

효과적인 데이터링크 시험 평가를 위한 통합 분석 시스템 개발

오정인*, 정영환°, 이정환*, 위성혁*

The Development of an Integrated Analysis System for Effective Data Link Test Evaluation

Jung-in Oh*, Young-hwan Jeong°, Jung-hwan Lee*, Soung-hyok Wi*

요 약

본 논문에서는 전술데이터링크 및 무장데이터링크를 사용하는 무기체계의 시험평가나 단위시험, 통합시험 등에서 해당 데이터링크 통합분석을 효과적으로 수행하기 위해 설계된 데이터링크 통합분석 시스템을 소개한다. 전술 데이터링크 표준, 체계 연동 규칙과 관련된 로그분석 및 메시지 송/수신 시퀀스, 데이터링크 로그분석, 분석 결과 등은 전술데이터링크 확인 시험에서 필수 확인 요소로 기존에는 이를 분석하고 결과 도출하는데 시간과 인력, 링크에 대한 이해력이 상당히 필요했다. 데이터링크 통합 분석 시스템은 앞서 제기되었던 문제들을 해결할 수 있도록 전술데이터링크 표준 및 체계 연동규칙을 사전 설정해 Link-16 및 MDIL 로그분석을 용이하게 했다. 링크데이터 분석에 필수적인 메시지 및 필드 송/수신, 필드 값 유효성 분석과 분석결과 관리에 유용하다. 또한, 본 논문에서 제시된 데이터링크 통합 분석 시스템은 프레임워크 기반으로 설계되어 확장성이 용이하며, 각 무기체계별 적용된 전술데이터링크에 맞게 변경이 간단하다.

Key Words : data link, data analysis, link analysis, framework

ABSTRACT

In this paper, we introduce a data link integration analysis system designed to effectively perform the integrated analysis of corresponding data links in test evaluation, unit testing, and integrated testing of weapon systems using tactical and weapon data link. Tactical Digital Information Link standards, log analysis and message sending and receiving sequences related to system linkage rules, data link log analysis, and analysis results are essential verification factors in Tactical Digital Information Link verification tests. The integrated data link analysis system set the tactical data link standards and system inter working rules in advance to solve the previous problems, so that Link-16 and MDIL log analysis were easy. It is useful for sending and receiving messages and fields essential for data link analysis, analyzing field value validity, and managing analysis results. Previously, it took considerable time, people, and understanding of links to analyze them and produce results. In addition, the data link integrated analysis system presented in this paper is framework-based, making it easy to scale, and is simple to customize to fit the applied tactical data links for each weapon system. Therefore, in this paper, we describe the design and implementation of a data link integration analysis systems in detail.

* First Author : LIG NEX1, jungin.oh@lignex1.com, 정희원

° Corresponding Author : LIG NEX1, younghwan.jeong2@lignex1.com, 정희원

* LIG NEX1, junghwan.lee@lignex1.com; sounghyouk.wi@lignex1.com, 정희원

논문번호 : 202204-060-C-RN., Received April 25, 2022; Revised June 8, 2022; Accepted June 9, 2022

I. 서론

무기체계 시험평가 분야에서 국내 시험장의 제한된 환경과 예산을 최소화, 무기 특성으로 인한 안전문제 등으로 실 사격 시험을 수행이 제한되는 경우가 있다. 또한, 실 체계의 작전운용으로 연동이 제한되는 경우가 있다. 가상교전 환경을 도입해 실 사격시험 및 무기체계 통합시험 수행을 목적으로 하는 통합시험시스템을 개발 해 앞서 언급한 위험요소를 해결할 수 있었다. 무기체계 상호운용을 목적으로 규격화 및 표준화된 메시지를 처리하기 위해 전술데이터링크 및 무장데이터링크의 메시지의 프로토콜 설계 및 처리 하는 기술은 시험평가에서 비중 높게 다루어진다.

무기체계의 단위시험, 통합시험, 시험평가에서 통합시험시스템을 사용 시 장비 간 송/수신 되는 메시지의 순서나 일정주기 등의 메시지 시퀀스 확인 절차 분석에는 시간과 노력이 상당히 필요하다. 연동통제문서 (Interface Control Document)^[1] 정상 구현여부 확인 및 개발 간 변경되는 연동통제문서 재검증 확인을 위해 다수의 반복 시험과 테스트 케이스 작성 등 작업 시간 증가로 인한 피로 누적의 문제점도 발생한다. 또한, 예상치 못했던 메시지 상세 필드 오류 발생 및 운용자의 정상적인 메시지 범위를 모두 인지하지 못한 상태에서 메시지 범위가 초과되는 경우도 종종 발생하는 경우가 있다.

앞서 서술한 문제점 해결을 위해 데이터링크 통합 분석 시스템이 필요하게 되었다. 데이터링크 통합분석

시스템은 전술데이터링크 별 데이터에 대한 사후 분석 기능을 제공하게 된다. 본 논문에서는 에 대한 설계 및 구현에 대해 기술하고자한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 관련 연구로 SW 프레임워크 및 데이터 링크, 해외사례에 대해 다루며, 2장 본문에서는 제안하는 데이터링크 통합 분석 시스템을 기술하며, 3장에서 실험 환경을 제시한다. 끝으로 4장에서 결론을 맺기로 한다.

II. 본론

2.1 관련 연구

2.1.1 프레임워크

데이터링크 통합 분석 시스템은 프레임워크 기반으로 설계되었다. SW 프레임워크는 SW 개발에 연동네트워크 및 공통 서비스 등을 제공하는 기반요소로서, 검증된 컴포넌트 재사용 및 재활용으로 개발기간 단축 및 신뢰성 제고에 효과적이다.

그림 1에서 제시된 프레임워크는 국방 M&S 분야에 최적화되어 설계/구현됨에 따라, 추상화 된 코드 제공으로 써드파티(3rd party)개발자나 고해상도 모델과의 확장성이 고려된 설계 구조를 보여준다.

그림 2의 PBA(PlugIn-Based Architecture)로 설계된 프레임워크는 컴포넌트 간 상호독립적인 인터페이스 및 상호 작용을 통해 컴포넌트의 추가 및 조합이

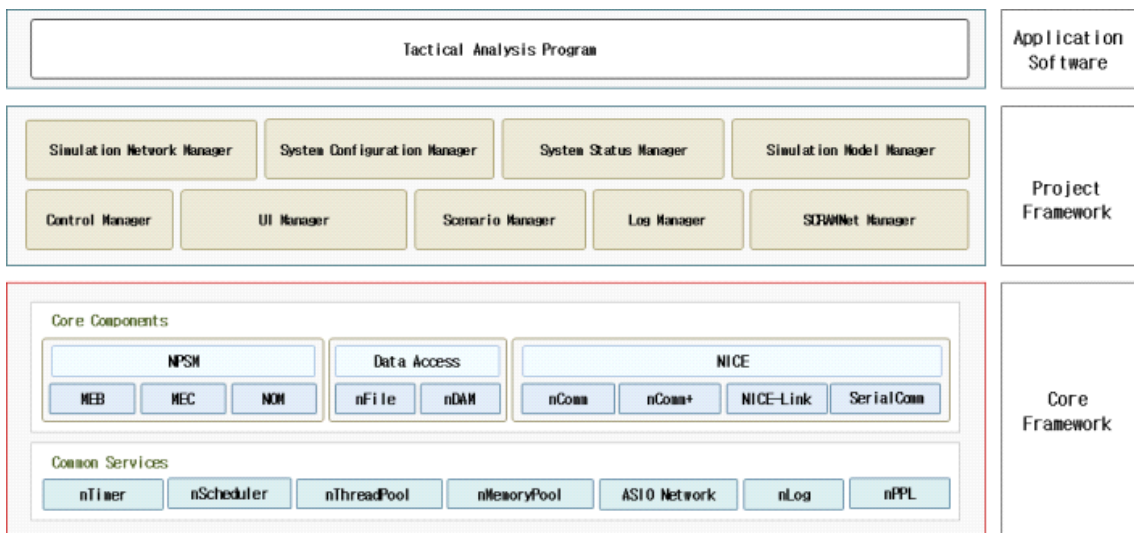


그림 1. 프레임워크 계층 구조
Fig. 1. Framework layer structure

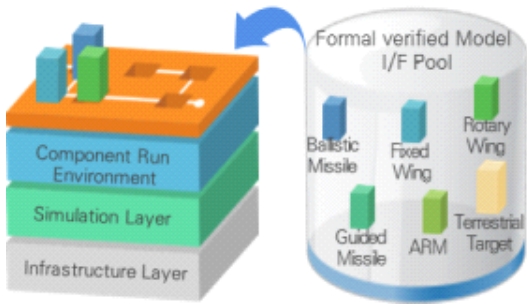


그림 2. 플러그인 기반 아키텍처
Fig. 2. Plug-In-Based Architecture

용이하고 재사용성이 높은 구조이다. 이는 구성요소 간 단일화 통신 인터페이스와 메시지 기반 통신을 지원해 구성요소 간 종속관계를 약하게 하며, 플러그인 형태로 제공해 동적 구성이 가능하게 한다. 동적 구성은 프레임워크를 구성하는 각 모듈의 기능 컴포넌트들을 미리 정의된 Interface를 구현한 Plug-In 형태인 DLL(Dynamic linking library)을 Runtime에 Plug-In & Plug-Out을 가능하게 한다. SW형상관리 시스템으로 체계적인 코드관리를 할 수 있어 유지보수가 용이하다.

그림 3은 Framework 기반 데이터 교환방식이다. 메시지 기반 미들웨어 프로토콜로 Plug-In 기능 컴포넌트들이 메시지 교환을 수행하며, 이를 Framework에서 통제하도록 한다. 컴포넌트 간 메시지 교환은 코드기반이 아닌 문서(XML)기반의 메시지 객체 모델을 정의해 메시지 Encoding/Decoding, 메시지 추가 및 수정, 삭제가 용이하도록 설계되어 있다. 명세서가 XML 파일로 기술되어 소스코드의 변경 없이 메시지 혹은 데이터 타입 구조를 쉽게 변경가능하다. 인터페이스 명세는 송수신되는 메시지에 대한 구조를 정의할 수 있다. 메시지를 구성하는 각 속성타입은 기본적인 타입 이외에 사용자가 자유롭게 타입을 정의해 사용할 수도 있다. 각 메시지들은 메시지 교환 컴포넌트(Message Exchange Component)를 거쳐 메시지 교환버스(Message Exchange Bus)를 통해 Publish-Subscribe 메시지를 교환한다. 이 방식은 마치 네트워크 환경에서 통신하듯이 컴포넌트 간 정보를 교환할 수 있도록 기능을 제공한다.

2.1.2 무기체계 데이터링크

미 국방부 합참 군사용어집에 의하면 전술데이터링크(TADIL : Tactical Digital Information Link)의 정의는 “디지털 정보 전송에 적합한 표준화된 통신링크이며, 전술정보 교환을 위해 하나 이상의 통신구조와

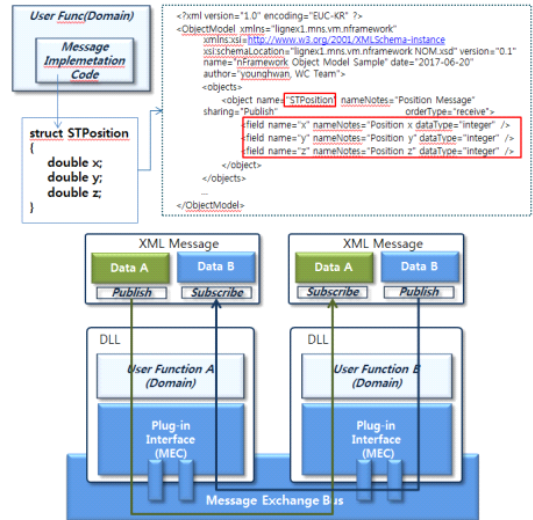


그림 3. 컴포넌트 간 데이터 교환방식
Fig. 3. Data switching method of component

통신 매체를 공유하여, 2개 이상의 C2(Command and Control)체계 또는 무기체계와의 인터페이스를 갖는다.” 라고 명시되어있다²⁾. 전술데이터링크는 디지털화된 전술네트워크통신체계로써 감시체계, 타격체계 및 지휘통제체계와 연동하여 상황인식·위협평가·지휘결심·교전통제 등과 같은 전술작전을 수행하는데 필요한 전술자료를 실시간 및 근실시간 교환을 위해 사용하고 있다³⁾.

무기체계 및 지휘통제체계들이 전술데이터 링크를 사용하는 목적은 각각의 탐지 센서의 종류가 존재하고, 탐지범위가 상이하지만 전술데이터링크로 전술자료의 근 실시간 상호 운용 및 자료 융합으로 광역 상황인식을 확보할 수 있기 때문이다. 현대전은 네트워크 중심전(NCW : Network Centric Warfare)으로 발전하고 있어, 전술 데이터링크로 위협 표적 판단, 지휘통제체계들 간의 합동 전술로 아군의 타격자원을 효과적으로 운용해 위협으로부터 아군의 전투력 상승으로 이어진다.

감시 및 통제와 관련된 전술데이터 링크는 Link-1부터 Link-22까지 진화해 오고 있다. Link-1은 1950년에 설계된 저속의 점대 점 데이터 링크로, 보안성이 보장되지 않은 메시지의 단방향이나 양방향 송/수신이 가능했다. 사용 국가는 NATO 및 미국, 영국, 독일, 이탈리아 등이 있다. Link-4s는 시분할 다중접속 방식의 데이터링크로 지대공, 공대공, 공대지의 통신을 위해 NATO 및 미국에서 사용되어 왔다. Link-11/Link-11B는 점대점 전이중 통신방식으로 사용되었으

며, 항적, 함정, 지상에서 정보교환에 사용되어왔다. Link-14는 전술 데이터 처리 능력을 가진 함정에서 Link-11 데이터를 수신할 수 없는 부대나 함정으로 전술 표적정보를 송신한다. Link-16은 지휘통제 및 위치정보, 피아식별정보 등을 포함하는 전술정보들의 항재밍 실시간 전술 데이터 송/수신하고, 시분할 다중접속 방식을 사용한다⁴⁾. Link-22는 BLOS(Beyond Line of Sight) 통신을 제공하는 NATO 보안 무선 시스템으로 Link-11의 결함을 대체하고 극복하기 위해 개발되었다. Link-16과도 쉽게 보완 및 상호 운용되도록 설계된 최신 데이터 링크이다. ATDL-1은 미사일 포대 통제용 전술데이터링크로 SAM(Surface to Air Missile) 포대와 지휘통제체계 간 디지털 정보를 교환하기 위해 사용하며, TSQ-73 및 Hawk 포대 등의 링크에 적용되어 있다.

한국이 전술데이터 링크를 사용하는 목적은 한·미 연합 작전 수행을 위함이다. 또한, 무기체계는 국외 도입되고 있어 전술 데이터링크와의 연동 불가피하며, 무기체계의 수명 주기에 따른 다양한 전술 데이터링크 동시 운용되고 있다. 따라서 전술데이터링크의 분석 후 자국의 무기체계 개발 및 유지보수는 불가피한 상황이다.

2.1.3 해외사례

TIGER(Northrop Grumman, Tactical Data Link Integration Exerciser)는 직접 연동을 통한 시험 및 분석 도구, 실시간 송수신 메시지 전시, 사후 저장된 메시지 전시 기능을 제공하며, Link 11A, Link 16 등 연동 및 분석 기능을 제공 제공한다.

MANDRIL (LOCKHEED MARTIN, Message Analysis and Data Reduction for the Integration of Links)는 전술데이터링크 사후 분석 도구이며, 메시지 디코딩 및 분석 결과 2D, 3D 전시 기능을 제공, Link-16 Link 22 등 분석 기능을 제공한다.

CIVET (LOCKHEED MARTIN, Combined Interoperability & Validation Tool)는 실시간 데이터 수집을 통한 전술데이터링크 연동 분석 도구이며, Link-16 Link 22 등 분석 기능 제공, MANDRIL과 연동하여 사후 상세 분석이 가능하다.

2.2 데이터링크 통합분석 시스템

데이터링크 통합 분석 시스템은 다음과 같은 주요 기능을 제공한다. 첫째, 분석을 위해 필요한 전술데이터링크 표준에 대한 정보를 입력하는 기능을 제공한다. 전술데이터링크 별 분석을 위한 메시지 구조 및

전송 주기에 대한 입력, 메시지를 구성하고 있는 필드의 데이터 요소 사전(Data Element Dictionary)의 데이터 필드 식별자(DFI : Data Field Identifier), 데이터 사용 식별자(DUI : Data Use Identifier)와 데이터 항목(DI : Data Item) 입력을 통해 전술데이터 분석에 활용 될 정보를 설정하여 추후 연동통제문서를 통한 분석의 기본 데이터로 사용한다.

둘째, 연동체계 별 전술데이터링크 인터페이스 규격을 입력하는 기능을 제공한다. 무기체계의 전술데이터링크 운용을 위해서는 전술데이터링크 표준을 통해 각 체계 별 연동 규격이 정해지는데 이 규격에 따라 통합 분석을 위한 체계 별 연동 규격에 대한 정의를 수행함으로써 분석 체계에 대한 메시지 및 필드의 분석이 가능하도록 한다. 연동 규격에 대한 정의는 연동 시 사용되는 메시지의 송수신 규칙, 필드 데이터 요소에 대한 송수신 규칙 및 유효 값에 대하여 수행하게 된다.

셋째, 분석 결과를 생성하기 위한 분석 템플릿 설정 기능을 제공한다. 분석 템플릿이란 전술데이터링크를 통한 시험평가를 수행함에 있어서, 해당 체계 별 반복되는 시험을 분석하기 위한 분석틀이며, 이를 제공하기 위해 사용자 또는 전술데이터링크 전문가에 의해 정의하고 분석에 사용할 수 있는 분석 템플릿 설정 기능을 제공한다. 예를 들어 메시지 및 필드에 대한 알람 트리거를 설정하고 분석 시 알람을 전신하여 사용자에게 인지를 시키는 기능, 메시지/필드 송수신 규칙 또는 유효 값에 대한 정의에 따라 유효성을 검증하는 기능, 사용자에게 전술데이터링크를 통해 이루어지는 일련의 행위들에 대한 시퀀스를 설정하여 분석하는 기능, 특정 값들의 변화나 항적의 위치 분석을 위한 그래프 분석 설정 기능을 제공한다.

넷째, 시험데이터를 통한 통합분석 기능을 제공한다. 통합 분석은 입력된 데이터에 대하여 기본적으로 메시지 전시 기능을 제공하고, 분석 템플릿을 통한 분석 기능을 제공한다. 이는 체계 별 연동 규격에 따라 메시지 및 필드의 송수신, 필드의 데이터 유효성을 검증하며, 입력된 메시지 및 데이터의 흐름을 분석하고, 사용자가 기 정의한 시퀀스에 대한 케이스를 분석하며, 사용자가 정의한 그래프 데이터를 생성하고 가시화 하며, 분석 플러그인 모듈에 정의된 전장상황 가시화 데이터를 통해 전장상황을 가시화/분석을 수행하게 된다.

다섯째, 분석결과에의 체계적 관리 기능을 제공한다. 추후 분석결과를 활용하기 위한 분석 결과 저장 및 출력 기능을 제공함으로써 분석결과를 시험평가의 결과

물로서 활용할 수 있도록 기능을 제공한다.

그림 4는 데이터링크 통합 분석 소프트웨어 CSC 구성도이다. 데이터링크 통합 분석 소프트웨어 CSC(Computer Software Component)에는 크게 4가지 CSU(Computer Software Unit)로 설계 되었으며, 각 CSU에 대한 기능은 표 1 데이터링크 통합 분석 CSU 기능에 서술되어 있다. A부터 C까지의 Link Processor CSU는 연동/분석이 필요한 다중 전술데이터 링크가 될 수 있으며, 본고에서는 Link-16 및 MDIL(M-SAM Digital Information Link) 데이터링크의 유닛까지로 제한한다.

다음은 표 1에 대한 상세 기술이다. Tactical Data Link GUI CSU는 GUI에 대한 플러그인 기능을 제공하며 분석을 위한 시험 데이터의 전술데이터링크 연동 체계 별 체계 설정 정보, 템플릿 분석을 위한 템플릿 설정 정보, 시험을 통해 획득 된 연동 데이터 정보를 설정 관련 분석 모듈과 사용자간의 인터페이스 메시지를 XML기반 메시지 표현으로 변환하여 Tactical

Data Link Analysis CSU에 제공하는 기능을 담당하며, Tactical Data Link Analysis CSU에서 분석 된 데이터의 전시 기능을 담당한다.

Tactical Data Link Analysis CSU는 전술데이터링크 표준 및 연동 통제문서를 기반으로 하여 입력된 체계정보 및 시험로그의 분석을 수행한다. 수행하는 분석으로 메시지 & 필드가 정의된 규약에 따라 송수신이 이루어졌는지 분석을 수행하며, 전술데이터링크 표준에서 정의된 유효 값 및 체계 간 연동에서 허용된 유효한 값에 대하여 송수신하였는지 분석을 수행한다. 또한 분석 대상 시험 중 수집된 메시지 및 필드 흐름 분석하여 사용자에게 제공하며, 전술데이터링크 전문가 및 사용자가 정의한 시험에서 확인하고자하는 메시지 시퀀스, 분석의 결과물로 사용하기 위한 사용자 정의의 그래프 분석을 수행한다. 또한 입력 데이터를 토대로 해당 시험이 어떤 전장상황을 통해 이루어졌는지 확인하기 위한 전장상황 가시화 분석을 수행하는 기능을 담당한다.

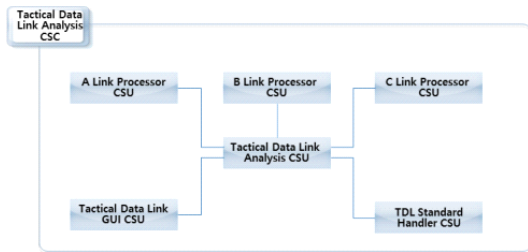


그림 4. 데이터링크 통합 분석 소프트웨어 CSC 구성도
Fig. 4. The schematic diagram of Data Link Integration Analysis CSC Diagram

표 1. 데이터링크 통합 분석 CSU 기능
Table 1. The Data Link Integration Analysis CSU function

CSU	Function
Tactical Data Link GUI	Tactical Data Link GUI provides GUI to other component linkage and test information setting/display function.
Tactical Data Link Analysis	Tactical Data Link Analysis validates the data acquired from the test, and has a template analysis function, and manages the analysis results.
TDL Standard Handler	TDL Standard Handler provides a setting function for tactical data link standard data for analysis.
Link Processor	Link Processor analyzes the acquired data by interlocking with the tactical data link.

TDL Standard Handler CSU는 데이터링크 분석을 위한 전술데이터링크 표준에 해당하는 전술데이터링크 메시지 구조 및 전송 규약, 메시지를 구성하는 필드의 데이터 요소 사전(Data Element Dictionary)의 데이터 필드 식별자(DFI : Data Field Identifier), 데이터 사용 식별자(DUI : Data Use Identifier)와 데이터 항목(DI : Data Item)을 관리하며, 전술데이터링크 표준을 통해 체계의 연동 규약에서 메시지 송수신 규칙 및 필드 데이터 요소에 대한 유효 값에 대하여 정의된 ICD를 관리한다.

Link Processor CSU는 설정 된 체계 데이터 링크(MDIL 또는 Link-16)의 연동정보 설정/분석 템플릿 설정 및 각 체계 링크의 분석 모듈을 로드해 분석을 수행한다.

그림 5는 데이터링크 통합 분석 클래스 다이어그램이다. Link16Processor 및 MDILProcessor는 플러그인 형태의 CSU로 구성된다. 물론 언급된 2개 CSU 이외에도 플러그인 형태로 되어있지만, 아키텍처 품질 속성 측면에서 재사용성(Reusability), 확장성(Extensibility), 변경용이성(Modifiability), 상호운용성(Interoperability)이 우수해 여러 형태의 분석 시스템으로 활용이 가능하기 때문에 언급한 사항이다.

소프트웨어 품질 속성 요구사항을 만족하는 재사용성 면에서는 Link16Processor와 MDILProcessor를 지칭하는 LinkProcessor가 타 무기체계 시뮬레이터에서 재사용이 가능하다는 점이다. 확장성면에서는 새로운 전술데이터링크로 구현되는 체계와 연동되는

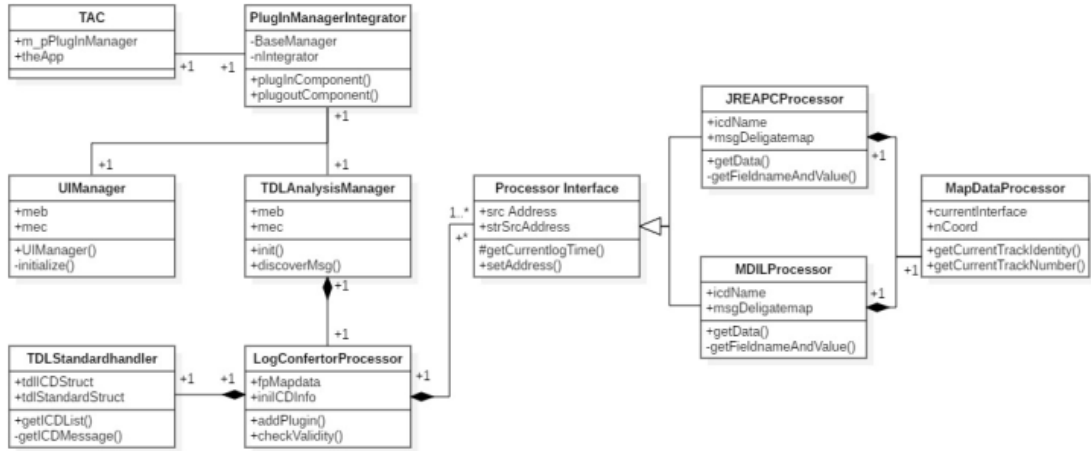


그림 5. 데이터링크 통합 분석 클래스 다이어그램
 Fig. 5. The class diagram of data link integration analysis system

LinkProcessor를 구현 후 추가 플러그인이 가능하다. 변경용이성 면에서는 표준의 버전 변경의 변경 발생 및 연동 통제 규약 변경 시 LinkProcessor 부분 만 변경 후 업데이트할 수 있어 수정을 최소화 할 수 있다. 또한, 추가되거나 제거되는 LinkProcessor를 사용자 인터페이스(GUI)를 통해 플러그인/아웃이 가능한 구조이다. 상호운용성 측면에서는 동일 링크 체계를 운용하는 무기체계 또는 시뮬레이터의 경우 입력 데이터의 양식만 유지된다면, 원하고자하는 분석결과를 생성해 낼 수 있다는 점에서 운용 가능하다는 점이다.

그림 6은 데이터링크 통합분석 사용자 인터페이스로 메인화면에 해당한다. 메뉴 및 툴바는 파일, 편집, 모드, 설정, 분석, 플러그인 메뉴 등이 있으며 하위 메뉴로 분석에 필요한 기능이 풀려있다. 분석 데이터

필터 창은 링크 메시지 항목 선택 시 분석리스트 창에 해당 데이터 전시를 할 수 있도록 되어있다. 분석 리스트 창은 분석 데이터 설정 후 분석된 데이터가 전시되며, 필터 창에서 선택한 분석 메시지가 전시된다. 출력 창은 이벤트 정보 전시에 사용되며, 메시지 필터 상세 정보 창은 분석데이터 리스트에 선택된 항목 상

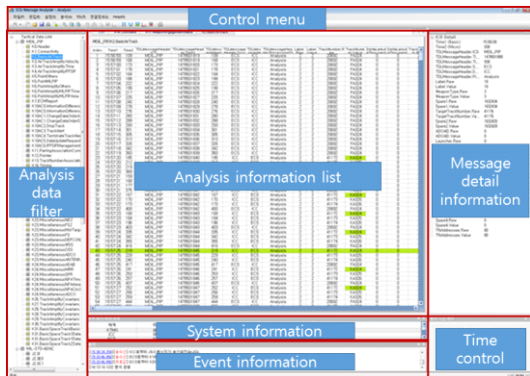


그림 6. 데이터링크 통합분석 사용자 인터페이스
 Fig. 6. The ser Interface for Data Link Integration Analysis

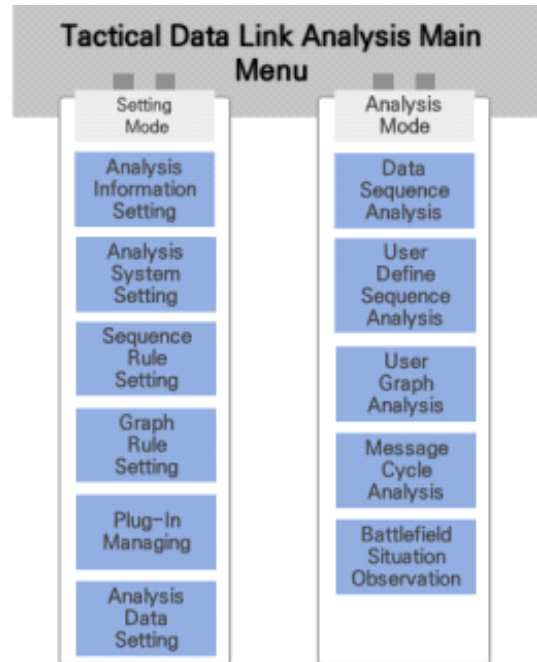


그림 7. 데이터링크 통합분석 모드 및 기능
 Fig. 7. The mode and function for Data Link Integration Analysis

표 2. 테이터링크 통합 분석 모드 및 기능 설명
Table 2. The Explanation for Data Link Integration Analysis mode and function

Function	Explanation	
Setting Mode	Analysis Information Setting	A function to define Standard, ICD, DFI/DUI and set information to be used for analysis
	Analysis System Setting	The ability to establish which schemes will be involved in the analysis
	Sequence Rule Setting	A function to enable future sequence analysis by defining the message rules exchanged between systems
	Graph Rule Setting	A function to enable future graph analysis by defining specific fields among messages exchanged between systems
	Plug-In Managing	A function to set addition and deletion by managing the analysismodule by plug-in
	Analysis Data Setting	The ability to generate analysis data by adding logs that occur in chronological order
Analysis Mode	Data Sequence Analysis	The ability to generate a chronological sequence of messages exchanged between systems using analysis data
	User Define Sequence Analysis	The ability to create a sequence according to the rules for messages exchanged between systems with the information defined in the sequence rule setting
	User Graph Analysis	A function to create a user graph by using the analysis data with the information defined in the graph rule setting
	Message Cycle Analysis	A function to select a specific message or track number to create a message cycle analysis graph based on the reception time
	Battlefield Situation Observation	A function to display the information on a map by using the track information among the analyzed data.

세정보를 전시하게 된다. 분석 시간 제어 창은 선택된 항목의 시간 전시 및 시간 제어 슬라이드 컨트롤 제어 로 해당시간 데이터 활성화 전시에 관여한다.

그림 7은 테이터링크 통합분석 모드 및 기능을 나타낸 그림이다. 테이터링크 통합 분석 방법은 전술테이터링크 통합분석기 메인화면의 설정모드에서 분석

하고자 하는 기능(그림 7의 Setting mode)의 설정을 끝내고 분석모드로 변경 후 각 기능(그림 7의 Analysis Mode)을 확인 할 수 있다.

표 2는 설정 모드 및 분석 모드에 따른 각 기능들과 그 의미에 대해 기술했다.

III. 실험

테이터링크 통합 분석 시스템의 실험 환경은 표 3과 같다. 실 장비를 제외 한 테이터링크 통합분석 시스템 및 시험 환경은 윈도우즈 기반으로 개발 및 시험에 사용되었다.

그림 8은 전체적인 통합시험 구성도이며, 테이터링크 통합분석 장치는 시물레이션 망과, 작전 망에 연동되어있는 구성이다. 테이터링크 통합분석 장치와 시물레이션 망의 송/수신 메시지는 시물레이션 시작 및 중지와 관련된 메시지이다. 테이터링크 통합분석 장치와 작전 망과의 송/수신 메시지는 전술테이터링크 표준인 MDIL 메시지와 Link-16 메시지이다.

표 3. 실험 환경
Table 3. Experiment Environment

Experiment Environment	
CPU	Intel(R)Core i7-6700 2.6GHz
RAM	16GB
SYSTEM	64bit OS
Operating System	Microsoft Windows 10
Compiler	MSVC++14

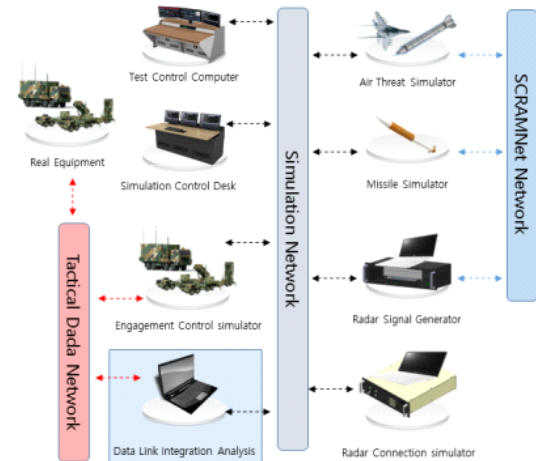


그림 8. 통합시험 구성도
Fig. 8. The integrated test configuration

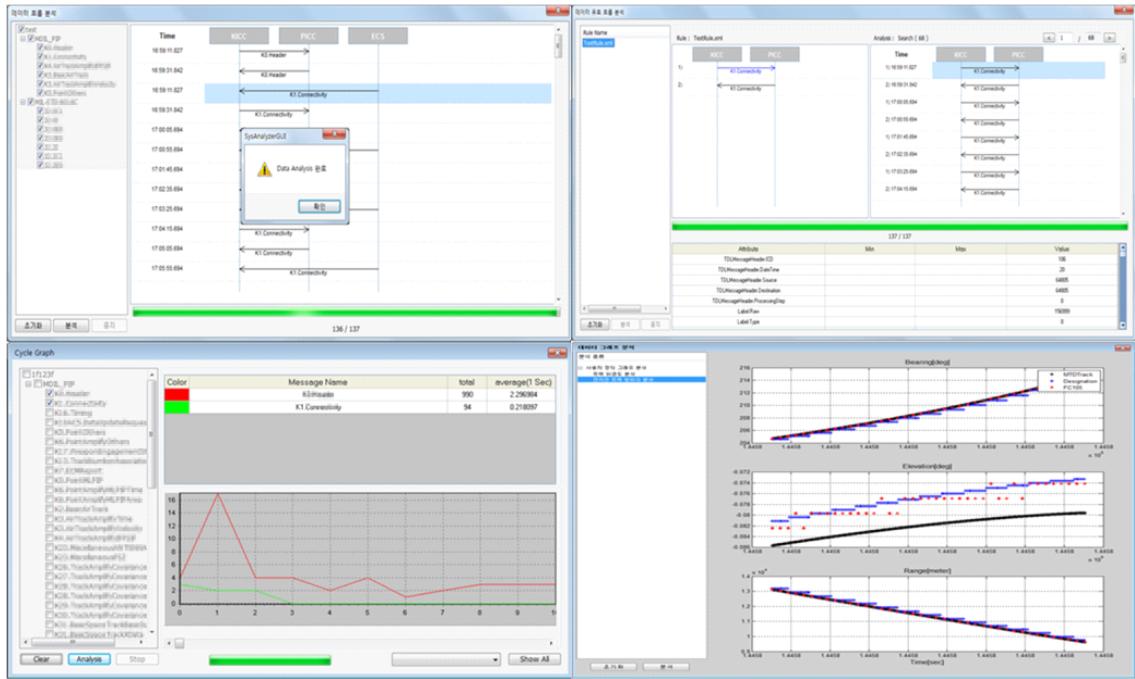


그림 9. 데이터 흐름 분석(좌상), 사용자 정의 시퀀스 분석(우상), 메시지 주기 분석(좌하), 사용자 정의 그래프 분석(우하)
 Fig. 9. Data Flow Analysis(Left-Top), User Defined Sequence Analysis(Right-Top), Message Cycle Analysis(Left-Bottom), User Defined Graph Analysis(Right-Bottom)

기존시스템에서는 네트워크에 가입된 각 장치들이 네트워크로부터 송/수신되는 메시지들이 CSV포맷에 지속적으로 기록을 해서, 시험이 종료된 이후 저장되는 형태여서 실시간 분석이 불가능 했다. 또한, 각 장치별 로그간 상관관계 및 메시지 간 시퀀스 확인, 메시지의 유효 값 확인을 위해서 시험시간 대비 70%이상의 시간과 메시지들의 사전지식이 필요하다.

기존시스템에서는 저장된 로그 분석 형태였다면, 데이터링크 통합 분석 시스템은 사전에 설정된 규칙을 바탕으로 다양한 사후 분석이 가능하다. 저장된 규칙에 의해 메시지 상관관계 및 시퀀스, 메시지 유효성, 메시지 주기 등 그래프로 표현되어 사전지식 없이도 즉각적인 확인이 가능하게 해서 데이터분석 시간을 줄여준다.

그림 9는 데이터링크 통합 분석 시스템의 데이터

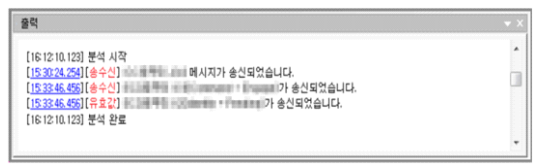


그림 10. 이벤트 전시 화면
 Fig. 10. Event output display

흐름분석, 데이터 유효 값 확인, 메시지 주기 분석, 사용자 데이터 그래프 분석결과에 대한 그림이다.

그림 10은 이벤트 전시 화면으로 분석의 시작부터 메시지 송수신 기록 및 유효 값 분석 등 다양한 로그에 대한 출력을 확인할 수 있어서 작전 망의 데이터 분석에 탁월하다.

IV. 결 론

본 논문에서 데이터링크 통합분석 시스템의 설계 및 구현에 대해서 논했다. 무기체계 개발 및 단위시험, 통합시험, 시험평가 간에 통합시험시스템을 사용해서 제약사항을 해결했으나, 전술데이터링크 표준, 체계 연동 규칙과 관련된 로그분석 및 메시지 송/수신 시퀀스, 데이터링크 로그분석, 분석결과 같은 해결되어야 할 과제가 있었다.

데이터링크 통합 분석 시스템의 설계 및 개발로 앞서 제시한 문제점을 효과적으로 해결했다. 전술데이터링크 통합 분석기는 전술데이터링크 Link-16 및 MDIL 데이터에 대한 사후 분석 기능을 제공하는데 의미가 있다. 주요기능으로 전술데이터링크 표준 및 체계 연동규칙 등 전술데이터링크 분석 정보 설정이

있다. Link-16 및 MDIL 로그 분석 기능이 있으며, 메시지 및 필드 송수신, 필드 값 유효성 분석 및 메시지 주기 및 사용자 정의 그래프 분석 등이 있다. 또한, 전장상황 가시화 분석 및 분석결과 관리가 가능해졌다. 객체지향 개발방법론으로 자동화 도구를 통한 개발의 검증이 확인되었다.

기대효과로는 추후 체계 개발 시 연동 될 링크데이터에 대한 분석 플러그인의 개발을 통해 사후 분석기로 추가 구현이 가능하며, 플러그인 개발, 분석정보 확장을 통해 다양한 형태의 로그정보 분석기로 확장이 가능하다. 또한, 시험 상황 3차원 가시화를 통한 시험상황 재현 및 분석을 가능하도록 발전시키며, 체계 연동단과 연동하여 실시간 시험 분석을 위한 플러그인을 개발해 분석 가능하도록 성능개량 할 계획이다.

References

- [1] DAPA, "Development and management guidelines for weapon systems software," 2011-26, 2011.
- [2] Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms, 12 Apr. 2001 (As Amended Through 12 Oct. 2008)
- [3] Y. S. Park, "Tactical data link development trend and development trend," *Korea Defense Industry Association, Defense & Technology*, vol. 377, pp. 74-89, 2010.
- [4] J. S. Kim, S. J. Kim, and M. Y. Lim, "Overview of tactical data link technology," *Commun. of the KIISE*, vol. 25, no. 9, pp. 18-28, 2007.

오 정 인 (Jung-in Oh)



2009년 1월~현재: LIG 넥스원
교전통제개발단 수석연구원
<관심분야> 소프트웨어 프레임
워크, 무기체계 M&S, T&E,
전술데이터링크 등
[ORCID:0000-0003-4732-7978]

정 영 환 (Young-hwan Jeong)



2013년 1월~현재: LIG 넥스원
교전통제개발단 선임연구원
<관심분야> 소프트웨어 프레임
워크, 무기체계 M&S, T&E,
전술데이터링크 등
[ORCID:0000-0002-6532-5012]

이 정 환 (Jung-hwan Lee)



2020년 1월~현재: LIG 넥스원
교전통제개발단 선임연구원
<관심분야> 무기체계 M&S,
T&E 등
[ORCID:0000-0001-7352-2481]

위 성 혁 (Soung-hyounk Wi)



2001년 1월~현재: LIG 넥스원
교전통제개발단 수석연구원
(팀장)
<관심분야> 시스템 아키텍처,
M&S, SBA, T&E, 소프트
웨어 프레임워크,
[ORCID:0000-0003-1657-647X]