

선박의 충돌회피를 위한 자동제어에 관한 연구

† 김주한* · 이승건** · 이상의* · 배철한*

* 부산대학교 대학원 조선해양공학과, **부산대학교 조선해양공학과 교수

A Study on the Automatic Control for Collision Avoidance of the Ships around the Coast

† *Ju-Han Kim** · *Seung-Keon Lee*** · *Sang-Eui Lee** · *Cheol-Han Bae**

* *Graduate school of Pusan National University, Pusan 510-2755, Korea*

** *Pusan National Maritime University, Pusan 510-2441, Korea*

요 약 : 해난사고에 있어 운항자의 조선 실수가 큰 비중을 차지한다. 이는 항구의 여건이 크게 개선되지 않은 상태에서 선박이 점차 대형화 고속화, 그리고 항만의 물동량 증가에 따른 위험도의 증가라 볼 수 있으며, 이에 따라 연안에서의 선박의 충돌회피를 위한 자동제어에 관한 필요성이 대두되어 본 연구를 진행하였다. 본 연구는 MMG 수학모델에 기반으로 Surge, Sway, Yaw 3자유도 운동방정식을 사용하였고, 충돌예상시점에 의한 정보(DCPA and TCPA)를 이용하여 퍼지추론을 통한 위험도를 설정하였다. 이 방법의 실효성을 검증하기 위해 연안에서의 여러 정박지와 선박의 조우 상태에 따른 시뮬레이션을 수행하였다.

핵심용어 : 충돌회피, 자동제어, 퍼지이론

Abstract : A mis-handling of the ship operators show high rate among the whole marine accidents. Since the port conditions have been getting worse, also as her size and speed increase, collision risk has been increased so that ship needs the automatic control system for collision. From that purpose, this research has been proceeded. The research has based on the MMG mathematical model, used Surge-Sway-Yaw motion equation, the information from the position and estimated time of collision point (DCPA and TCPA) to determine the collision risk with Fuzzy theory. To verify this system, ship was simulated when the ship encountered multitude of ships around the coast. The simulation result shows good application in avoiding ship collisions around the coast.

KEY WORDS : Collision avoidance, Automatic control, Fuzzy theory

1. 서 론

본 연구는 PD 제어기를 사용하여 선박의 충돌 위험도를 퍼지 추론을 통하여 산정하고, 그 위험도에 따라 조타각을 결정하여 피항을 행할 수 있도록 충돌 위험도 추정 및 피항 알고리즘을 구성하여 선박의 충돌사고를 예방하기 위한 것이다.

2. 조종운동방정식

선체 중앙에 원점을 둔 좌표계 O - xy에 대하여 수평면 상에서 강제운동하는 선박의 3 자유도 운동 방정식을 사용하였다. 충돌회피 Simulation에 사용된 선박은 1 축 1타선 모형선이며, 유체력계수는 구속모형시험(Captive model test)의 결과로 얻은 것을 사용하였다.

3. 제어 이론

본 논문에서는 선박의 제어를 위해 PID제어 중 PD제어를 사용하였다.

† 교신저자 : 정희원, kjh9461@pusan.ac.kr 051)510-2755

** 정희원, leesk@pusan.ac.kr 051)510-2441

* 정희원, euui2000@pusan.ac.kr 051)510-2755

* 정희원, foch1130@pusan.ac.kr 051)510-2755

4. 충돌위험도 추론

4.1 퍼지 이론

퍼지화는 입력과 출력값들을 그들의 소속함수(Membership function)로 변환하는 과정이다. 본 논문에서는 Hasegawa의 퍼지추론을 이용한다.

4.2 입력값

본 연구에서는 입력변수는 DCPA와 TCPA를 이용한 퍼지 이론으로서 위험도를 추정하였다. DCPA(Distance of Closest Point of Approach)는 자선과 타선이 현재 상황(선수각, 항로)을 그대로 유지할 경우 두 선박이 가장 가까운 거리를 지날 때의 거리를 말하고, TCPA(Time of Closest Point of Approach)는 가장 가까운 거리가 될 때 까지 걸리는 시간을 의미한다.

4.3 충돌위험도 (Collision Risk)

최종적으로 추론되는 충돌위험도는 다음과 같이 표현된다.

$$\text{Collision Risk} = \frac{\sum_{i=1}^n CR_i \cdot \alpha_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}$$

CR_i : 추론 규칙표에서 결론부의 충돌 위험도

α_i : n 개의 추론 규칙 중 i 번째 추론 규칙의 조건부에 의해 결정된 적합도

5. 시뮬레이션 결과 및 고찰

시뮬레이션 검토를 위해 다양한 시나리오에 대해 충돌회피 시스템을 적용시켰다.

5.1 피항과정

피항과정은 크게 3가지로 나누었다. 피항을 시작하는 지점과, 원침로에 복귀하는 과정 그리고 원침로를 찾은 지점이다.

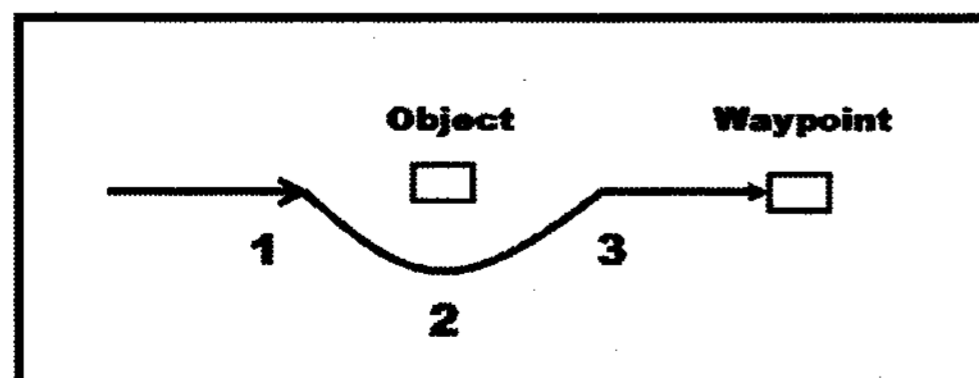


Fig. 6 Procedure of collision avoidance

5.2 피항결정 및 복귀

충돌회피과정 중에서 첫 번째 과정으로 선박이 다른 선박과의 위험도가 0.6을 넘으면 피항을 시작하도록 하였다.

5.3 시나리오에 따른 시뮬레이션

본 연구의 시뮬레이션은 국제 해상충돌 방지규칙에 따른 해상 교통법을 살펴보고, 그에 따른 조우 상황에 따른 조치를 취하도록 하였다. 시나리오는 3가지로 자선과 타선이 마주 보고 오는 경우, 자선과 타선이 횡단하는 경우 그리고 횡단시 좌현으로 피항하는 경우가 있다. Fig. 9는 자선과 타선이 횡단하는 경우이다.

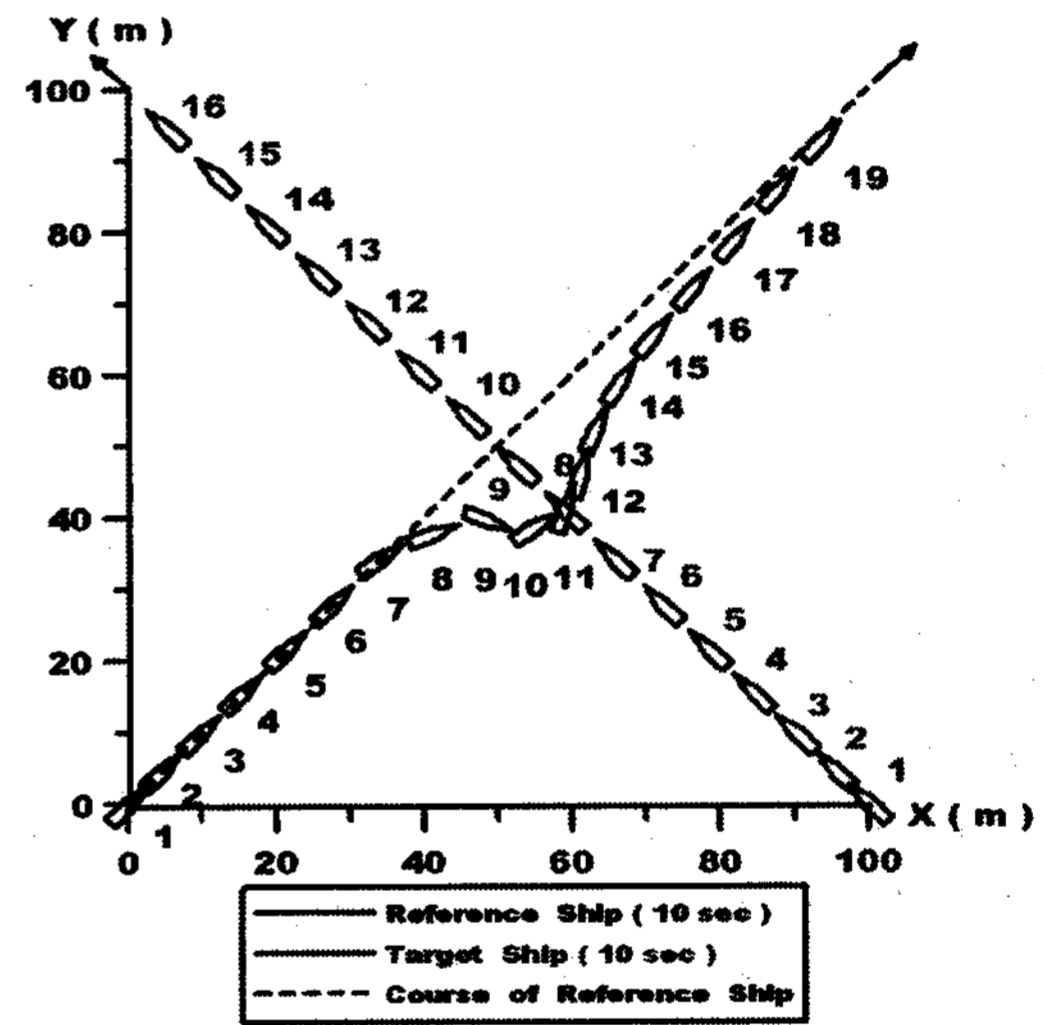


Fig. 9 Crossing situation

6. 결론

본 연구는 충돌사고를 예방하기 위하여 Hasegawa의 퍼지추론을 이용하여 충돌회피에 대한 개념과 알고리즘을 확립하고자 한다. 또한 선박충돌관련 해상 교통법에 기술되어 있는 조우 상황들을 바탕으로 충돌회피 Simulation을 수행하였다.

참고 문헌

- [1] 이승건(2004), 선박 운동조종론, 부산대학교 출판부
- [2] 권배준(2000), 선박의 충돌회피를 위한 자동제어에 관한 기초적 연구, 한국항해항만학회지 26권 1호, pp. 8~14
- [3] 윤지현(2005), 다수선박의 충돌회피를 위한 자동제어에 관한 연구, 한국항해항만학회지 29권 1호, pp. 29~34