동물체를 포함함)에 대한 정보를 자동으로 수집하여 항해사에게 제공하는 장비이다. 선박자동식별장치(이후 AIS)는 GPS(Global Positioning System) 및 VHF-DSC(Very High Frequency-Digital Selective Calling)를 이용해 선박 자신의 정보를 표출하고 동시에 다른 선박의 정보를 받아들여 현재 항행상황판단에 도움을 줄 수 있는 시스템이며, ARPA 레이더(이후 레이더)는 전파를 이용한 물체탐지장치로써 상대선의 진운동(침로, 속력), 최근접거리 및 최근접시간을 자동으로 계산하여 표출해주어 타 선박과의 분선과의 관계를 파악할 수 있게 보조하는 시스템이다[5-6].

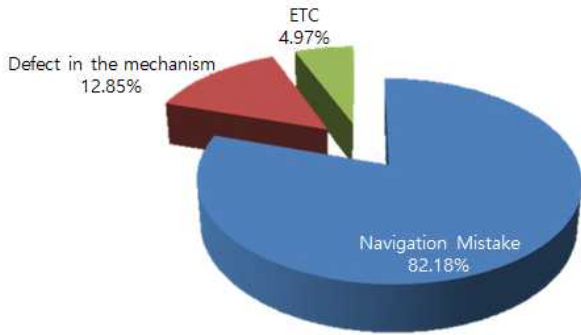


그림 1. 해양사고 원인 비율 표
Fig. 1. A chart of maritime accidents

그림 1에서 해양사고 원인별 사고 비율 표를 보이며, 그림에서 보이듯이 대부분의 해양사고는 운항과실에 의해 발생한다[7-8]. 이러한 인적요인에 의한 해양사고 절감을 위해 다양한 지능형 항행보조 알고리즘들이 제안되고 있고, 대다수의 연구들에서 AIS 데이터를 이용해 제안한 알고리즘의 분석 및 검증이 수행되고 있다[9-12].

그러나 AIS는 초기 선박 정보를 잘못 입력했거나 GPS 위치 설정에 이상이 있을 시 잘못된 정보를 주기적으로 송출하기 때문에 해당 정보를 이용하는 육상 관제사나 항행 중인 항해사의 의사결정에 지장을 주는 경우가 자주 발생한다. 하지만 기존 제안된 연구들에서 이러한 AIS 데이터의 오류 데이터에 대한 고려는 거의 이루어지지 않은 실정이며 이는 실제 항행 상황에 적용 시 심각한 문제가 발생할 수 있다.

이 연구에서는 AIS로부터 수신되는 선박 정보들의 신뢰도 및 정확도 향상을 위한 AIS 에러 데이터와 필드 관리 알고리즘을 제안하고, 실제 오류 상황 AIS 데이터에서의 적용 결과를 보임으로써 연구의 필요성과 제안하는 알고리즘의 타당성을 보인다.

2. AIS 에러 데이터 관리 알고리즘

2.1 AIS 에러데이터

그림 2에서 초기 설정 값 오류에 의해 잘못된 침로를 표출하는 선박을 보인다. 그림에 나타난 두 선박은 같은 선박에 대한 정보이며, AIS와 레이더는 각 장비의 특성과 각 장비 오차에 의해 한 선박에 대한 정보가 두 선박처럼 보이는 현상이 발생한다. 그림에서 위에 나타난 선박이 AIS에서 수집된 타 선박 정보이며, 아래 나타난 선박이 레이더에서 수집된 타 선박 정보이다. 그림에서 보이는 선박의 실제 침로는 아래에 있는 레이더에서 수집된 선박과 같으며 이때, 레이더와 AIS에서 수집된 해당 선박의 정보는 표 1에서 보인다.



그림 2. AIS의 초기 설정 값 오류
Fig. 2. Initial value error in AIS

단, 표에서 Dev.는 장치(Device) Lon은 경도, Lat은 위도, COG는 대지침로(Course Of Ground), SOG는 대지속력(Speed Of Ground), RAD는 레이더(Radar)를 의미한다.

표 1. 같은 시간에서 동일선박에 대한 AIS, 레이더 데이터
Table 1. AIS, Radar data about same ship in same time

| Dev. | Lon | Lat | COG | SOG |
|------|-----------|-----------|-----|-------|
| AIS | 126.2865 | 34.764486 | 360 | 102.3 |
| RAD | 126.28645 | 34.763402 | 248 | 15 |

표 1에서 나타난 AIS에서 수집된 선박 정보에서 COG는 360도, SOG는 102.3노트를 나타내고 있다. 102노트는 약 188.9 km/h로 위그선이 아닌 이상 보이기 힘든 속도이며 데이터 수집 환경이 목포시 인근의 복잡한 연안 항행 상황임을 고려할 때 해당 정보가 신뢰할 수 없는 정보임을 알 수 있다. 그러나 타 선박의 AIS가 오류데이터를 송출하고 있을 경우에도 경위도는 GPS로 수신되는 정보이기 때문에 특수한 전파방해 상황이 아닌 경우 우선적으로 신뢰할 수 있는 정보이며, 표 1에서 GPS는 큰 오차를 보이지 않음을 알 수 있다.

2.2 AIS 에러데이터 관리 알고리즘

본 연구에서는 현재(t^0) 시점에서의 GPS데이터와 과거(t^{-n}) 시점에서의 GPS데이터를 항법수식[13-15]을 이용하여 COG와 SOG 및 TCPA, CPA, 상대거리, 상대각도를 계산하여 AIS필드를 구성하는 알고리즘을 제안하며, 해당 알고리즘의 순서도는 그림 3과 같다.

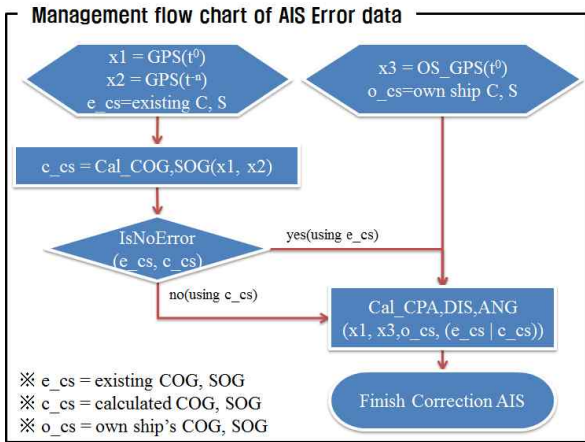


그림 3. AIS 에러 데이터의 관리 순서도
Fig. 3. Flow chart for Management of AIS data

순서도를 살펴보면 알고리즘은 최근에 수신된 AIS 데이터에서 GPS(t^0), COG(t^0), SOG(t^0)를 추출하고, 과거 n 초전의 AIS 데이터에서 GPS(t^n)를 추출한다. 그 후 가장 최근 시점 GPS(t^0)와 과거 시점의 GPS(t^n)간의 계산을 통해 COG, SOG을 계산해 낸다. 그 후 퍼지 추론을 통해 현재 타 선박의 COG와 SOG에 에러가 있는지 여부를 판단한 후, 에러가 있을 경우 계산한 값으로 타 선박의 AIS 데이터를 대체시킨다. 최종적으로 본 선박의 GPS(t^0), COG(t^0), SOG(t^0)를 이용하여 타 선박의 상대각도(ANG), 상대거리(DIS), CPA(최근접시점-TCPA, 최근접거리-DCPA)를 계산하여 AIS 데이터의 필드를 보정한 후 종료된다.

2.3 AIS에러 판단을 위한 퍼지 전문가 시스템 설계

2.2절에서 그림 3의 순서도를 통해 AIS에러 데이터 알고리즘을 제안하였다. 하지만 입력 데이터의 오류 여부 판단은 항해 전문가 및 AIS 장비 전문가의 의견에 따라 판단되어야 하며, 그 판단을 위해 전문가의 의견에 따라 설계된 퍼지 인공지능 기법을 적용하였다. 이 연구에서 적용한 퍼지 전문가 시스템은 사람의 애매한 지식을 표현하기에 적절한 인공지능 기법 중 하나로 다양한 분야에 적용되고 있는 가버우면서라도 강력한 기법이다[16].

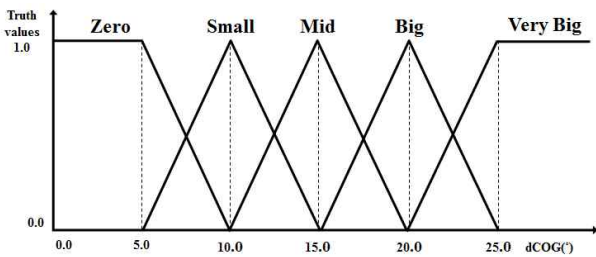


그림 4. dCOG 입력 소속함수
Fig. 4. Membership function of variation course

그림 4, 5에서 설계된 입력 소속함수를 보이고 그림 6에서 설계된 출력 소속함수를 보인다. 또한, 표 2에서 AIS 에러 식별 지식베이스를 보임으로써 전체 전문가 시스템의 설계결과를 보인다.

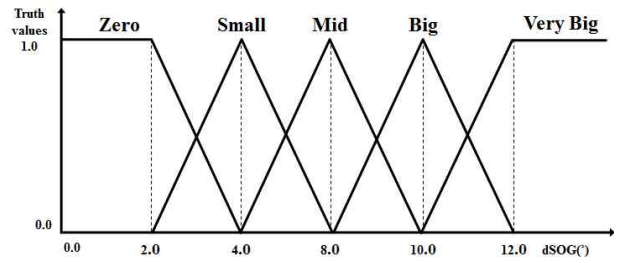


그림 5. dSOG 입력 소속함수
Fig. 5. Membership function of variation speed

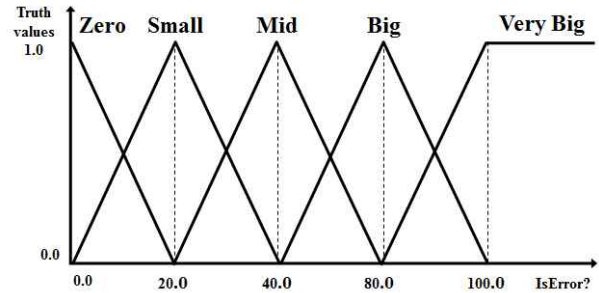


그림 6. AIS 에러 판별 출력 소속함수
Fig. 6. Membership function for the recognition of AIS error

모든 소속함수 그림에서 y축은 0~1의 실수 값을 지니는 소속 정도를 의미하고 x축은 Crisp 값을 의미한다.

입력 소속함수에서 Crisp 값이란 가장 최근 시점 GPS(t^0)와 과거 시점의 GPS(t^n)간의 계산을 통해 계산된 현재시점의 COG, SOG 값과 마지막으로 들어온 COG, SOG와의 차(절대 값)을 의미하며, 설계된 소속함수를 통해 퍼지화(Fuzzification) 된다. 그 이후 지식베이스와 출력 소속함수에 의해 장비로부터 들어온 원본 값의 에러 여부를 Crisp 값으로 변환하여(Defuzzification) 출력해준다(0~100%). 시스템은 결과가 50%이상일 경우 마지막으로 들어온 AIS 데이터가 에러 데이터라는 판단을 내리며 관리 중인 선박 AIS 데이터를 계산 값으로 대체시킨다.

표 2. AIS 에러 여부 식별 지식베이스
Table 2. Knowledge base for the recognition of an AIS error

| Δ SOG / Δ COG | Zero | Small | Mid | Big | Very Big(VB) |
|-----------------------------|-------|-------|-----|-----|--------------|
| Zero | Zero | Small | Mid | Big | VB |
| Small | Small | Mid | Big | VB | VB |
| Mid | Mid | Big | VB | VB | VB |
| Big | Big | VB | VB | VB | VB |
| Very Big(VB) | VB | VB | VB | VB | VB |

표 2의 지식베이스에 나타나있는 VB는 Very Big을 의미하며 AIS데이터의 에러 정도가 매우 높음을 의미한다. 표에서 행축과 열축은 각각의 입력인자를 의미하고 행열이

만나 만들어지는 표의 내부가 추론 결과를 나타낸다.

3. 실 AIS 데이터를 이용한 알고리즘 검증

오류 AIS 데이터와 레이더 간 COG, SOG차의 통계치(총 76쌍)는 표 3과 같으며, 계산된 AIS 데이터와 레이더 간 COG, SOG의 통계치 차는 표 4(t^{-1} , t^{-2} , t^{-3})에서 보인다.

표 3. 원 AIS와 레이더 데이터의 COG, SOG 차
Table 3. Difference statistics between original AIS, Radar data about same ship

| n=0 | Differ RAD-o.SOG | Differ RAD-o.COG |
|--------|------------------|------------------|
| Aver. | 141.17 | 84.248 |
| Min | 0.4 | 0.9 |
| Max | 160 | 89.3 |
| S.Var. | 32.72 | 17.005288 |
| S.Dev. | 1070.6 | 289.17983 |

표 4. 계산된 AIS와 레이더 데이터의 COG, SOG 차
Table 4. Difference statistics between calculated AIS, Radar data about same ship

| n=1 | Differ RAD-c.SOG | Differ RAD-c.COG |
|--------|------------------|------------------|
| Aver. | 5.717414 | 2.283938 |
| Min | 0.192955 | 0.026925 |
| Max | 22.23503 | 51.85142 |
| S.Var. | 5.124734 | 6.277313 |
| S.Dev. | 26.2629 | 39.40466 |
| n=2 | Differ RAD-c.SOG | Differ RAD-c.COG |
| Aver. | 5.82994 | 1.520107 |
| Min | 0.046515 | 0.001338 |
| Max | 21.73623 | 31.51097 |
| S.Var. | 5.371568 | 3.750605 |
| S.Dev. | 28.85374 | 14.06704 |
| n=3 | Differ RAD-c.SOG | Differ RAD-c.COG |
| Aver. | 5.922982 | 1.231957 |
| Min | 0.029621 | 0.005174 |
| Max | 21.93958 | 22.18159 |
| S.Var. | 5.455796 | 2.672836 |
| S.Dev. | 29.76572 | 7.14405 |

표 3에서 오류 AIS와 레이더 값의 차 평균은 침로 141도, 선속 82노트, 분산 1070, 289로 매우 큰 오차 범위를 보인다. 반면, 표 4의 계산된 AIS 데이터와 레이더 값의 차 평균은 침로 5.7 ~ 5.9도, 선속 1.2 ~ 2.2 노트, 분산 7~29 이내의 안정적인 값 분포를 보이고 있다.

표 3과 표 4의 n=1에 해당하는 실제 AIS 데이터와 레이더 데이터의 차, 그리고 계산 AIS 데이터와 레이더 데이터의 차에 대한 절대 값 도표를 그림 7에서 보이며, 그림에서 x축은 시간을 의미한다.

그림에서 실 침로(코스)차와 실 속도차가 계산 값과 차이가 나지 않는 43~49 구간의 경우 오류정보를 전송하던 AIS가 순간적으로 본선의 속도와 침로를 정상적으로 인식하여 송출하는 경우로 선박들의 AIS로그를 살펴보면 대부분의 경우 오류 AIS는 이러한 패턴을 보인다. 그림에서 해당 선박은 잠시 정상상태를 유지하다가 다시 오류 정보를 송출함

을 알 수 있다.

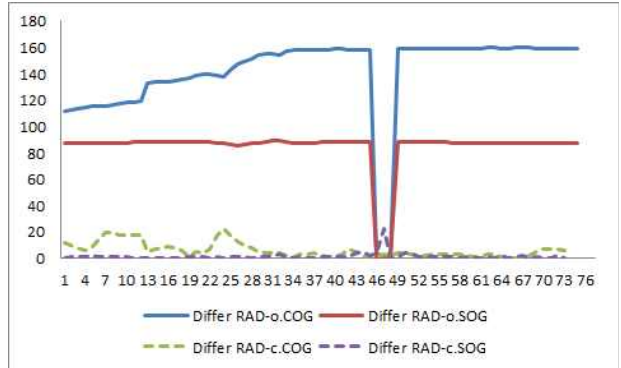


그림 7. 실제 AIS-레이더 차, 계산 AIS-레이더 차 도표
Fig. 7. Difference chart of original AIS-Radar and calculated AIS-Radar

또한, 침로차와 속도차를 계산하기위해 GPS의 현재 좌표와 n개 이전의 과거 좌표에 대한 t^{-n} 값을 고려할 시 적절한 n값을 결정하기위해 비교분석을 수행했다. 아래 표 5 ~ 표 7에서 정상 AIS 데이터를 송출하는 선박들에 대한 알고리즘 강제 적용 결과의 통계치(총 1174개, 선박 당 약 391개)를 보인다. 모든 표에서 'o.'는 원본(original) 값을 의미하며 'c.'는 계산된(calculated) 값을 의미한다.

표 5. 원본 AIS와 계산된 AIS의 COG, SOG 차(Ship 1)
Table 5. Difference statistics between calculated AIS, original AIS data(Ship 1)

| n=1 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
|--------|--------------------|--------------------|
| Aver. | 2.773963 | 1.00718 |
| Min | 0.005483 | 0.005656 |
| Max | 22.45332 | 6.26563 |
| S.Var. | 3.403052 | 1.160257 |
| S.Dev. | 11.58076 | 1.346196 |
| n=2 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
| Aver. | 2.65166 | 0.677723 |
| Min | 0.002997 | 2.46E-05 |
| Max | 15.42346 | 3.756195 |
| S.Var. | 2.884609 | 0.754856 |
| S.Dev. | 8.320967 | 0.569807 |
| n=3 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
| Aver. | 3.03238 | 0.556186 |
| Min | 0.000757 | 0.01088 |
| Max | 18.63686 | 3.207345 |
| S.Var. | 3.559491 | 0.581645 |
| S.Dev. | 12.66998 | 0.33831 |

실제 수집된 AIS데이터에 제안하는 알고리즘을 적용한 결과 n의 값이 커질수록 속도의 계산 정확도는 높아지나 항로가 복잡하여 소각도 변침이 잦은 연안의 특성상 침로차에 대한 오차가 커지는 상황(분산 값 증가)을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 통해서 변침이 잦은 연안항해시엔 바로 이전(n=1, 2 ~ 10초 이전 데이터)의 n값을 사용하고 변침이 자주 일어나지 않는 대양 항해 시엔 높은(n>=3, 6 ~ 30초 이전 데이터) n값을 사용하는 것이 효율적임을 알 수 있다.

표 6. 원본 AIS와 계산된 AIS의 COG, SOG 차(Ship 2)
Table 6. Difference statistics between calculated AIS, original AIS data(Ship 2)

| n=1 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
|--------|--------------------|--------------------|
| Aver. | 1.668517 | 0.519422 |
| Min | 5.38E-05 | 0.007281 |
| Max | 25.58222 | 1.956243 |
| S.Var. | 2.440876 | 0.482333 |
| S.Dev. | 5.957878 | 0.232645 |
| n=2 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
| Aver. | 2.620371 | 0.36787 |
| Min | 0.003538 | 0.001405 |
| Max | 32.92731 | 1.009271 |
| S.Var. | 3.240296 | 0.253804 |
| S.Dev. | 10.49952 | 0.064416 |
| n=3 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
| Aver. | 3.511436 | 0.33106 |
| Min | 0.001761 | 0.001597 |
| Max | 36.01022 | 0.896894 |
| S.Var. | 4.044051 | 0.219562 |
| S.Dev. | 16.35435 | 0.048207 |

표 7. 원본 AIS와 계산된 AIS의 COG, SOG 차(Ship 3)
Table 7. Difference statistics between calculated AIS, original AIS data(Ship 3)

| n=1 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
|--------|--------------------|--------------------|
| Aver. | 1.578803 | 0.640937 |
| Min | 0.007957 | 0.018646 |
| Max | 22.81752 | 4.102508 |
| S.Var. | 2.201101 | 0.794046 |
| S.Dev. | 4.844848 | 0.630509 |
| n=2 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
| Aver. | 2.457155 | 0.880725 |
| Min | 0.00034 | 0.012344 |
| Max | 25.92317 | 4.386442 |
| S.Var. | 3.158648 | 1.149348 |
| S.Dev. | 9.977057 | 1.321 |
| n=3 | Differ SOG o. - c. | Differ COG o. - c. |
| Aver. | 3.497988 | 1.15857 |
| Min | 0.021321 | 0.049205 |
| Max | 69.12516 | 5.447669 |
| S.Var. | 5.269531 | 1.511659 |
| S.Dev. | 27.76796 | 2.285114 |

이 연구는 위에서 보인 알고리즘 적용 값의 통계적인 결과를 통해 제안하는 AIS 에러 데이터의 보정 및 관리의 필요성과 그를 위한 적절한 과거 데이터 시점을 제시하였으며, 제안한 관리 알고리즘을 통해 AIS 에러 데이터를 효율적으로 관리할 수 있음을 보였다.

4. 결론 및 향후 연구

이 연구에서는 해양 환경에서 수집할 수 있는 타 선박에 대한 정보 중 AIS로부터 수신되는 선박 정보의 문제점을 지적하였으며, 수신되는 정보의 신뢰도 및 정확도 향상을

위한 에러 데이터 관리 및 필드 보정 알고리즘을 제시하였다. 또한, 실제 오류 상황 AIS 데이터와 그 때의 원본 레이더 수집 선박 데이터와의 통계적인 비교분석 결과와 정상 항행 선박에의 알고리즘 강제 적용결과를 보임으로써 제안하는 연구의 필요성과 알고리즘의 타당성을 보였다.

이 연구는 VTS 관제센터 등의 육상 관제 센터 및 항행 중인 선박에 적용될 경우, 기존 다양한 방면에서 사용 중인 AIS 데이터의 신뢰도 및 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

추후 실 사용자의 의견 수렴을 통한 알고리즘의 민감도 및 임계값 설정에 대한 타당성 보완과 실 항행 상황 적용을 통한 알고리즘 검증 및 다른 인공지능 기법들과의 비교분석을 통한 최적 인공지능 기법 선택이 연구과제로 남는다.

References

- [1] Hyun Chool Shin, Jung Ho Lee, Kyeong Hun Lim, Seong Myeoung Yoon and Chul Hwan Koh, "Assessment of the Impacts of 'Sea Prince' Oil Spill on the Rocky Intertidal Macrobenthos Community", *Korean Journal of Environmental Biology*, Vol. 26, No. 3, pp. 159-169, 2008.
- [2] Byeong Ki Lee, Kun Wee Kim and Seung Hyun Hyun, "Analysis of Emergency Management System and Behavior by Oil Pollution Accident of Hebei Spirit: Based on the Risk Movernance Model", *KOREAN POLICY STUDIES REVIEW*, Vol. 19, No. 4, pp. 353-378, 2010.
- [3] IMO, *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)*, Article 5. Rule 19, 1974.
- [4] MOF, *Shipping Act*, marine equipment, Article 108, 2011.
- [5] IMO, *Res. A.422(XI)*, Radar Observer Renewal, 1995.
- [6] ITU, *M.1371-5*, Technical characteristics for an automatic identification system using time-division multiple access in the VHF maritime mobile band, 2014.
- [7] Korea Maritime Safety Tribunal, *2012 Marine Accident Statistics*, 2012.
- [8] Korea Coast Guard, *Statistical Yearbook of 2011 Marine Accidents*, 2012.
- [9] Ju-hwan Lee, Gi-Jong Jo, "A Study on Ship's Accidents for Intelligent Analysis and Surveillance of Maritime Traffic", *Conference of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 22, No. 1, pp. 47-48, 2012.
- [10] Hyung-Seok Kim, Min-Seok Kim, Jeong-Chang Lee, A-Reum, "Collision risk considering the international regulations for preventing collisions at sea, 1972", *Journal of the Korean society of fisheries technology*, Vol.45, No.2, pp.106-113, 2009.
- [11] Dong-Gyun Kim, Jung Sik Jeong, Gyei-Kark Park, "A Study on Ship Collision Avoidance Algorithm by COLREG", *Journal of The Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol.21, No.3, pp. 290-295, 2011.

[12] Andrzej Stateczny, and Andrzej Lisaj "Radar and AIS data fusion for the needs of the maritime navigation.", *Radar Symposium-IRS 2006. International*. IEEE, 2006.

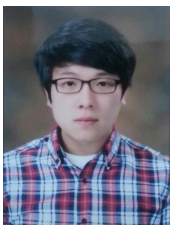
[13] B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J. Collins, *Global Positioning System : Theory and Practice*, Springer, 1994.

[14] Benjamin R. Michael, John J. Leonard, et al., "A method for protocol-based collision avoidance between autonomous marine surface craft.", *Journal of Field Robotics*, Vol. 23, No .5, pp. 333-346, 2006.

[15] Bin Lin, and Chih-Hao Huang "Comparison between ARPA Radar and AIS Characteristics for Vessel Traffic Services.", *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 14, No. 3, pp. 182-189, 2006.

[16] M. Negnevitsky, *Artificial intelligence second edition- a guide to intelligent system*, Addison-Wesley, 2005.

저 자 소 개



김도연(Do-Yeon Kim)
 2009년 : 목포해양대학교 소프트웨어과 공학사
 2011년 : 목포해양대학교 전자통신전공 공학석사
 2014년 : 목포해양대학교 해상운송시스템 해양정보시스템학전공 공학박사
 2014년~ 현재 : (주)GMT 선임연구원

관심분야 : Intelligent navigation information system, AI
 Phone : +82-2-488-6502
 E-mail : dykim@gmtc.kr



홍태호(Taeho HONG)
 1999년 : 목포해양대학교 항해학과 공학사
 2005년 : 목포해양대학교 대학원
 해상정보계측공학 전공 공학석사
 2012년 : 일본큐슈대학 대학원
 지능시스템학 전공 박사과정
 수료
 2012년~ 현재 : 목포해양대학교
 첨단해양안전기술연구사업단
 연구원

관심분야 : Intelligent Navigation System, Marine Robot
 Phone : +82-61-240-7562
 E-mail : ds1pnp@mmu.ac.kr



정중식(Jung-sik Jeong)
 1987년 : 한국해양대학교 항해학과 공학사
 1993년 : 동 대학교 대학원 전자통신
 공학과 공학석사
 2001년 : 일본동경공업대학 이공학연구과
 전기전자 전공 공학박사
 2002년~ 현재 : 목포해양대학교 교수

관심분야 : 해양정보통신망, 해양안전시스템, 해상교통시스
 템, 선박충돌회피, 통계적 파라미터 추정
 Phone : +82-61-240-7173
 E-mail : jsjeong@mmu.ac.kr



이상재(Sang-jae Lee)
 1999년 : 광운대학교 컴퓨터공학과 공학사
 2010년 : 목포해양대학교 대학원
 해상운송시스템학과 공학석사
 2013년~현재 : 목포해양대학교 대학원
 해양정보시스템 박사과정
 2004년~현재 : (주)GMT 수석연구원

관심분야 : Marine safety, VMS, Intelligent analysis of
 ship navigation
 Phone : +82-2-488-6502
 E-mail : sjlee1012@gmtc.kr