

## 운용성 향상을 위한 인적 요소 분석 방법에 관한 연구

정 성 학\*

### A study of Analysis Method of Human Factors for Operation Improvement

SungHak Chung \*

#### 요 약

본 연구는 운용성 향상을 위하여 효율적이고, 체계적인 인적 요소 분석 방법을 제안한다. 시스템 개발의 출발점인 사용자의 요구사항 생성 및 관리, 설계반영에 중점을 두고 이를 활용할 수 있는 방법론을 제시함으로써 운용성 향상을 구현하기 위함이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 연구에서는 사례연구로 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 인적 요소 요구사항 아키텍처 방법을 제시하고, 이를 기반으로 하여 인에이블링 시스템 인적 요소 데이터베이스를 분석하고 구축하는 작업을 수행하였다. 최근 들어, 인에이블링 시스템에 관한 인적 요소 분석 및 설계반영의 필요성이 증대되고 있다. 인간공학 표준 및 가이드에서 제시하는 방법들을 정리하고, 분석하여 인에이블링 시스템 운용환경 설계 검토를 수행하였다. 본 연구의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 인적 요소 분석 방법론을 통하여 체계 데이터베이스를 구축하고, 다양한 분야의 체계 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

▶ Keywords : 인적 요소, 요구사항과 프로세스, 체계 공학, 사용자 중심 설계

#### Abstract

This study suggests for effective operation of systematic analysis method for human factors which is based on the requirement architecture framework a requirement process to manage requirements for improvement is discussed, such as in requirements generation, database construction, management of experimental design, and management of the design traceability. For the objectives, we analyzed the method construct of the starting point views of user requirement which is adopted the requirement architecture concept to cover the whole activities required to do and the human factors guidelines and standards are suggested for verification and validation of the develop requirements. It is getting more attention as the operation of the enabling systems goes up

•제1저자 : 정 성 학

•투고일 : 2013. 6. 3, 심사일 : 2013. 6. 17, 게재확정일 : 2013. 6. 25.

\* 국방과학연구소 선임연구원 (Agency for Defense Development)

these days. Throughout the propose of this study, human factors requirement database design presented in operational environment system for enabling system which is based on case study using a computer aided se tool. This study will be contributed to how the operational requirement database for the enabling system and operational human factors can be constructed in an integrated system design fashion.

▶ Keywords : Human Factors, Requirement and Process, System Engineering, User Centered Design

## I. 서 론

군용전술차량은 전투지원을 위한 병력 및 물자 수송을 주요 목적으로 화기탑재, 진술지휘 및 화력통제 등의 임무에 운용되는 차륜형 기동장비이다[1]. 이러한 목적을 달성하기 위해서 야지, 습지 및 한랭지 등 다양한 기후조건에서 운용이 가능하도록 우수한 기동력과 다양한 임무수행이 가능하도록 설계하고 있다. 무엇보다 다목적 전술운용과 신속성을 구현하며, 최저의 유지비 및 비용 최소화 중심의 정비유지단계의 단순화와 효율화가 필요하다. 그러므로 전술적 목적을 달성하기 위하여 기동성, 수송의 적합성, 전술적 실용성, 내구성, 고성능에 비중을 두고 설계하여 왔다[2]. 인에이블링 시스템은 이러한 군용전술차량의 탑재물 혹은 부가장치를 장·탈착할 수 있는 체계이다. 탑재물의 종류는 다양하며, 소총이나 대전차 무기체계, 레이더 및 안테나 등의 무선통신 장비 등이 다양하게 적용될 수 있다. 이상길 등(2011)은 미래 군용전술차량 발전추세와 인간공학측면과 무기체계 관점에서 주요한 설계요건들을 소개한 바 있다[3].

본 연구에서는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 설계를 위하여 운용환경에서 발생되는 문제점과 사용상의 편의성을 증진시키기 위해서 관련된 요구사항을 개발하고 관리하는 연구를 수행한다. 본 연구는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 설계를 위한 운용환경 상에서 요구사항 분석방법의 개발에 초점을 두었다. 이러한 요구사항 분석방법은 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경에 영향을 미치는 복잡한 관계들의 이해를 높이고 인간공학적인 최적 설계를 제공하기 위함이다. 따라서 인적요소 아키텍처로서의 요구사항 및 이와 관련된 요소 식별을 통해 인적 요소들 간의 범용으로 활용할 수 있는 간략한 스키마를 개발하였다. 효율적인 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 분석과 적용을 위하여 운용성 측면에서 인적요소를 산출하여 요

구사항 DB를 구축하고, 이 인적요소들 간의 관계들을 보다 쉽게 이해하고 개선할 수 있도록 설계 반영 하였다.

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항은 이들의 관리를 효과적으로 하기 위하여 소요군의 운용환경을 고려하여 정의하였다. 시스템 공학 전산 지원도구를 통한 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 프로세스를 구축한 것이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저, 도입에서는 체계개발시 사용자인 소요군 요구와 체계분석 연구의 배경 및 필요성을 기술하였다. 본문에서는 관련 사항들을 분석 하고, 이해관계자들의 요구사항 및 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용상의 요구사항 아키텍처에 대해 기술하였다. 또한, 이를 체계공학 전산지원 도구인 CORE를 통하여 요구사항 DB를 구축한 내용을 기술하였는데, 이는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 효율적으로 수행하기 위함이다 [3]. 결론에서는 본 연구의 결과를 요약 및 정리하였으며, 추후 연구진행 방향에 대해 기술하였다.

## II. 이론적 배경

시스템의 복잡성을 해결하기 위한 방법으로서 시스템공학이 발생되었다. 국제시스템공학회(INCOSE)에서는 시스템 공학의 정의를 “시스템의 성공적인 구현을 위한 다 학제간의 접근법이자 방법”이며, 시스템에 관련된 복잡한 문제들을 해결하기 위해 관련된 모든 이해관계자의 요건을 만족시키기 위한 다양한 분야 사이의 종합적인 방법기술이라 하였다[4].

방사-무기체계는 복잡성을 가진 C4I시스템 요소이며, 시스템공학 기술의 적용은 이러한 복잡성을 가진 시스템을 개발하는데 있어 유용하다. 시스템공학 기술은 사용자가 원하는 체계개발을 성공시키기 위하여 시스템을 사용하는 인간의 운용능력과 구현기술을 핵심요소로 하며, 시스템의 전수명주기

를 고려하여 총체적으로 접근하는 방법이다. 이로써 시스템의 복잡성과 불확실성을 효과적으로 관리할 수 있도록 한 것이다. 이러한 체계기술은 인간이 운용하는 무기체계인 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경의 개선과정에 적용되는데, 이는 비용, 일정, 성능 및 기능 등의 논리성을 확인하고, 이에 따른 시행오류를 줄이는 것이 그 목적이다.

요구사항은 시스템의 설계에서부터 검증 및 평가에 이르기까지 시스템 개발의 전수명주기 상에서 영향을 미친다. 그리고 사용자인 소요군(관리자/유지보수 관리자) 및 제작사 등 다양한 이해당사자의 요구, 시스템 개발 및 운영에 영향을 미치는 국방규격, 설계기준, 법령 등이 이에 속한다. 이러한 요구사항은 설계에 있어 설계 사양 및 검증 기준에 영향을 미친다. 이처럼 사용자의 요구사항 분석과 해법의 제시는 이해당사자들과 다양한 요소들 간의 상관관계를 고려하여야 하고, 각 요소들의 영향을 정확히 파악함으로써 요구사항의 일관성 있는 관리를 수행하여 신뢰성 및 안전성을 향상시킬 수 있다.

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경에서 인간공학 적 설계요인을 찾아내고 이를 개선할 수 있는 요구사항을 도출하여 설계에 반영하여야 한다. 이로서 운용자(사수/부사수/운전수)의 운용 편의성을 향상시킬 수 있다. 국방과학연구소 표준 연구개발 프로세스 및 설계 가이드에서는 요구사항의 중요성과 요구사항 프로세스를 언급하고 있고, 결론적으로는 운용자의 인적요소와 그 요구사항은 최종설계의 품질속성이며, 핵심요소이다[5-12]. 이러한 요구사항을 상세한 활동 요소들은 직무분석을 통하여 명확하게 분석하여야 하고, 그 중에서 인간공학 적 요소를 중심으로 사용의 적합성을 체계설계에 반영하여야 한다. 운용자의 관점에서 사용의 적합성이나 운용의 편리성을 고려하기 위해서는 인간공학과 시스템안전 공학 영역에 대한 연구가 집중적으로 이루어 져야 한다 [13-17].

본 연구에서는 이러한 관점에서 운용성을 고려한 직무분석 과 그 활동의 상세한 직무분석(Task Analysis)을 통해 기대(Expectancy)에 대한 대응 및 휴먼에러에 대한 연구를 수행하였다.

### III. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 설계를 위한 요구사항 아키텍처 정의

#### 3.1 군용전술차량의 인에이블링 시스템 요구사항 아키텍처의 정의

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처를 정의하기 위해서는 먼저 요구사항과 아키텍처에 관하여 규정할 필요가 있다. 요구사항이란 시스템의 작동과정과 시스템의 특징 또는 속성에 대한 설명으로, 시스템 개발에 대한 결정사항을 의미한다. 즉 타당한 이해관계자들인 사용자군으로부터 요구되는 사항을 파악하여 개발하고자 하는 시스템이 무엇인지에 대해서 실체를 정의하는 것이다.

아키텍처는 시스템을 구성하고 있는 하부 시스템들이 설계 의도에 맞도록 어떠한 관계를 맺어서 어떠한 작업을 수행함으로써 통일된 구조를 형성하는 것이다. 이는 목표로 하는 제약 사항/원리/수행개념/임무거동의 달성을 위해 시스템들이 하나의 유기체처럼 구성되는 것을 말한다.

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항이 어떠한 요소들과 관련이 있으며, 어떻게 상호 작용하고 어떠한 프로세스로 관리되고 변경되는지를 구조화한 것이다. 이를 위해 군용전술차량의 인에이블링 시스템이 운용 요구사항 아키텍처 요소에 적합하게 운용되도록 한 것으로 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경으로 범위에서 일관되게 구조화하였다.

#### 3.2 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처의 효용성

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처는 설계를 일관성 있게 해석, 관리, 검사하여 그 효과를 분석하는 데에 사용함으로써 시스템을 체계적이고 효과적으로 구현하고, 이를 지원 및 관리할 수 있다. 또한, 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용설계에 관여하는 다양한 이해관계자들의 의견이나 요구사항들을 반영하고, 새로운 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용에 대한 요구사항의 변경이나 이에 영향을 미치는 것들을 신속하게 분석, 평가함으로써 군용전술차량 인에이블링 시스템의 효과적인 운용 및 편익을 증진하는데 초석이 될 것이다. 교전반응시간 단축, 차량탑재 후적 관찰, 전장상황 모니터링, 탐지후 교전성능향상 등은 이러한 사례이다.

## IV. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처 개발

### 4.1 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 프로세스 개발

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처 개발에 앞서 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용에 관한 국내의 가이드라인 및 조사를 통한 자료 분석을

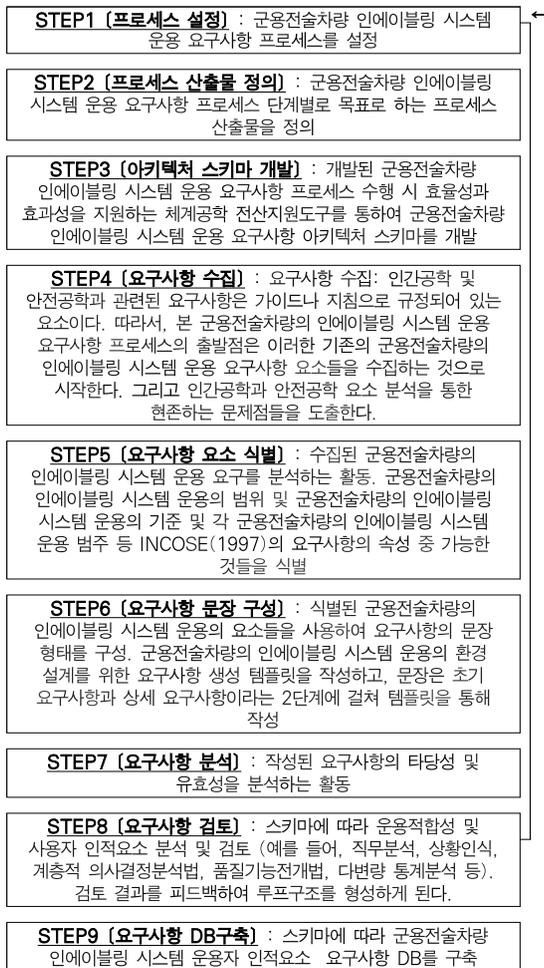


그림 1. 군용전술차량의 체계 인에이블링 시스템 설계를 위한 DB 요건분석 방법

Fig. 1. Database requirement analysis method of the operational requirement for enabling system on military tactic vehicle

실시하였다. 자료 분석에 사용된 가이드는 MIL-STD-1478, MIL-STD-46855, MIL-STD-1472F, MIL-STD-882D, EIA 632, MIL-HDBK-759C, MIL-STD-754C, MIL-STD-810F, IEEE 830, MIL-STD-498, ISO9241-400, NUREG-0700, 유사체계의 규격서 등 이다 [7,18-34]. 이를 바탕으로 하여 다음과 같은 단계로 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처를 개발한다. 체계 요구사항에 대한 논문들은 대부분 유사한 절차와 프레임 워크를 가지고 있다. US Florida System Engineering Chapter에서 개발하여 활용하고 있는 대부분의 아키텍처들은 유사한 형태를 보이고 있으며, 많은 부분에서 표준화되고 있고, 국내에서 발표되고 있는 논문들도 유사한 경향성을 보이고 있다[15-18,21-25,33-35]. 본 연구의 체계 요건 분석 방법을 요약하면, 다음의 그림 1과 같다.

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 프로세스 개발은 국방과학연구소 표준 연구개발 프로세스 및 가이드에서 제시하는 요구사항 프로세스를 준수하였다. 체계공학 표준 및 가이드에서 제시하는 요구사항 프로세스의 상세 활동 요소 중에서 인간공학적 요소를 핵심사항으로 고려하였다. 본 연구는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 인간공학 요건/기준에 대하여 인간공학 요소의 활동을 세밀하게 나타내기 위하여 요구사항 프로세스를 적용하였다. MIL-HDBK-46855, MIL-STD-1478, MIL-STD-1908, ISO 9241-400, NUREG-0700 Rev.2를 요구사항의 검토 자료로 체계 프로세스를 적용하였다[18-34].

그림 2는 본 연구에서 제시하는 상위수준의 요구사항 프로세스를 정의한 것이다. 군용전술차량 인에이블링 시스템 설계를 위한 상위수준의 요구사항 프로세스는 각 단계마다 입력물과 산출물을 정의 하였는데, 이는 지금까지의 기존 연구가 상위 수준의 요구사항과 하위 수준의 요구사항들에 대하여 상호간의 추적성을 확보하지 못하여 체계적인 정리가 부족하여 어려움을 겪었던 사항이었다. 본 연구의 그림 2는 상위 수준의 요구사항 프로세스이다.

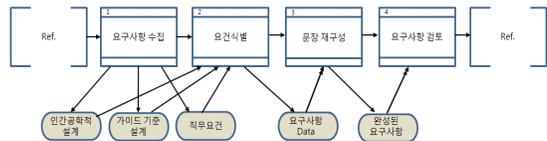


그림 2. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 설계를 위한 상위 수준의 요구사항 프로세스

Fig. 2. Upper level requirement process of the operational requirement for enabling system on military tactic vehicle

1) 요구사항 수집: 인간공학 및 안전과 관련된 요구사항은 가이드나 지침으로 규정되어 있는 요소가 많다. 때문에 본 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 프로세스의 출발점은 이러한 기존의 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 요소들을 수집하는 것으로 시작한다. 그리고 인간공학 요소 분석을 통한 현존하는 문제점들을 도출한다.

2) 요구사항 요소 식별: 수집된 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구를 분석하는 활동으로 본 활동에서는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용의 범위 및 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용의 요구사항을 기준으로 하였다. 또한 유사체계의 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용의 요구사항의 범주 등 INCOSE(2010) 등 요구사항의 속성을 통하여 요구사항을 식별했다[4].

3) 문장 재구성: 식별된 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용의 요소들을 사용하여 요구사항의 문장 형태를 구성하였다. 요구사항이 설계에 반영되기 위해서는 기술적인 문장으로 구성하였다. 요구사항의 구조는 Elizabeth hull(2004) 등이 제안했던 방식으로 표 3과 같이 기술하였다[8-12]. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용의 환경 설계를 위한 요구사항 생성 템플릿을 작성하였다. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 개선을 위한 요구사항 문장은 초기 요구사항과 상세 요구사항이라는 2단계에 걸쳐 활용할 템플릿을 통해 정리하고 작성하였다.

4) 요구사항 검토: 본 활동은 작성된 요구사항의 타당성 및 유효성을 검토하는 활동이다. 검토 결과를 피드백하여 본 프로세스 루프구조를 형성하였다.

하위 수준의 내용을 표현한 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 프로세스의 세부 모델은 그림 3과 같다. 기능모델 표현 방법 중 eEFFBD(enhanced Function Flow Diagram)을 통해 모델링 하였다.

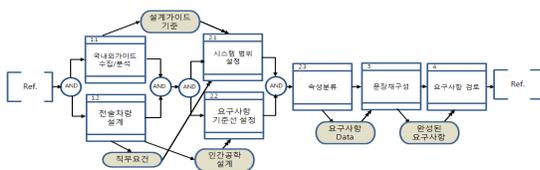


그림 3. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 설계를 위한 하위 수준의 요구사항 프로세스

Fig. 3. Lower level requirement process of the operational requirement for enabling system on military tactic vehicle

각 활동의 입출력 정보를 표현할 수 있어 프로세스를 용이하게 확인할 수 있으며, 앞선 상위 수준의 내용으로부터 구체적으로 국내외의 가이드 수집 및 분석과 인간공학 및 디자인 요소 분석을 통한 요구 수집을 통하여 나온 가이드 기준, 직무요건, 인간공학적인 인에이블링 시스템 설계를 도출 이러한 요구 수집활동을 거친 출력물을 통해 군용전술차량의 인에이블링 시스템의 운용범위와 그 기준선을 설정할 때 인적 요소를 식별 하였다. 또한 인적 요소들의 속성을 분류함으로써 정제된 요구사항은 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 생성 템플릿으로 작성하였다. 이를 통해 완성된 요구사항 문장이 도출되면 이를 기반으로 요구사항을 최종적으로 검토하여 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 프로세스의 활동을 수행하였다.

#### 4.2 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 검토와 검증

앞에서 정의한 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 요구사항 프로세스를 통해 나온 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항을 검토하기 위하여 본 연구에서는 IEEE에서 제안하고 있는 소프트웨어 요구사항의 구조를 받아들여서 가이드라인으로 활용하였다. IEEE(1998)에서는 소프트웨어 요구사항에 대한 평가를 기준의 소프트웨어 요구사항의 기능적 요소와 비기능적 요소로 평가 했는데 범용적인 요구사항의 평가를 위하여 좋은 요구사항이 가져야 하는 특성을 검토하여 재분류하였다[9]. 이러한 요소들에 대하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항의 검토(Verification)와 검증(Validation) 단계의 가이드라인을 정리하면, 표 1과 같다 [8,14,18-25].

표 1. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 요구사항 검토와 검증 단계의 가이드라인

Table 1. Guideline of the operational evaluation's requirement verification and validation step for enabling system on military tactic vehicle

특성	가이드라인
정확함	-사용자의 실제 필요성으로 요구사항을 정확하게 반영하고 있는지에 대한 정보 -기존 요구사항의 비교, 시스템 요구사항과의 비교, 또는 기존 프로젝트와의 비교로 작성
모호성	-요구사항의 모호성 확인 -요구사항에 사용된 용어가 사전 및 용어집에 등록되어 있는지, 같은 용어인데 다른 의미로 사용하는 것은 없는지에 대해 평가 -용어에 대한 정정 확신을 척도로 이용

완전성	-요구사항으로서 완전한지에 대한 정보 -요구사항에 대하여 모든 참여자의 요구사항이 포함되었는지 확인한다.
일관성	-요구사항의 일관성 확인 -내부의 연결된 요구사항들 간의 우선순위나 중복, 실수 횡수
안정성	-요구사항의 안정성 -요구사항의 변경횟수를 확인한다.
필요성	-필요성에 대한 정보로 우선순위에 대한 정보 -요구사항의 검증절차로 요구사항을 3가지(필수요건/상황요건/옵션)로 분류
검증성	-요구사항의 검증이 가능한지에 대한 정보 -요구사항의 편익분석에 대한 정보로 측정 가능한 정량적 정보와 측정 소스를 언급
수정성	-요구사항이 변경시 종류와 이력에 대한 속성정보 -연결된 요구사항의 구조가 계층적인 경우 하위 요구사항과 상위와의 관계에 대한 정보

IEEE 가이드라인을 통하여 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 총 87개의 요구사항에 대한 검토를 행하였으며, 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 생성 템플릿을 통하여 가이드라인에서 제시하는 사항을 바탕으로 수정하였다. IEEE 가이드라인은 비기능적 요구사항에 대한 검증을 포함하고 있기 때문에, 실제 세부 요소 중에 정량적 요소에 포함되지 못하는 요소는 사용자가 평가할 수 있도록 가이드라인을 제공하며, 이렇게 제공되는 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항의 검토와 검증 단계의 가이드라인을 적용하였다[35-38].

표 2. 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마 구성 요소의 설명

Table 2. Discriptions of schema elements of operational requirement for enabling system on military tacticle vehicle

클래스	설명
Tasks	군용전술차량 인에이블링 시스템 운용에서의 운용자의 직무
Elements	군용전술차량 인에이블링 시스템 운용에서 발생 가능한 인간공학 설계 요소
Design	사용편의성 및 운용성을 고려한 인간공학적인 설계
MTV Spec.(As-Is)	군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 설계 사양
ES Spec.(To-Be)	군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 설계 사양
Design Requirement	설계가이드의 내용 중 언급된 설계요구사항
ES Feature	설계가이드에서 추천하는 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 설계 형상
ES Environment	설계가이드에서 고려대상으로 분류한 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 환경
ES Management	설계가이드에서 언급한 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항
Requirement	군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 환경 설계를 위한 초기 요구사항
System Requirement	실제 설계를 위한 상세 요구사항
Verification event	향후 평가를 위한 검증 활동
Test Procedure	시험평가 절차

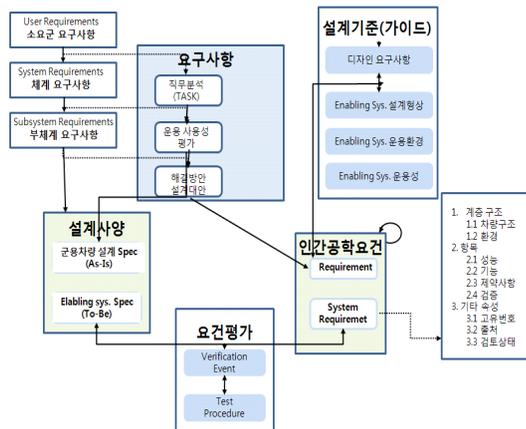


그림 4. 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마

Fig. 4. Operational requirement architecture schema for enabling system on military tacticle vehicle

### 4.3 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처 스키마 개발

4.1절에서 제시한 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 프로세스는 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처 스키마 개발 및 설정을 위한 선행작업이다. 실제 적용될 군용전술차량 인에이블링 시스템의 운용환경 개선을 위한 요구사항은 연구한 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 프로세스에 따라 구조 논증, 문장 논증의 논증 과정을 거치도록 정의되었으며, 이러한 논증 과정을 통해 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 개선을 위한 요구사항을 도출하였다.

군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 프로세스를 기반으로 하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 및 요구사항 정의 방법을 연구하고, 효율적이고 효과적인 관리를 위하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 정의방법을 개발하였다. 그리고 시스템공학 전산 지원 도구와의 통합을 위한 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마를 개발하였

다. 스키마는 ERA구조로 되어 있으며, ERA구조란 Entity, Relation, Attribute 사이의 관계를 표현한 것이다.

그림 4는 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 환경 설계를 위한 요구사항이 시스템공학 전산 지원 도구에서 제공하는 스키마의 구조로 개발된 모습이다. 그리고 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처의 요구사항 아키텍처와 시스템 아키텍처 간의 추적성이다. 그림 3의 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마를 통해 볼 때 요구사항은 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용자(사수/부사수/운전수)의 직무분석과 가이드에 대한 데이터들과 인간공학 및 디자인 요구사항, 설계시양 등의 관계를 설정하고, 최종적으로는 요구사항을 완성하였다. 여기에 활용한 스키마의 구성은 표 2와 같다.

#### 4.4 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처 템플릿 생성

군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 환경의 설계를 위해서는 시스템과 관련된 모든 이해관계자들의 요구사항과 외부 인터페이스 시스템들 간의 관계를 고려해야 하는데, 이러한 사항을 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마에 표현하려면 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 개발을 위한 템플릿을 생성하여야 한다. 따라서 이해관계자와 외부 시스템을 고려한 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 수집이 가능해진다. 요구사항 아키텍처 템플릿은 요구사항이 도출되는 범주를 조정하기 위하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경의 일반적인 특징과 시스템/프로젝트 특성을 고려한다. 이를 통해 요구사항 수집 및 이해관계자들과 의사소통 역할을 하게 된다.

다음의 표 3은 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 생성 템플릿이다. 빈칸의 경우는 일반특징과 시스템/프로젝트에 따라 목적어와 서술어가 다양하게 생성되어서 템플릿으로 만드는 것이 적절하지 않았다.

표 3. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 생성 템플릿  
Table 3. Requirement temple of improvement operation environment design for enabling system on military tacticle vehicle

항목	주어		목적어		서술어	
	명사(시스템)	조사	명사(기능)	조사	동사	조동사
능력	[이해관계자 유형]	은	[능력]	을	수행	할 수 있어야 한다
	[시스템 유형]	은	[능력]	을	수행	하지 말아야 한다
	[이해관계자 유형]	은	[능력]	을	수행	해야한다
기능 및 성능	[이해관계자 유형]	은	[객체]	를	[기능]	해야한다
	[시스템 유형]					
	[이해관계자 유형]	은	[객체]	를	[기능]	하지 않아야 한다
	[시스템 유형]					
	[이해관계자 유형]				[기능]	해야한다
	[시스템 유형]					
	[시스템 유형]	는				~이어야만 한다
제약 조건	[시스템 유형]	은	[객체]	를	[기능]	해야한다
	[시스템 유형]	은	[객체]	를	[기능]	하지 않아야 한다
	[시스템 유형]	은				~이어야만 한다
검증	[시스템 유형]	은	[객체]	를	검증	해야한다
	[시스템 유형]	은	[객체]	를	확인	해야한다

템플릿을 통하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 환경 설계를 위한 요구사항이 수집되었다면, 이젠 앞선 요구사항 프로세스에서 그 범주를 분류하고, 문장을 형성하는 일련의 과정을 거쳐 하나의 정형화된 템플릿을 완성하였다. 다음은 표 4에 나타내었다. 템플릿의 주목적은 일반적 형태의 단순 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 환경 설계를 위한 요구사항 집합에서 그 범주에 알맞은 문장요소를 선정한 뒤, 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 수집을 위한 기본 항목을 문장 형식별 요구사항 구조로 나타내고, 필요한 요구사항들이 누락되지 않도록 틀을 만드는 것이다.

군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마를 기반으로 개발된 군용전술차량의 인에이블링 시

스텝 요구사항 아키텍처 템플릿은 시스템공학 전산 지원 도구를 이용하여 군용전술차량의 인에이블링 시스템 요구사항을 수집하여 DB를 구축할 수 있다. 즉 단시간 내에 추적성을 확보하여 관리할 수 있다는 것이다.

표 4. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 상세 요구사항 생성 템플릿

Table 4. Detailed requirement temple of improvement operation environment design for enabling system on military tacticle vehicle

항목	주어		부사구		목적어		부사구		서술어	
	명사(시스템)	조사	부사	명사(기능)	조사	부사	동사	조동사		
능력	(이해관계자 유형)	은	(특정목적)을 위해	(능력)	을		수행	할 수 있어야 한다		
	(시스템 유형)	은	(시간)이후	(능력)	을		수행	하지 않아야 한다		
	(이해관계자 유형)	은	(성과 단위)마다	(능력)	을		수행	해야한다		
기능 및 성능	(이해관계자 유형)	은	(성과 단위) (이상/이하)	(객체)	를		(기능)	해야한다		
	(시스템 유형)		(성과 단위) (이상/이하)로	(객체)	를		(특정목적)을 위한			
	(이해관계자 유형)	은	(시간)에	(객체)	를	(성과 단위)마다	(기능)	하지 않아야 한다		
	(시스템 유형)		(특정 목적)을 위한			(시간)으로부터				
	(이해관계자 유형)	은	(방법론)을 통해				(기능)	해야한다		
	(시스템 유형)		(성과 단위)이후에							
	(시스템 유형)	는			(상태)에서			~이(아)만 한다		
제약 조건	(시스템 유형)	은	(시간)으로부터	(객체)	를		(기능)	해야한다		
	(시스템 유형)	은	(운영 조건)에서	(객체)	를		(기능)	하지 않아야 한다		
	(시스템 유형)	은	(성과 단위)이후에					~이(아)만 한다		
검증	(시스템 유형)	은	(특정 목적)을 위한	(객체)	를		검증	해야한다		
	(시스템 유형)	은	(시간)이 발생했을때	(객체)	를		확인	해야한다		

### 4.5 군용전술차량의 인에이블링 시스템 요구사항 DB구축

군용전술차량의 인에이블링 시스템 요구사항 아키텍처는 군용전술차량의 인에이블링 시스템 요구사항 중에 누락된 것을 확인시켜 주었다. 군용전술차량의 인에이블링 시스템 및 개선을 위한 개발 대상 영역은 사용자(사부/부사수/운전수)분석이다. 직무, 작업환경, 인간공학 요구사항, 설계사양 등의 자료를 대상으로 데이터베이스를 구축하는 것이 주요목적이다.

군용전술차량의 인에이블링 시스템 요구사항 아키텍처 스키마와 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 프로세스를 통하여 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 전체 거동을 표현함으로써 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용과 이해관계자 사이의 입출력 요소를 확인하였다. 그리고 군용전술차량 인에이블링 시스템 인적 요소들을 검토하였다. 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 프로세스를 통

해 작성된, 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항을 군용전술차량의 인에이블링 시스템 요구사항 아키텍처 템플릿에 적용하여 체계공학 전산 지원 도구를 통해 DB화를 수행하였는데, 이는 운용 요구사항 아키텍처 개발을 하기 위한 기초 작업이다.

그림 4에서 보는 바와 같이, 87여개의 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 초기 요구사항을 개발하였다. 상위 단계에서는 군용전술차량 인에이블링 시스템의 구조와 운용환경을 항목화하여, 이들을 각각 세분화 및 구조화하여 나타난 것이 표 5이다. 각 요구사항 문장은 해당 요구사항 문장별 설계기준, 가이드 및 범령의 근거 문장이 기술되도록 구성하였다.

표 5. 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 분류체계  
Table 5. Classified system of the operational requirement for enabling system on military tacticle vehicle

대분류	중분류	소분류
군용전술차량	군용전술차량	제어 및 신호처리장치
		커뮤니케이션
		탐색 및 모니터링
		안전체계설계(Fail Safety Design)
		대화식설계 및 상호작용 메뉴
		인체동작범위 및 체계간섭
		인에이블링 시스템 적재함
인에이블링 시스템 설계	인에이블링 시스템	접근 및 진입
		인에이블링 시스템 운용시계
	인에이블링 시스템 운용환경	인에이블링 시스템 장착
		표적 및 운용자세
인에이블링 시스템 운용환경	인에이블링 시스템 운용환경	탐지 및 조준
		도색 및 표면 코팅
		후폭풍
		소음
		진동
		냉방
난방		

## IV. 결 론

본 연구에서는 운용성 향상을 위하여 효율적이고, 체계적인 인적 요소 분석 방법의 사례를 소개하였다. 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계의 필요성에 관한 연구는 전에도 많았다. 그러나, 본 연구에서는 시스템 개발의 출발점인 요구사항 생성 및 관리, 설계반영에 중점을 두고 이를 반영할 수 있는 방법을 검토함으로써 운용성 향상기술을 제공하여 시스템공학 관점으로 접근하였다. 본 연구는 효과적인 요구사항 생성 및 관리를 통해 인간공학적 설계요소를 디자인에 반영하고 궁극적으로 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용체계의

안전과 운용성을 향상시키는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 연구에서는 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처 방법을 제시하고, 이를 기반으로 하여 인적 요소 데이터베이스를 구축하는 작업을 수행하였다. 체계공학 표준 및 가이드에서 제시하는 방법들을 연구하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 생성 및 관리를 수행하였고, 요구사항 프로세스를 조정하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계의 기반을 다졌다.

이를 통해 도출된 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항들을 IEEE V&V 가이드라인에 적용하여 논리적인 검토과정을 거쳤다. 앞서 선행된 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용자 요구사항 프로세스를 기반으로 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 관련 요소들도 식별했다. 또한 이들 간의 관계과약을 통하여 추적성을 확보한 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마를 개발하였다.

따라서, 본 연구는 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처를 통하여 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 스키마와 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용 요구사항 아키텍처 템플릿을 반영 하였다. 또한 군용전술차량 인에이블링 시스템의 운용환경 설계를 위한 인적 요소 DB를 구축하였다. 여기에서는 체계공학 전산 지원 도구를 통하였다. 이렇게 구축된 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 DB를 통해 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경에 대한 요구사항과 이해관계자들의 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용환경 설계를 위한 요구사항 아키텍처 방법으로 구조화 하여 인적 요소 데이터베이스를 운용편의성 설계과정을 거쳐 사용성과 운용성을 효과적이고 효율적으로 향상한다. 앞으로 군용전술차량 인에이블링 시스템 운용의 인적 요소 요구사항 아키텍처를 통하여 다기능 군용전술차량 운용체계를 개발하는데 활용할 수 있을 것이다. 또한 다양한 체계가 장착될 수 있도록 시스템 관점의 세밀한 모듈 모델링을 통한 분석과정을 확장시켜 나가야 할 것이다. 이를 통해 본 연구의 효용성과 타당성을 확장해가고 성장해 나갈 것으로 판단된다.

### 참고문헌

[1] HeeGak Lee, HeeJae Kim, SangGil Lee, Bak Ki Jung, DongYoun Jung, GeunIn Kim, KangSub Ju, WanIl Yoon, New Weapon system,

ChungMoonGak, Dec, 2005.  
 [2] SangGil Lee, BakKi Jung, DongYoun Jung, GeunIn Kim, SungHun Choi, HyunDal Yoon, WonSuk Lee, Weapon System, ChungMoonGak, July, 2011.  
 [3] Vitech Inc., CORE Version 6.0, Http://www.vitechcorp.com/  
 [4] J. Y. Park and Y. W. Park, Model-based concurrent systems design for safety, Concurrent Engineering-Research and Applications, Vol. 12, pp.287-294, Dec, 2004.  
 [5] J US DoD, Operation of the Defense Acquisition Systems, US DoD Instruction Number 5000.2 (DoD I 5000.1), May, 2003.  
 [6] ISO IEC 15288, System Engineering-System life cycle processes, in ISO/IEC 15288:2002(E): International Organization for Standardization, Jan, 2002.  
 [7] I. Clifton A. Ericson, Hazard analysis techniques for system safety, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Jan, 2005.  
 [7] MIL-STD-882D, Practice for System Safety, ESOH Risk Management Methodology for Systems Engineering, MIL-STD-882D, Jan, 2000.  
 [8] J A Kossiakoff and W. N. Sweet, Systems engineering principles and practice, Hoboken NJ, Wiley-Interscience, Jan, 2003.  
 [9] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE), Recommended Practice for Software Requirements Specifications (IEEE Std 830), Jan, 1998.  
 [10] Elizabeth Hull, Ken Jackson and Jeremy Dick, Requirements Engineering, Second Edition pp.73-86, Jan, 2004.  
 [11] Dennis M. Buede, Developing Originating Requirements: Defining the Decision, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol.33, NO.2 pp.596-609, Jun, 1997.  
 [12] Electronic Industries Alliance (EIA), Process for Engineering a system (EIA-632), EIA Press, Arlington, pp.34-36, Jan, 1999.  
 [13] Seward Smith, Thomas J. Thompson, and

- Alexander Nicolini, Human factors training evaluation of the improved tow vehicle(ITV) during OT/DT III, US Army research institute, Research Report 1264, 30 August, 1980.
- [14] G. J. Chambers, K.L. Manos, Requirements: Their origin, format and control, Systems Engineering for the 21st century, pp.83-90, Jan, 1992.
- [15] A guide for system life cycle processes and activities INCOSE, handbook, V3.2, Jan, 2010.
- [16] YongMin Kim, JaeChon Lee, ChanWoo Park, On the Development of an Information System for Ergonomic Test and Evaluation of Locomotive Cabs, Journal of the Korea Safety Management and Science, Vol. 14, No.2, pp.23-33, Jun, 2012.
- [17] D.D. Black, M.E.C. Hull, and K Jackson, Systems engineering and safety-a framework, The Institution of Engineering and Technology, Vol.5, No.1, pp.43-53, Jan, 2010.
- [18] MIL-HDBK-759C, Human Engineering Guidelines, 31 July 1995.
- [19] MIL-STD-1472F, Human Engineering, 05 December, 2003.
- [20] MIL-HDBK-743, Anthropometry of U.S. Military Personnel, 31 March, 1995.
- [21] MIL-HDBK-46855a, Human Engineering Program Tasks and Procedures, 27 February, 1987.
- [22] DOD Handbook, Human Engineering program process and procedures, 31 January, 1996.
- [23] MIL-HDBK-46885b, Human Engineering guidelines for military systems, Equipment, and Facilities, 29 May, 1994.
- [24] MIL-STD-1478, Task Performance Analysis, 13 May, 1991.
- [25] MIL-STD-1908, Definitions of Human Factors Terms, 24 December, 1992.
- [26] IEEE-STD-830, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 25 Jun, 1998.
- [27] ANSI/HFS 100, American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstations, 14 November, 2007.
- [28] Department of Defense (DoD), Software Development and Documentation, USA, Mil-Std-498 pp.67, Jan, 1994.
- [29] ISO 2041, Vibration and Shock-Vocabulary, 17 July, 2009.
- [30] ISO 2631-1, Mechanical Vibration and Shock-Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration-Part 1: General Requirements, 20 April, 2011.
- [31] ISO 2631-2, Mechanical Vibration and Shock-Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration-Part 2: Continuous and Shock-induced Vibration in Builds (1 to 80 Hz), 14 April, 2003.
- [32] ISO 5805, Mechanical Vibration and Shock-Human Exposure-Vocabulary, 12 September, 2008.
- [33] ISO 9241-400, Ergonomics of Human System Interaction, 12 April, 2012.
- [34] NUREG-0700, Human-System Interface Design Review Guidelines Revision 2, 30 May, 2002.
- [35] US Florida, System Engineering UCF Chapter, [Http://iase.ucf.edu/](http://iase.ucf.edu/)
- [36] SungHak Chung, "A Study on the Development of Intelligent Transport System Center for Integrated Road Transport Information Service System." Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 14, No. 10, pp. 259-270, Oct. 2009.
- [37] SungHak Chung, "A Study of quality attributes for reliability improvement on traffic information " Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 5, pp. 133-145, May. 2013.
- [38] SungHak Chung, "Development of Eco driving Simulator Module for Economical Driving " Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 14, No. 7, pp. 151-160, July. 2009.

## 저 자 소 개



정 성 학(Sung-Hak Chung)

1995년 동국대학교 안전공학과  
공학사

1997년 경기대학교 대학원  
산업공학과 공학석사

2002년 경희대학교 대학원  
산업공학과 공학박사

2003년 한국철도기술연구원 연구원

2004년 Univ. of Central Florida  
IST 연구원

2007년 한국건설기술연구원  
첨단교통연구실 선임연구원

2011년~현재 국방과학연구소  
현궁체계개발단  
선임연구원

관심분야: 지능형교통체계, 체계공학,  
인간공학

E-mail : shc4488@gmail.com