

지능형 자율운항제어시스템을 위한 시뮬레이터 구현 (Simulator Design for Autonomous Ship Control System using Intelligence Techniques)

이원호, 김창민, 김용기
경상대학교 컴퓨터과학과

Won-Ho Lee, Chang-Min Kim, Yong-Gi Kim
Department of Computer Science, Gyeongsang National University
windmill@ailab.gsnu.ac.kr, nuno@ailab.gsnu.ac.kr, ygkim@nongae.gsnu.ac.kr

요약

최근들어 두드러지고 있는 선박 업계의 승조원 승선 기피현상에 따른 항해인력 부족현상을 해결하기 위해 선박의 자동화 및 지능화를 위한 연구가 활발히 전개되고 있다. 선박운항의 지능화를 이루기 위한 핵심적인 요소는 지능형 자율운항시스템이다. 지능형 자율운항시스템은 선박운항에 있어 항해계획을 수립하고 현재의 선박운항 상태를 파악하여 선박을 적절히 제어하는 항해 전문가의 능력을 전산화 한 것이다. 지능형 자율운항시스템은 실제 선박에 장착하여 성능을 검증되어야 하나, 시간과 경제적 측면의 현실적 문제로 인하여 시뮬레이터를 이용하여 테스트되는 추세이다. 본 연구에서는 지능형 자율운항시스템을 테스트하기 위한 선박조종시뮬레이터를 개발하였다. 선박조종시뮬레이터는 선박의 물리적 요소값 및 초기 상태에 대한 입력값으로 초기화 한 후, 매 순간 자율운항 시스템의 출력 값인 조타 및 추진 제어치를 시간에 기초하여 입력받는다. 선박의 다음 상태는 선박 운동방정식을 모방하여 산출하고, 그 결과를 센서 값으로 변화하여 지능형 자율운항 시스템에 다시 제공한다. 본 연구의 선박조종시뮬레이터에서는 선박의 물리적 및 운항 특성을 모방하기 위해서 선박 운동방정식을 이용한다.

키워드 : 시뮬레이터, 지능형 자율 운항 시스템, 선박 운동방정식

1. 서론

선진화에 따른 국민 의식수준의 상승으로 사회적인 3D 업종의 직업 기피현상이 두드러지고 있다. 3D 업종의 하나인 선박 업계는 열악한 근무 조건과 생명을 잃을 지도 모르는 근무 환경 등 많은 난점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법은 선박 무인화시스템을 장착하여 선박 운항에 소요되는 승조원의 수를 감축하는 것이다.

선박의 무인화란 선박 내 승조원을 완전 배제가 아니라, 자동화가 가능한 부분만을 최대한 자동화하는 것을 의미한다. 선박 무인화는 선박 내에 설치되어 있는 장치를 실제 인간이 조작하는 것처럼 감시하고 수행하는 자율 운항제어 시스템의 구현으로 가능하다.

자율 운항제어시스템을 위해서는 함정의 모든 장치를 통합적으로 제어 감시할 수 있는 통합플랫폼관리체제(IPMS, Integrated Platform

Management System)가 선행되어야 한다. 통합 플랫폼관리체제는 선박에 장착된 장비를 디지털화하고, 네트워크로 각 장비들을 연결, 감시 제어하는 통합적 관리체제이다.

자율 운항제어시스템은 통합플랫폼관리체제가 구축된 실제 선박을 대상으로 하여 설계, 구현 및 테스트되어야 한다. 현실적으로 볼 때 선박은 고가의 교통기관으로 관련 하부장치의 인터페이스 개발에 많은 노력이 소요되므로 이를 직접 이용하기는 쉽지 않다. 이러한 문제를 가장 쉽게 해결할 수 있는 방법은 선박 조종시뮬레이터를 만들어 이용하는 것이다. 본 연구에서 선박조종시뮬레이터를 제작하여 지능형 자율운항 시스템을 테스트한다.

2절에서는 지능형 자율운항시스템의 구성 및 역할을 3절에서는 선박조종시뮬레이션 구조 및 설계를 살펴본다. 4절에서는 선박조종시뮬레이터를 실행하여 결과를 산출하고, 5절에서는 본

연구의 결론 및 향후연구과제를 제시하였다.

2. 지능형 자율운항시스템

최근들어 두드러지고 있는 승조원 기피현상에 따른 항해인력 부족현상을 근원적으로 해결하기 위하여 숙련된 승조원의 지식을 수집 정리하여 승조원의 역할을 지능적으로 수행할 수 있는 지능형 자율운항시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 지능형 자율운항시스템은 함정의 플랫폼통합관리체제를 마치 숙련된 승조원이 작동하는 것처럼 제어하고 상황에 따라 적절한 대처안을 제시하는 자율 대처 능력을 갖춘 지능시스템으로 그림 1과 같은 모형을 가진다.

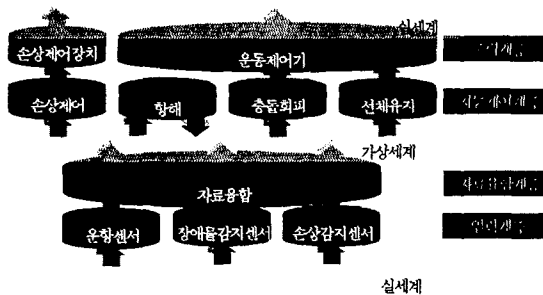


그림 1. 지능형 자율운항시스템 모형도

지능형 자율운항시스템은 선박운항에 있어 항해계획을 수립하고 현재의 선박운항 상태를 파악하여 선박을 적절히 제어하는 항해 전문가의 능력을 전산화 한 것이다. 이런 항해 전문가의 능력을 전산화하는 소프트웨어로는 실세계의 저수준 정보를 고수준의 정보로 산출하여 가상세계에 저장하는 자료융합시스템, 선박의 화재나 침수를 자동으로 감지 및 조치를 행하는 손상감지시스템, 선박 운항을 위한 항로계획 경로감시를 하는 항해시스템, 항해환경에 존재하는 장애물을 최적의 경로로 회피하는 충돌회피시스템, 선체를 동요시키는 힘을 제어하기 위한 선체유지시스템, 선박의 움직임을 제어하기 위한 선박운동제어시스템, 그리고 다양한 인공지능기법들을 이용하여 전반적인 시스템들을 효과적으로 융합하여 통합하는 통합 아키텍처가 선박의 지능형 자율운항제어시스템에 개발되고 있다.

지능형 자율운항시스템의 최종적인 목적은 특정시간에 선박 제어[4][5][7]를 주목적으로 한다. 이러한 선박 제어는 실제 선박을 대상으로 테스트를 실시하여야 하나 현실적인 문제로 인해 시뮬레이션[1][2][3]을 통하여 테스트하는 것이 가장 타당하다.

3. 선박조종시물레이터

선박조종시물레이션이란 선박과 관련된 모든 현상, 요인, 물체, 장치 등을 모델화하고 여기에 지능형 자율운항시스템을 가상적으로 장착한 후 선박의 운항을 컴퓨터를 이용하여 모의 실험하는 것을 말한다. 선박조종시물레이터는 지능형 자율운항시스템 자체를 추상화하고 시스템의 입력으로 작용하는 센서, 레이더, 항법장치, 통신장치와 출력으로 작용하는 추진장치, 조타장치를 추상한다. 그리고, 센서, 레이더, 항법장치, 통신장치, 추진장치, 조타장치와 같은 장비는 실제의 장비와 동일하게 작동하도록 적절히 모델화한다.

1)선박시물레이터

선박시물레이터는 지능형 자율운항시스템이 실세계에서 선박이 운항하는 것과 같은 동일한 환경을 제공한다. 그림 2에서와 같이 선박시물레이터는 지능형 자율운항시스템의 출력을 입력으로 받아 선박의 다음 운항 상태를 만들어서 다시 지능형 자율운항시스템의 입력으로 되돌려 준다. 선박시물레이터는 선박의 물리적 요소 및 운항 특성을 모방, 제어하기 위해서 선박의 운동방정식[4][5][6]을 사용한다.

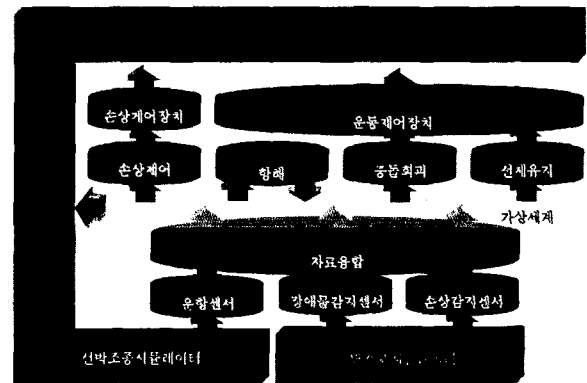


그림 2.지능형 자율운항시스템과 시물레이터의 모형도

2) 선박조종시물레이터의 설계

컴퓨터 과학에서의 일반적인 설계의 뜻은 시스템의 각 부분별 동작 특성을 고려하여 각 부분 사이의 상관 관계와 흐름을 규정하는 과정이라고 한다. 선박조종시물레이터에서의 설계[8][9]는 각 모듈간의 상관 관계에 초점을 두어 설계하였다.

선박조종시물레이터의 설계는 그림3과 같이 입력, 시물레이터 엔진, 출력, 센서제너레이터모듈 구조로 이루어져 있고 지능형 자율운항시스템과 네트워크로 연결되어져 있다.

시물레이터엔진모듈은 실세계에서 선박이 운

직이는 모습과 같이 지능형 자율운항시스템의 조타 및 추진제어 데이터를 이용하여 특정시간 뒤 선박의 다음 상태를 산출하는 모듈이다. 선박의 상태변화 계산을 위해서는 선박의 물리적 요소 및 운항 특성을 모방하는 선박 운동방정식을 사용한다. 시뮬레이터엔진모듈은 선박조종시뮬레이터에서 가장 중요한 부분중의 하나이다

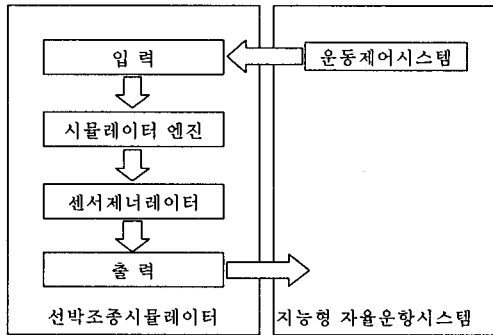


그림 3. 시뮬레이션 구성

지능형 자율운항시스템의 입력은 각종 센서 장치인 운항센서, 장애물감지센서, 손상감지센서 데이터이다. 선박조종시뮬레이터에서 지능형 자율운항시스템의 입력으로 운항센서 값을 제공한다. 센서제너레이터모듈에서는 시뮬레이터 엔진으로부터의 출력 데이터를 운항센서 데이터로 변환시킨다. 여기에서는 특히 운항센서인 자이로컴파스(gyro compass)와 GPS에 초점이 맞추어서 계산되어진다.

출력모듈은 선박조종시뮬레이터에서 계산되어진 센서 데이터를 네트워크(TCP/IP)으로 연결된 지능형 자율운항시스템에 전달하는 역할을 한다. 선박조종시뮬레이터의 출력인 센서 값은 지능형 자율운항시스템의 입력이 된다.

3) 시뮬레이터 엔진

시뮬레이터엔진부분에서는 선박운동방정식을 사용하여 선박의 운항에 사용할 매개변수를 초기화하는 부분과 시뮬레이터를 시작할 시점에서 선박의 상태, 그리고 지능형 자율운항시스템의 출력으로 나오는 조타 및 추진제어 데이터를 입력받아 다음 선박의 상태를 산출하는 과정으로 나누어져 있다. 이들 각각은 Select_Mode 모듈에 의해 호출되어지고 Next_State 모듈에 의해 센서제너레이터로 데이터가 출력된다. 시뮬레이터엔진의 구성은 그림 4와 같다.

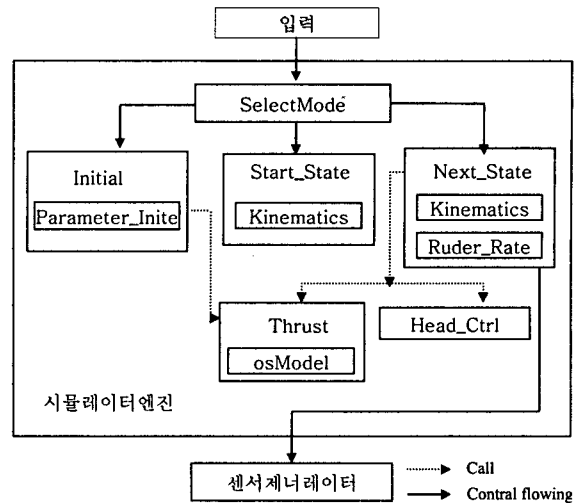


그림 4. 선박조종시뮬레이터의 시뮬레이터엔진

4. 선박조종시뮬레이터 구현

선박조종시뮬레이터의 구현 환경을 보면, windows2000과 visual C++ 6.0을 사용하였으며, 본 연구에서 제공되는 자료는 현재 경상대학교 해양과학대학의 실습실을 대상으로 하였다.

가) 입력

선박조종시뮬레이터의 결과를 계산하기 위한 초기화 작업으로 두번에 걸친 입력이 이루어진다.

첫 번째 입력으로 선박의 재원을 입력하게 되는데, 아래 그림 5와 같다. 그림 5에서 선박의 다음 상태 검출 간격, 선박의 길이, 넓이, 흘수, 선박의 평상시 운항 속도, 타의 최대 기울려짐을 입력받는다.

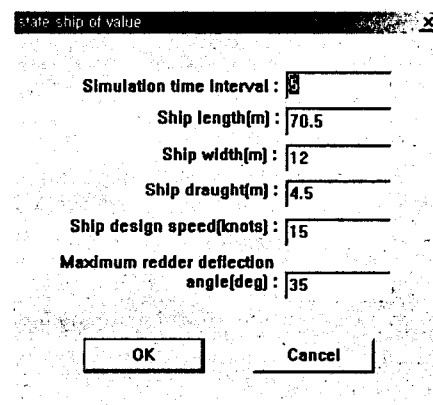


그림 5. 선박의 재원 입력

두 번째 입력으로 그림 6과 같이 선박조종시뮬레이터가 시작 할 시점에서의 선박의 상태, 즉 선박의 surge 속도, sway 속도, yaw 속도, 선박의 선미각, advance, transfer, 현재의 타각

을 입력받게 된다.

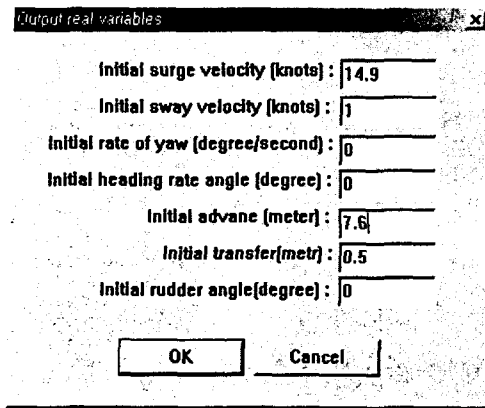


그림 6 선박의 상태 입력

나) 출력

출력으로는 시뮬레이터가 시작한 다음 5초 동안 선박이 이동한 위치 및 속도, 선박의 진행 방향, 배의 상태가 출력된다. 그림 7은 선박의 매 순간 상태를 나타내고 있다. u는 surge속도, v는 advance속도, r은 선미각 회전속도, psi는 선미방향, xi는 advance한 거리, eta는 transfer한 거리, d는 타각을 나타낸다.

현재 선박의 상태	count	u	v	r	psi	xi	eta	d
1	7.48	0.28	0.00	359.79	45.55	2.39	12.32	
2	7.28	-0.20	0.02	3.41	82.57	3.36	24.64	
3	6.88	-0.89	0.05	14.67	118.23	5.79	34.93	
4	6.34	-1.18	0.05	28.78	150.95	13.06	35.00	
5	5.91	-1.19	0.04	40.64	179.48	25.64	35.00	
6	5.61	-1.15	0.03	50.89	203.75	42.20	35.00	
7	5.38	-1.10	0.03	60.34	223.90	61.71	35.00	
8	5.21	-1.06	0.03	69.38	240.05	83.40	35.00	
9	5.08	-1.03	0.03	78.15	252.27	106.65	35.00	
10	4.98	-1.00	0.03	86.74	260.61	130.93	35.00	
11	4.90	-0.98	0.03	95.19	265.16	155.72	35.00	
12	4.83	-0.96	0.03	103.54	266.01	180.55	35.00	
13	4.79	-0.95	0.03	111.81	263.27	204.96	35.00	
14	4.75	-0.94	0.03	120.03	257.10	228.51	35.00	
15	4.72	-0.93	0.03	128.19	247.70	250.77	35.00	
16	4.68	-0.93	0.03	136.32	235.30	271.35	35.00	
17	4.68	-0.92	0.03	144.42	220.19	289.89	35.00	
18	4.66	-0.92	0.03	152.50	202.67	306.05	35.00	
19	4.65	-0.92	0.03	160.56	183.11	319.55	35.00	
20	4.64	-0.91	0.03	168.61	161.90	330.15	35.00	
21	4.63	-0.91	0.03	176.65	139.45	337.67	35.00	
22	4.63	-0.91	0.03	184.68	116.21	341.96	35.00	

그림 7. 한 시점에서의 선박의 상태

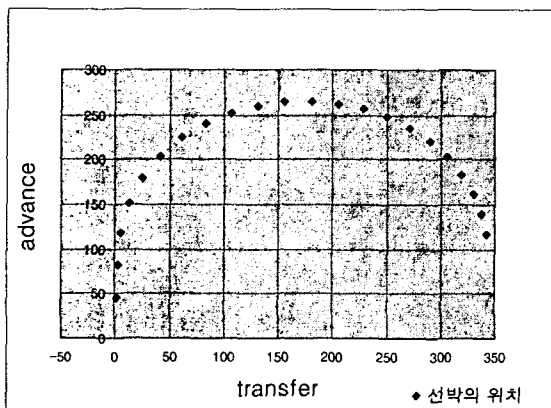


그림 8. 선박이 이동한 위치

5. 결론 및 향후과제

지능형 자율운항시스템은 항해전문가의 능력을 전산화한 것으로 각종센서로부터 입력을 받고 추진과 타각 제어치를 출력한다. 특정시간 후에 선박의 상태는 각종센서에 의해 다시 지능형 자율운항시스템의 입력으로 들어간다. 본 연구에서의 선박조종시뮬레이터는 지능형 자율운항시스템의 출력을 받아 특정시간후의 선박의 상태를 산출하고 다시 센서데이터로 변화하여 지능형 자율운항시스템의 입력으로 제공하였다.

선박조종시뮬레이터는 선박 운항체계를 모방한 시스템으로 타와 추진 제어치를 받아 처리하고, 물리적 요소 및 운항 특성을 모방하기 위해서 선박의 운동방정식을 이용하였다. 선박의 운동방정식은 선박의 물리적 운항특성을 모방하여 선박을 제어하였다.

향후과제로는 텍스트위주의 출력화면을 사용자에게 더 친근하게 접할 수 있는 GUI환경 개발과 향상된 선박운동방정식을 이용하여 더 현실적인 선박움직임의 표현이 남아 있다.

6. 참고문헌

- Gordon G., System simulation(second editon), Prentice-Hall.1978.
- Law A.M. and Kelton W.D., Simulation modeling and analysis, McGraw-Hill Book Company, 1982.
- Banks J. and Carson J.S.II, Discrete-event system simulation, Prentice-Hall, 1984.
- 연구기관, "조종성능 추정 정도 향상을 위한 요소 기술 개발" 한국기계연구원 선박해양공학연구원 자체연구보고서, 1997
- 강 창구, "IMO 선박 조종성 기준", 대한조선학회지. 제 30권 제2호, 1993.
- 이승건, "선박운동 · 조종론", 부산대학교출판사
- 성영재, An Investigation on the PMM Test Condition for the Estimation of the Manoeuvring Coefficients, 서울대학교 대학원 선박해양공학과, 1998.
- 송유석, 설계공리를 이용한 Barge 설계 방법, 서울대학교 대학원 조선해양공학과 공학석사학위논문, 1999.
- 허계범, 최영근, "객체 지향 소프트웨어 공학", 한국실리콘, 1998.