

# 블랙보드 시스템을 이용한 AIS와 ARPA Radar의 선박 정보 융합에 대한 연구

## A Study on the Ship Information Fusion with AIS and ARPA Radar using by Blackboard System

김도연 · 박계각\* · 김화영\*

Do-Yeon Kim, Gyei-Kark Park, and Hwa-Young Kim\*

목포해양대학교 해상운송시스템학과

\* Department of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University  
선박안전기술공단 해사안전연구센터

Maritime Safety Research Center, Korea Ship Safety Technology Authority

### 요 약

최근 해상교통 환경은 국가 간 해상 물동량의 증가, 해양레저 활동인구의 증가 등으로 선박 교통량이 늘어나고 있으며 이로 인한 해양사고 발생건수 및 가능성이 높아지고 있다. 해양사고의 주요 원인은 선박운항자의 인적요인에 의해 발생하고 있는 것으로 분석되고 있다. 이러한 인적요인에 의한 해양사고를 줄이기 위하여 항해사를 보조할 수 있는 여러 항해 보조 시스템에 대한 연구가 제안되어 왔다. 하지만 여러 제안된 연구들에서 이용된 선박데이터는 대부분 오프라인의 데이터를 가정하여 분석하고 있어 실시간으로 시스템에 적용하기 위해 필요한 선박 데이터 관리기법 등에 대해서는 제시하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 선박의 항해통신 장비인 AIS와 ARPA Radar 정보를 이용하여 선박 일치 여부를 판단할 수 있는 중요한 요소들을 복합적으로 고려하여 운항자에게 중요 정보를 제공하는 실시간 항행지원시스템 구축을 목적으로 하고 있다. 이 시스템 구축을 위해서 인공지능 기법 중 블랙보드 시스템을 이용하여 선박정보융합 알고리즘을 제안하고 그 유효성을 검증하였다.

**키워드** : 선박정보융합, 실시간 항행지원시스템, 블랙보드시스템, 선박자동식별장치, 자동레이더플로팅장치

### Abstract

In recent, the maritime traffic has increased with an increase in international trading volumes and the growing popularity of marine leisure activities. As increasing of maritime traffic, marine accidents happened continually and there are possibilities of accidents at sea. According to the analysis of marine accidents, most accidents occurred by human error of seafarers. To reduce the accidents by human error, the various assistance system for assist seafarers have been proposed. It is required to real-time data management method for applying to real-time system, but most proposed assistance system used off-line data for analysis. In this paper, we aim to build a navigation supporting system for providing safety information to deck officer with data of AIS(Automatic Identification System) and ARPA Radar(Automatic Radar Plotting Aids Radar), and proposed a management algorithm for real-time ship information with blackboard system and verified the validity.

**Key Words** : Ship Information Fusion, Real-time Navigation Support System, Blackboard System, AIS, ARPA Radar

접수일자: 2013년 9월 1일

심사(수정)일자: 2013년 9월 7일

게재확정일자 : 2013년 11월 25일

† Corresponding author

이 논문은 본 학회 2013년도 추계학술대회에서 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.

## 1. 서 론

최근 국내 해상교통 환경은 국가 간 해상 물동량과 해양레저 활동의 수요 증가로 선박 교통량이 늘어남에 따라 해양사고의 발생 가능성이 높아지고 있다. 해양사고의 주요 요인은 황천 등의 기상 악화와 선박 고장에 따른 선박 조정 불능 등의 기계적 결함뿐 아니라 운항자의 선교이탈, 음주 항해 등 운항자의 부주의에 따른 인적요인에 의해 발생하고 있는 것으로 분석되고 있다[1-2].

이 중에서도 해양사고 원인의 가장 큰 비중을 차지하는 인적요인에 의한 사고를 줄이기 위하여 항해사를 보조할 수 있는 여러 항해 보조 시스템에 대한 연구가 계속해서 제안되어 왔다. 제안된 대부분의 연구들은 시스템의 시뮬레이션 및 검증을 위해서 DB에 저장되어 있는 과거에 발생한 실제

사고 사례의 AIS(Automatic Identification System) 데이터의 일부를 이용하거나 혹은 Matlab 등의 프로그래밍 도구로 실시간 선박 데이터를 가정하여 진행하였다[3-5].

현재 빅 데이터 관점에서 제시된 여러 선박의 데이터 처리 기법들은 VTS(Vessel Traffic Service) 관제센터를 설치하여 특정해역을 지정하고, 그 해역을 오가는 모든 선박을 감시 및 관찰하는 기관을 대상으로 설계되어 있으며, 항행 중인 선박의 입장에서 선박 데이터를 관리하는 기법에 대한 연구는 미흡한 실정이다[6].

위에서 언급된 문제를 해결하기 위하여 지능형 항행안전 정보 시스템을 위한 선박 개체 관리 방안에 대한 연구가 제안된 바 있으며, 해당 연구는 AIS와 ARPA(Automatic Radar Plotting Aids) Radar에서 수집된 한 선박의 다른 두 정보 간 선박진행방향(COG, Course Of Ground)의 차와 선박 간 거리를 통계치를 기준으로 삼아 선박의 동일 여부를 판단하였다[7]. 하지만 실제 항행 환경에 적용하여 6개월 동안 테스트 한 결과, AIS와 ARPA Radar가 가지는 기기오차 및 이상 항행 패턴[8-9]을 보이는 선박 때문에 융합된 선박 데이터의 신뢰도가 낮아지는 문제를 발견하였다.

따라서 본 논문은 두 장비로부터 수집된 정보들의 선박 일치 여부를 판단하는데 있어서 단일요소만을 고려하지 않고, AIS와 ARPA Radar로부터 얻는 정보들 중 선박 일치 여부를 판단할 수 있는 모든 중요한 요소들을 복합적으로 고려하여 정보를 융합하는 항행지원시스템 개발을 목적으로 한다. 이 시스템을 구현하기 위해 상위 인공지능 기법 중 하나인 블랙보드 시스템[10]과 제안 시스템에 속하게 될 근원 지식으로 퍼지 전문가 시스템[11]을 적용하여 선박 정보 융합이 가능한 알고리즘을 제시한다.

## 2. 선행 연구

이 장에서는 이전에 제안된 통계치 기반의 선박 융합 알고리즘[8]과 제안하는 연구의 기술적 배경이 되는 블랙보드 구조[10]에 대해 간략하게 소개한다.

### 2.1 통계치 기반 선박 융합 알고리즘

실제 항행 환경에서 항해사가 별도의 작업을 하지 않고도 타 선박에 대한 정보를 수집할 수 있는 항해통신 장비는 AIS와 ARPA 기능을 갖춘 ARPA Radar이다. AIS와 ARPA Radar로부터 수집된 타 선박 데이터는 각 기기가 가지는 특성에 의해 같은 선박에 대한 데이터 간에도 오차를 가지게 된다.

그림 1과 같이 두 장비로부터 수집된 동일 선박 데이터는 근소한 오차를 지닌다. AIS는 GPS를 이용하기 때문에 일반적으로 알려진 GPS 자체오차인 ±100m에 추가하여 설치장소에 따라 Radar에서 수집된 정보와 더욱 큰 오차가 발생할 수 있지만, 연속성이 우수하다는 장점이 있다. 반면에 Radar의 경우 근거리에서 수집된 정보는 매우 높은 정확도를 보이지만 거리가 멀어질수록 오차가 심해 연속 시스템 관점에서 신뢰도가 감소한다.



그림 1. 동일선박에 대한 AIS, Radar 두 장치의 오차  
Fig. 1. Device error between AIS and Radar data about same ship

선행 연구에서는 실시간 선박 관리 기법의 적용을 위해 AIS, ARPA Radar 두 장비로부터 수집된 선박정보를 융합할 필요성이 있었으며, 전문가 의견수렴을 통해 두 선박의 COG의 차와 두 정보 간 거리의 차를 이용하는 대안을 선정하고, 거리오차와 COG차를 통계치를 기반으로 정리하여 입력받은 두 정보가 통계치 이내에 해당되면 같은 선박으로 처리하는 방법을 적용하였다.

10일 동안의 실험을 통해 수집한 동일 선박에 대한 거리 오차와 침로차는 표 1과 같다.

표 1. 동일 선박에 대한 두 장비의 데이터 쌍 통계치  
Table 1. Statistics table of data pair from AIS, ARPA Radar

| Classification      | Diff. Dis.(km) | Diff. COG(°) |
|---------------------|----------------|--------------|
| AVER                | 0.284913046    | 2.925396     |
| STD.DEV             | 0.220284786    | 5.912519     |
| VAR                 | 0.048525387    | 34.95788     |
| MAX                 | 0.998538       | 30           |
| MIN                 | 0.011681       | 0            |
| Total pair of ships | 4,863          | pair         |

총 4,863쌍에 대한 선박 정보를 이용하여 동일 선박에 대해 수집한 두 장비의 평균 거리오차는 약 284m, 침로오차는 약 2.9°로 이 정보를 기반으로 하여 동일 선박을 판단하였다.

표 2. 선박정보 융합 수두코드  
Table 2. Pseud Code of Ship Information Fusion

|  |  |
|--|--|
| Step 1   | Makes fusion set of pair of ships between AIS and Radar using distance |
| FusionShipInfo * fptr;   |  |
| For(aptr=AIS Ship List Header; aptr != NULL; aptr = aptr->next)            |  |
| Then   |  |
| For(rprr=Radar Ship List Header; rprr != NULL; rprr = rprr->next)          |  |
| Then   |  |
| IF distance between AIS ship data and Radar ship data is under the 1.0mile |  |
| Then   |  |
| fptr = Makes fusion set of pair of ships;                                  |  |
| End  |  |
| End  |  |
| End  |  |
| Step 2   | Sort fusion set by MMSI  |
| For(fprr1=Fusion Set List Header; fprr1 != NULL; fprr1 = fprr1->next)      |  |

```

Then
  For(fp2=fp1->next; fp2 != NULL; fp2 =
  fp2->next)
  Then
    IF fp1->MMSI ">" fp2->MMSI
    Then
      Swap(fp1, fp2);
    End
  End
End
End
Step 3 | Delete to duplication fusion set(by statistics)
For(fp2=Fusion Set List Header, fp2_pre=NULL; fp2 !=
NULL; fp2_pre=fp2, fp2 = fp2->next)
Then
  IF fp2->MMSI "==" fp2->next->MMSI
  Then
    Delete duplication data by statistics
  End
End
Step 4 | Check 'fusion ship type' to the Ship list
For(aptr=AIS Ship List Header; aptr != NULL; aptr =
aptr->next)
Then
  For(fp2=Fusion Set List Header; fp2 != NULL; fp2 =
fp2->next)
  Then
    IF Find same MMSI Then break;
  End
  IF fp2 != NULL Then
    aptr->type=3; // Exist same ship in the radar
  End
End
For(rp2=Radar Ship List Header; rp2 != NULL; rp2 =
rp2->next)
Then
  For(fp2=Fusion Set List Header; fp2 != NULL; fp2 =
fp2->next)
  Then
    IF Find same MMSI Then break;
  End
  IF fp2 != NULL Then
    rp2->type=3; // Exist same ship in the AIS
  End
End
Step 5 | Generate fusion ship information
For(aptr=AIS Ship List Header; aptr != NULL; aptr =
aptr->next)
Then
  IF aptr->type "==" 3
  Then
    For(rp2=Radar Ship List Header; rp2 != NULL; rp2 =
rp2->next)
    Then
      ptr=NULL;
      IF rp2->type "==" 3
      Then
        For(fp2=Fusion Set List Header; fp2 != NULL;
fp2 = fp2->next)
        Then
          IF find same two ships info. Then break;
        End
      End
      IF fp2 != NULL
      Then
        fsptr = Generating fusion ship information;
      End
    End
  End
End

```

```

For(aptr=AIS Ship List Header; aptr != NULL; aptr =
aptr->next)
Then
  IF aptr->type "!=" 3
  Then
    fsptr += attach only AIS ship info.;
  End
End
For(rp2=Radar Ship List Header; rp2 != NULL; rp2 =
rp2->next)
Then
  IF rp2->type "!=" 3
  Then
    fsptr += attach only Radar ship info.;
  End
End

```

표 2는 선박 정보 융합을 위한 수두코드이다. 이 시스템은 우선 관리 중인 AIS 선박을 조회하여 RADAR 선박과 1마일 이내에 있는 선박 쌍 리스트를 생성하고, 선박 쌍 데이터를 해상 이동 업무 식별 번호(MMSI, Maritime Mobile Service Identity)순으로 정렬한 후 선박 쌍 데이터 내 중복되는 선박을 모두 제거한다. 이후에 통계치를 기반으로 하여 중복데이터를 제거하고, 마지막으로 기존 선박 리스트를 조회하여 융합된 선박 정보 리스트를 생성한다.



그림 2. 비정상적 운항패턴을 보이는 선박  
Fig. 2. an abnormal ship's navigating pattern



그림 3. 초기 값 설정 오류  
Fig. 3. an Initial value error

본 연구에서 제안한 알고리즘은 목포해양대학교 실습선에 설치되어있는 지능형 해양안전정보융합 단말기에 적용하였다. 실제 선박 항해환경에서 6개월 간 수집된 실시간 항행정보를 이용하여 테스트되었으나, 정상항행 상태가 아닌 비정상적인 운항패턴을 보이는 선박 및 AIS 자체의 초기 값 설정 오류로 인한 예러 값 송출에 대해 융합된 선박 정보의 신뢰성을 확보할 수 없는 문제점이 있었다.

그림 2에서 MMSI '44019630' 선박은 좌현 변침중인 상황으로 급격한 침로변화로 인해 AIS와 Radar간 변침 각도의 차가 정상항행 상황보다 큰 차를 보이고 있다. 또한, 그림 3은 선박이 항행을 시작하기 전에 초기 선박의 침로 설정을 잘못 했거나 침로를 표시하는 장비의 오류로 인하여 정상적인 침로의 표출을 못하고 있는 상황이다. 이러한 경우 제안한 알고리즘은 해당 선박을 같은 선박으로 인식할 수 없었다.

## 2.2 블랙보드 시스템

블랙보드 시스템은 여러 전문가가 칠판에 둘러 앉아 자신의 의견을 칠판에 적고 중재자가 칠판에 적혀있는 의견 중 현재 가장 적절한 의견을 선택하는 방식에서 제안되었으며, 초기에 제안된 블랙보드 시스템은 개념적인 모델로서 근원 지식(knowledge source)과 칠판(blackboard)을 포함하는 구조이다. 근원 지식이란 지식을 만드는 시스템을 의미하며 전문가 시스템, 신경망, 칼만 필터 등 여러 지능형 추론 기술들 중에서 해결하려는 도메인 문제의 해결에 적합한 기술을 포함하는 형태로 제안된다.

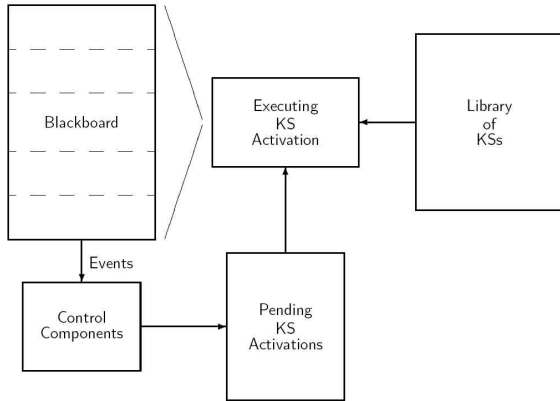


그림 4. 블랙보드 시스템의 기본 구조  
Fig. 4. Basic structure of a blackboard system

그림 4는 초기에 제안된 블랙보드 시스템의 개념적인 구조를 보인다. 우측에 위치한 근원 지식들의 라이브러리(library of knowledge sources)는 여러 근원 지식들을 포함하고 있으며, 각 근원 지식은 칠판(blackboard)에 자신들의 의견을 제안한다. 칠판에 새로운 의견이 제안되었을 때 새로운 이벤트가 발생하고, 블랙보드 시스템은 제안된 의견을 바로 선택할 수도 있으며, 다른 근원 지식의 의견을 기다릴 수도 있다. 블랙보드 시스템은 구현하는 방법에 따라서 블랙보드 내 추론 엔진이 포함되지 않고 근원지식이 판단한 결과를 다른 근원 지식들이 판단 결과에 찬성, 반대 혹은 새로운 의견의 제시 등을 할 수 있는 형태로 제안될 수 있으며, 각 근원 지식 간의 의견 교환은 이루어지지 않고 근원 지식들로부터의 의견이 모두 칠판에 포스팅 된 후, 블랙보드 시스템이 직접 그 의견들을 결정할 수 있는 형태로 제안된다.

## 3. 선박정보 융합을 위한 AIS 정보 전처리

그림 5는 실제 항행 중인 선박에서 수집되는 AIS 및 ARPA Radar의 필드를 보인다. AIS 장비의 필드는 순서대로 Date, Time, Name, MMSI, Lon, Lat, SOG, COG, ROT, HDG을 나타내며 ARPA Radar 장비의 필드는 순서대로 Date, Time, ID, Lon, Lat, SOG, COG, HDG, ROT, Dist, ANG, DCPA, TCPA를 나타낸다.

단, 여기에서 SOG는 대지속력(Speed Of Ground), ROT는 선회율(Rate Of Turn), Heading(HDG)은 진침로(대수 침로)를 의미하며 Radar 필드의 Dist, ANG은 상대 선박과 본 선박간의 상대 거리, 상대 각도를 의미한다. 또한 DCPA(Distance of

the Closest Point of Approach)와 TCPA(Time of the Closest Point of Approach)는 본 선박과 상대 선박이 가장 가깝게 지나가는 거리와 그 시점까지 남은 시간을 의미한다.

### • AIS data table field

| Index | 0        | 1        | 2    | 3       | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9       |
|-------|----------|----------|------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Field | Date     | Time     | Name | MMSI    | Lon   | Lat   | SOG   | COG   | rot   | heading |
| type  | yy-mm-dd | tt:mm:ss | var  | size(9) | float | float | float | float | float | float   |

### • ARPA Radar data table field

| Index | 0        | 1        | 2   | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|-------|----------|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Field | Date     | Time     | ID  | Lon   | Lat   | sog   | cop   | hdo   | rot   | dis   | ang   | cpa   | tcpa  |
| type  | yy-mm-dd | tt:mm:ss | var | float | float | float | float | float | float | float | float | float | float |

그림 5. AIS 및 ARPA Radar 데이터 필드  
Fig. 5. Data fields of AIS and ARPA Radar

선박 정보를 융합하기 위해서는 높은 신뢰도를 가진 정보가 필요한데, 우선 두 장비에서 함께 문제가 되는 ROT, Heading(HDG) 필드는 융합 대상 선박에서 항해사가 항행 초기에 AIS 설정을 특별히 해주지 않았을 경우 본선에서 수정하거나 보정할 수 있는 범위가 아니며, 현재 대다수의 선박이 해당 정보를 표출하지 않고 있다. 또한, AIS 데이터의 COG 필드는 항해사가 초기 값 설정을 잘못했을 경우, 혹은 장비에 이상이 있을 경우 기기 자체의 초기 값을 송출하거나 정상적이지 않은 항로를 송출한다. 그리고 Radar의 Lon, Lat 필드는 방사형 레이더의 특성상 섬 등에 의해 가려지는 음영지역에 진입하거나 목표물이 멀어질 경우 해당 선박에 대한 모든 정보를 신뢰할 수 없어지거나 정보를 잃어버리는 특성을 가지는데, 이는 연속 시스템에서 선박정보를 표출하기 위해 이용할 수 없는 정보이다. 마지막으로 Radar의 Dist, ANG, DCPA, TCPA 필드는 AIS 데이터 필드에 처음부터 존재하지 않는 문제가 있다.

이 때문에 제안하는 시스템은 융합 이전 두 필드의 일치화 및 각 필드의 신뢰성 확보를 위하여 전처리 작업을 수행한다.

수집된 AIS 데이터에서 선박 정보 융합을 위해 가장 신뢰할 수 있는 필드는 Lon, Lat이다. GPS를 이용하기 때문에 음영지역 및 멀리 있을 경우에도 정확한 위치를 지정할 수 있어서 초기 오차를 제외한다면 연속 시스템에서 신뢰하여 이용할 수 있는 정보이다.

알고리즘은 전처리 과정에서 GPS항법 계산[12]을 이용하여 현재의 GPS 좌표와 1~2초 전의 GPS 좌표로 COG, SOG를 계산하여 현재의 COG, SOG와 오차가 30회 이상 30초간 크게 발생하는 경우 전부 계산 값으로 덮어씌우며, 이후 존재하지 않는 Dist, ANG, DCPA, TCPA 필드 또한 항법수식을 이용해 계산하여 필드화 시킨다.

연속 시스템 구현 관점이 아닌 단순한 Radar 데이터만을 말하자면 수집된 항행 정보는 높은 신뢰도를 가진 정보이다. 그 때문에 Radar 데이터의 특별한 전처리 과정은 필요하지 않으며, 두 데이터 간 융합이 이루어진 이후에 AIS 데이터에 비해 신뢰할 수 있는 Radar 데이터의 COG, SOG, Dist, ANG, DCPA, TCPA 필드를 덮어씌운다.

단, 재밍에 의한 GPS 위치 에러, 황천항행에 의한 GPS 수신 불가 상황이나 AIS Class B와 Class A간 정보 갱신 시간 불일치는 고려하지 않았다.

#### 4. 블랙보드 시스템을 이용한 선박정보 융합 알고리즘

제안하는 선박융합 알고리즘은 선행 연구의 문제점을 해결하기 위하여 COG와 두 선박간 거리 선박 정보만을 이용하는 것이 아닌 두 장비로부터 한 선박에 대해 수집되는 모든 정보들 중에서 같은 선박임을 알 수 있는 모든 요소를 이용하여 동일 선박임을 판단하고자함이 목적이다.

전처리 과정이 끝난 데이터를 기준으로 항해사의 조언을 받아 두 장비의 데이터에서 동일 선박임을 유추 할 수 있는 필드 쌍으로 선택된 목록은 표 3과 같고, wg는 가중치를 의미한다.

표 3. 융합을 위한 필드 쌍  
Table 3. Data field pair for fusion

|   | Data pair detail                              | wg  |
|---|---|-----|
| 1 | Difference of COG, Distance between two ships | 1.0 |
| 2 | Difference of ANG and DIS                     | 1.0 |
| 3 | Difference of ANG, Distance between two ships | 0.7 |
| 4 | Difference of DIS, Distance between two ships | 0.7 |
| 5 | Difference of COG, SOG between two ships      | 0.4 |
| 6 | Difference of DCPA, TCPA between two ships    | 0.4 |

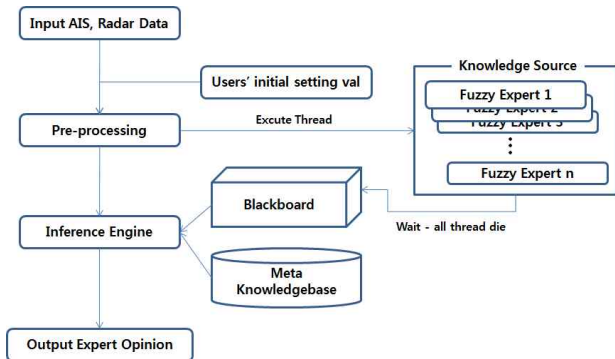


그림 6. 블랙보드를 이용한 선박 정보 융합 모델  
Fig. 6. Ship information fusion model using blackboard

그림 6은 표 3에서 보인 융합을 위한 데이터 쌍들을 근원지식으로 한 정보 융합 기법의 모델을 보인다. 제안하는 모델은 초기에 AIS 및 ARPA Radar로부터 정보를 받고 Pre-processing 프로세스는 전처리 과정을 통해 AIS 데이터 필드를 Radar 데이터 필드와 일치화 시키며 각 근원지식인 단위 퍼지 전문가 시스템에게 융합 항목에 맞게 설계된 지식베이스와 입력 값을 전달한다.

그 후 각 근원지식들은 자신의 평가 결과를 Blackboard에 공지하고 모든 근원지식의 평가가 끝난 후 Inference Engine 프로세스는 Meta Knowledgebase를 근거로 하여 단위 근원지식들이 계산해낸 동일 선박여부에 대한 투표 결과를 상위 시스템에게 안내한다.

현재 선택된 필드 쌍은 6개이므로 총 6개의 TISO(Two Input Single Output) 퍼지 전문가 시스템이 생성되며, 그 결과 6개의 퍼지 추론 결과를 이용할 수 있다. 추후 필드 쌍의 수정이나 추가가 필요할 경우, 블랙보드 시스템 특성상 단위 근원지식(퍼지 전문가 시스템)의 부분 수정이나 근

원지식의 추가를 통해 유연한 유지보수가 가능하다.

이 알고리즘의 범위는 AIS와 ARPA Radar 두 장비로부터 얻는 데이터들을 이용하여 선박 정보를 융합하는 방법에 대한 것이다. 이 때문에 모델 설계에는 생략된 부분이나 실제 항해 환경에 적용 시 실시간 선박 관리를 위해서 이상 항행선박 식별 알고리즘을 이용하여 매초마다 이상 항행 선박을 식별하여 이상 선박이 아닌 선박에 대해서만 융합이 이루어져야한다.

이상 항행 패턴을 지니는 선박의 특성상 대상에 대한 판단의 주체는 시스템이 아닌 항해사가 되어야하고, 만약 이상 항행 선박의 AIS, Radar 데이터를 시스템이 융합할 경우 두 선박에서 수집되는 정보 중 일부가 가공, 수정되기 때문에 항해사가 판단을 내리는데 있어 잘못된 정보가 제공될 가능성이 존재한다.

또한, 일시적인 장비의 오류나 오차 값에 의한 대상 선박의 오인식을 고려하여 총 60회 이상 제안한 알고리즘에 의해 같은 선박으로 인식된 선박의 경우 '임시 동일 선박'으로 판별하고(1분), 추가로 60회 관찰하여 총 120회(2분) 알고리즘의 인식결과가 사용자 지정 임계 값 이상이라면 동일 선박으로 인지하는 과정이 있어야한다.

제안한 알고리즘에서 근원 지식의 일부를 구현 및 적용하여 기존 수집되어있었던 4,863쌍의 선박 정보에 테스트해본 결과 통계치 기반의 선박정보 융합 기법에 비해 동일 선박에 대한 인식률이 높게 나타남을 볼 수 있었다.

#### 5. 결 론

이 논문은 실제 항해중인 선박의 AIS와 ARPA Radar 두 장비로부터 수집된 정보들을 이용하여 동일 선박 일치여부를 판단하는데 있어 여러 요소를 복합적으로 고려할 수 있는 블랙보드 시스템을 이용한 선박 정보 융합 알고리즘을 제안했다.

이 연구는 기존 VTS센터 등에서 이용되는 대용량 선박 데이터 처리기법과는 달리 항해중인 선박에서 발생하는 실시간 선박데이터를 이용하여 다른 두 장비에서 수집한 정보를 이용하여 하나의 선박 정보를 융합하는 알고리즘이기 때문에 추후 진행되는 다양한 선박용 실시간 항해 지원 시스템에 적용되어 그 필요성을 증명할 수 있을 것이다.

추후 제안한 기법은 기존 해양수산부 과제로 개발된 지능형 해양안전정보 융합 단말기에 적용되어 실 항해 환경에서 구축 및 테스트를 통해 검증할 예정이다.

#### References

- [1] S.D. Go, et al., "Sea contamination by tugboat present state and safety management plan in South Korea", *The Korean Society for Marine Environmental Engineering*, Nov, pp. 3-291, 2011.
- [2] H.T. Kim, S. Na, U.H. Ha, "A Case Study of Marine Accident Investigation and Analysis with Focus on Human Error", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 30, No. 1, pp. 137-150, 2011.
- [3] Hasegawa, K., "Automatic Collision Avoidance

System for Ships using Fuzzy Control", *8th Ship Control System Symposium*, Hague, pp. 34-58, 1987.

[4] J.H. Ann, "Study on the collision avoidance of a ship using Neuro-Fuzzy technique", *Seoul National University*, 2005.

[5] G.K. Park, J.L.R. Benedictos, C.S. Lee, and M.H. Wang, "Ontology-based fuzzy-CBR Support System for ship's collision avoidance", *Machine Learning and Cybernetics*, pp. 1845-1849, 2007.

[6] S.J. Lee, et al., "Study on applying Quad-Tree & R-Tree for building the analysis system using massive ship position data", *Journal of Korea Fuzzy Logic and Intelligent Systems Society*, Vol. 21, No. 6, pp. 698-703, 2011.

[7] D.Y. Kim, G.K. Park, M.R. Yi, "On the Management Method of Ship Entity in a Blackboard System for Navigation Safety Information Fusion", *2012 MARTEC Conference*, Malaysia, 2012.

[8] D.Y. Kim, G.K. Park, J.S. Jeong, G.U. Kim, "Implementation of an Intelligent System for Identifying Abnormal Navigating Ships", *Journal of Korea Fuzzy Logic and Intelligent Systems Society*, Vol. 22, No. 1, pp. 75-80, 2012.

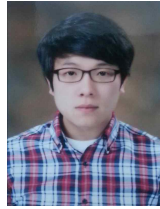
[9] E.K. Kim, et al., "Characteristics of Ship Movements in a Fairway.", *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Vol. 12, No. 4, pp. 285-289, 2012.

[10] D.D. Corkill, "Blackboard systems", *Blackboard Technology Group*, 1991.

[11] Michael Negnevitsky, *Artificial Intelligence Second edition - A Guide to Intelligent System*, Addison-Wesley, 2005.

[12] B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, J. Collins, *Global Positioning System : Theory and Practice*, Springer-Verlag, 2001.

저 자 소 개



**김도연(Do-Yeon Kim)**

2009년 : 목포해양대학교 소프트웨어과 공학사  
 2011년 : 목포해양대학교 전자통신전공 공학석사  
 2014년 : 목포해양대학교 해상운송시스템 해양정보시스템학전공 공학박사

관심분야 : Intelligent navigation information system, AI  
 Phone : +82-10-7451-2287  
 E-mail : kimdoyeoun@mmu.ac.kr

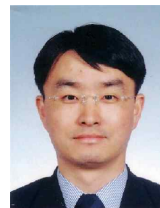


**박계각(Gyei-Kark Park)**

1982년 : 한국해양대학교 항해학과 공학사  
 1986년 : 한국해양대학교 대학원 수송공학과 공학석사  
 1993년 : 일본동경공업대학 시스템학과 공학박사  
 2010년 : 전남대학교 무역학과 경영학 박사

1995년 ~ 현재 : 목포해양대학교 교수

관심분야 : Fuzzy, Game theory, International logistic  
 Phone : +82-61-240-7560  
 E-mail : gkpark@mmu.ac.kr



**김화영(Hwa-Young Kim)**

1998년 : 목포해양대학교 해상운송시스템학과 공학사  
 2002년 : 목포해양대학교 대학원 해상운송시스템학과 공학석사  
 2007년 : 일본큐슈대학 선박해양시스템공학과 공학박사

2012년 ~ 현재 : 선박안전기술공단 책임연구원

관심분야 : Decision Making System, Information System, Maritime Safety System, Fuzzy System  
 Phone : +82-32-260-2266  
 E-mail : masare@kst.or.kr