

# A Study of Usability Evaluation and Improvement of Weapon System Display GUI Using Performance Model

Dong-Ju Jeon<sup>†</sup> · Seung-Ryool Lee · Young-Won Choi · Hye-Won Lee · Doo-Jung Kim

ILS(Integrated Logistics Support) R&D Lab, LIG NEX1., Ltd

## Performance Model을 이용한 무기체계 운용화면 GUI 사용성 평가 및 개선에 대한 연구

전동주<sup>†</sup> · 이승률 · 최영원 · 이혜원 · 김두정

LIG넥스원(주) ILS연구센터

The recent development of modern weapon system by SOS (System of System) has required users to have more exact decision making. It is possible to achieve the control of complex weapon system more efficiently and effectively by increasing usability. Accordingly, many studies on graphical display have been conducted for several years in the field of HCI (Human Computer Interaction) and GUI (Graphic User Interface), starting from its design stage. Therefore, this paper focuses on evaluating the system GUI usability and analyzing several important points based on performance model, which is a tool for the evaluation and the improvement of service quality. Performance Model, the main focus of this study, reflects user expectations (which is defined as user importance in this paper). The study consists of four steps. First, 34 checklists are drawn from the existing studies related to GUI usability evaluation by using a heuristic method, and then the checklists are matched with 11 weapon system design factors. Next, the study evaluates the importance of GUI element and the usability of weapon system "A" with the checklists twice respectively. Third, the performance of user importance ( $P_i$ ) and the performance of usability ( $P_u$ ) are calculated by modifying a numerical formula for normalization in this step. Finally, the study compares the approach it takes and the existing usability evaluation method, demonstrating that there is a significant difference between the two methods as a result. In addition, 4 improvement factors are suggested for weapon system "A" as "Shortcut" and "Description of Abbreviation," and so on. Although it is necessary to conduct more studies for higher reliability and validity of the results, this study is meaningful considering it takes a new point of view.

**Keywords** : GUI, Usability, Weapon System

### 1. 서 론

현대 무기체계는 점점 복잡화, 첨단화, 정밀화 되어가고 있으며, 이는 여러 가지 시스템이 복합적으로 작용하

여 하나의 시스템으로서 역할을 수행하는 복합시스템 (SoS : System of System)으로 표현할 수 있다[14].

이처럼 무기체계가 발전함에 따라 사용자 편의성에 대한 중요성도 동시에 강조되고 있다. 사용자 편의성이란 사용자가 오류 없이 특정조건의 실제 작전 운용 환경 하에서 시스템을 쉽게 작동시킬 수 있는 특성이다. 사용자 편의성의 영향도가 높으면 사용자가 훈련 받은 후에 오류 없이 특정 조건의 실제 작전 운용환경 하에서 시스

템을 쉽게 작동 시키며 조작할 수 있게 되어, 기술적 복잡도와 난이도가 높은 무기 체계 소프트웨어를 보다 잘 다룰 수 있다고 판단할 수 있다. 따라서 인터페이스나 입력, 출력, 메뉴 등을 쉽게 사용할 수 있도록 구성함으로써 사용자 편의성을 높여야 한다[10]. 이와 관련하여 Kim [8]은 전시화면의 구성, 배치, 및 요소의 표준화가 무기 체계 상호 운용성을 향상시키는데 필수적인 역할을 한다고 주장하며, 전시화면 특성(2D, 2.5D, 3D)에 따른 특징과 전시화면 구성, 배치 및 구성요소의 주요 사례를 연구하였다.

또한 무기체계 운용을 위한 의사결정은 전적으로 사용자에게 달려있기 때문에 사용자가 신속하고 정확한 의사결정을 할 수 있도록 최적의 운용화면을 구성하는 것이 중요하다. 이와 관련하여 Smith[17]는 National Missile Defense(NMD)에서 GUI 요소 중 전시화면 강조(Display Highlighting)와 정보 제공이 사용자의 의사결정에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

하지만 국내 무기체계 개발에 있어서 전시화면의 최적화를 위한 연구는 아직 미비한 실정이다. 이는 군 무기 체계가 가지는 보안성, 한정된 사용자(소요군)라는 특수한 성격, 군 무기체계 사용성 평가 기준 및 체계의 표준화가 갖추어지지 않는 등 구조적인 문제의 영향 때문이라고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 군 무기체계 운용화면의 사용성은 무기체계 발전에 따른 사용자가 다루어야 할 정보량 증가와도 관련이 있으므로 사용성을 고려한 운용화면 최적화 연구는 반드시 필요하다.

특히 GUI 사용성(Usability) 평가에서 일반적으로 사용되는 평균 점수에 의거한 개선점 산출하는 방법은 쉽게 결과를 도출할 수 있다는 장점이 있지만 실제 사용자가 생각하는 화면 구성 요소의 중요성, 즉 사용자의 니즈 만족의 달성 수준을 평가 할 수 없다는 단점이 있다.

본 연구에서는 위와 같은 이유 때문에 일반적으로 군

무기체계 운용화면 사용성 평가 지표의 기준이 되는 사용성 평가 점수만으로 결과를 판단하지 않고, 서비스 품질 평가에 사용되는 ‘고객의 기대치’ 개념을 적용하여 사용자가 생각하는 중요성(Importance) 대비 실제 평가 점수를 분석함으로써 사용성을 평가하였다. 그리고 Performance Model을 이용해 다양한 사용성 평가 요소 중에 개선점 및 개선의 우선순위를 도출하여 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경 및 선행 연구

### 2.1 GUI 사용성(Usability) 평가 및 개선 방법

Nielsen[15]은 사용성(Usability)에 대해 “사용자가 시스템의 기능을 얼마나 잘 사용할 수 있는가에 대한 문제”로 정의하고, “Easy to Learn, Efficient to use, Easy to remember, Few errors, Subjectively pleasing”의 5가지 구성 요소로 이루어진다고 하였다. ISO 9241-11에서는 “특정 사용 환경에서 지정한 사용자가 지정한 목표를 달성할 때의 효과성, 효율성, 만족도”에 대한 것으로 정의하였다.

이처럼 사용성에 대한 정의는 연구자나 주제에 따라 다소 차이가 있을 수 있지만, 공통점을 정리하면 시스템의 목적달성을 위해 설계단계부터 고려해야 할 다양한 요소 중 사용자와 연관된 요소들의 집합이라고 할 수 있다.

사용성은 UI(User Interface)를 판단하는 특성으로 많이 활용되고 있는데, Park[16]은 구성요소별 사용성을 전문가집단의 휴리스틱 평가방법과 사용자집단의 대표작업 평가로 비교 분석하여 모바일 어플리케이션 사용성의 문제점을 도출하는 방법을 연구하였다. 또 서로 다른 세 종류의 스마트 패드의 사용성을 정해진 평가 기준에 의해 비교 분석하고, 임무수행 시간, 평균 클릭 수와 같은 정량적 결과 값으로 사용성을 평가 한 연구도 있다[12].

<Table 1> Importance( $I_i$ ) Related Design and Evaluation Factors

Usability Attributes Design Factors	Efficiency	Effectivness	Satisfaction	Memorability	Learnability	$I_i$
Informativity	0.035	0.062	0.007	0.015	0.008	0.127
Accesibility	0.038	0.055	0.007	0.012	0.008	0.121
Visibility	0.028	0.054	0.006	0.012	0.008	0.108
Error Prevention	0.024	0.065	0.003	0.008	0.007	0.106
Predictability	0.028	0.050	0.006	0.007	0.007	0.098
Immediacy	0.028	0.050	0.006	0.007	0.007	0.098
Consistency	0.025	0.044	0.006	0.014	0.008	0.097
Mapping	0.023	0.035	0.005	0.011	0.006	0.080
Customizability	0.026	0.024	0.006	0.004	0.003	0.063
Help	0.020	0.020	0.003	0.012	0.006	0.061
Astetics	0.008	0.020	0.009	0.001	0.002	0.040

이와 같이 GUI 사용성 평가와 개선에 대한 연구가 다양한 방법으로 진행되어 왔으나 대부분 웹, 모바일, E-Learning 등을 대상으로 하는 경우가 주를 이루었고, 무기체계 운용화면에 대한 연구는 많지 않다. 이는 군 무기체계가 가지는 보안성, 접근제한성 등의 특성에 기인하는 것으로 보인다.

무기체계 운용화면에 대한 사용성 평가와 관련하여 Kim [9]은 기존 문헌을 정리하여 무기체계 소프트웨어 GUI (Graphic User Interface) 평가에 적합한 효율성, 효과성, 만족성, 기억성, 학습성의 다섯 가지의 사용성 기준 요소를 선정하고, AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 상대적 중요도를 산정하였다. 그리고 소요군의 요구 사항 152건을 반영하여 11개의 설계요소를 도출하였다. 마지막으로 <Table 1>과 같이 11가지 설계요소와 5가지 사용성 평가 기준요소의 연관성을 Matrix 분석을 통해 분석하여, 무기체계 운용화면 설계요소에 대한 사용성 평가 연관성 지수인 중요도( $I_i$ )를 산출하였다.

본 논문에서는 무기체계 운용화면 GUI 개선점을 도출하는 과정에서 Kim[9]의 설계요소 지표 및 사용성 평가 점수 도출방법을 이용하였다.

### 2.2 Performance Model

Hung[7]은 ‘고객이 사전에 기대하는 서비스의 수준과 지각된 서비스의 차이’를 서비스 품질로 정의하고, 서비스 요소에 대한 중요도(Importance)와 만족도(Satisfaction)의 두 가지 지표를 이용해 서비스 품질 개선 도구인 ‘Service Quality Performance Matrix’를 제시하였다. 이러한 중요도-만족도(I-S) 성과평가 모델은 동물병원을 사례로 품질속성의 개선의 우선순위를 분석한 Song[18]의 연구처럼 다양한 분야에 적용되었다.

한편, Chen[4]은 기존의 서비스 품질 평가 및 개선에 대한 연구와 Hung[7]의 연구를 정리하고, <Figure 1>과 같이 Taguchi(1988)의 품질 손실함수(Quality Loss Function)를 적용하여 Performance Model을 정의 하였다. 본래 품질 손실함수에서는 100만 개 중에 3.4개 이하의 불량률을 추구한다는 의미로  $\pm 3$  시그마( $\sigma$ )를 성과 관리의 기준으로 정하였다. 하지만 이는 서비스 품질 평가에서 개선대상을 산출하기에는 적절하지 않으므로, Chen[4]은 중앙의 성과관리선(PCL, Performance Control Limit)을 중심으로  $\pm$ 시그마( $\sigma$ )를 적용하여 관리상한선(PUCL, Performance Upper Control Limit)과 관리하한선(PLCL, Performance Lower Control Limit)을 설정하였다. 이를 바탕으로 Hong[5], Kim[11] 등도 그들의 연구에서  $\pm$ 시그마( $\sigma$ )를 적용하여 개선 대상을 도출하였다.

각 데이터와 성과관리선과의 거리는 식 (1)에서와 같

이 삼각형( $A_i$ )의 면적으로 계산을 하는데, 여기서  $A_i$ 는 서비스요소에 대해 고객이 인식하는 중요한 정도인 ‘중요성( $P_i$ , Performance Importance)’에 대비하여 실제 고객이 만족한 정도인 ‘만족도( $P_s$ , Performance Satisfaction)’에 의해 결정된다.

이 때, 서비스에 대한 중요성  $P_i$ 와 만족도  $P_s$ 는 식 (2)를 이용하여 구할 수 있다.  $\mu_i, \mu_s$ 는 각각 중요성과 만족도의 평균값을 의미하며,  $K$ 를 연구에 사용하는 척도가 가정할 때,  $\min$ 은 연구에 사용되는 척도의 최소값,  $R$ 은  $K-1$ 로 정의하였다.

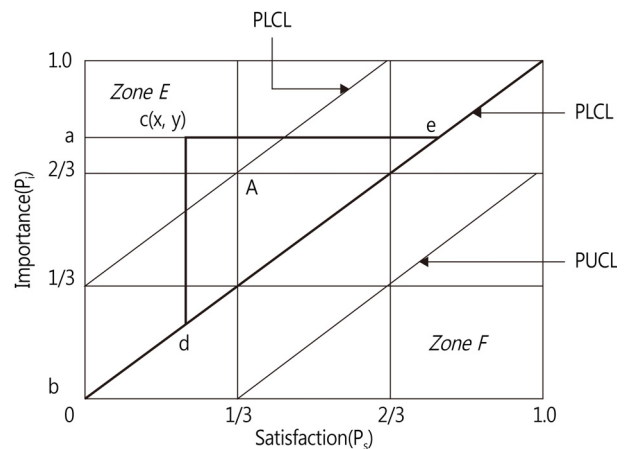
Chen[4]의 Performance Model은 다양한 방법으로 응용되고 있는데, 교육 서비스 품질 향상 및 교수환경 개선 방안을 도출하는 연구, 스키리조트의 서비스 품질 개선과 우선순위를 도출하는 연구 등 서비스 분야를 포함하여 IT 분야나 반도체, LCD와 같은 제조 산업에서도 시스템, 또는 제품 품질 개선에 적용한 연구도 있다. 이러한 연구에서는 QFD(Quality Function Deployment), AHP-QFD(Analytic Hierarchy Process, Quality Function Deployment), Fuzzy, Factor Analysis와 같은 다양한 방법으로 개선 요소에 가중치를 적용하거나, 검증하는 시도를 하였다[2, 3, 5, 6, 11, 19].

$$A_i = (y_i - y) \times (x_i - x), y_i - y = x_i - x; \quad (1)$$

$$A_i = (y_i - x_i)^2$$

$$P_i = \frac{\mu_i - \min}{R} (\in dex of Importance); \quad (2)$$

$$P_s = \frac{\mu_s - \min}{R} (\in dex of Satisfaction);$$



<Figure 1> Performance Model[4]

1)  $A_i$ 를 구하기 위한 원래의 식은 (높이×길이)/2이나, 편의를 위해 (높이×길이)로 수정되었다[4].

### 3. 연구 방법

본 연구에서는 Performance Model을 활용하여 사용자가 생각하는 중요성(Importance) 대비 무기체계 운용화면 요소의 사용성을 분석하여 개선항목을 도출하였다. 서비스 관점에서의 만족도 지표인  $P_s$ (Performance Satisfaction) 대신에 사용성 지표  $P_u$ (Performance Usability)를 사용하였으며, 연구 절차는 <Figure 2>와 같다.



<Figure 2> Research Procedure

- 첫째, 기존의 문헌을 정리하여, 무기체계 운용화면 사용성 평가를 위한 Checklist를 도출하고, Checklist를 Kim[9]이 제시한 무기체계 운용 화면 11개 설계요소와 매칭 하였다.
- 둘째, 도출된 Checklist를 이용하여 ‘A’ 무기체계 운용화면의 사용성 평가를 실시하였다. 평가는 무기체계 및 비무기체계 운용화면 관련 업무를 하는 10인을 대상으로 하였으며, 중요성( $P_i$ )과 사용성( $P_u$ ) 분석을 위해 5점 척도로 2회에 걸쳐 설문조사를 실시하였다.
- 셋째,  $P_i$ 와  $P_u$ 로부터  $A_i$ 를 도출하였다.
- 넷째,  $P_u$ , 즉 사용성 평가만을 고려한 개선의 우선순위와 Performance Model의  $A_i$ 를 이용하여 도출된 개선항목의 우선순위를 비교하였다.

Performance Model에서는 식 (2)에서와 같이  $P_i$ 와  $P_s$ 가 0에서 1사이의 값으로 변환되도록 정규화과정을 거친다. 하지만 본 논문에서는  $P_i$ 와  $P_u$ 를 도출하는 과정에서 <Table 1>에서 중요도( $I_i$ )를 적용하므로 식 (3)과 같이 수정하였다. Checklist의 각 항목별 평가결과의 평균값  $\mu$ 에 무기체계 운용화면 평가 요소의 중요도( $I_i$ )를 곱함으로써  $P_i$ 와  $P_u$ 를 구할 수 있는데, 이 때 중요도( $I_i$ )는 Checklist에 대한 가중치의 역할을 하며,  $P_i$ 와  $P_u$ 는 중요도( $I_i$ )에 의해 항상 0부터 0.635사이의 값을 가지게 된다. 때문에 척도  $K$ 와 중요도( $I_i$ )의 중 가장 큰 값  $Max I$ 을 곱한 값으로 나누면, 최종적으로 0에서 1사이의 값을 가지는  $P_i$ 와  $P_u$ 를 구할 수 있다. 본 논문에서는 5점 척도이므로  $K$ 는 5,  $Max I$ 는 0.127이다.  $A_i$ 는 식 (4)와 같이 구할 수 있다.  $A_i$ 는 항상 음수가 아닌 값을 가지게 되며,  $A_i$ 값이 클수록 사용자가 인식하는 중요성( $P_i$ )과 사용성( $P_u$ ) 사이에 차이가 크기 때문에 발생하여 개선이 필요한 요소라고

할 수 있다.

$$P_i = \frac{(\mu_i \times I_i)}{(K \times Max I_i)} \tag{3}$$

$$P_u = \frac{(\mu_u \times I_u)}{(K \times Max I_u)}$$

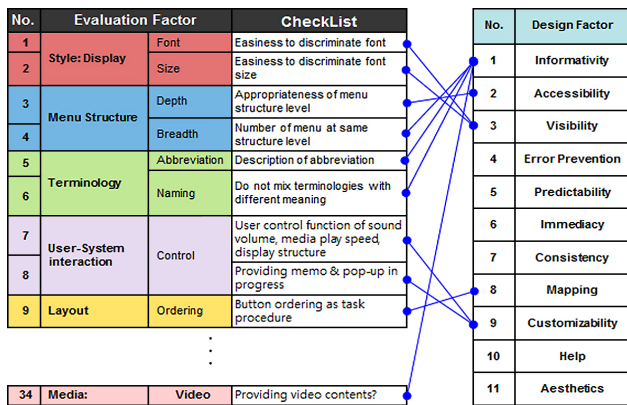
$$A_i = (P_i - P_u)^2 \tag{4}$$

### 4. 연구 결과

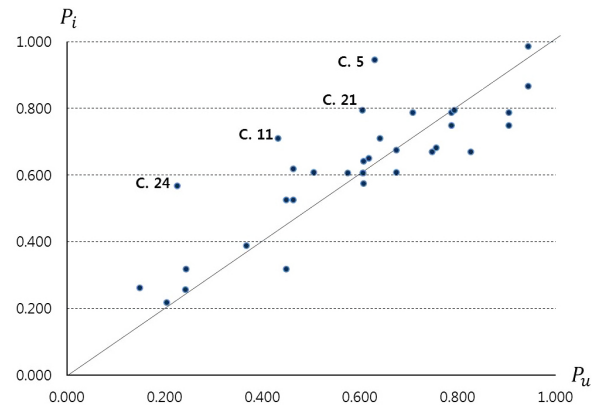
화면 사용성 평가와 관련하여 Laurie[13]는 기존 Checklist 관련 문헌을 13개 카테고리, 161개 항목으로 분류 및 정리하였다. Asil[1]도 Error Prevention, Visibility 등 12개 Dimension의 36개 항목으로 Checklist를 산출하여 E-Learning 시스템 사용성 평가에 적용하였다. 본 연구에서는 Laurie [13], Asil[1]의 연구를 포함하여 사용성 Checklist와 관련된 기존 문헌 10여 건을 참고로 무기체계 운용화면 사용성 평가를 위한 Checklist 34개를 최종적으로 선정하였다. 이 과정에서는 전문가 집단의 휴리스틱 평가방법을 이용하였으며, 기존 문헌 및 연구 자료에서 반복 및 중복되어 나타나는 항목과 무기체계 운용화면 평가에 적절하다고 판단되는 요소를 추가하여 구성하였다. 그리고 선정된 Checklist를 <Figure 3>과 같이 무기체계 운용 화면 11개 설계요소와 매칭 하였다. 이는 소요군의 요구사항과 전문가집단의 판단으로 산출된 중요도( $I_i$ )를 각각 연관되는 Checklist 항목에 가중치로 부여하기 위한 과정이다.

본 연구에서는  $A_i$ 가  $\pm\sigma$ 인 0.02778 이상의 값을 가지는 4개의 개선점을 도출 하였다.

Checklist 24번인 ‘원하는 정보에 즉시 접근 가능한 단축키 기능’ 항목의 경우, 전체 항목 중  $A_i$ 값이 0.11581로 가장 크게 나타나, 사용자의 기대수준에 비해 사용성 평가 결과가 가장 낮게 나타난 것을 알 수 있다. 또 5번 ‘약어 설명 기능’ 항목의 경우에도  $A_i$ 값이 매우 크게 나타났다. 이 항목의 경우, 사용성 평가 점수( $P_u$ )는 0.630으로 비교적 높으나, 사용자가 인식하는 중요성( $P_i$ ) 0.945에 비해서는 크게 떨어지는 것을 알 수 있다. 이는 방위산업 및 무기체계의 특성상 많은 약어가 사용되기 때문인 것으로 판단되며, 무기체계 사용자가 약어를 빠르게 파악하고 의사 결정을 내릴 수 있도록 기능보완이 필요한 항목이라고 할 수 있다. 또 Checklist 11번 ‘선택항목 추가 정보 제공’ 기능과 21번 ‘화면상에 배치된 버튼, 메뉴위치의 적절성’ 역시  $A_i$ 값이 성과관리를 벗어나므로 개선의 대상으로 판단할 수 있다.



<Figure 3> Mapping Checklists and Design Factors for Evaluating Usability



<Figure 4> Results of Usability Evaluation Using Performance Model

<Table 2> Comparison Improvement Priority of Usability Evaluation and Using  $A_i$

Design factor	Check list	Existing usability evaluation method		Usability Evaluation method using performance model			
		Usability ( $P_u$ )	Priority	Importance ( $P_i$ )	Usability ( $P_u$ )	$A_i$	Priority
Informativity	1. Provides image	0.945	33	0.984	0.945	0.00155	21
	2. Provides animation	0.906	31	0.748	0.906	0.02481	5
	3. Provides voice information	0.827	30	0.669	0.827	0.02481	5
	4. Provides video	0.945	33	0.866	0.945	0.00620	12
	5. Describes abbreviations	0.630	20	0.945	0.630	0.09923	2
	6. Familiar terms to users	0.788	27	0.788	0.788	0.00000	30
	7. Use different terms with the same meanings	0.906	31	0.788	0.906	0.01395	9
	8. Uses highlighting appropriately	0.788	27	0.748	0.788	0.00155	21
	9. Uses multimedia effect appropriately	0.748	25	0.669	0.748	0.00620	12
	10. Easy and simple information to understand	0.709	24	0.788	0.709	0.00620	12
	11. Options to get additional information	0.433	7	0.709	0.433	0.07597	3
Visibility	12. Appropriate icons to identify clearly	0.506	12	0.608	0.506	0.01025	11
	13. Appropriate font to identify easily	0.641	21	0.709	0.641	0.00456	18
	14. Appropriate font size to identify easily	0.608	17	0.641	0.608	0.00114	23
	15. Appropriate button size to identify easily	0.608	17	0.574	0.608	0.00114	23
	16. Contrast between font and background color	0.675	22	0.675	0.675	0.00000	30
	17. Contrast between icon and background color	0.675	22	0.608	0.675	0.00456	18
Customizability	18. Control function of multimedia effects according to user preference	0.244	5	0.319	0.244	0.00563	16
	19. Provides memo and pop-up during progress	0.150	1	0.263	0.150	0.01266	10
	20. Print menu	0.450	8	0.319	0.450	0.01723	8
Accessibility	21. Appropriate locations of button and menu on display	0.605	14	0.794	0.605	0.03574	4
	22. Appropriateness of menu structure level	0.794	29	0.794	0.794	0.00000	30
	23. Appropriateness of menu display at the same level	0.756	26	0.681	0.756	0.00572	15
	24. Shortcut for quick access	0.227	3	0.567	0.227	0.11581	1
Consistency	25. Consistency of font for the same information level	0.576	13	0.606	0.576	0.00092	26
	26. Consistency of font size for the same information level	0.606	15	0.606	0.606	0.00000	30
	27. Consistency of button for same information level	0.606	15	0.606	0.606	0.00000	30
Aesthetics	28. Satisfaction of icon configuration	0.205	2	0.218	0.205	0.00016	29
	29. Satisfaction of display formation and design	0.243	4	0.256	0.243	0.00016	28
Predictability	30. predicted display with icon click	0.619	19	0.650	0.619	0.00096	25
Immediacy	31. Additional information for symbol and icon	0.464	10	0.526	0.464	0.00383	20
	32. Appropriate metaphor for symbol and icon	0.464	10	0.619	0.464	0.02393	7
Help	33. Help menu	0.368	6	0.388	0.368	0.00038	27
Mapping	34. Button arrangement in the task flow	0.450	9	0.525	0.450	0.00562	16

도출된 네 개의 개선점은 성과관리선에서 벗어나는 정도, 즉  $A_i$ 의 크기가 클수록 개선의 우선순위가 높은 것으로 판단할 수 있는데, 이러한 결과는 사용성 평가 항목에 대해 사용성 평가( $P_u$ ) 점수만으로 개선항목을 선정한 것과 분명한 차이를 보인다. 예를 들어 19번 ‘진행 중 메모, 팝업 기능’은 평가 점수가 가장 낮으므로, 사용성( $P_u$ )만 고려하였을 때는 가장 우선적으로 개선해야 할 대상이 된다. 하지만 사용자가 인식하는 중요성( $P_i$ )을 고려할 경우에는 개선 대상에 포함되지 않을 뿐만 아니라, 우선순위 또한 낮아진다. 28번 ‘아이콘 형상의 만족도’ 항목 역시 이와 같다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 무기체계의 운용 화면 GUI에서 개선점을 도출하기 위해 서비스 품질 평가 방법인 ‘사용자의 기대 수준(중요성)’의 개념을 적용한 Performance Model을 응용하여 중요성( $P_i$ )과 사용성( $P_u$ ) 지표를 분석 하였다. 그 과정에서 사용자 요구사항이 반영된 평가 설계요소별 중요도( $I_i$ )를 고려하여 사용성 평가 요소에 가중치를 적용하였다. 이는 일반적인 사용성 평가 결과만으로 개선점을 찾아내는 방법에 비해 사용자 니즈를 반영하여 평가 할 수 있다는 것, 그리고 명확한 개선대상 선정의 기준을 제시할 수 있다는 장점이 있다. 분석 결과 사용성( $P_u$ ) 평가 결과만을 고려하였을 때는 메모 및 팝업 기능과 아이콘 형상에 대한 만족도가 낮게 나타나서 개선의 우선순위로 평가 되었으나, Performance Model을 이용하였을 때는 단축키 기능과 약어설명 기능 등이 개선의 우선순위로 도출되었다.

한편, 본 논문에서는 Checklist 선정 과정에서 휴리스틱 방법을 사용하였는데 이는 무기체계의 보안성, 그리고 분석 대상 무기체계가 소수의 사용자 그룹에 의해 사용성이 결정될 수 있다는 점 때문에 통계분석을 위한 충분한 데이터 수집이 어렵다는데 그 이유가 있다. 무기체계 운용화면 GUI 사용성 평가를 위한 Checklist 선정과 검증에 대한 문제는 다양한 방법으로 보완을 검토 할 필요성이 있으며, 장시간 무기체계를 운용하는 사용자가 신속하고 정확한 판단을 할 수 있도록 GUI 사용성 향상을 위한 지속적인 노력이 필요할 것이다.

## References

- [1] Asil, O., Zhenyu, J.K., and Ozgur, U., UseLearn : A novel checklist and usability evaluation method for e-Learning systems by criticality metric analysis, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2010, Vol. 40, No. 4, pp. 455-469.
- [2] Chen, S.C., Yang, C.C., Lin, W.T., Yeh, T.M., and Lin, Y.S., Construction of key model for knowledge management system using AHP-QFD for semiconductor industry in Taiwan, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 2007, Vol. 18, No. 5, pp. 576-598.
- [3] Chen, S.H., Performance evaluation for introducing statistical process control to the liquid crystal display industry. *International Journal of Production Economics*, 2008, pp. 80-92.
- [4] Chen, S.H., Yang, C.C., Lin, W.T., and Yeh, T.M., Service Quality attributes determine improvement priority, *The TQM Magazine*, 2007, Vol. 19, No. 2. pp. 162-175.
- [5] Hong, J.W., Jeon, D.U., and Lee, H.S., The Analysis of Priority on Advanced IT System Using the Performance Model relationship between the Level of B2B Collaboration and Small & Medium-Sized Collaborative Enterprise, *IE Interfaces*, 2012, Vol. 25, No. 1, pp. 64-70.
- [6] Hsia, T.C. and Pu, L.B., Using TRIZ to improve maintenance and repair services at Jung-Xian Auto Repair, *Advances in information Sciences and Service Sciences*, 2013, Vol. 5, No. 9, pp. 409-419.
- [7] Hung, Y.H., Huang, M.L., and Chen, K.S., Service Quality evaluation by service quality performance matrix, *Total Quality Management*, 2003, Vol. 14, No. 1, pp. 79-89.
- [8] Kim, D.H., Hong, J.W., Lee, E.H., and Kwon, Y.J., Study of Factor Standardization on Weapon System Display, *Proceedings of the Korean Institute of Industrial Engineers Conference*, 2015, pp. 401-408.
- [9] Kim, D.J., Lee, H.W., Jeong, J.H., and Yong, H.Y., Usability Evaluation Criteria of Software GUI on Weapon System, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 2015, Vol. 16, No. 12, pp. 8691-8699.
- [10] Kim, H.S., Systematical S/W Development Cost Estimation of Weapon System, *Defense and Industry*, 2002, pp. 46-55.
- [11] Kim, P.S., Lee, J.H., and Kim, T.H., An Analysis on Improvement of Teaching Environment and Educational Service Quality with the Performance Model, *Proceedings of Society of Korea Industrial and Systems*

- Engineering Conference*, 2009, pp. 195-202.
- [12] Kwak, S.J. and Bae, K.J., An Experimental Study on the Usability Test for the E-Book Reader, *Journal of the Korean Society for Information Management*, 2011, Vol. 28, No. 3, pp. 31-0333.
- [13] Laurie, P.D. and Maxine S.C., An Adaptable Usability Heuristic Checklist for Online Courses, *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 2005, pp. 6-11.
- [14] Lee, J.H., Hong, S.K., and Song, K.H., A Case Study on the Concept of the Operational Requirements Document Required in Defense Acquisition and its Applications, *Proceedings of the Korean Institute of Industrial Engineers*, pp. 235-239.
- [15] Nielsen, J., *Usability Engineering*, San Francisco, USA : Morgan Kaufmann, 1994.
- [16] Park, J.H., Han, S.H., Park, J.H., Park, W.K., Kim, H.K., and Hong, S.W., Comparison of Usability Evaluation Methods for Mobile Application, *Proceedings of Ergonomics Society of Korea*, 2012, pp. 154-157.
- [17] Smith, M. and Wickens, C.D., The Effects of Display Highlighting and Event History on Operator Decision Making in National Missile Defense System Application, Technical Report ARL-99-7/FED-LAB-99-4, 1999.
- [18] Song, H.G. and Lim, S.U., Prioritizing quality attributes using I-S Gap analysis, *Journal of Korean Society of Quality Management*, 2015, Vol. 43, No. 2, pp. 127-140.
- [19] Yeo, H.L., Kim, P.S., and Kim, T.H., Analysis on the Improvement of Ski Resort Service Quality with the Performance Model, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2010, Vol. 33, No. 1, pp. 59-70.

#### ORCID

- Dong Ju Jeon | <http://orcid.org/0000-0002-7430-0220>  
 Seung Ryool Lee | <http://orcid.org/0000-0001-5462-364X>  
 Young Won Choi | <http://orcid.org/0000-0001-5180-5982>  
 Hyewon Lee | <http://orcid.org/0000-0001-8881-7303>  
 Du-Jeong Kim | <http://orcid.org/0000-0002-0063-7533>