

SEP를 이용한 헬기와 지상부대간의 전술데이터링크체계 구현

정재형*1, 권태환*2, 권용수*3(국방대학교)

Implementation of the Tactical Data Link System of Helicopters-Ground Units Using SEP

J. H. Jeong , T. H. Kwon and Y. S. Kwon

The Tactical Data Link System(TDLS) is a standardized communication link to exchange and interface positional, situational information, command and control in real time. It has been evaluated that the link would play an important role for tactical interoperability, situation awareness, and execution of joint operations in the future war. This work presents how to embody the TDLS through the systems engineering approach on the base of TDLS operating concept analysis of helicopters-ground units.

Key Words: 시스템엔지니어링 프로세스(SEP), 전술데이터링크체계(TDLS)

1. 서론

전술데이터링크는 각종 무기체계/지휘통제체계 간 위치 정보, 상황정보, 명령통제 등에 관한 실시간 전술정보 교환 및 공유를 위한 표준화된 통신링크이다. 이러한 전술데이터링크는 미래전에서 공통전장상황 인식 및 합동작전을 위해 핵심적 역할을 수행할 것으로 평가되고 있다.

이러한 전술데이터링크는 공군 및 해군에서 일부 사용하고 있다. 육군에서는 거의 사용이 전무한 상태로 전술데이터링크체계 구축을 통한 지휘통제체계 구축을 위해 노력하고 있지만 변화하는 전장 환경 하에서 육군에서 보유하고 있는 헬기를 이용한 데이터링크체계 구축에 대해서는 필요성만 느끼고 있을 뿐 구체적인 운용개념이 없는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 헬기와 지상부대간의 독자적인 전술데이터링크체계 구축을 위해 운용개념 및 요건분석을 토대로 시스템엔지니어링을 활용한 구현방향을 제시하고자 한다.

2. 전술데이터링크체계

전술데이터링크체계는 전술데이터를 송신 및 수신할 목적으로 C4I체계들을 연결하는 링크, 즉 전술 C4I체계들 간에 실시간/근실시간으로 정보교환을 지원하는 통신체계를 말한다. 미군에서는 전술 디지털정보링크(TADIL: Tactical Digital Information Link) 라고도 하며, 이는 미

합참이 승인한 디지털 정보 전송에 적합한 표준통신링크로서, 전술정보교환을 위한 단일 또는 다중 네트워크 구조와 다중 통신매체를 통해 2가지 이상의 지휘통제 및 무기체계를 연동하는 통신체계를 의미한다. 미래 전장에 있어서 이러한 전술데이터링크체계의 주요 역할을 살펴보면 다음과 같다

첫째, 지식기반시대에서 전술데이터링크는 정보지식(C4ISR:C4+ISR)과 정밀유도무기체계(PGMs)로 구성된 전장운영체계를 실시간/근실시간으로 결합하여 강인결합복합체계로 구축하기 위한 핵심요소라 할 수 있다.

둘째, 전술데이터링크체계는 네트워크 중심의 전력건설을 위해 요구되는 지리적 제한점 극복, 전장인식확대, 효과적 연결을 달성하기 위해 요구되는 실시간/ 근실시간 정보통신기반체계로서 미래전에 대비한 핵심기반체계라 할 수 있다.

셋째, 기술발전으로 확대된 전장 공간 정보수집능력 향상과 효율적 지휘통제에 요구되는 실시간/ 근실시간 전술정보 교환으로 전장가시화를 용이하게 지원하는 전장공간의 효율적 지휘통제를 위한 체계라 할 수 있다.

넷째, 실시간으로 전장정보를 제공하여 효율적 시간활용을 통한 의사결정주기 단축으로 전장공간의 정보우위 확보와 전력의 신속우위 구조화 지원체계이며, 정밀무기체계(AWACS, SAADS, AEGIS, PATRIOT, F-15 등)능력을 극대화하기 위해 요구되는 고도의 비화능력 및 전송능력으로 실시간 정보교환을 지원하는 체계를 말한다.

마지막으로, 전술데이터링크를 탑재한 무기체계가 구성하는 네트워크 중심의 전력이 접근할 수 있는 정보영역은 증가된 정보의 질과 정보의 범위에 의해 결정되며, 상대적으로 적이 도달할 수 없는 정보우위의 상승효과를 제공한다.

*1 국방대학교 무기체계학과 석사과정

*2 국방대학교 무기체계학과 교수

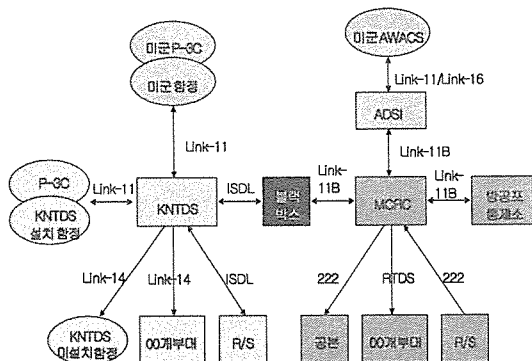
*3 국방대학교 무기체계학과 교수

Table 1 주요 전술데이터링크체계 분류 및 특성

NATO명칭	미국명칭	특성/제원
Link-11	TADIL-A	· 반이중(half-duplex)방식전송 · 비화링크 · 재밍 대항능력 부족 · 메시지양식:M-시리즈 · 항모,순양함,구축함,프리깃트,잠수함,상륙돌격함,S-3,P-3에서 사용
Link-11B	TADIL-B	· 전이중(full-duplex)방식전송 · 지상기시간 비화통신 링크로 사용
Link-14		· 반자동 Broadcast방식 단방향 TTY 전송
Link-4	TADIL-C	· 항모태세항공기 공중요격통계 단방향 다중송신 링크 · 비비화, 재밍 비보호
Link-4A		· ECCM 부분 능력 보유
Link-4C		· F-14전투기와 전투기 링크로 재밍 능력 보유
Link-16	TADIL-J (JTIDS)	· 보안장비 개선으로 보안성과 재밍 저항성 우수 · Link-4A/4C,Link-11통합사용 가능한 메시지 표준

3. 전술데이터링크체계의 운용 및 필요성

전술데이터링크체계는 그림 1과 같이 해군전술데이터체계(KNTDS : Korea Naval Tactical Data System)와 공군의 중앙방공통제소(MCRC : Master Control Reporting Center)를 중심으로 구성된다.



출처 : 문희병외 2인, "한국군의 표준전술데이터링크 발전방향 연구", 국방연구 제46권 제2호, p.226, 2003.

Fig. 1 한국군의 전술데이터링크 운용현황

미래 전투체계는 감시·통제·정밀타격이 복합된 네트워크화된 전력체계로 발전이 예상되며, 무기체계간 상호운용성이 강조되는 등 국방 연구개발 소요변화로 인한 무기체계에 있어 전술데이터링크의 중요성이 증가하고 있다. 이러한 전술데이터링크는 육군 내에서도 수요가 증가하고 있는 추세이다. 따라서 이러한 전술데이터링크를 독자적으로 확보하지 못하고 미군 전술데이터링크를 활용할 경우 다음과 같은 많은 문제점이 예상된다.

- 육군의 고유 운영개념/전술정보 반영 곤란
- 차기 미군의 규격사용과 보안장비를 도입할 때마다 미군 승인이 필요

- 미군의 보안장비 사용으로 육군의 극비 전술 작전정보의 보안유지 곤란
- 육군의 전술적 필요에 따른 수정요구 반영 위한 미군의 전술데이터링크 수정 불가능
- 미군 전술데이터링크의 유지, 확보와 신형 전술데이터링크 장비 도입 및 기존/신규 무기체계 연동위한 지속적인 국방비 지출
- 다양한 전술 데이터링크들 간의 상호연동 장비 확보를 위한 획득비용 지출

그러므로 미래의 전장 환경에서 중요하며 수요가 증가하고 있는 전술데이터링크에 있어서의 미국에 대한 기술적 종속 영구화를 방지하고, 외국으로 지출되는 막대한 국방비를 국내 내수산업으로 돌려 국내 기업육성도를 도모하고, 또한 독자적인 전술데이터링크를 확보·발전시켜 가기 위해서는 독자적인 육군 전술데이터링크체계 획득이 필요하다.

이러한 육군의 전술데이터링크체계 중에서 타군 및 미군에 비해 특히 뒤떨어진 헬기와 지상부대간의 전술데이터링크체계에 대한 구축은 반드시 선행되어야 한다. 이러한 체계는 개발하기 위한 전제조건인 상호운용성 보장을 중심으로 한 전술데이터링크의 운용개념과 이를 개발하기 위해 요구되는 각종 요소들에 대한 심도 있는 분석을 실시 하여야하며 분석 시에는 기존의 전술데이터링크와의 연동을 고려한 운용개념과 요건 등이 도출되어야 한다. 합동 및 연합작전에 전술데이터링크의 운용개념 및 요건 분석도 같이 이루어져야 한다.

4. 전술데이터링크체계 운용개념 및 요건 분석

4.1 운용개념

헬기와 지상부대 간 전술데이터링크체계는 육군 전헬기와 지상부대(지상 전술 C4I체계 내 운용)에 배치하여 전술통신체계의 데이터 통신망을 이용, 제대 및 기능체계별 상호 연동시켜 통합전투수행을 위한 지휘통제 수단으로 운용하는 것으로, 감시수단과 타격수단, 정보수단을 지상전술 C4I체계와 연동하여 수집된 첩보 및 정보를 해당 제대 및 부서에 전파하여 타격이 가능하도록 운용하며, 각 제대 지휘관의 지휘결심사항과 관련된 각종 현황 및 상황 파악 등을 자동화하여 지휘결심을 지원하기 위해 전·평시 운용한다.

4.2 요건 분석

헬기와 지상부대간의 한국형 전술데이터링크의 요건을 도출하기 위한 고려사항들과 각각의 고려사항들로부터 도출된 세부 요구기능들을 기술한다.

· 단일 전술데이터링크

미군의 전술데이터링크는 매우 다양하고 유사한 중복기능을 보유하는 전술데이터링크로 성장해왔으나 한국군의 경우 작전부대 규모별 및 센서체계, C2체계, 무기체계간의 종합적인 전술정보교환 요구분석을 통해 메시

지 포맷과 관련 프로토콜을 설계함으로써 헬기와 지상부대 간 전술데이터링크체계는 단순화 및 단일화될 필요가 있다.

• **전술자료 교환 기능**

헬기와 지상부대 간 전술데이터링크는 합동전술데이터링크 구축후에도 한국군 보유 무기체계와 작전개념에 적합한 전술자료의 교환을 지원해야 한다.

• **단말기 기능**

Link-16급의 전술자료 송수신을 위해 필요한 헬기와 지상부대 간 전술데이터링크 단말기의 전송속도, 항재밍 기능, 보안기능 등은 JTIDS와 MIDS와 동급 이상이 제공되어야 한다. 단말기는 프로세서, 플랫폼 인터페이스, 통신, 안테나 등의 기능별로 모듈화 설계가 되어야 하며 경량화, 소형화, 견고화되어야 한다.

• **한국 산악지형을 고려한 통신지원 기능**

한국은 70%이상이 산악지형을 가지며, 이러한 지리적 환경에서도 정상적인 운용이 가능하도록 단말기의 BLOS(Beyond Line of Sight)통신을 보장하기 위하여 단말기에 통신 중계기능이 요구된다.

• **다양한 통신매체 지원 기능**

헬기와 지상부대 간 전술데이터링크는 Link-16급 메시지 자료교환을 위해 사용될 단말기 이외에 데이터 분배 역할을 극대화하기 위해서는 한국군에서 운용중이거나 또는 확보 예정인 다양한 통신체계를 통한 자료교환이 요구된다.

• **상호운용성 지원 기능**

헬기와 지상부대 간 전술데이터링크는 다양한 무기체계와의 상호운용과 데이터 분배 역할을 극대화하기 위해 한국군에서 운용중이거나 향후 운용하게 될 다양한 미국 전술데이터링크 간 상호연동성을 보장하는 포로토콜 변환기능이 제공되어야 한다.

• **성능개량 및 유지보수 편리성**

헬기와 지상부대 간 전술데이터링크의 성능개량 및 유지보수의 용이성을 위해서는 단말기, 전술자료처리기에 사용되는 모든 종류 소프트웨어를 공통운용환경 (COE; Common Operating Environment)모듈화하여 재활용성 및 유지관리 편리성을 제고할 수 있어야 한다. 또한 SDR(Software Defined Radio) 기술을 적용하여 성능개량 시 하드웨어 성능개량 및 교체 없이 소프트웨어의 업그레이드를 통한 성능개량이 가능하여야 한다.

5. 헬기와 지상부대 간 전술데이터링크체계 구현

5.1 구현방향

헬기와 지상부대 간 전술데이터링크체계를 구현하기 위해서 앞장에서 도출한 운용개념과 요건을 시스템엔지니어링 프로세스(SEP)에 적용해 보고자 한다. 이를 통해 고객의 요구사항을 정확히 반영한 제품의 설계를 하고 개발기간의 단축 및 개발비용의 감소, 높은 신뢰성 획득 등의 교환을 얻는다.

또한, 헬기와 지상부대 간 전술데이터링크체계구현

뿐만 아니라 장차 있을 KMH 사업과 같은 대형 시스템 개발 프로젝트의 성공가능성을 향상 시키기 위해 시스템 엔지니어링 프로세스를 적용하여 시스템 개발설계를 수행하고 그 결과를 근간으로 하여 프로젝트 관리를 위한 WBS, 조직, 절차 및 자원계획을 병행할 수 있도록 데이터를 통합함으로써 시스템 개발 프로젝트의 효과성을 향상시키기 위한 모델을 제시하고자 한다. 그리고 관련된 모든 엔지니어링 데이터를 일관성 있게 체계적으로 관리함으로써 오류를 최소화하고 프로젝트를 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하는 전산지원도구의 활용을 통해 그 효과성을 알아보하고자 한다.

5.2 전산지원도구를 활용한 전술데이터 링크체계 구현

5.2.1 전산지원도구를 이용한 SE 절차

Fig. 2 는 전산지원도구를 활용해서 어떤 체계를 구현하는 시스템 엔지니어링(SE) 절차를 보여주고 있다. 따라서 본 논문에서는 전술데이터링크체계를 구성하기 위해서 전산지원도구를 이용하여 시스템이 반드시 만족해야 할 시스템 요건모델

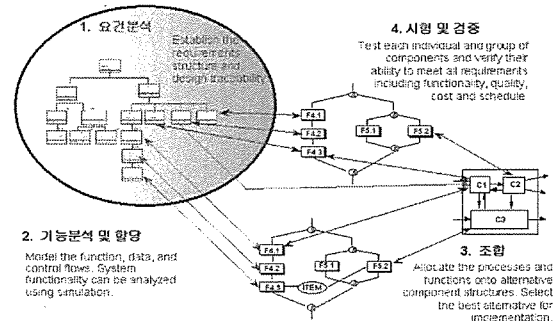


Fig. 2 전산지원도구를 활용한 체계 구현 절차

(requirement model)과 시스템 요건 중 기능요건의 만족 여부를 나타내는 시스템 거동모델(behavior model), 시스템 거동모델에서 기술된 각 기능을 수행하는 시스템 구성품모델(component model)을 구현해 보고자 한다.

5.2.2 시스템 요건 모델

사용자와 고객 및 시스템 개발과 관련된 모든 이해관계자로 부터 정리된 최상위 요건으로부터 시스템 세부설계자가 이해 가능하고 구현할 수 있는 시스템 수준에서 생성된 요건을 시스템요건이라고 한다. 시스템 요건모델의 말단 노드에 있는 요건은 세부설계자(하드웨어/소프트웨어 설계자)가 이해할 수 있는 수준이어야 하며, 명확하고 검증(verification)이 가능해야 한다.

Fig. 3 은 전산지원도구를 이용하여 하위수준으로 분해된 헬기와 지상부대 간 전술데이터링크체계 요건모델 사례를 보여준다.

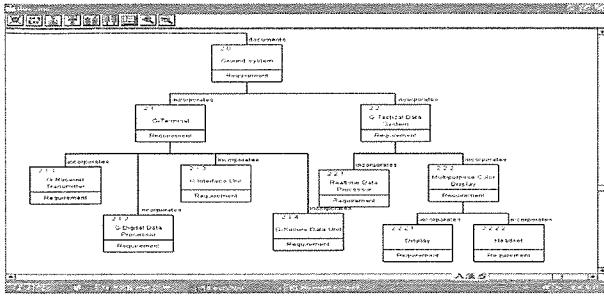


Fig. 3 전술데이터링크체계의 요건모델

5.2.3 시스템 거동 모델

어떤 시스템을 정의하고자 할 때 시스템의 기능적 특성이 정의되지 않고서는 시스템을 올바르게 정의했다고 볼 수 없다. 이와 같은 기능적 특성을 정의하는 방법으로 시스템의 거동 모델을 사용한다. 거동모델은 시스템의 운영 시나리오를 설정해서 고객과 시스템 설계자가 상호 이해를 바탕으로 고객이 원하는 시스템의 기능을 확인해 가는 방법론이다. Fig. 4 에서는 전술데이터링크체계의 운용시나리오/모델링에 관한 예를 보여주고 있다.

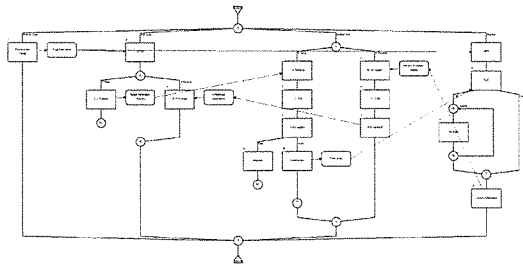


Fig. 4 운용시나리오/모델링

이를 시나리오에 기초한 설계라고 하며, 시스템의 기능적 특성을 정의하는 유용한 방법으로 인정받고 있다. 거동모델을 통해 시스템의 기능과 작동순서 및 입·출력 항목들을 정의해 봄으로서 개발하고자 하는 시스템의 적합 여부를 판단할 수 있다. 거동분석이 완료된 후 정의된 기능적 요건 중 요건을 거동 모델의 각 기능에 연결시켜 봄으로서 고객의 기능적 요건이 만족되는지 여부를 판단할 수 있을 뿐만 아니라 고객이 미처 정의하지 못했던 요건들도 도출될 수 있다. 이는 Fig. 5 에서 잘 보여주고 있다.

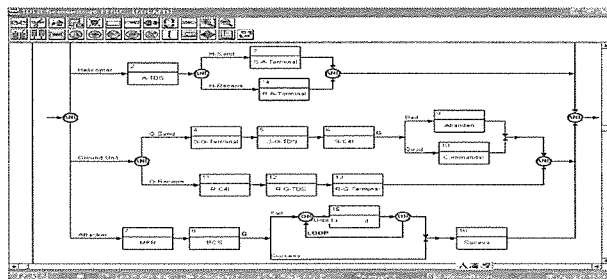


Fig. 5 전술데이터링크체계의 FFBD

이 거동모델은 시스템의 정적인 분석에 사용될 뿐만 아니라 시스템의 동적인 움직임을 분석하는데 그대로 사용될 수 있다. 동적인 분석을 통해 시스템 운영상의 타이밍, 통제, 자원 활용, 인터페이스 문제 및 고장 유형들에 대한 정보를 얻을 수 있다. Fig. 6 은 기능분석 프로세스를 통해 실행 가능한 거동 모델을 만든 후 DVF(Dynamic Verification Facility)를 통해 실행하면서 검증하는 모습이다.

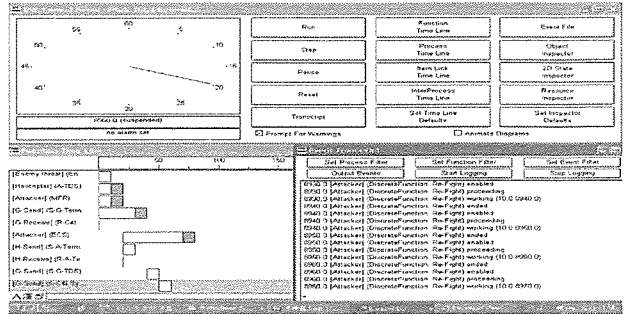


Fig. 6 시뮬레이션 결과

5.2.4 시스템 구성품 모델

시스템 구성품모델은 시스템의 개념적인 구조에 관한 것으로 크게 시스템을 구성하는 구성품의 계층구조와, 구성품들 간에 정보를 주고받는 인터페이스 모델로 이루어져 있다. 일반적으로 이렇게 구조를 강조하는 구성품 모델을 시스템 아키텍처라고 부르기도 한다. 하나의 구성품은 하나 또는 그 이상의 기능을 시스템 거동모델로부터 할당 받아서 수행한다. Fig. 7 은 전산지원도구를 이용하여 보여줄 수 있는 헬기와 지상부대 간 전술데이터링크체계 구성품모델의 일부를 나타내고 있다.

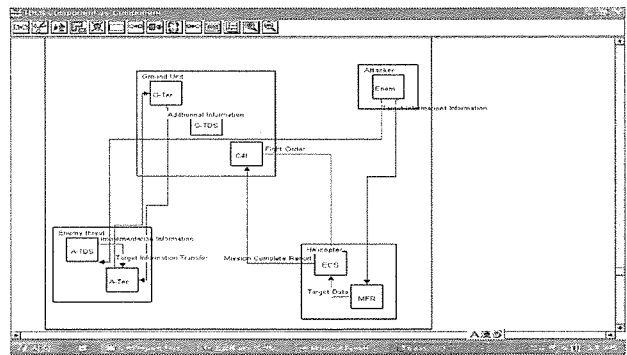


Fig. 7 전술데이터링크체계 구성품모델

위에서 작성된 요건모델, 거동모델 및 구성품 모델들의 모든 데이터는 서로 관련되는 모델의 데이터들과 연결되어 있다. 이들 데이터의 연결은 고객의 모든 요구사항이 기능적으로 또는 물리적 형상에 의해 모두 만족됨을 증명하기 위해 활용된다. Fig. 8 에서와 같이 요건 중 기능적 요건은 거동모델의 각 기능에 할당이 되고 거동 모델의 각 기능은 구성품모델의 각 구성품에 할당이 된다. 요건모델의 비 기능요건은 구성품모델의 각 구성품에 할당된다. 이렇게 해서 고객의 요구사항이 물리적 아키텍처인

구성품모델에서 모두 만족되는지 여부를 판단할 수 있도록 하였다.

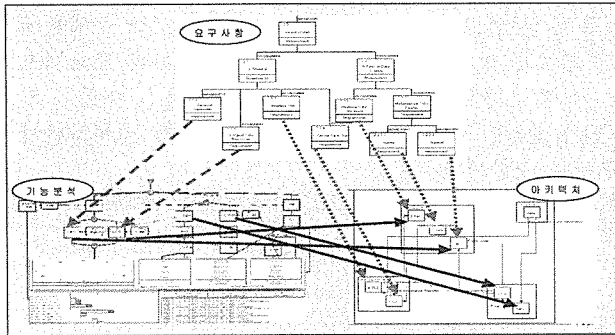


Fig. 8 요건, 기능 및 아키텍처의 연결

6. 결 론

본 논문은 헬기와 지상부대간의 전술데이터링크체계의 개념을 정립함으로써 향후 진행될 KMH 사업에 있어서 전술데이터링크체계 구축을 위한 기반을 제공하고자 했다. 이를 위해 전산지원도구를 활용해서 요건분석/모델을 도출하였다. 또한 시스템엔지니어링을 이용한 전술데이터링크체계의 설계 데이터와 통합 모델을 통해 다음과 같은 교훈을 얻을 수 있다.

첫째, 시스템엔지니어링 방법론 및 도구를 이용한 시스템 설계 데이터 및 프로젝트 관리 데이터의 체계적 통합가능성을 제시할 수 있다.

둘째, 체계화된 시스템 설계 정보와 프로젝트 관리정보를 통하여 일관된 시스템 개발(설계, 생산, 시험/검증)을 지원하고 효과적인 계획수립(조직, 일정, 비용, 기타 자원할당)을 위한 신속한 의사결정 지원체계 구축이 가능하다.

셋째, 시스템 설계 정보에서부터 프로젝트 관리에 이르는 모든 데이터의 전방위 추적성을 확보할 수 있다.

넷째, 효과적인 형상관리 체계를 구축하고 시스템 엔지니어링 도구를 활용시 DB화 된 자료의 재사용성을 높임으로써 유사 시스템 개발 기간을 단축하고 신뢰성 향상을 도모할 수 있다.

그러나 전산지원 도구를 이용한 시스템 엔지니어링을 구현함에 있어서는 시스템 엔지니어링에 대한 이해와 도구의 원활한 활용을 위한 훈련이 필요하며 시스템 설계와 프로젝트 관리 데이터의 통합 모델을 현장에서 효과적으로 활용하기 위한 보다 구체적이고 상세한 연구가 이루어져야 한다.

참고문헌

- [1] 김종성 외4. “한국형 합동전술데이터링크 요구 분석, 제6차 통신/전자 학술대회,” 국방과학연구소, pp.179~186, 2002.
- [2] 윤희병 외 2, “한국군의 표준 전술데이터링크 발전방안에 관한 연구”, 국방연구 제46권 제2호, 국방대학교 안보문제연구소, p.226, 2003.

[3] 전병욱 외 3, “한국형 합동전술데이터링크 체계 구축방향 연구”, 한국 국방연구원, 2003.

[4] 민성기·권용수, “시스템엔지니어링 실무”, 시스템체계공학원, 2003. 7.

[5] Department of Defense, Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence (C4I) Joint Tactical Data Link Management Plan, June 2000.