

선박 자동화 및 해양안전정보 시스템 현황과 전망

박계각(목포해양대학교)

I. 서론

선박 근무환경의 개선 및 운항의 효율화를 위해 출발한 선박 자동화는 기관실의 제어로부터 하역 작업의 자동화, 자동 조타기 개발, 각종 의장 시스템의 자동화, 전자해도 도입 등을 거쳐 1인 운항 당직을 목표로 하는 종합브리지시스템으로 발전하였다. 또한, 육상과의 정보교환 및 선박조난 구조의 신속화를 위해 발전을 거듭해온 통신시스템은 전세계해상조난안전시스템(GMDSS)의 강제 도입으로 비약적인 발전을 한 후, 선박위치 정보를 기반으로 하는 선박 모니터링 시스템(VMS)과 종합적인 해양안전정보시스템으로 발전하였다.

근무여건 개선과 신속한 조난구조라고 하는 각각 상이한 출발점을 가진 선박자동화와 해상통신 시스템은 거듭된 발전을 통하여, 이제는 종합 해양안전시스템은 하나로 통합·제어되고 있으며, 국제적인 해상교통 혁신과제로 논의 중인 e-Navigation을 통하여 선박 자동화와 육상의 해상교통관제가 하나로 통합되는 방향으로 발전될 것으로 전망된다.

본고에서는, 먼저 현재까지 적용되고 있는 선박 자동화 시스템에 대하여 살펴본 후, 최신의 선

박자동화 시스템과 선박 위치추적 및 관제에 획기적인 발전을 가져온 해양안전정보시스템 현황과 전망에 대하여 기술하고자 한다.

II. 선박 자동화 및 정보 시스템

1. 선박 자동화 시스템의 개요

(가) 선박 자동화 추이

선박의 자동화는 열악한 선박 근무환경에 따른 승무원 부족현상을 해결하기 위하여 시작되었으며, 그 발달과정을 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 제1기 집중 제어방식 도입기

1950년대 후반부터 자동 제어실을 기관실 내에 별도로 설치하고 각 기기와 장치에 대한 감시계기, 조절 및 조작레버 등을 제어실에 집중적으로 설치하여 소수 인원으로 기관을 운영하고 근로조건을 개선한 집중 감시방식의 자동화선이 도입되었다.

- 제2기 기관실 무인화 방식 도입기

기관사가 일정한 간격으로 기관실을 순시하거나 제어실 내에서 중요 기기 작동상태를

확인하고 기록하였던 기존 방식을 자동으로 기록하게 하는 방식이 도입되어, 기관실 무인화선이 실현되었다.

- 제3기 컴퓨터를 이용한 자동화선 태동기
1960년대에 들어 선박의 각 시스템을 현대의 컴퓨터로 종합적으로 관리하고 제어하는 선박이 도입된 시기이다. 그러나 컴퓨터 활용에 대한 사회적 인식부족과 선박기기가 발달하지 않아 컴퓨터에 연결하여 제어하기 어려워 컴퓨터 활용은 제한적이었다.
- 제4기 정밀제어 합리화선 도입기
유류과동과 해운산업 불경기를 거친 후, 1970년대 후반부터 컴퓨터 기술의 발달에 힘입어 각종 에너지 및 인력 절약, 인원수 절약을 위한 초합리화 선박이 개발되었다. 이 시기에는 선박의 각 시스템별 전용 마이크로 컴퓨터를 이용하여 정밀제어하는 방식이 도입되었다.
- 제5기 종합화된 자동화 시스템 도입기
1980년대 후반부터 선박의 브릿지(Bridge)에 기관 시스템, 하역시스템, 각종 항해 및 통신장치들을 종합적으로 연계시킨 종합항법장치(Total Navigation System, Integrated Bridge System)가 도입되었다. 이 시스템에서는 선박의 운항과 관련된 제반 정보수집과 처리, 지시를 브릿지에서 일괄적으로 수행하는 것을 목표로 하고 있으며, 장래 1인 운항당직을 가능케 할 것으로 전망되고 있다.

이상의 선박 자동화 단계를 거쳐 21세기에는 선박과 선박, 선박과 육상간의 양방향 통신을 기반으로 실시간으로 정보를 주고받으며, 선박의 원격관제 및 감시를 통해 안전항해를 확보할 수 있는 U-ITS(Ubiquitous Intelligent Traffic System)의 단계로 발전하고 있다.

(나) 자동화선의 개념

선박 자동화의 원래 목적은 주로 기관실의 근무여건 개선과 노동절감 및 에너지 절약에 있었다. 그러나 선박 운항의 경제성 향상 및 효율화 추구에 따라, 선박이 전용선화, 대형화, 고속화하게 되고, 거액이 투자된 선박을 안전하고 경제적으로 운항하기 위해 기관 자동화나 원격조종화만에 그치지 않고 선박 전체를 하나의 시스템으로 최적화하기 위한 종합적 자동화를 추구하게 되었다. 결국 자동화선의 목적은 선내노동의 경감, 운항 안전성 향상 및 운항 경제성 향상으로 정리할 수 있다¹¹⁾.

(다) 선박의 자동화 설비

자동화 선박의 설비수준은 투자규모, 선박 종류에 따라 다소 다르나, 기본적으로 다음과 같은 설비들을 열거할 수 있다.

- 일반설비

기관 및 관련기기 집중 모니터링 장치, 연료유, 윤활유 및 냉각수의 자동온도제어, 전원 자동제어, 기관운전의 자동 기록장치, 각 탱크의 레벨 감시장치, 갑판 설비의 동력 구동, 윈치(Winch)류의 원격조정장치, 평형수(Ballast)의 원격제어장치, 항법장치 및 충돌 회피 장치, 통신장비, 냉동 컨테이너 집중감시 장치, 최적 자동항법 지원장치, 각종 설비의 모니터링 장치 등

- 에너지 절약 설비

에너지 절감형 기관, 터보 발전기, 배기가스 활용장치, 자동조타장치, 중유 A, C의 혼합 연소장치 등

(라) 선박운항 자동화 시스템

선박운항 자동화 시스템은 항해에 필요한 각각

의 시스템의 자동화 또는 자동 제어화 하는 것을 의미하며, 구체적인 하부 시스템은 다음과 같이 분류될 수 있다.

- 항법시스템

선박위치(선위) 측정 및 추정 시스템, 전자해도 시스템, 최적항로 및 항법계산 시스템, 항로추종 및 감시 시스템

- 의장 시스템 : 하역시스템, 계선(Mooring) 시스템, 화재관리 시스템

- 기관 제어시스템 : 기관 운전제어 시스템, 감시 및 경보 시스템, 이상 진단 시스템, 기록 표시 시스템, 보수 정비 시스템

- 통신 시스템

2. 항법 시스템

항법 시스템은 브릿지 자동화의 핵심을 이루는 부분이며, 선위결정 시스템을 중심으로 기상을 비롯한 여러 가지 환경적 요인을 고려하여 목적지까지 항해하는데 필요한 시스템으로 구성되어 있다.

(가) 선박 위치결정 시스템

- 선위 측정시스템

선위 측정시스템은 지문항법 및 천문항법 같은 고전적인 항법을 이용하여 위치를 측정하는 시스템과 전파항법을 위한 Loran-C 및 위성항법을 위한 GPS 등의 시스템을 들 수 있다.

- 선위 추정 시스템

이 시스템은 약천후 또는 계기고장으로 선위 측정이 불가능하여 그 측정 간격이 길어질 때, 그 사이의 위치를 보다 높은 정도로 얻고자 하는 시스템으로, 다음과 같은 3가지 방법이 제안되어 있다.

- 대수속도와 침로의 측정에 의한 방법
- 대지속도와 침로의 측정에 의한 방법
- 관성항법에 의한 방법

(나) 전자해도 시스템

- 전자해도의 의의

전자해도(Electronic Chart)는 어선에서 어로작업의 편의를 위해 화면상에 항해에 필요한 기본적인 해도정보를 나타내고 여기에 선위가 자동으로 플로팅 될 수 있도록 하여 종이해도의 보조적 수단으로 사용되었으나, 점차 상선에도 널리 보급되어 이제는 안전항해의 필수적인 수단이 되었다. 상선에서의 전자해도 탑재의무화는 UN산하의 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)의 안건으로 상정되어 논의되어 왔으며, 2008년부터 2012년까지 단계적으로 그 탑재가 강제화 될 예정이다.

- 전자해도의 개념

전자해도는 종이해도를 대체하여 항해의 안전성을 높일 목적으로 개발되었으며, 현재는 전자해도시스템(ECDIS : Electronic Chart Display System)을 탑재하고 있으면, 종이해도와 같은 법적지위를 가질 수 있으며, 향후 ECDIS 탑재가 강제화 되면 Dual ECDIS를 보유한 선박에서는 종이해도가 사라질 것으로 전망된다.

전자해도와 종이해도와의 차이점을 알 수 있도록, 전자해도의 정보내용 조작사례를 열거하면 다음과 같다.

- 각종 정보를 유형에 따라 표시와 삭제가 가능
- 정보내용을 전부 또는 일부를 선택적으로 표시가능
- 레이더 영상과 해도영상을 중첩하여 표시가능

- 커서(Cursor)에 의한 선택으로 세부적 정보 호출이 가능
- 위치, 속도 등 선박의 각종 센서 정보의 표시 및 삭제
- 전자해도의 구성
전자해도는 해도 구성요소를 살펴보면 다음과 같다.
- ECDB(Electronic Chart Data Base)
전자해도를 제작하기 위한 모든 자료를 디지털 형식으로 저장한 중앙 DB로서 해도 정보와 각종 항해 및 수로 정보들을 포함하며 우리나라의 경우 국립해양조사원이 관리한다.
- ENC(Electronic Navigational Chart)
ECDB로부터 선박에 공급될 자료들을 편집한 실제 전자해도 DB로서, 해도영상 및 항해정보를 화면에 제공할 수 있도록 자료의 내용, 구조 및 형식이 표준화 되어 있다.
- SENC(System Electronic Navigational Chart)
선박이 보유중인 ENC 내용과 개정내용을 결합시킨 최신의 데이터 파일이다.
- ECDIS(Electronic Chart Display and Information System)
SENC를 데이터 파일로 하여 해도영상을 화면에 표시하고, 여기에 더하여 선위 측정 시스템, 레이더 등의 항법장치와 결합하여 항해에 관한 종합적 감시가 이루어 지도록 하는 전자해도 디스플레이 시스템이다.
- ECS(Electronic Chart System)
ECDIS에 요구되는 제반 기능 및 조건에 미달되는 전자해도로써, 종이해도로부터 해안선, 항로표지 등 항해에 필요한 기본 내용을 차트 디지털라이저(Chart Digitizer)로 직접 편집하거나, 전자해도 공급업체로부터 편집된

해도영상을 기억매체를 통하여 공급받기도 한다.

- 전자해도의 특징

- 표시의 확장성
종이해도 정보 외에 수로서지 등의 항해정보의 동시표시가 가능하다.
- 표시 구역의 선택성
줌 기능을 이용하여 표시구역을 용이하게 확장, 축소가 가능하다.
- 표시의 선택성
기본화면에서 제공하는 정보중 일부를 소거하거나, 부가적 정보를 추가할 수 있다.
- 표시의 식별성
채색에 의해 정적인 표시의 식별성을 향상시킬 수 있고 점멸등에 의해 동적표시의 식별이 향상될 수 있다.
- 개보, 갱신의 용이
전자해도 데이터 베이스 조작으로 해도의 개보, 수정 등이 용이하다.
- 이동성
해도매체가 소형, 경량이어서 운반하기가 용이하다.
- 타 항법기기와의 결합
레이더, GPS 등의 위치센서, 컴퍼스 및 자동 조타기와 결합하여 안전항해의 감시, 자동항행이 종합적으로 가능하다.

(다) 항로설정 시스템

항로를 설정하는 일은 선장 또는 항해사가 경험, 수로서지 등에 의한 문헌정보, 기상과 같은 가변적인 수시정보 등을 기반으로 출발항과 목적항을 연결하는 개략적인 항로를 구상하고, 해도로부터 실제 변침점(Way Point)을 구한 다음 각 변침점간의 거리와 방위를 구하는 작업이다.

이러한 항로설정 작업은 주로 수작업에 의해 이루어져 오다가, GPS 등의 자동항법 시스템이 탑재된 선박에서는 전자해도를 이용하여 간단히 수행될 수 있게 되었다.

미국의 Oceantech사의 INS, 일본의 Tokimec 사의 IBS, 노르웨이 Norcon Kongsberg사의 TNS 등의 종합항법장치를 이용하여, 항행계획, 항법 설정, 항로분석 및 변침점의 선회반경 설정 등을 통하여 전자해도상에서 항로설정 작업을 수행할 수 있다. 또한, 출발점과 도착점을 연결하는 수많은 경로중에서 기상과 같은 항해환경과 연료규모의 최소화 또는 항해기간의 최소화와 같은 운항 목표를 동시에 고려하여 가장 적절한 항로를 구하는 최적항로설정 기능을 이용할 수 있다.

(라) 항로 추종 및 감시 시스템

- 항로추종 시스템

자동조타기에 의한 자동항행을 위한 시스템으로서, 설정된 항로를 따라 선위가 유지되도록 선체운동을 자동으로 제어하는 시스템이다. 항로추종은 위치센서로부터 제공되는 선위와 다음 변침점 또는 항해 목적지와 관계에서 식 (1)과 같이 PID제어를 이용하여 구한 수정침로를 조타기에 자동 입력함으로써 이루어진다.

$$(1) \phi_S = \phi_R - (a_1 L_D + a_2 \frac{dL_D}{dt} + a_3 \int L_D dt)$$

여기서, ϕ_S 는 추천항로(Recommended ship's route)이며, ϕ_R 는 계획항로(Direction of Scheduled Route)이고, L_D 는 계획항로와의 거리편차(Distance Deviation from the Scheduled Route)이다. a_1, a_2, a_3 은 각각 비례, 미분, 적분 계수이다.

- 항로추종의 감시 시스템

항로추종과정이 계획대로 진행되는가를 감시하는 항행감시 시스템으로, 항로이탈 및 변침점 접근시 자동 경보음을 낸다. 또한, 선수 방위 오차를 감시하며, 수심측정 센서 정보를 이용한 좌초예방 경보 등을 발할 수 있다.

3. 의장 시스템

의장시스템은 선박의 운용에 필요한 시스템으로서, 본고에서는 화물작업에 관련된 적화관리 및 하역제어시스템과 선박의 부두 계류 상태를 감시하는 계선 시스템 및 정보 시스템의 자동화 현황에 대하여 살펴보고자 한다.

(가) 적화관리 및 하역제어 시스템

- 의의

적화관리 시스템은 화물의 손상을 방지하거나 화물의 가치를 유지하기 위한 시스템이며, 하역제어 시스템은 하역시간의 단축, 안전성의 확보, 노동력의 절감을 위해 하역작업 장치를 제어하기 위한 시스템이다. 대표적인 하역자동화 시스템인 유조선 하역제어 시스템의 현황을 소개하고자 한다.

· 유조선의 하역제어 시스템

유조선은 대부분이 거대형 선박이므로 적당 선가 및 하역지연 비용도 막대하므로 합리적인 하역작업에 의한 회항시간을 단축할 필요성이 있다. 또한 화물의 성질상 자동화 하역작업이 용이하여 일찍부터 자동화가 추진되어왔다.

대형유조선은 하역은 보통 적하(Load)의 경우에는 육상의 펌프를 사용하고 양하(Unload)의 경우에는 선박의 펌프를 사용한다.

초기의 하역제어 시스템은 하역 제어실에 밸브, 펌프의 원격 구동 스위치와 이들을 연결하는 파이프 라인 배치도 및 탱크별 레벨 지시기 등으로 구성된 비교적 큰 제어 판넬을 설치하여 스위치 조작으로 밸브 및 펌프를 제어하였다.

최근에는 마이크로프로세서 및 컴퓨터 사용으로 제반 정보의 호출과 지령이 소형 제어 콘솔에서 이루어지고, 제어 콘솔은 선교와 사무실 등 선박내 여러곳에 설치하여 편리한 장소에서 소수의 인원으로 하역제어가 가능하다.

하역제어기의 주요 기능을 살펴보면 다음과 같다.

- a) 탱크 레벨 및 선박 흘수(Draft) 검측
- b) 광펜이나 키보드 등을 이용하여 모니터에 표시된 밸브, 펌프 등을 지정하여 원격구동
- c) 이상 징후 발생시 경고 발생
- d) 화물유, 평형수 등의 적하 및 양하를 모니터상에서 원격제어
- e) 평형수 탱크 및 힐링탱크(Heeling Tank)를 이용한 선체 자세의 자동제어

· 적화 계산기

적화계산기는 화물의 적하 및 양하 시에 흘수, 트림(Trim), 종강력 및 복원성 등 선박의 제반 조건을 계산하기 위한 장비이다. 선박에 설치된 적하 계산기를 이용하여, 흘수, 트림, 배수량, 복원력 정보, 전복 모멘트, 굽힘 모멘트 등을 계산할 수 있다.

(나) 계선 시스템

계선 시스템은 계선색(Mooring Line)의 준비, 원치의 조작, 계선색의 고정, 예인선의 고정, 계선색의 감시를 위한 시스템이다. 계선시스템

은 조선 시스템과 계류/해제 시스템으로 구성된 접이안 시스템과 선위검출 및 계선색 장력 제어 시스템으로 구성된 선위 유지 시스템으로 나눌 수 있다.

- 조선 시스템(Ship Operation System)

선박의 입항부터 계선원치에 계류하기까지의 조선을 지원하는 시스템이다. 도플러 로그(Doppler Log)에 의한 중형방향 이동속도, 선수방위, 수심 등이 프로세스 입출력 장치에 의해 항해용 콘솔에 표시되고, 조선자는 제반 정보를 이용하여 예선, 기관, 타각 및 바우스러스터(Bow Thruster)의 사용에 관한 지시를 내릴 수 있다.

- 계류/해제 시스템

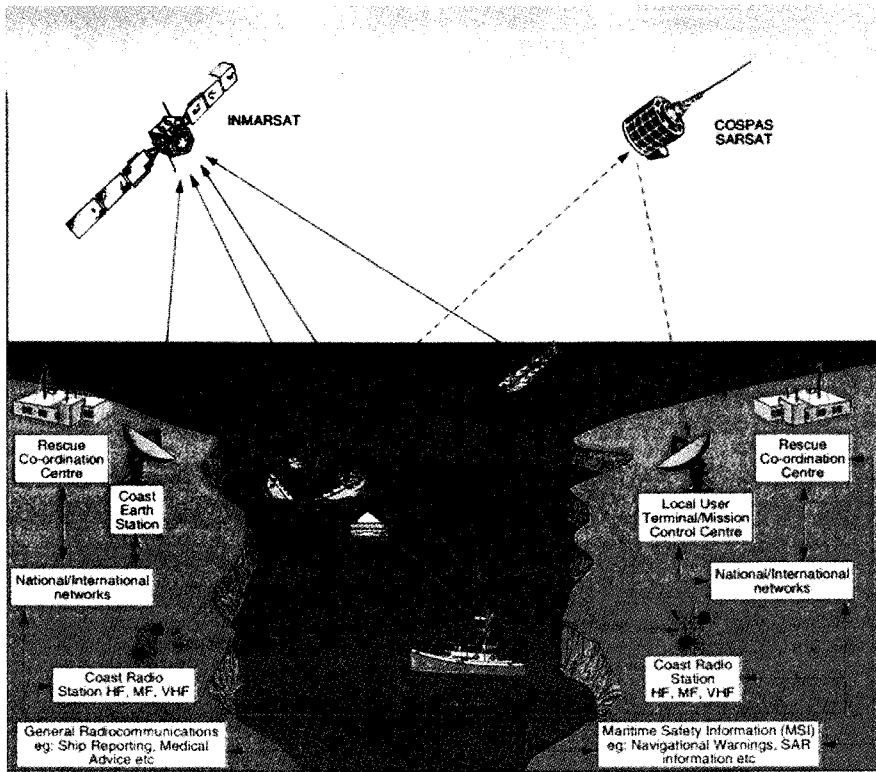
이 시스템은 선체를 특정 위치에 계류시키기 위한 앵커체인(Anchor Chain) 조작, 계류색 조종, 원치조작을 포함한다. 계류/해제 시스템의 주요목적은 계류색의 안전하고 합리적인 배치, 계선 원치의 기능향상, 계선 원치의 원격 조종, 계선색 수의 감소에 있다.

- 선위 검출 시스템

선박이 부두에 계류한 후 하역작업, 바람, 조석 등에 의해 발생하는 변위량을 검출하는 것으로서, 선체에서 부두 안벽으로 토트 와이어(Tot Wire)를 내려두고 이 와이어에 변위가 생기면, 전후, 좌우방향으로 경사각을 가지게 되며, 와이어 길이도 변화하게 된다. 선위 검출시스템은 이 경사각과 와이어 길이를 검출하여, 선수 및 선미 방향의 이동 변위를 계산하고, 한계치를 넘으면 경보를 발생시켜 안전계류를 유지하게 한다.

- 계선색 장력제어 시스템

계류색에 미치는 장력을 허용치 내내 유지



〈그림 1〉 GMDSS의 개념도

시키고 선위 검출시스템과 연계하여 특정 위치에 선위를 유지 복귀시키기 위해 계류 색의 장력을 제어하는 시스템이다.

(다) 정보 시스템

선박통신은 선박과 육상을 연결하여 선박운항에 관한 각종 정보교환의 역할도 하지만, 기본적으로는 선박이 조난을 당하게 되는 경우에 인근 선박 또는 육상에 구조를 요청하는 기능이 대단히 중요하며, 나아가 해양사고 예방을 위한 기상 및 안전 정보 등을 수집하는 기능을 한다.

선박통신은 해상에서의 인명안전에 많은 역점을 두고 발전하였으며, 1999년부터 전세계해상조난안전시스템(GMDSS : Global Maritime Distress and Safety System)를 전면 시행하기에 이르렀다.

- GMDSS 개요

GMDSS 기본 개념은 <그림 1>과 같이, 선박간 통신, 위성을 이용한 통신 등을 통하여 모든 선박을 항상 효율적인 통신망 속에 있게 하여, 조난발생시 GMDSS의 설비운용에 의하여 용이하게 무선국과 접촉되고, 구조조정본부(RCC: Rescue Coordination Center)에 의해 SAR(Search and Rescue)시스템이 가동되게 하는 것이다.

- GMDSS구성

GMDSS는 선박의 종류에 따라 구성이 상이하나, 주요 구성 시스템을 살펴보면 다음과 같다.

· DSC(Digital Selective Calling)

MF/HF/VHF 대역 주파수를 이용하여 선박 및 해안국을 호출하는 기능이며, GMDSS의

필수요소이다.

· COSPAS/SARSAT

위성을 이용한 수색 및 구조시스템으로서, 121.5MHz 및 406 MHz로 송신하는 조난 비콘의 위치를 확인하는 시스템이다.

· INMARSAT(International Maritime Satellite System)

대서양, 태평양, 인도양의 적도 상공 36,000Km에 있는 정지궤도 위성과 선박 지구국 및 해안 지구국에 의해 구성되며, 거의 전세계를 커버하고 있다. Inmarsat-A, Inmarsat-B, Inmarsat-C 등의 단말기를 거쳐 현재는 Inmarsat-F가 주류를 이루고 있다.

· EGC(Enhanced Group Call)

미리 정해진 선박 그룹 또는 모든 선박에게 메시지를 전달할 수 있는 집단호출체도로써 수신기는 선박 지구국(SES: Ship Earth Station)의 일부가 되거나 독립된 장비이다.

· EPIRB(Emergency Position-Indicating Radio Beacon)

선박이 조난당했을 때, 당해 선박 무선국의 식별, 위치정보 및 구조를 용이하게 하는 메시지 등이 담긴 조난 메시지를 송신하여 위성을 통해 해안 지구국에 중계되도록 하는 조난신호 장비이다.

· NAVTEX

항해경보를 알리는 해상교통방송으로 주요 항해보조시설의 고장이나 변경, 새로운 위험물, 수색 및 구조와 각종 작업등을 텍스트로 송신한다.

4. 종합 브릿지 시스템(IBS)

종합 브릿지 시스템이란 선박의 운항과 관련

하여 발생하는 모든 정보의 수집과 처리, 지시를 브릿지(선교)에서 일괄적으로 처리하는 것을 목표로 하는 시스템으로, 이 시스템은 향후 1인 운항당직(One Man Bridge Operation)의 목표를 가지고 발전할 것으로 전망되고 있다. 이 시스템은 메이커에 따라 INS(Integrated Navigation System), TNS(Total Navigation System)으로 불리고 있으며, 세부 시스템 구성을 살펴보면 다음과 같다.

- ARPA(Automatic Radar Plotting Aids) 레이더 충돌방지를 위해 타선 추적이 가능한 레이더로서, 다음과 같은 기능을 가지고 있다.

· 레이더 영상과 항정선의 중첩영상제공

· 타 선박의 이동 감시

· 위치 확인

· 협수로 항행 보조

- 자동항법 시스템

· 최적항행 계획 : 항로설정, 전자해도 편집

· 위치 측정 : 전파 및 위성항법 장치와 연계한 위치 측정, 최적위치 계산

· 자동항행 : 대양 및 연안의 자동항행, 협수로 자동항행

· 항행감시 : ARPA, 항해, 엔진 및 기상자료 집중감시, 데이터 기록

- 화물관리 시스템

· 화물창 또는 컨테이너 온도 감시

· 화물유 또는 평형수 탱크의 레벨 감시

· 펌프 및 밸브의 원격구동

- 접이안 시스템

· 앵커의 원격조정과 신출 앵커체인 길이 표시

· 계류 윈치의 원격 조종

· Bow Thruster의 조종

- 기관제어 감시 시스템
- 주기 및 보조기기의 상태감시
- 주기 및 보조기기의 원격 조종

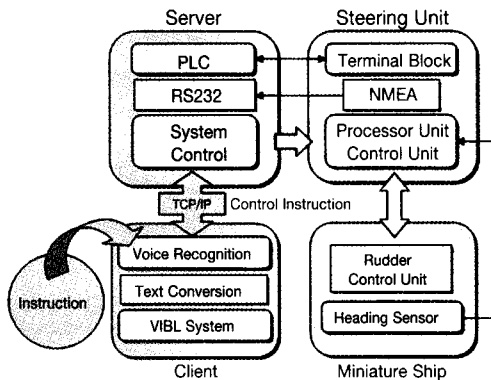
III. 최신 선박 자동화 및 해양안전정보 시스템 현황

1. 음성을 이용한 선박조종 제어 시스템

최근에 인공지능기법을 이용하여 보다 인간 친화적인 시스템을 구현하고, 음성인식기술을 이용하여 원격으로 선박 조타기를 제어하여 조업자의 부담경감 및 인원절감의 효과를 목표로 하는 음성기반 선박 조종시스템(VIBL: Voice Instruction Based Learning) 연구사례를 소개하고자 한다.

VIBL 원격 조타기 시스템의 구성은 <그림 2>에 보이는 것처럼 사용자가 원격으로 음성지시를 내리는 클라이언트(Client)와 사용자의 지시 명령을 받아 조타기를 제어하는 서버(Server), 그리고 조타기 장치(Steering Unit)와 모형선박(Miniature Ship)으로 구성된다²⁾.

음성지시가 내려지면, <그림 3>과 같이 음성이



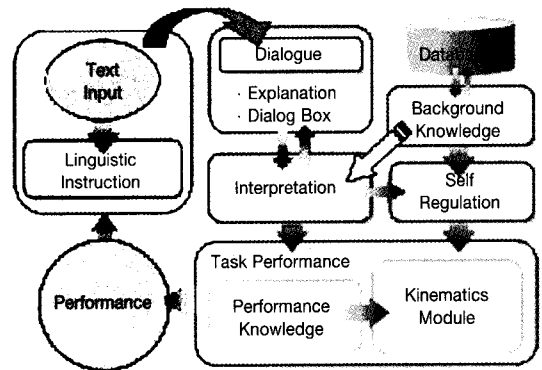
<그림 2> 원격 조타기 제어 시스템 구성

텍스트 언어지시로 번역되고, 이 언어지시를 지금까지 시스템이 가지고 있는 지식과 결부시켜서 지식을 새롭게 획득하는 것이다. 지시자의 언어지시에 의해서 컨트롤러를 수정하고, 지시의 의도를 만족해 가는 언어 레벨의 학습으로서, 학습 대상 모델을 의미소로 분류하고, 의미소 간의 인과 네트워크를 이용해서 평가요소의 탐색과 그 경향에 의해 언어지시를 이해한다. 그리고 배경지식에 기초해서 평가 규칙을 생성하고, 조타기 자동제어를 위한 퍼지제어규칙의 후건부를 수정하여 시스템을 제어한다³⁾.

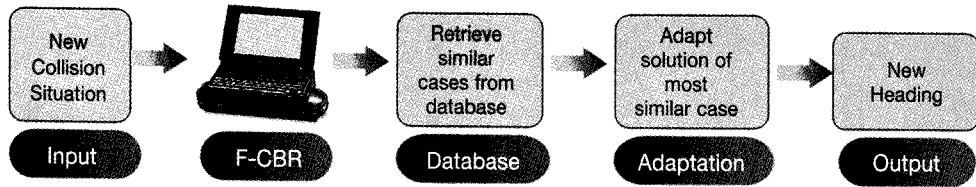
현재 음성지시 기반 조타제어 시스템은 모델선박에 적용하여 성공을 거둔 것으로 보고되고 있으나, 향후 음성인식 효율을 개선하여 실제 선박에 적용할 경우, 선박운항의 자동화 및 인력 절감에 크게 공헌할 것으로 판단된다.

2. 지능형 충돌회피 지원 시스템

선박 항해에서 가장 중요한 과제 중의 하나는 선박간 충돌의 회피이다. 선박충돌 회피에 관한 많은 연구들 중, 최근에 발표된 F-CBR(Fuzzy Cased Based Reasoning)을 이용한 연구사례를 소개하고자 한다⁴⁾.



<그림 3> 언어지시 기반 학습시스템의 구성



〈그림 4〉 F-CBR의 개념

F-CBR은 <그림 4>와 같이, 충돌 상황이 주어지면, 항해 전문가인 선장의 지식을 이용하여 사전에 구축해 둔, 충돌사례와 피항 침로를 위한 DB와 현재의 충돌상황과 비교하여 가장 유사한 사례를 추출한 후, 그 피항 침로를 현재 상황에 맞게 수정하여 새로운 충돌회피 침로를 구하는 시스템이다.

구체적인 시스템 구성은 <그림 5>와 같으며, Level 1에서 퍼지추론 규칙을 이용하여 주어진 타선박과 해당 선박과의 충돌 위험도(CR: Collision Risk)를 구한다. 이 때 충돌 위험도는 DCPA(Distance at Closest Point of Approach), TCPA(Time of CPA), TRB(Target ship's

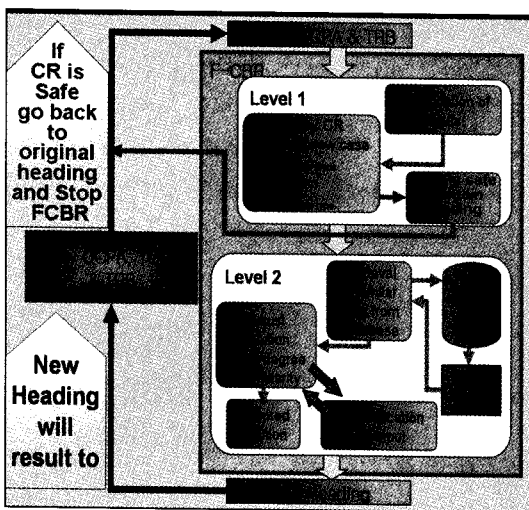
Relative Bearing)를 입력변수로, 위험도를 출력 변수로 하는 퍼지추론 규칙을 이용하여 구한다. Level 2에서는 사례 DB와 현재의 충돌상황과 비교하여 가장 가까운 사례를 추출한 후, 초기 해를 수정하여 새로운 회피 침로를 구한다.

현재 F-CBR은 Ontology를 이용한 퍼지규칙 및 사례 DB 구축의 연구까지 진행되고 있으며, 향후 실제선박에서의 다양한 적용을 통하여 선박의 안전항해를 위한 항해 지원시스템으로 기여할 것으로 전망된다⁵⁾.

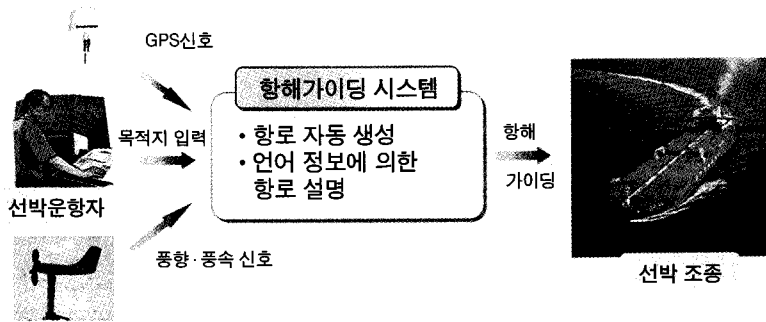
3. 항해 자동 가이딩 시스템

최근 전문 항해사 부족 및 레저 선박의 등장으로 소형선박이 해양사고의 70% 이상을 차지함에 따라, 소형선에 대한 사고예방이 전 세계적인 주요 이슈가 되고 있다. 소형선의 안전항해 대책의 일환으로 이루어진, 소형선 항해가이딩 시스템 연구사례를 소개하고자 한다⁶⁾.

이 시스템은 <그림 6>과 같이 임의의 해상 위치에서 목적지의 입력만으로, 현재의 위치에서 목적지까지 항로가 자동생성되고, 목적지까지 항해에 필요한 정보가 언어로 <그림 7>처럼 제공되는 시스템이다. ECDIS, 위치 선서인 GPS와 풍향풍속 신호등을 이용하여 항해를 가이딩하는 시스템으로서, 증가일로의 해양레저 선박의 안



〈그림 5〉 F-CBR 구성 및 데이터 흐름도



〈그림 6〉 항해 가이드 시스템 개요

전항해와 전문 항해사 부족에 어려움을 겪고 있는 소형선박의 해양사고를 획기적으로 감소시킬 수 있는 차세대 항해 지원시스템으로 발전할 것으로 전망된다.

4. 해양안전정보 시스템

선박 운항시스템의 자동화에 보조를 같이하여, 해상의 선박을 육상에서 모니터링하여 해양사고를 예방하고 해양사고 발생시 신속한 구조를 하기 위한 해양안전 및 보안정보시스템 개발이 세계적으로 구축되고 있다.

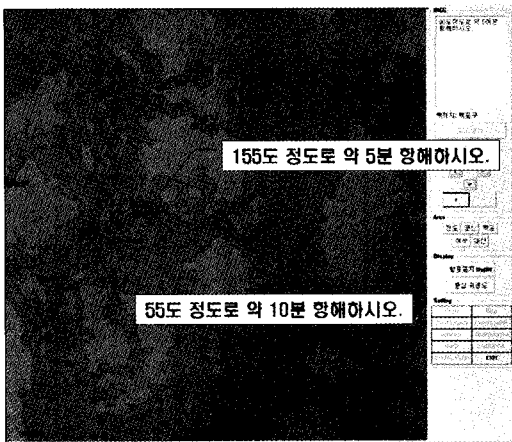
선박의 위치를 파악하여 모니터링하기 위한 시

스템인 선박자동식별시스템(AIS: Automatic Identification System)이 해상인명안전협약(SOLAS)에 따라 2002년 7월 1일부터 전 세계적으로 실시되고 있으며, 2009년부터는 선박장거리 위치추적시스템(LRIT: Long Range Identification and Tracking system) 선박탑재가 강제화될 예정이다.

이러한 위치추적 시스템은 선박의 조난구조, 안전항해 지원, 선단관리, 해양사고 예방 등 다양하게 활용되고 있다. EU는 2,700만 유로를 투입하여 첨단선박과 육상안전시스템을 연결하는 MarNIS 프로젝트를 추진 중(2004-2008)이며, 우리나라 해양수산부에서는 총 156억원을 들여 해양안전종합정보시스템(GICOMS: General Information Center on Maritime Safety and Security)을 구축 운영중(2001-2008)이다. 국제적으로도 평판이 높으며 개발도상국에 수출을 시작한 GICOMS에 대해서 간략하게 소개하고자 한다.

(가) 구축 목적 및 배경

GICOMS의 구축 목적은 IT기술을 활용하여 범국가적 해양재난안전관리 체제를 마련하고, 선박모니터링을 통한 소형선박 및 어선의 조난 체계 개선으로 인명피해를 최소화하고, 나아가



〈그림 7〉 항해 가이드 시스템 사례

해적 및 테러 빈발해역 내 국내 수출입화물의 안전한 수송로 확보 및 해양안전분야의 정보화 구축을 통한 업무의 효율성을 제고하는데 있다⁷⁾.

GICOMS 구축 배경을 살펴보면, 먼저 IMO에 의한 AIS 및 SSAS(Ship Security Alert System)가 도입됨에 따라, 국가별로 이들 정보의 수신체계를 의무적으로 구축할 필요성이 발생하였다. 더불어, 말라카해협 등 해적과 해상테러에 취약한 해역내에서 국적선의 피해 발생시 대응방안이 전무하여 이에 대한 대책이 필요하였으며, 나아가 선박 조난시 위치추적 수단이 없어 신속한 수색구조가 곤란하고, 안전 및 재난관련 정보시스템이 유관기관 및 부서별로 분산되어 있어 정보의 신속한 접근과 공동활용 체계가 미흡한 점을 해결하는 방안수립이 절실하였다.

이러한 국내외적인 해상보안강화의 추세와 필요성에 적극 대응하기 위하여 해양수산부는 2001년부터 GICOMS 구축을 추진하여 해양안전 및 재난을 종합적으로 관리하는 범국가적 해양위기관리시스템으로 발전시켜왔다⁸⁾.

GICOMS의 추진방향 및 목표를 요약하면 다음과 같다.

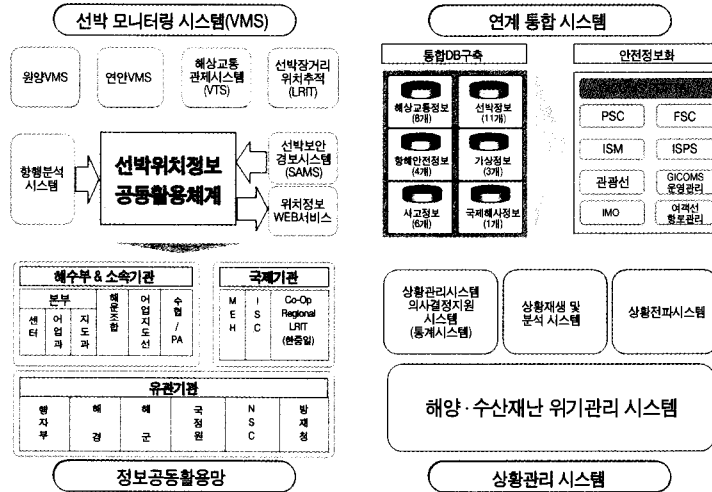
- 전세계 운항 국적선박의 모니터링/사고예방/수색구조 지원
- 분산된 해양안전업무의 연계/통합을 위한 정보 인프라 구축
- 유관기관 및 대국민 해양안전 정보서비스 제공
- 해양수산재난사고 발생시 신속한 보고 및 유기적인 수습체계 확립
- 해양안전분야 업무의 정보화 및 유기적인 연계체계 마련

(나) 시스템 구성 및 주요기능

시스템의 구성체계를 살펴보면 <그림 8>과 같이 위치정보를 수집하여 통합관리하는 “해상교통정보관리체계”, 해상교통정보 및 선박정보, 해양안전정보 등을 통합관리하는 “안전정보통합관리체계”, 유관기관간 정보교환 및 재난안전정보를 제공하는 “정보제공서비스체계”, 국가재난 및



<그림 8> GICOMS 구성체계



〈그림 9〉 GICOMS 주요 기능

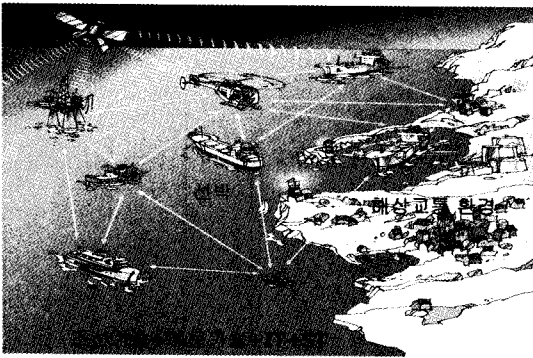
대테러 상황을 관리하는 “종합상황관리체계”로 나눌 수 있다^{8,9)}. 이중 “해상교통정보관리체계”의 LRIT는 2008년도까지 구축을 완료하여 2009년부터 서비스를 제공할 예정이다.

GICOMS의 주요기능 구성도는 <그림 9>와 같으며 기능별 세부적인 내용은 다음과 같다⁸⁾.

- 선박모니터링시스템(VMS: Vessel Monitoring System)
선박에 설치된 무선장치 및 AIS 등 단말기에서 발사된 위치신호가 전자해도 화면에 표시되는 시스템으로서, 선박과 육상간 쌍방향 데이터 통신이 가능하다. 선박에는 위치정보 송수신용 VMS 단말기가 설치되어 있으며, 육상에는 모니터링장치(H/W 및 S/W)가 설치되어 있다.
- 해양안전 관련 정보시스템 연계·통합
VMS를 기반으로 분산된 해양안전 관련 정보시스템(33개)을 연계 및 통합하여 해양안전통합 DB로 구축되어 있다. 이를 이용하여

선박위치정보를 기반으로 선박등록 및 검사, 무선국, 사업자, 선원정보 등 선박관련 정보를 일괄적으로 조회가능하다.

- 유관기관 해양안전정보 공동활용 및 대국민 서비스
해양안전 통합DB 및 VMS를 무료로 서비스하고, 해양안전재난관련 유관기관간 정보연계망을 구축하고 이를 공동으로 활용하고 있다.
- 상황관리시스템
현재 상황관리 시스템 및 의사결정지원시스템, 상황재생 및 분석시스템, 상황전파시스템이 구축되어 있으나, 해양수산재난 위기관리시스템은 현재 구축중이며 2008년까지 구축을 완료할 예정이다.
GICOMS는 향후 고도화 과정을 거쳐, <그림 10>과 같이 위성항법장치, 전자해도 및 첨단 IT를 기반으로 선박 ↔ 선박 ↔ 육상간 쌍방향 인터페이스 솔루션을 제공하는 IMO 혁신 추진과제인 e-Navigation 으로 발전될



〈그림 10〉 IT 기반 해양안전시스템 전망도

것으로 전망되며, 해양안전기술의 블루오션을 창출할 것으로 전망되고 있다.

IV. 결론

본고에서는 먼저 선박 자동화의 추이를 살펴본 후, 선위 결정 시스템, 전자해도 시스템, 항로 설정 시스템 및 항로추종감시 시스템 등으로 구성된 항법시스템의 자동화에 대하여 살펴보았다. 또한, 적하관리 및 하역제어 시스템, 계선 시스템 및 선박 정보시스템으로 구성되는 선박의 장시스템의 자동화 적용사례를 소개하였다. 나아가, 선박 자동화를 종합적으로 관리, 운영하는 종합브릿지 시스템을 통한 선박 자동화 사례를 소개하였다.

최신 선박 자동화 사례로는 음성을 이용한 선박조종 제어 시스템, 지능형 충돌회피 지원 시스템 및 항해 자동 가이드 시스템 등의 개요와 시스템 구성을 기술하였으며, 해양안전정보 시스템으로서 우리나라가 추진 중인 해양안전종합정보시스템 GICOMS을 소개하였다.

지금까지 선박자동화와 해양안전정보시스템

은 각기 다른 길을 걸으며 발전하여왔으나, 선박과 육상, 위성간의 통신시스템을 기반으로 종합적이며, 통합적인 자동화 및 해양안전관리 시스템으로 발전될 것이며, 가까운 미래에는 UN 산하의 IMO가 추진 중인 e-Navigation을 통하여 IT기반 해양안전기술 산업의 블루오션으로 발전할 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] 윤명오, 선박 자동화 시스템, 지구출판사, 1996.
- [2] 박계각, 서기열, “언어지시에 의한 지능형 조타기 제어 시스템”, 퍼지 및 지능시스템학회, Vol. 12, No. 5, pp. 417-423, 2002.
- [3] G.K. Park and M. Sugeno, “Learning Based on Linguistic Instruction using Fuzzy Theory”, Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems, vol. 4, No. 6 pp. 1164-1181, 1992.417-423, 2002.
- [4] G. K. Park and J. L. R. M. Benedictos, Ship's Collision Avoidance System Using Fuzzy-CBR, Vol. 16, No. 5, pp. 635-641, Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems, 2006.
- [5] G. K. Park, J. L. R. M. Benedictos, S.C. Shin, N. K. Im and M. Yi, Building a Conceptual Model Using Ontology for the Efficient Retrieval of Cases from Fuzzy-CBR Collision Avoidance Support System, Vol. 17, No 2, pp. 245-250, Proc. of KFIS Spring Conference, 2007.
- [6] 박계각, 홍태호, 서기열, “퍼지이론을 이용한 항해안내시스템의 구축,” 퍼지 및 지능시스템학회, Vol. 15, No. 3, pp. 369-374, 2005.6.
- [7] 해양수산부, 해양안전종합정보시스템, <http://www.gicoms.go.kr>, 2007.9.
- [8] 류영하, “GICOMS 고도화 추진 기본방향”, 해양수산부 해양안전정보시스템 고도화를 위한

워크숍 교재, 2007. 5.

[9] 박계각, “GICOMS 분석 · 평가 및 활성화 방안”, 해양수산부 해양안전정보시스템고도화를 위한 워크숍 교재, 2007. 5.

저자소개



박 계 각

1982년 2월-한국해양대학교 항해학과 졸업(공학사)

1986년 2월-한국해양대학교 수송공학 전공
(공학석사)

1993년 3월-일본 동경공업대학 시스템과학전공
(공학박사)

1993년 3월-1994년 2월 일본 통산성 국제퍼지공학
연구소 주임연구원

1994년 3월-1995년 2월 주식회사 일산 기술고문

2001년 2월-2002년 2월 University of
Cincinnati Visiting
Professor

1995년 3월-현재 목포해양대학교 해양정보시스템학
전공 교수

주관심 분야 : 지능제어시스템, 항만운송 시스템, 항만
경제학