

선교경보관리시스템의 제작 및 선박 경보음 개발을 위한 연구

하옥현* · 장준혁* · 김홍태*

* 한국해양연구원 안전방제기술연구부

A Study on Development Ship Alarm Sound and Ship Bridge Alarm Management System

Wook Hyun Ha* · Jun Hyuk Jang* · Hong-Tea Kim*

* Korea Ocean Research & Development Institute, Daejeon 305.343, Korea

요약 : 현대 기술의 발전에 따라 다양한 항해 장비들이 개발되고 있으나, 인적 오류에 의한 해양사고는 지속적으로 발생하고 있다. 인적 오류에 의한 해양사고는 항해사의 상황 인지오류 또는 현상 착각 등 많은 상황에서 일어나고 있다. 선교에는 각종 항해 장비로부터 나오는 많은 물리적 음향 신호들이 존재하며, 위험을 전파하는 경보음은 항해사에게 위험상황을 정확하게 전달하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 경보음을 항해사가 직관적으로 인지할 수 있는 선교경보관리시스템의 경보음 개발을 위한 연구를 실시하였다. 연구를 위해 기존에 선교에서 사용하는 경보음에 대해 음향학적 분석을 수행하였으며, 음성 경보음과 청각아이콘을 활용한 경보음 개발에 대한 실험적 연구를 수행하였다. 그리고 현재 해양연구원에서 제작한 선교경보관리시스템(BAMS)을 간략히 소개하고자 한다.

핵심용어 : 선교경보관리시스템(BAMS), 선박 경보, 음성 경보음, 청각아이콘

1. 서론

항해사들의 주요 작업공간인 선교(ship brige)는 원활한 항해를 위한 다양한 항해기들이 설치되어 있으며, 입출항시에는 도선사가 승선을 해서 항해사들과 함께 선박을 접안 또는 출항시키는 중요한 역할을 하는 작업공간이다. 선교내 시스템이 항해사에게 잘못된 정보를 전달하거나 적절하지 못한 방법으로 정보를 전달하게 되면 이 정보는 현재 나타나 있는 상황을 정확하게 인지 및 대응하지 못하게 하는 방해요소가 되며, 결과적으로 대형 사고로 이어질 수 있다(이봉왕 외, 2005).

청각표시장치는 전달하고자 하는 메시지가 간단하고 짧을 때, 메시지를 후에 참고할 필요가 없을 때, 메시지가 전달되는 당시의 상황만을 다룬 것일 때, 그리고 즉각적 행동이 요구되는 경고나 메시지일 때에 시각표시장치에 비해 효과적인 정보전달 수단이 될 수 있다(Sanders and McCormick, 1987).

청각경보는 장치의 고장이나 위급상황에서 정보를 효과적으로 전달할 수 있는 청각표시장치의 하나이다. 선박의 선교에서 사용할 수 있는 청각경보의 유형은 크게 음성경보(voice alarm), 추상적 소리(abstract sound), 청각아이콘(auditory icon)으로 구분할 수 있다.

음성경보는 현재의 경보상황에 대한 정보를 인간의 음성형태로 전달하는 경보이다. 음성경보는 내용이 복잡한 정보의 전달에 유리하며, 경보상황에 대한 학습이 거의 필요하지 않다는 장점이 있다 (Simpson, 1987).

추상적 소리는 가장 흔히 접할 수 있는 청각경보 유형으로 단순한 음(beep 형태)의 톤과 리듬으로 정보를 전달하는 경보이다. 청각아이콘은 환경적 소리(environmental sound), 즉 자연음을 사용한 경보음이다 (Ballas 등, 1987; Gaver, 1986). 청각아이콘은 추상적 소리와 음성과는 다른 형태의 소리이며, 효과적인 청각경보로 사용될 수 있는 잠재력을 갖고 있다. Lawrence와 Banks(1973)는 실험연구를 통하여 환경적 소리의 기억 용량이 194개(194-item set)까지 가능하다는 것을 보여주었다.

2. 선교경보관리시스템(BAMS) 제작

기존에 수행하였던 선박 경보음 연구결과를 기초로 진행중인 선교경보관리시스템의 개발 및 제작은 그림 1과 같이 선박에서 사용하고 있는 추상적 소리와 함께 음성 경보 및 청각 아이콘을 활용한 선교경보관리시스템의 제작을 수행하였다.

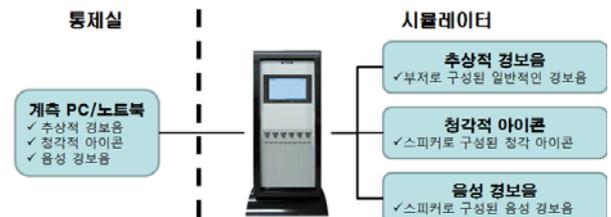


그림 1. 선교경보관리시스템 구성도

선교경보관리시스템은 그림 2와 같이 Control View와 BAMS로 구성되어 있으며, Control View는 운용실에 설치되어 있는 데스크탑 PC에서 조작이 가능하고 BAMS는 선박운항 시뮬레이터에 설치되어 있는 콘솔에서 실행이 가능하다. 그리고 운용실과 콘솔의 통신은 시리얼 통신(RS-422)을 사용하여 PC간 통신을 수행한다.



그림 2. 선교경보관리시스템 Main UI

Control View의 화면 구성은 그림 3과 같으며, Sound type, Fire alarm, Life boat alarm, Navigation alarm으로 구성되어 있다. Sound type은 경고음의 종류를 정해주는 역할이고 추상적 경고음, 청각아이콘 그리고 음성정보로 나누어져 있으며, Fire alarm의 메뉴는 선박의 각 구역을 선택하여 경보의 전달이 가능하며 복수의 경보음 전달이 가능하다. Life boat alarm의 메뉴는 Life boat의 현재 상태와 고장 및 오작동에 대한 경보음 전달이 가능하다.



그림 3. 선교경보관리시스템 Control View UI

BAMS의 구성은 경보의 그룹인 Navigation, Fire, Life boat 그리고 전체 경보상황을 시간대별로 확인이 가능한 Summary 기능을 추가하였다. 그래픽 처리된 경보 화면과 함께 선박운항자가 경보음을 컨트롤 할 수 있는 경보음 음소거 기능인 Sound off 버튼 및 경보상황 확인 기능인 Ack 버튼으로 구성되었다.

Navigation alarm은 그림 4와 같이 구성되어 있으며 항해 장비에 대한 경보 및 선박의 기계적 결함 그리고 선박의 위험 상황 노출 시 경보음을 전파하며 해당 장비가 붉은 색으로 점멸한다. Fire alarm은 그림 5와 같으며 운용실에서 Fire alarm을 전파할 경우 해당 구역이 붉은색으로 점멸과 동시에 경고음이 발생하며, Fire detection 경보음 발생 30초 이후 Fire alarm 경보음이 전파된다. Life boat alarm은 그림 6과 같으며 운용실에서 Life boat alarm을 전파할 경우 해당 Life boat와 상태에 대한 구역이 붉은색으로 점멸하며 경고음이 발생한다. Summary의 구성은 그림 7과 같으며, 선박운항시뮬레이터에서 항해시 발생한 모든 경고음을 시간대별로 나열하고 있으며, 해당 경보에 대한 내용과 경보 인지 여부 그리고 그룹별로 표기가 가능하다.



그림 4. 선교경보관리시스템 Navigation alarm UI



그림 5. 선교경보관리시스템 Fire alarm UI

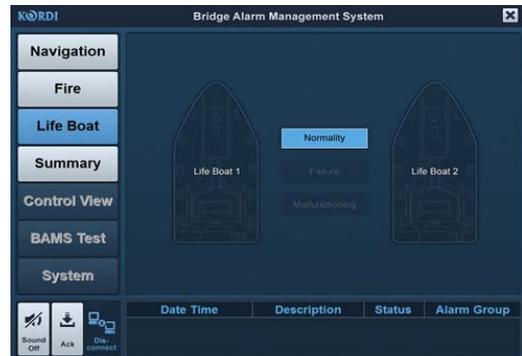


그림 6. 선교경보관리시스템 Life Boat alarm UI



그림 7. 선교경보관리시스템 Summary UI

3. 경보음 종류에 따른 인지 실험

3.1 피실험자 및 실험장비

항해사 자격증(1~3급)을 소지하고 있는 항해사 중 시력과 청력에 이상이 없고 PC 사용 경험이 있는 항해사 25명이 실험에 참여하였다. 피실험자들의 항해년수는 평균 7.6년 이며 나이는 평균 40.6세이다.

실험에는 PC(P-4 1.8GHz)와 컬러 LCD 모니터(17인치, 해상도 1024×768), 마우스, 헤드셋(SHS-100V), 마이크로소프트 파운데이션 클래스 라이브러리 (Microsoft Foundation Class Library, MFC), 그리고 간단한 연산문제지가 사용되었다.

3.2 실험계획 및 절차

실험에 사용한 독립변수는 3수준의 경고음유형과 5수준의 경보상황으로 처리하여 총 15개(3×5) 조합조건에서 반복측정이 이루어지도록 하였다.

표 1은 5수준의 경보상황 별로 3수준의 경보음 유형을 구현한 방법을 보여주고 있다. 추상적 소리는 실제 선교에서 사용중인 대표적인 경고음을 녹음하여 음원으로 사용하였고, 청각적 아이콘과 음성경보는 한국해양연구원에서 보유하고 있는 음원을 발췌하여 사용하였다.

실험이 진행되는 과정에서 피실험자들은 15가지 실험조건(경보음유형 3수준×경보상황 5수준) 중 약 2분에 한 번씩 무작위의 순서로 구현되는 경보음을 듣고 모니터에 표시되어 있는 10가지(화재, 조타, 전기, 충돌, 엔진, GPS, 내선, 외등, 전조등, VHF) 경보상황버튼 중 옳다고 판단되는 버튼을 하나를 선택하였으며, 선택이 끝난 후에는 다시 연산문제를 풀기 시작하여 모든 경보상황에 대한 선택이 끝나면 실험을 종료하였다.

실제 선교의 상황과 비슷한 환경을 조성하기 위하여 VHF 교신 내용을 피실험자가 착용하고 있는 헤드셋을 통하여 연속적으로 재생해서 피실험자에게 제공하였다.

표 1. 경보음 유형과 경보상황의 수준 구현방법.

		경보음 유형		
		추상적 소리	청각 아이콘	음성경보
경 보 상 황	화재		장작이 불에 타는 소리	Fire
	조타		녹슨 핸들 돌리는 소리	Steering failure
	전기		전력을 잃었을 때 기계의 소리	Low power
	충돌		강한 파도 소리	Warning collision
	엔진		엔진이 꺼지는 소리	Engine failure

3.3 반응속도 및 정확성 결과

그림 8은 경보상황의 각 수준에서 평균 반응시간(단위: 초)을 비교하여 보여주고 있다. 그림으로부터 반응시간은 화재 상황일 때 평균 4.701초로 가장 짧음을 알 수 있다.

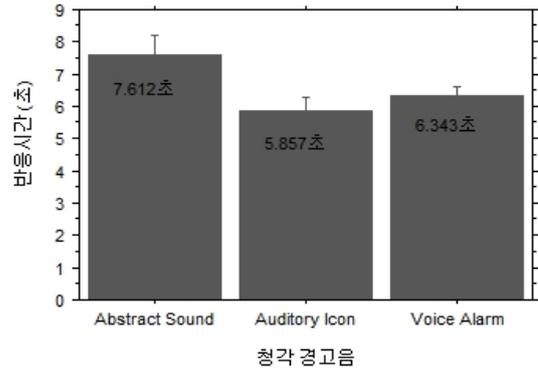


그림 8. 경보음 유형의 수준별 반응시간 평균.

그림 9는 경보음유형의 각 수준에서 평균 정확성 (단위: 비율)을 비교하여 보여주고 있다. 그림으로부터 반응정확성은 음성경보(voice alarm)를 사용할 때 평균 0.824(82.4%)로 가장 우수하며, 청각 아이콘(auditory icon) 0.64(64%), 추상적 소리(abstract sound) 0.408(40.8%)의 순으로 정확성이 낮아짐을 알 수 있다.

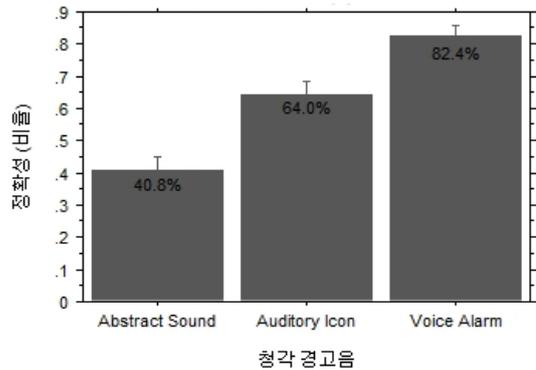


그림 9. 경보음 유형의 수준별 반응정확성 평균.

분석결과를 종합하여 보면 청각아이콘과 음성경보가 효과적인 청각경보음의 유형으로 판단된다. 음성경보는 반응정확성 측면에서 우수하였으며 청각적 아이콘은 반응시간에서 우수한 결과를 보이고 있다.

후 기

본 논문은 국토해양부의 '인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발'과제와 한국해양연구원의 주요사업인 '해상교통 안전성 평가를 위한 인간공학 실험평가 기술 개발'과제의 연구 결과임을 밝힌다.