

가상현실 기반의 종합군수지원 수행 방안 연구

허길환¹, 이승용², 이학표^{2*}

¹국방과학연구소 어뢰체계개발단, ²LIG넥스원(주) 해양1연구소

A Study on Development of Integrated Logistics Support with Virtual Reality

Gil-Hwan Heo¹, Seung-Yong Lee², Hak-Pyo Lee^{2*}

¹Torpedo Systems PMO, Agency for Defense Development

²Maritime R&D Center, LIG Nex1

요약 최근 무기 체계에 대한 성능 요구 사양이 강화됨에 따라 연구 개발 초기 단계에서부터 개발 기간 단축 및 비용 최소화와 함께 효율적인 연구 방안 모색이 요구되고 있다. 이의 일환으로 무기 체계 개발 단계에서 가상현실 기술을 활용하여 군수지원 분석과 설계 검증을 수행할 수 있다. 또한 실질적 협업 체계 구축의 일환으로 종합 군수지원(ILS, Integrated Logistics Support) 개발 분야에서는 군수 지원성 향상을 목적으로 한 가상현실 기술의 적용이 대두되고 있다. 이에 본 연구에서는 무기 체계 전 수명주기 동안 가상현실 기술을 적용한 ILS 개발 및 적용 방안을 제안하고자 한다. 또한 현재 개발 중인 무기 체계에서 이를 수행하기 위해 개발한 가상현실 도구인 디지털 정비절차 검증장치(DMS, Digital Maintenance System)의 주요 기능 및 ILS 개발 단계별 적용 방안을 소개하고, DMS의 효율적인 ILS 적용을 위한 향후 발전 과제에 대해서도 제시하고자 한다.

Abstract An efficient R&D Methodology with minimized development period and cost needs to be developed due to advanced performance requirements of weapon systems. This will require the performance of logistics support analysis and design verification in the development stages of weapon systems through VR technology. VR technology has been applied to the Integrated Logistics Support (ILS) process as a part of collaborative system. In this study, we propose a development and application plan of ILS based on VR technology during the total life cycle of weapon systems. Moreover Digital Maintenance System (DMS) is introduced as a VR tool with key functions. finally, applications and improvement topics of DMS are suggested for use in ILS development.

Keywords : Virtual Reality, Digital Maintenance System, Integrated Logistics Support, Weapon System, Design Verification

1. 서론

국내 무기체계 개발은 “자주국방”을 목표로 1970년 이후부터 우수한 무기체계 획득과 방산 자주화 역량 구비, 미래 전장양상에 부응하는 첨단 무기체계 개발에 중점을 두고 진행되어 왔다. 하지만 이에 못지않게 무기체

계의 완벽한 운영유지 보장을 위한 종합군수지원(ILS, Integrated Logistics Support) 체계 확립의 중요성 또한 대두되고 있다.

무기체계 개발 시 소요군을 포함한 무기체계 사용자 는 과학기술이 급변하고 첨단화됨으로 인하여 정밀한 기능과 다양한 임무를 수행할 수 있도록 체계성능에 대한

*Corresponding Author : Hak-Pyo Lee(LIG Nex1)

Tel: +82-31-288-9364 email: hakpyo.lee@lignex1.com

Received August 31, 2018

Revised (1st September 7, 2018, 2nd September 21, 3rd October 2, 2018)

Accepted December 7, 2018

Published December 31, 2018

요구사항을 강화하고 있다. 이에 반하여 개발 기간 단축 및 비용 최소화에 대한 요구가 동시에 증대되면서 무기체계 개발 초기단계에서부터 효과적이고, 효율적인 개발에 대한 연구 활동이 필수 요건으로 인식되고 있다.

요구사항이 강화될수록 무기체계의 구조 및 설계 복잡도가 높아져 운용 시 오류와 정비성의 저하를 야기할 개연성이 있다. 그리고 시제품에 의존하여 설계 검증이나 의사결정이 이루어진다면 제품의 문제 식별 및 해결책 제안을 위한 시간이 부족하여 초기 설계 대응이 어려워진다. 또한 합리적인 프로세스가 아닌 단순 설계 검증 도구의 비중이 높은 경우에는 실질적인 협업의 기회가 줄어들어 부분적인 최적화의 문제가 발생할 수 있다. 이와 같은 문제점을 극복하기 위해 3D 모형이나 가상현실(VR, Virtual Reality)을 이용하여 개발 초기단계부터 사전에 설계사항을 검증하는 노력은 반드시 필요하다[1]. 왜냐하면 시제품의 제작 횟수를 줄이고, 타 부서와의 협업을 통한 개발 기간 단축의 효과를 얻을 수 있기 때문이다. 이로 인하여 제품의 이해도를 증가시켜 정확한 설계 검토를 진행할 수 있고, 경험하면서 결정할 수 있는 의사결정 시스템을 구축할 수 있다.

현재 다수의 무기체계 개발 사업에서 DMU(Digital Mock-Up)를 개발하였거나 진행 중에 있으며, 이를 활용하여 설계 결과를 검토하고 문제점을 사전에 도출하는 활동을 수행하고 있다. 실제 사례로, 3차원 가상 정비환경에서 실시간 협업 정비 시뮬레이션 구현을 위한 기술[2]과 햅틱 장비를 이용한 가상 조립 시뮬레이션 기술에 대한 연구[3]를 진행하여 정비 작업을 모의하였고, 정비성 모의 시스템 개발과 관련하여 분해 알고리즘 및 인체 접근성을 고려한 설계 검증 등의 다양한 연구[1]가 진행되었다. 하지만 설계 검증을 위한 체계적인 프로세스가 미흡하며, 민수산업(자동차 개발 등)에서 활발히 진행 중인 케이블과 같은 유동성 있는 구성품에 대한 설계 검증 활동을 방위산업(무기체계 개발)에 적용할 필요가 있다. 따라서 무기체계의 설계 문제점을 사전에 도출하여 해결할 수 있는 프로세스를 구축하고, 특히 ILS 개발 측면에서 설계 검증을 수행할 수 있는 활동이 필요하다.

본 연구에서는 무기체계 개발 초기 단계에서부터 체계가 운영되는 수명주기 동안의 군수지원성을 고려하여 ILS 체계와 가상현실 기술을 융합하여 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 우선 ILS 및 가상현실에 대한 기술 동향을 확인하고, 특정 무기체계 개발에 있어 가상

현실 기술의 적용을 위해 개발 중인 디지털 정비절차 검증장치(DMS, Digital Maintenance System)의 주요 기능을 소개한다. 이를 바탕으로 무기체계 각 개발 단계에서 시뮬레이션 및 설계검증 등 DMS 주요 기능별 ILS 적용 방안 및 활용 가능한 분야 등을 제안하고, 타 무기체계 개발 시 DMS의 범용 사용과 효율적인 ILS 적용을 위한 향후 DMS 개선 방향에 대한 연구 결과를 제시하였다.

2. 기술 동향

국방 분야에서 가상현실 및 증강현실은 개발 완료되어 전력화 배치된 무기체계에 대한 교육 훈련(정비, 사격, 전술 훈련 등)의 목적으로 이미 적용/확대되고 있으나[4][5], 개발 단계에서는 정비성 시뮬레이션을 통한 정비절차 모의 및 기술교범 저작 등[6]의 일부 분야에서만 가상현실을 적용하고 있다. 이에 무기체계 전체 수명주기 동안의 군수지원 요소를 다루는 종합군수지원(ILS) 측면에서 효과적인 군수지원 보장을 위해 가상현실 기술을 도입하고자 하며, 이를 위한 수단으로 DMS를 개발하고 ILS 분야에서의 적용방안을 검토하고자 한다. 또한 개발하고 있는 DMS 기능 외 ILS 분야에의 적용 확대를 위한 개선사항을 도출하고자 한다.

이와 관련된 ILS 및 가상현실의 기술동향, 현재까지 개발된 DMS 기능은 다음과 같다.

2.1 종합군수지원(ILS)

ILS는 무기체계의 효율적이고 경제적인 군수지원을 보장하기 위하여, 무기체계의 소요기획 단계부터 설계, 개발, 획득, 운영 및 폐기까지 수명주기 동안의 전 과정에 걸쳐 제반 군수지원 요소를 종합적으로 관리하는 활동을 의미한다. 결국 수명주기 동안 군수지원요소를 획득하고 유지하여, 전투준비태세를 최대화하고 비용을 최소화하는데 목적이 있다.

1940~1950년대 미국에서 복잡한 정밀 무기체계 개발로 운용 유지비의 급격한 증가 및 정비소요가 발생하고, 관리상의 문제로 정비 부담과 운용유지비를 절대 최소치로 감소시킬 방안이 요구되었다. 이에 따라 무기체계의 군수지원요소 개발/관리 방법으로 미 국방성에서 1964년 ILS를 제정하고 발전시켜 나가기 시작하였다. 국내에는 1970년대 전반까지 모든 무기체계 해외 도입

하여 사용하였으나, 1970년 후반 미 군사원조가 감소하고, 한국적 지형 및 제반특성에 요구되는 무기체계 개발 요구됨에 따라 무기체계 운용 시 군수지원상의 문제점 해결의 필요성이 대두되었다. 1980년 2월 국방관리연구소(현 KIDA)에서 "종합군수지원제도"를 소개하였고, 국방부 훈령인 "무기체계 획득관리업무절차" 제정하고 "종합군수지원제도"를 발간하였으나 현실에 부적합하다는 평가가 이루어졌다. 그러나 1988년 국방부에서 K1 전차 도입과 함께 "종합군수지원 업무규정" 제정하고 현재까지 꾸준한 개정으로 인하여 ILS 개발 개념이 확립되었다.

ILS 핵심 요소는 RAM(Reliability, Availability, Maintainability) 분석, 군수지원분석(LSA, Logistics Support Analysis) 및 11대 요소개발(연구 및 설계만영, 표준화 및 호환성, 정비계획, 지원장비, 보급지원, 군수인력운용, 군수지원교육, 기술교범, 포장/취급/저장/수송, 정비 및 보급시설, 기술자료관리)로 구성된다.

각 요소는 Fig. 1과 같이 RAM 분석 산출물은 군수지원분석의 자료로 활용되며, 군수지원분석 산출물은 다시 RAM 분석의 자료에 영향을 미친다. 결국 RAM 분석 및 군수지원분석의 결과를 바탕으로 ILS 11대 요소를 종합적으로 개발한다.

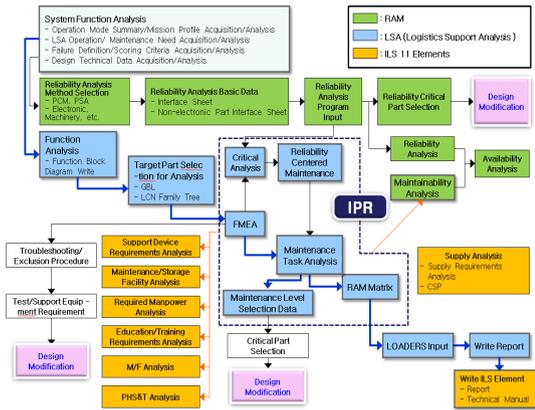


Fig. 1. Development procedure of ILS

2.2 가상현실(VR)

가상현실이란 컴퓨터로 창조된 시간과 공간의 제약 없는 가상의 객체와 공간을 말하며, 인간과 창조된 객체 및 공간과의 상호작용을 통해 인간에게 도움과 즐거움을 제공하는 도구나 방법을 의미한다. Fig. 2와 같이 일상적으로 경험하기 어려운 환경을 직접 체험하지 않고서도

그 환경에 들어와 있는 것처럼 보여주고 조작할 수 있기 때문에 설계 및 교육 등의 다양한 분야에 적용할 수 있다.

가상현실은 크게 설계와 관련된 시뮬레이션 분야, 교육/훈련 분야, 엔터테인먼트 및 홍보 분야에 널리 적용되고 있다.

시뮬레이션 분야의 경우 이미 1940년대 비행 시뮬레이터 개발에서 시작되어 주로 제품 및 설비의 가상시제를 개발하여 설계 및 검증 기능을 수행하는 목적으로 발전해 왔다. 주로 제조 및 건축, 설비분야를 담당하는 대기업 및 정부차원의 연구소 위주로 전문적 영역에서만 국소적으로 활용되고 있다.



Fig. 2. Virtual Reality

교육/훈련 분야에서는 위험한 환경 및 현실에서 극히 경험하기 어려운 분야에 대한 교육, 훈련(비행운전, 군 훈련) 부분을 주로 담당하고 있으며, 소요군, 항공사, 원자력 회사 등 생명과 직결된 분야에 교육/훈련자료로 활용되고 있다.

엔터테인먼트 및 홍보 분야는 최근 21세기에 들어서면서 컴퓨터의 급속적인 발전과 ICT(Information & Communication Technology) 관련 기업의 모바일, HMD(Head-Mounted Display), Motion Tracker 등의 가상현실 기기가 일반 사용자들에게 급속히 보급되면서 널리 활용되고 있는 분야로, 게임, 헬스, 홍보, 예술 등에 급속히 확산되고 있는 상황이다.

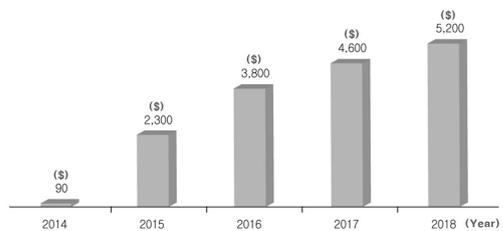


Fig. 3. Market size of VR(Unit : Million)

Statista 자료에 따르면 전 세계 가상현실 시장규모는 Fig. 3과 같이 2014년부터 시장이 본격적으로 형성되기 시작해 2015년에는 23억 달러에서 2016년에는 전년대비 65.2% 성장한 38억 달러에 이르며, 2018년에는 52억 달러를 기록할 것으로 전망하고 있다[7].

가상현실을 구현하는 기술은 Table 1과 같이 하드웨어 또는 소프트웨어 기술에 따라 종류가 다양하며, 실시간 렌더링을 통해 실제 환경을 100% 가상환경으로 구축하여 사용자의 몰입감을 높인다.

Table 1. Type of VR

Technology Type	Description	
Sensor-based Augmented reality technology	Tracking of location information using GPS, geomagnetic device and acceleration sensor	
Vision-based Augmented Reality technology	Tracking of location information using camera image data (Marker and Markerless)	
Mixed tracking technology	Tracking of location information by mixing sensor and vision	
Holographic technology	Stereoscopic image implementation in 3D image by using the principle of holography	
Virtual Set (Blue Screen) technology	Synthesis of virtual environments and real objects using screen color key values	

2.3 디지털 정비절차 검증장치(DMS)

DMS는 무기체계 형상 및 군수지원성 검증을 위하여 개발하고 있는 가상현실 기반의 설계검증 소프트웨어이다. 이미 원통형 무기체계에 대한 자동 정비절차 생성을 위한 분해/조립 알고리즘[8]이 개발되었으며, 이를 기반으로 사례연구를 통한 설계검증에 대한 연구가 수행되었다[1]. DMS는 설계검증(형상, 배치, 설치 및 간섭 등) 기능 이외에도 정비 시범을 위한 시뮬레이션 기능으로 정비절차 생성 및 검증을 수행하며, 정비 업무를 교육/훈련할 수 있고, 체계 구성 및 운용 개념을 설명할 수 있다. 특히 목적 및 용도에 따라 설계검증 중심의 시스템으로 가상정비 검증솔루션(DMS Solution)과 교육/훈련 중심

의 시스템으로 모바일 또는 태블릿 등의 휴대 가능한 장비에서 운용되는 3D 가상시제(DMS Viewer)로 구분하여 개발 진행 중이다.

DMS는 개발 진행 중인 무기체계의 3D 설계 자료를 활용하여 시각화시켜 주는 기술인 DMU 기술과 3D 설계 자료 및 치공구 등에 대한 자료 관리를 위한 DB 구축 기술을 바탕으로 하여, 3D 설계 자료의 변환, 정비 절차 생성, 정비성 및 부품 간 설치성 등의 ILS 요소개발 결과 검증과 산출물 가시화를 목적으로 개발되고 있다. 정비절차를 생성하여 정비성 및 설치성 등을 분석하고 분석 결과를 바탕으로 설계변경 사항을 도출할 수 있으며, 검증을 위한 치공구 및 수리부속 자료관리 DB를 별도 구축하여 운용할 수 있다.

현재까지 DMS가 보유하고 있는 주요 기능으로는 Fig. 4와 같이 3D 조작 기능, 정적/동적 충돌체크 기능, 자동/수동 정비절차 생성 기능, 시뮬레이션 저작 기능, 치공구 검증 기능, 인체 검증 기능이 있다.

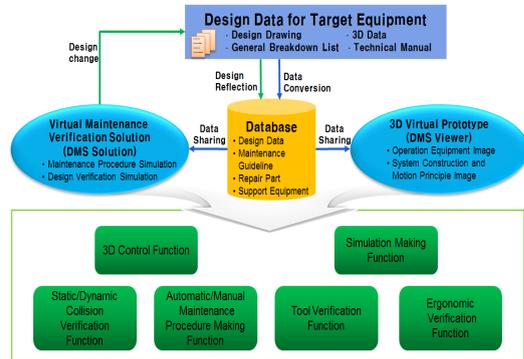


Fig. 4. Concept of DMS

기능별 주요 내용은 다음과 같다.

- 3D 조작 : 3D 형상 이동 및 수정
- 정적/동적 충돌체크 : 구성품간 충돌 확인
- 자동/수동 정비절차 생성 : 정비업무/절차 도출
- 시뮬레이션 저작 : 교육용 정비절차 영상 생성
- 치공구 검증 : 치공구 탐색 및 접근성 확인
- 인체 검증 : 공간 제약을 고려한 접근성 확인

각 기능은 다년간의 무기체계 개발을 수행하면서 축적된 필요사항을 지속적으로 추가 반영하여 개발 중이기 때문에 다른 무기체계 개발에 적용함에 있어 설계 수준

과 활용성 등을 고려하여 DMS 기능을 선택적으로 적용할 수 있을 것이다.

3. 무기체계 개발 단계별 적용 방안

무기체계 개발은 Fig. 5와 같이 개발 단계와 운용유지 단계로 구분할 수 있다. 개발 단계는 설계 단계, 시제작/시험평가 단계로 세분화 된다.

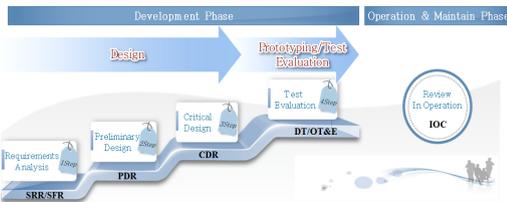


Fig. 5. Weapon system development stage

설계 단계의 SRR(System Requirements Review)/SFR (System Functional Review) 시점에서는 작전운용 요구능력에 정의된 모든 체계 및 성능 요구사항이 비용, 일정, 위험 및 기타 체계 제약조건에 부합하고, 체계공학 활동 방향과 진행이 안정적이고 완벽한 형상으로 수렴하고 있는지를 검토한다. PDR(Preliminary Design Review) 시점에서는 비용, 일정, 위험 및 기타 체계 제약 조건 하에서 체계가 정해진 성능 요구사항을 만족하고, 상세설계를 수행할 수 있는지를 검토하며, CDR(Critical Design Review) 시점에 접어들면 시제 제작 이전에 생

산 기준선에 있는 각 제품이 상세설계 문서에 기록되어 있음을 보증하고 모든 하드웨어와 소프트웨어 형상 품목을 검토한다. 시제작 및 시험평가 단계에서는 개발된 무기체계를 대상으로 개발기준 및 군 요구사항, ILS 분야 등의 충족 여부를 확인하고, 더불어 작전운용성능 충족 및 군 운용 적합 여부를 판단하여 전력화 가능 여부를 결정한다. 운용유지 단계에서는 초도배치 후 양산 배치된 무기체계를 소요군의 관리 하에 부대에서 운영/유지하며, 후속군수지원을 계속적으로 수반한다.

단계별 개발에 따른 산출물과 운용 및 정비개념 등을 토대로 ILS 업무는 동시에 진행된다. 반면 설계 단계별로 실물 제작이 수반되지 않기 때문에 효과적인 설계 검토 및 ILS 자료 개발에 한계가 있어 이를 보완하기 위한 방안으로 가상현실 기술을 적용한 DMS를 ILS 업무에 적용할 것을 제안한다. 이의 일환으로 ILS 핵심 요소 중 가상현실 기술이 적용 가능한 효율적인 요소를 식별하고, DMS의 여러 기능 중 각 설계 단계별 주요 활용 범위를 분류하여 Table 2와 같이 제시한다.

3.1 설계 단계

설계 단계에서 무기체계 설계 방안 및 정비성 검증을 통하여 ILS 개발 요소 중 “연구 및 설계반영”과 “정비계획” 업무를 수행할 수 있다. “연구 및 설계반영” 업무는 수명주기 전 과정에 걸쳐 군수지원요소 및 요구사항을 도출하여 설계 반영사항을 작성하고 명확한 정비지원 개념을 바탕으로 운영유지비 절감 방안 및 장비 불가동시간 최소화 방안 등을 검토한다. “정비계획” 업무는 정비 지원이 용이하도록 필요한 지원요소를 개발하여 분석하

Table 2. Application of VR(DMS) and ILS in development stage

Development Stage	ILS Task	VR Application	DMS Function
Design	<ul style="list-style-type: none"> Research & Reflect Design Maintenance Planning 	<ul style="list-style-type: none"> Weapon System Design Review and Maintainability Verification 	<ul style="list-style-type: none"> 3D Control Function Static/Dynamic collision Verification function Automatic/Manual maintenance procedure Making function Tool Verification function Ergonomic Verification function
Prototyping/ Test evaluation	<ul style="list-style-type: none"> Technical Manual Military Support Training 	<ul style="list-style-type: none"> Design modification Review for test evaluation results 	<ul style="list-style-type: none"> 3D Control Function Static/Dynamic collision Verification function Simulation Making function
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> Development Data Update - search & Reflect Design - Maintenance Plan - Technical Manual - Military Support Training 	<ul style="list-style-type: none"> Design modification Review in operation 	<ul style="list-style-type: none"> 3D Control Function Simulation Making function

고, 획득과정을 통하여 계속 개선될 수 있도록 추진하는 활동이다.

DMS를 활용하면 시제품을 제작하기 전부터 가상 시제를 활용하여 3D 조작 기능 및 충돌체크 기능을 통해 충돌, 간섭 등의 형상 문제를 확인하고, 인체 및 치공구 검증 등을 통하여 설계 문제점을 사전에 해결할 수 있는 효과가 있다. 이러한 활동으로 Fig. 6과 같이 “연구 및 설계반영 검토표”를 작성하여 “연구 및 설계반영” 업무의 산출물로 활용할 수 있다.

“정비계획”에 있어서는 정비대상품목 기준으로 DMS의 자동/수동 정비절차 기능을 활용하면 정비절차를 모의함으로써 정비업무분석(MTA, Maintenance Task Analysis)의 기초 자료로 활용할 수 있다. DMS에서 정비절차 생성 알고리즘에 의해 정비순서가 산출되면, 실제 형상에 대한 제약조건을 고려한 정비절차 결정이 가능할 것으로 판단된다.

Control Number	VDP-1-1	Research & Reflect Design	Maintainability-1
Check Point	Component Interference and Collision		
Manager	ILS	0.0.0	Designer 0.0.0
Component	Acoustic power supply circuit card assembly, Acoustic Digital signal processing circuit card assembly		
Review Point	Object	Prototype 1	
	Date	Critical Design Review (2014.6.19)	
Improvement Way	Problem	<ul style="list-style-type: none"> When disassembling the acoustic digital signal processing circuit card assembly in the vertical direction, it is not disassembled due to collision and interference with the connector of the acoustic power supply circuit card assembly. 	
	Improvement Way	<ul style="list-style-type: none"> The connectors of the acoustical power supply circuit card assembly are moved into the acoustical power supply circuit card assembly body to prevent collision and interference with the acoustical digital signal processing circuit card assembly. 	
Improvement Way			
Before Improvement		After Improvement	

Fig. 6. Review sheet of design and development

이는 시제품을 대상으로 정비절차를 작성하는 업무에 비해 시간, 비용, 공간의 제약을 최소화할 수 있는 장점을 가진다.

3.2 시제작/시험평가 단계

시제작/시험평가 단계에서는 평가 수행 및 결과에 대

한 설계 개선방안을 도출하여 ILS 개발 요소 중 “기술교범”과 “군수지원교육” 업무를 수행할 수 있다. “기술교범” 업무는 국방규격서에 준하여 책자형/전자식 교범을 개발한다. “군수지원교육” 업무는 장비의 효율적 운용유지를 지원하는데 필요한 기술수준 교육으로 소요인원을 훈련시키는데 필요한 훈련계획, 교육훈련인원소요, 훈련장비 및 물자, 교보재 및 교육보조자료 등을 판단하여 개발소요를 제기하는 활동이다.

시험평가에 필요한 시제품이 부족할 경우 Fig. 7과 같이 가상 시제를 대상으로 DMS의 3D 조작 및 자동/수동 정비절차 기능을 활용하면 공간의 제약 없이 형상을 조작하면서 도면을 기준으로 시제품을 평가할 수 있는 효과가 있다.



Fig. 7. Virtual model

동시에 기술교범 작성 수준(형상 및 정비절차)을 검토함으로써 평가 결과를 신속히 반영하여 기술교범을 최신화할 수 있을 것이다.

또한 DMS의 시뮬레이션 저작 기능을 활용하면 정비절차를 모의하고 그 결과는 동영상으로 제작하여 시험평가요원 및 초도배치 교관요원을 위한 교보재로 활용함으로써 무기체계의 이해도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

3.3 운용유지 단계

운용유지 단계에서는 무기체계를 운용하면서 발생하는 문제점에 대해서 DMS의 3D 조작 기능을 활용하면 소요군 내에서 수행하는 설계 개선 활동 및 기반 근거 자료를 제작할 수 있을 것이다. 이를 통해 개선 방안을 도출하여 “기술변경” 사항을 제안할 수 있으며, ILS 개발 요소 중 “연구 및 설계반영” 결과를 비롯하여 “정비계획”, “기술교범”, “군수지원교육”의 결과를 최신화할 수 있는 효과가 있다.

대표적인 예로 설계 단계에서는 확인하지 못하고 사용자가 직접 운용을 통해서만 식별할 수 있는 문제점이 존재한다. 이러한 경우 Fig. 8과 같이 사용자는 DMS를

통해 가상 시제를 조작하여 위치, 크기, 배치 상태 등을 수정하면서 개선 사항을 도출할 수 있으며, 현재 사용 중인 무기체계에 대한 성능개량 사업을 위한 근거자료로 사용할 수 있을 것이다.

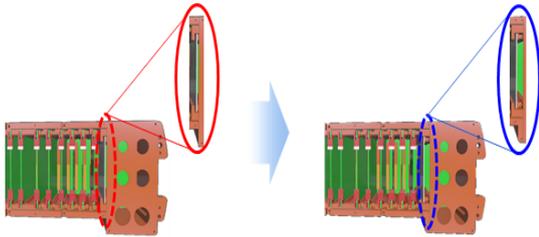


Fig. 8. Example of design modification

4. 개선 방향

종합군수지원(ILS) 분야에 가상현실 기반의 DMS를 보다 효율적으로 적용하고 사용 범위를 확대하기 위해 현재 개발된 DMS 기능 외 개선방안 연구 결과를 Table 3과 같이 제시한다.

Table 3. Improvement of DMS

Division	Benefit
Functional Modularization	<ul style="list-style-type: none"> • Optimization of Software function for user's purpose • Minimize software purchase costs
Compatibility with CBT	<ul style="list-style-type: none"> • Increase educational effectiveness by using 3D contents in CBT • Eliminate redundant development of content
Enhanced Mobile Utilities	<ul style="list-style-type: none"> • Increase the usability of 3D content
Development of Cable verification function	<ul style="list-style-type: none"> • Increased design verification capability for flexible components
DB Update	<ul style="list-style-type: none"> • Improved accuracy of design verification capability

4.1 주요 기능별 모듈화

DMS가 보유한 주요 기능을 중심으로 사용자 맞춤형의 모듈화 개념을 적용하는 방안이다. DMS 사용자, 운용 분야, 사용 용도에 따라 요구되는 기능이 다를 수 있으며, 불필요한 기능은 제외하고 핵심 기능만 구성함으로써 사용자 편의 및 맞춤형 개발 도구로 활용할 수 있

다.

DMS는 통합된 기능을 기능별로 3D 형상을 조작할 수 있는 기본 플랫폼인 View 모듈, 수리부속에 대한 정비절차를 생성할 수 있는 정비절차 생성 모듈, 정비절차를 동영상으로 제작할 수 있는 시뮬레이션 모듈, 수리부속 간의 충돌 및 간섭 부위를 시각화함으로써 설계 형상의 문제점을 확인할 수 있는 충돌/간섭 검증 모듈, 정비성 검토를 위한 치공구 탐색 및 인체 접근성에 대한 설계 검증이 가능한 치공구 및 인체 검증 모듈로 구분 개발할 수 있을 것으로 판단된다. 각 모듈별 개발 시 Table 4와 같이 개발 단계별로 DMS 모듈을 별도 통합 구성하여 사용자의 편의 따라 사용할 수 있고, 비용 저감 효과를 기대할 수 있다.

Table 4. DMS module by development stage

Development Stage	DMS Module
Design	<ul style="list-style-type: none"> • View Module • Collision Verification Module • Maintenance Procedure Generation Module • Tool Verification Module • Ergonomic Verification Module
Prototyping/ Test evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • View Module • Maintenance Procedure Generation Module • Simulation Module
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> • View Module • Simulation Module

4.2 전자식교보재(CBT) 호환성

현재 소요군에서 운용 중인 CBT(Computer Based Training)와의 연동을 통하여 무기체계 교육/훈련 시 함께 사용할 수 있도록 호환성을 강화하는 방안이다. 필요하다면 CBT와 함께 지원장비로 전력화할 수 있도록 하여 DMS의 활용 범위를 넓힐 수 있다.

DMS의 3D 가상시제(DMS Viewer)는 Window 운영체제를 기반으로 개발 중이므로 Window 운영체제를 사용하는 프로그램에 탑재되어 활용할 수 있다. 따라서 CBT와 호환하는 방법은 하나의 객체로 운용할 수 있는 통합개발과 별도의 객체에서 콘텐츠 링크 연동을 통한 방법 두 가지로 고려해 볼 수 있다.

4.3 모바일 유틸리티 강화

사용자가 태블릿 PC 또는 모바일 기기의 카메라를 BAR 코드/QR 코드와 같은 특정 코드에 인식시키면 해

당 코드에 내포된 콘텐츠를 링크하여 증강현실로 체험할 수 있는 기능이 현실화되어 있다. 따라서 Fig. 9와 같이 DMS에서 생성된 콘텐츠를 활용함에 있어 사용자가 일일이 해당 콘텐츠에 접근하는 것이 아니라 특정 코드를 활용한 직접 접근법을 DMS 기능에 포함시키면 보다 효율적으로 DMS를 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

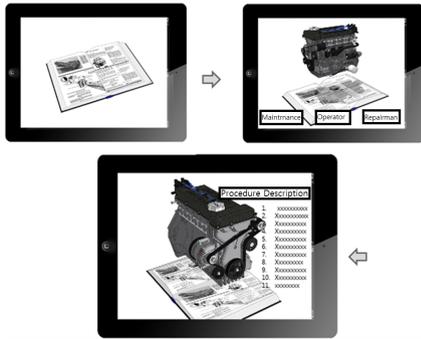


Fig. 9. Example of augmented reality based on Marker

4.4 케이블 검증 기능 개발

유연성 있는 케이블과 같은 구성품에 대한 설계 검증에 대한 요구가 많아지고 있다. 함정과 같은 대형 시스템의 경우 구성품의 복잡도가 높아 케이블의 설치 경로의 적절성이 이슈화되고 있다. 또한 케이블의 유연성이 배제된 정비성 검증 및 정비절차 가시화가 문제점으로 부각되고 있다.

이에 따라 보다 정확한 설계검증을 위해 케이블의 유연성을 고려한 모델링 제작 및 검증 기능, 더 나아가 케이블의 두께나 재질의 강도에 따른 케이블 자체 꺾임에 따른 부하 강도 검증 기능 등을 DMS 기능 개선사항으로 고려할 필요가 있다.

4.5 DB 최신화

DMS는 인체의 일부본인 손을 통한 검증을 기초로 개발하고 있다. 반면 실질적으로 정비를 수행하기 위해서는 손의 접근성도 중요하지만 인체의 팔과 다리 등의 다른 부위의 제약사항(작업자의 동작 편의성)을 검토하여야 한다. 따라서 작업자의 자세 및 움직임의 반경을 고려한 인체 DB 구축이 필요하다.

또한 구성품의 분해 및 조립 방식이 다양화됨에 따라 체결류 종류 또한 다양화되고 있으며, 체결류의 형상 및 크기에 따라 치공구는 달리 적용되어야 한다. 예를 들어

PROTO社에서 판매하는 공구 및 국가재고번호가 부여된 지원장비와 같이 널리 사용되는 공구를 주기적으로 파악하여 공구 사양을 기반으로 3D 모델링 DB를 구축할 필요가 있다. 이러한 DB는 인체 검증 시 활용하여 사용자에게 보다 효율적이고 정확한 검증 결과를 제시할 수 있을 것이다.

4.6 정비절차 생성 알고리즘 다양화

현재 DMS의 자동 정비절차 생성 기능은 특정 무기체계에 대한 적용을 목적으로 “기본 Rule”을 통해 원통형 형상 내 구성품 정비절차를 자동적으로 생성할 수 있으며, “특정 Rule”을 통해 원통형이 아닌 형상의 구성품 정비절차를 자동적으로 생성할 수 있다. 이에 추가적으로 모든 무기체계에 적용 가능하도록 원통형이 아닌 다른 특정 형상, 운용개념, 정비 특성 등을 고려하여 이에 알맞은 자동 정비절차 생성 알고리즘의 개발이 필요할 것으로 보인다.

예를 들면, 점검장비 또는 발사통제장비와 같은 캐비닛형 장비의 경우 후면도어 또는 전면 패널을 분해하는 선행 조건을 우선 순위로 두고, 이후 작업으로 케이블 분리, 전면 체결류 분리, 구성품 수평방향 제거 등의 순서로 정비절차를 생성하도록 정형화된 업무를 파악하여 정비절차 알고리즘을 개발할 수 있을 것이다. 함정 내 장비 및 레이더 등과 같이 제한된 외부 공간에서 정비를 수행해야 하는 경우는 특정 공간에 대한 제한 사항을 고려하여 정비절차를 생성할 수 있도록 알고리즘 개발이 필요할 것이다. 또한 차량의 외부에서 내부로 접근해야 하는 엔진 및 구성품 수리와 같은 경우는 특정 부품 교환 시 구성품이 분리되지 않고 본체에 일정 부분이 고정되어 있는 상태에서 정비 가능토록 정비절차를 생성하는 알고리즘도 고려해볼 필요가 있다.

이러한 알고리즘 개발 이외의 자동 정비절차 생성 시 충돌 검증과 무관한 구성품을 제외하는 등 추가적인 옵션을 강화하면 보다 효율적인 자동 정비절차 생성 알고리즘을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 결론

무기체계 개발 초기 단계에서부터 폐기까지 전 수명 주기를 고려한 가상현실 기술 기반의 ILS 개발 수행 방

안에 대하여 연구하였다. 특히 가상현실 기술을 기반으로 개발 중인 DMS는 현재 특정 무기체계 개발 단계에서 설계 검증을 위해 개발하고 있으나 다른 무기체계에 도 적용이 가능하며, 설계 검증 외 총 수명주기 동안의 군수지원 보장을 위한 ILS 업무에도 적용이 가능할 것으로 판단하여 개발 단계별 ILS 분야에의 적용 업무 및 방안을 제안하였다. 또한 DMS의 현재 개발된 기능 외 추가적인 기능 개선 방향을 검토함으로써 ILS 업무에 대한 활용성을 높일 수 있는 방안을 제시하였다.

현재 DMS는 국방과학연구소 주관으로 개발 중이며 설계검증 및 교육/훈련 자료 등과 같은 활용도를 높이기 위한 연구가 추가 진행 중이다. 향후 기능 개선사항 및 사물인터넷 기술을 적용하여 보다 효율적인 정비수행과 군수지원교육이 가능할 것으로 판단된다.

Automatic Assembly/Disassembly Procedure for Generating Maintenance Guideline”, Journal of the KIMST, Vol. 18, No. 5, pp. 594-601, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9766/kimst.2015.18.5.594>

References

- [1] H. W. Kim, H. P. Lee, S. Y. Lee, S. O. Kang and G. H. Heo, "A Case Study on Design Verification for Supportability of Weapon System Based on Virtual Reality", Journal of the KIMST, Vol. 19, No. 1, pp. 76-83, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9766/kimst.2016.19.1.076>
- [2] J. K. Lee, "Collaborative Maintenance Simulation System Using Virtual Mockup", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 15, No. 1, pp. 148-165, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9717/kmms.2012.15.1.148>
- [3] Y. W. Kim and J. A. Park, "A Study on Virtual Assembly Simulation Using Virtual Reality Technology", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 13, No. 11, pp. 1715-1727, 2010.
Available From: <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01606816>
- [4] H. H. Choi, "Expanded Military Sector Virtual and Augmented Reality", Defense & Technology, No. 449, pp. 52-61, 2016.
Available From: <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06701526>
- [5] H. K. Kim, Y. J. Son, D. W. Kim and K. S. Park, "Development Trend of Virtual Reality Technology and Application of Military Training", Defense & Technology, No. 444, pp. 66-75, 2016.
Available From: <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06599872>
- [6] J. K. Lee, C. Y. Kim, M. Y. Kim and Y. S. Hong, "Unified Architecture of Maintainability Simulation for Virtual Mockup", Korea Information Science Society, Vol. 38, No. 1(A), pp. 5-8, 2011.
Available From: <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01687833>
- [7] B. Y. Jung, "Condition and Implication of Virtual Reality Ecosystem", ICT & Media Policy, Vol. 28, No. 7, pp. 1-23, 2016. Available From: <http://www.kisdi.re.kr/kisdi/common/premium?file=1|13882>
- [8] G. H. Heo, W. Lee and G. S. Kwon, "A Study on the

허길환(Gil-Hwan Heo)

[정회원]



- 1994년 2월 : 부산대학교 일반대학원 산업공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 ~ 현재 : 국방과학연구소 책임연구원

<관심분야>

종합군수지원, 빅데이터, 사물인터넷

이승용(Seung-Yong Lee)

[정회원]



- 2003년 8월 : 충남대학교 정보통신공학과 (정보통신공학학사)
- 2007년 8월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원

<관심분야>

종합군수지원, 신뢰도, 정보통신

이학표(Hak-Pyo Lee)

[정회원]



- 2003년 2월 : 아주대학교 기계 및 산업공학부 (기계공학학사)
- 2004년 12월 ~ 현재 : LIG넥스원 수석연구원

<관심분야>

종합군수지원, 가상현실, 사물인터넷