
e-navigation 인적요소평가를 위한 사용자 지향적 인적요소 개발

심우성* · Antonio Di Lieto** · 임용곤*** · 이상정****

Development of user-oriented human elements for e-navigation human element assessment

Woo-seong Shim* · Antonio Di Lieto** · Yong-kon Lim*** · Sang-jeong Lee****

이 논문은 2011년도 지식경제기술혁신사업과 2012년도 기초기술연구회 창의연구사업비 지원을 받았음

요 약

국제해사기구의 e-navigation은 선박 안전 운항을 위한 사용자 지향형 서비스 제공의 한 전략으로 인적요소평가를 적용하여 인간공학적 측면의 해결 대안 평가를 수행해야한다. 기존 국제해사기구의 인적요소평가 권고 지침은 규정 개발자의 입장에서 인적요소를 제시하고 있어 e-navigation에 요구되는 사용자 지향형 평가를 위한 새로운 인적요소 개발이 필요하다. 본 논문에서는 국제해사기구의 기존 인적요소평가절차의 의미와 결과를 분석하고 사용자 지향적 새로운 전략인 e-navigation의 취지에 부합하는 새로운 인적요소평가절차를 위해 사용자 지향형 인적요소평가를 위한 인적요소 검토항목과 사용자 외부요인에 의한 위협요소 및 내부요인에 의한 인적 오류 요소를 개발하여 이를 반영한 e-navigation 인적요소평가절차를 도출하였다.

ABSTRACT

The e-navigation in IMO(International Maritime Organization) has been developed as a strategy for user oriented service followed by HEAP(Human Element Analysing Process) to assess the solutions in view of human ergonomics. Although IMO already had an interim guideline for human element assessment, it did not include appropriate human elements for user-oriented assessment, therefore there should be a need for revising the human elements of current guideline for ergonomic assessment of e-navigation. We have developed user-oriented human element checklist, threat elements caused by human external condition and error elements originated by human itself in line with the e-navigation development concept of user-based approach.

키워드

e-navigation, 인간공학, 인적위협요소, 인적오류요소, 국제해사기구

Key word

e-navigation, ergonomics, human threat, human error, IMO

* 정회원 : 한국해양연구원 (교신저자, pianows@moeri.re.kr)

접수일자 : 2012. 04. 16

** 준회원 : Australian Maritime College (University of Tasmania)

심사완료일자 : 2012. 04. 30

*** 종신회원 : 한국해양연구원

**** 정회원 : 충남대학교

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.6.1113>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. e-navigation 개요

국제해사기구(IMO)에서는 해상의 선박 및 인명의 안전과 자연보호를 목적으로 선박에 적용되는 다양한 규정과 규제를 국제 규약으로 제정하고 있으며 선박 운항 안전의 새로운 비전을 위해 해사안전위원회(MSC) 산하의 NAV, COMSAR, STW 전문위원회로 하여금 e-navigation 전략 및 이행 계획 개발을 2014년까지 완료하도록 하였다.

e-navigation은 특정 기술이나 장비를 개발하는 것이 아닌 통합과 조화를 위한 전략 및 이의 실현 방안을 논하는 것이다. 즉, 다양한 장비와 기술에 의해 다양한 측면의 정보를 사용자에게 제공하여 사용자 판단을 돕겠다는 지금까지의 접근 방식에 대해 사고 저감이나 인명 손실 방지 측면에서 더 이상의 큰 효과를 볼 수 없으며 향후 개발되거나 적용될 IT 용·복합 기술에 의한 새로운 복잡한 시스템들을 추가로 적용할 경우에 예상되는 많은 정보의 혼란에 대한 대비가 필요함을 인식한 것이다[1].

e-navigation 전략에는 정의, 핵심 목적, 핵심 구성 요소, 비전 및 기대효과 등이 1단계 작업으로 개발되었으며 2단계로 전략 이행계획을 개발한다. e-navigation 이행 계획의 핵심은 선박의 안전과 관련된 사용자들로부터 사용자 요구사항을 조사하고 이를 바탕으로 현재 구현되어 있지 않다고 판단되는 현실과 요구 사이의 격차를 식별한 뒤, 이를 해결할 수 있는 해결안(practical solution)을 도출하고 그 결과에 대한 비용편익, 위험분석을 통해 이행 우선순위를 식별한다.

이 과정에서 격차 해결안에 대해 사용자 지향적 인적요소평가절차의 적용을 통한 평가가 필요하며 이는 국제해사기구의 권고 지침에 따라 인적요소평가 절차를 적용한 인간공학적 검토와 평가를 수행하는 것이다.

II. 인적요소평가절차의 적용

국제해사기구가 제정 권고한 인적요소평가절차는 개발되는 규정들의 인적 요소에 대한 상당한 인식과 고민을 반영하도록 권고한 것으로 상당한 시간동안 그 개념을 발전시켜 왔다.

1991년에 승인된 IMO Resolution A.680(17)에서 국제해사기구는 선박의 안전 운항과 오염방지 대책 개발, 그리고 개발 대책의 이행 및 평가를 수행하기 위한 적절한 절차와 방법을 개발하도록 권고하였다[2]. 1993년에는 선박의 안전 및 오염방지와 관련된 운영적 요구사항의 제어를 위한 절차 및 지침인 IMO Resolution A.742(18)에서 안전과 인적 요소의 긴밀한 관계를 인식하였고 IMO Resolution A.772(18)에서는 인력 운용과 관련된 피로 항목에 대한 인식을 제고하였다[3][4].

이와 같이 국제해사기구에서는 선박의 안전 운항에 인적 요소와 관련된 심층적인 고려가 필요함을 지속적으로 인식하였고 인적 요소를 고려한 규정 및 규제의 평가를 위한 절차 및 방법을 개발함과 동시에 기구의 규정 개발에 필요한 인적 요소 고려를 위한 기구 입장의 비전, 원칙 및 목표를 IMO Resolution A.850(20)에 제시하였다[5].

국제해사기구는 앞서 언급한 기구의 인적요소에 대한 비전, 원칙, 목적의 달성을 위해 기구가 제정하는 규정들의 인적요소 관련 검토 절차에 관한 지침을 MSC 위원회 69차 위원회와 MEPC 42차 위원회에서 승인하였다. 이 지침에 제시된 인적요소평가절차는 실무적인 도구로써 국제해사기구의 규정 제정 과정에서 고려해야 할 인적 요소 검토 항목 및 고려 대상 질문들을 제시하고 있으며 이 질문들은 IMO Resolution A.850(20) 문서의 원칙과 목적을 달성함에 있어 구조적이고 순차적인 접근이 가능하도록 지원하고자 하는 의도를 갖고 있다. 다만 이 지침은 지속적인 시도와 경험 축적이 필요함을 인정하고 잠정(interim) 지침으로 제정하였다[6].

잠정 지침에 포함된 그림 1의 'Review all areas affected' 단계에서 다섯 가지 측면으로 분류된 표 1의 인적요소 검토 항목을 사용하게 되는데 이 항목들은 새로운 규정을 개발할 때, 규정 제정자의 입장에서 검토할 항목을 제시한 것이다. 즉, 사용자 중심적 인적 요소가 아닌 규제 측면에서 인적 요소를 검토하는 것이므로 사용자 중심 요구사항을 기반으로 하는 e-navigation 전략의 인적요소평가 절차에 사용하기에 적절하지 않다.

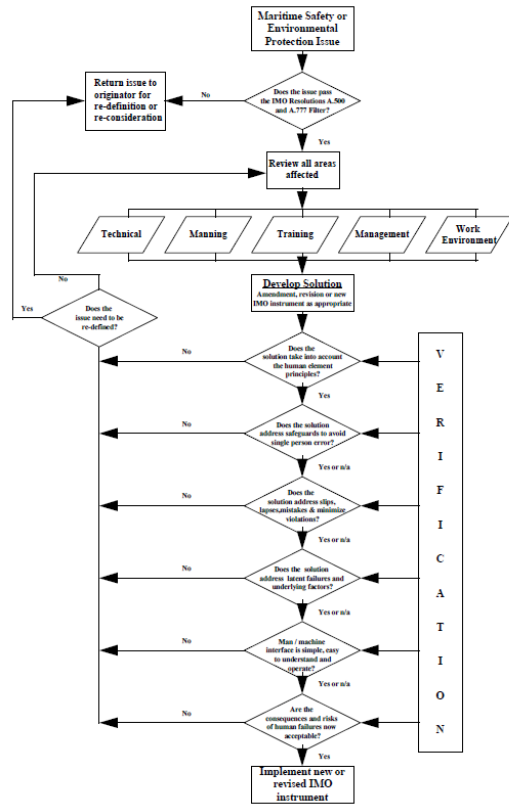


그림 1. 인적요소평가절차 순서도[6]
Fig. 1 Human element analysing process flowchart[6]

III. 사용자 지향 인적요소평가항목

“인적 오류는 제거의 대상이 아닌 관리의 대상”[7]이라는 관점과 같이 사용자 입장에서의 인적요소평가가 필요하기 때문에 기존 국제해사기구의 평가절차에 대한 보완으로 사용자 지향적 인적요소평가절차를 개발하며 여기에 필요한 사용자 지향적 인적요소를 개발할 필요가 있다.

사용자 지향적 인적요소를 새로이 도출하기 위해 e-navigation 특성이 선박과 육상의 조화로운 협력을 전제로 한다는 점, 그리고 도출하는 인적요소의 적용 대상인 격차들을 기술, 운영, 규정, 훈련의 측면으로 나누어 도출하고 있는 점을 고려하였고 요약하여 표 2와 같이 정의하였다.

표 1. 인적요소평가절차를 위한 인적요소 검토항목[6]
Table. 1 Checklist of human element analysing process[6]

분야	인적요소	분야	인적요소
기술 사항	설계	관리 사항	정책
	인간공학		안전문화
	제조		동기부여
	설치		통신링크
	초기/주기기시험		책임
	승인		당국
	유지보수		작업계획
	수리		비상계획
	수정		비상대응
	개정		매뉴얼
인력 관련	예상 해양환경	절차	
	운영관련규정	지시	
	자격인정	작업방법	
	승무원수	검토항목	
	승무원구성	교육 및 훈련	
	문화	위험물	
	작업언어	기계-인간 인터페이스	
훈련	의료조건	작업 환경	인명보호
	자격		물리적 위험
	기본안전훈련		작업시간
	친숙화교육		휴식시간
	반복훈련		피로
	확장안전훈련		예상 작업량
육상인력훈련	실제 해양환경		
		주거 조건	

표 2. 사용자 지향 인적요소 검토항목
Table. 2 User-oriented checklist of human element

운영	기술	규정	훈련
인지능력	소프트웨어적	규정적 사항	선교인력
정신적 작업량	인간공학	성능관련	관리훈련
의사결정	하드웨어적	규제	육상인력
상황인식 1	인간공학	철폐사항	관리훈련
(인식의시작)		업체	선교육상
상황인식 2		자율규제	협력훈련
(해수면상태인지)		기타	스킬기반
상황인식 3		인적요인	훈련
(차후대책마련)			지식기반
협력작업			훈련
언어차이			기타인적
기타인적요인			요인

표 2의 인적요소 검토항목 중 운영측면의 항목들을 보면 사용자가 항해안전을 위한 행위를 할 때 인적 오류

를 발생시킬 수 있는 인자들을 제시하고 있다. 또한 기술, 규정, 훈련 측면의 인적요소 검토항목들도 인적 오류를 발생시킬 수 있는 사용자 입장의 인자들이다. 이 검토항목들은 e-navigation 인적요소평가절차에서 격차 해결안을 평가할 때 사용한다.

격차 자체에 대한 인적요소 평가를 위해 사용자를 중심으로 외부에서의 영향 요인과 사용자 자체적인 영향 요인에 대해 고려하였는데 이는 발생 가능한 인적오류들이 인적요소에 작용하는 사용자의 외부적 요인과 자체 요인에 따라 다른 양상으로 발생할 수 있는 점을 반영하기 위한 것이다.

인적 요소에 영향을 주는 인자들을 외부적, 자체적으로 구분할 때, 외부적 요인을 사용자 입장에서 보면 이는 인적오류를 발생시키는 위협요소가 되며 자체 요인은 사용자의 고의적, 혹은 미인지 상태에서 발생하는 인적 오류로 볼 수 있다.

표 3. 사용자 외부요인에 의한 인적 위협요소
Table. 3 Human threats by user-external

구분	항목	세부항목
기상 환경	제어할 수 없는 해상 기상이나 해양 환경으로 야기되는 상황	<ul style="list-style-type: none"> · 한계 풍속 · 시정 한계 · 해상 상태의 한계 · 빙하 조건 · 제한수역에서의 조류상황 · 기타 환경
통항 상황	선박간 통항에 따라 발생하는 상황	<ul style="list-style-type: none"> · 혼잡 통항 환경 · 충돌방지규약 미준수 선박 · 표준언어 미사용 선박 · AIS 오정보 방송선박 · 기타 타선에 의한 환경
육상 지원	부적절한 서비스의 제공이나 육상서비스 제공자의 오류에 의한 상황	<ul style="list-style-type: none"> · VTS 서비스의 오류 · 예선 서비스의 오류 · 항만설비 관련 · 항로표지 신뢰성 · 해도의 정확도 문제 · 해도 및 출판물의 미최신화 · 무선통신 혼잡에 의한 상황 · 기타 육상지원서비스 관련 환경
본선 관련	본선과 관련된 사용자 문제 아닌 상황	<ul style="list-style-type: none"> · 인간공학 표준이하의 선교장비 · 인간공학 표준이하의 선교배치 · 과도한 정보의 제공 · 항해장비 고장 · 무선통신장비 고장 · 기계적인 고장 · 화물 관련 상황 · 승객 관련 상황 · 항로계획의 최근 수정 · 상업적인 압력이나 압박 · 기타 관련 상황

표 4. 사용자 자체 요인에 의한 인적 오류요소
Table. 4 Human errors by user-internal

구분	항목	세부항목
절차 오류	표준 운영 절차로부터 의도된, 혹은 의도하지 않은 편차	<ul style="list-style-type: none"> · 무시(피로나 미 동기부여에 의한) · 일상적 위반 · 합리적인 위반(임무 완수 등) · 고의 없는 위반(표준절차 미숙지) · 기타 관련 항목
통신 오류	비표준 용어/언어의 사용이나 해석의 오류, 정보교환의 실패 등으로 인한 선교인력간, 혹은 선박간 통신의 실패	<ul style="list-style-type: none"> · 도선사 포함 선교인력간 실패 · 엔진제어실과의 실패 · 타선과의 실패 · VTS와의 실패 · 예선과의 실패 · 육상 당국과의 실패 · 기타 다른 통신 실패
능력 오류	STCW협약에서 요구하는 정도의 능력에 부합하지 않는 기술, 지식 등의 부족으로 인한 오류	<ul style="list-style-type: none"> · 국제충돌방지협약을 위반하는 충돌회피 결정 · INS의 잘못된 사용 · ECDIS의 잘못된 사용 · 자동조타제어시스템의 잘못된 사용 · 선박 운항 오류 · 화물 취급의 오류 · 승객 관리의 오류 · 선체균형, 안정성 및 선체피로에 대한 부적절한 제어 · 본선 비상상황에 대한 부적절 대응 · 조난신호에 대한 부적절 대응 · 잘못된 오염방지협약 적용 · 기타 선원 능력 오류 관련사항

위협 요소는 크게 바다의 기상환경에 의한 것, 다른 선박과의 통항환경에 의한 것, 육상으로부터의 지원과 관련된 것 및 본선과 관련된 것으로 구분하며 표 3에 세부 항목을 나타내었다. 사용자 자체 요인에 의한 인적오류요소는 사용자의 절차적 요소, 사용자간 통신의 실패 관련 요소, 사용자 능력관련 요소로 크게 구분하여 세부 항목을 표 4에 나타내었다. 표 3과 표 4의 위협요소와 인적오류요소는 e-navigation 인적요소평가절차에서 격차들을 평가할 때 사용한다.

IV. 격차분석의 인적요소평가

국제해사기구에서 진행하고 있는 e-navigation의 격차는 사용자 요구사항을 현재 수준과 비교하여 현재 이루어지지 않고 있는 사항을 식별한 것으로 격차에 대한 기술, 운영, 규정, 훈련 측면의 해결책을 제시하기 위한 것이다.

USER FIELD		CATEGORY OF GAP ANALYSIS (COGNATE ISIT Section 36)		Category of gap analysis (COGNATE ISIT Section 36)		Relevant Use Needs (NAV 0095/99/99/01: F Area 2.1.4)		Identified Gaps	NAV 0095/99/99/01: F Area 2.1.4	Related Functions (NAV 0095/99/99/01: F Area 2.1.3)	Existing equipment, systems, technologies	Operation Area	Proposed practical e-navigation solutions to address identified gaps				
Requirements	Identifiers	Operational	Technical	Regulatory	Training	Operational	Technical	Regulatory	Training								
<p>NAV 0095/99/99/01: F Area 2.1.4: Maritime Safety Information (MSI) and Maritime Safety Information (MSI) on navigational systems.</p> <p>NAV 0095/99/99/01: F Area 2.1.3: Maritime Safety Information (MSI) and Maritime Safety Information (MSI) on navigational systems.</p> <p>NAV 0095/99/99/01: F Area 2.1.2: Maritime Safety Information (MSI) and Maritime Safety Information (MSI) on navigational systems.</p> <p>NAV 0095/99/99/01: F Area 2.1.1: Maritime Safety Information (MSI) and Maritime Safety Information (MSI) on navigational systems.</p>																	
<p>111-02602-001</p> <p>Lack of harmonized data formats for the user interface of information received via communication equipment (e.g. Maritime Safety Information, MSI) on navigational systems for identification.</p> <p>(T) T002-T01-T02-T03-T04-T11-T21-T31</p> <p>(E) E14-E24</p>		<p>1.3.2.7</p> <p>3.5.7.A.010</p>	<p>A16.2</p> <p>A16.3</p>	<p>Regional standards for ship reporting dependent on flag states</p>	<p>NAVTEX</p> <p>Satellite</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>111-02602-001</p> <p>111-02602-002</p> <p>111-02602-003</p>	<p>1.3.2.7</p> <p>3.5.7.A.010</p>	<p>1.3.2.7</p> <p>3.5.7.A.010</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>1.2.3.45</p>	<p>1.2.3.45</p>

그림 2. 사용자 지향적 인적검토항목을 반영한 격차분석
Fig. 2 Gap analysis with user-oriented human element

표 3과 표 4의 위협, 오류 요소들은 격차의 내용과 연계되는 항목으로 그림 2에 예시로 보인 격차분석 표에 포함된 각 격차와 연계하고 표 2의 검토항목은 각 격차별로 제시하는 기술, 운영, 규정, 훈련 측면의 해결책과 연계하여 인적요소평가에 활용할 수 있다.

V. 결론

e-navigation은 선박의 안전 운항을 위한 새로운 전략이며 다양한 정보기술의 결합과 서비스 제공에 앞서 사용자 입장에서 필요한 것을 식별하는 방식으로 개발되고 있다. 사용자 입장의 요구사항을 기반으로 도출된 격차에 대해 사용자 지향적 인간공학 평가 방법을 제공하는 것은 국제해사기구가 기존에 갖고 있던 인간공학적 평가 지침이 규정 제정자 입장에서 바라본 것을 감안할 때 e-navigation의 사용자 중심적 접근 전략에 매우 중요한 의미를 갖는다.

본 논문에서는 국제해사기구의 기존 인적요소평가 절차를 분석하고 사용자 중심적 전략인 e-navigation의 취지에 부합하는 사용자 지향적 인적요소평가절차 개

발을 위해 사용자 지향 인적요소와 사용자 외부 또는 자체 요인에 따른 위협과 오류 측면의 인적요소를 개발하였다.

인적요소평가절차는 실제 시행에 있어 적용하는 사람의 경험이나 능력치에 의존적일 수밖에 없다. 그러나 평가를 위한 인적요소 검토항목을 사용자 지향적 관점에 맞게 제공하여 e-navigation 이행을 위해 도출되는 격차 해결안에 대한 충분한 사용자 지향적 인적요소 평가를 실시한다면 사용자들의 요구사항을 보다 충실히 만족시키는 e-navigation 개발이 가능해질 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제기술혁신사업인 지능형 디지털 선박의 통합관리시스템개발('09-'12) 과제와 2012년도 기초기술연구회 창의연구사업인 인간공학 기반의 해상교통 안전성 실험평가 기술개발 연구의 지원을 받은 것으로, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] D. Patraiko, P. Wake, A. Weinrit "*e-Navigation and the Human Element*" International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, vol. 4, no.1, pp. 11-16, 2010.
- [2] IMO Resolution A.680(17), "*IMO Guidelines on Management for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention*", adopted on 6 November 1991.
- [3] IMO Resolution A.742(18), "*Procedures for the control of operational requirements related to the safety of ships and pollution prevention*", adopted on 4 November 1993.
- [4] IMO Resolution A.772(18), "*Fatigue factors in manning and safety*", adopted on November 1993.
- [5] IMO Resolution A.947(23), "*Human Element Vision, Principles and Goals for the Organization*" adopted on 27 November 2003.
- [6] IMO MSC/Circ.878, MEPC/Circ.346, "*Interim Guidelines for the Application of Human Element Analysing Process(HEAP) to the IMO Rule-Making Process*", 20th November 1998.
- [7] Capt. Daniel E. Maurino, "*Team Resource Management in CNS/ATM Systems*", Proceedings of the Second EUROCONTROL Human Factors Workshop, pp. 41-49, 1998.

저자소개



심우성(Woo-seong Shim)

2011.2 : 충남대학교 전자공학과
(박사과정 수료)
1997.2 : 충남대학교 전자공학과
(공학석사)

2005~2011 한국선급 녹색산업기술원
2012~현재 한국해양연구원 해양안전방제기술연구부
※관심분야: e-navigation, 해상교통안전 등



Antonio Di Lieto

2011 ~ : Ph.D candidate Australian Maritime College, University of Tasmania
2006. : Marine and naval sciences at the University of Pisa, Italy. (MSc.)

2008~2010 : Hydrographer for Navionics(Italy)
2010~ : Deck officer and bridge simulator instructor for the cruise ship industry
※관심분야: hydrographic data & chart production, navigation, human factor of navigation safety



임용곤(Yong-kon Lim)

1994.2 : 아주대학교 전자공학과 (공학박사)
1984.2 : 충남대학교 전력전자공학 (공학석사)

1980.7 ~ 현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원
2004.3 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 정교수/겸임교수
2008.11~현재 한국과학기술원 겸직교수(정교수)
2008.1 ~ 현재 한국조선해양IT학회 회장
※관심분야: 수중통신 및 네트워크, 해양통신, 선박 IT-융합 시스템, 해운 물류 등



이상정(Sang-jeong Lee)

1987.2 : 서울대학교 전자공학과 (공학박사)
1981.2 : 서울대학교 전자공학과 (공학석사)

1987~현재 충남대학교 전자공학과 교수
※관심분야: 강인제어, GNSS, Anti-jamming