

카드 소팅 분석을 통한 사용자 경험 기반의 통합항해시스템 정보 구성에 관한 연구

김보라* · 이윤석** · 안영중***†

* 한국해양대학교 해양경찰학부 석사과정, ** 한국해양대학교 해양경찰학부 교수, *** 한국해양대학교 항해융합학부 교수

A Study of the Information Structuring of an Integrated Navigation System (INS) Based on User Experience using a Card Sorting Test

Bora, Kim* · Yun-sok, Lee** · Young-Joong Ahn***†

* Master Candidate, Division of Coast Guard Studies, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

** Professor, Division of Coast Guard Studies, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

*** Professor, Division of Navigation Convergence Studies, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 통합항해시스템(INS)은 기존 항해 장비들을 통합하여 부가가치를 제공하는 장치로써 항해 업무 수행을 위한 정보와 기능을 다기능표시장치(MFD)에 통합하는 것으로 정의된다. IMO 성능 기준은 각 업무에 대한 최소 요구사항을 명시하고 있지만, 장비 및 기능의 목록은 정의하지 않아 제조사마다 INS의 구성이 상이하고 사용자 관점에 기반 한 지침 또한 부족한 실정이다. 본 연구는 선박 운용상황 및 수행 업무에 따라 사용자가 요구하는 정보를 분석하고, 이를 INS의 MFD에 효과적으로 구조화하여 INS의 사용성을 높이기 위해 수행되었다. INS 관련 국제 기준 및 제조사의 구성 장비 목록을 분석하여 필수 항해 정보들을 선별하고 MFD 사용 경험이 있는 선박 운항자를 대상으로 카드 소팅 테스트를 실시하여 각 INS 업무에 요구되는 정보들을 분류하도록 하였다. 연구의 결과는 제조사들이 제품 설계 시 사용자 경험을 반영한 정보 구성에 기본적인 가이드로 활용될 수 있을 것이다.

핵심용어 : 카드 소팅 기법, 사용자 경험, 통합항해시스템, 다기능표시장치, 업무 지향 디스플레이

Abstract : An INS is a composite navigation system providing “added value” so defined if work stations provide Multi-Function Displays(MFDs) integrating information and functions for navigational tasks. Even though the minimum requirements for an INS are defined by IMO performance standards, a generic list of the devices and functions that constitute an INS does not exist, so the configuration of the INS is different for each manufacturer, and guidelines based on users’ perspectives are also insufficient. This study was conducted to enhance the usability of the INS by analyzing the information required by users according to the ship’s operating status and tasks and effectively structuring it in the MFD of the INS. By analyzing INS-related international standards and manufacturers’ component equipment lists, mandatory navigation information was selected and card sorting tests were conducted on ship operators with experience in using MFDs to group the information required for each INS task. The results of the study can serve as a basic guideline for manufacturers to structure information based on users’ experience when designing products.

Key Words : Card Sorting Method, User Experience, Integrated Navigation System, Multi-Function Display, Task-Oriented Display

1. 서 론

통합항해시스템(Integrated Navigation System, 이하 INS라 함)은 기존 항해 장비들의 기능과 정보를 상호 교환 및 통합하여 사용자가 선박의 진행을 계획·감시하고 선박을 안전하

게 운항할 수 있는 ‘부가가치’를 제공하는 장치로써, ‘항로 감시’, ‘충돌 회피’ 등의 고유 업무(Task)를 수행하기 위한 정보와 기능들이 다기능표시장치(Multi-Function Display, 이하 MFD라 함)에 통합되는 것으로 정의된다(IMO, 2007).

MFD는 둘 이상의 시스템 정보를 단일 시각적 디스플레이 장치에 표시할 수 있으며, 전자해도표시장치(Electronic Chart Display and Information Systems, ECDIS)나 레이더 전용 디스플

* First Author : borakim@kmou.ac.kr, 051-410-4204

† Corresponding Author : yjahn0726@kmou.ac.kr, 051-410-4235

레이와 달리 사용자가 업무에 필요한 정보를 선택하여(User selected presentation) 운용상황에 맞게 구성할 수 있는 업무 지향적(Task oriented) 디스플레이다(Alexander et al.,2004).

IMO 성능 기준, IEC 표준을 비롯한 INS의 MFD에 관한 국제 기준은 항해 정보 통합 및 고유 업무와 관련하여 최소한의 기능적 요건 등을 제시하고 있다. 그러나 MFD의 각 Task station을 구성하는 장치의 일반적인 목록에 대해서는 정의하지 않으며(Orcus et al., 2022), 사용자 경험에 기반 한 지침 또한 부족한 실정이다. 이 때문에 상용화된 INS의 MFD를 구성하고 있는 정보 또한 제조사별로 상이하다는 것이 확인되었으며, 이는 사용자의 적응도를 떨어뜨려 INS의 효율성을 떨어뜨릴 우려가 있다.

Yang et al.(2005)는 설문 조사와 스케치 기법, 휴리스틱 평가 등의 방법을 통해 Conning display의 인간공학적 설계를 위한 요소를 추출하고 이를 바탕으로 새로운 Conning display를 제작하여 기존 장비와 비교, 평가하는 실험을 수행하였다. 사용자 설문을 통해 정보 표시화면 설계에 요구되는 최소한의 정보 목록을 확인할 수 있었으나, 표본의 수가 10명으로 전체 집단과 유사성을 갖기에는 충분하지 않다는 한계가 있었다.

Yoon and Kim(2010)은 설문 조사를 통해 기기화면에 표시되는 각 정보의 중요도와 사용 빈도를 측정하여 Conning display의 최적화 배치를 수행하였으며 시선 추적 장비를 이용하여 항해업무 수행시간과 오류율을 측정하였다. 연구 결과 제안된 장비의 사용성 평가 과정에서는 시나리오별 항해업무가 설정되었으나 초기 화면 배치 단계에서는 항해업무가 고려 요소로 반영되지 않았다.

Jang et al.(2011)은 항법 기기들의 중요도, 빈도만을 고려한 배치안 제시에서 더 나아가 실제 운용 중인 실습선을 대상으로 각 항해 기기에 대한 조작 혹은 관독 실수의 가능성, 항해에 미치는 영향 정도 등을 고려한 사용성 평가를 통해 항법 기기들의 최적 안을 도출하였다. 또한, 위급사항 메뉴 열도 함께 고려하여 조종 장치 및 표시장치의 배치를 제안하였다. 이 연구는 항해 기기 최적 배치를 위한 다양한 인간공학적 변수를 고려하고 있으나 운용상황 및 항해업무는 고려되지 않았다.

선행연구를 통해 사용자 관점을 반영한 정보 표시화면 설계의 기본적인 고려사항 및 사용성 평가 방법에 관해 확인할 수 있었으나, 연구에 반영된 설문 표본 수가 부족하고, 선박 운용 업무에 기반 한 평가가 이루어지지 않았다. 또한, 화면 전환이 가능한 MFD의 특징을 반영한 INS 사용성 평가에 관한 연구는 없었다.

본 연구는 INS의 MFD를 구성하는 항해 정보를 사용자 관점에서 구조화하여, 운항자에게 사용성이 향상된 INS를 제공함으로써 업무의 효율을 높이고 안전 운항을 지원하는 것

을 목적으로 한다. 카드 소팅(Card sorting) 기법은 사용자경험(User experience) 기반의 연구 방법론 중 하나로 사용자가 정보를 쉽게 찾을 수 있도록 정보 항목, 특징 및 기능을 구조화하는 도구로 사용된다(Wood and Wood, 2008). 또한, 정보 구조를 사용자 중심으로 설계하는데 효과적으로 활용될 수 있어 본 연구에 적용하였다.

Fig. 1은 본 연구의 방법 및 절차를 나타낸 것이다. 사용자 카드 소팅 테스트에 앞서 MFD에 필수적으로 포함되어야 할 최소 요구 사항을 파악하기 위해 관련 국제 기준을 검토하였으며, 상용화된 장치들을 제조사별로 비교 분석하여 공통으로 구성되어있는 정보 및 기능들을 목록화하였다. 항해 정보 배치에 항해 업무를 반영하지 않은 기존 연구들의 한계점을 보완하기 위해 카드 소팅 테스트 설계 시 INS의 성능 기준에 제시된 6가지 주요 업무(Task)를 카테고리로 설정하였고(IMO, 2007), 사용자 관점을 충분히 반영할 수 있는 인원을 대상으로 카드 소팅을 수행하였다. 카드 소팅 결과를 분석하여 사용자 경험을 반영한 INS의 정보 구성 기준을 제안하고자 한다.

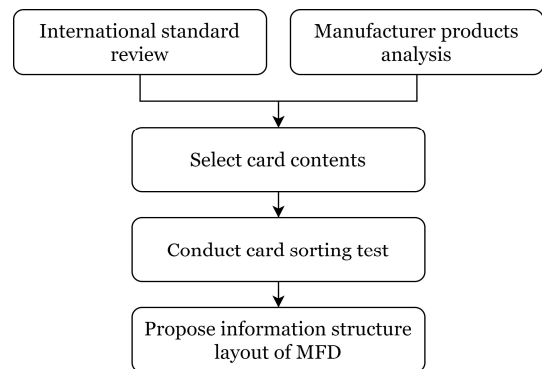


Fig. 1. Research methods and procedures

2. 카드 소팅 기법

2.1 카드 소팅 테스트

카드 소팅테스트는 사용자에게 정보 단위가 적힌 카드를 나누어 주고 이를 유사한 그룹으로 분류하게 함으로써 정보 구조를 사용자 중심으로 설계할 수 있도록 돕는 연구 방법이다.

Olaverri-Monreal et al.(2013)은 차량 운전자 정보 시스템(Driver Information Systems, DIS) 디스플레이의 정보 배치 최적화를 위해 카드소팅 기법을 활용하였다. 운전석에서 정보가 표시되는 위치 5곳을 카테고리로 지정하고 운전정보를 카드 콘텐츠로 설정하였으며, 카드 소팅 테스트를 통해 사용자들이 선호하는 정보의 위치와 우선순위를 분석해 시각화할 수 있었다.

전통적인 방식의 카드 소팅테스트는 책상 위에 펼쳐진 종이 카드를 참가자가 직접 분류하는 오프라인 방식으로 진행되었으나 최근에는 원격 참여자의 참여 활성화, 통계 분석의 용이성, 소프트웨어 및 네트워크의 발달로 온라인 카드 소팅 방법이 널리 쓰이고 있다(Im and Lee, 2016).

Spencer(2009)는 효과적인 카드 소팅테스트 결과를 얻기 위하여 적절한 카드의 개수를 30~100개로 권장하였다. 카드의 수가 30개 미만일 경우 같은 카테고리의 그룹을 형성하기에 충분하지 않으며, 100개 이상일 경우 참가자들이 테스트를 완료하는 데 어려움을 느끼기 때문이다. 또한, Tullis and Wood(2005)는 카드의 수와 실험에 걸리는 시간이 비례하며, 온라인 테스트의 경우 참가자들이 오프라인에서보다 짧은 시간(10~15분)을 할애하는 경향이 있으므로 비교적 적은 수의 카드를 사용하는 것을 효과적이라고 보았다.

Tullis and Wood(2004)는 168명을 대상으로 한 카드 소팅테스트 결과와 다양한 참가자 수에 따른 실험 결과를 비교하여 카드 분석에 필요한 충분한 참가자의 수를 20~30명으로 도출하였다. 전체 집단과의 유사성 비교 결과 15명의 표본에서 상관관계(Correlation) 0.9에 도달하며, 20명에서 0.93, 30명에서 0.95에 도달하였으며, 그 이상으로 참가자 수가 증가하여도 상관관계는 거의 증가하지 않았다. 본 연구에서는 상관관계 0.95의 데이터를 얻을 수 있는 30명의 참가자를 대상으로 실험을 수행하였다.

카드 소팅 데이터 분석을 위해서는 개별 카드 간의 군집도 분석(Cluster analysis)을 수행해야 하며, 그 결과물로 유사도 행렬 및 덴드로그램(Dendrogram)을 만드는 것이 일반적이다. 덴드로그램은 개별 카드 간의 그룹화 된 연관도를 0%~100%까지 통계 데이터로 산출하고 시각적으로 표현하는 다이어그램을 말한다(Im and lee, 2016).

2.2 폐쇄형 카드 소팅

방법론적인 측면에서 카드 소팅은 크게 개방형 카드 소팅(Open card sorting)과 폐쇄형 카드 소팅(Closed card sorting)으로 나뉜다. 개방형 방식은 미리 정해진 기준 없이 참가자가 원하는 대로 카테고리를 만들어 카드를 분류 후 그룹의 이름을 붙이는 방법이고, 폐쇄형 방식은 연구자가 분류에 대한 카테고리를 제시하고 참가자가 이에 맞게 카드를 분류하도록 하는 방법이다(Fincher and Tenenberg, 2005).

폐쇄형 카드 소팅은 연구자가 이미 설계의 방향성을 잡은 상태에서 매우 유용하며 개방형에 비해 분류 패턴을 찾아내기 쉬워 명확한 결과를 얻을 수 있는 장점이 있지만, 카드 명칭과 설명이 적절하지 않으면 오히려 결과에 신뢰도가 떨어질 수 있어 카드 콘텐츠 선정 시 주의가 필요하다(Im and lee, 2016).

본 연구에서는 정보 분류 기준을 INS의 고유 업무로 고정하고 사용자가 해당 업무를 수행하는데 요구하는 정보를 조

사하기 위하여 폐쇄형 카드 소팅 방식을 사용하여 실험을 진행하였다.

3. 사용자 카드 소팅 테스트 설계

3.1 항해 표시 정보에 관한 국제 협약 및 성능 기준 검토

카드 소팅 테스트에 앞서 카드 콘텐츠 선정을 위해 IMO에서 요구하는 관련 국제 협약 및 기준을 검토하여 항해업무 수행에 요구되는 필수 정보 및 기능들을 조사하였다.

SOLAS 5장 19규칙에서는 항해 설비 및 시스템의 탑재 조건과 관련하여 항해업무 수행에 필요한 필수 정보를 제공하는 설비와 작동되어야 할 기기, 주변 교통 상황 감시 및 충돌 회피 업무 수행에 필수 정보를 제공하는 설비와 작동되어야 할 기기의 종류를 정의하고 있다(IMO, 2022).

INS 성능 표준(MSC.252(83))은 항해 기능과 정보를 적절하고 안전하게 통합하여 사용자와 주어진 업무에 적합하도록 하는 것을 목적으로 한다. '모듈B - INS를 위한 업무 관련 요구사항'에서는 INS의 항해업무가 정의되어 있으며 각 업무에 대한 요구사항을 기술하고 있다(IMO, 2007).

선교 장비 및 배치에 관한 인체 공학적 기준(MSC/Circ.982)은 항해를 향상하기 위한 성공적인 설계를 장려하기 위해 개발된 성능이다. 일관되고 안정적이며 효율적인 선박 운영을 실현하기 위해 선교의 기능적 레이아웃에 관한 인체 공학적 요구 사항을 포함하고 있으며, 부록 2에서는 각 Work Station에 따른 구성 장비를 제안하고 있다(IMO, 2000).

Table 1은 위 국제 기준들에서 요구하고 있는 정보들을 종합한 결과이다. 이 중 두 가지 이상의 기준에서 공통으로 요구하고 있는 32가지 정보들은 항해 업무 수행에 있어 더욱 필수적인 요소로써 카드 콘텐츠로 선정하였으며 표에 회색 음영으로 표시하였다.

Table 1. Comparison of conventions and performance standard related to INS information

Contents	SOLAS Ch.5	MSC. 252(83)	MSC/Circ.982
Administering the route plan	○	○	○
AtoNs reported from AIS		○	
BCR/BCT		○	
Bearing	○	○	○
Bridge navigational watch alarm	○	○	○
Chart management	○	○	
Clinometer			○
COG	○	○	○
CPA/TCPA	○	○	○
Distance run	○	○	○
Drafting and refining waypoint		○	○
Heading	○	○	○

Look ahead settings	○	○	
Management of all alert related states	○	○	
Mode and status information		○	
Night vision			○
Own-ship's position	○	○	○
Past track with time marks	○	○	
Propulsion data (RPM/Pitch)	○	○	○
Range	○	○	○
Rate of turn (ROT)	○	○	○
Reception of external sound	○		
Relevant machinery alarms	○	○	○
Route safety check	○	○	○
Rudder angle	○	○	○
Safety contour settings	○	○	○
Safety related messages(AIS, NAVIEX)		○	○
Selected route on the chart	○	○	○
Sensor and source information		○	
Set and drift		○	
Ship's AIS data		○	○
SOG/STW	○	○	○
Target CRS	○	○	○
Target PSN	○	○	○
Target SPD	○	○	○
Target Trails	○	○	○
Temperature of air and water			○
Thruster data(Pitch/Load)	○	○	○
Tidal and current data		○	
Time and Distance to the next waypoint		○	
Turning radius		○	
Under-keel Clearance (UKC)	○	○	○
Weather data(Ice data)		○	
Wheel-over and course changing point		○	
Wind speed and direction	○	○	○

3.2 상용 INS 제품 구성요소 분석

제조사 5곳의 상용화된 INS 제품들의 사양 정보를 분석한 결과 제조사마다 국제 기준의 요구사항 외에도 사용자의 편리성을 고려하여 추가적인 기능 및 정보를 제공하고 있었다. 여러 제조사에서 공통으로 제공되는 추가 정보들은 사용자 다수의 요구가 반영된 결과이므로 카드 콘텐츠에 추가하였다.

A 제조사의 'Navigation status monitoring', B 제조사의 'Real-time information on the status of the vessel', C 제조사의 'Navigation status data' 등 명칭은 다소 차이가 있지만 '항해 상태 정보'를 나타내는 요소가 제조사 5곳 모두에서 공통으로 포함된 것을 확인할 수 있었다. 같은 방식으로 나머지 특징들을 비교 분석하여 3곳 이상의 제조사에서 공통으로 반영된 구성요소들을 도출한 결과 'Navigation status monitoring', 'Pitch and roll information', 'Sensor and data source', 'Ship's measured motion data', 'Target HDG', 'Target Identification',

'Target Navigational Status', 'Target ROT', 'Time and Distance to the next waypoint'의 9가지 정보를 추가로 카드 콘텐츠에 포함하였다.

3.3 카드 소팅 콘텐츠 선정

카드 콘텐츠 선정 시에는 참가자가 카드를 그룹으로 분류할 수 있을 만큼 충분한 연관성을 가져야 하며 의미가 중복되어서는 안 된다. 카드 콘텐츠가 지나치게 세분되거나 협소한 의미만 포괄하면 실험 진행이 어려울 수 있으며 각각의 카드 정보가 다른 카드의 하위 범주에 속하지 않도록 비슷한 개념적 수준에 있어야 한다(Spencer, 2009). 국제 기준 검토 결과와 제조사들의 시중 제품 분석 결과를 종합하여 중복되는 것을 삭제하였고 각각의 콘텐츠가 정보 구조에서 비슷한 계층 수준에 놓일 수 있도록 조정하였다. 또한, 효과적인 카드 소팅 테스트 결과를 얻을 수 있는 적절한 카드의 개수가 30~100이며, 카드의 수와 테스트 진행 시간이 비례한다는 점을 고려하여 실험 참가자들이 테스트를 효과적으로 완수할 수 있을 것으로 기대되는 40개의 카드를 최종적으로 선정하였다.

4. 카드 소팅 테스트 결과 분석

4.1 카드 소팅 테스트 수행

카드 소팅 테스트는 분류 카테고리를 INS의 고유 업무인 '항로 계획', '항로 감시', '충돌 회피', '항해 제어 데이터', '항해 상태 및 데이터 표시', '경보 관리'로 사전에 설정하여 폐쇄형 카드 소팅 방식으로 수행되었다. 테스트는 UXtweak사의 온라인 카드 소팅 전용 툴(UXtweak, 2022)을 활용하여 진행하였다. UXtweak사의 카드 소팅 툴은 웹 기반으로 실험 수행을 위해 소프트웨어 설치가 별도로 필요하지 않고 참가자가 데스크톱뿐만 아니라 모바일에서도 실험에 참여할 수 있으며 유사도 행렬, 덴드로그램을 포함한 다양한 분석 도구를 제공한다는 장점이 있다. Fig. 2는 참여자가 웹에서 카드 소팅 테스트를 위해 해당 툴을 이용하는 화면이다. 화면 좌측 배치된 카드들을 우측 분류 카테고리에 드래그(Drag)하여 의사결정을 할 수 있도록 구성하였다. 소팅 테스트 참가자들에 대한 경력 사항은 Table 2와 같다.

4.2 Popular placement 행렬 결과

Table 3은 UXtweak으로 도출한 Popular placement 행렬을 표로 재작성한 것이다. 이 행렬은 응답자의 몇 퍼센트가 카드 콘텐츠를 각 카테고리로 분류했는지 요약한 표로써 카드와 카테고리가 교차하는 곳에 응답자의 비율을 표시한다. 회색 음영으로 표시한 셀은 카드가 해당 카테고리에 가장 많이 분류되었음을 의미한다.

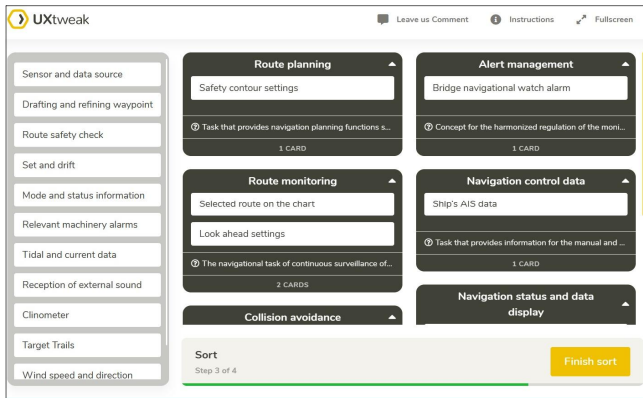


Fig. 2. UXtweak Card sorting tool.

Table 2. Respondents characteristics

Factor	Rank	N(=30)	%
Rank	3 rd Officer	12	40.0
	2 nd Officer	8	26.7
	Chief Officer	8	26.7
	Captain	2	6.6
Working Experience	less than 3 years	12	40.0
	3~5 years	10	31.8
	5~10 years	6	33.4
	more than 10 years	2	6.6

Table 3. Result of popular placement matrix

Contents	Route planning	Route monitoring	Collision avoidance	Navigation control data	Navigation status and data display	Alert management
Chart management	93.33%	3.33%	0.00%	3.33%	0.00%	0.00%
Administering the route plan	93.00%	7.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Route safety check	87.00%	13.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Drafting and refining waypoint	87.00%	13.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Safety contour settings	67.00%	23.00%	0.00%	3.00%	0.00%	7.00%
Safety related messages (AIS, NAVTEX)	43.33%	13.33%	0.00%	13.33%	23.33%	6.67%
Under-keel Clearance (UKC)	37.00%	23.00%	0.00%	3.00%	20.00%	17.00%
Selected route on the chart	23.00%	70.00%	0.00%	0.00%	7.00%	0.00%
Distance run	10.00%	67.00%	3.00%	13.00%	7.00%	0.00%
Time and Distance to the next waypoint	10.00%	67.00%	0.00%	10.00%	13.00%	0.00%
Own-ship's position	3.00%	60.00%	0.00%	10.00%	27.00%	0.00%
Past track with time marks	3.00%	57.00%	0.00%	13.00%	27.00%	0.00%
Look ahead settings	13.33%	50.00%	3.33%	10.00%	3.33%	20.00%
CPA/TCPA	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Range	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Bearing	0.00%	0.00%	97.00%	0.00%	0.00%	3.00%
Target SPD	3.00%	0.00%	97.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Target CRS	0.00%	0.00%	93.33%	3.33%	3.33%	0.00%
Target HDG	0.00%	0.00%	93.00%	0.00%	7.00%	0.00%
Target PSN	0.00%	7.00%	90.00%	0.00%	3.00%	0.00%
Target ROT	0.00%	0.00%	87.00%	3.00%	10.00%	0.00%
Target Navigational Status	3.33%	6.67%	83.33%	3.33%	3.33%	0.00%
Target Identification	0.00%	0.00%	80.00%	3.00%	17.00%	0.00%
Target Trails	3.33%	13.33%	80.00%	3.33%	0.00%	0.00%
Thruster data(Pitch/Load)	3.33%	0.00%	0.00%	70.00%	23.33%	3.33%
Rate of turn (ROT)	7.00%	10.00%	10.00%	50.00%	23.00%	0.00%
Rudder angle	0.00%	13.33%	3.33%	50.00%	30.00%	3.33%
Wind speed and direction	3.00%	7.00%	0.00%	7.00%	83.00%	0.00%
Navigation status monitoring	0.00%	20.00%	0.00%	13.00%	67.00%	0.00%
Ship's AIS data	3.00%	13.00%	0.00%	17.00%	67.00%	0.00%
Sensor and data source	3.33%	3.33%	0.00%	23.33%	66.67%	3.33%
Ship's measured motion data	0.00%	0.00%	0.00%	30.00%	63.00%	7.00%
Pitch and roll information	3.00%	7.00%	0.00%	37.00%	53.00%	0.00%
Propulsion data (RPM/Pitch)	7.00%	0.00%	0.00%	40.00%	53.00%	0.00%
SOG/STW	6.67%	20.00%	6.67%	20.00%	46.67%	0.00%
Heading	0.00%	23.00%	17.00%	20.00%	40.00%	0.00%
COG	3.00%	27.00%	10.00%	23.00%	37.00%	0.00%
Relevant machinery alarms	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.00%	97.00%
Management of all alert related states	0.00%	3.00%	0.00%	3.00%	7.00%	87.00%
Bridge navigational watch alarmg	0.00%	6.67%	0.00%	6.67%	10.00%	76.67%

Table 3의 좌측 상단에는 ‘항로 계획’에 관한 7가지 정보들이 나열되어 있다. 이 중 ‘Administering the route plan’ 정보는 93%의 응답자에 의해 분류되었고, ‘Under-keel Clearance(UKC)’는 37%의 응답자에 의해 분류되었다.

‘항로 감시’ 그룹에는 ‘Selected route on the chart’를 비롯한 6가지 정보가 50~70%의 응답자에 의해 분류되었다.

‘충돌 회피’ 그룹은 타선에 관한 11가지 정보들이 포함되었으며 그룹 내 정보들이 모두 80% 이상의 응답자에 의해 분류되었다. 이 중 ‘CPA/TCPA’와 ‘Range’는 100%의 응답자 모두의 동의를 얻었음을 알 수 있다.

‘항해 제어 데이터’ 항목에는 ‘Thruster data(Pitch/Load)’ 등 3가지 정보가 50~70% 이상의 응답자에 의해 분류되었다.

‘항해 상태 및 데이터 표시’ 항목에는 자선에 관한 대부분의 정보와, 풍향/풍속, 추진 정보, 타각 등이 각각 37~83%의 응답자에 의해 분류되었다.

‘경보 관리’ 항목에는 ‘Bridge navigational watch alarm’ 등 3가지 정보가 70% 이상의 응답자에 의해 분류되었다.

4.3 덴드로그램(Dendrogram)

Fig. 3은 참가자들의 응답 결과를 덴드로그램(Dendrogram)으로 나타낸 결과이다. 전체 카드 콘텐츠들이 Y축에 표시되고 참가자들이 카드를 공통으로 그룹화한 정도에 따라 항목

간의 관계선을 그리고, 해당 카드가 관련되어 있으면 카드를 연결하는 선이 Y축에 더 가깝게 나타난다. X축에는 각 콘텐츠들이 공통으로 그룹화된 빈도가 높을수록 가까운 위치에 나란히 재배치되는 과정을 통해 완성된다(Righi et al., 2013).

Fig. 3 하단에는 ‘충돌 회피’에 관한 11가지 정보가 나열되어 있다. 이 중 ‘Range’와 ‘CPA/TCPA’는 1.0의 상관관계를 갖고 있으며 나머지 정보들 또한 상호 간에 0.8 이상의 상관관계를 갖는 것을 알 수 있다. 즉 많은 사용자가 ‘충돌 회피’에 관한 11가지 정보를 그룹화하는 것에 대해 동의한다는 의미이며, ‘충돌 회피’ 업무 수행 시 이들 정보를 하나의 MFD에서 확인하기를 요구한다는 것이다.

중앙에는 ‘항로 감시’, ‘항해 제어 데이터’, ‘항해 상태 및 데이터 표시’ 정보들이 모두 비슷한 상관관계를 가지는 것으로 나타나 있다. 이들 그룹의 정보들은 대다수가 상호 그룹에 차 순위로 분류되어 있는데 예를 들어 ‘Heading’은 ‘항로 감시’, ‘항해 제어 데이터’, ‘항해 상태 및 데이터 표시’ 그룹의 12가지 정보들에 대해 각각 0.43~0.63의 비슷한 수준의 연관성을 갖고 있다. 이는 카드 간의 상관관계만으로는 해당 정보를 특정 그룹에 분류하는 것이 충분하지 않다는 것을 의미한다.

상단의 ‘항로 계획’에는 7가지 정보가 나타나 있으며 이

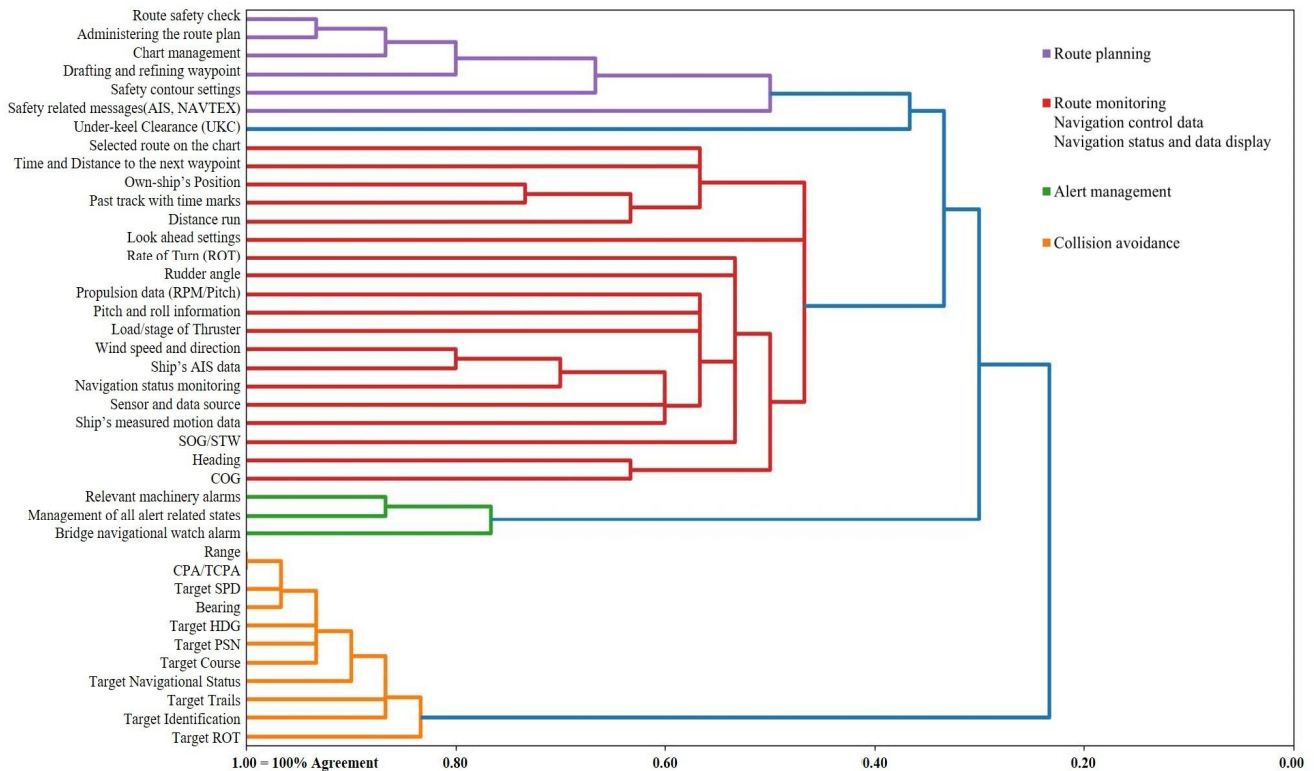


Fig. 3. Analysis results expressed as dendrogram

중 ‘Route safety check’, ‘Administering the route plan’ 등 5가지 정보는 0.8 이상의 상관관계를 가지지만, ‘Safety related messages(AIS, NAVTEX), ‘Under-keel Clearance(UKC)’는 절반에 못 미치는 상관관계로 분류되었다.

‘경보 관리’ 그룹에는 ‘Relevant machinery alarms’ 등 3가지 정보가 0.7 이상의 상관관계를 가지며 분류되었다.

4.4 정보 배치 기준 제시

Popular placement 행렬은 카드 콘텐츠가 가장 많이 분류된 그룹을 파악하기 용이하지만 그룹 내 카드 간의 상관관계는 알 수 없다. 덴드로그램은 카드 간의 상관관계를 시각적으로 파악할 수 있지만, 본 연구의 대상인 항해 정보와 같이 여러 그룹에 비슷한 빈도로 분류되는 정보가 많은 경우 그룹 간의 경계가 명확히 구분되지 않는다는 단점이 있다.

Table 4는 각 분석 방식의 특징을 고려하여 최종적으로 각 정보와 기능들을 업무에 맞게 분류한 표이다. 일반적으로 카드 간의 상관관계는 75%(0.75) 이상이 동의가 있는 경우 높은 신뢰도로 간주 될 수 있으며 50%(0.5) 이상의 동의가 있는 관계는 양호하거나 보통 수준의 신뢰도로 간주 될 수 있다(Paul, 2014). Popular placement 행렬 및 덴드로그램 분석 결과 모두에서 높은 신뢰도의 상관관계를 얻은 항목은 18개이며, 양호한 신뢰도의 상관관계를 얻은 항목은 12개로 식별되었다. 나머지 10개 항목 중 7개 항목은 적어도 한 개의 분석 결과에서 보통 수준 이상의 신뢰도를 얻었으나, ‘Safety related messages(AIS, NAVTEX)’, Under-keel Clearance(UKC)’, ‘SOG/STW’의 3가지 항목은 두 분석 결과 모두에서 보통 이하의 신뢰도를 얻어 최종 분류에서 제외하였다. INS의 MFD 정보 배치 시 신뢰도가 높거나 양호한 30가지 정보들은 각 Task에 반드시 우선으로 배치되어야 하며, 이는 사용자 경험에 기반 한 제품 설계 시 정보제공 효율을 높일 수 있을 것이다.

Table 4. Proposal of information structure layout for INS MFD

Task	Contents	P(%)	D
Route planning	Chart management	87	0.93
	Administering the route plan	93	0.86
	Route safety check	93	0.8
	Drafting and refining waypoint	87	0.66
	Safety contour settings	67	0.5
Route monitoring	Selected route on the chart	70	0.56
	Distance run	67	0.5
	Time and Distance to the next waypoint	60	0.73
	Own-ship’s Position	57	0.63
	Past track with time marks	67	0.4
	Look ahead settings	50	0.16

Collision avoidance	CPA/TCPA	100	1.0
	Range	100	0.96
	Bearing	97	0.93
	Target SPD	97	0.93
	Target Course	93	0.9
	Target HDG	90	0.93
	Target PSN	93	0.83
	Target ROT	83	0.83
	Target Navigational Status	80	0.83
	Target Identification	80	0.73
Navigation control data	Target Trails	87	0.83
	Thruster data(Pitch/Load)	50	0.53
	Rate of Turn (ROT)	50	0.53
	Rudder angle	53	0.56
	Pitch and roll information	53	0.5
Navigation status and data display	Propulsion data (RPM/Pitch)	70	0.26
	Wind speed and direction	83	0.8
	Navigation status monitoring	57	0.66
	Ship’s AIS data	67	0.46
	Sensor and data source	57	0.4
	Ship’s measured motion data	83	0.46
	Heading	40	0.63
COG	37	0.63	
Alert management	Relevant machinery alarms	97	0.86
	Management of all alert related states	87	0.76
	Bridge navigational watch alarm	77	0.76

5. 결론

선박에 상용화된 다수의 INS 제품들은 MFD의 화면전환을 통해 사용자에게 운용상황에 맞는 정보를 확인할 수 있게 한다. 그러나 사용자 경험에 기반 한 지침이나 정보 구성에 대한 목록이 국제적으로 지정되어 있지 않아 INS 제조사마다 각각의 화면에 표시되는 정보 구성이 다양하다. 이는 INS 사용자의 적응도를 떨어뜨릴 수 있고, 업무 지향적 디스플레이 제공의 기능과 사용성을 떨어뜨릴 우려가 있다. 모든 제조사가 동일한 정보 구성의 INS를 만들어야 하는 것은 아니나, 사용자 경험 기반의 주요 정보 구성의 기본적 지침은 필요하다. 본 연구는 MFD를 구성하는 기본적 항해 정보를 사용자 관점에서 구조화하여 사용성을 향상하는 것에 연구 목적이 있었다.

이에 사용자 경험 기반 연구 방법론 중 하나인 카드 소팅 기법을 UXtweak 툴에 적용하여, INS 사용 경험자 30명을 대상으로 폐쇄형 카드 소팅 테스트를 수행하였다. 테스트 결과 국제협약과 성능 기준 및 INS 상용제품 비교를 통해 선별된 40개의 항해 정보는, 6개의 INS 고유 업무 카테고리에 대해 Popular placement 행렬과 덴드로그램으로 사용자 경험 기반의 분류를 나타내었다. 두 분석 방식을 종합하면 30개의 항해 정보가 50% 이상의 응답자 동의를 얻어 INS의 각 고

유 업무에 분류되었으며, 이 중 18개 정보는 75% 이상의 동의율을 얻어 높은 신뢰도로 분류되었다. 이는 사용자들이 INS를 활용한 선박 운용 시 각각의 항해 업무를 수행하기 위해 해당 정보들을 하나의 MFD에서 확인하기를 요구한다는 것으로 해석된다. 연구 결과를 통해 사용자 경험을 기반으로 하는 INS의 화면 그룹 구성과 정보 배치 및 항목 선정에 대한 기본적 지침을 파악할 수 있었다. INS 제조사들이 제품 설계 시 신뢰도가 양호하거나 높은 수준으로 분류된 30가지 정보들을 각 Task station으로 구성한다면, 사용자에게 정보제공 효율을 높일 수 있을 것이다.

다만 테스트에 참여한 30명의 응답자는 다양한 경력과 직급의 항해사들로 분석되었으나, 연구 결과에는 이러한 특성이 고려되지 못하였다. 경력에 따라 선박 운용상황에 대한 이해도에 차이가 있을 것이므로, 업무를 수행하는데 요구되는 최적화된 정보의 구성 또한 다르게 나타날 것으로 예상된다. 또한, 이번 연구에서는 제시된 정보 구성에 대한 사용자 평가가 이루어지지 않았다. 연구 결과가 반영된 장비의 사용성 평가를 위하여 기존 장비들과의 비교 검증이 필요할 것으로 보인다. 향후 이 부분을 보완한 연구를 수행하여, 구체적인 INS의 MFD에 대한 정보 구성 가이드를 제공하고자 한다.

References

- [1] Alexander, L., J. F. Ryan, and M. J. Casey(2004), Integrated Navigation System: Not a Sum of its Parts, Canadian Hydrographic Conference. 297.
- [2] Fincher, S. and J. Tenenberg(2005), Making sense of card sorting data, Expert Systems, Vol. 22, No. 3, pp. 89-93.
- [3] Im, E. J. and J. H. Lee(2016), A study on the card sorting analysis and help service Information Architecture for intranet service - With focused on the study about university intranet service -, Journal of Digital Design, Vol. 16, No. 2, pp. 79-90.
- [4] International Maritime Organization(2007), Adoption Of The Revised Performance Standards For Integrated Navigation Systems (INS), MSC 252(83).
- [5] International Maritime Organization(2000), Guidelines on Ergonomic Criteria for Bridge Equipment and Layout, MSC/Circ. 982, pp. 29-32.
- [5] International Maritime Organization(2022), Shipborne navigational equipment and systems, SOLAS Convention, Chapter 5, Reg. 19 (Carriage requirements for shipborne navigational systems and equipment), 2.
- [7] Jang, J. H., H. T. Kim, J. H. Sim, and D. C. Lee(2011), The Ergonomic Layout of Ship's Bridge Panels using the Mathematical Programming, Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 30, No. 1. pp. 251-257.
- [8] Olaverri-Monreal, C., C. Lehsing, N. Trübswetter, C. A. Schepp, and K. Bengler(2013), In-vehicle displays: Driving information prioritization and visualization, 2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), pp. 660-665.
- [9] Oruc, A., V. Gkioulos, and S. Katsikas(2022), Towards a Cyber-Physical Range for the Integrated Navigation System (INS), Journal of Marine Science and Engineering, Vol. 10, No. 1, p. 107.
- [10] Paul, C. S.(2014), Analyzing Card-Sorting Data Using Graph Visualization. Journal of Usability Studies. Vol. 9, No. 3, pp. 87-104.
- [11] Righi, C., J. James, M. Beasley, D. L. Day, J. E. Fox, J. Gieber, C. Howe, and L. Ruby(2013), Card Sort Analysis Best Practices. Journal of Usability Studies, Vol. 8, No. 3, pp. 69-89.
- [12] Spencer, D.(2009), Cardsorting: Designing usable categories, Rosenfeld Media Brooklyn, New York, pp. 61-72.
- [13] Tullis, T. S. and L. E. Wood(2004), How Many Users are Enough for a Card-Sorting Study?, Poster presented at the Annual Meeting of the Usability Professionals Association, June 10-12, Minneapolis, MN.
- [14] Tullis, T. S. and L. E. Wood(2005), How Can You Do a Card-sorting Study with LOTS of Cards?, Poster presented at the Annual Meeting of the Usability Professionals Association, June 24-July 1, Montreal, QB, Canada.
- [15] UXtweak(2022), Retrieved from <https://app.uxtweak.com/cardsort/setup/72546/general>.
- [16] Wood, J. R. and L. E. Wood(2008), Card Sorting: Current Practices and Beyond, Journal of Usability Studies, Vol. 4, No. 1, pp. 1-6.
- [17] Yang, Y. H., B. W. Lee, J. M. Yu, and C. M. Lee(2005), A Study on the Design of Ergonomic Bridge Conning Display, Journal of the Korean society of marine environment & safety, Vol. 11, No. 2, pp. 33-40.
- [18] Yoon, H. Y. and K. H. Kim(2010), A Study of Contents Arrangement in Conning Display, Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering, Vol. 33, No. 2, pp. 154-161.

Received : 2023. 02. 08.

Revised : 2023. 03. 10.

Accepted : 2023. 04. 27.