

선박 화재시의 Robot을 이용한 Risk 대응 관리 연구

박대우* · 박영숙** · 남재민**

*호서대학교 벤처전문대학원 IT응용기술학과

*(주)마이크로컴퓨팅

A Study of Robotic Risk Confrontation Administration on the Ship Fire

Dea-Woo Park* · Young-suk Park** · Jae-Min Nam**

*Dept. of, IT application technology, Hoseo Graduate School Of Venture

**Micro Computing

E-mail : prof1@paran.com*, yurobot@hanmail.net**, melisa02@hanmail.net**

요 약

최근 선박의 안전과 작업환경 개선을 위해 선박 자동화 시스템을 도입하고 있다. IMO에서 표준기술 및 안전관리측면의 규제를 강화하여 해상안전과 해상 화재 방지를 위하여 노력을 하고 있으나 해양사고와 선박화재는 계속 발생하고 있다. 본 논문에서는 선박의 화재에서 Robot을 이용하여 Risk에 대응하고 관리하는 연구를 하였다. Robot의 Risk대응을 위한 화재 감지 센서를 부착하고, Robot에서 장착되어 수행되는 적외선 센서, TOUCH SWITCH, 소리감지 센서, 가스 감지 센서, 빛감지 센서를 이용하여 Robot을 컨트롤 하였으며, Robot에게 Risk 대응을 지시 할 때의 소리출력 사용과 DC MOTOR의 속도와 COM SEN에 Low~High 값을 설정하여 Robot의 Risk 대응관리 동작을 설정하였다.

ABSTRACT

Is introducing ship automation system for the safety of ship and work environment mend recently. Is endeavoring for sea safety and fire at sea prevention solidifying control of standard technology and safety supervision aspect in IMO but sea accident and ship fire are happening continuously. Because using Robot in artistic talent of ship in this treatise, studied that correspond to Risk and manage. Attach fire perception sensor for Robot's Risk confrontation, and because using infrared rays sensor, TOUCH SWITCH, sound perception sensor, gas perception sensor, light perception sensor that is threaded in Robot and is achieved, controlled Robot, and establish Low-High value the speed of sound output use and DC MOTOR and COM SEN of when indicate Risk confrontation to Robot and establish Robot's Risk confrontation administration action.

키워드

IMO(International Maritime Organization), 선박화재(Ship fire), 로봇(Robot),

해양사고(Sea accident), 센서(Sensor)

1. 서 론

재난관리법 제2조에 의하면, 재난을 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화생방사고, 환경오염사고 등 국민의 생명과 재산에 피해를 줄 수 있는 사고로서 자연재해를 제외하여 규정하고 있고, 교통재해에는 자동차 사고, 선박사고, 항공기 사고 등으로 나누어진다.

선박화재는 고가의 선박과 적재된 화물, 여객과 선원들의 생명과 재산을 바다 속으로 침몰시

킬 수 있다. 선박 운항에서 화재발생 원인을 보면 화물의 특성상 자연발화와 선원들의 부주의로 발생하는 인위적인 경우가 크다. 특히 선박화재는 순식간에 선박전체로 화재가 확산되어 선박기능을 정지시킨다. 또한 선박은 바다 또는 호수의 물 위에서 운항되므로 탈출이 어렵고, 불리한 여건이므로 이에 대한 충분한 예방책과 탈출 대비책을 세워야 한다.

선박의 화재사고는 선박의 총톤수나 종류에 관련 없이 사고 발생률이 크게 차이나지 않고, 다른

사고에 비해 사망자의 발생비율이 매우 높은 실정이다. 표 1은 2006년과 2007년의 해양사고 발생 현황을 사고 종류별로 기록한 표이다[1].

선박화재사고에 대한 안전대책은 대부분 국제 협약이나 선급규정에 명시되어 있으며, 규칙들은 사고 경험을 토대로 하여 규정의 적용범위가 확대되고 기술기준의 개정이 되어져왔다.

표 1. 해양사고 발생현황(사고종류별)
(단위 : 건, %)

구분	계	충돌	좌초	기관손상	화재·폭발	조난	침몰	안전저해	기타
2007년	110건	17	4	59	9	3	1	11	6
	100%	16%	4%	54%	8%	3%	1%	10%	3%
2006년	160건	29	19	61	16	2	4	6	23
	100%	18%	12%	38%	10%	1%	3%	4%	14%
증감	Δ50건	Δ12	Δ15	Δ2	Δ7	+1	Δ3	+5	Δ17
증감율	Δ31%	Δ41%	Δ79%	Δ3%	Δ43%	+50%	Δ75%	+83%	Δ74%

본 논문에서는 최근 발전하고 있는 Robot기술을 이용한 선박 화재시의 Risk의 대응방법과 대응관리에 대해 연구하였다.

특히 선박의 화재에서 로봇의 열, 스파크, 연기, 빛감지 센서에서 화재 감지를 통한 화재 예방으로 선박의 안전성을 높이고, 선박에서의 화재시에 Robot을 이용한 Risk 대응에 대한 센서를 통해 작동하는 방법과 위기관리 및 대응을 위한 실험적인 동작지침에 대한 연구를 하였다.

II. 본 론

2.1. 선박 화재의 성장

해상에서 선박 화재의 발생원인 및 화재성장 과정은 육상에서와 비슷하나, 선박 자체의 소화설비 및 대피시설을 이용하여 선박으로부터 안전한 곳으로 대피하는 방법이 유일하다. 해상에서의 대피는 공간과 시설의 제한으로 인하여 시간도 많이 걸리고 성공률도 낮다. 따라서 선박 화재 시 화재진압 및 화재성장의 속도가 매우 중요하다[2].

화재성장은 일반적으로 2~3분정도가 지나면 최고온도에 도달하고 그림 1과 같이 Top center에서부터 Bottom center의 순으로 온도 상승률의 차이를 나타낸다. 이것은 초기 화재 시 발생된 화염 및 가연성 가스가 천정으로 상승하고 시간이 지남에 따라 바닥으로 하강하여 전체적으로 화재가 크게 성장함에 기인한다. 따라서 선박에서 격벽, 천정, 내장재와 표면바닥재 및 1차 갑판피복재의 화재성능평가 방법은 다르다[3].

선박 화재에서 발생하는 열량 이외에 중요한 것

은 연기의 밀도 및 독성이다. 화재 초기에 피난이 어려운 것은 과도한 연기의 발생으로 피난시설을 쉽게 찾을 수 없으며 유독성 가스의 결식에 의한 사망이다. 따라서 FTP(Fire Test Procedures) Code의 Annex 1의 Part 2에서는 연기밀도 및 독성의 값을 천정, 격벽, 내장재와 표면바닥재와 1차 갑판피복재 및 선박에 쓰이는 배관재로 구분하여 사용하고 있다.

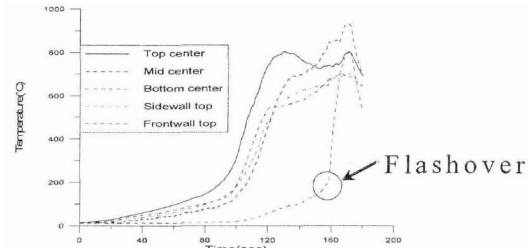


그림 1. 선박 화재 성장 곡선

2.2. 선박의 자동항법장치

항법 시스템은 브릿지 자동화의 핵심 부분이며, 선위결정 시스템을 중심으로 기상을 비롯한 여러 가지 환경적 요인을 고려하여 목적지까지 항해하는데 필요한 시스템으로 구성되어 있다[4].

2.2.1. 선박 위치결정 시스템

■ 선위 측정시스템

선위 측정시스템은 지문항법 및 천문항법 같은 고전적인 항법을 이용하여 위치를 측정하는 시스템과 전자항법을 위한 Loran-C 및 위성항법을 위한 GPS 등의 시스템을 들 수 있다[5].

■ 선위 추정 시스템

악천후, 계기고장 등으로 선위 측정 간격이 길어질 때, 그 사이의 위치를 정밀하게 얻고자 하는 시스템으로 대수속도와 침로의 측정에 의한 방법과 대지속도와 침로의 측정에 의한 방법 및 관성항법에 의한 방법이 있다.

2.2.2. 전자해도(Electronic Chart) 시스템

전자해도는 화면상에 항해에 필요한 기본적인 해도정보를 나타내고 여기에 선위가 자동으로 플로팅 될 수 있도록 하여 안전 항해의 필수적인 수단이 되었다. 상선에서의 전자해도 탑재의무화는 IMO(International Maritime Organization)에서 2008년부터 2012년까지 단계적으로 전자해도 시스템(Electronic Chart Display System)의 탑재가 강제화 될 것으로 전망된다.

전자해도의 구성요소는 • ECDB(Electronic Chart Data Base), • ENC(Electronic Navigational Chart), • SENC(System Electronic Navigational Chart), • ECDIS(Electronic Chart Display and Information System)로 구성되어 있다.

2.2.3 항로설정 시스템

선장 또는 항해사가 경험, 수로자료에 의한 문헌정보나 기상 같은 수시정보 등을 기반으로 출발항과 목적항을 연결하는 항로를 구상하고, 해도로부터 실제 변침점(Way Point)을 구한 다음 각

변침점간의 거리와 방위를 구하는 작업이다. 그림 2는 자기 나침반 방향 감지기이다.

현재는 인공위성을 이용한 GPS(Global Positioning System) 자동항법시스템이 탑재된 선박에서는 전자해도를 이용하여 간단히 수행될 수 있게 되었다.

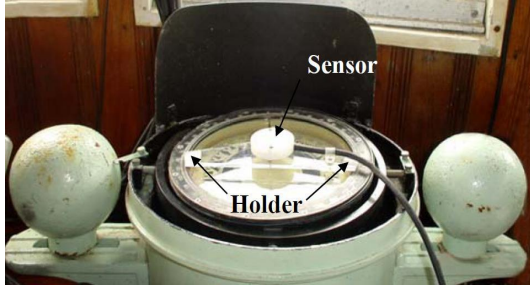


그림 2. 자기 나침반 방향 감지기

2.2.4. 항로 추종 및 감시 시스템

자동조타기에 의한 자동항행을 위하여 설정된 항로를 따라 선위가 유지되도록 선체운동을 자동으로 제어하는 시스템이다. 항로추종은 위치센서로부터 제공되는 선위와 다음 변침점 또는 항해 목적지와 관계에서 식 (1)과 같이 PID제어를 이용하여구한 수정침로를 조타기에 자동 입력함으로써 이루어진다.

$$(1) \phi_S = \phi_R - (a_1 L_D + a_2 \frac{dL_D}{dt} + a_3 \int L_D dt)$$

여기서, ϕ_S 는 추천항로(Recommended ship's route)이며, ϕ_R 는 계획항로(Direction of Scheduled Route)이고, L_D 는 계획항로와의 거리편차(Distance Deviation from the Scheduled Route)이다. a_1, a_2, a_3 는 각각 비례, 미분, 적분 계수이다.

항로추종의 감시 시스템은 항로이탈 및 변침점 접근 시 자동 경보음을 발생한다. 또한, 선수방위 오차를 감시하며, 수심측정 센서 정보를 이용한 좌초예방 정보 등을 발령한다.

2.3. 열, 스파크, 연기 센서 장착 Robot

Robot은 인간에게 유리한 행동을 할 특수한 목적으로 제조되며 열, 스파크, 연기 센서를 장착한 Robot은 그림 3처럼 센서로부터 획득한 값들은 다시 로봇의 행동을 결정하기 위한 추론 시스템의 입력 값으로 사용한다.



그림 3. 열, 스파크, 연기, 빛 센서 장착 Robot

를 베이스 기반으로 이루어진 전문가 시스템에 의해 Robot이 수행해야 하는 행동 패턴이 결정되는데, Robot의 행동 패턴들은 다음과 같은 기능들을 수행한다.

- 온도 감지 : 온도를 측정할 수 있고 온도를 알 수 있다.
- 가스 탐지 : 가스 등의 노출을 감지한다.
- 방범 감지 : 움직임이 있을 경우 감지하여 목적대상에게 알려 줄 수 있다.
- 화재 감지 : 온도와 가스의 센서의 값을 이용해 화재를 감지하는 기능이다[6].
- 사용자 직접 제어 기능 : 사용자는 PDA를 가지고 로봇을 직접 제어 할 수 있으며, 외부에서 PDA로 보고 받을 수 있다[7].

2.4. 화재 감지를 위한 센서 노드

선박 화재에서 화재감시를 위한 고정된 센서노드들을 장착하고 온도·가스센서를 통해 인지된 센서 값들을 ZigBee와 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 통해 Robot으로 RF전송하게 되고, 화재가 발생한 구역을 인지한 Robot은 화재발생 구역으로 자율이동하게 되는데, 이동 중 장애물을 만났을 때에는 Robot에 장착된 4개의 IR센서를 이용해 장애물을 피하여 주행하게 된다.

Robot에는 모터의 주행과 장애물에 대한 회피를 위한 IR센서 제어의 목적으로 ATmega128이 있고, 이 MCU(MicroController Unit)는 서버 PC와 TCP/IP소켓통신을 위한 AP(Access Point)와 USB 웹카메라를 사용하기 위해 S3C2440 ARM9 프로세서를 장착한 임베디드 보드와 시리얼로 연결되어 있다. Web카메라로부터 들어오는 영상은 보드의 Ethernet포트와 연결된 AP의 TCP/IP소켓 통신을 통해 모니터링 PC에게 영상을 전송하고 서버 PC에서 영상 및 Robot의 현재위치 그리고 현재 Robot의 위치를 실시간 모니터링하게 된다.

또한 Robot은 이동하면서 DC모터의 헨코더 값을 Feedback하여 자기 위치를 인식하는 이른바 Odometry 방식을 이용한다. 실제로 이동 중에는 Odometry 방식도 오차가 발생하게 되는데 이는 PID제어를 이용해 보정한다.

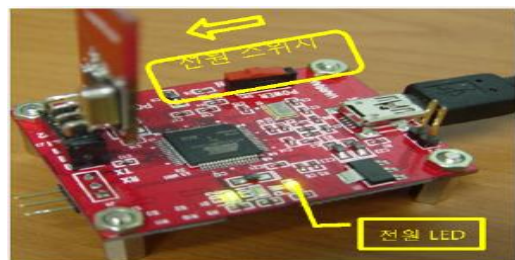


그림 4. Robot의 위치 파악 값의 USB포트 셋팅

그림 4에서 Robot의 위치 파악 값을 USB포트로 셋팅 한다. 이렇게 보정된 Robot의 위치는 우리가 임의로 정한 좌표를 나타내게 되고, 이 좌표를 이동할 때마다 임베디드 보드의 터치스크린

상에서는 물론, 좌표를 서버 PC로도 전송하여 서버 PC상에서도 Robot의 현재위치를 실시간으로 알 수 있도록 하였다.

2.5. 선박 화재 시 Robot의 Risk대응

그림 5는 선박 화재시의 Robot의 Risk대응을 위한 센서를 부착하고, 로봇에게 Risk 대응을 지시 할 때의 각 포트(port) 별로 명령어를 수행하기 위한 아이콘과 수행내용이다.

Robot에서 장착되어 수행되는 적외선(IR) 센서 아이콘으로 포트 넘버는 4이다. TOUCH SWITCH 아이콘은 포트 넘버는 7이다. 소리 감지(MIC) 센서 아이콘 장착 포트넘버는 5이다. 가스(GAS) 감지 센서 아이콘 장착 포트넘버 6이다. 빛 감지(CDS)센서 아이콘 장착 포트는 3이다. 키보드를 이용하여 Robot을 컨트롤 할 수 있으며, 영상에서 사용자가 특정 키텔러를 지정하여 응용할 때 사용하는 아이콘들이다.

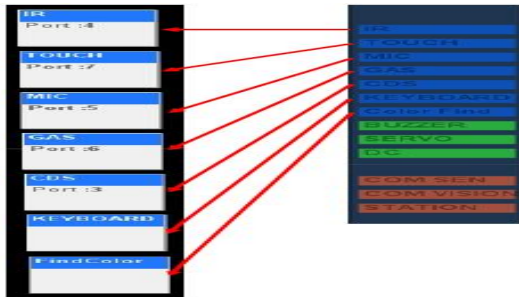


그림 5. Robot의 Risk 대응 입력 값

2.6. Robot의 Risk 대응관리 동작

그림 6은 선박화재시의 Robot의 Risk대응관리를 위한 아이콘과 수행내용을 보여준다. 소리출력(BUZZER) 사용은 포트 넘버 8로 Buzzer :0→Buzzer OFF, Buzzer:1→Buzzer ON이다. SERVO MOTOR 사용은 Sel:0→좌우로 이동하는 서보 사용, Sel:1→위아래로 이동하는 서보 사용이며 Position:0~180 →해당 서보의 각도 값이다.

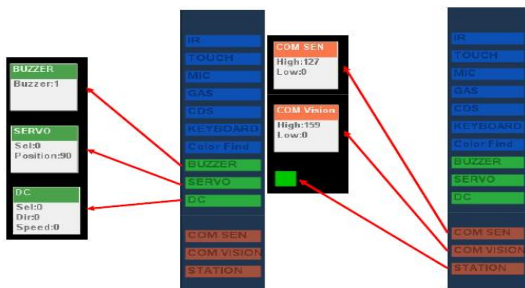


그림 6. Robot의 Risk 대응관리

DC MOTOR 사용은 Sel:0→왼쪽 DC MOTOR 사용이며, Sel:1→오른쪽 DC MOTOR 사용이며, Speed:0~100→정방향 속도 값이고, Speed:-100~0

→역방향 속도 값이다. COM SEN:센서의 경우의 수를 나누어 해당 경우에 Low~High 값을 설정할 수 있다. COM Vision:Find Color는 COM Vision 해당영역에 X축을 설정하여 경우 수를 만들 수 있다. STATION:해당 센서 입력에 반응하여 전혀 다른 응용 동작을 구성하거나, 설정 키텔러 추적한다.

III. 결 론

본 논문은 선박 화재시의 Robot의 Risk대응을 위한 센서를 부착하고, Robot에서 장착되어 수행되는 적외선 센서, TOUCH SWITCH, 소리감지 센서, 가스 감지 센서, 빛 감지 센서를 이용하여 Robot을 컨트롤 하였으며, Robot에게 Risk 대응을 지시 할 때의 소리출력 사용과 DC MOTOR의 Speed와 COM SEN에 Low~High 값을 설정하여 Robot의 Risk 대응관리 동작사용을 설정하였다.

향 후 연구로서, 선박에서 실제 화재 현장을 시뮬레이션 한 후에 실제 Robot의 Risk를 관리하고 대응하는 방안과 효과를 분석하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 김동찬, 김만웅, 조대환, 이영호, “선박화재 사고의 재해방지에 관한 연구,” 한국마린엔지니어링학회지, 11. 2002.
- [2] 김성윤, “IMO FTP Code 개정안에 관한 고찰,” 한국마린엔지니어링학회지, 제33권 제2호, pp.221-225, 3. 2009.
- [3] 김성윤, 김동석, 안병호, 노호성, “선박의 격벽, 천정, 내장재 및 표면바닥재의 화재안전성 평가방법,” 해양환경안전학회지, 제25권, pp.157-159, 5. 2007.
- [4] 박계각, “선박 자동화 및 해양안전정보 시스템 현황과 전망,” 대한전자공학회지, 제 11권, pp.46-60, 11. 2007.
- [5] 고광섭, 최창목, “GPS를 이용한 선박의 방위정보 향상에 관한 연구,” 한국해양정보통신학회논문지, 제9권 제3호, pp.528-533, 2004.
- [6] 이기주, 김태형, 서강래, 강근택, 이원창, “무선 센서 네트워크를 이용한 통합 화재 감시 시스템,” 한국지능시스템학회지, 제18권, pp.245-248, 10. 2008.
- [7] 김형래, 최우경, 김성현, 김용민, 전홍태, “휴대용 지능 기기를 이용한 가정용 서비스 로봇 제어,” 한국지능시스템학회지, 제 14권, pp.48-51, 10. 2004.