

자율운항지원 서비스와 해양사고 대응 서비스 제공을 위한 시스템 아키텍처

† 신일식

† 중소조선연구원 해양IT융복합소재연구본부

요 약 : 현재 자율운항선박의 성공적 달성을 위해 다양한 연구개발이 진행 중이며 이와 관련하여 자율운항선박의 안전항해 지원을 위해 자율운항 지원 서비스와 해양사고 대응 서비스가 개발되고 있다. 자율운항 지원 서비스는 전자해도표시시스템(ECDIS, Electronic Chart Display and Information System)에서 수립하는 항로 계획 정보를 육상 운항조정상황실에 전송하여 충돌 위험 예측 후 유용한 정보를 자율운항선박에게 제공하는 서비스이다. 이 서비스를 통해 타 선박과 자율운항선박간의 조우 지점과 타 선박의 사전 변침정보를 미리 알 수 있기 때문에 충돌 예측 정보로써 활용할 수 있다. 해양사고 대응 서비스는 현재 사람에 의존적인 해양사고 상황인식 및 해양사고 대응기관에 전파하는 것을 자동으로 상황을 인식하고 사고 대응하는 서비스이다. 이 서비스를 통해 사고 단계별 유용한 정보를 사고선박 및 주변 해양사고 대응기관에 정보를 제공함으로써 추가적인 해양사고 방지와 즉각 대응이 가능하다. 본 연구에서는 2가지 서비스를 성공적으로 제공하기 위해 시스템의 요구사항을 분석하고 시스템 아키텍처를 설계하였다.

핵심용어 : 자율운항선박, 자율운항지원 서비스, 해양사고 대응 서비스, 항로 정보 교환, 충돌 회피

1. 서론

개요

자율운항 지원 서비스 : 선박의 계획된 항로계획 정보를 운항조정상황실에 전송하여 항로 예측 시뮬레이션을 통해 최적항로 분석 결과를 제공하는 서비스로써 충돌위험을 사전 파악

자율운항 선박 (VHF, AIS, LTE 무선통신) → 운항조정상황실 (VHF, AIS, LTE 무선통신) → 자율운항선박

항로계획 수립 → 항로계획 정보 전송 → 항내교통정보 분석 후 최적항로 제공 → 최적항로계획 정보 전송 → 항로계획 수립

사고대응 지원 서비스 : 현재 해양사고 대응 (해양사고 발생, 해상교통관제센터, 사고 대응관련기관, 조난 조치) / 향후 해양사고 대응 (해양사고 발생, 운항조정상황실, 사고 대응관련기관, 조난 조치)

해양사고의 5초 이내 사고전파 및 골든타임 확보가 가능한 자동화된 방법의 서비스 개발

2. 자율운항지원 서비스

항로 정보 교환 체계 개요

자율운항지원 서비스 - 육상, 선박간 실시간 항로 정보 교환 체계 형식 개발

- IEC 61174 Ed.4 Annex 4 기반 Route Plan Exchange 체계 개발
- 자율운항 선박 및 육상간 서비스 정보 전송을 위한 프로세서 및 소프트웨어 개발

항구 입출항시 경로 계획 수립 → 속력, 변침점, 변침시간 등 → 정보 공유

운항조정상황실에서 충돌 예측 기능

2. 자율운항지원 서비스

IEC 61174 Ed.4 내용

항로 계획 공유(Route Plan Exchange) 구조

- 연안해역에 운항하는 선박의 항로 추천, 해상교통관제센터에서 항로의 최적화
- IEC 61174 Ed.4 전자해도표시정보시스템 국제표준 탑재(2015년 제정)

변침점 2와 변침점 3의 거리 예 / 변침점 3의 구간에 속하는 파라미터

경로 계획 정보 구성(IEC 61174 Ed.4)

- 경로에 대한 일반적인 정보 (선박 정보(크기, 외형 등), 경로 이름, 경로 상태 등)
- 구간 정보와 지리적 정보 (선박의 선회 위경도 정보, 선박의 선회 방향, 속력 등)
- 일정(스케줄) 관련 정보 (경로의 시간 계획)

XML 압축 파일 확장자명 .rtz / IEC 61162-450 전송

2. 자율운항지원 서비스

육상 시스템 아키텍처

자율운항지원 서비스 - 항로 정보 교환을 위한 선상 지원 시스템의 아키텍처

- 자율운항선박 또는 기존 선박 ECDIS를 활용한 항로 계획을 수립
- 계획한 항로 정보를 표준에 기반하여 운항조정상황실로 전송하는 시스템으로 구분

항해사(자동화) 항로 계획 수립 → 항로 정보 전송(LTE, VHF, AIS 등) → 운항조정상황실 분석

전자적 방법으로 항로 계획 수립

항로 정보 전송을 위한 선상 지원 시스템 범위

Route node information	Waypoint node information	Route schedule node information
1. Name of the route 2. Author of route 3. Status of route 4. Turn of validity period 5. Date of validity period 6. Ship's name 7. Ship's MMSI 8. Ship's IMO number 9. Number of the voyage 10. Ship's equipment 11. Ship's length 12. Maximum height 13. Ship's mass 14. Ship's mass will angle allowed 15. Ship's maximum height 16. Ship's maximum speed 17. Ship's maximum speed 18. Ship's maximum service speed 19. Cause of route change, Originator and Reason	1. Unique identifier 2. Waypoint location 3. Waypoint name 4. Turn radius 5. Waypoint type 6. Latitude 7. Longitude 8. Start/stop ITO 9. Start/stop ITO 10. Estimated safety depth 11. Estimated type of fog 12. Planned safety depth 13. Estimated safety depth 14. Lowest crossing speed 15. Lowest crossing speed 16. Maximum DSC on the log 17. Maximum Dynamic DSC on the log 18. Height of masthead 19. Masthead information 20. Mast to stern 21. Name regarding the ETD/ETA 22. Load status	1. Identify of waypoint 2. Departure time 3. Describe the uncertainty of the predicted arrival after optimization 4. Describe the uncertainty of the predicted arrival after optimization 5. Arrival time 6. Describe the uncertainty of the predicted arrival after optimization 7. Stay time on VDP 8. Estimated arrival 9. Describe the uncertainty of the predicted arrival after optimization 10. True wind direction 11. Current speed 12. True wind speed 13. True wind direction 14. Current direction 15. Speed loss caused by wind 16. Speed loss caused by waves 17. Actual fuel usage after optimization 18. Actual engine RPM 19. Actual propeller pitch 20. Predicted fuel consumption on the log 21. Actual fuel usage after optimization 22. Absolute fuel saving after optimization

† 교신저자 : 정희원, issin@rims.re.kr

2. 자율운항지원 서비스

선상 시스템 아키텍처

자율운항지원 서비스-서비스 대응을 위한 선상 시스템 아키텍처

1. 자율운항지원 서비스에 대한 황해사 및 사용자가 직관적으로 판단할 수 있는 전시
2. 동 전시시스템은 자율운항 지원서비스와 해양사고 대응 서비스의 선상대응시스템으로 활용

운항조정상황실 분석

자율운항지원 서비스(해양사고대응서비스) 정보

Route Plan Exchange description

Route node information	Waypoint node information	Route schedule node information
1. Name of the route 2. Author of route 3. Status of route 4. Start of validity period 5. Stop of validity period 6. Ship name 7. Ship MMSI 8. Route of the voyage 9. Route ID number 10. Ship deployment 11. Ship's cargo 12. Route is optimized to meet EPI 13. Ship's max-stow angle allowed 14. Ship's max-stow angle 15. Ship's max-stow speed limit 16. Ship's max-stow speed 17. Ship's max-stow speed window size 18. Ship's max-stow speed window size 19. Cause of route change 20. Designator and Reason	1. Unique identifier 2. Waypoint name 3. Waypoint name 4. Turn radius 5. Geographic point 6. Log attributes 7. Latitude 8. Longitude 9. Standard XTD 10. Planned STD 11. Planned Safety margin 12. Planned Safety depth 13. Geometry type of leg 14. Minimum Overlap/OC on the leg 15. Signal attribute speed 16. Static Drift/Forward 17. Static Drift/Aft 18. Minimum DTC on the leg 19. Minimum already speed 20. Height of masthead 21. Reporting information 22. Name to lower 23. Name regarding the ECDIS/A 24. Local remarks	1. Identifier of waypoint 2. Description text (containing of the predicted and after optimization) 3. Description the uncertainty of the predicted and after optimization 4. Description the uncertainty of the predicted and after optimization 5. Estimated time 6. Description the uncertainty of the predicted and after optimization 7. Estimated eta after optimization 8. Estimated speed 9. Estimated fuel consumption on leg 10. Estimated fuel saving after optimization 11. Estimated fuel saving after optimization 12. Estimated fuel saving after optimization 13. Estimated fuel saving after optimization 14. Estimated fuel saving after optimization 15. Estimated fuel saving after optimization 16. Estimated fuel saving after optimization 17. Estimated fuel saving after optimization 18. Estimated fuel saving after optimization 19. Estimated fuel saving after optimization 20. Estimated fuel saving after optimization 21. Estimated fuel saving after optimization 22. Estimated fuel saving after optimization

IEC 62288, 인간중심설계(HCD) 기반 전시

자율운항 시스템 및 황해사 판단 활용

항로 정보를 생성하고 자율운항선박에게 전송을 위한 육상 시스템 범위

2. 자율운항지원 서비스

서비스 시나리오 흐름도

자율운항 선박 충돌회피를 위해 항로 계획 정보를 활용

1. 선박 입출항시 수립하는 항로 계획 정보를 운항조정상황실로 전송하여 충돌위험도 평가
2. 충돌위험도를 분석하여 유용한 정보를 자율운항선박에게 전송

선박 최초운항

운항조정상황실

(시나리오 1. Normal 항해) ① 항해사 항로계획 수립, ② 항로정보 운항조정상황실 전송, ③ 충돌위험도 분석, ④ 연근해 항해
(시나리오 2. 충돌위험 가능성 ↑) ① 항해사 항로계획 수립, ② 항로정보 운항조정상황실 전송, ③ 충돌위험도 분석, ④ 충돌회피 정보 생성, ⑤ 충돌회피 정보 정확도 평가(시뮬레이션 평가 등), ⑥ 충돌위험정보 제공, ⑦ 연근해 항해
(시나리오 3. 충돌위험 가능성 ↑↑) ① 항해사 항로계획 수립, ② 항로정보 운항조정상황실 전송, ③ 충돌위험도 분석, ④ 충돌회피 정보 생성, ⑤ 충돌회피 정보 정확도 평가(시뮬레이션 평가 등), ⑥ 충돌위험정보 제공, ⑦ 항로변경, ⑧ 시나리오 1 순환

2. 자율운항지원 서비스

서비스 요구 인프라

서비스 지원을 위한 On-board와 육상간 요구 인프라

On-board

▶ 동 서비스를 제공을 위한 선박 인프라

1. 전자해도표시장치(ECDIS)
2. LTE-M, 5G 망 등 공중선 정보 전송 통신장치

운항조정상황실

▶ 동 서비스를 제공을 위한 인프라

1. 관제를 위한 서버 및 모니터링 일체
2. 선박간 충돌 분석을 위한 SW 일체
3. 충돌분석 자료 제공 통신모듈

3. 해양사고 대응 서비스

개요

해양사고 대응 서비스 - 자동화된 방법으로 해양사고 대응을 위한 체계 개발

1. 자동화된 방법으로 해양사고를 전파하고 관제사 지원을 위한 대응 서비스를 개발
2. 자동화된 방법의 해양사고 대응 서비스를 위해 운항조정상황실에서 갖추어야 할 요구사항 도출

(현재) 수동적인 해양사고 대응

(향후) 자동화된 해양사고 대응

해양사고 발생	해상교통관제센터	해양사고 대응 기관	운항조정상황실	해양사고 대응 기관
충돌, 침몰, 좌초 사고 발생	관제사의 의문적 현 상황연식 및 진파	해상교통관제센터에 기반을 둔 시정(시정) 및 안전관제(안전관제) 조치	충돌, 침몰, 좌초 사고 발생	충돌, 침몰, 좌초 사고 발생

해양사고 대응 서비스

대응서비스

3. 해양사고 대응 서비스

사고단계 분석 방법

해양사고 대응 서비스 개발을 위해 선박 상태 정보를 활용한 단계 분석 방법

1. 대형 해양사고 다양한 원인으로 선박이 침몰하는 과정을 가짐
2. 선박 해양사고 판단을 위해 선박 경사기울기(복원성)의 실시간 모니터링은 반드시 필요

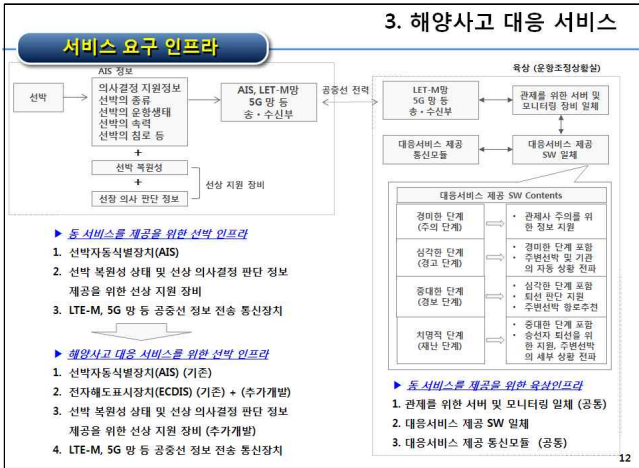
3. 해양사고 대응 서비스

서비스 시나리오 흐름도

선박 복원성 정보를 활용하여 사고 단계에 따른 서비스 제공 분류

1. 선박 사고 단계는 경미, 심각, 중대, 치명적 단계로 구분하여 각 단계별 서비스 제공
2. 운항조정상황실은 선박 상태 정보를 파악하여 주변 해양사고 대응기관에게 자동 상황 전파

(시나리오 1. Normal 항해) ① 선박 운항, ② 충돌/침몰/좌초/폭발/고장 등, ③ 선박 항해 계속
(시나리오 2. 해양사고 발생) ① 선박 운항, ② 충돌/침몰/좌초/폭발/고장 등, ③ 복원성 분석, ④ 해양사고의 단계별 판단, ⑤ 해양사고 단계별 서비스 지원



4. 결론

- 자율운항선박을 위한 자율운항 지원 서비스와 해양사고 대응 서비스 세부 내용을 제언하고 서비스를 지원하기 위한 시스템 아키텍처를 설계
- 자율운항지원서비스는 항로 정보 교환 체계를 통해 충돌회피를 예측
- 해양사고 대응 서비스는 선박 복원성을 통해 선박 사고 단계별 분석 후 자동 대응
- 2가지 서비스 제공을 위해 시스템 요구사항 및 아키텍처를 설계
- 설계된 아키텍처를 통해 세부 시스템을 개발(구현)하고 유용성을 평가

Acknowledgement

This research was supported by the 'Development of Autonomous Ship Technology(20200615, Development of remote management and safe operating technology of autonomous navigation system)' funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(MOF, Korea).