

Master's Thesis

컴퓨터 기반 교육훈련을 위한
그래픽 사용자 인터페이스 사용성 평가
체계 개발

Development of a Graphic User Interface
Usability Evaluation Framework
for Computer-Based Training System

Sungho Kim (김 성 호)

Department of Industrial and Management Engineering

Pohang University of Science and Technology

2015

컴퓨터 기반 교육훈련을 위한
그래픽 사용자 인터페이스 사용성 평가
체계 개발

Development of a Graphic User Interface
Usability Evaluation Framework
for Computer-Based Training System

Development of a Graphic User Interface
Usability Evaluation Framework
for Computer-Based Training System

by

Sungho Kim

Department of Industrial and Management Engineering
(Human Factors and Ergonomics Program)
Pohang University of Science and Technology

A thesis submitted to the faculty of the Pohang University of Science and Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in the Department of Industrial and Management Engineering (Human Factors and Ergonomics Program)

Pohang, Korea

6. 19. 2015

Approved by

Heecheon You (Signature)

Academic Advisor



Development of a Graphic User Interface
Usability Evaluation Framework
for Computer-Based Training System

Sungho Kim

The undersigned have examined this thesis and hereby certify that it is
worthy of acceptance for a master's degree from POSTECH

6/19/2015

Committee Chair Heecheon You (Seal)



Member Hyunbo Cho (Seal)



Member Seikwon Park (Seal)



MIME 김성호, Sungho Kim

20131220 Development of a Graphic User Interface Usability Evaluation Framework for Computer-Based Training System,

컴퓨터 기반 교육훈련을 위한 그래픽 사용자 인터페이스 사용성 평가 체계 개발,

Department of Industrial and Management Engineering (Human Factors and Ergonomics Program), 2015, 68P, Advisor: Heecheon You, Text in Korean.

ABSTRACT

A computer-based training (CBT) system has been used for efficient education and training in a variety of organization such as military or hospital. Ergonomic graphic user interface (GUI) is important in order to enhance learnability and efficiency. Existing studies have developed GUI usability evaluation framework by applying only a few considerations on GUIs for a specialized field such as CBT and focused on usability evaluation of particular GUI types such as sequence, hierarchy, or context type. Therefore, it is necessary to develop a comprehensive GUI usability evaluation framework and identify preferred GUI features based on a comparative analysis of different GUI types.

The present study is intended to develop a GUI usability evaluation framework for CBT and to improve the GUI of a CBT system in terms of usability. First, a three-step

approach was applied in the study: (1) literature review of twenty studies related to usability evaluation, (2) analysis of GUI usability aspects by design components, evaluation criteria, evaluation metrics, and evaluation techniques, and (3) development of an integrated usability evaluation framework. As a result, 38 design components (e.g., layout alignment, dialogue mode in user input), 17 evaluation criteria (e.g., visibility, simplicity), 38 evaluation metrics (e.g., task completion time, Likert scale), and 19 evaluation techniques (e.g., heuristic evaluation, benchmark testing) were established in the comprehensive GUI usability evaluation framework.

Second, a comparative evaluation was conducted by 9 CBT design experts using a 7-point scale (1: very low, 7: very high) on hierarchy and context GUI types of a military CBT system in terms of 10 usability criteria. The hierarchy type was found preferred by 1.6 times in terms of controllability to the context type; while, the opposite was found in terms of attractiveness, simplicity, and responsiveness by 0.6, 0.8, and 0.8 times, respectively.

Lastly, a new GUI type was developed by combining preferred features of the hierarchy and context types, and it was validated by 22 CBT users. The proposed GUI was found superior to the hierarchy and context types in terms of accessibility and informativeness by more than 1.5 times, however, inferior to the hierarchy and context type in terms of simplicity by 0.6 and 0.9 times, respectively.

In summary, the comprehensive GUI usability evaluation framework developed in the present study can be applied to a wide range of GUIs (e.g., console) and utilized to

evaluate GUIs systematically. In addition, the comparative analysis of various GUIs would be used for developing an improved GUI in a systematic manner based on preferred features of the existing GUIs.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT	I
TABLE OF CONTENTS.....	IV
LIST OF FIGURES	VI
LIST OF TABLES.....	VIII
Chapter 1. Introduction.....	1
1.1. Research Background.....	1
1.2. Objectives of the Study	5
1.3. Organization of the Thesis.....	7
Chapter 2. Literature Review.....	8
2.1. Computer-Based Training (CBT) System	8
2.2. Graphic User Interface (GUI).....	11
2.3. Usability Evaluation of GUI.....	14
Chapter 3. Development of CBT GUI Usability Evaluation Framework.....	17
3.1. Approach	17
3.2. GUI Usability Evaluation Framework.....	21
3.2.1. Design Components	21
3.2.2. Evaluation Criteria	25
3.2.3. Evaluation Metrics	27
3.2.4. Evaluation Techniques	31

Chapter 4. CBT GUI Usability Evaluation.....	34
4.1. Usability Evaluation of CBT GUI.....	34
4.1.1. Method	34
4.1.2. Results	40
4.2. Usability Improvement of CBT GUI.....	41
4.2.1. Method	41
4.2.2. Results	43
4.3. Usability Validation of CBT GUI.....	44
4.3.1. Method	44
4.3.2. Results	44
Chapter 5. Discussion.....	47
REFERENCES.....	50
APPENDICES.....	54
부록 A. CBT GUI 사용성 평가 설문지	54
부록 B. Hierarchy와 Context 유형의 CBT GUI 사용성 비교 평가 결과	62
부록 C. Hybrid 유형의 CBT GUI 개선안	65

LIST OF FIGURES

Figure 1.1. Computer-based training 활용 분야의 예	1
Figure 1.2. Computer-based training graphic user interface 유형	2
Figure 1.3. 인간공학적 computer-based training graphic user interface 설계 필요성 ...	3
Figure 1.4. 기존 graphic user interface 사용성 평가 체계 연구	4
Figure 1.5. 기존 graphic user interface 사용성 평가 연구	5
Figure 1.6. Computer-based training graphic user interface 사용성 평가 연구 절차.....	6
Figure 2.1. Computer-based training 유형	9
Figure 2.2. 기존 computer-based training 개발 방법 및 적용 사례 연구.....	10
Figure 2.3. Graphic user interface 정의	11
Figure 2.4. 인간공학적 graphic user interface 설계의 장점	12
Figure 2.5. 소프트웨어 시스템 graphic user interface 설계의 예	13
Figure 2.6. Graphic user interface 사용성 평가 방법의 예	14
Figure 2.7. Graphic user interface 사용성 평가 체계의 예	15
Figure 3.1. 문헌 선별 절차.....	17
Figure 3.2. Graphic user interface 사용성 평가 체계 분류	20
Figure 3.3. 평가기준 통합과정의 예.....	21
Figure 4.1. Computer-based training graphic user interface 평가 대상	35
Figure 4.2. Computer-based training graphic user interface 사용성 평가 설문지의 예	39
Figure 4.3. Hierarchy와 context 유형의 computer-based training graphic user interface	

사용성 비교 결과.....	41
Figure 4.4. Hybrid 유형의 computer-based training graphic user interface 개선안 구성	43
Figure 4.5. Hybrid 유형의 computer-based training graphic user interface 개선효과 검증 결과.....	46

LIST OF TABLES

Table 2.1. 컴퓨터 보조수업과 컴퓨터 관리수업 비교	8
Table 3.1. 문헌 조사 결과	18
Table 3.2. Graphic user interface 설계요소	23
Table 3.3. Graphic user interface 평가기준	26
Table 3.4. Graphic user interface 평가척도	29
Table 3.5. Graphic user interface 평가방법	33
Table 4.1. Computer-based training graphic user interface 설계요소	37
Table 4.2. Computer-based training graphic user interface 평가기준	38
Table 4.3. Computer-based training graphic user interface 평가척도	38
Table 4.4. Computer-based training graphic user interface 평가방법	38
Table 4.5. Computer-based training graphic user interface 사용성 개선 기능	42

Chapter 1. Introduction

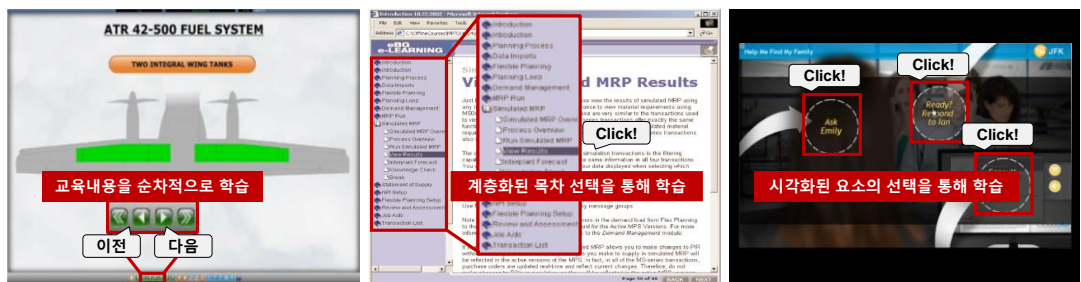
1.1. Research Background

컴퓨터 기반 교육훈련(computer-based training, CBT) 체계는 군, 병원 등 다양한 조직에서 효율적인 교육훈련을 위해 활용되고 있다(Figure 1.1). CBT는 컴퓨터를 활용하여 특정 학습내용을 숙달시키기 위하여 문자, 이미지, 동영상 등으로 구현된 교육매체로서, 피교육자들에게 체계적이고 표준화된 교육훈련을 제공할 수 있다는 장점이 있다(Park, 1997). 군에서는 다수의 인원을 대상으로 첨단장비 운용 및 정비 임무 수행을 위하여 효율적이고 표준화된 교육훈련이 요구되기 때문에(Ha and Kim, 1997), 레이더 운용 및 항공기 정비와 같은 분야에서 CBT가 활용되고 있다(Park, 1997). 병원에서는 예비 의료 인력들을 대상으로 질병 교육 및 의료장비 운용 방법 분야에서 CBT가 적용되고 있다(Perciful and Nester, 1996).



Figure 1.1. Computer-based training 활용 분야의 예

효과적인 CBT 학습을 위해서는 그래픽 사용자 인터페이스(graphic user interface, GUI)를 인간공학적으로 설계하는 것이 중요하다. CBT GUI는 피교육자가 화면에 제시되는 교육내용 학습을 위해 필요한 시각화된 요소들(예: 아이콘, 버튼)로 구성된 인터페이스로서(Harding, 1989), 피교육자가 교육내용을 순차적으로 학습하는 sequence 유형(Figure 1.2.a), 교육내용의 목차 선택을 통해 학습하는 hierarchy 유형(Figure 1.2.b), 그리고 교육내용을 상호 연결하는 시각화된 요소의 선택을 통해 학습하는 context 유형(Figure 1.2.c)으로 분류된다(Potelle and Rouet, 2003). 사용자의 인지 특성이 고려되지 않은 CBT GUI는 학습자의 인지적 과부하 초래, 학습 소요시간 증대, 인적 오류 발생 등의 문제점을 유발하여 학습효과 및 효율성을 저하시킬 수 있다(Jang and Byun, 2004; Kim and Byun, 2009; Lim et al., 2002). 따라서, CBT GUI의 효율적 운용을 통한 학습효과 및 사용성 향상을 위해서는 인간공학적 원칙들을 반영한 설계가 필요하다(Figure 1.3).



(a) Sequence 유형

(b) Hierarchy 유형

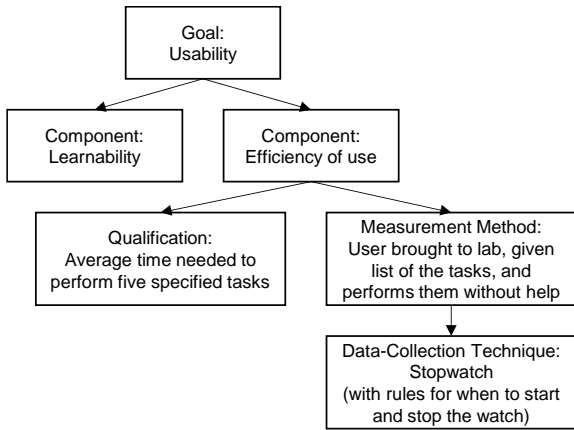
(c) Context 유형

Figure 1.2. Computer-based training graphic user interface 유형



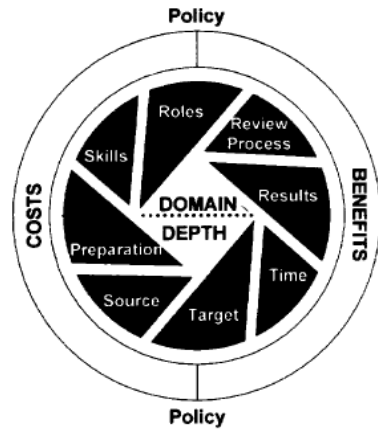
Figure 1.3. 인간공학적 computer-based training graphic user interface 설계 필요성

GUI의 사용성을 체계적으로 평가하기 위해 다양한 GUI 사용성 평가 체계가 제시되었으나, 설계요소, 평가기준, 평가척도, 평가방법 등의 측면에 대한 포괄적인 고려가 미흡했다. Nielsen (1993)은 목표(예: 사용성), 세부목표(예: 학습용이성, 효율성), 정량화수단(예: 작업 수행 시간), 측정방법(예: 피실험자 모집, 작업 목록 제공, 작업 수행), 그리고 데이터 수집 기법(예: 초시계)으로 구성된 계층 구조의 GUI 사용성 평가 체계를 제안하였다(Figure 1.4.a). Wixon et al. (1994)은 lens of inspection의 GUI 사용성 평가 체계를 개발하여 lens의 외부에는 평가목적(예: 정책)을, 중심에는 평가대상(예: 영역)을, 그리고 내부에는 평가척도(예: 시간)를 배치하였다(Figure 1.4.b). 기존 연구들은 주로 특정 요소(예: 평가기준, 평가척도)에 대하여 GUI 사용성 평가 체계를 구축하였으나, 다양한 요소(예: 설계요소, 평가기준, 평가척도, 평가방법)에 대해 종합적으로 고려한다면 보다 체계적인 사용성 평가를 수행할 수 있다.



(a) The model of usability measurement

(Nielsen, 1993)



(b) Lens of inspection

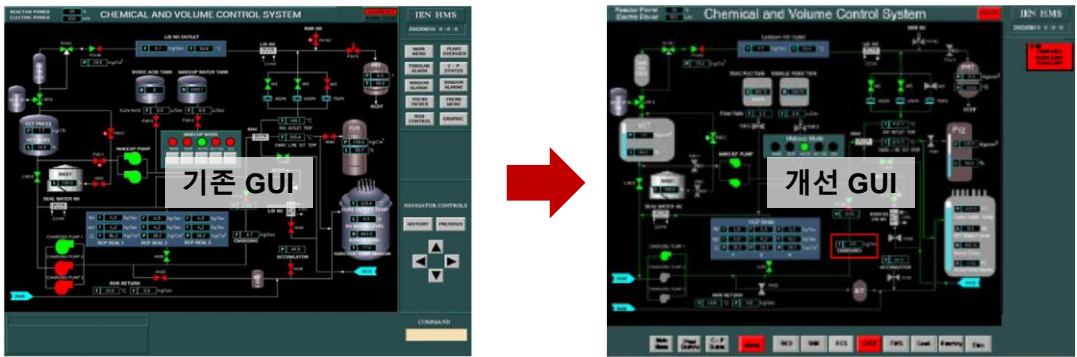
(Wixon et al., 1994)

Figure 1.4. 기존 graphic user interface 사용성 평가 체계 연구

기존 GUI 연구들은 인간공학적 GUI 설계를 위해 사용성 평가를 수행해왔으나, 다양한 GUI 유형간의 비교 분석을 통한 개선 사항 도출은 미흡했다. Han et al. (2007)은 제철소 공정 제어실 GUI를 대상으로 전문가 평가를 수행하여 조작용이성 측면에서 공정 시간과 같은 공정 진행 상황 목록의 스크롤 제어 불가, 간결성 측면에서 복잡한 인터페이스 구성 등과 같은 사용성 저하 요인들을 파악하였다(Figure 1.5.a). Carvalho et al. (2008)은 원자력 발전소 제어실 GUI를 대상으로 운용 행동 관찰을 통하여 차별성 측면에서 파이프선과 제어흐름선간 구분 모호, 일관성 측면에서 상이한 요소에 동일한 색상 적용 등과 같은 사용성 문제점을 파악하였다(Figure 1.5.b). 기존 연구들은 주로 특정 유형의 GUI에 대하여 사용성 평가를 수행해 왔는데 상이한 GUI 유형들에 대한 사용성 비교 분석을 통해 체계적으로 선호 특성을 파악할 수 있다.



(a) 제철소 공정 제어실 graphic user interface (Han et al., 2007)



(b) 원자력 발전소 제어실 graphic user interface (Carvalho et al., 2008)

Figure 1.5. 기존 graphic user interface 사용성 평가 연구

1.2. Objectives of the Study

본 연구는 Figure 1.6과 같이 GUI 사용성 평가에 활용될 수 있는 체계 요소들을 도출하여 포괄적인 사용성 평가 체계를 수립하고, 유형별 CBT GUI에 대한 사용성 비교 평가를 통하여 신규 GUI 유형을 개발하고 검증한다. GUI 사용성 평가 체계는 CBT GUI에 특화된 체계 요소들을 도출하기 위해 유관 논문

20건을 조사하고 조사된 내용을 설계요소, 평가기준, 평가척도, 그리고 평가방법으로 분류하며 각 체계 요소별로 통합하여 수립된다. 유형별 CBT GUI에 대한 사용성 비교는 CBT 설계 전문가 9명을 대상으로 수립된 GUI 사용성 평가 체계 요소들 중 CBT GUI 사용성 평가에 적용될 수 있는 항목을 선정하고 7점 척도(1점: 매우 나쁨, 4점: 보통, 7점: 매우 좋음)를 사용하여 평가된다. 신규 GUI 유형은 사용성 평가 결과를 기반으로 설계되고 CBT 유경험자 22명을 대상으로 개선효과가 파악된다.



Figure 1.6. Computer-based training graphic user interface 사용성 평가 연구 절차

1.3. Organization of the Thesis

본 논문은 5개의 장과 3개의 부록으로 구성되어 있다. 제 1장은 연구의 배경 및 필요성, 연구 목적과 같은 연구의 전반적인 개요를 서술하고 있으며, 제 2장은 문헌 조사를 통하여 CBT, GUI, 그리고 GUI의 사용성 평가에 대한 연구 동향을 서술하고 있다. 제 3장은 GUI 사용성 평가 체계 수립을 위한 문헌 조사, 체계 분류, 그리고 체계 통합으로 구성된 접근과 설계요소, 평가기준, 평가척도, 그리고 평가방법으로 구성된 체계 개발에 관하여 기술하고 있으며, 제 4장은 수립된 GUI 사용성 평가 체계를 활용하여 CBT GUI를 대상으로 사용성 평가, 개선, 그리고 검증의 방법 및 결과에 관하여 기술하고 있다. 제 5장은 본 연구의 의의, 한계, 추후 연구에 대한 토의 내용을 기술하고 있다. 마지막으로, 부록은 각 장에서 기술된 구체적인 분석 내용 또는 정보를 제시하고 있다.

Chapter 2. Literature Review

2.1. Computer-Based Training (CBT) System

컴퓨터 기반 교육훈련(computer-based training, CBT)은 컴퓨터를 활용하여 특정 지식, 기술 등을 학습하기 위해 실시하는 교육훈련 및 관리 평가 체계이다(Hwang et al., 2006). CBT는 Table 2.1과 같이 컴퓨터 보조수업(Computer-Aided Instruction, CAI)과 컴퓨터 관리수업(Computer-Managed Instruction, CMI)으로 분류될 수 있다(Park, 1997). CAI는 교관이 컴퓨터를 활용하여 교육생에게 교육훈련의 내용을 전달하는 기능을 나타낸다. CMI는 교관이 컴퓨터를 활용하여 교육생의 교육훈련 성취도를 측정, 분석, 그리고 평가하여 관리하는 기능을 나타낸다.

Table 2.1. 컴퓨터 보조수업과 컴퓨터 관리수업 비교

구분	컴퓨터 보조수업	컴퓨터 관리수업
목적	지식/기술 학습	학사 운용
컴퓨터의 역할	수업 전달	수업 관리
기능	교육훈련 내용 제공	교육훈련 성취도 관리
컴퓨터 사용 주체	교육생	교관
자료처리 방식	점진적 처리	일괄적 처리

CBT의 유형은 크게 교과목(courseware), 모의장비(simulator), 그리고 모의훈련(simulation)으로 분류될 수 있다(Park, 1997). 교과목은 텍스트, 이미지, 동영상 등으로 구현된 교육매체를 통해 특정 교육내용을 학습할 수 있는 유형이다(Figure 2.1.a). 모의장비는 특정 장비의 기능이 구현된 환경에서 조작방법을 훈련할 수 있는 유형이다(Figure 2.1.b). 모의훈련은 전투모형을 활용하여 병력운용 방법을 훈련할 수 있는 유형이다(Figure 2.1.c).

CBT는 학습 시간 및 장소 제약 극복, 표준화된 학습내용 제공, 그리고 사용자 맞춤형 학습 실현 측면에서 유용하게 활용될 수 있다. 피교육자는 CBT를 활용하여 원하는 시간과 장소에서 학습 가능함으로써 학습비용을 절감할 수 있다(Mulligan and Wood, 1993). 또한, CBT는 다수의 인원을 대상으로 동일 학습내용을 제공 가능하게 함으로써 개인별 학습수준 차이를 최소화할 수 있다(Lancaster and Willis, 1994). 마지막으로, 피교육자는 개인별 학습 수준에 따라 학습량 및 학습 순서를 결정할 수 있고 특정 내용을 반복적으로 학습 가능함으로써 학습효과를 향상시킬 수 있다(Chambers and Frisby, 1995).



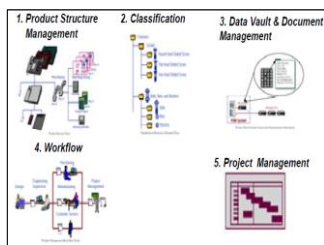
(a) Courseware

(b) Simulator

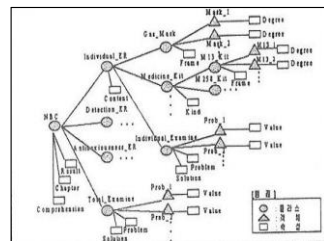
(c) Simulation

Figure 2.1. Computer-based training 유형

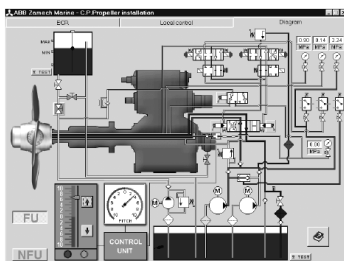
체계적이고 효율적인 교육훈련을 제공하기 위하여 CBT의 개발 방법과 적용 사례에 대한 연구들이 수행되고 있다. 예를 들어, Hwang et al. (2006)은 교육훈련의 내용의 신속한 최신화를 위하여 CAD/VR 기술을 활용한 CBT 개발 방법을 제안하였다(Figure 2.2.a). Ha and Kim (1997)은 CBT의 유지보수를 용이하게 하고 확장성을 증대시키기 위하여 규칙 기반의 시스템 개발 방법을 제시하였다(Figure 2.2.b). Cwilewicz et al. (2003)은 선원들을 대상으로 선박 정비의 교육훈련을 위한 CBT를 개발하였고(Figure 2.2.c), Park (1997)은 군 인력을 대상으로 구급법의 교육훈련을 위한 CBT를 구현하였다(Figure 2.2.d).



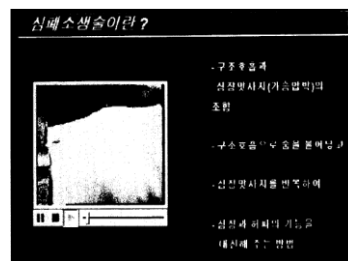
(a) CAD/VR 기술 활용 CBT 개발 방법
(Hwang et al., 2006)



(b) 규칙 기반 CBT 개발 방법
(Ha and Kim, 2005)



(c) 선박 정비 교육훈련 CBT
(Cwilewicz et al., 2003)



(d) 구급법 교육훈련 CBT
(Park, 1997)

Figure 2.2. 기존 computer-based training 개발 방법 및 적용 사례 연구

2.2. Graphic User Interface (GUI)

그래픽 사용자 인터페이스(Graphic User Interface, GUI)는 Figure 2.3과 같이 사용자가 컴퓨터 시스템과 상호작용하기 위한 시각화된 요소들로 구성된 정보채널이다(Chun, 2008). 사용자 인터페이스(User Interface, UI)는 컴퓨터가 개발되고 상용화됨에 따라 인간과 컴퓨터의 독립된 두 객체 사이에 효과적이고 원활한 상호작용을 위한 중간 매개체로써 개발되었다. 컴퓨터와 관련된 UI는 초기 회로 와이어링(wiring) 형태로 시작되어 펀치카드(punchcard), 문자 터미널(text terminal), 키보드(keyboard), 그리고 GUI 형태로 발전되었다(Sohn, 2002). UI는 마우스를 활용하여 버튼, 스크롤바, 체크박스 등과 같은 시각화된 요소를 조작할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스(Graphic User Interface, GUI)와 키보드를 활용하여 수행한 컴퓨터 작업 결과를 문자로 화면에 표시하는 문자 사용자 인터페이스(Character User Interface, CUI)로 분류될 수 있다.

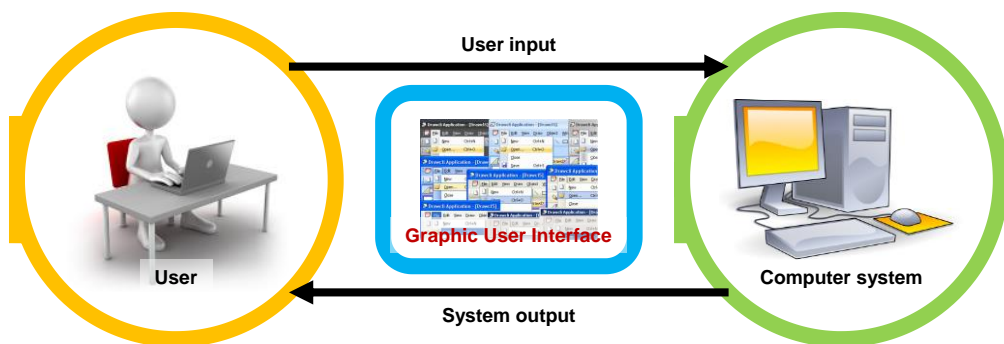


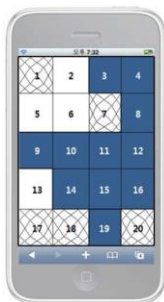
Figure 2.3. Graphic user interface 정의

작업효율성 증대, 인지부하 감소, 공간적 제약 극복 등을 위해서 GUI를 인간공학적으로 설계하는 것이 중요하다(Figure 2.4). 그래픽 정보는 문자 정보에 비해 사용자가 특정 정보의 의미를 직관적으로 파악 가능하여 작업의 생산성과 실현성을 향상시킬 수 있다(Choi, 2013). 또한, 사용자는 문자 정보를 인식할 경우에는 단순히 문자의 나열만을 기억하지만, 그래픽 정보를 인식할 경우에는 시각적 이미지와 더불어 연상된 정보를 기억할 수 있어 인지부하를 감소시킬 수 있다(Lee, 2012). 마지막으로, 문자 정보 기반 인터페이스 환경은 작업 수행을 위해 지속적인 화면의 공간을 요구하나, 그래픽 정보 기반 인터페이스 환경은 사용 공간 겹치기 등을 통해 공간적 제약을 극복하는데 도움을 줄 수 있다(Ma, 2009). 따라서, 작업효율성 및 사용성 향상을 위해서는 인간공학적 원칙들을 반영한 GUI 설계가 필요하다.



Figure 2.4. 인간공학적 graphic user interface 설계의 장점

인간공학적인 GUI 설계를 위해 다양한 소프트웨어 시스템을 대상으로 연구들이 수행되고 있다. 예를 들어, Song (2011)은 모바일 웹에 대한 사용성 요소를 도출하고 사용자별 모바일 웹에서의 버튼 위치와 크기에 대한 GUI 디자인을 제안하였다(Figure 2.5.a). Yang (2012)은 고령자들의 내비게이션 사용성 문제점 및 개선 방안을 기반으로 내비게이션 GUI 디자인 가이드라인을 개발하였다(Figure 2.5.b). Shim et al. (2006)은 TV 사용자의 시청 유형 및 요구 분석을 통해 사용자 시나리오를 도출하고 TV GUI 디자인의 원칙을 수립하여 신규 디자인을 설계하였다(Figure 2.5.c).



(a) 모바일 웹
(Song, 2011)

상황별	문제점	비고
대개 시인 가능으로 확인 가능		클릭이 어렵게 된다면 글꼴이 작거나 버튼을 작게 배치도 있다.
클릭하여 시인도 볼 수 없다		클릭이 어렵게 된다면 글꼴이 작거나 버튼을 작게 배치도 있다.
공간 부족으로 버튼이 작아 보일 수 있다. 인접하여 배치되어 있는 상황		공간 부족으로 인해 버튼이 작아 보일 수 있다. 인접하여 배치되어 있는 상황.
모바일 웹 사용 시 화면 크기가 작아 보일 수 있다. 인접하여 배치되어 있는 상황		모바일 웹 사용 시 화면 크기가 작아 보일 수 있다. 인접하여 배치되어 있는 상황.

(b) 내비게이션
(Yang, 2011)

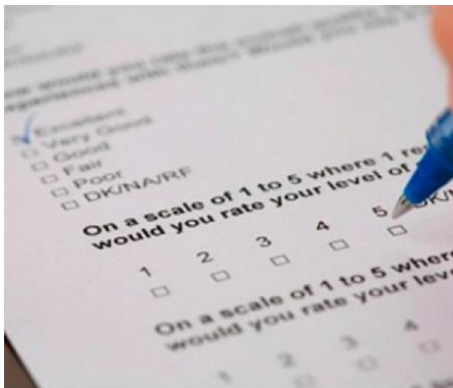


(c) TV
(Shim, 2006)

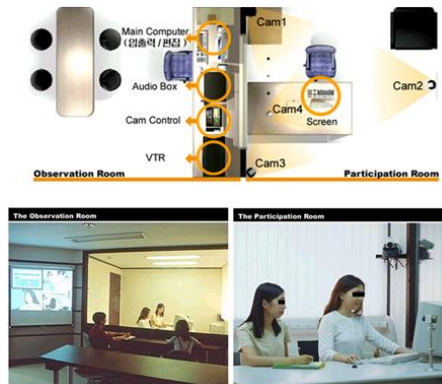
Figure 2.5. 소프트웨어 시스템 graphic user interface 설계의 예

2.3. Usability Evaluation of GUI

소프트웨어 시스템 GUI의 사용성을 파악하기 위해 다양한 방법의 사용성 평가 연구들이 수행되고 있다. 예를 들어, Kim et al. (2010)은 스마트폰 어플리케이션 아이콘에 대한 적절한 배치 형태를 찾기 위해 조작성, 식별성, 그리고 시인성에 관한 통제 실험법(controlled experiments)을 수행하였다. Choi (2013)은 인터넷 패션 쇼핑몰의 웹 사용성을 평가하기 위해 휴리스틱 평가법(heuristic evaluation)과 설문 조사(questionnaire)를 수행하였다(Figure 2.6.a). Park et al. (2012)은 모바일 어플리케이션 개발 시 사용성 문제점을 도출하기 위해 휴리스틱 평가법과 대표작업 평가법(benchmark testing)를 적용하여 사용성 평가 방법의 차이를 비교 분석하였다(Figure 2.6.b).



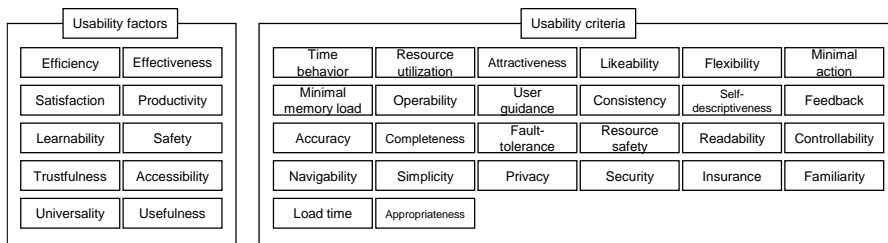
(a) 설문 조사(questionnaire)
(Choi, 2013)



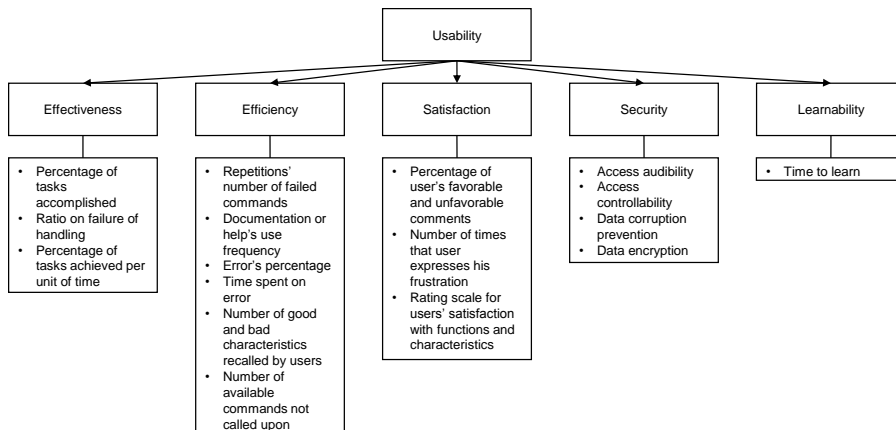
(b) 대표작업 평가법(benchmark testing)
(Park et al., 2012)

Figure 2.6. Graphic user interface 사용성 평가 방법의 예

기존 GUI 연구들은 GUI의 사용성을 체계적으로 평가하기 위해 GUI 사용성 평가 체계를 제시하고 있다. 예를 들어, Seffah et al. (2006)은 기존 ISO와 문헌 조사를 통해 Quality in Use Integrated Measurement (QUIM) 모델을 구축하여 10가지 사용성 기준(예: 생산성, 신뢰성)과 26가지 세부 사용성 척도(예: 최소 인지 부하, 오류 예방)를 도출하였다(Figure 2.7.a). Abran et al. (2003)은 ISO 9241-11 (1998)과 ISO 9126 (2003)에 제시된 사용성 평가 모델을 통합하여 새로운 사용성 모델을 수립하였다(Figure 2.7.b).



(a) Quality in Use Integrated Measurement (Seffah et al., 2006)



(b) Consolidated usability model (Abran et al., 2003)

Figure 2.7. Graphic user interface 사용성 평가 체계의 예

GUI 사용성 평가 절차를 체계화하고 GUI별로 특화된 평가 요소들을 용이하게 선정하기 위해서는 포괄적인 GUI 사용성 평가 체계 수립이 필요하다. 비체계적인 GUI 사용성 평가 절차는 평가자의 사용성 관련 전문지식 수준에 따라 평가 결과의 차이를 발생시키고 평가 수행시간을 지연시킴으로써 평가 결과를 GUI 설계에 반영하기 어렵게 만들 수 있다(Seffah et al., 2006). 또한, 평가자는 평가 대상 GUI의 특성을 고려하지 않고 편의에 따라 평가 요소들을 선정하여 부적절한 평가를 수행할 수 있다(kwahk, 1999). 따라서, 체계적이고 효과적인 GUI 사용성 평가를 수행하기 위해서는 종합적인 GUI 사용성 평가 체계 수립이 중요하다.

Chapter 3. Development of CBT GUI Usability Evaluation Framework

3.1. Approach

본 연구는 GUI 사용성 평가 체계 수립을 위해 문헌 조사, 체계 분류, 그리고 체계 통합의 3 단계 절차를 수행하였다. 문헌 조사 단계에서는 GUI 사용성 평가에 적용될 수 있는 체계 요소들을 조사하기 위해 Figure 3.1과 같은 다섯 단계의 문헌 선별 절차가 수행되었다. GUI 사용성 평가 체계와 관련된 주요 핵심어(keywords)를 선정하여 Scopus, DBPIA 등의 논문 검색 사이트에서 유관 논문 500여건을 검색하였다. 검색된 논문은 GUI 사용성 평가 체계 관련 여부를 제목 검토(title screening)를 통해 1차 선별(119건), 초록 검토(abstract screening)를 통해 2차 선별(25건) 하였고, 관련도에 따라 상/중/하로 분류하여 Table 3.1과 같이 상과 중에 속하는 20건의 논문을 최종적으로 선정하였다.

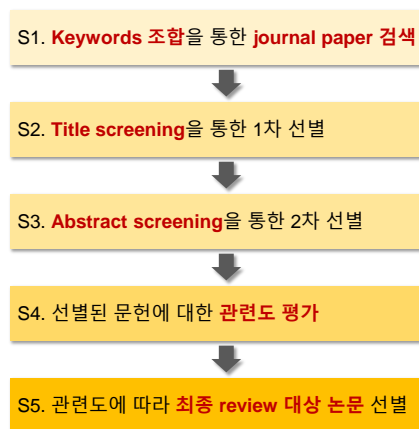


Figure 3.1. 문헌 선별 절차

Table 3.1. 문헌 조사 결과

No.	Authors	Year	Title	Source
1	Choi	2013	A study on overseas and domestic online fashion shopping mall based on web usability and Graphical User Interface (GUI) design	<i>Unpublished Master's thesis</i>
2	Jung	2013	A study on the usability evaluation criteria for mobile navigation using AHP approach	<i>Unpublished Master's thesis</i>
3	Oh	2013	A comparison of usability evaluation methods: A case study on a camera application for visually impaired people	<i>Unpublished Master's thesis</i>
4	Park et al.	2012	Comparison of usability evaluation methods for mobile application	<i>Journal of the Ergonomics Society of Korea</i>
5	Park et al.	2011	A factor combination approach to developing style guides for mobile phone user interface	<i>International Journal of Industrial Ergonomics</i>
6	Ma	2009	A study on the satisfaction for visual factors of the buttons in the Kiosk interface design	<i>Unpublished Master's thesis</i>
7	Chun	2008	Studies of efficient web interface design based on Gestalt's Law of visual perception	<i>Unpublished Master's thesis</i>
8	Seffah et al.	2006	Usability measurement and metrics: A consolidated model	<i>Software Quality Control</i>
9	Lee and Lee	2005	A study on the development of academic library web style guide	<i>Korea Society for Information Management</i>
10	Lee and Owen	2004	Multimedia-based instructional design	<i>Pfeiffer, San Francisco, CA</i>
11	Abran et al.	2003	Consolidating the ISO Usability Models	<i>In Proceedings of International Software Quality Management Conference</i>
12	Ryu et al.	2001	Developing a taxonomy of web design guidelines	<i>The Korean Institute of Information Scientists and Engineers</i>
13	Lee	2001	A Study on web design style guide for the improvement of usability	<i>Unpublished Master's thesis</i>

14	An	2001	A study on strategy of web identity through the development of web style guidelines template	<i>Unpublished Master's thesis</i>
15	ISO	2001	ISO/IEC 9126-1: Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model	-
16	Kwahk	1999	A methodology for evaluating the usability of audiovisual consumer electronic products	<i>Unpublished Doctoral Dissertation</i>
17	ISO	1998	ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals – Part 11: Guidance on usability	-
18	Wee	1995	A study of graphics user interface design on screen	<i>Unpublished Master's thesis</i>
19	Neilson	1994	Usability inspection method	<i>Conference companion CHI</i>
20	Neilson	1993	Usability engineering	<i>Academic press, San Diego, CA</i>

다음으로, 체계 분류 단계에서는 포괄적이고 체계적인 GUI 사용성 평가를 위해 조사된 문헌들이 Park et al. (2011)과 Kawhk (1999)을 참고하여 Figure 3.2와 같이 설계요소, 평가기준, 평가척도, 그리고 평가방법으로 분류되었다. 최종 선정된 20개의 논문은 핵심 내용을 중심으로 설계요소(12건), 평가기준(10건), 평가척도(4건), 그리고 평가방법(6건)으로 구분되었다. 설계요소는 화면 배치, 메뉴 구조 등과 같이 평가 대상이 되는 화면 구성요소이고, 평가기준은 일관성, 명료성 등과 같이 설계요소의 사용성 평가 시 고려되어야 하는 평가원칙이다. 평가척도는 조작시간, Likert 척도 등과 같이 설계요소의 사용성을 객관적/주관적으로 측정할 수 있는 평가도구이고, 평가방법은 설문 조사, 인지적 시찰법 등과 같이 평가척도의 결과를 수집하는 평가기법이다.

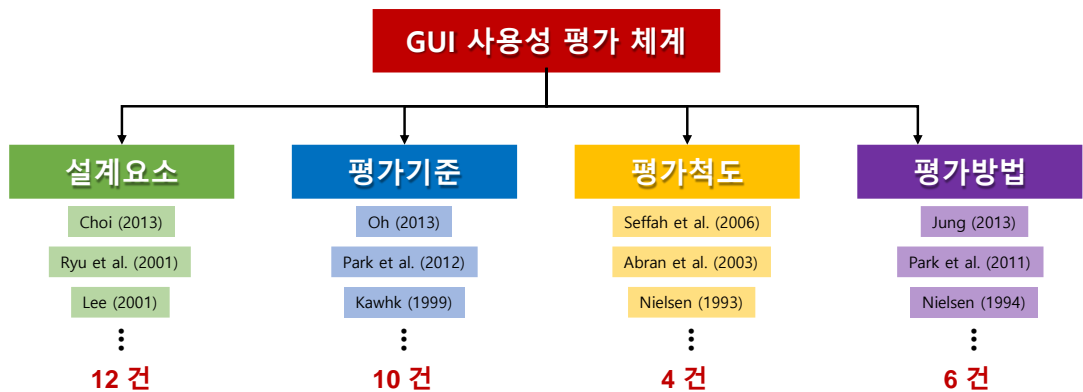


Figure 3.2. Graphic user interface 사용성 평가 체계 분류

마지막으로, 체계 통합 단계에서는 분류된 설계 요소, 평가기준, 평가척도, 그리고 평가방법의 체계 요소들이 GUI 사용성 평가에 적용이 어려운 항목은 제외되고 유사/중복 항목은 통합됨으로써 선정되었다. 평가기준 통합과정의 예를 들면, 생산성(productivity)과 보안성(security)은 GUI의 정량적, 정성적 사용성 평가 정보 획득이 어려운 항목으로 판단되어 제외되었고, 기억용이성(memorability) 학습하기 쉬움(easy to learn), 그리고 이해성(understandability)은 학습용이성(learnability)과 유사한 항목으로 판단되어 통합되었다(Figure 3.3).

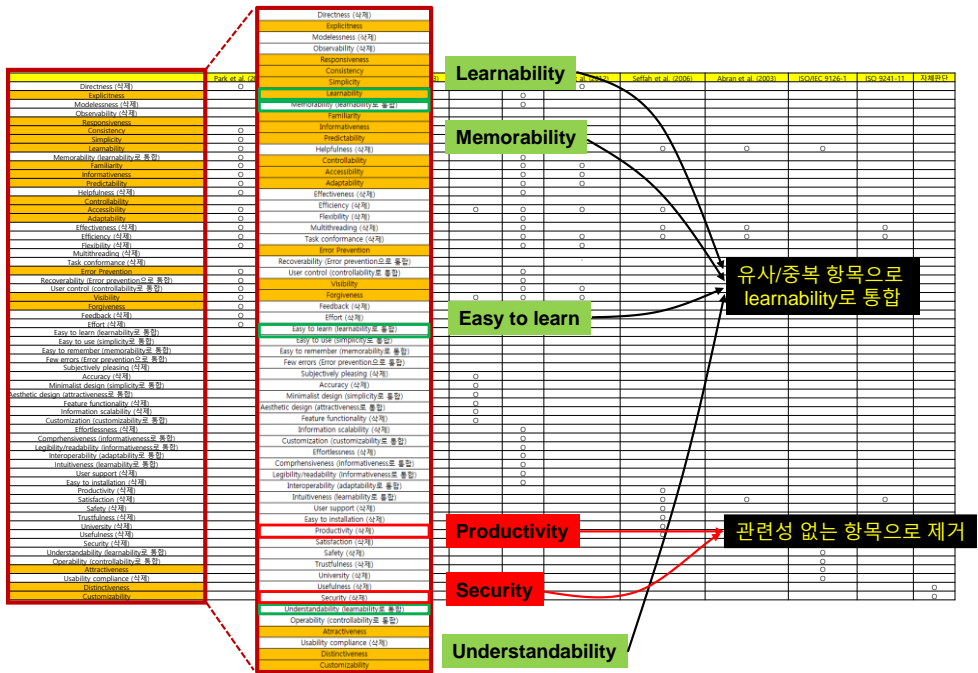


Figure 3.3. 평가기준 통합과정의 예

3.2. GUI Usability Evaluation Framework

3.2.1. Design Components

설계요소는 Table 3.2와 같이 총 38 가지가 도출되었다. 설계요소는 정적(static) 설계요소와 동적(dynamic) 설계요소로 분류되었다. 정적 설계요소는 시간에 따라 변하지 않는 설계요소로서, 화면 양식(style), 화면 배치(layout), 화면 구조(structure), 술어(terminology), 그리고 표현 방식(representation)으로 세부 분류되었다. 화면 양식은 화면 구성요소의 형상(shape), 글자체(font), 크기(size), 그리고 색상(color)의 4 가지가 도출되었다. 화면 배치는 화면 구성요소의

위치(location), 간격(spacing), 배열(alignment), 가로 및 세로 방향(orientation), 순서(ordering), 그리고 관련성에 따른 군집(grouping)의 6 가지가 도출되었다. 화면 구조는 계층적 메뉴 구조의 단계 수(depth)와 동일 단계에서 보여지는 메뉴 수(breadth)의 2 가지가 도출되었다. 술어는 특정 항목을 설명하는 약어(abbreviation), 범례(legend), 그리고 용어(naming)의 3 가지가 도출되었다. 표현 방식은 색상, 음성 피드백 등에 부여된 의미(coding)와 아이콘에 부여된 의미(metaphor)의 2 가지가 도출되었다.

동적 설계요소는 시간에 따라 일시적으로 변하는 설계요소로서, 사용자 입력(user input), 시스템 출력(system output), 기능(function), 그리고 매체요소(media)로 세부 분류되었다. 사용자 입력은 시스템 활성화 방식(activation), 시스템 내 페이지 이동 방식(navigation), 시스템 조절 방식(control), 그리고 사용자와 시스템간 상호작용 방식(dialogue mode)의 4 가지가 도출되었다. 시스템 출력은 사용자 입력에 대한 시스템 출력의 시간적 요소(temporality), 사용자 입력에 대한 시스템 출력의 공간적 요소(spatiality), 시스템 출력의 시간적 순서(action sequence), 특정 정보에 대한 강조 효과(highlight), 시스템 기본값 설정(default choice), 시스템 출력 방식(modality), 그리고 정보 내용(contents)의 7 가지가 도출되었다. 기능은 검색(search), 단축키(shortcut), 도움말(help), 인쇄(print), 그리고 책갈피(bookmarking)의 5 가지가 도출되었다. 매체요소는 문자(text), 음성(sound), 그림(image), 동영상(video), 그리고 애니메이션(animation)의 5 가지가 도출되었다.

Table 3.2. Graphic user interface 설계요소

Group		Design component	Description
Static	Style	Shape	화면 구성요소의 형상
		Font	화면에 사용된 글자체
		Size	화면 구성요소의 크기
		Color	화면 구성요소의 색상
	Layout	Location	화면 구성요소의 위치
		Spacing	화면 구성요소간 간격
		Alignment	화면 구성요소의 배열
		Orientation	화면 구성요소의 가로 및 세로 방향
		Ordering	화면 구성요소의 순서
		Grouping	화면 구성요소간 관련성에 따른 군집
	Structure	Depth	계층적 메뉴 구조의 단계 수
		Breadth	동일 단계에서 보여지는 단계 수
	Terminology	Abbreviation	특정 항목을 설명하는 약어
		Legend	특정 항목을 설명하는 범례
		Naming	특정 항목을 설명하는 용어
	Representation	Coding	색상, 음성 피드백 등에 부여된 의미
Metaphor		아이콘에 부여된 의미	

Group		Design component	Description
Dynamic	User input	Activation	시스템 활성화 방식
		Navigation	시스템 내 페이지 이동 방식
		Control	시스템 조절 방식
		Dialogue mode	사용자와 시스템간 상호작용 방식
	System output	Temporality	사용자 입력에 대한 시스템 출력의 시간적 요소
		Spatiality	사용자 입력에 대한 시스템 출력의 공간적 요소
		Action sequence	시스템 출력의 시간적 순서
		Highlight	특정 정보에 대한 강조 효과
		Default choice	시스템 기본값 설정
		Modality	시스템 출력 방식
		Contents	정보 내용
	Function	Search	검색
		Shortcut	단축키
		Help	도움말
		Print	인쇄
		Bookmarking	책갈피
Media	Text	문자	
	Sound	음성	
	Image	그림	
	Video	동영상	
	Animation	애니메이션	

3.2.2. Evaluation Criteria

평가기준은 Table 3.3과 같이 총 17 가지가 도출되었다. 명료성(explicitness)은 제공된 정보가 명확히 표현되는 정도를, 차별성(distinctiveness)은 제공된 정보가 주변 정보와 구분되는 정도를, 반응성(responsiveness)은 인터페이스 조작에 대한 신속한 피드백이 제공되는 정도를 나타낸다. 일관성(consistency)은 정보 및 인터페이스의 일관적인 정도를, 간결성(simplicity)은 정보 및 인터페이스의 단순 정도를, 시인성(visibility)은 제공된 정보가 시각적으로 명확히 인지되는 정도를 나타낸다. 심미성(attractiveness)은 정보 및 인터페이스가 심미적인 정도를, 학습성(learnability)은 정보 및 인터페이스를 쉽게 익힐 수 있는 정도를, 친숙성(familiarity)은 정보 및 인터페이스가 사용자에게 친숙한 정도를 나타낸다. 정보성(informativeness)은 제공된 정보가 의미 있는 정도를, 예측성(predictability)은 인터페이스 조작 결과가 사용자의 기대와 대응되는 정도를, 맞춤조정성(customizability)은 인터페이스가 사용자의 선호에 맞춤형으로 조정되는 정도를 나타낸다. 조작용이성(controllability)은 인터페이스가 용이하게 조작되는 정도를, 접근용이성(accessibility)은 시스템 조작을 위한 인터페이스에 접근용이 정도를, 적응성(adaptability)은 인터페이스가 사용 환경 및 상황에 따라 변화되는 정도를 나타낸다. 오류 예방성(error prevention)은 사용 오류를 사전에 방지하는 정도를, 복구성(forgiveness)은 오류발생 시 이전 상태로 용이하게 돌아갈 수 있는 정도를 나타낸다.

Table 3.3. Graphic user interface 평가기준

No.	Evaluation criterion	Description
1	Explicitness	제공된 정보가 명확히 표현된다
2	Distinctiveness	제공된 정보가 주변 정보와 구분된다
3	Responsiveness	인터페이스 조작에 대해 신속한 피드백이 제공된다
4	Consistency	정보 및 인터페이스가 일관성이 있다
5	Simplicity	정보 및 인터페이스가 간단하다
6	Visibility	제공된 정보가 시각적으로 명확히 인지된다
7	Attractiveness	정보 및 인터페이스가 심미적이다
8	Learnability	정보 및 인터페이스를 쉽게 익힐 수 있다
9	Familiarity	정보 및 인터페이스가 사용자에게 친숙하다
10	Informativeness	제공된 정보가 의미가 있다
11	Predictability	인터페이스 조작 결과가 사용자의 기대와 대응된다
12	Customizability	인터페이스가 사용자의 선호에 맞춤형으로 조정된다
13	Controllability	인터페이스가 용이하게 조작된다
14	Accessibility	시스템 조작을 위한 인터페이스에 용이하게 접근한다
15	Adaptability	인터페이스가 사용 환경 및 상황에 따라 변화된다
16	Error prevention	사용 오류를 사전에 방지한다
17	Forgiveness	오류발생 시 이전 상태로 용이하게 돌아갈 수 있다

3.2.3. Evaluation Metrics

평가척도는 Table 3.4와 같이 총 38 가지가 도출되었다. 평가척도는 객관적(objective) 평가척도와 주관적(subjective) 평가척도로 분류되었다. 객관적 평가척도는 평가자의 견해나 관점이 포함되지 않은 평가척도로서, 인체 반응(human response)과 작업 수행도(task performance)로 세부 분류되었다. 객관적 평가척도의 인체 반응은 신체적(physical) 측면과 정신적(psychological) 측면으로 구분되었다. 신체적 인체 반응은 근전도(EMG), 뇌전도(EEG), 심전도(ECG), 망막의 빛 노출 시 뇌전도(ECP), 호흡량 및 비율(respiration volume and rate), 산소 소비율(oxygen consumption rate), 심박수(heart rate), 체온(body temperature), 체압(body pressure), 혈류 속도(blood flow velocity), 혈압(blood pressure), 피부 온도(skin temperature), 그리고 피부 전도율(skin conductance)의 13 가지가 도출되었다.

심리적 인체반응은 안전도(EOG), 눈꺼풀 움직임(eyelid activity), 눈동자 움직임(eye movement), 동공 크기(pupil diameter), 그리고 점멸 융합 주파수(critical flicker fusion frequency)의 5 가지가 도출되었다. 객관적 평가척도의 작업 수행도는 신속성(speed), 정확성(accuracy), 그리고 효율성(efficiency) 측면으로 구분되었다. 신속성과 관련된 작업 수행도는 작업 완료 시간(task completion time), 오류 복구 시간(time spent in error), 사용 지연 시간(user delay time), 기능 탐색 시간(time to search function), 기능 습득 시간(time to learn function), 그리고 도움말 사용 소요시간(time spent using help)의 6 가지가 도출되었다. 정확성과

관련된 작업 수행도는 오조작 횟수(frequency of error), 단위시간당 작업완료 횟수(number of task completed), 시스템 통제 실패 빈도(frequency of losing control), 허용조건 초과 횟수(number of out of tolerance), 명령 실패 반복 횟수(number of failed command repeat), 그리고 도움말 사용 빈도(frequency of request for help)의 6 가지가 도출되었다. 효율성과 관련된 작업수행도는 수행된 입력 수(number of user input requested), 사용자 작업수행시간 대비 전문가 작업수행시간 비율(Ratio of task completion time to error-free time), 작업 실패 대비 성공 비율(Ratio of success to failure), 작업에 필요한 기능 수(number of function learned), 습득된 기능 비율(percent of function learned), 그리고 미사용 명령어 수(number of command not invoked)의 6 가지가 도출되었다. 주관적 평가척도는 선호도(rating)과 선호 순위(ranking)의 2 가지가 도출되었다.

Table 3.4. Graphic user interface 평가척도

Group		Evaluation metrics	Description	
Objective	Human response	Physical	EMG	근전도
			EEG	뇌전도
			ECG	심전도
			ECP	망막 빛 노출 시 뇌전도
			Respiration volume & rate	호흡량 및 비율
			Oxygen consumption rate	산소 소비율
			Heart rate	심박수
			Body temperature	체온
			Body pressure	체압
			Blood flow velocity	혈류 속도
			Blood pressure	혈압
			Skin temperature	피부 온도
		Skin conductance	피부 전도율	
		Psychological	EOG	안전도
			Eyelid activity	눈꺼풀 움직임
			Eye movement	눈동자 움직임
			Pupil diameter	동공 크기
			Critical flicker fusion frequency	점멸 융합 주파수

Group		Evaluation metrics	Description	
Objective	Task performance	Speed	Task completion time	작업 완료 시간
			Time spent in error	오류 복구 시간
			User delay time	사용 지연 시간
			Time to search function	기능 탐색 시간
			Time to learn function	기능 습득 시간
			Time spent using help	도움말 사용 소요시간
		Accuracy	Freq. of error	오조작 횟수
			# of task completed	단위시간당 작업완료 횟수
			Freq. of losing control	시스템 통제 실패 빈도
			# of out of tolerance	허용조건 초과 횟수
			# of failed command repeat	명령 실패 반복 횟수
			Freq. of request for help	도움말 사용 빈도
		Efficiency	# of user input requested	수행된 입력 수
			Ratio of task completion time to error-free time	사용자 작업수행시간 대비 전문가 작업수행시간 비율
			Ratio of success to failure	작업 실패 대비 성공 비율
			# of function used	작업에 필요한 기능 수
			% of function learned	습득된 기능 비율
			# of command not invoked	미사용 명령어 수
Subjective	-	Rating	선호도	
	-	Ranking	선호 순위	

3.2.4. Evaluation Techniques

평가방법은 Table 3.5와 같이 총 19 가지가 도출되었다. 평가방법은 자동적(automatic), 정형적(formal), 비정형적(informal), 그리고 실증적(empirical) 평가방법으로 분류되었다. 자동적 평가방법은 소프트웨어를 활용하여 UI를 자동적으로 평가하는 방법이다. 정형적 평가방법은 사용성 정도 분석에 특화된 모형을 활용하여 평가하는 방법이다. 비정형적 평가방법은 전문가의 경험, 지식에 근거하여 평가하는 방법이다. 마지막으로, 실증적 평가방법은 사용자의 작업 수행에 근거하여 평가하는 방법이다. 자동적 평가방법은 사용흔적법(logging actual use)과 비디오회상법(retrospective videotaping)의 2 가지가 도출되었다. 사용흔적법은 작업 수행을 자동적으로 기록하여 결과를 평가하는 정량적 방법이고, 비디오회상법은 작업 수행을 녹화하여 문제점을 파악하는 정성적 방법이다. 정형적 평가방법은 과업 분석 모형(task analytic model)과 화면 분석 모형(display analytic model)의 2 가지가 도출되었다. 과업 분석 모형은 작업 분석을 통해 설계비용을 최소화하는 방법이고, 화면 분석 모형(display analytic model)은 인터페이스의 화면 배치를 최적화하는 방법이다.

비정형적 평가방법은 인지적 시찰법(cognitive walkthrough), 다원적 시찰법(pluralistic walkthrough), 특징 검사법(feature inspection), 표준 검사법(standards inspection), 일관성 검사법(consistency inspection), 휴리스틱 평가법(heuristic evaluation), 그리고 가이드라인 검토법(guidelines review)의 7 가지가 도출되었다. 인지적 시찰법은 사용자의 작업 수행 문제점과 해결

방안을 예측하기 위한 방법이고, 다원적 시찰법은 사용자, 인간공학 전문가 등이 문제점을 논의하여 평가하는 방법이다. 특징 검사법은 시스템의 특징의 사용자 요구 부합 여부를 평가하는 방법이고, 표준 검사법은 인터페이스의 표준과의 부합 여부를 분석하는 방법이며, 일관성 검사법은 인터페이스의 일관성을 집중 검토하는 방법이다. 휴리스틱 평가법은 사용성 전문가가 평가 대상의 사용성 원칙 준수 여부를 평가하는 방법이고, 가이드라인 검토법은 평가 대상의 설계지침 준수 여부를 평가하는 방법이다. 실증적 평가방법은 발생사고법(thinking aloud protocol), 협력발견법(co-discovery protocol), 맥락조사법(contextual inquiry), 대표작업 평가법(benchmark testing), 인터뷰(interview), 설문 조사(questionnaire), 사용자 시험법(user trials), 그리고 통제 실험법(controlled experiments)의 8 가지가 도출되었다. 발생사고법은 한 명의 사용자가 작업을 수행하면서 자신의 생각을 말로 표현하는 방법이고, 협력발견법은 두 명의 사용자가 작업을 함께 수행하면서 서로의 생각을 말로 표현하는 방법이다. 맥락조사법은 사용자를 방문하여 평가 대상이 사용되는 상황 관찰을 통해 의견, 경험 등을 얻는 방법이고, 대표작업 평가법은 사용자가 대표작업을 수행하여 문제점을 파악하는 방법이다. 인터뷰는 평가 대상에 대한 구조화된 질문을 통해 의견, 경험 등을 얻는 방법이고, 설문 조사는 평가 대상에 대한 질문 목록을 제공하여 평가하는 방법이다. 사용자 시험법은 사용자가 시스템을 직접 사용하여 문제점을 얻는 방법이고, 통제 실험법은 실험환경을 실제와 동일하게 구현하여 평가하는 방법이다.

Table 3.5. Graphic user interface 평가방법

Group	Evaluation technique	Description
Automatic	Logging actual use	작업 수행을 자동적으로 기록하여 결과를 평가하는 정량적 방법
	Retrospective videotaping	작업 수행을 녹화하여 문제점을 파악하는 정성적 방법
Formal	Task analytic model	작업 분석을 통해 설계비용을 최소화하는 방법
	Display analytic model	인터페이스의 화면 배치를 최적화하는 방법
Informal	Cognitive walkthrough	작업 수행 문제점과 해결 방안을 예측하기 위한 방법
	Pluralistic walkthrough	사용자, 인간공학 전문가 등이 문제점을 논의하여 평가하는 방법
	Feature inspection	시스템 특징의 사용자 요구 부합 여부를 평가하는 방법
	Standards inspection	인터페이스의 표준과의 부합 여부를 분석하는 방법
	Consistency inspection	인터페이스의 일관성을 집중 검토하는 방법
	Heuristic evaluation	평가 대상의 사용성 원칙 준수 여부를 평가하는 방법
	Guidelines review	평가 대상의 설계지침 준수 여부를 평가하는 방법
Empirical	Thinking aloud protocol	한 명의 사용자가 작업을 수행하여 자신의 생각을 말로 표현하는 방법
	Co-discovery protocol	두 명의 사용자가 작업을 함께 수행하여 서로의 생각을 말로 표현하는 방법
	Contextual inquiry	사용자를 방문하여 평가 대상이 사용되는 상황 관찰을 통해 의견, 경험 등을 얻는 방법
	Benchmark testing	사용자가 대표작업을 수행하여 문제점을 파악하는 방법
	Interview	평가 대상에 대한 구조화된 질문을 통해 의견, 경험 등을 얻는 방법
	Questionnaire	평가 대상에 대한 질문 목록을 제공하여 평가하는 방법
	User trials	사용자가 시스템을 직접 사용하여 문제점을 얻는 방법
	Controlled experiments	실험환경을 실제와 동일하게 구현하여 평가하는 방법

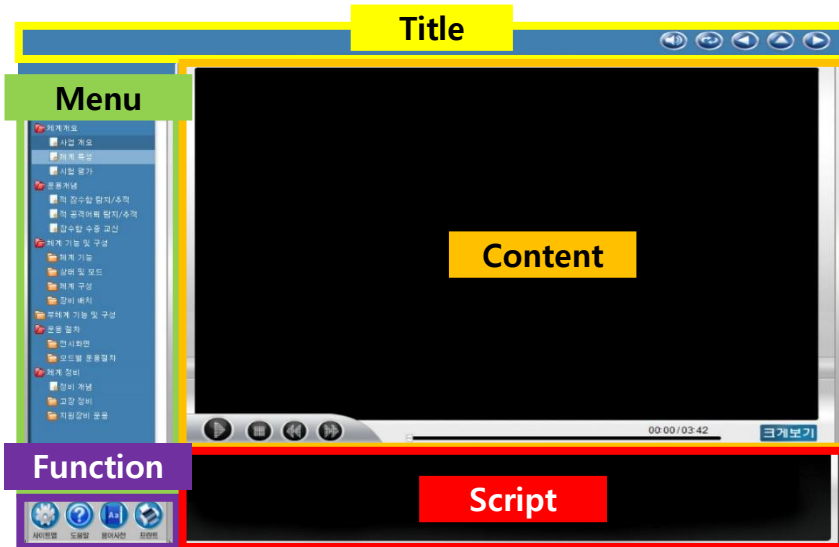
Chapter 4. CBT GUI Usability Evaluation

본 장에서는 수립된 GUI 사용성 평가 체계 요소들(설계요소, 평가기준, 평가척도, 평가방법) 중 CBT GUI 평가에 적용될 수 있는 요소들을 선정하여 사용성 평가, 개선, 그리고 검증에 활용하였다.

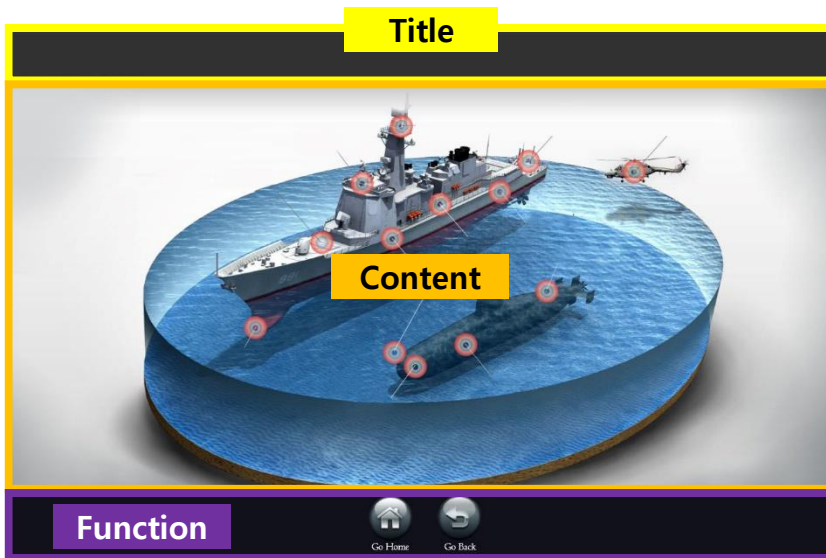
4.1. Usability Evaluation of CBT GUI

4.1.1. Method

군에서 사용되고 있는 hierarchy와 context 유형의 CBT GUI가 평가 대상으로 선정되었다. Hierarchy 유형의 CBT GUI는 Figure 4.1.a와 같이 제목(title), 메뉴(menu), 내용(content), 설명(script), 그리고 기능(function) 영역으로 구성되어 있으며, 이 중 메뉴 영역에는 계층화된 교육내용의 전체 목차가 제시되고 상위 항목을 누르면 하위 항목이 나타나는 펼치기(fold)/접기(unfold) 방식이 적용되어 있다. Context 유형의 CBT GUI는 Figure 4.1.b와 같이 제목, 내용, 그리고 기능 영역으로 구성되어 있으며, 이 중 내용 영역에는 교육내용별 시각화된 요소들(예: 아이콘, 버튼)이 제시되고 특정 요소를 누르면 상세 교육내용 화면으로 전환하는 방식이 적용되어 있다. 본 연구는 CBT GUI간 사용성의 비교 분석을 위하여 공통적으로 평가가 가능한 네 가지 화면(체계개요, 운용개념, 체계 기능 및 구성, 그리고 체계 정비)을 선정하였다.



(a) Hierarchy 유형



(b) Context 유형

Figure 4.1. Computer-based training graphic user interface 평가 대상

본 연구는 수립된 GUI 사용성 평가 체계 요소들(설계요소, 평가기준, 평가척도, 평가방법) 중 CBT GUI 평가에 적용될 수 있는 요소들을 선정하였다. CBT GUI 사용성 평가에 적용될 수 있는 체계 요소들은 인간공학 전문가들의 토의를 통해 선정되었다. 설계요소는 Table 4.1과 같이 도출된 38 가지 중 24 가지가 선정되었으며, 예를 들면 정적 설계요소의 화면 양식 측면에서 화면 구성요소의 형상은 버튼의 곡선 형상 등을, 화면 구성요소의 크기는 배경화면 크기 대비 글자 크기 등을, 화면 구성요소의 색상은 배경색 대비 글자색 등을 나타낸다. 또한, 동적 설계요소의 사용자 입력 측면에서 시스템 활성화 방식은 클릭, 드래그, 스크롤 등을, 시스템 조절 방식은 팝업창 크기 및 위치 조절 등을, 사용자와 시스템간 상호작용 방식은 버튼, 스크롤바, 체크박스 등을 나타낸다. 평가기준은 Table 4.2와 같이 도출된 17 가지 중 10 가지가 선정되었으며, 예를 들면 간결성은 정보 검색 시 메뉴 구조의 복잡한 정도를, 차별성은 레이아웃 영역간이나 클릭 가능/불가능 요소간 명확하게 구분되었는지 정도를 나타낸다. 평가척도는 Table 4.3과 같이 주관적 선호도가 선정되었으며, 평가방법은 Table 4.4와 같이 휴리스틱 평가법이 선정되었다.

Table 4.1. Computer-based training graphic user interface 설계요소

Group		Design component	Description
Static	Style	Shape	화면 구성요소의 형상
		Size	화면 구성요소의 크기
		Color	화면 구성요소의 색상
	Layout	Location	화면 구성요소의 위치
		Spacing	화면 구성요소간 간격
		Alignment	화면 구성요소의 배열
	Structure	Depth	계층적 메뉴 구조의 단계 수
Breadth		동일 단계에서 보여지는 단계 수	
Dynamic	User input	Activation	시스템 활성화 방식
		Navigation	시스템 내 페이지 이동 방식
		Control	시스템 조절 방식
		Dialogue mode	사용자와 시스템간 상호작용 방식
	System output	Temporality	사용자 입력에 대한 시스템 출력의 시간적 요소
		Spatiality	사용자 입력에 대한 시스템 출력의 공간적 요소
		Highlight	특정 정보에 대한 강조 효과
		Contents	정보 내용
	Function	Search	검색
		Help	도움말
		Bookmarking	책갈피
	Media	Text	문자
		Sound	음성
		Image	그림
		Video	동영상
Animation		애니메이션	

Table 4.2. Computer-based training graphic user interface 평가기준

No.	Evaluation criterion	Description
1	Attractiveness	정보 및 인터페이스가 심미적이다
2	Simplicity	정보 및 인터페이스가 간단하다
3	Responsiveness	인터페이스 조작에 대해 신속한 피드백이 제공된다
4	Controllability	인터페이스가 용이하게 조작된다
5	Informativeness	제공된 정보가 의미가 있다
6	Accessibility	시스템 조작을 위한 인터페이스에 용이하게 접근한다
7	Explicitness	제공된 정보가 명확히 표현된다
8	Visibility	제공된 정보가 시각적으로 명확히 인지된다
9	Learnability	정보 및 인터페이스를 쉽게 익힐 수 있다
10	Distinctiveness	제공된 정보가 주변 정보와 구분된다

Table 4.3. Computer-based training graphic user interface 평가척도

Group		Evaluation metrics	Description
Subjective	-	Rating	선호도

Table 4.4. Computer-based training graphic user interface 평가방법

Group	Evaluation technique	Description
Informal	Heuristic evaluation	평가 대상의 사용성 원칙 준수 여부를 평가하는 방법

각 CBT GUI에 대해 전문가를 대상으로 설문지를 사용하여 평가기준별로 정량적, 정성적 사용성 평가 정보가 획득되었고 CBT GUI 유형간 사용성 점수 차이에 대한 통계 분석이 수행되었다. 사용성 평가는 CBT 설계 전문가 9명(남성: 8명, 여성: 1명; 연령: 36.3 ± 8.5세)이 CBT GUI를 실제로 조작해보면서 수행되었다. CBT GUI 유형별 사용성은 7점 척도(1점: 매우 나쁨, 4점: 보통, 7점: 매우 좋음)를 활용하여 평가되었으며, 평가기준별 사용성 문제점과 개선방안이 수집되었다. Figure 4.2는 간결성 평가를 위한 CBT GUI 사용성에 대한 정량적, 정성적 평가 설문지의 예를 보여준다. CBT GUI 유형간 사용성 점수 차이 검정에는 사용성 점수 자료가 정규분포를 따르지 않는 것으로 나타나 유의수준 0.05에서 Wilcoxon signed-rank test가 적용되었다.

평가기준	간결성(simplicity)		제공된 정보 및 인터페이스가 간단하다.											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형						Context 유형							
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														

Figure 4.2. Computer-based training graphic user interface 사용성 평가 설문지의 예

4.1.2. Results

Hierarchy 유형의 CBT GUI는 context 유형에 비해 조작용이성 측면에서 1.6배정도 유의하게 선호되었고, 정보성, 접근용이성, 그리고 시인성 측면에서 1.1배 ~ 1.4배정도 선호되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Figure 4.3). Hierarchy 유형의 조작용이성(5.0 ± 0.9 점)은 context 유형(3.1 ± 1.3 점)보다 1.6배정도 유의하게 높은 것($W[8] = -2.25, p = .024$)으로 나타났다. 한편, hierarchy 유형은 context 유형보다 정보성 측면에서 1.3점(hierarchy: 5.1 ± 0.9 점, context: 3.8 ± 1.6 점), 접근용이성 측면에서 1.4점(4.6 ± 1.3 점, 3.2 ± 1.2 점), 그리고 시인성 측면에서 0.6점(4.9 ± 0.9 점, 4.3 ± 1.7 점)정도 높았다.

Context 유형의 CBT GUI는 hierarchy 유형에 비해 심미성 측면에서 1.8배, 간결성 측면에서 1.3배, 그리고 반응성 측면에서 1.3배정도 유의하게 선호되었고, 명료성과 차별성 측면에서 1.1배 ~ 1.2배정도 선호되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Figure 4.3). Context 유형의 심미성(5.7 ± 0.5 점)은 hierarchy 유형(3.2 ± 1.0 점)보다 1.8배정도 유의하게 높은 것($W[8] = -2.70, p = .007$)으로 나타났다. Context 유형의 간결성(5.9 ± 0.3 점)은 hierarchy 유형(4.6 ± 1.0 점)보다 1.3배정도 유의하게 높은 것($W[8] = -2.46, p = .014$)으로 나타났다. Context 유형의 반응성(5.7 ± 0.5 점)은 hierarchy 유형(4.4 ± 1.0 점)보다 1.3배정도 유의하게 높은 것($W[8] = -2.16, p = .031$)으로 나타났다. 한편, context 유형은 hierarchy 유형보다 명료성 측면에서 0.9점(context: 5.2 ± 0.7 점, hierarchy: 4.3 ± 1.4 점), 차별성 측면에서 0.5점(3.9 ± 1.6 점, 3.4 ± 1.7 점)정도 높았다.

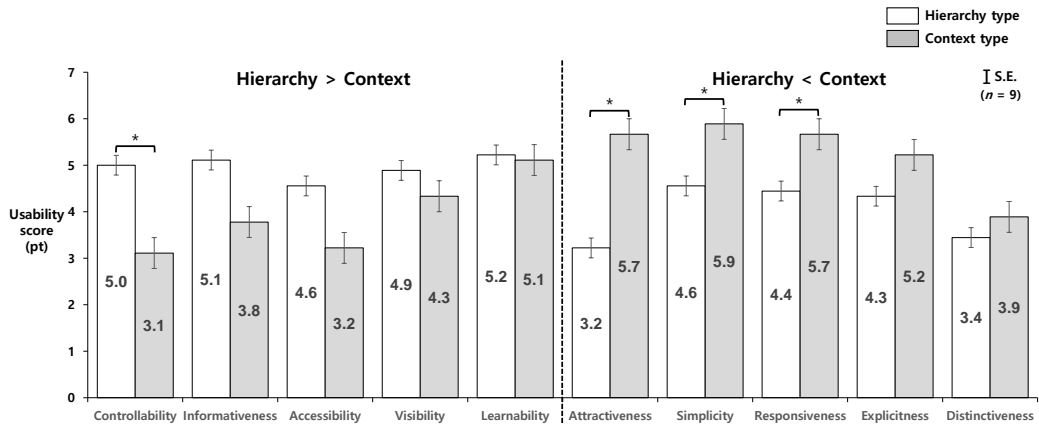


Figure 4.3. Hierarchy와 context 유형의 computer-based training graphic user interface 사용성 비교 결과

4.2. Usability Improvement of CBT GUI

4.2.1. Method

CBT GUI 개선안은 hierarchy와 context 유형에 대한 Table 4.5와 같은 사용성 개선 기능을 반영하여 설계되었다. 본 연구는 CBT GUI에 대한 평가기준별 사용성 문제점을 개선한 신규 유형을 개발하였다. 예를 들어, hierarchy 유형의 간결성 측면에서 메뉴 구조가 복잡하여 정보 검색이 어렵다는 문제점은 전체 메뉴 구조를 한 눈에 볼 수 있는 메뉴 구조 모두 펼치기 기능이 추가됨으로써 개선되었다. Context 유형의 조작용이성 측면에서 동영상 재생배속이나 음량조절이 불가하여 사용이 불편하다는 문제점은 동영상 재생배속 및 음량조절 기능이 추가됨으로써 개선되었다.

Table 4.5. Computer-based training graphic user interface 사용성 개선 기능

No.	Section	Function	Description
1	Title	Breadcrumb trail 제공	현재 학습위치 확인
2		페이지 및 시간정보 제공	학습진행 관련정보 제공
3	Menu	메뉴 모두 펼치기 기능	전체 메뉴 한 눈에 확인
4		학습 완료 메뉴 또는 학습 중 메뉴 표시	학습진행 경과 확인
5		학습 분량 및 학습 현황 정보 제공	학습진행 상황 한 눈에 확인
6		평가문제 출처 link	효과적인 학습내용 복습
7		Search 기능	사용자가 원하는 정보 검색 용이
8		학습평가 및 오답노트 자동생성 기능	학습도 확인 및 오답문제 복습
9	Content	글자와 배경간 color contrast 수정	심미성 향상
10		동영상 화면 상 재생	동영상의 직관적인 재생
11		클릭 가능요소와 불가능요소 구분 표시	주변정보와의 명확한 구분
12		동영상 재생배속 및 음량크기 조절	동영상을 제어 용이
13		동영상 재생 bar thumbnail 구현	동영상 내 원하는 위치의 직관적인 탐색
14	Function	노트 기능	학습내용을 필기 가능
15		Learning map 기능	전체적인 학습 흐름을 확인 가능
16	Script	자막-내레이션 연동 color feedback 제공	내용 이해 도모

4.2.2. Results

본 연구는 도출된 개선 기능을 반영하여 Figure 4.4와 같은 hybrid 유형의 CBT GUI 개선안을 설계하였다. Hybrid 유형은 hierarchy와 context 유형의 선호 특성을 반영하여 개발되었으며, 제목, 메뉴, 내용, 설명, 그리고 기능 영역으로 구성되어 있다(Figure 4.4). 예를 들어, hybrid 유형의 메뉴 영역은 hierarchy 유형의 특징을 반영하여 계층화된 교육내용의 전체 목차가 제시되고, 내용 영역은 context 유형의 특징을 반영하여 교육내용별 시각화된 요소들이 제시되도록 설계되었다.

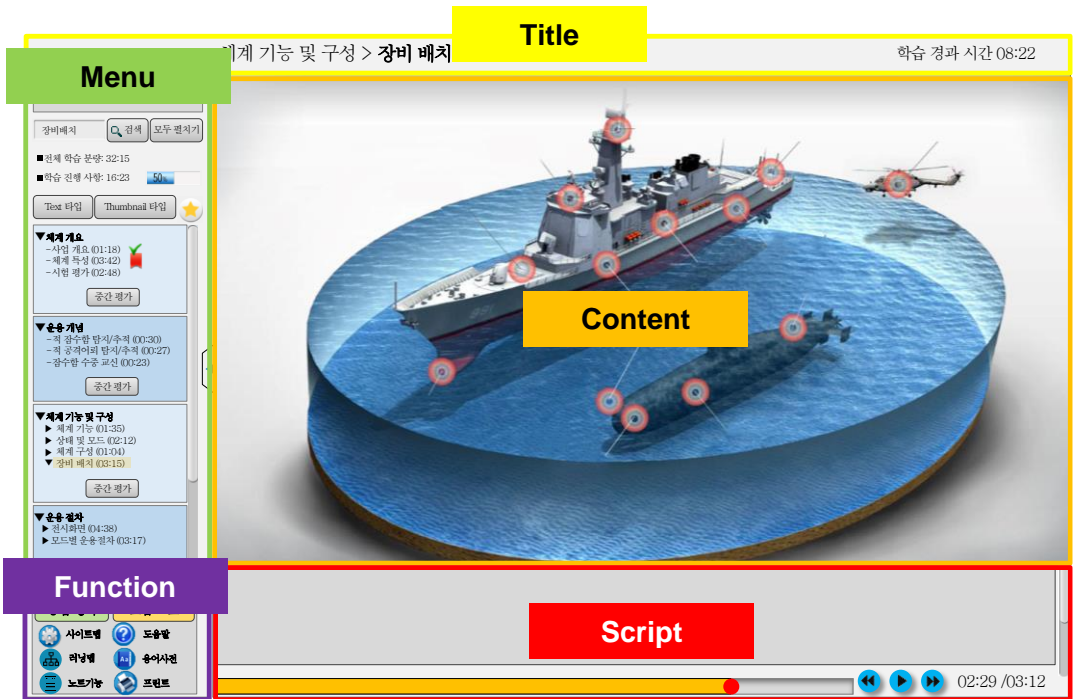


Figure 4.4. Hybrid 유형의 computer-based training graphic user interface 개선안 구성

4.3. Usability Validation of CBT GUI

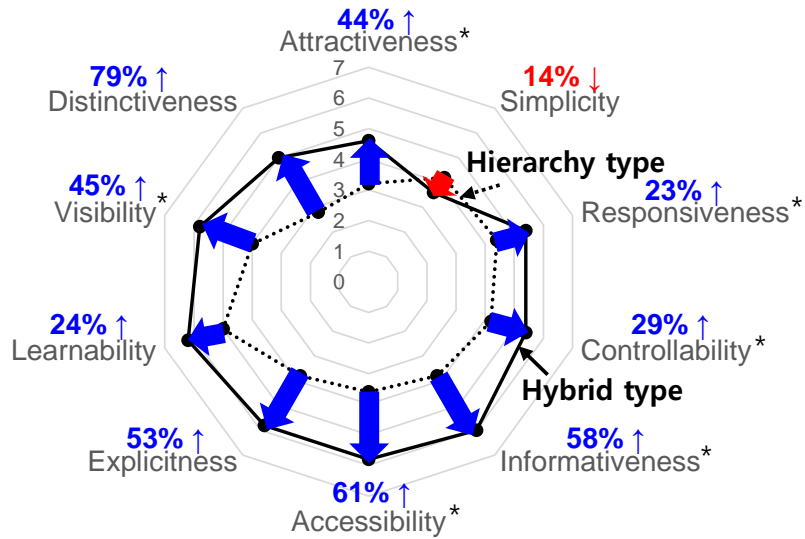
4.3.1. Method

CBT GUI 사용 유경험자를 대상으로 설문지를 사용하여 평가기준별로 hybrid 유형의 사용성 평가 정보가 정량적, 정성적으로 획득되었고 CBT GUI 유형간 사용성 점수 차이에 대한 통계 분석이 수행되었다. 신규 hybrid 유형의 선호 특성 파악을 위하여 hybrid 유형의 사용성이 기존 hierarchy와 context 유형과 상대적으로 평가되었다. Hybrid 유형의 사용성은 CBT GUI 사용 경험이 있는 22명(남성: 19명, 여성: 3명; 연령: 20대 ~ 40대)을 대상으로 10가지 평가기준(Table 4.2 참조)별 7점 척도(1점: 매우 나쁨, 4점: 보통, 7점: 매우 좋음)가 적용되어 평가되었다. CBT GUI 유형간 사용성 점수 차이 검정에는 사용성 점수 자료가 정규분포를 따르는 것으로 나타나 유의수준 0.05에서 paired t-test가 적용되었다.

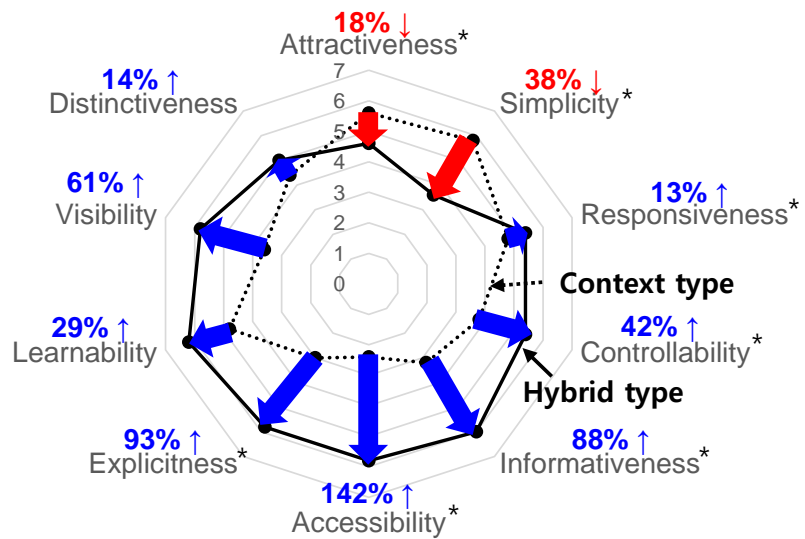
4.3.2. Results

개선효과 검증 결과, hybrid 유형은 Figure 4.5와 같이 간결성과 심미성을 제외한 8 가지 측면에서 전반적인 향상을 보였으며, 특히 접근용이성과 정보성 측면에서 50% 이상 개선된 것으로 나타났다. Hybrid 유형의 간결성(4.1 ± 1.3점)은 context 유형(6.0 ± 0.9점)보다 38%정도 유의하게 저하된 것($t[21]=4.99$, $p < .001$)으로 나타났다. Hybrid 유형의 심미성(4.4 ± 1.1점)은 context 유형(5.9 ±

0.9점)보다 18%정도 유의하게 저하된 것($t[21]=5.41, p<.001$)으로 나타났다. 반면, hybrid 유형의 접근용이성(5.9 ± 0.6 점)은 hierarchy 유형(4.9 ± 1.1 점)보다 61%정도 유의하게 향상된 것($t[21] = -4.22, p < .001$)으로 나타났다. Hybrid 유형의 접근용이성(5.9 ± 0.6 점)은 context 유형(3.6 ± 1.4 점)보다 142%정도 유의하게 향상된 것($t[21] = -6.52, p < .001$)으로 나타났다. Hybrid 유형의 정보성(5.5 ± 1.0 점)은 hierarchy 유형(5.0 ± 1.1 점)보다 58%정도 유의하게 향상된 것($t[21] = -2.08, p = .05$)으로 나타났다. Hybrid 유형의 정보성(5.5 ± 1.0 점)은 context 유형(4.5 ± 1.2 점)보다 88%정도 유의하게 향상된 것($t[21] = -3.32, p = .003$)으로 나타났다.



(a) Hierarchy vs. hybrid



(b) Context vs. hybrid

Figure 4.5. Hybrid 유형의 computer-based training graphic user interface 개선효과 검증 결과

Chapter 5. Discussion

본 연구는 체계적인 GUI 사용성 평가를 위하여 GUI 사용성 평가 체계를 수립하였다. 본 연구는 문헌 조사, 체계 분류, 그리고 체계 통합의 3 단계 절차를 통하여 설계요소, 평가기준, 평가척도, 그리고 평가방법을 고려한 포괄적인 GUI 사용성 평가 체계를 수립하였다. 기존 GUI 사용성 평가 체계 연구들(Abran et al., 2003; Nielsen, 1993; Seffah et al., 2006; Wixon et al., 1994)은 주로 특정 평가 요소(예: 평가기준, 평가척도)에 대해서만 고려하여 사용성 평가 체계를 수립하였다. 본 연구의 GUI 사용성 평가 체계는 GUI 사용성 평가 절차를 체계화하고 GUI별로 특화된 평가 요소들을 용이하게 선정하는데 활용될 수 있다.

본 연구는 CBT GUI의 선호 특성을 파악하기 위하여 상이한 유형간의 사용성을 비교 평가하였다. 본 연구는 hierarchy와 context 유형의 CBT GUI를 대상으로 사용성의 체계적인 비교를 통하여 평가기준별 선호 특성을 파악하였다. 기존 공정 제어실 GUI 연구들(Carvalho et al., 2008; Han et al., 2007; Letsu-Dake and Ntuen, 2010)은 특정(예: hierarchy) 유형에 대해서만 사용성 평가를 수행해왔다. 본 연구의 GUI 유형별 사용성 비교 평가 방법은 GUI 유형별 사용성을 효과적이고 체계적으로 파악하는데 도움을 줄 수 있다.

Hierarchy 유형은 context 유형에 비해 조작용이성 측면에서 1.6배, context 유형은 hierarchy 유형에 비해 심미성, 간결성, 그리고 반응성 측면에서 1.8배, 1.3배, 그리고 1.3배정도 유의하게 선호되는 것으로 파악되었다. Hierarchy

유형은 context 유형보다 조작용이성이 유의하게 선호되는 것으로 나타났는데, 이는 hierarchy 유형이 계층화된 메뉴를 통해 전체 정보의 흐름을 파악하면서 체계적인 학습이 가능하고 화면 전환이 용이하기 때문인 것으로 추정된다. Context 유형은 hierarchy 유형보다 심미성, 간결성, 그리고 반응성이 유의하게 선호되는 것으로 나타났는데, 이는 context 유형이 필요한 정보를 직관적으로 획득 가능하고 사용자 입력에 대한 피드백(예: 확인, 경고)이 신속하게 제공되기 때문인 것으로 추정된다. 본 연구에서 파악된 CBT GUI 유형별 선호 특성은 CBT 사용분야(예: 군, 병원)별 교육내용의 특성을 고려한 CBT GUI 설계 시 참고될 수 있다.

Hierarchy와 context 유형 각각의 선호 특성을 반영하여 개발된 hybrid 유형은 사용성에 대해 전반적인 개선 효과를 보였으며, 특히 접근용이성과 정보성 측면이 50% 이상 개선된 것으로 파악되었다. 본 연구의 hybrid 유형은 평가기준별로 hierarchy 유형과 context 유형에 대한 사용성 문제점을 개선하는 방식으로 설계되었다. Hybrid 유형은 hierarchy 유형과 context 유형 대비 접근용이성과 정보성이 공통적으로 1.5배 이상 우수한 것으로 나타났는데, 이는 hybrid 유형이 필요한 정보에 대해 신속하게 접근이 가능한 특성과 더불어 전체 정보의 흐름을 파악하면서 체계적인 학습이 용이하기 때문인 것으로 추정된다. 따라서, 학습의 체계성과 효율성이 종합적으로 고려된 hybrid 유형의 CBT GUI는 학습효과 및 사용성 향상에 기여할 수 있다.

본 연구는 제한된 평가자의 수와 CBT GUI 유형에 대해 사용성 평가를

수행하였다는 한계가 있고, 추후 수립된 GUI 사용성 평가 체계를 다양한 GUI 사용성 평가에 적용할 필요가 있다. 본 연구는 CBT 설계 전문가 9명이 평가를 수행하였으나, 실제 CBT 사용자를 포함하여 보다 많은 인원에 대한 평가가 요구된다. 한편, Potelle and Rouet (2003)는 CBT GUI를 교육내용의 제시 순서 및 방법에 따라 sequence, hierarchy, 그리고 context 유형으로 분류하였다. 추후 sequence 유형의 CBT GUI 선호 특성도 파악된다면 hierarchy와 context 유형의 선호 특성과 더불어 CBT GUI 설계 시 활용될 수 있다. 본 연구에서는 수립된 GUI 사용성 평가 체계를 CBT GUI의 사용성 평가에만 적용하였으나, GUI 사용성 평가 체계의 효용성 검증을 위해 보다 다양한 GUI(예: console)의 사용성 평가에 적용할 필요가 있다.

REFERENCES

- Abran, A., Khelifi, A., Suryan, W., and Seffah, A. (2003). Consolidating the ISO usability models. In *Proceedings of the 2003 International Software Quality Management Conference*, 23–25.
- An, J.W. (2001). A study on strategy of web identity through the development of web style guidelines template. Unpublished Master's thesis. Ewha Womans University.
- Carvalho, P.V.R., Santos, I.L., Gomes, J.O., Borges, M.R.S., and Guerlain, S. (2008). Human factors approach for evaluation and redesign of human-system interfaces of a nuclear power plant simulator. *Displays*, 29, 273–284.
- Chambers, J.K., and Frisby, A.J. (1997). Computer-based learning for ESRD patient education: Current status and future directions. *Advances in Renal Replacement Therapy*, 2(3), 234–245.
- Choi, W.S. (2013). A study on overseas and domestic online fashion shopping mall based on web usability and graphical user interface (GUI) design. Unpublished Master's thesis. Kookmin University.
- Chun, B.B. (2008). Studies of efficient web interface design based on Gestalt's Law of visual perception. Unpublished Master's thesis. Ewha Womans University.
- Cwilewicz, R., Tomczak, L., and Pudlowski, Z.J. (2003). The development and application of computer-based training programs in maritime engineering education. *Global Journal of Engineering Education*, 7(2), 209–218.
- Ha, C.H., and Kim, H.S. (1997). A development of rule-based computer based training system for the NBC. In *Proceedings of the 1997 Koeran Institute of Information Scientists and Engineers conference*, 313–316.
- Han, S.H., Yang, H.C., and Im, D.G. (2007). Designing a human-computer interface for a process control room: A case of a steel manufacturing company. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, 383–393.
- Harding, B. (1989). Windows & icons & mice, oh my! The changing face of

- computing. In *Proceedings of the 19th Annual Frontiers in Education conference*, 337-342.
- Hwang, J.S., Jang, K.S., Mun, D.H., and Han, S.H. (2006). Utilization of CAD and VR technologies for supporting CBT. In *Proceedings of the 2006 Society of CAD/CAM Engineers conference*, 309-315.
- ISO (1998). ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals – Part 11: Guidance on usability.
- ISO (2001). ISO/IEC 9126-1: Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model.
- Jang, D.Y., and Byun, S.N. (2004). Approach of methodology for an improving displays of computerized procedure system and development of procedure writer's guidelines in the nuclear power plant. In *Proceedings of the 2004 Korean Institute of Industrial Engineers conference*, 765-772.
- Jung, Y.S. (2013). A study on the usability evaluation criteria of mobile navigation using AHP approach. Unpublished Master's thesis. Hansung University.
- Kim, D.H., Kim, T.I., Lim, Y.J., Choe, J.H., and Jung, E.S. (2010). A study on the layout of application icon for smart phone. In *Proceedings of the 2010 Ergonomics Society of Korea conference*, 174-179.
- Kim, J.H., and Byun, S.N. (2009). A study of design improvement on the alarm display for Go-ri 2. In *Proceedings of the 2009 Korean Institute of Industrial Engineers conference*, 288-294.
- Kwahk, J.Y. (1999). A methodology for evaluating the usability of audiovisual consumer electronic products. Unpublished Ph.D. dissertation. Pohang University of Science and Technology.
- Lancaster, D., and Willis M.A. (1994). Computer-assisted instruction (CAI): A time-svaing, individualized teaching methodology. *American Journal of Infection Control*, 22(3), 179-181.
- Lee, J.H. (2001). A Study on web design style guide for the improvement of usability. Unpublished Master's thesis. Dongduk Womans University.
- Lee, J.H., and Lee, E.B. (2005). A study on the development of academic library web style guide. *Journal of the Korean Society for Information Management*,

- 22(2), 103-124.
- Lee, K.H. (2012). Analysis and study on developmental examinations into GUI design of South Korean Social Network Services (SNS): Based on SNS case analysis of 'FACEBOOK' and 'CYWORD'. Unpublished Master's thesis. Kyunghee University.
- Lee, W.W., and Owens, D.L. (2004). *Multimedia-based instructional design*. San Francisco: Pfeiffer.
- Letsu-Dake, E., and Ntuen, C. (2010). A case study of experimental evaluation of adaptive interfaces. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40, 34-40.
- Lim, D.K., Han, S.H., Yang, H.C., and Kim, J.S. (2002). Ergonomic screen design of control room in steel manufacturing process. In *Proceedings of the 2002 Ergonomics Society of Korea conference*, 143-146.
- Ma, J.Y. (2009). A study on the satisfaction for visual factors of the buttons in the Kiosk interface design. Unpublished Master's thesis. Ewha Womans University.
- Mulligan, R., and Wood, G. (1993). A controlled evaluation of computer-assisted training simulations in geriatric dentistry. *Journal of Dental Education*, 57(1), 16-24.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Diego: Academic press.
- Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. In *proceedings of the 1994 CHI conference*, 413-414.
- Oh, S.H. (2013). A comparison of usability evaluation methods: A case study on a camera application for visually impaired people. Unpublished Master's thesis. Pohang University of Science and Technology.
- Park, J.H., Han, S.H., Park, J.H., Park, W.G., Kim, H.K., and Hong, S.W. (2012). Comparison of Usability Evaluation Methods for Mobile Application. In *Proceedings of the 2012 Ergonomics Society of Korea conference*, 25-26.
- Park, S.G. (1997). The embodiment of a CBT system for the military training & education: Focus on the development of courseware. Unpublished Master's thesis. Taegu University.

- Park, W.K., Han, S.H., Kang, S.J., Park, Y.S., and Chun, J.M. (2011). A factor combination approach to developing style guides for mobile phone user interface. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41, 536-545.
- Perciful, E.G., and Nester, P.A. (1996). The effect of an innovative clinical teaching method on nursing students' knowledge and critical thinking skills. *Journal of Nursing Education*, 35(1), 23-28.
- Potelle, H., and Rouet, J. (2003). Effects of content representation and readers' prior knowledge on the comprehension of hypertext. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 327-345.
- Ryu, T.B., Kwon, O.C., Kim, J.S., Yang, H.C., Lim, S.H., Lim, J.H., and Chung, M.K. (2001). Developing a taxonomy of web design guidelines. In *Proceedings of the 2001 HCI conference*, 65-69.
- Seffah, A., Donyaee, M., Kline, R.B., and Padda, H.K. (2006). Usability measurement and metrics: A consolidated model. *Software Quality Journal*, 14(2), 159-178.
- Shim, J.H., Lee, K.S., Yoo, K.H., Kim, U.Y., and Kim, J.J. (2006). A study on the development of on screen display interface design for digital convergence TV user. In *Proceedings of the 2006 HCI conference*, 1409-1413.
- Sohn, E.M. (2002). A study on interface design for improving effective interaction. Unpublished Master's thesis. Yonsei University.
- Song, S.J. (2011). A study of GUI design about button's size and location on the mobile web. Unpublished Master's thesis. Dongseo University.
- Wee, Y.J. (1995). A study of graphics user interface design on screen. Unpublished Master's thesis. Ewha Womans University.
- Wixon, D., Jones, S., Tse, L., and Casaday, G. (1994). Inspections and design reviews: Framework, history, and reflection. In: Nielsen and R. L. Mack (Eds.), *Usability Inspection Methods*, John Wiley and Sons, New York.
- Yang, K.H. (2012). A study on UI design guideline considering elderly users: Focusing on car navigation device. Unpublished Master's thesis. Kyungsung University.



APPENDICES

부록 A. CBT GUI 사용성 평가 설문지

Computer Based Training (CBT)
GUI 사용성 평가지

포항공과대학교
산업경영공학과
인간공학 설계기술 연구실

I. 설계요소

Group	Design components	Description	
Static	Style (4)	Shape	화면 구성요소의 형상 (예: 버튼의 곡선 형상)
		Size	화면 구성요소의 크기 (예: 배경화면 크기 대비 글자 크기)
		Color	화면 구성요소의 색상 (예: 배경색 대비 글자 색)
	Layout (6)	Location	화면 구성요소의 위치 (예: 메뉴 위치)
		Spacing	화면 구성요소간 간격 (예: 페이지 전환 버튼간 간격)
		Alignment	화면 구성요소의 배열 (예: 버튼간 상하좌우 위치 정렬)
Structure (2)	Depth	계층적 메뉴 구조의 단계 수 (예: 4, )	
	Breadth	동일 단계에서 보여지는 메뉴 수 (예: 3, )	
Dynamic	User input (4)	Activation	시스템 활성화 방식 (예: 클릭, 드래그, 스크롤)
		Navigation	시스템 내 page 이동 방식 (예: sequence, hierarchy, context)
		Control	시스템 조절 방식 (예: 크기 및 위치 조절)
		Dialogue mode	사용자-시스템 interaction mode (예: box, bar, button, slider)
	System output (7)	Temporality	사용자 입력에 대한 시스템 output의 시간적 요소 (예: 시각정보 대비 음성정보 delay)
		Spatiality	사용자 입력에 대한 시스템 output의 공간적 요소 (예: popup 창 활성화 위치)
		Highlight	특정 정보에 대한 강조 효과 (예: 버튼 위에 마우스 위치 시 color로 강조)
		Contents	정보 내용
	Function (5)	Search	검색
		Shortcut	단축키
		Help	도움말
		Print	인쇄
		Bookmarking	책갈피
	Media (5)	Text	문자
		Sound	음성
Image		그림	
Video		동영상	
Animation		애니메이션	

II. 평가기준

No.	Evaluation criteria	Description
1	Attractiveness	제공된 정보 및 인터페이스가 심미적이다
2	Simplicity	제공된 정보 및 인터페이스가 간단하다
3	Responsiveness	인터페이스 조작에 대해 신속한 feedback 이 제공된다
4	Controllability	인터페이스가 용이하게 조작된다
5	Informativeness	제공된 정보가 의미가 있다
6	Accessibility	시스템 조작을 위한 인터페이스에 용이하게 접근한다
7	Explicitness	제공된 정보가 명확히 표현된다
8	Visibility	제공된 정보가 시각적으로 명확히 인지된다
9	Learnability	정보 및 인터페이스를 쉽게 익힐 수 있다
10	Distinctiveness	제공된 정보가 주변 정보와 명확히 구분된다

III. GUI 사용성 평가

평가 기준	Attractiveness		제공된 정보 및 인터페이스가 심미적이다													
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형								
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음		
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦		
사용성 문제점																
개선 방안																

평가 기준	Simplicity		제공된 정보 및 인터페이스가 간단하다													
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형								
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음		
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦		
사용성 문제점																
개선 방안																

㉔

평가 기준	Responsiveness		인터페이스 조작에 대해 신속한 feedback 이 제공된다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형						
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														

평가 기준	Controllability		인터페이스가 용이하게 조작된다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형						
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														

평가 기준	Informativeness		제공된 정보가 의미가 있다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형						Context 유형							
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														

평가 기준	Accessibility		시스템 조작을 위한 인터페이스에 용이하게 접근한다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형						Context 유형							
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														

㉔


평가 기준	Explicitness		제공된 정보가 명확히 표현된다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형						
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														


평가 기준	Visibility		제공된 정보가 시각적으로 명확히 인지된다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형						
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														

평가 기준	Learnability		정보 및 인터페이스를 쉽게 익힐 수 있다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형						
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														


평가 기준	Distinctiveness		제공된 정보가 주변 정보와 명확히 구분된다											
CBT GUI 유형	Hierarchy 유형							Context 유형						
사용성 평가	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음	매우 나쁨	대체로 나쁨	약간 나쁨	보통	약간 좋음	대체로 좋음	매우 좋음
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
사용성 문제점														
개선 방안														

부록 B. Hierarchy와 Context 유형의 CBT GUI 사용성 비교 평가 결과


평가 기준	Controllability	인터페이스가 용이하게 조작된다.																						
CBT type	Hierarchy 유형 										Context 유형													
사용성 평가 결과	Score										M	SD	Score										M	SD
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S1			S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9				
선호/비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> 동영상 및 내레이션 제어 가능 (hierarchy 유형) 동영상 및 내레이션 제어 불가 (context 유형) 																							
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 동영상 재생 바에 마우스 위치 시 해당 위치의 thumbnails 시현 동영상 활성화 크기 및 위치, 동영상 재생 배속 및 음량을 조절할 수 있는 기능 추가 																							


평가 기준	Informativeness	제공된 정보가 의미가 있다.																						
CBT type	Hierarchy 유형 										Context 유형													
사용성 평가 결과	Score										M	SD	Score										M	SD
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S1			S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9				
선호/비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> 책의 개념으로 내용의 흐름 파악 용이 (hierarchy 유형) 공간의 개념으로 장비의 위치 파악 용이 (context 유형) 																							
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 체크 표시, highlight 등을 통해 학습 완료 또는 학습 중 메뉴 표시 학습 분량 또는 학습 현황 정보 제공 총 페이지 및 시간 정보 제공 																							

평가 기준	Accessibility	시스템 조작을 위한 인터페이스에 용이하게 접근한다.																						
CBT type	Hierarchy 유형 										Context 유형													
사용성 평가 결과	Score										M	SD	Score										M	SD
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S1			S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9				
선호/비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> Site map 기능을 활용하여 원하는 정보에 접근 용이 (hierarchy 유형) Site map 기능 없음 (context 유형) 																							
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 사용자가 원하는 정보를 쉽게 찾을 수 있도록 검색 기능 추가 문제와 관련된 본문 내용에 대한 접근이 용이하도록 평가 문제에 대한 출처를 link로 제공 																							


평가 기준	Visibility	제공된 정보가 시각적으로 명확히 인지된다.																						
CBT type	Hierarchy 유형 										Context 유형													
사용성 평가 결과	Score										M	SD	Score										M	SD
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S1			S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9				
선호/비선호 사유	<ul style="list-style-type: none"> 메뉴 선택 시 highlight 기능 제공 (hierarchy 유형, context 유형) 																							
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 사용자의 현재 학습 위치 확인 가능하도록 breadcrumb trail 제공 																							

평가 기준	Learnability	정보 및 인터페이스를 쉽게 익힐 수 있다.																				
CBT type	Hierarchy 유형											Context 유형 										
사용성 평가 결과	Score											Score										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD
결과	6	6	3	6	4	5	6	5	6	5.2	1.1	6	6	5	6	4	5	4	6	4	5.1	0.9
선호/ 비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> 체계적인 학습 용이 (hierarchy 유형) 선택적인 학습 용이 (context 유형) 																					
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 학습내용의 숙지상태를 확인할 수 있는 학습평가 기능 추가 사용자가 오답을 선택한 문제들에 대한 복습이 용이하도록 오답 노트 자동 생성 기능 추가 학습내용을 필기 가능하도록 노트 기능 제공 전체적인 학습 흐름을 확인 가능하도록 learning map 기능 제공 																					

평가 기준	Attractiveness	제공된 정보 및 인터페이스가 심미적이다.																				
CBT type	Hierarchy 유형											Context 유형 										
사용성 평가 결과	Score											Score										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD
결과	4	2	2	3	2	4	4	4	4	3.2	1.0	6	6	5	6	5	6	6	5	6	5.7	0.5
선호/ 비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> 단일 색상(blue 계열) 사용 및 text 위주로 구성되어 지루함 (hierarchy 유형) 다양한 색상 사용 및 graphic 위주로 구성하여 흥미 유발 (context 유형) 																					
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 글자와 배경 간 color contrast 수정 																					

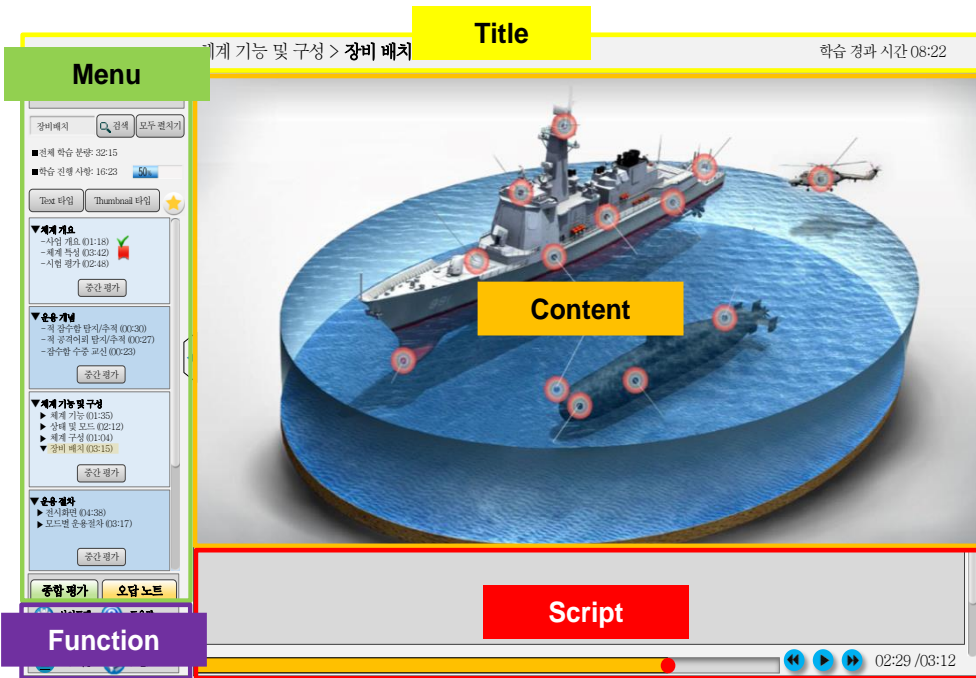
평가 기준	Simplicity	제공된 정보 및 인터페이스가 간단하다.																				
CBT type	Hierarchy 유형											Context 유형 										
사용성 평가 결과	Score											Score										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD
결과	6	5	3	4	6	4	5	4	4	4.6	1.0	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5.9	0.3
선호/ 비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> 메뉴 구조의 단계 수가 많아 정보 검색 어려움 (hierarchy 유형) 메뉴 구조의 단계 수가 적어 조작 용이 (context 유형) 																					
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 전체 메뉴를 한 눈에 볼 수 있도록 모두 펼치기 기능을 추가 																					

평가 기준	Responsiveness	인터페이스 조작에 대해 신속한 feedback이 제공된다.																				
CBT type	Hierarchy 유형											Context 유형 										
사용성 평가 결과	Score											Score										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD
결과	3	3	5	5	4	4	5	6	5	4.4	1.0	6	6	6	6	5	6	6	5	5	5.7	0.5
선호/ 비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> 아이콘에 마우스 위치 시 tool tip을 신속하게 제공 (hierarchy 유형) 사용자 입력에 대해 sound feedback을 신속하게 제공 (context 유형) 																					
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 동영상 화면 내 영역에서 클릭 시 재생될 수 있도록 기능 구현 																					

평가 기준	Explicitness	제공된 정보가 명확히 표현된다.																				
CBT type	Hierarchy 유형											Context 유형 										
사용성 평가 결과	Score											Score										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD
	4	3	2	3	5	5	5	6	6	4.3	1.4	5	6	5	6	5	6	4	5	5	5.2	0.7
선호/ 비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> 동영상 재생 시 자막을 제공하여 내용 이해 도모 (hierarchy 유형) Graphic 구성요소를 활용하여 내용 이해 도모 (context 유형) 																					
개선 방안	• 내용 이해 도모를 위해 자막과 내레이션을 연동하여 color feedback 제공																					

평가 기준	Distinctiveness	제공된 정보가 주변 정보와 명확히 구분된다.																				
CBT type	Hierarchy 유형											Context 유형 										
사용성 평가 결과	Score											Score										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	M	SD
	3	2	2	1	3	4	4	6	6	3.4	1.7	4	2	5	1	4	5	6	3	5	3.9	1.6
선호/ 비선호 사유	<ol style="list-style-type: none"> Menu와 contents 영역 나누어 명확히 구분 (hierarchy 유형) 동영상 재생 시 동영상 활성화 배경화면을 음영 처리하여 차별화 (context 유형) 																					
개선 방안	• 클릭 가능한 요소와 불가능한 요소 구분 표시																					

부록 C. Hybrid 유형의 CBT GUI 개선안



체계 기능 및 구성 > 장비 배치 (1/9) 학습 경과 시간 08:22

학습 메뉴

장비배치 검색

■ 전체 학습 분량: 32:15
■ 학습 진행 사항: 16:23 50%

Text 타입

▼ 체계 개요
- 사설 개요 (01:18)
- 체계 특성 (03:42)
- 시험 평가 (02:48)

▼ 운용 개념
- 적 공수함 탐지/추적 (00:30)
- 적 공격여파 탐지/추적 (00:27)
- 잠수함 수중 교신 (00:23)

▼ 체계 기능 및 구성
▶ 체계 기능 (01:35)
▶ 상태 및 모드 (02:12)
▶ 체계 구성 (01:04)
▼ 장비 배치 (03:15)

▼ 운용 절차
▶ 전시위협 (04:38)
▶ 모드별 운용절차 (03:17)

사이트맵 도움말
타입별 용이사전
노브기능 프린트

Informativeness

- 학습진행 경과를 확인 가능하도록 학습 완료 메뉴 또는 학습 중 메뉴 표시

Learnability

- 학습내용의 숙지상태를 확인할 수 있는 학습평가 기능 추가
- 사용자가 오답을 선택한 문제들에 대한 복습이 용이하도록 오답 노트 자동 생성 기능 추가

중간 평가

장비별 체계 기능에 대한 설명 중 옳지 않은 것

- ① 운용자문술은 체계 운용제어 역할을 수행하며, 능동 및 수동표적의 탐지/추적/식별 결과를 전신한다.
- ② 자료처리케비닛은 제어 명령에 따라 송신신호를 생성하고 중폭하여 백열센서에 공급한다.
- ③ 백열센서조립체는 송신시 전기적 신호를 유행신호로 변환하여 송신신호를 생성하고, 수신시 유행신호를 수신하여 전기적 신호로 변환한다.
- ④ 표적시뮬레이터는 오의훈련을 위한 신호생성 기능을 수행한다.

※ 본문 출처: 체계 기능 및 구성 > 체계 구성 > 장비별 체계 기능

Accessibility

- 문제와 관련된 본문 내용에 대한 접근이 용이하도록 평가 문제에 대한 출처를 link로 제공

체계 기능 및 구성 > 장비 배치 (1/9) 학습 경과 시간 08:22

학습 메뉴

장비배치 검색

■ 전체 학습 분량: 32:15
■ 학습 진행 사항: 16:23 50%

Text 타입

▼ 체계 개요
- 사설 개요 (01:18)
- 체계 특성 (03:42)
- 시험 평가 (02:48)

▼ 운용 개념
- 적 공수함 탐지/추적 (00:30)
- 적 공격여파 탐지/추적 (00:27)
- 잠수함 수중 교신 (00:23)

▼ 체계 기능 및 구성
▶ 체계 기능 (01:35)
▶ 상태 및 모드 (02:12)
▶ 체계 구성 (01:04)
▼ 장비 배치 (03:15)

▼ 운용 절차
▶ 전시위협 (04:38)
▶ 모드별 운용절차 (03:17)

사이트맵 도움말
타입별 용이사전
노브기능 프린트

Accessibility

- 사용자가 원하는 정보를 쉽게 찾을 수 있는 검색 기능 추가

Simplicity

- 메뉴 구조를 한번에 펼칠 수 있는 "모두 펼치기" 버튼 추가

Informativeness

- 학습 분량 및 학습 현황 정보 제공

체계 기능 및 구성 > 장비 배치 (1/9) 학습 경과 시간 08:22

학습 메뉴

장비배치 검색

■ 전체 학습 분량: 32:15
■ 학습 진행 사항: 16:23 50%

Text 타입 Thumbnail 타입

▼ 체계 개요
- 상급 개요 (01:18)
- 체계 특징 (03:42)
- 시험 평가 (02:48)

중간 평가

▼ 운용 개념
- 적 탐출 및 탐지 (01:30)
- 적 공격의 탐지/추적 (00:27)
- 잠수함 수중 교란

중간 평가

▼ 체계 기능 및 구성
▶ 체계 기능 (01:35)
▶ 상태 및 모드 (02:12)
▶ 체계 구성 (01:04)
▶ 장비 배치 (03:15)

중간 평가

▼ 운용 절차
▶ 전시화면 (04:38)
▶ 모드별 운용절차 (03:17)

중간 평가

종합 평가

사이트맵 도움말
타입별 용이사전
노브기능 프로필

Responsiveness

- 동영상 화면 내 영역에서 클릭하면 재생될 수 있도록 기능 구현

Controllability

- 동영상 재생 bar에 thumbnail 구현

Controllability

- 동영상 재생 배속 및 음량 크기 조절 기능 추가

체계 기능 및 구성 > 장비 배치 (1/9) 학습 경과 시간 08:22

학습 메뉴

장비배치 검색

■ 전체 학습 분량: 32:15
■ 학습 진행 사항: 16:23 50%

Text 타입 Thumbnail 타입

▼ 체계 개요
- 상급 개요 (01:18)
- 체계 특징 (03:42)
- 시험 평가 (02:48)

중간 평가

▼ 운용 개념
- 적 탐출 및 탐지 (01:30)
- 적 공격의 탐지/추적 (00:27)
- 잠수함 수중 교란

중간 평가

▼ 체계 기능 및 구성
▶ 체계 기능 (01:35)
▶ 상태 및 모드 (02:12)
▶ 체계 구성 (01:04)
▶ 장비 배치 (03:15)

중간 평가

▼ 운용 절차
▶ 전시화면 (04:38)
▶ 모드별 운용절차 (03:17)

중간 평가

종합 평가

오답 노트

사이트맵 도움말
타입별 용이사전
노브기능 프로필

Distinctiveness

- 클릭 가능요소와 불가능 요소 구분 표시

Attractiveness

- 글자와 배경 간 color contrast 수정

Combat system

체계 기능 및 구성 > 장비 배치 (1/9) 학습 경과 시간 08:22

학습 메뉴

장비배치 검색

▼ 체계 기능 및 구성

- 체계 기능 (01:35)
- 상세 및 모드 (02:12)
- 체계 구성 (01:04)
- 장비 배치 (03:15)

▼ 운용 절차

- 전시화면 (04:38)
- 모드별 운용절차 (03:17)

종합 평가

- 시이트림
- 타닝벨
- 노브기능

Learnability

- 학습내용을 필기 가능하도록 노트 기능 제공

Learnability

- 전체적인 학습 흐름을 확인 가능하도록 learning map 기능 제공

Learning Map

Operation Concept

ADAR (Echo, Data, Primary) → Data Fusion System (Tracking & Learning) → Report to the Learning User

Passive Line Search, Active Search, Active Radar → Data Fusion System (Tracking & Learning) → Classification Report → Classification System

• Handles the target data for analysis and evaluation classification

• After-Action Report of the full sensor targets, reports, and classification results to the operator after

02:29 / 03:12

체계 기능 및 구성 > 장비 배치 (1/9) 학습 경과 시간 08:22

학습 메뉴

장비배치 검색

■ 전체 학습 분량: 32:15

■ 학습 진행 사항: 16:23

▼ 체계 개요

- 상단 개요 (01:18)
- 체계 구성 (03:42)
- 시험 평가 (02:48)

▼ 운용개념

- 각 운용할 탐지/추적 (03:30)
- 각 공격여파 탐지/추적 (00:27)
- 잠수함 수중 교신 (03:23)

▼ 체계 기능 및 구성

- 체계 기능 (01:35)
- 상세 및 모드 (02:12)
- 체계 구성 (01:04)
- 장비 배치 (03:15)

▼ 운용 절차

- 전시화면 (04:38)
- 모드별 운용절차 (03:17)

종합 평가

- 시이트림
- 타닝벨
- 노브기능

Explicitness

- 내용 이해 도모를 위해 자막과 내레이션을 연동하여 color feedback 제공

장비배치는

02:29 / 03:12