

AI기반 실전 전투 스트레스 상황에서의 UX정합성 평가

Development of a UX Evaluation for AI-Driven Combat Interface Systems Under Realistic Battle Stress Conditions

박희운¹

Hee-Woon Park¹

요약

본 연구는 군의 특수성에 적합한 실전과 유사한 전투 스트레스 상황에서 군사 시스템 사용자 인터페이스의 UX 정합성을 평가하기 위한 AI 기반 평가 구조를 제안한다. 기존 군사용 UX 시스템은 주로 기능성과 기술적 완성도에 초점을 맞춰 설계되어, 실제 사용자(장병, 지휘관 등)의 인지적 부담, 조작성, 정서적 안정성 등의 실전 전투 스트레스 요소는 충분히 고려되지 않고 있다는 것에 대한 새로운 평가 방안을 제시하고자 한다. 특히 국내 군의 경우, 민간 소프트웨어의 GUI를 그대로 도입하거나 기술 중심 설계에 머무는 사례가 많아 실전에서의 조작 오류 및 임무 수행 효율성 저하를 유발하는 원인이 되고 있다. 본 연구에서 제시한 AI기반 실전 전투 스트레스 상황에서의 UX 정합성 평가 시스템은 기존 평가체계인 평시의 사용성 검증을 넘어, 실전 환경에서의 생존성 확보 및 조작 효율성 향상을 위한 전략적 UX 설계 기반을 제공하며, 향후 국방 R&D 정책과 군사용 UX 정합성 평가 기준의 표준화 운용과 군 전용 인터페이스 UX 개발에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

핵심어 : 군사UX, UX정합성, 사용자경험, AI기반 평가 시스템, 인공지능

Abstract

This study proposes an AI-based evaluation framework to assess the user experience (UX) conformity of military system interfaces under combat stress conditions that closely approximate real operational environments. Traditional military UX systems have largely focused on functionality and technical performance, while overlooking critical combat-related factors such as cognitive workload, operability, and emotional stability of end users, including soldiers and commanders. In the case of the Korean military, the adoption of civilian GUI software or technology-driven designs has frequently resulted in operational errors and decreased mission effectiveness in actual field operations. The proposed AI-based framework addresses these shortcomings by extending evaluation beyond conventional peacetime usability testing, offering a strategic design foundation that enhances operational efficiency and survivability in combat scenarios. The outcomes of this study are expected to contribute to the establishment of standardized UX evaluation criteria for defense R&D and provide foundational insights for the development of dedicated military interface UX systems.

Keyword : Military UX, UX Suitability, User Experience, A.I-based Evaluation, A.I

¹ Department Design, Kyungnam University, Kyungnam Korea [Graduate Student]

e-mail: design@hkyungnam.ac.kr

Received(June 22, 2025), Review Result(1st: July 18, 2025), Accepted(August 15, 2025), Published(August 31, 2025)



© 2025 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

1. 서론

본 연구의 목적은 기존의 군사 시스템 인터페이스가 지닌 구조적 한계와 UX 부재에 따른 작전 비효율성을 문헌적·이론적으로 분석하고, 이를 토대로 UX 중심 설계의 필요성과 정책적 당위성을 논증하는 데 있다. 특히 실험 기반 접근이 제한적인 군사 영역의 정보 보안성, 시스템 접근 제약, 현장 실험의 비현실성 등 군사 분야의 특수성을 고려하여, 본 연구는 다음과 같은 목적을 중심으로 수행되었다. [그림 1]과 같이 주요 나라별 군은 디지털화, 인공지능화, 무인화가 빠르게 진전되고 있으며, 이에 따라 군사용 디지털시스템에서 UX는 단순한 편의성을 넘어 생존과 전투력 유지에 직결되는 요소로 부상하고 있다. 전통적인 군병력 중심의 전투 방식이 점차 네트워크 중심 전투(NCW: Network Centric Warfare)로 전환됨에 따라, 각종 디지털기기 및 시스템의 인터페이스 설계는 작전 성공과 병사의 생존을 좌우하는 핵심 변수로 작용하고 있다 [1]. 특히 무인 전투 시스템(드론, UGV), 실시간 정보지휘체계, 등이 접목되면서, 복합적 정보 해석과 빠른 판단, 조작이 요구되는 전장에서의 UX는 기존보다 훨씬 복잡하고 정밀하게 설계되어야 할 필요성이 대두되고 있다. 그러한 필요성에 따라 군사 분야에서 UX의 전략적 중요성을 NATO, 미군, 독일군 등의 해외 군사 UX 적용사례를 중심으로 실제 시스템 개선 효과와 사용자 반응 데이터를 종합하여, 국내 군 시스템에서도 UX 전환이 단순한 사용자 친화성 차원을 넘어 전투력 향상과 생존성 증진이라는 전략적 차원에서 필수적임을 제시 함으로써 대한민국 군사용 디지털 시스템 설계에 있어 UX 접근의 시급성과 실효성을 구조적으로 밝히고자 한다. 그리고, 대한민국 군이 주로 채택하고 있는 전통적 GUI 중심 시스템의 문제점을 비판적으로 분석하고, UX 관점에서의 개선 가능성과 기대 효과를 증명하기 위해 본 연구는 AI 기반 UX 분석 시스템의 이론적 구성, 군사 임무 정합성에 따른 가중치 적용 방식, UX 세부 지표별 정량 비교 도표화 등 다양한 기법을 활용하여 구체화 하고자 한다. 그러한 분석을 위해 실제 전투 스트레스 환경에서 사용자 인지 부하, 조작 오류, 상황 인식 지연 등이 발생하는 원인을 UX 관점에서 설명하고, 이를 개선할 수 있는 지표 기반 평가 체계와 설계 구조의 방향성을 함께 제시하고자 한다 [2]. 현실적인 실험적 데이터가 제한적인 군사 무기 보안이라는 조건에서도 문헌 기반 정량 분석, 시뮬레이션 사례 재구성, 지표 비교 분석 도식화 등을 통해 설득력 있는 비교 논리를 확보하고, 정책적 제언으로 연결되는 기반을 마련하는 것을 연구의 주요 목적으로 한다. 이러한 연구를 토대로 하여 우리 군의 GUI에 기반한 전통적 인터페이스 설계가 UX 측면에서 얼마나 비효율적인지를 지적하고, 새로운 UX 설계체계의 도입 필요성과 전환 전략을 군 R&D 및 방위산업 정책 차원에서 설득력 있게 제시함으로써, 향후 군의 실전 무기체계를 기반으로 하는 실증 연구로의 이행을 위한 기초 자료로 기능하는 것을 목적으로 한다.



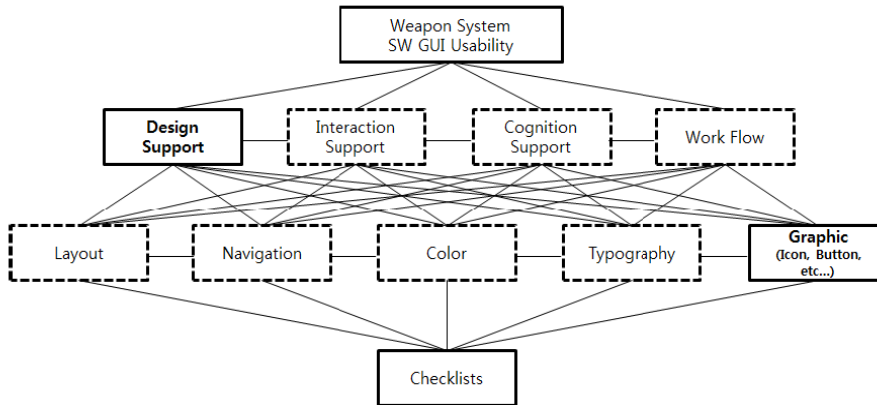
[그림 1] 국방 인공지능 동향 (출처 한국국방연구원)

[Fig.1] Defense Artificial Intelligence Trends (Source: Korea Defense Analyses)

2. 관련 연구 고찰

2.1 기존 군사 UX 평가 기술

기존 군사 UX(User Experience) 평가 기술은 주로 사용성 평가나 인체공학 중심의 설계 검토에 한정되어 있으며, 실전 환경에서의 인지적·심리적 요소를 반영한 종합적 UX 측정에는 여러 가지 한계가 있다. 대부분의 군 UX 연구는 디지털 장비의 조작 인터페이스, 착용 장비의 물리적 불편함, 시각적 복잡도 등을 대상으로 하며, 이러한 요소는 사전 설문조사, 피드백 기반 인터뷰, 혹은 제한적 시나리오 기반의 UX 사용성 테스트를 통해 평가된다 [3]. 예컨대, 군용 통신장비나 전술 내비게이션 장치의 UX 개선 작업은 실제 전투보다는 기초 훈련 환경에서의 피드백 중심으로 진행되며, 아래 [그림 2]와 같이 기존의 무기체계 UX 평가 시스템은 스트레스 상황에서의 반응성, 판단력, 조작의 정확성에 대한 과학적 측정은 거의 이뤄지지 않고 있다. 이처럼 기존의 군사 무기체계에서의 UX 평가는 단편적, 정적이며 사용자의 감각-인지-행동 간의 연쇄 반응을 통합적으로 다루지 못하는 구조적 한계를 지닌다. 이러한 한계는 실전 상황에서의 UX의 실전 사용성에 대한 다양한 문제를 사전에 전혀 인지할 수 없다는 매우 큰 문제를 내포하게 되는 것이다.



[그림 2] 무기체계 사용성 평가 체크리스트

[Fig. 2] The Process of Developing the Checklists

2.2 스트레스 시뮬레이션 기반 훈련 시스템

스트레스 시뮬레이션 기반 훈련 시스템은 실전에서 병사가 마주치는 다양한 위협 요소와 심리적 압박을 인공적으로 재현함으로써, 실제 전투에 대비한 판단력, 반응성, 협업 능력을 향상시키기 위해 개발되었다. 이러한 시스템은 주로 가상현실(VR), 혼합현실(MR), 3D 사운드, 햅틱 피드백, 생체신호 측정 장치 등을 통합하여 현실감 있는 훈련 환경을 제공한다 [4]. 핵심 목표는 훈련 참가자가 실제 전장과 유사한 긴장도와 불확실성 속에서도 임무 수행에 필요한 절차와 조작을 효과적으로 반복 숙달하도록 하는 것이다. 미국 육군은 Synthetic Training Environment(STE)를 통해 복합적인 환경 시뮬레이션을 구축하고 있으며, 실시간 스트레스 자극 하에서 병사의 행동 데이터를 분석하고 반응 패턴을 분류하는 시스템을 개발하고 있다 [5]. 이와 함께 ‘Immersive Virtual Trainer’와 같은 시스템은 다양한 스트레스 레벨을 단계별로 부여하여 사용자의 심리적 반응과 행동을 계측하고 인터페이스 상의 문제점을 도출한다. 해외 주요 사례 외에도 일부 NATO 동맹국은 스트레스 상황에서의 의사결정 능력을 높이기 위해 ‘Cognitive Readiness Training’을 강화하고 있으며, 전투 환경에서의 청각-시각 정보 과부하 상황을 체험하게 하여 상황 인식 및 대응 전략을 향상하고 있다 [6]. 이러한 시스템은 단순한 훈련을 넘어 UX 평가 및 인터페이스 개선에 직접 활용되고 있다는 점에서 의미가 크다. 그러나 현재 대부분의 스트레스 시뮬레이션은 특정한 시나리오 중심이며, 병사의 인지적/감각적 반응에 대한 정량적 데이터 분석이나 AI 기반 예측모델로의 확장은 아직 초기 단계에 머물러 있다. 따라서 본 연구에서 제안하는 것처럼, 스트레스 반응에 따라 실시간 UX 데이터를 수집하고 분석하여 UI 설계와 시스템 운영에 반영하는 체계가 필요하며, 이는 군 UX 평가 체계의 혁신적 발전을 견인할 수 있다. 아래 [표 1]와 같이 스트레스 시뮬레이션 기반 훈련 시스템 UX평가용 AI시스템 구성을 위해 각 기존 문헌의 사례조사를 통해 주요 전장 스트레스 요소

를 적용 분석하는 AI모델 구성을 총 4가지 유형으로 도출하여 구성하였다. 또한 [표 2]와 같이 스트레스 설계를 위한 요소를 청각, 시각 자극과 시간 압박 그리고, 정보 과부하로 분류하였다.

[표 1] UX평가 AI 시스템 구성 모듈

[Table 1] UX Evaluation A.I System Configuration Module

UX AI 생성 모듈	AI 예측모델
전투 스트레스 환경 생성 모듈	폭발음, 미사일 경보, 적 병력, 연기 기상악화, 야간, 고함, 명령, 지형 장애물 정보통신 과부하 등을 시각·청각적으로 스트레스 단계별로 재현
UX 시나리오 실행 모듈	자산 조작 절차, 인터페이스 사용 절차 등을 단계적으로 실행 사용자 반응 수집 센서: 조작 시간, 실수 횟수, 마우스/키보드 입력, 시선 추적, 심박수, 스트레스 지수 등 수집
AI 분석 모듈	수집된 데이터를 기반으로 UX의 실효성, 오류 가능성, 반응 시간, 혼란도 등을 사용자 반응 데이터를 실시간 분석하여 UX 평가 판단
UX 피드백 및 리디자인 모듈	UX 피드백 모듈: 분석 결과를 기반으로 UI/UX 설계를 개선하거나 피드백 제공

[표 2] 시뮬레이터로 재현 가능한 스트레스 시나리오 설계

[Table 2] Designing reproducible stress scenarios with a simulator

분류	구성 요소	구현 예시
청각 자극	폭발음, 총성, 고함, 미사일 낙하음	dB 기준 설정 (120~150dB) 및 랜덤 주기 삽입
시각 자극	연기, 섬광, UI 오버레이(피격 표시 등)	화면 흔들림, 깜빡임, 적 레이더 반응
시간 압박	타이머, 긴급상황 카운트다운	목표 조작 10초 내 미완료 시 경고 발생
정보 과부하	멀티 센서 피드, 다중 명령 입력	지도 + 감시 영상 + 경보음 동시 출력

2.3 인공지능 기반 UX 분석 기술 동향

최근 인공지능(AI) 기술의 발전은 UX 분석 방식에도 획기적인 전환점을 제공하고 있다. 기존에는 사용자의 경험을 주로 설문지, 인터뷰, 행동 관찰 등의 방식으로 수집하고 분석하였다면 [7], 최근에는 머신러닝, 딥러닝 등 AI 알고리즘을 통해 실시간 UX 데이터를 정량화하고 예측할 수 있는 기술이 빠르게 도입되고 있다. 특히 군사 분야에서도 고위험 환경에서의 사용자 행동과 감정 상태를 정밀하게 분석하고자 하는 요구가 커지면서, AI 기반 UX 분석 기술은 중요한 연구 영역으로 부상하고 있다. 우선 민간 분야에서의 인공지능 기반 UX 분석 기술은 사용자 행동 데이터(마우스 클릭, 터치, 스크롤 등), 생체 신호(심박수, 피부전도, 시선 추적), 감정 인식(표정·음성 분석), 그리고 자연어 처리(NLP)를 활용하여 사용자 경험을 정밀하게 측정하고 개선하는 방향으로 발전하고 있다. 웹·모바일 서비스, 전자상거래, 헬스케어, 자동차 등 다양한 산업군에서는 AI를 통해 사용자 여정 데이터를 자동 분석하고, 이탈률이 높은 구간이나 불편을 유발하는 인터페이스 요소를 실시간으로 식별하여 UX를 최적화하고 있다 [7]. Adobe Sensei, Salesforce Einstein, Affectiva, Tobii 등의 상용 솔루션은 이러한 기술을 활용한 대표 사례이며, 개인화된 UX 추천과 사용자 피드

백 자동 분류 역시 확산하고 있다. 다만, 생체정보 수집에 따른 개인정보 보호 이슈, 산업별 특성 반영 부족, 실시간성·정확도 간 균형 문제는 여전히 해결 과제로 남아 있으며, 군사 분야에서도 이러한 민간기술 흐름을 참고하여 UX 평가 및 설계 고도화 전략을 수립할 필요가 있다.

AI 기반 UX 분석 기술의 도입은 군 UX 연구를 정성적 평가에서 정량적, 예측 기반 체계로 전환하는 데 중대한 이바지를 할 수 있다. 특히 본 연구와 같은 실전 스트레스 환경 시뮬레이션에 AI 기술을 접목하면, 실시간 UX 반응 예측과 설계 피드백의 선순환 구조를 형성할 수 있다 [8]. 이것은 향후 무기체계의 인간 중심 설계(HCD), 전투 피로도 예측 모델, UX 기반 임무 배치 최적화 등 다양한 응용 분야로 확장도 가능하다 [6]. [표 3]와 같이 A.I 기반 UX 분석은 크게 세 가지 방식으로 구분할 수 있다. 첫째, 생리데이터 기반 UX 분석이다. 사용자의 뇌파(EEG), 심박수(HRV), 피부전도도(GSR), 안구 추적(Eye-tracking) 등 다양한 생리 데이터를 실시간으로 수집하여 스트레스, 피로, 몰입도 등의 UX 상태를 측정하는 방식이다 [9]. 이러한 데이터는 A.I 모델을 통해 스트레스 상황에서의 인지 상태 및 조작 능력 예측에 활용된다. 둘째, 행동 기반 분석이다. 마우스 클릭, 터치, 시선 이동, 선택 패턴 등의 조작 데이터를 AI가 학습하여 사용자의 의도와 인지 부하 수준을 판단하는 기술이다 [9]. 셋째, 멀티모달 통합 분석이다 생체신호와 행동 데이터를 통합적으로 분석하여 보다 정교한 UX 예측 모델을 구현하며, 최근에는 자연어 처리(NLP)를 활용한 음성/텍스트 반응 분석도 포함되고 있다 [7]. 군사 분야에서는 이러한 A.I 기반 UX 분석 기술이 전투기 조종사, 무인장비 조작자, 전술 지휘관 등의 고스트레스 직무에서 적용되며, 실시간 위험 감지 및 피로도 관리 시스템과도 연계되고 있다 [10]. 예를 들어, DARPA는 병사의 스트레스 상태를 모니터링하고 의사결정 오류를 사전 경고하는 ‘Neuroadaptive Interface’ 연구를 추진하고 있으며, NATO 산하 연구기관에서는 UX 반응 데이터를 기반으로 한 A.I 학습을 통해 차세대 전장 인터페이스 설계를 진행하고 있다 [6].

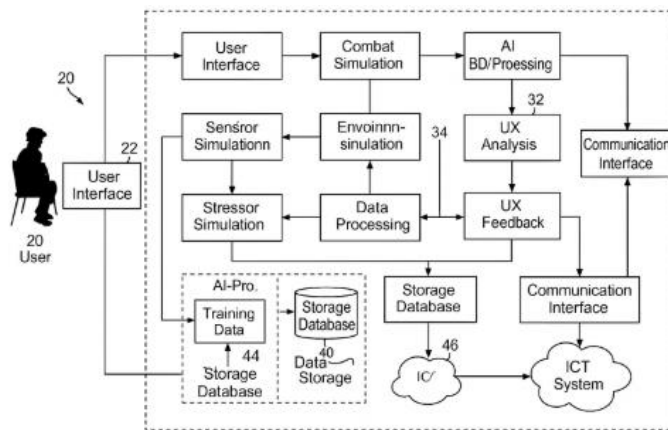
[표 3] AI기반 UX 분석 방식

[Table 3] AI-based UX analysis method

분류	구성 요소	구현 예시
생리 데이터 기반 분석	사용자의 뇌파(EEG), 심박수(HRV), 피부전도도(GSR), 안구 추적(Eye-tracking)	스트레스, 피로, 몰입도 수준 판단
행동 기반 분석	마우스 클릭, 터치, 시선 이동, 선택 패턴 등의 조작 데이터를 AI가 학습	용자의 의도와 인지 부하 수준 판단
멀티모달 통합 분석	생체신호와 행동 데이터를 통합적으로 분석	정교한 UX 예측 모델을 구현

기존 군사 UX 평가 기술 기존 군사 UX(User Experience) 평가 기술은 주로 사용성 평가나 인체공학 중심의 설계 검토에 한정되어 있으며, 실전 환경에서의 인지적·심리적 요소를 반영한 종합적

UX 측정에는 한계가 있다. 대부분의 군 UX 연구는 디지털 장비의 조작 인터페이스, 착용 장비의 물리적 불편함, 시각적 복잡도 등을 대상으로 하며, 제한적 시나리오 기반의 사용성 평가 체크리스트등을 통해 평가된다. 예컨대, 군용 통신장비나 전술 내비게이션 장치의 UI 개선 작업은 대부분 실제 전투 환경보다는 비교적 통제된 훈련 환경 내에서 이루어지며, 이때 얻어지는 피드백도 제한적인 사용자 의견 중심으로 수집되는 경향이 있다. 이러한 방식은 표면적인 사용성 개선에는 도움이 될 수 있지만, 실질적으로 고 스트레스(high-stress) 상황에서 사용자에게 발생하는 인지적 반응이나 판단력 저하, 조작 실수 등의 변수는 과학적으로 측정되지 않기 때문에 실제 작전 상황에서의 UX 성능을 예측하거나 설계에 반영하기에는 한계가 크다. 특히 UX 평가가 대부분 정성적 설문이나 인터뷰에 의존하고 있어 전투 중 발생하는 피로 누적, 생리적 반응 감정 변화 같은 핵심 인지·신체 반응 요소들이 평가 항목에서 배제되거나 비정형적으로 취급되는 사례가 많다. 이로 인해 실제 작전 중 사용자의 경험 품질이나 시스템과의 상호작용 효율성을 체계적으로 분석하기 어렵고, 결과적으로 실효성 높은 피드백 도출과 개선 전략 수립에 장애가 발생한다. 따라서 [그림 3]과 같이 인공지능 UX 설계와 평가 과정에서는 단순 조작 편의성 수준을 넘어, 고난도 작전 상황에서의 스트레스 반응과 인지 오류 가능성을 반영한 다차원적 UX 분석 체계의 도입이 절실하다.



[그림 3] 인공지능 기반 UX 분석 시스템

[Fig. 3] Structure of AI-based UX analysis system

3. 연구방법 및 분석

군사 분야의 실증 연구는 실제 전투 환경을 실험적으로 재현하거나 군사 시스템에 직접 접근하기 어려운 제한된 조건을 고려하여, 문헌 기반 비교 분석, 선행 연구 시뮬레이션 사례 재구성, UX 지표 기반 비교 도표화라는 세 가지 접근 방식을 중심으로 진행되었다. 특히 AI 기반 UX 분석

시스템을 실제 구현하는 대신, 각 모듈의 기능과 작동 흐름을 이론적으로 설계하고, 기존의 군사 인터페이스 연구 사례와 비교하여 정량적 타당성을 확보하였다.

3.1 UX 평가 시뮬레이션 구성 논리

실제 실험 대신, 다음과 같은 구성 논리를 기반으로 문헌 기반 시뮬레이션을 설계하였다:

- 평가 대상: 전통적인 군 GUI 시스템 vs. 제안된 UX 중심 인터페이스
- 지표 구성: 인지 부하, 조작 정확도, 시선 집중도, 정서 안정성 등 9개 핵심 UX 평가 지표
- 시뮬레이션 기준 시나리오: 전술 지도 조작, 경고 시스템 반응, 목표 식별 및 명령 수행 절차 등
- 비교 기준: NATO 및 미군의 UI 적용사례, 민간 항공 및 위기 대응 시스템 UX 적용 연구

3.2 UX 분석 구조의 재구성

기존 군사 UX의 평가 시스템은 기술 중심의 GUI 설계에 치중되어 있어 실제 사용자(병력)의 조작 환경, 인지 반응, 정서적 안정성 등을 반영하지 못했다. 본 연구에서는 이러한 평가 구조의 한계를 극복하고자, UX 분석 구조를 [표 4]와 같이 데이터 수집, 정량 분석, 시각화 도식, 설계 피드백 지표를 통합하는 다차원 구조로 구성하였다. 이로써 단순 사용성 평가를 넘어, 실전과 유사한 전장 환경에서의 사용자 반응을 정량적으로 수집·분석하고 UX 설계 피드백으로 환류하는 체계를 구현할 수 있게 하였다. 또한, 주요 기능별로 기존 적용 자료와 연구사례 분석 자료를 활용 방식과 함께 분석함으로써 향후 군사 시스템의 인간 중심 UX 설계를 위한 객관적 근거 및 정책적 확산 기반으로서 중요한 의미가 있다.

[표 4] 군사 UX 분석 구조의 통합적 재구성 개요

[Table 4] Overview of the Integrated Reconstruction of the Military UX Analysis Framework

구성 모듈	주요 기능	적용 자료	활용 방식
데이터 수집 분석	생체 신호, 시선추적, 명령 반응	NATO UX 보고서, VR 실험 데이터	UX 반응 추정 모델링
정량 분석 엔진	NASA-TLX, SUS, 반응시간 비교	군사 UX 사례 분석 논문	지표별 수치 비교
시각화 도식	히트맵, 시간 기반 반응 변화 그래프	선행 UX 연구 사례	UI 설계 차이 표현
설계 피드백 도출	문제 영역 자동화 도출	기존 시스템 실패 사례	개선 요소 도출

3.3 지표별 정량 비교 분석

실증 실험이 불가능한 환경에서 문헌 기반의 사례 비교와 시뮬레이션 결과 재구성 방식을 통해, 전통적인 군사 GUI 시스템과 제안하는 UX 중심 인터페이스의 상대적 성과를 [표 5]와 같이 정량적으로 비교하였다. 이를 위해 총 9개의 UX 핵심 지표를 선정하고, NATO, 미국 DoD, 독일 Bundeswehr 등의 UX 관련 연구 보고서 및 가상 시뮬레이션 기반 평가 자료에 근거하였으며 해당 지표별 수치는 NATO STO TR-HFM-276 보고서, 미 공군 UI 평가 매뉴얼(2020), 민간 분야 UX 평가 시뮬레이션 사례(UXPA, 2019) 등을 기반으로 수치를 작성하였다.

[표 5] UX지표별 정량 비교 분석 예시

[Table 5] Example of quantitative comparative analysis by UX indicator

지표 항목	전통 GUI 평균값	UX 개선안 평균값	차이 (개선폭)
인지 부하 점수	72/100	51/100	-21
조작 정확도 (%)	74.1%	92.3%	+18.2%
명령 반응 시간 (초)	5.7	3.3	-2.4초
HRV 변화율	-12%	-4%	+8% 안정화
GSR 반응	0.21 μ S	0.08 μ S	-0.13 μ S
시선 고정율 (%)	62%	81%	+19%
NASA-TLX 점수	13.1 / 15	11.3 / 15	향상
SUS 점수	54.3	78.7	+24.4
사용자 적합성	3.2 / 5	4.5 / 5	향상

3.4 연구의 한계 및 보완

본 연구는 군사 영역의 정보 비공개성, 실험 실행의 제약성, 현장 자료 접근의 어려움이라는 구조적 특수성을 고려하여, 실증 실험보다는 문헌 기반의 시뮬레이션 분석 방식을 채택하였다. 이는 특히 대한민국 국방 분야의 경우 보안 등급이 높은 시스템들이 많고, 연구자와 실무자들의 접근 권한 또한 매우 제한적이기 때문에, UX에 대한 직접 관찰이나 실측 실험 설계가 사실상 불가능한 현실을 반영한 것이다. 이러한 여러 연구의 한계점을 가지는 배경 속에서 본 연구는 다음과 같은 몇 가지의 제한점을 가지며, 이를 보완하기 위한 향후 과제를 함께 제시하고자 한다.

1. 실증 실험의 부재

실제 군 장비나 작전 인터페이스에 대한 실사용자 테스트가 수행되지 못했기 때문에, 제안한 UX 지표나 평가 구조의 현장 적용성에 대한 객관적 검증이 부족하다.

이를 보완하기 위해 NATO, 미군, 독일 연방군(Bundeswehr) 등의 해외 사례 및 시뮬레이션 연구 결과를 폭넓게 조사·분석함으로써 간접적 신뢰성을 확보하였다.

2. 군 내부 UX 실태 AI 데이터의 부재

대한민국 군의 GUI 시스템 설계 프로세스 및 사용자 피드백 체계에 대한 보고서나 평가 자료가 거의 존재하지 않음으로 인해, 국내 데이터 사례 분석의 밀도와 분석의 현실성이 제한적이다.

이에 따라 민간에서 상용화된 유사 시스템과 병렬 비교를 통해, 군 인터페이스 설계의 상대적 문제점을 유추하고 대체로 정량화하였다.

3. 가중치 설정 및 UX 지표의 정량화 한계

UX 평가지표에 대한 가중치 설정은 실제 전장 환경의 임무 우선도나 인지 피로도에 기반한 전문가 판단을 따랐지만, 실사용자 데이터가 부족하여 객관적 통계적 검증에는 미치지 못한다.

향후 국방 UX에 대한 학제 간 연구 및 시제품 수준의 테스트베드 환경 구축을 통해 점진적인 데이터 축적과 보완이 요구된다.

4. UX 설계 구조의 이론 중심 구성

본 연구에서 제시한 UX 통합 구조는 EEG, GSR, Eye-Tracking 등 다양한 생체 기반 센서 데이터 분석과 UI 피드백 구조를 포함하고 있지만, 프로토타입 구현 없이 이론적으로만 설계되었다는 점에서 구현 현실성과 기술 적용성 측면의 한계가 존재한다.

이 한계를 극복하기 위해, 향후 군과의 협력 과제를 통해 실제 시스템 수준의 인터페이스 적용 및 실측 기반 UX 피드백 분석을 병행해야 한다.

5. 문화·조직적 수용성 문제 미포함

UX 기반 설계를 도입하기 위한 군 조직 내의 인식 변화, 제도적 수용 가능성, 교육 훈련 체계와의 연계성 등 문화적 요인을 연구 범위에서 제외하였다.

향후 연구에서는 군 UX 설계의 정책 수용성과 실행 기반 구축 전략에 대한 정책학적 연구 병행이 필요하다.

이와 같은 연구의 제한은 본 논문이 이론적 타당성과 구조 설계 측면에서는 충분한 기여를 했음에도 불구하고, 실증적 검증이라는 관점에서는 ‘선행 연구적 기초’를 제공하는 단계로서의 성격을 지닌다는 점을 명확히 한다. 따라서 후속 연구에서는 군의 디지털 장비에 대한 실무 현장 훈련 시스템과 연계한 UX 실험 환경 조성을 통해, 무인무기 로봇등과 인공지능 기반의 새로운 디지털

인터페이스 기반의 신 무기 시스템에 대한 파일럿 테스트 시나리오 개발에 직접적으로 참여하는 연구가 필요하다, 향후 이러한 연구를 위해서 우리 군 내부 연구 조직과의 협력 연구 등을 통해 한계를 점진적으로 보완해 나갈 수 있을 것이다.

4. 결론

본 연구는 기존 군사 인터페이스 시스템이 가진 한계 특히 전통적 GUI 기반 설계가 실전 환경에서 병사에게 높은 인지 부하, 조작 오류, 스트레스 반응을 유발하고 있다는 문제의식에서 출발하였다. 이를 해결하기 위해 민간 및 해외 군사 사례에서 적용된 UX 중심 설계의 구조적 장점과 A.I 기반의 성능 향상 효과를 도출하기 위해 문헌 기반으로 종합하였다. 구체적으로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다:

1. 현재 군의 GUI 시스템의 한계는 사용자의 실전 반응을 고려하지 않고 기술 중심으로 개발된 구조에서 비롯되며, 이는 전투 작전 효율성과 모두의 생존 가능성을 위협하는 중요한 요인이 된다.
2. UX 중심 설계의 도입은 사용자 중심의 판단 흐름, 오류 방지 설계, 스트레스 대응 메커니즘 등을 A.I를 통해 반영함으로써 실전에서의 조작 효율성과 임무 성공률을 크게 향상하게 시킬 수 있다.
3. 향후 국방 디지털 전환 및 인공지능 방산 체계 구축에 있어 전략적 우선 과제로 채택될 필요가 있다. 특히 AI 기반의 UX 전환이 핵심 작전 목표에 직접적으로 기여할 수 있는 필수 중 하나이다.

4.1 정책적 제도적 제언

본 연구는 단순한 설계 개선을 넘어서, 국방 정책과 군 조직 차원의 UX 전환 필요성을 강조한다. 따라서 향후 다음과 같은 8가지 정책적 제도적 개선의 내용이 포함되어 반영되어야 할 것이다.

1. 국방 UX 표준화 체계 수립
2. 국방부 주도의 군사 UX 평가 지침, 평가기준, 인증 제도 필요
3. 시제품 단계부터 UX 설계 반영 의무화
4. 방위사업청 발주 무기체계 및 소프트웨어 사업에 초기 기획 단계부터 UX 요소 반영 의무화
5. 군 무기평가 조직에 UX 전문조직 및 UX A.I 평가센터 구축
6. 전투 실험장 기반의 인터페이스 A.I 반응 분석, 시뮬레이션이 가능한 연구 평가 기관이 필요
7. 기존 장비/시스템의 UX 리디자인 재검토 사업 시행

8. 이미 운용 중인 군 GUI장비를 UX 적합성 재평가를 시행하고, A.I설계를 단계적으로 추진

4.2 향후 연구과제

본 연구는 실전 전투 스트레스 환경에서의 군사 UX 적합성 문제를 다루되, 현실적인 제약으로 인해 실험적 접근이 어려운 상황을 반영하여 문헌 기반의 분석 및 시뮬레이션적 검증 방식을 채택하였다. 이로 인해 특정 한계점들이 드러났으며, 향후 연구에서는 다음과 같은 과제를 중심으로 보다 정량적이고 실증적인 분석 체계가 구축되어야 할 필요가 있다.

1. 실제 사용자 데이터를 통한 UX 반응 실험 검증 필요

→ 병사 및 지휘관의 생체반응·조작 데이터 기반 실험 환경 조성

2. 전투 스트레스 시나리오에 맞는 정밀 UX 평가 플랫폼 구축 필요

→ 실제 군사 훈련 상황 또는 VR 기반 UX 테스트 환경 개발

3. 군 전용 UX 표준 및 지표 체계의 제도화 부족

→ 국방 표준화 제도 내 UX 평가 항목 신설 필요성

이러한 추가 연구를 통해, 군 UX 설계가 단순 기술이 아니라 작전 수행 효율성과 생존성에 직결되는 전략적 요소임을 증명해야 하고, 다학제적 연계 연구 및 국방 정책 차원의 제도적 기반 마련이 향후 과제의 핵심으로 도출된다고 본다. 결론적으로, 군 UX 설계는 단순한 미적 개선이 아닌, 병력 생존과 임무 성과에 직접 영향을 미치는 전략적 자산의 영역으로 새롭게 정의되어야 할 것이다. 특히 인간 중심 UX설계는 군 전력의 신뢰성과 작전 지속 능력을 동시에 향상할 수 있는 잠재력을 지니게 될 것이다. 이러한 맥락에서 본 연구는 장기적인 군 조직의 체계 개편과 전투 교리 발전에도 영향을 줄 수 있는 기반 기술로서 의미를 지닌다. 나아가, 국방 분야 UX 기술의 학제간 융합과 새로운 평가지표 개발을 촉진함으로써, 향후 국방 R&D의 패러다임 전환에도 이바지할 수 있을 것이다. 본 연구를 통해 강조한 UX가 전투력과 직결된다는 인식을 재고함과 동시에, 객관적 평가가 가능한 측정 시스템과 AI 기반의 피드백 루프를 통해 군 작전 수행의 정확성, 신속성, 안정성을 향상하는 전환점으로 작용할 수 있어야 할 것이다. 이러한 기술적 진보는 인간 중심의 UX 설계의 방향성을 강화하고, A.I 및 시뮬레이션 기술과의 결합을 통해 지능화된 차세대 군사 시스템으로의 도약을 견인할 것이다. 궁극적으로, 본 기술은 국방 디지털 전환 시대에 부합하는 혁신 기술로서, 작전 환경의 복잡성과 인적 부담을 효과적으로 극복할 수 있는 실질적인 대안을 제시하며, 향후 국방기술 고도화에 이바지할 수 있는 기반이 될 것이다.

References

- [1] A. Razzak, N. Islam, "Exploring and Evaluating the Usability Factors for Military Application: A Road Map for HCI in Military Applications", *Journal of Human Factors and Mechanical Engineering for Defense and Safety*, vol. 4, no. 2, December 2020, pp. 51-52, doi: 10.1007/s41314-019-0032-6.
- [2] S. Kim, S. Lee, K. Lee, "Usability Evaluation of Graphic User Interfaces for a Military Computer-Based Training System", *Journal of Ergonomics Society of Korea*, vol. 34, no. 5, October 2015, pp. 401-410, doi: 10.5143/JESK.2015.34.5.401.
- [3] D. Ota, M. Pradhan, "Interface Design and Assessment of Situational Awareness and Workload for an Adaptable Multimodal Crew Assistance System Based on NATO Generic Vehicle Architecture", *Journal of International Command and Control Research and Technology*, vol. 21, no. 5, September 2016, pp. 65-67, doi: 10.1109/ICMCIS.2016.7496556.
- [4] S. Park, S. Kim, "A Comparative Study of Image Generation Artificial Intelligence Service Used in Idea Development Process - Focusing on Text Prompt Based Image Generation Design Service", *Journal of Korea Design Forum*, vol. 28, no. 2, May 2023, pp. 7-16, doi: 10.21326/ksdt.2023.28.2.001.
- [5] NATO HFM RTG-276 Task Group, "Human Factors and ISR Concept Development and Evaluation", *Journal of NATO Research and Technology Organisation*, vol. 15, no. 7, February 2022, pp. 25-26, doi: 10.14339/STO-TR-H-M-276.
- [6] E. Smith, J. Brown, "NATO Guidelines on Human Engineering Testing and Evaluation", *Journal of Science & Technology Organization North Atlantic Treaty Organization*, vol. 10, no. 3, May 2001, pp. 85-86, doi: 10.14339/STO-TR-HFM-237.
- [7] C. H. Moon, D. H. Kwon, "A Study of User-Level Understanding of Image-Generative AI and How to Apply It to Animation Production Education", *Journal of Cartoon & Animation Studies*, no. 72, September 2023, pp. 213-262, doi: 10.7230/KOSCAS.2023.72.213.
- [8] W. J. Kim, "A Study on Social Perception of Artificial Intelligence Art Creation", Master's thesis, The Graduate School of ICT Business, Kyung Hee University, Republic of Korea, 2022.
- [9] S. H. Kim, C. M. Lee, "The Impact of Generative AI's Technical Characteristics and Librarians' Personal Traits on Intention to Use Generative AI", vol. 35, no. 2, September 2024, pp. 129-130, doi: 10.14699/kbiblia.2024.35.2.109.
- [10] D. Beitel, M. Knight, "IT User Experience Report: Department of Defense IT User Satisfaction Survey", U.S. Department of Defense Tech., Washington, D.C., USA, Tech. Rep. FY23 02, February 2023. [Online]. Available: <https://dbb.defense.gov/Portals/35/Documents/Reports/2023/DBB%20FY23-02%20IT%20User%20Experience%20Report%20Cleared%20Final%20Approved%20Printing1.pdf>.