

선박 운항 자동화 시스템의 개발 동향에 대하여

조 영준, 이 강원, 공 오영, 신 호순 전무  
대우조선공업 (주) 기술연구소

A Recent Trend on the Ship Operation Automation System

Y. J. Cho K. W. Lee O. Y. Kong and H. S. Shin

Daewoo Shipbuilding & Heavy Machinery Ltd. R & D Center.

Abstract

This paper presents a ship navigation system and automated equipments on ship board, whose technology has been quite rapidly developing in recent years. The ship owners and builders are much interested in ship automation systems, due to their comfort, safety and lower life cycle cost in ship operation. Here the basic technology and structure of the system are described, also taken into account is the future trend on the development of the system.

1. 서 론

자동화 기술이 선박에 도입된지는 비록 최근의 일이지만 선박 운항 자동화는 비약적인 진전을 보이고 있다.

선박 운항의 자동화에 대한 관심은 60년대 초 선상 작업에 대한 환경 개선을 목적으로 비롯되었으나 (1), 70년대 오일 쇼크로 인하여 해운 업계의 채산성 악화는 보다 새로운 차원에서 관심을 집중시켰다. 자구책에 부심하던 해운 업계는 조선 업계와 더불어 "선박 운항 자동화"를 위한 연구를 본격적으로 추진하여 승선 인원의 삭감, 에너지 절감 및 항해 안전성 확보에 노력하게 되었다. 이러한 연구 노력은 유럽, 일본을 중심으로 한 선진 조선국에서 시도되어, 70년대 말 저가격형 소형 컴퓨터의 급속한 보급으로 자동화 시스템 개발이 본격화 되어 산업화 단계에 돌입하게 되었다. 그 결과 선박은 종래 60년대 초 승선 인원 60명에서 80년대 20명 정도로 운항 할 수 있게 되었으며, 최근에는 10명 내외로 운항이 가능한 초인화 선박이 개발 되기에 이르렀다. (2, 3)

이러한 선박 운항 자동화 기술은 과거 단순한 기계의 자동 조작에서 비롯되어 엔진을 중심으로 한 추

진 계통의 자동화, 인공 위성을 이용한 통신 시스템, 최적 항로 제어 시스템, 하역 작업의 감시 및 자동 제어 시스템에 이르기까지 발전되어 왔다. 최근에는 이런 각 시스템을 기본으로 하여, 시스템의 신뢰도를 높이면서 더욱 발전된 집적화 시스템으로의 개발을 추진하고 있으며, 나아가 선박 운항의 무인화의 실현에 접근하고 있다. (4)

현재 국내 조선업은 90년대 세계 제일의 조선국으로 발전을 도모하고 있는 실정으로 설계 및 건조 기술 자립화와 기자재의 국산화를 통한 국제 경쟁력 확보에 주력하고 있다. 그러나 선박 운항 자동화 시스템 설계와 이와 관련한 고부가가치 기자재를 대부분 외국에 의존하고 있는 실정으로 기술 개발과 산업화가 시급히 이루어져야 할 과제라 여겨진다.

본 고에서는 이러한 관점에서 선박 운항 자동화 기술의 현황과 연구 개발 동향을 살펴보고, 나아가 관련 기술 개발 방안과 산업화 방향을 모색해보고자 한다.

2. 선박 운항 자동화 기술 개요

선박 자동화 (Ship Automation)는 편의상 선박 운항 자동화와 선내 사무 자동화로 대별해 볼 수 있는데 선박 운항 자동화는 선박을 운항하는데 직접적으로 필요한 항법, 의장 및 추진 장치의 자동화를 의미한다.

선박 운항 자동화 시스템 기술은 선박 설계 및 건조 기술과 더불어 조선소의 기술력을 대변하는 핵심 설계 기술의 하나로 수주 경쟁력을 높이는 데 중요한 위치를 차지하고 있다.

이러한 선박 운항 자동화 시스템은 선내 노동의 감소, 작업 환경 개선, 운항 안전성 확보 및 운항능률의 향상을 목표로 하여, 궁극적으로는 운항 경제

성 확보를 위한 승선 인원의 최소화에 그 목적이 있다 하겠다.

## 2.1 선박 운항 자동화 기술의 변천

선박 운항 자동화는 1960년 기관실내의 노동 환경 개선을 위한 시도에서 비롯되어 1961년 "금화산호" (일)의 뉴욕 항로 정기 취항을 기점으로 시작되었다. 자동화선의 시효라 할 수 있는 이 선박은 기관실에 원격조종을 위한 제어실을 설치한 것으로, 당시로는 획기적인 사건으로 여겨졌다. 그 후 1966년에는 최초의 컴퓨터 탑재선인 Dolabela(불)호가 취항하였고, 1967년에는 컴퓨터에 의한 직접 제어 기술이 개발되어 냉동선 온도 제어에 응용되면서 본격적인 자동 제어화 선박이 출현 하였으며, 이른바 "MO (Man - Zero) 선"이라 불리는 기관실 당직 무인화가 가능하게 되었다. 그 결과 컴퓨터 기술은 항법, 의장 및 기관 장치등에 광범위하게 응용되기 시작하여 선박 운항 자동화 기술이 고도화 단계로 발전하게 되었다.

유럽을 중심으로 하여 컴퓨터 응용 기술을 바탕으로 한 선박 자동화 기기 개발이 본격화 됨에 따라 1968년 일본은 국가적인 차원에서 컴퓨터 기술을 응용한 선박 운항 자동화 시스템 기술과 기자재 개발에 착수하기에 이르렀다.

그 결과 선박 충돌 예방 RADAR, 위성 항법 장치 및 자동 감시 제어와 선박 기자재가 개발되어 실용화 되었으며, 미니 컴퓨터에 의한 "집중 제어화 선박"에 대한 개념이 개발 되었다. 그러나 집중 제어 시스템을 도입한 실험선이 건조되기는 하였으나 초기 비용이 과다 및 신뢰도 확보를 위한 기술상의 문제로 실용화 단계에 이르지 못하였다.

1975년경 발생한 오일 쇼크는 해운·조선업계의 심각한 불황을 초래하여 운항 경제성 확보를 위한 기술 개발 방향을 에너지 절감, 승선 인원 삭감에 두게 되어 새로운 관점에서 선박 운항 자동화를 고려하게 되었다. 때를 같이하여 소형 컴퓨터 (Micro-Computer) 기술의 발전에 의한 저가격형 소형 컴퓨터의 급속한 보급과 부품의 신뢰도 향상은 선박 운항 자동화 기술을 크게 변화시켜 놓았다.

"분산제어화 선박 시스템"의 개발과 시스템의 산업화를 본격화 시켜, 갈목할 만한 운항 경제성과 소인원을 이루게 되었다.

## 2.2 선박 운항 자동화에 따른 승선 인원 추이

선박 운항 자동화의 실현 결과는 바로 승선 인원의 감소로 이어진다. 그러므로 승선 인원수는 자동화 기술의 척도라 할 수 있다. 즉 선박 운항에

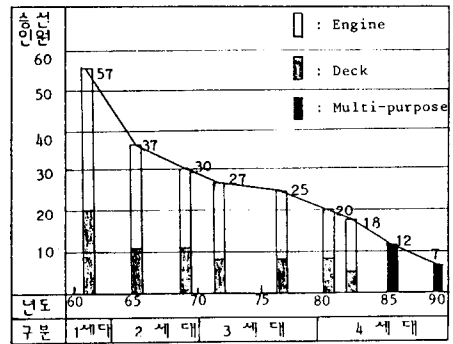


Fig. 1. The Crew Number and The Ship Automation

필요한 작업 기능을 집약화, 단순화하여 계통화하고 이를 시스템으로 실현 시키는 것이 선박 운항 자동화 시스템 기술이기 때문이다.

자동화 단계별 승선 인원 추이를 살펴보면 그림 1과 같다.(5)

그림 1.에서 볼 수 있는 것과 같이 자동화 개념이 도입되기전 60여명에 의해서 운항 되었던 선박은 기관실의 원격 조종의 도입에 따라 20명 정도를 줄일수 있었으며 (제1세대), 컴퓨터가 도입되어 감시 제어가 이루어지게 되어 25명선 (제2세대)을 실현시켰고, 소형 컴퓨터에 의한 분산 제어 방식이 본격화 되면서 18명선 개발이 시도되었다 (제3세대).

금후 (제4세대) 선박 자동화는 더욱 소인화 되어가는 추세에 있으며, 나아가 선박 무인화의 실현을 시도하고 있는 실정이다.

## 2.3 각국의 연구 개발 동향

### 2.3.1 노르웨이

선박 운항 자동화 시스템을 먼저 산업화한 노르웨이는 선급을 중심으로 하여 승선 인원 10명 이하 선박 개발을 목표로 하여 'Ship Operation of the Future' 프로젝트를 추진하고 있다.

#### ○ 연구 목표

- ㄱ) 승선 인원 10명 이하
- ㄴ) Life Cycle Cost 65% 절감

#### ○ 연구 내용

- 기관실 완전 무당직화 시스템 개발 (Supper EO)
- ICC (Integrated Control Center)을 Bridge에 설치 1명 배치 (B1)
- 갑판과 기관부원 기능 일체화로 현 인원 50% 감소
- ISS (Integrated Ship System) 개발 추진

### 2.3.2 일본

1968년 이후 운수성 선박국을 중심으로 관련 기관과 협의체를 형성하여 국가적인 차원에서 선박 운항

자동화에 관한 연구를 추진해온 일본은 조선 연구 협회 산하에 "선박 고도 제어 방식 연구 부회(SR106 부회)"를 발족시켜 선박 운항 자동화 시스템에 대한 기술 개발 과제를 주도해 왔으며, 75년 이후 각 업체가 중심이 되어 '고도 제어 시스템'을 적극적으로 개발해 왔다.

현재 추진되고 있는 개발 동향은 다음과 같다.

- 연구 내용
  - CAV (Computerized and Automated Vessel) Level.I 완료 12명선 완료 (Hitachi)
  - CAV Level II (9인선) 개발중
  - 7명선 실현을 위한 시스템 개발 추진 (NKK)

### 3. 선박 운항 자동화 시스템 구성

선박 운항 자동화 기술은 다음과 같이 세가지 주요 시스템으로 집약해 볼 수 있다.

- 항법 시스템 (Navigation System)
  - 하역 시스템 (Cargo System)
  - 추진 시스템 (Propulsion Plant System)
- 각 시스템별 구성 및 중요 요소 기술을 살펴보기로 한다.

#### 3.1 항법 시스템

항법 시스템은 선박 항해 계획, 항로 계산, 충돌 예방, 선위치 측정, 계산 및 항로 유지 등의 기능을 가지고 있으며, 항해중의 안전성 및 경제성을 유지하는 것을 목적으로 한다.

항법 시스템은 70년대에 각 기능을 수행하는 기기가 개발되었고, 초기에는 항법사의 종합적인 판단에 의해 이루어졌으나 마이크로 프로세서와 컴퓨터 기술이 집약되어 이들 각 기기를 유기적으로 연결한 종합 항법 시스템 (Total Navigation System)의 개념이 도입되어 많은 인원 감소를 가져오게 되었다.

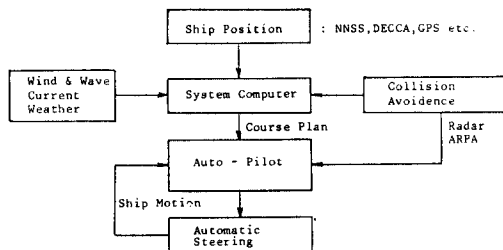


Fig.2. Overview of the Total Navigation System

종합 항법 시스템 그림 2와 같이 구성을 이루고 있으며, 이를 구성하는 핵심 기술은 다음과 같다.

#### 3.1.1 선위 측정 (Ship Position Measurement)

LORAN-C (Long Range Navigator), DECCA Navigator, OMEGA Navigator, NNSS (Navy National Satellite System) 등의 항법 장치를 이용하여 선체 위치를 측정하고 있으나 1978년 NAVSTAR GPS 위성 발사를 전환점으로 하여 1990년대에는 GPS (Global Positioning System)을 이용한 측정 기술이 본격적으로 도입될 전망이다. (6, 7)

#### 3.1.2 충돌 예방 (Collision Avoidance)

종래 RADAR 기술에 ARPA (Automatic Radar Plotting Aids) 시스템이 채용됨에 따라 자동 충돌 예방이 실현되어 자동 조타를 가능하게 하였다.

#### 3.1.3 자동 항해 (Auto-pilot System)

자동 항해는 측정된 선위를 바탕으로 항해 계획 (Navigation Planning), 침로 계산, 항로 유지 (Course Keeping) 하고 이를 바탕으로 자동 제어화 조타 (Automatic Controlled Steering)를 수행하는 시스템으로 그림 3과 같은 구조를 갖는다.

### 3.2 하역 시스템

기관 시스템과 더불어 가장 많은 작업 인원을 필요로 하는 하역 장치 시스템은 항해 중의 확률의 상태 감시와 탑재 및 하역시의 선박 내 각종 하역 관련 장치의 작동 상태 감시, 작동 제어를 수행한다. 주요 기능을 살펴보면 다음과 같다.

#### 1) Load Calculation

화물이 적재 상태에 따른 선체 강도 계산을 수행하고 선박의 안정성을 검토하며, 이를 토대로 화물 적재 계획을 수립한다.

#### 2) Alarm and Monitoring

선박 적재 화물 및 각종 탱크 내의 상태를 계속하여 종합적으로 감시하며, 위험 상태를 통보하는 역할을 수행한다.

#### 3) Cargo and Ballast Control

운항중 화물의 상태 변화에 대한 보상을 하기 위하여 연관된 기기 및 밸브를 자동적으로 제어한다.

하역 시스템은 초기에 집중 감시 제어화를 시도하였으나, 신뢰도 및 기술적인 난관을 극복할 수 없었다. 그러나 70년대 말 마이크로 프로세서와 소형 컴퓨터 기술을 도입하여 능률이 높은 분산 감시 제어 시스템으로 변모하였다. 이를 위한 핵심 요소 기술은 마이크로 프로세서에 의한 Sensing, Signal Processing, Data Acquisition 및 Control 기술이다.

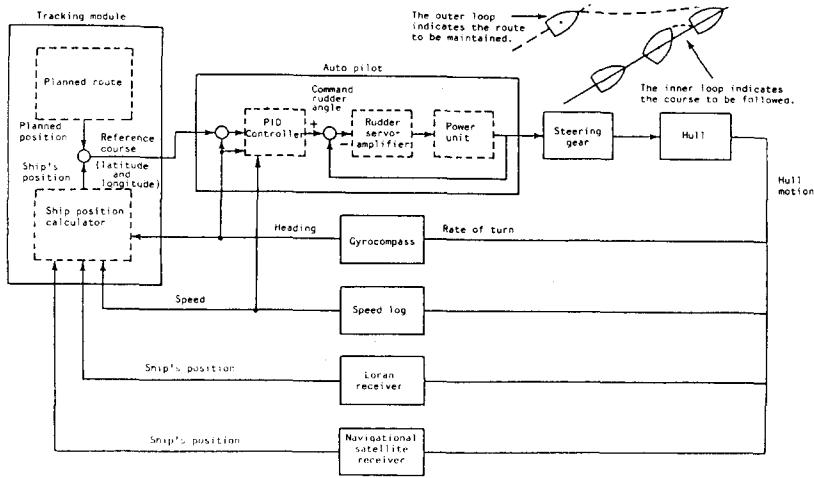


Fig.3. An example of an Auto-pilot System

### 3.3 추진 시스템 (Propulsion Plant System)

선박을 추진시키기 위한 엔진과 각종 보조기구의 작동 상태의 감시 및 제어 시스템으로, 가장 중요한 위치를 점하고 있으며, 그 구성은 그림 4.와 같다.

시스템을 구성하는 Sub-System 은 다음과 같다.

- 1) Monitoring & Alarm System
- 2) Engine Remote Control System
- 3) Stand-by Control System
- 4) Speed Control System
- 5) Generator & Power Control System
- 6) Aux. Machinery Control System

이와같은 각 시스템의 기능은 일반적으로 분산 제어 방식으로 처리되며, 핵심 요소 기술로는 마이크로 컴퓨터 Network 기술을 근간으로 한 마이크로 프로세서에 의한 Sensing, Interfacing, Data Processing 및 Control 기술이다.

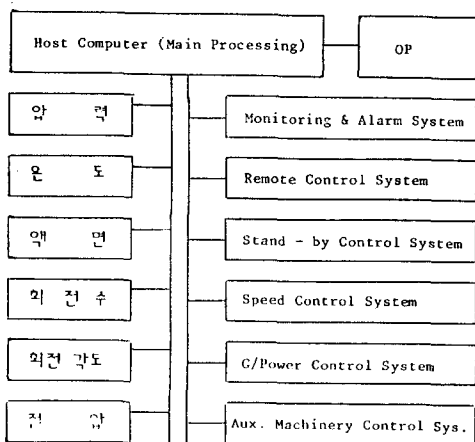


Fig.4. Block Diagram of the Propulsion Plant Automation System

### 4. 선박 운항 자동화 기술 전개 방향

최근 선박 자동화 시스템 기술은 고신뢰도와, 고합리화를 추구하고 있으며, 그 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 구성 부품 및 제품의 신뢰도 향상
    - 신소재 개발
    - 자동 제어화
    - 자기 진단 기능 추가
  - 2) 신기술 도입
    - Sensor
    - GPS
    - Satellite Communication
    - Voice Control
  - 3) 컴퓨터 응용 기술 적용 확대
    - Signal Aquisition
    - Data Processing
    - Networking
    - Graphic Display & Monitoring
    - Control
    - AI (Artificial Intelligence)
  - 4) 시스템의 집적화 실현
    - Total Navigation System
    - UMS (Unmanned Machinery Space)
    - ICC (Integrated Control Center)
    - ISS (Integrated Ship System)
  - 5) 초인수화 및 무인화 선박 설계
    - 집중 감시 제어화
    - 육상 지원 시스템 개발
5. 결론

앞에서 살펴본 바와 같이 선박 운항 자동화 기술은

많은 발전을 이루어 왔으며, 더욱 가속화될 전망이다. 90년대 세계 제일 조선국으로 발전을 꾀하고 있는 국내 조선업계는 설계 기술 자립화와 기자재 국산화 개발에 주력하고 있지만, 선박 기술의 기술 우위 확보를 위해서는 선박 운항 자동화 시스템 개발에도 많은 노력을 기울여야 할 것이며, 아울러 이력한 고부가가치화 기자재의 국산화 개발도 시급히 요구되고 있다.

(참고문헌)

1. 일본조선학회 의장연구위원회 전기부회, 선박 전기의장 핸드북, 해문당, 1983.
2. 毛利藏弘, 일본에서의 초자동화선의 전망, 조선 기술, 1982. 1.
3. 加納正義, 초자동화 선박의 전망, 조선기술, 1982. 1.
4. 今村滋, 선박의 무인화 구상, 일본전기학회지, Vol. 90. No.10.
5. Harry Benford, Ship manning trends in Northern Europe, SNAME, 1984. 11.
6. 沢田正敏, 전세계 측위 위성 시스템 NAVSTAR/GPS, 계측과 제어, Vol.21, No.2.
7. 橋本 賢志夫, GPS 위성의 해양개발에의 응용, 조선기술, 1987. 7.