

생태학적 인터페이스 디자인(EID) 기법을 활용한 무기체계점검장비(WSTS) 디스플레이 개발

박재은^{*}, 서양우¹, 김고균¹
¹LIG 넥스원 ILS 연구센터

A Development of Weapon System Test Set's Display Using an Ecological Interface Design Methodology

Jae-Eun Park^{*}, Yang-Woo Seo¹, Ko-Kyun Kim¹

¹ILS(Integrated Logistics Support) R&D Lab, LIG Nex1

요약 전쟁 환경이 변화함에 따라 무기체계에 다양한 기능이 탑재되고 있다. 이와 함께 무기체계의 이상 유무를 진단하는 무기체계점검장비 또한 이전보다 더 복잡하고 수많은 정보를 다루게 되었다. 하지만, 대부분의 무기체계점검장비는 개발자 중심으로 설계되어있다. 이 때문에, 운용자가 점검장비 디스플레이에 전시되는 정보들을 파악하여 무기체계의 이상 유무를 판단하기 쉽지 않다. 따라서, 점검장비 운용자의 인지부하를 줄이고, 무기체계의 안전한 점검을 수행할 수 있도록 무기체계점검장비 디스플레이를 개발하였다. 이를 위해 생태학적 인터페이스 디자인 기법을 적용하였다. 작업영역분석을 통해 작업영역 모델을 개발하고, 요구정보를 추출하여 무기체계점검장비 디스플레이를 개발하였다. 새로운 디스플레이의 가장 큰 장점은 사용자가 수행하는 점검과 점검장비의 상태를 직관적으로 확인할 수 있다는 것이다. 본 연구 결과로 제시된 디스플레이를 활용하여 운용자가 보다 효율적이고 안전하게 임무를 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract The weapon system has developed by adding various functions because of the warfare change. And, an weapon system test set (WSTS) that is used to test and judge the condition of weapon system also deal with a lot of complex information. However, almost WSTS is developed on the basis of developer-centric. Because of it, it is hard to make a result by apprehending information on WSTS's display. Thus, I proposed a new display of WSTS by adapting the Ecological Interface Design(EID) Methodology to reduce operator's cognitive workload and assure safe testing. WSTS's Display is developed through Information Requirement and Work Domain Model as a result of Work Domain Analysis. The most powerful thing in the new display is that operator can identify his testing and status of WSTS directly. I expect that it reduces operator's cognitive workload and helps safe testing.

Key Words : Abstraction Hierarchy, Ecological Interface Design, SRK Taxonomy, Work Domain Analysis, Weapon System Test Set

1. 서론

무기체계를 완벽하게 설계하여 결함이 없고 최고의 성능을 보인다 하더라도 안전하게 운용 또는 유지할 수 없다면 무용지물이나 마찬가지이다. 이러한 무기체계는 전투용적합관정을 받지 못할 것이고, 개발이 완료되었다

는 마침표를 찍지 못할 것이다. 따라서, 무기체계 신뢰도와 가용도를 높이고 운용수명을 연장하기 위해서는 올바른 정비가 필수이다. 무기체계 정비업무는 우발적으로 발생하는 고장에 대한 비계획 정비업무와 장비의 운용유지를 위한 주기적인 정비업무에 해당하는 계획정비가 있다. 대부분의 정비는 점검장비를 통해 무기체계의

^{*}Corresponding Author : Jae-Eun Park (ILS R&D Lab, LIG Nex1.)

Tel: +82-31-8026-4681 email: jaeun.park@lignex1.com

Received March 18, 2015

Revised (1st April 27, 2015, 2nd May 8, 2015)

Accepted June 11, 2015

Published June 30, 2015

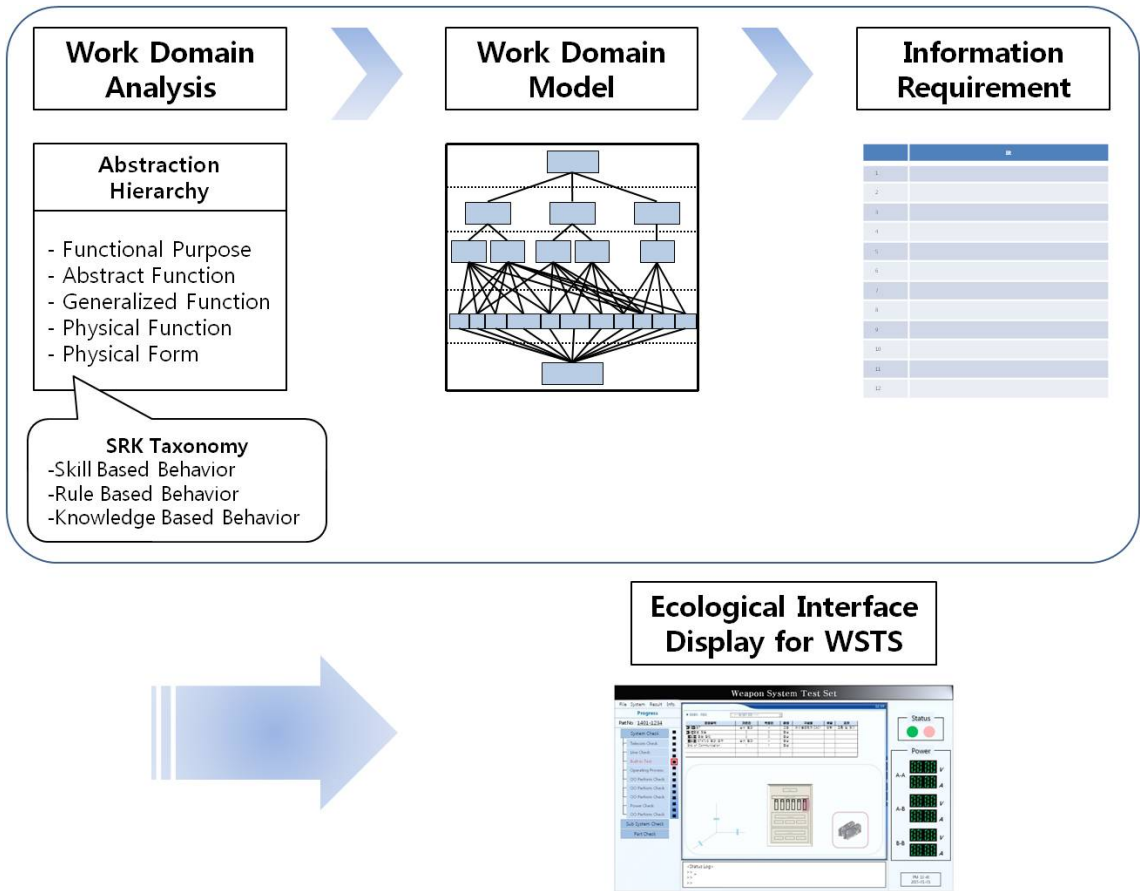


Fig. 1 The Process of This Research

상태를 진단하고 그에 따른 조치를 한다.

21세기 무기체계는 첨단 기술을 적용하면서 과거와는 비교할 수 없이 복잡해지고 있다. 특히, 하드웨어 뿐만 아니라 소프트웨어 기술이 핵심 요소로 부각되고 있으며, 이를 바탕으로 시청각을 활용한 다양한 인터페이스를 구현하고 있다[1].

이러한 무기체계 특성과 관련기술이 발전함에 따라, 무기체계를 안전하게 운용·유지할 수 있도록 무기체계의 무결함 상태를 판정하는 무기체계점검장비의 중요성이 매우 커지고 있다. 무기체계점검장비는 무기체계의 하드웨어와 소프트웨어를 모두 진단해야하므로 점점 더 많은 정보들을 처리하도록 개발되고 있다. 따라서, 무기체계가 운용자의 편의와 안전하게 운용될 수 있도록 인간 공학적으로 설계되듯이, 무기체계점검장비 또한 운용자 중심에서 인간공학적 요소들을 고려하여 개발되어야 한다.

하지만, 대부분의 무기체계점검장비는 점검항목, 점검결과 등을 텍스트와 그래프로 전시하고 있어 운용자가 무기체계의 어느 부분에 이상이 있는지 즉각 판단하기 쉽지 않다. 또한, 무기체계가 복잡해지면서 무기체계의 한 구성품이 여러 기능을 가지고 있기 때문에, 무기체계점검장비의 점검항목은 구성품이 아닌 기능별로 점검하도록 설계되었다. 결론적으로, 대부분의 무기체계점검장비는 개발자 중심으로 설계되어 있어, 운용자가 주체적으로 무기체계를 점검할 수 있는 능력을 갖추기까지 상당한 노력이 필요하다. 예를 들어, 무기체계점검장비 운용 중 점검결과에 ‘고장’이 표시된 경우, 관련 교범 또는 도면을 다시 찾아서 현상을 파악해야 한다. 즉, 직관적으로 어느 구성품에 어떠한 문제가 생겨 어떠한 정비를 해야 하는지 판단하기 어렵다. 또한, 과전압/과전류, 구성품 변형 등과 같은 익숙하지 않은 상황에 직면했을 때 무기체계점검장비 운용자는 어떠한 조치를 취

해야 하는지 결정하기 어렵다. 또한, 무기체계점검장비는 무기체계를 다루는 만큼 안전하게 운용되어야 한다.

따라서, 무기체계점검장비는 운용자에게 신속하고 정확한 정보를 제공하고, 익숙하지 않은 상황에서도 효과적인 의사결정을 할 수 있도록 도와줄 수 있는 인터페이스 설계가 필요하다. 인간공학분야에서는 이러한 인터페이스를 설계하기 위해 생태학적 인터페이스 디자인(Ecological Interface Design, EID) 기법을 사용한다[2]. 생태학적 인터페이스 디자인(EID)은 정보통신, S/W 개발, 의료기기, 사회기반시설, 자동차 등 각 산업 분야에서 Process Control, Software Engineering, Command and Information Retrieval, 자동차 계기판[3], 도시철도 역사 내 안전 감시 시스템[4], 핵발전소 제어 디스플레이[5, 6] 등을 구현하는 데 적용되었다[7]. 이 뿐 아니라 Sonobuoy System[8], 항공기 관제 디스플레이[9], 해군 레이더 디스플레이[10]와 같은 방위산업 분야에도 적용될 만큼 다양한 분야에서 연구가 진행되었다[11].

본 연구에서는 생태학적 인터페이스 디자인(EID)의 이론적인 배경을 검토하고, 기존 연구들에서 적용된 방법론들을 토대로 새로운 영역인 무기체계점검장비 디스플레이로 확대하고자 한다. Fig. 1은 본 연구의 절차를 잘 나타내고 있다. 먼저, 무기체계점검장비 인터페이스에 대한 작업영역분석(Work Domain Analysis, WDA)을 실시하여 작업영역모델(Work Domain Model, WDM)을 개발하고, 디스플레이 디자인을 설계하기 위한 요구정보(Information Requirement, IR)를 도출하였다. 이를 근거로 하여 생태학적 인터페이스 디자인(EID) 기법을 적용하여 무기체계점검장비 디스플레이를 개발하였다.

본 연구는 각군에서 사용하는 무기체계점검장비의 공통적인 부분을 바탕으로 하였다. 무기체계점검장비는 배선점검, 이산신호 입-출력, 전원공급상태, RS-232 통신 이상유무 등 전기전자 관련 점검 뿐 아니라, 자체점검절차, 운용절차 등 무기체계 운용 관련 점검을 포함한다.

본 연구의 결과로, 생태학적 인터페이스 디자인(EID)을 적용한 무기체계점검장비 디스플레이를 제시하였다.

2. 이론적 배경

2.1 생태학적 인터페이스 디자인(EID)

생태학적 인터페이스 디자인(EID)은 역동적인 환경에서 운용자가 정보들을 직접 조작할 수 있도록 하기 위한 시도를 통해 발전하였다. 따라서, 컴퓨터 시스템의 초창기 디스플레이 형태인 Character User Interface(CUI)에서 Graphic User Interface(GUI)로 발전할 때, 디스플레이에 모든 정보들을 그대로 표시하는 등 직접 조작방식(Direct Manipulation Interface, DMI)을 추구하였다[21]. 하지만, 복잡하고 역동적인 시스템에서는 예상치 못한 문제 해결이 어려웠다. 즉, 인간과 기계 간 상호작용을 넘어서서 작업자와 작업환경 간 요소들을 이해하는 방향으로 발전하기 위해 생태학적 접근을 시도하게 되었다. 생태학적 인터페이스 디자인(EID)은 직접 조작방식(DMI)을 기초로 작업자와 작업환경을 분석하여 필요한 정보들을 도출한다. 따라서, 운용자는 직관적인 인터페이스를 사용하여 디스플레이에서 자신의 행위를 직접적으로 확인할 수 있고, 이와 더불어 시스템의 변화를 빠르게 감지할 수 있다. 또한, 생태학적 인터페이스 디자인(EID)은 필요한 정보를 운용자의 인지과정에 맞춰 배열하고, 텍스트 뿐 아니라 시청각 형태로 나타내어 효율적이고 효과적으로 정보를 제공한다.

2.2 작업영역분석(WDA)

생태학적 인터페이스 디자인(EID)을 위해 작업영역 분석(WDA)을 선행한다. 작업영역분석(WDA)을 통해 특정 상황이나 사건에 대해 전체 시스템 관점에서 운용원리를 분석하고, 작업자가 예측하지 못한 상황에 직면해도 대응할 수 있도록 제시할 정보를 추출한다[2, 5].

작업영역분석(WDA)은 작업자가 시스템의 목적과 시스템이 수행해야 하는 기능을 확인하고, 시스템의 제한사항을 식별한다. 따라서, 디스플레이를 포함한 각종 인터페이스 디자인 설계와 밀접한 관련이 있다[13]. 작업영역분석(WDA)을 위한 효과적인 방법으로 Rasmussen[14]이 제안한 추상화계층구조(Abstraction Hierarchy, AH)가 있다.

2.3 추상화계층구조(AH)

추상화계층구조(AH)는 시스템의 정보 및 인터페이스 구조를 다섯 개의 계층으로 나누어 정의하고 있다. Fig. 2는 추상화계층구조(AH)의 각 계층을 나타내고 있다.

추상화계층구조(AH)의 첫 번째 계층인 ‘Functional Purpose’는 시스템의 목적을 정의한다. 즉, 시스템의 목

적을 나타낸다.

두 번째 계층인 ‘Abstract Function’은 시스템의 목적에 따른 결과가 잘 나타나는지 판단할 수 있는 기준이 된다. 즉, 작업영역의 인과 관계를 묘사하고, 목적을 수행하는 데 필요한 에너지의 양이나 흐름, 균형 등 일반적인 원리나 법칙 등을 나타낸다.

세 번째 계층인 ‘Generalized Function’은 두 번째 계층인 ‘Abstract Function’을 구체적으로 서술하는 단계로써 시스템의 목적을 위해 수행되는 일반적인 원리, 법칙들이 실행되는 실질적인 프로세스를 나타낸다.

네 번째 계층인 ‘Physical Function’은 어떠한 장비나 구성 요소들을 거쳐 프로세스가 진행되는지 나타낸다. 장비의 물리적 외형, 위치 등이 묘사된다.

마지막 ‘Physical Form’은 네 번째 단계인 ‘Physical Function’을 운용자에게 직접적으로 나타내기 위한 그래픽 요소들으로써 대상의 위치, 기능, 정보 등을 실제로 표시한다. 물리적 대상을 나타내는 추상화계층구조(AH)의 마지막 단계인 ‘Physical Form’은 운용자가 직접적으로 조작하게 될 디스플레이 구성요소으로써 운용자의 인지부하를 줄이고 예측하지 못한 상황에 즉각 반응하도록 구현하기 위해 SRK(Skills, Rules, and Knowledge) Taxonomy 프레임워크를 고려한다.

각 계층의 구성 요소는 수단-목적(means-end)으로 연결되어 있다. 추상화계층구조(AH)의 각 계층에 따라 시스템을 분석하여 작업영역모델(Work Domain Model, WDM)을 개발한다.

2.4 기술, 규칙, 지식 기반 인지행동양식(SRK Taxonomy)

Rasmussen[15]에 의해 정립된 SRK Taxonomy는 디지털 환경에서 운전자 또는 작업자가 시스템의 정보를 처리하는 메카니즘을 묘사한다. Pasquale et al[16]은 Fig. 3과 같이 단서에 대한 작업자의 반응을 정보처리 메카니즘으로 정리하였다.

‘Skill-based behavior’는 주어진 작업에 대해 친숙하고 경험이 풍부하여 행동패턴이 거의 자동적으로 일어나게 되는 것을 뜻한다. 디스플레이에서 나타나는 정보들을 해석하거나 통합할 필요가 없으며, 가능한 반응이나 행동들에 대해서도 생각할 필요가 없다. 정보는 ‘signal’로 나타나며 운용자의 즉각적인 반응을 유도한다.

‘Rule-based behavior’는 작업에 대해서 친숙하지만

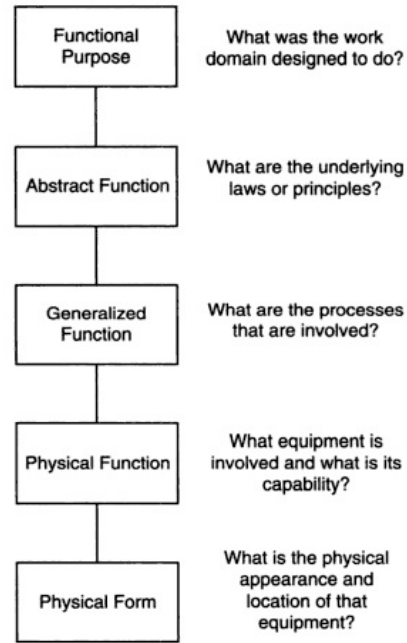


Fig. 2 The Five Levels of the Abstraction Hierarchy

경험이 적어 ‘if-then’과 같은 규칙들에 의해 수행하는 것을 뜻한다. 따라서, 인지과정 중 ‘cue-action mapping’이 계속해서 일어난다. 즉, 작업으로부터 얻게 되는 정보는 특정한 시스템 상태와 관련된 기억을 되짚어야 한다. 디스플레이에는 정보가 ‘sign’ 형태로 나타나게 된다. 운용자는 이 ‘sign’을 보고 과거 경험 등으로 축적된 규칙을 떠올려 작업을 수행한다.

‘Knowledge-based behavior’는 친숙함이 없고 경험이 부족한 상황에서 문제를 해결하기 위해 알고 있는 지식들을 이용하는 것을 뜻한다. 즉 디스플레이에 나타나는 정보들의 의미를 해석하여 처리한다. 이러한 정보들은 ‘symbol’ 형태로 나타나고 목표 또는 행위와 관련지어 개념적 정보를 분석한다. ‘Knowledge-based behavior’는 주로 분석적인 문제해결을 나타내고 ‘Rule-based behavior’와 ‘Skill-based behavior’는 실제 사람이 지각하고 행동하는 것을 나타낸다.

따라서, 디스플레이의 GUI를 구현할 때, 도출된 요구 정보 특성에 따라 ‘signal’ 또는 ‘sign’ 형태를 고려해서 표시해야한다. 운용자의 즉각적인 반응을 유도하기 위해 ‘symbol’ 형태의 정보표시 방법은 사용하지 않는 것이 좋다.

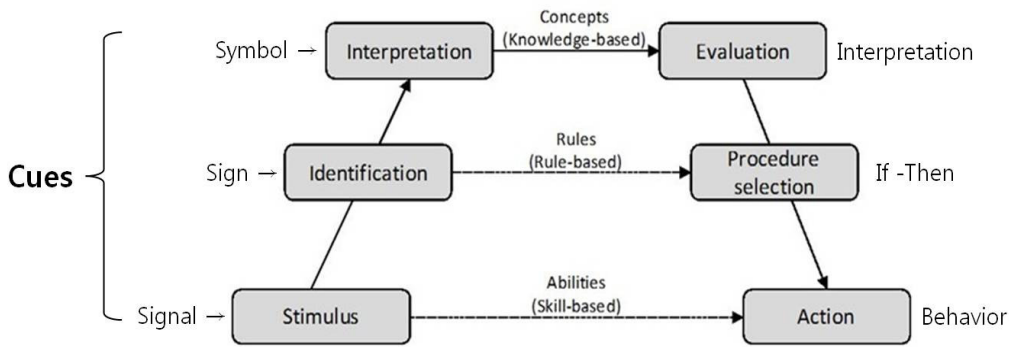


Fig. 3 Rasmussen's SRK Model

3. 무기체계점검장비(WSTS)

무기체계점검장비는 무기체계 운용 전·후 무기체계의 고장유무 및 전기적 기능을 점검하기 위한 장비이다. 전장 환경이 빠르게 바뀌면서 무기체계에 복잡하고 다양한 기능들이 추가되고 있다. 따라서, 무기체계의 이상유무를 판단하는 무기체계점검장비는 더욱 복잡한 정보를 다루고 점검기가 다양해지고 있다.

무기체계점검장비는 크게 계측관련 점검기와 점검기를 제어하는 자료처리장치로 이루어져 있다. 점검기와 자료처리장치는 LAN 통신으로 연결되어, 자료처리장치에서 점검기의 모든 점검내용을 확인할 수 있다.

점검기는 크게 세 부류로 나누어 지는데, 점검을 제어하는 것과 전원을 공급하는 것, 전기적인 신호를 통해 계측하는 것으로 나뉜다. 따라서, 점검기는 전원, 전기신호, 구성품기능 등을 점검하기 위한 장비들로 구성되어 있다.

자료처리장치는 점검기로부터 점검정보를 수신하여 디스플레이에 전시하고, 해당 결과를 저장 및 입·출력하는 기능을 가지고 있으며, 점검기를 제어한다.

무기체계점검장비 운용자는 자료처리장치를 조작하여 전반적인 점검을 진행하고 점검 대상품의 현 상태를 판단한다. 즉, 운용자는 자료처리장치에서 수많은 정보를 다룬다. 따라서, 운용자는 가능한 인지부하를 느끼지 않으면서 자료처리장치를 효율적으로 운용할 수 있어야 한다. 그러나, 현재 대부분의 무기체계점검장비는 개발자 중심으로 개발되어있다. 모든 정보와 수치들이 텍스트, 그래프 등으로 나타나 있어 운용자가 결과를 분석하는 과정이 필요하다. 따라서, 운용자는 각 점검항목들의 모든 정보를 종합하여 판단해야 하고, 이를 위해 별도의

교육과 도면, 교범 등 부수적인 자료들이 필요하다. 이러한 이유로 무기체계점검장비를 익숙하게 운용하려면 오랜 시간이 소요된다.

또한, 비상 시 무기체계점검장비를 어떻게 운용해야 하는지 즉각적으로 판단하기 어렵다. 무기체계점검장비는 무기를 다루는 만큼 안전하게 운용되어야 하고, 운용자는 상황에 따라 적절한 조치를 취해야 한다. 그러나, 현재 무기체계점검장비는 운용자가 현 상황을 인지하기 쉽지 않으며, 유사 시 적절하게 대응하기 어렵다.

따라서, 자료처리장치의 디스플레이는 운용자가 효율적이고 안전하게 무기체계점검장비를 운용할 수 있도록 개발되어야 한다.

이에 따라, 본 연구는 자료처리장치(운용컴퓨터)에 탑재된 점검프로그램 디스플레이의 Graphic User Interface (GUI)를 개선하고자 진행되었다.

4. 작업영역모델(WDM)

본 연구에서 작업영역모델(WDM)을 도출하기 위해 현재 각 군에서 사용하고 있는 여러 무기체계점검장비 교범, 레이더 디스플레이 디자인 및 성능 관련 교범, 지침서 등을 참고하였다. 또한, 실제 무기체계점검장비를 운용하고 있는 군 전문가와 개발에 참여하고 있는 연구원으로부터 요구기능과 관련된 의견을 수렴하였다.

Rasmussen[14]이 제안한 추상화계층구조(AH)를 통해 작업영역분석(WDA)을 실시하였고, 그 결과로 Fig. 4와 같이 무기체계점검장비를 위한 작업영역모델(WDM)을 개발하였다.

첫째, 가장 상위 계층인 'Functional Purpose'는 시스

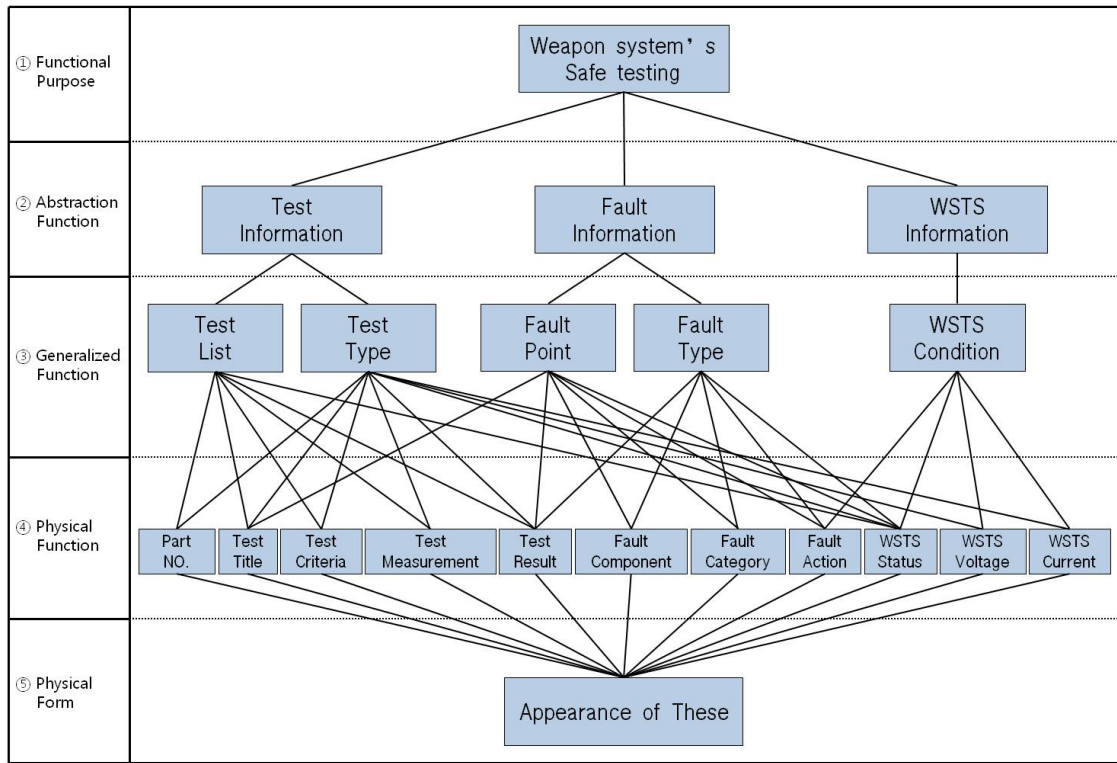


Fig. 4 Work Domain Model for WSTS

템의 목적에 대해 나타낸다. 무기체계점검장비는 무기체계를 안전하고 정확한 점검을 수행하는 것이 주임무다.

둘째, ‘Abstract Function’은 시스템의 목적과 관련된 기능들의 결과가 이상 없이 수행되는지 판단할 수 있는 기준이 되는 것으로, 점검정보, 고장정보, 무기체계점검장비 정보를 파악할 수 있어야 한다.

셋째, ‘Generalized Function’은 작업영역의 목적 수행을 위한 원리나 법칙들이 어떠한 절차로 실행되고 있는지 나타낸다. 따라서, 점검항목, 점검유형, 고장점, 고장유형, 무기체계점검장비 상태를 나타낸다.

넷째, ‘Physical Function’은 절차들의 수행이 어떠한 구성요소를 사용하여 이루어지고 있는지 나타낸다. 따라서, 무기체계식별번호, 점검명, 점검기준점, 점검측정치, 점검결과, 고장구성품, 고장부분, 고장조치, 무기체계점검장비의 현황, 전원, 전류 등을 나타낸다.

마지막으로, ‘Physical Form’은 ‘Physical Function’을 디스플레이에 어떻게 나타낼 것인지에 대한 시청각 요소를 의미한다.

작업영역모델(WDM)이 올바르게 개발되었는지 확인

하기 위해 Burns et al.[17]의 Scenario Mapping 기법을 사용하였다. Scenario Mapping은 전문가 또는 관련 연구자가 시스템의 목적에 맞는 예상되는 시나리오를 정하고, 그 시나리오를 해결하기 위해 필요한 정보들이 작업영역모델(WDM)에 잘 반영되어있는지 확인하는 방법이다. 본 연구에서는 10년 이상 무기체계점검장비를 사용한 경험이 있는 군 전문가 4명과 5년 이상 무기체계 디스플레이 구조 및 인터페이스 개발에 참여하고 있는 연구원 3명으로부터 의견을 수렴하였다. 시나리오는 Table. 1과 같이 5가지로 구성하였다.

Table 1. Scenarios for Scenario Mapping Test of Proposed WDM for WSTS

No.	Scenario
1	Confirm Check List & Check Part
2	Confirm Check Criteria & Result
3	Confirm Fault Point & Type
4	Confirm Fault Back Mode
5	Confirm WSTS' Current & Voltage

Table 2. Information Requirements of WSTS

No.	Information Requirement
1	Part Number
2	Test Title
3	Test Criteria
4	Test Measurement
5	Test Result
6	Fault Component
7	Fault Category
8	Fault Action
9	WSTS Status
10	WSTS Voltage
11	WSTS Current

Scenario Mapping 기법을 통해 확인한 결과 개발한 작업영역모델(WDM)이 각각의 시나리오를 해결하기 위해 필요한 정보들을 모두 포함하고 있었다.

Scenario Mapping 기법을 통해 검증된 작업영역모델(WDM)을 토대로 무기체계점검장비(WSTS) 디스플레이를 설계하기 위한 요구정보(Information Requirement, IR)를 추출하였다. 요구정보(IR) 추출을 위해 Scenario Mapping에 참여하였던 군 전문가 4명과 연구원 3명을 대상으로 전문가 인터뷰를 수행하였다. Table.2 는 요구 정보를 정리한 것이다.

1~11번 항목까지 모두 필요한 정보임에 동의하였다

나, 6~8번에 해당하는 정보는 현재 사용되고 있는 무기체계점검장비(WSTS)에서 쉽게 판단하기 어렵다. 즉, 현재 사용되고 있는 무기체계점검장비(WSTS) 디스플레이는 각 점검항목이 측정하는 값과 결과들을 잘 나타내고 있으나, 무기체계의 기능으로 나타내고 있기 때문에 운용자 입장에서 어느 부위가 어떠한 고장이 났으며 무슨 조치를 취해야 하는지 파악하는 데 제한이 있다.

따라서, 운용자가 안전한 점검을 수행하도록 정보를 제공하는 데 제한이 있다. 또한, 모든 정보가 텍스트로 구성되어 있어 정보를 파악하기 위해 부수적인 분석과정이 필요하다. 이를 통해, 무기체계점검장비(WSTS) 디스플레이에 생태학적 인터페이스 디자인(EID) 적용하여 운용자의 운용 효율성을 증대시켜야할 목적이 더욱 뚜렷함을 확인하였다.

5. 결과(EID Display)

Fig. 5는 생태학적 인터페이스 디자인(EID) 기법을 적용한 디스플레이이다. 화면은 무기체계의 한 구성품을 점검하는 절차이다.

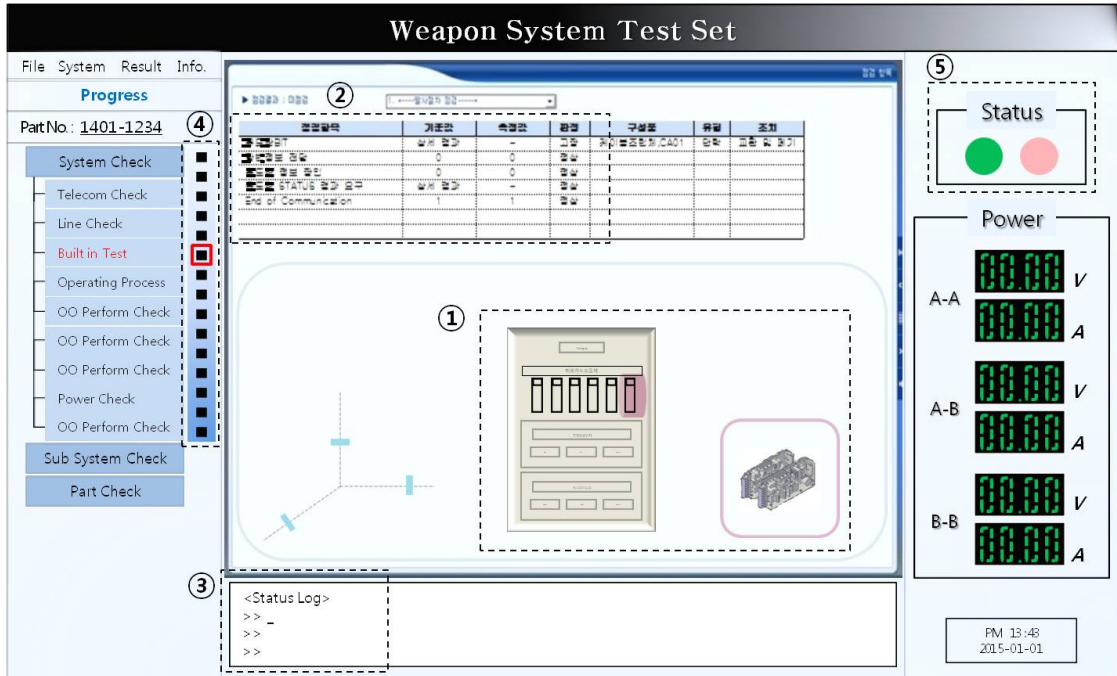


Fig. 5 A Proposed EID Display of WSTS

기존에 사용되었던 유용한 정보들을 바탕으로, 작업 영역분석(WDA) 과정에서 도출된 요구정보(IR)에 따라 무기체계점검장비(WSTS) 상태정보, 고장구성품, 고장 유형, 고장조치 등 필요한 기능들을 추가 하였다.

기존 무기체계점검장비에서 가장 크게 개선된 부분은 Fig. 5의 ①이다. 기존 무기체계점검장비는 기능별로 점검이 이루어지기 때문에 점검항목과 점검결과를 종합적으로 분석하여 어떤 구성품에 이상이 있는지 판단해야 했다. 개선된 디스플레이에서는 점검 대상과 점검 대상 구성품을 시각적으로 표현하기 위해 모델링으로 나타내어 사용자가 어느 부분에 대한 점검이 진행 중인지 직관적으로 알기 쉽게 하였다. 또한, 점검결과 이상이 생긴 경우에도 해당 구성품을 보다 쉽게 식별할 수 있다.

다음으로 디스플레이를 설계하기 위해 분석하였던 요구정보 결과를 반영하였다. 기존 무기체계점검장비에서 전시되었던 점검항목과 기준값, 판정 결과 등 점검세부 사항은 매우 중요한 정보이므로 Fig. 5의 ②와 같이 표로 정리하여 나타내었다. 앞서 Fig. 5의 ①과 연계하여 어떤 구성품에 어떤 점검이 진행중이며, 점검결과 이상이 발생한 경우 고장 부위와 고장 유형을 명확히 파악할 수 있다.

무기체계점검장비를 운용하면서 애로사항 중 하나는 점검 대상품에 고장이 발생한 경우, 어떠한 조치를 취해야 하는지 결정해야 하는 것이다. 이 때, 운용자는 관련 자료, 경험에 의해 조치를 취하게 된다면 이는 위험한 결과를 초래할 수 있다. 따라서, 현 상황에 대해 명확한 행동을 유도하고자 Fig. 5의 ③ <Status Log>에 어떠한 행동을 해야하는지 표시되도록 하였다.

Fig. 5의 ④, 점검항목 우측의 ‘Progress Bar’는 현재 어떠한 점검이 진행되고 있는지, 얼마나 진행되었고 얼마나 남아있는지 등 점검 진행 현황을 나타낸다. 경우에 따라 무기체계점검장비 운용 시 많은 시간이 소요될 수 있다. 따라서, ‘Progress Bar’는 정비 업무 스케줄링과 현재 진행 현황을 파악하는 데 큰 도움이 된다.

무기체계점검장비(WSTS) 운용 시 중요한 요소 중 하나는 무기체계점검장비(WSTS)의 현재 상태를 실시간으로 파악할 수 있어야 한다는 것이다. 기존에는 무기체계점검장비(WSTS) 상태정보를 표시하는 기능이 부재하였다. 무기체계를 점검하기 위해 점검장비의 상태가 이상이 없어야 한다는 것은 기본이다. 이 때문에 운용 전 자체점검을 수행하여 무기체계점검장비의 이상유무

를 확인한다. 이상 없이 자체점검을 통과하여도 운용 중 문제가 생기게 되면, 무기체계점검장비가 문제인지 점검 대상이 문제인지 판단하기 어려운 경우가 있다. 이러한 제한점들을 보완하고자 Fig. 5의 ⑤와 같이 무기체계점검장비 상태를 청색, 적색으로 나타내어 사용자가 현 상태를 파악하기 쉽게 구성하였다. 적색이 뜨는 경우, Fig. 5의 ③ <Status Log> 창을 통해 비상조치행동을 알려준다.

내용을 종합해보면, 생태학적 인터페이스 디자인이 적용된 디스플레이 운용자는 무기체계 점검 시 다음과 같은 장점들을 통해 효율적이고 안전한 임무를 수행할 수 있다.

무기체계점검장비 운용자는 특정 점검이 진행되는 동안, 구체적으로 어떤 구성품의 무슨 기능을 점검하는지 쉽게 인지할 수 있다. 운용자에게 점검 대상 구성품 모델링과 점검항목정보를 동시에 전시하는 것은 부수적인 자료를 참고하는 데 소요되는 시간과 노력을 줄여준다. 또한, ‘Progress Bar’는 점검 진행 상황을 단 번에 파악할 수 있도록 돕는다. 경우에 따라, 무기체계 점검은 전체점검이 끝나고 종합적으로 판단해야 할 수도 있고, 점검 시간이 수 분에서 수십 분이 소요될 수도 있기 때문에, 진행 정도를 나타내는 것은 매우 중요하다. 무기체계점검장비의 궁극적인 목표는 안전하고 정확한 점검을 수행하는 것이다. 운용자는 ‘Status’를 통해 실시간으로 무기체계점검장비의 이상유무를 판단할 수 있다. 또한, 점검결과 ‘고장’이거나, 점검 중 무기체계점검장비에 이상이 생긴 경우, ‘Status Log’에 전시되는 정보를 통해 운용자가 취해야 할 조치사항을 확인할 수 있다.

결론적으로 생태학적 인터페이스 디자인을 적용한 무기체계점검장비 디스플레이는 운용자가 효율적이고 안전한 임무 수행을 하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

6. 토의

첫째, 본 연구에서 개발자중심의 무기체계점검장비 디스플레이를 운용자중심으로 개선하기 위해 생태학적 인터페이스 디자인(EID)을 적용하였다. 그리고, 자동차, 도시철도, 핵발전소, 항공관제, 해군 레이더 등의 개발에 활용되었던 EID의 적용분야를 확장하였다. 생태학적 인터페이스 디자인(EID) 방법론을 통해 구현된 디스플레

이는 운용자 중심적이고, 예측하지 못한 상황에서도 운용자가 즉각적인 대응을 할 수 있도록 설계되었다. 따라서, 운용자의 인지적 작업부하가 낮고, 현 상황을 판단하는 데 큰 도움이 되어 무기체계점검장비 운용상 효율적이고 효과적인 임무 수행이 기대된다.

둘째, 본 연구에서는 전문가의 합의를 통해 생태학적 인터페이스 디자인(EID)을 적용한 디스플레이의 정성적인 만족도를 확인하였다. 반면, Endsley[18], Shorrock and Kirwan[19], Park and Myung[10]의 연구에서는 특정 시나리오를 설계하고 시뮬레이션을 통해 반응시간(Reaction Time), 수행도(Performance), 상황인식(Situation Awareness), 문제해결 등을 측정하여 정량적인 평가를 실시하였다. 향후 본 연구에서도 적절한 과제 및 정량적 실험방법을 선정하여 생태학적 인터페이스 디자인이 적용된 디스플레이의 정량적인 만족도를 확인하고자 한다. 특히, 무기체계점검장비는 최소 2인 이상의 운용자가 협업을 하므로, 반응시간(RT), 문제해결 등과 연관지어 Endsley[18]가 제안한 Team SA(Situation Awareness)를 확인할 수 있는 방법으로 연구를 진행하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구 결과로 제시한 무기체계점검장비 디스플레이는 여러 무기체계의 공통적인 점검항목들을 나타내고 있다. 서두에서 언급한 바와 같이 무기체계는 매우 다양하고 복잡하게 발전되고 있다. 특히 네트워크 중심전(Network Centric Warfare)에 따른 무기체계의 상호연계, 무인화, 소형화, 경량화 등 무기체계 개념이 변화함에 따라, 기술이 집약되고 있다. 이에 따라 무기체계 점검장비는 더욱 많은 정보들을 다뤄야하고 그만큼 운용자에게 친숙한 점검장비 디스플레이가 필요하게 될 것이다. 즉, 무기체계점검장비가 복잡해질수록 본 연구가 더 큰 의미를 갖게 될 것으로 기대한다.

7. 결론

기존 무기체계점검장비 디스플레이는 개발자 중심으로 개발되어 운용자는 필요이상의 교육 및 부수적인 자료들을 참고해야했다. 그러나 본 연구를 통해 운용자 중심적인 디스플레이를 구현하였으며, 이를 통해 무기체계 점검장비 운용자는 이전보다 효율적이고 안전하게 임무를 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

운용자 중심적인 무기체계점검장비 디스플레이를 구현하기 위해 생태학적 인터페이스 디자인(EID) 방법론을 적용하여 연구분야를 확장하였다.

향후 생태학적 인터페이스 디자인(EID) 방법론을 적용하여 무기체계점검장비 디스플레이 뿐 아니라 무기체계 전체를 제어하고 감독하는 통제장비 디스플레이 개발에도 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] Security Management Institute, Analysis of Reliability and Research for the Expansion Plan on Localizing Software, 2011.
- [2] Vicente, K. J. and Rasmussen, J., Ecological interface design: theoretical foundations, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 22, No. 4, pp. 589-606, 1992.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/21.156574>
- [3] Nam, T. S., Myung, R. H. and Hong, S. K., The Application of Work Domain Analysis for the Development of Vehicle Control Display, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 26, No. 4, pp. 127-133, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2007.26.4.127>
- [4] Lee, S. W., Lee, B. G., Back, J. S., Jo, S. S. and Myung, R. H., Applying Work Domain Analysis for Ecological Interface Design of Safety Monitoring System in the Urban Railway Station, *Journal of the Korean Society for Railway*, Vol. 13, No. 3, pp. 265-270, 2010.
- [5] Burns, C. M., Bryant, D. J. and Chalmers, B. A., Boundary, Purpose, and Values in Work-domain Models: Models of Naval Command And Control, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, Vol. 35, No. 5, pp. 603-616, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TSMCA.2005.851153>
- [6] Ra, D. W. and Cha, W. C., The Application of Ecological Interface Design Methodology for Digitalized MCR in Nuclear Power Plant, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 32, No. 1, pp. 1-7, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2013.32.1.1>
- [7] Burns, C. M. and Hajdukiewicz, J. R. Ecological Interface Design, New York: CRC Press, 2004.

- [8] Chen, H. W. and Burns, C. M., "Work Domain Analysis for the Interface Design of a Sonobuoy System", *Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, Guelph Ontario, Canada, pp. 283-287, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/154193120705100429>
- [9] Ko, S. M. and Myung, R. H., Ecological Interface Design for Air Traffic Control Display, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 25, No. 4, pp. 103-113, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2006.25.4.103>
- [10] Park, Y. H. and Myung, R. H., A Study on Ecological Interface Design for Navy Ship's Radar Display, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 31, No. 2, pp. 353-362, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2012.31.2.353>
- [11] Vicente, K. J., Ecological Interface Design: Progress and Challenges, *Human Factors*, Vol. 44, No. 1, pp. 62-78, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1518/0018720024494829>
- [12] Shneiderman, B., Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages, *IEEE Computer*, pp. 610-611, 1983.
- [13] Vicente, K. J., Cognitive Work Analysis: Toward Safe, Productive and Healthy Computer-Based Work, Mahwah, NJ: Erlbaum and Associates, 1999.
- [14] Rasmussen, J., The Role of Hierarchical Knowledge Representation in Decision making and System Management, *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 15, No. 2, pp. 234-243, 1985.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TSMC.1985.6313353>
- [15] Rasmussen, J., Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models, *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics*, SMC-13, No. 3, pp. 257-267, 1983.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TSMC.1983.6313160>
- [16] Pasquale, V. D., Lannone, R., Miranda, S., and Riemma, S., An Overview of Human Reliability Analysis Techniques in Manufacturing Operations, *Operations Management*, ISBN 978-953-51-1013-2, 2013
- [17] Burns, C. M., Bryant, D. J. and Chalmers, B. A., Scenario Mapping with Work Domain Analysis, *Proc. of the 45th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, Minneapolis, Minnesota, pp. 424-428, 2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/154193120104500434>
- [18] Endsley, M, R., Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factors*, Vol. 37, No. 1, pp. 65-84, 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1518/001872095779049499>
- [19] Shorrock, S, T. and Kirwan, B., Development and Application of a Human Error Identification Tool for Air Traffic Control, *Applied Ergonomics Vol. 33*, pp. 319-336, 2002.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-6870\(02\)00010-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-6870(02)00010-8)
- [20] Burns, C. M., Lau, N., Jamieson, G. A. and Skraaning, G. Jr., Ecological Interface Design in the Nuclear Domain: An Empirical Evaluation of Ecological Displays for the Secondary Subsystems of a Boiling Water Reactor Plant Simulator, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 55, No. 6, pp. 3597-3610, 2008a.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TNS.2008.2005725>
- [21] Department of Defense Design Criteria Standard 1472G, Human Engineering, 2012.
- [22] Department of Defense Handbook 759C, Human Engineering Design Guidelines, 1995.
- [23] Endsley, M, R., Situation Awareness Global Assessment Technique(SAGAT), *Aerospace and Electronics Conference*, pp. 1988.
- [24] Endsley, M, R., Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factors*, Vol. 37, No. 1, pp. 32-64, 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1518/001872095779049499>
- [25] James V. Jones, Integrated Logistics Support Handbook, 2nd Edition, 2006.

박재은(Jae-Eun Park)

[정회원]



- 2008년 8월 : 연세대학교 경영정보학과 (경영학사)
- 2013년 2월 : 고려대학교 정보경영공학전공대학원 정보경영공학과 (공학석사)
- 2013년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원

<관심분야>

종합군수지원, 신뢰성공학, 인간공학

서 양 우(Yang-Woo Seo)

[정회원]



- 1998년 2월 : 홍익대학교 전기공학 (공학학사)
- 2014년 8월 : 아주대학교 IT융합공학과 (공학석사)
- 1998년 7월 ~ 현재 : LIG넥스원 수석연구원

<관심분야>

종합군수지원, 신뢰성공학

김 고 균(Ko-Kyun Kim)

[정회원]



- 2012년 8월 : 경희대학교 산업경영공학 (공학학사)
- 2012년 7월 ~ 현재 : LIG넥스원 연구원

<관심분야>

종합군수지원, 신뢰성공학