

통합 선교 알람 시스템을 위한 알람 인지에 대한 기초 실험

이봉왕* · 김홍태* · 양찬수* · 양영훈*

* 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

Cognitive Experiment on Auditory Sounds for Integrated Ship Bridge Alarm System

Bong-Wang Lee* · Hongtae Kim* · Chan-Su Yang* · Young-Hoon Yang*

* Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering/KORDI

요 약 : 선박은 하나의 거대한 인간-기계시스템으로써 작업자와 시스템간의 상호 작용이 얼마나 잘 이루어지는가에 따라 수행하고자 하는 직무와 수행도에 영향을 미치게 된다. 선교 내에는 시각표시장치뿐만 아니라 청각표시장치로부터 나오는 많은 신호들이 존재한다. 그 중 장비의 알람에 대한 인간의 인지능력에 대한 연구는 미흡한 상태이다. 본 연구에서는 청각적 아이콘과 합축적 소리를 비교·평가하여 알람에 대한 작업자의 인지에 대해 연구 하였다. 실험결과 청각적 아이콘이 합축적 소리를 사용한 경우 보다 더 빠르고 정확하게 인지 할 수 있는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 선교 내 청각표시장치의 성능 기준 그리고 현재 논의 되고 있는 통합선교알람시스템을 위한 기초 자료로 이용될 수 있을 것이라 생각된다.

핵심용어 : 청각표시장치, 알람, 경고음, 청각 아이콘, 합축적 소리

Abstract : A ship can be considered as a large human-machine system and the interaction between worker and system affects the work performance and its efficiency. In the bridge of a ship, there exist many auditory signals as well as visual signals. However, only a few studies have been performed related to human recognition to alarm systems in the bridge. In this study, auditory icons and abstract sounds are compared to find more effective means of alarm systems. The study result shows that auditory icons are recognized faster than abstract sounds. This result is expected to be use as a basic data for developing performance criteria of auditory display inside bridge and for designing integrated ship bridge alarm system.

Key words : Auditory Sensory Display, Alarm, Warning Sounds, Auditory Icons, Abstract Sounds

1. 서 론

선박은 거대한 인간-기계시스템으로써 작업자와 시스템간의 상호작용이 얼마나 잘 이루어지는가에 따라 수행하고자 하는 직무의 수행도가 높아지거나 낮아지게 된다. 선박 내 시스템이 작업자에게 잘못된 정보를 전달하거나 적절하지 못한 방법으로 정보를 전달하게 되면, 이 정보는 직무를 정확하게 수행하지 못하게 하는 방해요소가 되며, 대형 사고로 이어질 수 있게 된다.

이러한 거대 시스템에서 작업자에게 정보를 전달하기 위한 방법으로 표시장치가 흔히 쓰인다. 이러한 표시장치는 그 장치가 전달하고자 하는 정보를 작업자에게 가능한 빨리 그리고 정확하게 전달할 수 있도록 설계되어야 한다. 즉, 어떤 사건이

발생되었을 때 그 사건의 발생여부를 빠르게 확인할 수 있어야 하며, 무엇 때문에 사건이 발생하였는지를 정확히 인지할 수 있어야 한다.

인간이 외부로부터 전달되는 정보를 받아들이는데 있어 대부분 시각과 청각이 담당한다고 알려져 있다. 선박 내 선교에서 사용되는 다양한 항해 및 통신장비 등의 정보 전달 방법으로는 대부분이 시각표시장치(visual display)이지만, 청각표시장치(auditory sensory display)도 상당수를 차지하고 있다. 청각표시장치는 시각표시장치와는 달리 신호원 자체가 음으로만 이루어져 있을 때, 메시지가 간단하고 짧을 때, 메시지를 나중에 참고할 필요가 없을 때, 메시지가 그 때의 사건을 다룬 것일 때 그리고 즉각적 행동이 요청되는 경고나 메시지일 때에 독특한 정보를 제공할 수 있다(Sanders and McCormick, 1987).

선교에서는 많은 청각 신호들이 존재하나 이러한 많은 신호에 대한 인간의 인지능력에 대한 연구는 미흡 상태이다. 따라서 본 연구에서는 청각표시장치로 나타내는 알람에 대한 작

* 대표저자 : 정희원, neoyilin@kriso.re.kr, 042)626-7206
정희원, kht@kriso.re.kr, 042)626-7236
정희원, yangcs@kriso.re.kr, 042)626-7276
정희원, mmu77@kriso.re.kr, 042)626-7907

업자 인식과 인지에 관한 기초 연구를 하였다. 이를 위해 Leung(2001)의 연구에서 실험하였던 청각아이콘(auditory icon)을 사용하여 기존 알람과 비교·평가하였다. 그 결과를 토대로 청각표시장치의 성능기준(인식 및 인지에 적당한 알람의 기준)을 마련하고, 성능기준에 부합되는 알람을 통합하여 “통합 선교 알람 시스템”을 구축하는데 기초 연구가 되고자 하며, 통합 항해 시스템(Integrated Navigation System)과 통합선교시스템(integrated Bridge System)의 청각표시장치에 대한 규범을 마련하는데 있어 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 청각 알람

2.1 청각표시장치

외부의 정보를 받아들이는데 있어 시각 다음으로 많이 사용되는 기관은 청각이다. 청각의 특성을 살리면 시각적 표시장치와는 다른 여러 가지 독특한 정보를 제공할 수 있다. Table 1.은 청각 및 시각 표현의 용도를 비교한 표이다 (Sanders and McCormick, 1987).

Table 1 Comparison of auditory display and visual display

청각적 표현을 이용하는 경우	시각적 표현을 이용하는 경우
메시지가 단순	메시지가 복잡
메시지가 짧음	메시지가 김
메시지를 나중에 다시 볼 필요 없음	메시지를 여러 번 보아야 함
메시지가 그때의 사건을 다룸	메시지가 공간적 위치를 다룸
시각 장치가 지나치게 많음	청각장치가 지나치게 많음
수용 위치가 너무 밝거나 암순응 필요	수용 위치에 소음이 많음
계속 움직이면서 일을 함	한자리에서 일을 함

Table 1과 관련된 청각 표시장치의 지침은, ①신호원 자체가 음일 때, ②즉각적 행동이 요청되는 경로나 메시지일 때, ③비행 정보와 같이 계속 변하는 정보를 나타낼 때, ④음성 통신 채널을 전적으로 사용할 때 그리고 ⑤음성으로 응답해야 할 때 들이다.

이러한 지침은 잘 판단하여 적용해야 하며, 복잡한 메시지는 사람들이 단기 기억장소로부터 제대로 상기하지 못하기 때문에 짧고 간단한 것으로 제한할 필요가 있다.

이러한 청각 표시장치의 설계 지침으로는, 사용자가 알고 있거나 자연스러운 신호 차원과 코드를 사용하는 양립성, 주의를 끄는 주의신호와, 주의 신호 후 식별된 신호에 정확한 정보를 지정하는 지정신호로 이루어진 근사성, 두 가지가 동시에 울릴 때 식별할 수 있는 분리성, 꼭 필요한 정보만을 제공하도록 하는 검약성 그리고 동일신호는 항상 동일한 정보를 지정하도록 하는 불변성 등 이다. 그리고 표현원리로는 극한적 청각 차원을 피하며, 주변 소음 수준에 상대적으로 세기를

설정하도록 하며, 간헐 또는 변동 신호를 사용하고, 청각 채널이 과부하 되지 않게 하여야 한다. 또한 설치 원리로는 사용할 사람들에게 미리 시험하여 제대로 검출하고 식별하는지를 확인하고, 기존 신호와 상충되지 않도록 한다. 마지막으로 기존 신호의 전환이 쉽도록 한다(Sanders and McCormick, 1987).

2.2 청각적 알람

알람 시스템은 인간-시스템 인터페이스에 있어서 중요한 부분이다. 청각신호는 중요한 정보를 전달하거나, 현재 시각 주의에 집중되어 있는 사용자에게 개의치 않고 즉각적인 주의를 필요로 하는 아이템에 사용자를 경고하게 된다. 따라서 부적절하게 설계된 알람 또는 알람 과잉은 직무를 행하는데 있어서 사용자의 능력에 부정적인 효과를 줄 수도 있다 (Ahlstrom, 2003).

원자력 연구소, 항공기 운항 및 관제, 병원의 수술실 등 많은 분야에서 청각적 경보에 대한 연구를 수행하여 왔다. 간략히 살펴보면 다음과 같다.

1) 항공 설비(Airway Facility; AF)에 있어서의 알람

Ahlstorm(2003)의 보고서에서 AF 환경에서의 알람을 위한 문제구역 정의 및 완화 전략을 제안하였고 또한 청각 알람이 사용자의 요구를 충족시키고 적당 여부를 평가하고, 시스템의 통합 연구 방법을 제안하였다. 그는 AF에 있어서 알람의 영향을, 알람으로 사용되는 부저, 벨 그리고 싸이렌 등의 주파수에 초점을 맞추었다.

2) 병원에서의 알람

병원에서 사용되는 알람은 수술실이나 집중치료실에서 중요하게 사용된다. 수술실 또는 집중치료실에서 사용되는 알람은 시각 표시장치로 그들의 주의를 돌리기 위해 필요한 부속물이며, 의료기술의 발전은 모니터링 장비의 급증으로 이어지게 되었다.

Wiklund, Hoffman(1988)은 의료 장비들의 대부분은 다른 제품들과의 호환성이나 사용성보다 기능성을 중시하여 시간을 두고 부분적으로 구입되므로, 그 만큼 많은 알람이 존재하게 된다고 말하였다.

이러한 의료 분야에 있어서의 청각 알람은 대부분의 인간 공학적 적용분야와 같은 환경에서 응용된다. 그러나 의료 환경에서 음성 알람(speech alarm)은 때때로 전해지는 메시지의 내용으로부터 환자가 보호될 필요가 있기 때문에 의학적 환경에서 항상 바람직한 것만은 아니다.

또한 의료 환경에 있어서 청각 알람은 인간 공학자들보다 의료 전문가에게 더욱 중요한 요소이다.

Hope, Morrison(1986)은 높은 허위 경보율을 가진 마취 모니터링 장비의 문제점에 대해 논의 하였고, Sara, Wark(1986)

은 마취 전문가들이 의료장비의 어떤 부분에서 제공된 청각적 경고음을 사용하지 않는지 다른 다양한 이유들을 설명하였으며, 그 중 주된 원인은 알람이 다른 직무 수행시 성가심의 원인이 되며, 그로 인해 직무를 빗나가게 만든다고 하였다.

McIntyre, Stanford(1985)는 수술실에서 리머드라이버(reamer-driver)와 높은 음을 내는 치과용 흡입기 등의 수술 장비들의 소음에 의해 알람들이 차단된다는 것을 발견하였다.

사람의 생명을 다루는 의료분야에 있어서 의학적 장비의 알람 수는 분명 고려해야 할 사항이다. 함축적 의미를 가진 수많은 알람을 기억한다는 것은 불가능하기 때문이다.

3) 청각 아이콘

청각 경고음들은 크게 음성(speech), 함축적 소리(abstract sound) 그리고 청각 아이콘(auditory icon)으로써 제안되는 환경적 소리(environmental sound)로 구분할 수 있다.

이것들에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

음성은 복잡한 정보 그리고 적게 요구되거나 배울 필요가 없는 것을 전달할 때에는 적합하나, 주변의 소음 레벨이 높을 때에는 음성이 차단될 수 있다. 음성 메시지의 전달은 상대적으로 긴 시간을 요할 때 필요하다. 그리고 조작자가 특별히 빠른 대응을 앓거나 선택적인 경고들이 많은 상황에서 추천된다.

함축적 소리는 주변 음성에 의해 차단당하는 것이 거의 없고, 정보를 좀 더 빨리 전달할 가능성을 가진다. 그러나 경고 셋(set)을 배우고 기억하는 것이 어렵기 때문에 다섯 개 내지 여덟 개 정도의 크기로 제안한다.

마지막으로 환경적 소리는 또 다른 종류의 청각 경고음으로 사용될 수 있는 잠재력을 갖고 있다. 함축적 비 음성 소리와는 다른 형태의 소리이며 청각 아이콘으로 제안된다. 이 청각 아이콘은 함축적 소리의 장점들을 공유하지만, 습득할 수 있는 크기와 양은 제한되어 있지 않다. 하지만 Lawrence와 Banks(1973)는 환경적 소리의 기억 용량은 194-아이템 셋(194-item set)에 대해서는 초과할 수 없다는 것을 보여주었다.

이 청각 경고음과 관련하여 Leung(2001)은 그의 실험에서 특정 이벤트에 대해 각각 음성, 함축적 소리, 청각적 아이콘을 만들어 피실험자들이 정확히 응답하기까지 수행한 횟수와 에러 수를 측정하였다. 그 결과 음성과 청각적 아이콘 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 함축적 소리는 음성과 청각적 아이콘에 대하여 유의한 차이가 있었음을 보고하였다.

3. 실험 및 평가

본 연구는 통합선교알람시스템을 구현하기 위한 기초 조사를 목적으로 수행되었다. 이와 관련하여 현재 선교에서 사용되는 알람에 대하여 선박 운용자들이 얼마나 잘 인지하고 있

는지 알아보았으며, 같은 사건에 대한 새로운 청각 아이콘을 제시하여 두 알람을 비교·평가하는 실험을 실시하였다. 실험 후 두 알람 종류간의 개인적 성향을 분석하기 위해 설문을 실시하였다.

실험에 사용된 함축적 소리는 실제 선박에서 사용되는 장비의 알람을 디지털 녹음기로 녹음하였으며, 청각 아이콘은 전문가 두 명과 의논하여 설정하였다.

3.1 실험 방법

1) 피실험자

피실험자는 선박 운항 경험이 있는 목포 해양대학교 4학년 학생 8명으로 구성하였다.

2) 실험장비

본 실험은 선원의 인지 정도를 알아보는 실험으로 실제 선박이 아닌 실험실 실험을 실시하였다.

실험은 목포해양대학교 연구실에서 진행되었다. 실험 장비로는 P-4 1.8GHz와 컬러 LCD 모니터(17인치, 해상도 1024*768)를 사용하였으며, 비주얼 베이직으로 작성된 프로그램 그리고 총 22개(현재 선박에서 사용되는 알람 즉, 함축적 소리와 새로이 제안된 청각적 아이콘 각각 11개)의 사운드를 사용하여 실험을 실시하였다.

3) 실험절차

실험에 앞서 피실험자는 실험 동의서를 작성하였으며, 실험 절차에 대한 전반적 설명을 들려주었다. 실험을 실시하기 전에 크게 3부분(일반적 사항, 함축적 소리, 청각적 아이콘)으로 나누어져 있는 설문지를 작성하도록 하였다.

작성이 끝난 후, 실험에 사용될 총 22개의 함축적 소리와 청각적 아이콘에 대해 완전히 숙지할 때까지 학습을 하였으며, 약 1시간 후 실험을 실시하였다.

실험은 함축적 소리에 대한 실험을 먼저 실시하였으며, 실험이 끝난 후 함축적 소리에 대한 설문을 작성하도록 하였다. 함축적 소리에 대한 실험이 모두 끝난 후 청각적 아이콘에 대하여 실험을 실시하였고 마찬가지로 실험 후 설문을 작성하도록 하였다.

다음 Table 2는 선교에 있는 장비들 중에서 실험을 위해 녹음된 기기의 목록을 나타내며, 편의상 기호를 붙였다.

피실험자는 컴퓨터 모니터 앞에 앉아 모니터에 제시된 화면을 통하여 실험을 수행하였다. 10초간 알람을 들려 주고, 그 의미를 알 수 있는 가에 따라 Y(안다), N(모른다)을 선택하도록 하였다. 버튼을 선택하여 누르면 잠시 후 다음 알람이 들려지게 되며, 모든 알람은 랜덤하게 제시되었다. 그리고 화면에 'End'가 나타나는 동시에 실험은 종료되었다.

Table 2 The equipments with recorded alarm used at the experiment

기기	No.
Radar System Warning	1
VHF DSC Message	2
Gyro Compass Failure	3
S/G Safematic System	4
S/G System Alarm	5
Extension Alarm(Engine Machinery)	6
Extension Alarm(Cargo Machinery)	7
항해등- Abnormal	8
Fire Alarm Controller	9
AIS Guard Alarm	10
MF/HF Distress 수신	11

3.2 실험 결과

먼저, 실험에 대한 정답자 수에 대한 분석을 실시하였다.

Table 3, Table 4는 함축적 소리와 청각 아이콘에 대한 반응시간과 정답자 수를 보여준다. 여기서 반응시간이란 제시된 알람을 듣고 대답(Y, N 버튼을 누르기)하기까지 걸린 시간이며, 정답자 수는 알람을 듣고 이 알람이 울리는 장비가 무엇인지 정확하게 맞힌 것을 정답자 수로 계산하였다.

Table 3 The reaction time and the number of correct answerer for abstract sounds

기기	반응시간(ms)	정답자수
No.1	2232.63	7
No.2	3123.00	7
No.3	1138.63	7
No.4	1136.63	4
No.5	2300.63	1
No.6	2113.38	2
No.7	2853.50	2
No.8	2779.25	3
No.9	2263.63	0
No.10	4011.75	1
No.11	909.875	7

Table 4 The reaction time and the number of correct answerer for auditory icons

기기	반응시간(ms)	정답자수
No.1	2922.00	8
No.2	1705.13	6
No.3	545.13	6
No.4	1650.50	8
No.5	914.13	5
No.6	699.25	6
No.7	2478.63	6
No.8	1961.25	5
No.9	679.63	6
No.10	519.75	8
No.11	564.50	8

위 결과를 토대로 통계 분석을 실시하였다. Table 5는 함축적 소리와 청각적 아이콘간의 정답자 수에 따른 대응표본 T 검정을 보여준다. Table 5를 살펴보면, No.9 (p-value=0.003 < 0.05)와 No.10 (p-value=0.003 < 0.05)은 유의 수준 0.05에서 유의하였다. 그리고 유의 수준 0.1에서는 No.5, No.6 그리고 No.8 장비들도 유의하였다. 이것은 대다수의 장비에서 청각적 아이콘이 기존에 사용되던 함축적 소리보다 훨씬 더 인지하기 쉬움을 보여 준다.

Table 5 The result of paired t-test according to the number of correct answerer

	SD	t	p-value
No.1	0.3536	-1.000	0.351
No.2	0.3536	-1.000	0.351
No.3	0.4629	-1.528	0.570
No.4	0.7440	1.426	0.197
No.5	0.5175	2.049	0.080*
No.6	0.5175	2.049	0.080*
No.7	0.5175	3.416	0.011
No.8	0.1830	-2.049	0.080*
No.9	0.4629	4.583	0.003**
No.10	0.4629	4.583	0.003**
No.11	0.3536	1.000	0.351

(* Significant at the Level 0.1, ** Significant at the Level 0.05)

3.3 설문 결과

본 연구에서는 실험과 함께 설문지 작성도 실시하였다. 실험을 실시하기 전 알람의 일반적 사항에 대하여 조사를 하였으며, 각각의 함축적 소리와 청각적 아이콘 실험 전후에 설문을 실시하였다. 다음 Fig. 1은 실험 전에 실시한 알람에 관한 일반적 사항을 보여준다.

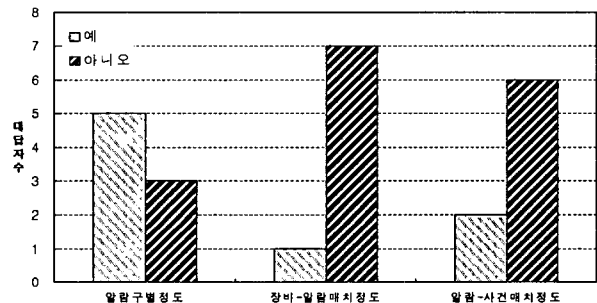


Fig. 1 General subjects for alarm

Fig. 1은 알람 구별이 쉬운가에 대한 질문에는 5명(62.5%)이 예, 3명(32.5%)이 아니라고 대답하였다. 장비와 알람 간의 매치 정도가 잘 이루어지는가에 대한 질문에는 1명(12.5%)이 예, 7명(82.5%)이 그렇지 않다고 대답하였다. 그리고 알람과 그 알람이 의미하는 사건과의 매치가 잘 이루어지는가에 대한 물음에는 2명(25%)이 예, 6명(75%)이 아니더라고 대답하였다.

이 결과를 볼 때 항해자들은 알람과 장비간의 매치 그리고 알람과 특정 사건간의 매치를 잘 할 수 없는 것으로 조사되었다.

Fig. 2는 함축적 소리 실험이 끝나고 실시된 설문조사 결과이다.

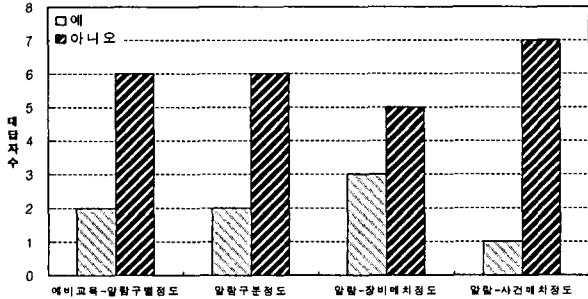


Fig. 2 The questionnaire contents for abstract sounds

Fig. 2에서 첫 번째 그래프는 실험 실시 전 알람에 대해 배우기 쉬웠는가에 대한 질문에 대해 2명(25%)이 쉬웠다고 대답한 반면 6명(75%)이 어려웠다고 응답하였다. 두 번째 그래프는 실험이 끝난 후 실험에 사용된 알람의 구별이 쉬웠느냐 하는 것으로 역시 2명(25%)이 예, 6명(75%)이 아니라고 응답하였다. 세 번째 그래프는 알람만으로 장비를 알 수 있었느냐에 대한 질문으로 3명(37.5)이 그렇다, 5명(62.5)이 아니라고 응답하였다. 마지막 그래프는 알람만으로 현재 어떤 일이 일어났는지 알 수 있었느냐에 대한 질문에 대해 1명(12.5%)이 예, 7명(87.5%)이 아니라고 대답하였다. 이 결과로 부터 대부분의 피실험자들은 알람 자체만으로는 어떤 장비가 그리고 어떤 이벤트가 발생하였는지 알 수 없는 것으로 파악되었다.

Fig. 3은 청각적 아이콘 실험이 끝나고 실시된 설문 조사 결과를 보여준다.

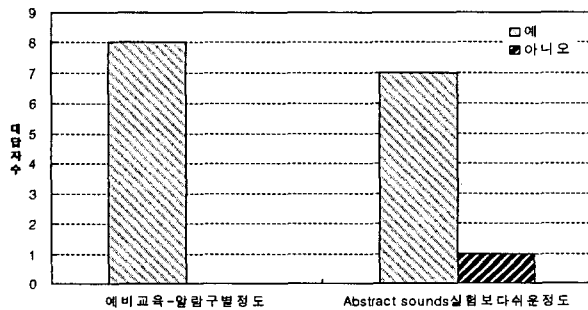


Fig. 3 The questionnaire contents for auditory icons

Fig. 3에서 첫 번째 그래프는 실험 실시 전 예비 교육에서 알람의 구별이 쉬웠는가에 대한 질문에 대해 8명(100%) 모두 그렇다고 응답하였다. 그리고 두 번째 그래프는 함축적 소리 실험과 비교하여 쉽게 알 수 있었느냐에 대한 질문으로써 7명(87.5%)이 예, 1명(12.5%)이 아니라고 대답하였다.

각 실험 후 추가적으로 알람의 구분이 왜 어렵고 쉬운지에

대하여 인터뷰를 실시하였는데, 대다수의 피실험자들이 함축적 소리는 유사한 형태의 음으로 구성되어 있기 때문에 구분하기 어려웠다고 대답하였고, 청각적 아이콘의 경우 소리가 다양하고 특정 사건과 매치가 되기 때문에 인지하기가 쉬웠다고 응답하였다.

4. 결 론

이 연구는 함축적 소리로 지칭 되는 일반적인 beep(뽁 하는 소리)음과 우리가 일상생활에서 많이 듣던 의미 있는 소리인 청각적 아이콘에 대한 비교·평가이다. 실험결과와 설문을 통해 청각적 아이콘이 함축적 소리보다 훨씬 쉽게 인지되고 상황에 따라 구분이 쉽게 되는 것을 도출하였다. 이는 Leung(2001)의 연구와 일치하고 있다.

연구에서 반응시간을 제외한 정답자 수에 대해서만 통계 분석을 실시하였는데, 그 이유는 반응시간이 빠르다고 해서 꼭 그 알람이 의미하는 바를 정확하게 안다고 할 수 없기 때문이다. 즉, 반응시간이 빠르지만 다른 의미로 알고 있을 수 있기 때문이다. 하지만 정답자수는 의미를 정확하게 알고 있는가의 여부를 쉽게 판별할 수 있었다.

정답자수로 실시한 통계 분석 결과 유의 수준 0.1에서는 5개, 유의 수준 0.05에서는 2개의 알람이 아주 유의하게 나타났다. Table 3, Table 4를 비교해 보면 알 수 있듯이 No.1, No.2, No.3 그리고 No.11 기기 알람의 경우 함축적 소리에서도 높은 정답율을 보였는데, 실험 후 피실험자들과의 인터뷰 결과 사용빈도가 높은 장비이기 때문에 유의하지 않은 결과를 보인 것으로 판단된다.

McNamara(1992)의 연구와 관련하여 Table 3과 Table 4에서 정답자수가 많다는 것은 알람을 듣고 어떤 장비인지를 연상하기가 좋다는 것을 의미하고, 반응 시간이 짧다는 것은 이들의 연상 정도가 매우 강하다는 것을 의미한다고 말할 수 있겠다.

본 연구에서는 선박 운항 경력이 12개월인 목포해양대학교 4학년 학생들을 대상으로 실험을 실시하였다. 그러나 항해 경력이 오래된 항해사들을 대상으로 실험을 실시하였다면 좀 더 현실을 반영한 결과를 얻었을 것이라 생각된다. 그리고 이 연구에서는 알람 자체의 음에 초점을 맞춘 인지 능력 평가 실험을 실시하였으나, 차후 연구에서는 소음(noise)이 주어진 환경에서의 실험이 필요하다고 판단된다. 또한 음의 고저에 대한 실험과 소리가 나는 곳과 작업자 사이가 차폐가 되는 상황에서

후 기

본 논문은 한국해양연구원에서 수행 중인 “해양위해도 통합 관리 시스템 기반기술 개발(3)”과제의 연구결과 중 일부임을 밝힙니다. 또한 본 실험을 위한 알람 녹음에 도움을 주신 SK

해운의 오명래 항해사와 실험에 자발적으로 참여해 주신 목포 해양대학교 학생 여러분께 감사의 말씀을 전합니다.

참 고 문 헌

- [1] Ahlstrom, V.(2003), Auditory Alarms in the Airway Facilities Environment, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, OTE Technical note pp.1-35.
- [2] Hope, C. E. and Morrison, D. R.(1986), Understanding and selecting monitoring equipment in anaesthesia and intensive care, *Canadian Anaesthetists Society Journal*, 33, pp.670-679.
- [3] Lawrence, D. M. and Banks, W. P.(1973), Accuracy of recognition memory for common sounds. *Bull. Psychon. Soc.*, 1, pp.298-300.
- [4] Leung, Y. K., Smith, S., Parker, S and Martin, R.(1997), Learning and Retention of Auditory Warnings, *International Conference on Auditory Display*, vol. 2001.
- [5] McNamara, T. P.(1992), Theories of priming: I. Associative distance and lag, *Journal of Experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 18, pp.1173-1190.
- [6] McIntyre, J. W. R. and Stanford, L. M.(1985), Ergonomics and anaesthesia: Auditory alarm signals in the operating room, in R. Droh, W. Erdmann and R.Spintge (eds), *Anaesthesia: innovation in Management* (Springer-Verlay, New York), pp.81-86.
- [7] Sara, C, A. and Wark, H. J.(1986), Disconnection: an appraisal, *Anesthesia and Intensive Care*, 14, pp.448-452.
- [8] Sanders, M. S., and McCormick, E. J.(1987), *Human Factors in Engineering and Design*, 6th edn (McGraw-Hill, Montreal) pp.157-170.
- [9] Wiklund, M. E. and Hoffman, L. R.(1988), When electronic devices outnumber flower bouquets in the hospital room, *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting* (Human Factors Society, Anaheim), pp.430-434.

원고접수일 : 2005년 06월 02일

원고채택일 : 2005년 06월 24일