

충돌회피시스템을 적용한 선박의 Autopilot에 관한 연구

최항섭, 박동호, 오의석

현대중공업(주) 기계전기연구소

A Study on Ship Autopilot with Collision Avoidance System

H.S. Choe, D.H. Park, E.S. Oh

Electro-Mechanical Research Institute, Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.

**Abstract** - 본 연구는 근접상황의 선박 간 충돌회피시스템을 개발하기 위한 연구로서 근거리 조우상황에서 발생하는 선박충돌사고를 감소시키기 위한 선박충돌회피 설계방법을 제시한다. 이 설계모델은 레이더(Radar), 선박자동식별장치(AIS : Automatic Identification System)와 자동조타장치(Autopilot)를 충돌회피시스템에 연계하여 선박 간 충돌 사고를 사전에 예측하고 자동회피 방법을 제안한 것이다.

충돌회피시스템이 적용된 자동조타장치의 구조는 모든 종류의 자동조타 장치에 적용 가능하다.

1. 서 론

많은 선박사고유형 중 하나인 선박간의 충돌은 항해사의 과실로 인한 사고가 큰 비중을 차지한다. 사고의 원인은 선박의 제조기술의 발달로 그 성능은 급속도로 발전하고 있는 반면, 항해사의 자질은 오히려 저하되었거나, 이러한 선박의 변화에 적응하지 못하는 상황에서 오는 것이라 할 수 있다. 따라서 이를 보완해 줄 수 있는 시스템 설계를 제안함으로써, 사고를 미연에 방지하여 인명 및 해양오염을 최소화하자는데 본 연구의 목적이 있다.

선박관련 자동화시스템이 점차 발전함으로써 자동충돌회피에 관한 연구와 개발의 필요성은 더욱 커지게 되었다. 현재까지 레이더의 ARPA (Automatic Radar Plotting Aids)와 AIS를 이용하여 TCPA(Time of the Closest Point Approach)와 DCPA(Distance of the Closest Point Approach)의 충돌 위험도 추론(Hasegawa, 1987)[1]을 발표하면서 선박충돌회피에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 그러나 아직 충돌위험결정 및 판단기준은 TCPA, DCPA를 추정할 뿐 실제 항해시스템과 연계한 시스템 설계와 개발이 이루어지지 못하고 있다.

본 논문은 TCPA와 DCPA의 충돌위험 정보, 선박 조종성능 특성 정보, 자동조타장치와 연계하여 선박의 충돌위험을 예측하고 자동회피를 할 수 있는 설계 방법을 제안한 것이다.

2. 본 론

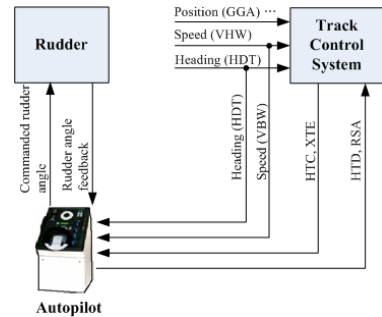
2.1 항해시스템

항해시스템은 항해센서(GPS, Gyro-Compass, Speed Log, Echo Sounder)로부터 항해에 필요한 각종 정보(선박위치, 속도, 선각)를 이용하는 레이더, 전자해도, 항해정보시스템, 자동조타장치, 선박자동식별장치로 구성된다.

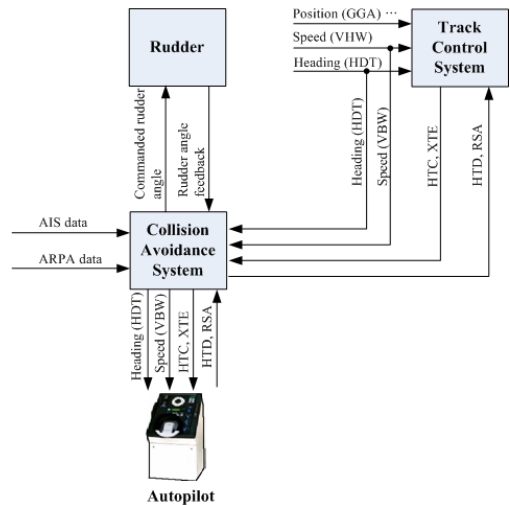
자동조타장치는 설정한 목표방위에 대하여 수동·자동으로 조타(Rudder)를 제어하여 선박의 진로를 일정하게 유지하고 안전항해를 위해 개발된 항해기이며, 선박자동식별장치는 해상무선통신망을 이용하여 선박과 선박 간(Ship to Ship), 그리고 선박과 육상의 센터 간(Ship to Shore)에 선박의 명세, 위치, 속도 등의 선박관련 정보와 선박 간의 충돌정보를 송신하며, 레이더의 ARPA도 선박 간 충돌정보관련 CPA, DCPA, TCPA 정보를 송신한다.

2.2 Autopilot 연계

항해시스템의 자동조타장치는 선박을 조종하는 중요한 기능을 갖고 있다. <그림 1>과 같이 선박을 조종하기 위해서는 선박 위치(GGA : Global Position System fix Data), 속도(VBW : Dual ground/water speed), 선수각(HDT : Heading Ture)의 정보를 입력 받는다. 자동조타장치를 수동으로 조종하는 경우에는 자동조타장치에서 직접 조타로 출력하여 조종하며, 자동조타장치를 자동으로 조종하는 경우에는 항로 제어 시스템(Track Control System)에서 선박의 항로를 계획하고, 계획된 항로로 항해할 수 있도록 항로 제어 명령(HTC : Heading /Track Control Command)을 자동조타장치로 송신하여 조타를 조종한다. <그림 2>는 본 연구에서 제안한 기존 자동조타장치에 충돌회피시스템을 연계한 구조를 나타낸 것이다. 선박 위치, 속도, 선수각의 정보를 충돌회피시스템이 제어할 수 있도록 구성하여 충돌회피시스템에서 예측된 정보로 조타를 조종한다.



<그림 1> 기존 Autopilot 구조



<그림 2> 충돌회피시스템을 적용한 Autopilot 구조

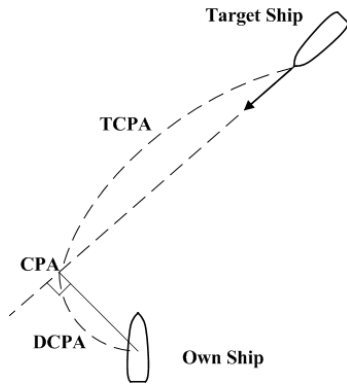
2.3 DCPA와 TCPA

선박의 충돌회피문제에 있어서 가장 문제가 되고 있는 타선(Target Ship)의 진행 시간마다의 속도, 항로, 위치는 현재 기준으로 예측 가능하다. 타선의 속도와 항로정보를 이용하여 타선의 항로에 대한 충돌회피 결과 주어진 시간 안에 충돌회피 가능여부를 확인할 있는 정보로 DCPA와 TCPA가 이용된다.

DCPA는 타선이 현재 상황을 그대로 유지했을 경우 타선이 자선(Own Ship)과 가장 가까운 거리를 지나갈 때 타선까지의 거리를 나타낸다. TCPA는 타선이 CPA(Closest Point Approach) 점을 지나는 순간까지 걸리는 시간을 나타낸다.

충돌회피시스템은 ARPA와 AIS의 정보에서 추출된 DCPA와 TCPA를 기초로 타선의 속도, 방향, 조우시간을 예측할 수 있다.

<그림 3>은 이러한 DCPA와 TCPA의 개념을 설명한 그림이다.



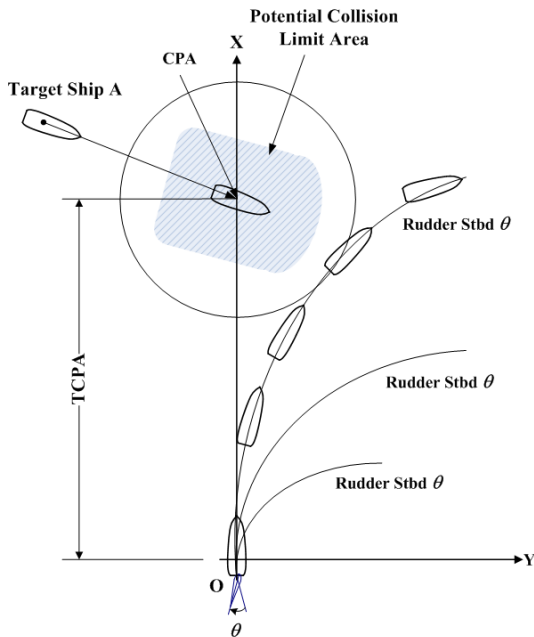
<그림 3> DCPA와 TCPA

## 2.4 충돌회피 조건

<그림 4>과 같이 조타에 따른 선회률(Rate of Turn)로 진행되는 자선(Own Ship O)과 타선 A(Target Ship A)의 근거리를 도출하여 각각의 접근하는 조우각에 따라 비교할 수 있다. 자선 A와 타선 O가 속력을 유지하고 충돌하는 상황을 가정한다. 그리고 자선 O와 타선 A의 충돌을 피하기 위한 자선 A의 선회률은 자선 O의 조종성능 특성으로 예측된다. 또한 자선 O의 선회각은 타선 A의 잠재적 충돌한계영역(Potential Collision Limit Area)에 접근하는 상태의 위치좌표와 시간을 예측할 수 있다.

제안된 모델은 두 선박이 충돌위험이 높은 상태로 근거리 조우하는 경우 예상되는 CPA점을 예측할 수 있고, 충돌한계영역을 벗어 날 수 있도록 자선 O에서 타선 A와의 충돌을 피할 수 있는 타각( $\theta$ )을 예측할 수 있다.

<그림 4>는 이러한 충돌회피 조건을 설명한 그림이다.

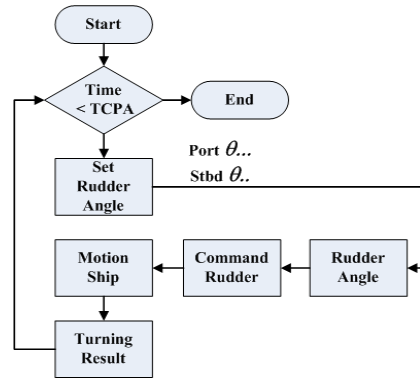


<그림 4> 충돌회피 조건

## 2.5 충돌회피 선택

<그림 5>는 선박 조종운동을 표현하는 모듈을 나타낸 것으로 계산된 TCPA 동안 자선의 타각사용으로 예상되는 선회각을 계산한다. 우현 및 좌현 예상 타각 10도( $\theta$ ), 20도( $\theta$ ) 및 35도( $\theta$ ) 사용에 대한 예상 선회각과 <그림 4>의 잠재적 충돌한계구역에 충돌되는 상황을 예측할 수 있다.

이를 이용하여 선박충돌 위험 지역에서 선박충돌회피시스템은 경보 또는 긴급한 상황에서 안전한 선회각을 선택하고 예측하여 선박충돌회피시스템에서 조타를 자동으로 조종할 수 있다.



<그림 5> 충돌회피 선택

## 3. 결 론

근거리 조우상황에서 충돌회피 동작을 취해야 할 경우 항해사는 선박의 조종성능 특성을 숙지하여 신속하게 회피동작을 결정할 수 있어야 한다. 긴급한 상황에서 대부분의 항해사는 항해정보를 신속하게 습득하는 능력이 저하되고, 문제 해결을 위한 판단력을 상실하는 상황에 처하게 된다. 이는 오랜 기간 해상 근무를 한 선원이라도 승선 중에 긴급한 상황을 경험하는 기회가 많지 않아서 실제 위급 상황이 발생하면 어떻게 효과적으로 회피동작을 취할 것인지 판단하기가 어렵다.

본 연구를 통해 근거리 조우상황에서 발생하는 선박충돌사고를 DCPA, TCPA, 충돌회피 조건, 충돌회피 선택과 자동조타장치(Autopilot)를 이용하여 승무원이 위급 상황 시 충돌위험 예측과 자동회피를 할 수 있는 설계방법을 제시하였다.

향후 연구에서는 실제 선박의 조종성능특성 모델을 이용한 충돌회피 알고리즘 개발과 다수선박의 근거리 조우 모델을 개발하여 자동조타장치에 탑재 가능한 충돌회피시스템을 개발할 예정이다.

## [참 고 문 헌]

- [1] Hasegawa K, "Automatic Collision Avoidance System form Ship using Fuzzy Control", 8th Ship Control System Symposium, 1987
- [2] Hammer A. and Hara K, "Knowledge Acquisition for Collision Avoidance Maneuver by Ship Handling Simulator", MARSIM & ICSA 90, Tokyo, 1990
- [3] IEC60092-101, Electrical installations in ships- Part 1: Definitions and general requirements.
- [4] IEC60872-3, Electronic plotting aid(EPA) - Performance requirements - Methods of testing and required test results.
- [5] IEC60936-1, Shipborne radar - Performance requirements - Methods of testing required test results
- [6] Meijing Li, Xiuheng Wu, "Simulation Calculation and Comprehensive Assessment on Ship Maneuverabilities in Wind, Wave, Current and Shallow Water", Proceeding of MARSIM & ICSM 90, pp. 403~412, 1990
- [7] IEC61924 CD2, Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems- Integrated Navigation System
- [8] 최향섭, IEC61924 규격을 적용한 항해데이터 검증 방법, 대한조선학회 춘계학술대회, 2006