

## 論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 44(9), 825-832(2016)

DOI:http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2016.44.9.825

ISSN 1225-1348(print), 2287-6871(online)

## 다중 항공전자 인터페이스를 위한 데이터 버스 분석 장비 개발

김민수\*

Development of a Data Bus Analyzer  
for Avionics Interfaces of Various Types

Min-Su Kim\*

Agency for Defense Development

## ABSTRACT

This paper describes the development of a data bus analyzer for use in avionics systems integration test. The data bus analyzer is equipped with MIL-STD-1553B, CAN and Ethernet interface cards which is incorporated in a majority of the avionics systems to accommodate a variety of interfaces. It has an individual hardware for a capture engine and a analyzing engine in order to perform the collection and the analysis of the bus data at the same time efficiently. It provides a data display function of the grid, 2-dimensional and 3-dimensional form to increase the data analysis efficiency. Verification of the data bus analyzer was carried out module unit testing and inter-module integration testing on the basis of the test procedures. Verification of interlocking requirement and usefulness of developed equipment was confirmed through an integration test result performed on a system integration laboratory of aircraft which is an actual testing environment.

## 초 록

본 논문에서는 항공전자시스템 통합시험에 사용하기 위한 데이터 버스 분석 장비 개발에 대해 기술하였다. 본 데이터 버스 분석 장비는 다양한 인터페이스를 수용할 수 있도록 대부분의 항공전자시스템에 채택되고 있는 MIL-STD-1553B, CAN(Controller Area Network), Ethernet 인터페이스 카드를 갖추었다. 버스 데이터의 수집과 분석을 동시에 효율적으로 수행하기 위해 수집 엔진과 분석 엔진은 각각의 하드웨어를 가진다. 데이터 버스 분석 장비의 검증은 시험 절차서에 입각하여 모듈 단위 테스트 및 모듈 간 통합 테스트를 수행하였다. 실제 시험 환경인 비행체 SIL(System Integration Laboratory) 환경에서 수행된 통합시험 결과를 통해 연동 요구도 검증 및 개발된 장비의 유용성을 확인하였다.

**Key Words :** Data Bus Analyzer(데이터 버스 분석 장비), System Integration Laboratory(시스템 통합 실험실), MIL-STD-1553B Communication(MIL-STD-1553B 통신), Ethernet(이더넷), Controller Area Network(계측 제어기 통신망)

† Received : May 5, 2016    Revised : July 8, 2016    Accepted : July 31, 2016

\* Corresponding author, E-mail : mskim85@add.re.kr

## I. 서 론

최근 항공전자시스템 개발에는 다양한 종류의 데이터 버스를 적용하고 있다[1-3]. 각 데이터 버스는 데이터 전송 속도, 데이터 안정성 및 데이터 무결성에 대한 특성이 상이하며, 사용자는 사용 환경에 적합한 특성을 가진 데이터 버스를 선택하게 된다. MIL-STD-1553B와 ARINC 429는 세계적으로 널리 쓰이고 있는 데이터 버스로 MIL-STD-1553B는 주로 군용 항공기에 적용되며, ARINC 429는 주로 민간용 항공기에 적용된다[4-5]. ARINC 629는 ARINC 429 후속으로 개발되었으며 ARINC 429와 비교해 전송속도, 통신 방식 및 최대 터미널 개수 부분에서 더 뛰어나다[6]. 에어버스사에서 특허를 가지고 있으며 Ethernet을 기반으로 개발된 AFDX(Avionics Full-Duplex Switched Ethernet)는 최신 항공기에 적용되고 있다[7]. 또한 자동차의 각종 계측 제어 장비 간의 디지털 직렬 통신 제공하기 위한 차량용 데이터 버스인 CAN이나 LAN(Local Area Network) 환경에서 사용하는 Ethernet도 항공기에 적용되고 있다. 고해상도 영상 전송을 위해서 ARINC 818을 항공기에 적용 가능하다[8]. Ethernet도 고해상도 영상 전송에 적용 가능하지만 ARINC 818은 특히 영상 전송을 목적으로 개발되었기 때문에 Ethernet에 비해 응답 지연 및 무결성 부분에서 더 뛰어나다. 대표적인 항공 전자 데이터버스들의 특징은 Table 1에 기술하였다.

항공전자시스템 아키텍처를 설계할 때 통신 구간마다 요구 성능에 부합하는 데이터 버스를 적용하는 것이 중요하다. 가령 고해상도의 영상 전송이 필요한 구간에는 Ethernet이나 ARINC 818과 같은 전송속도가 높은 데이터 버스를 사용하면 유리하고, 실시간성과 신뢰성이 요구되는 구간에는 MIL-STD-1553B를 사용할 수 있다. 데이터 버스의 구조 측면에서는 1970년대 초부터 고장허용 구조가 비용대비 효과적인 방법임을 인식하였고, 항공기의 신뢰성을 높이기 위해서 데이터 버스의 이중화 또는 삼중화 구조를 적용하는 추세이다[9]. 특히 무인항공기의 경우 유인항공기에 비해 높은 사고 발생률을 나타내며[10] 미 국방성은 무인항공기의 시스템 신뢰도 향상을 위해 시스템의 다중화 설계를 권고하였다.

위와 같이 항공전자시스템 아키텍처가 다중 다중화 됨에 따라 다양한 항공전자 인터페이스에 대해서 통합적으로 분석 가능한 데이터 버스 분석 장비가 필수적인 시험 도구로 요구되고 있다.

Table. 1. Data Bus Comparison[11]

Interface	Bit Rate (bps)	Topology	Latency
MIL-STD-1553B	1M	Linear	Immediate
ARINC 429	100K	Linear	Small
AFDX (ARINC 664)	100M	Star	Depends on network load
CAN (ARINC 825)	1M	Linear	Depends on message priority
Ethernet	1G	Star	Depends on network load
ARINC 629	2M	Linear	Depends on network load
ARINC 818	8.5G	Linear	Small

상용 데이터 버스 분석 프로그램으로는 MIL-STD-1553B 분석을 위한 AltaView 및 CoPilot, CAN 분석을 위한 NI-CAN Bus Monitor 및 Ethernet 분석을 위한 Wireshark 등이 있다. 하지만 상기의 상용 분석 도구는 단일 인터페이스에 대한 분석으로 활용성이 제한적이며 다종의 인터페이스가 적용된 항공전자시스템에 대한 통합적인 분석 도구로는 적합하지 않다.

본 논문에서는 다중 다중화된 항공전자시스템 아키텍처에 따른 데이터 버스 분석 장비에 대하여 기술한다. 데이터 버스 분석 장비는 데이터 버스 인터페이스 카드, 수집 엔진 및 분석 엔진으로 구분된다. 데이터 버스 인터페이스 카드는 데이터 버스 전송미디어에 직접 연동되는 하드웨어 부분이며, 수집 엔진과 분석 엔진은 소프트웨어 부분이다. 수집 엔진은 데이터 버스 인터페이스 카드로부터 들어오는 버스 데이터를 수집한다. 분석 엔진은 수집 엔진에서 수집한 버스 데이터를 가공하여 저장 및 전시한다.

본 논문은 세 부분으로 구성된다. 첫째, 다중 다중화된 항공전자시스템 아키텍처에 적합한 데

이터 버스 분석 장비 개발 요구사항에 대하여 기술한다. 둘째, 하드웨어 설계 및 소프트웨어 설계 결과를 제시한다. 마지막으로 데이터 버스 분석 장비 구현 결과 및 시스템 시험 결과를 기술한다.

## II. 개발 요구사항

본 장비의 개발규격서에 명시된 요구사항은 다음과 같다. 기능 측면으로 실시간 자료 획득 기능, 자료 저장 기능, 자료 전시 기능 및 후처리 분석 기능을 보유하여야 한다. 구성 및 성능 측면으로는 12개 이상의 슬롯을 갖춘 이동형 VME RACK에 무인기 체계 개발에서 사용되는 버스 데이터를 수집할 수 있는 인터페이스 카드 및 4TByte 이상의 외부 기억 장치가 장착되어야 한다.

위의 요구사항을 충족하기 위해서 데이터 버스 분석 장비는 아래와 같이 설계되었다. 첫째로 MIL-STD-1553B 5채널, CAN 4채널 및 Ethernet 1채널과 연동할 수 있는 인터페이스를 갖추었다. 둘째로 데이터를 수집하는 수집 엔진과 수집된 데이터를 분석하는 분석 엔진의 하드웨어를 이원화 하였다. 그 이유는 다수의 데이터 버스 인터페이스를 통해서 하나의 SBC(Single Board Computer)에서 처리할 수 없는 양의 데이터에 대해 수집과 분석을 동시에 처리했을 때는 CPU(Central Processing Unit) 과부하 및 Memory 오버플로우와 같은 문제가 발생할 수 있기 때문이다. 셋째로 데이터 버스 전송미디어로부터 수집한 데이터를 수집 엔진에서 데이터 버스 타입에 맞는 파서를 사용하여 분류하고 원하는 데이터를 수집한다. 수집 엔진에서 수집된 데이터는 분석 엔진에서 사용자의 ICD(Interface Control Document)를 기반으로 분류되어 DBMS(Data Base Management System)을 통해 저장된다. 넷째로 DBMS에 저장된 데이터를 이용하여 사용자의 데이터 분석을 위해 Grid, 2D 및 3D 형태로 전시한다.

## III. 하드웨어 설계

### 3.1 하드웨어 구성

본 데이터 버스 분석 장비는 Fig. 1과 같이 VME 랙 형태에 2장의 SBC, PMC Card Slot 확장을 위한 PMC Carrier Board, 데이터 저장을 위한 SSD(Solid State Drive) 4개 및 외부 연동을

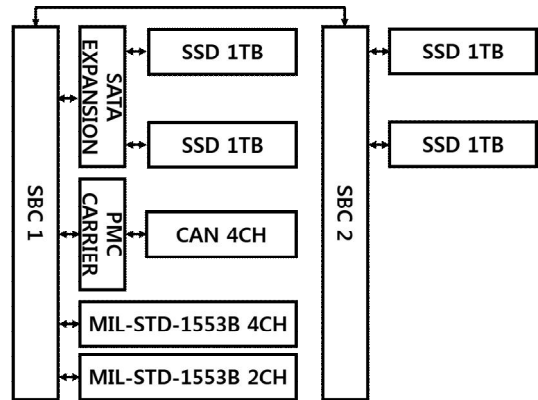


Fig. 1. Hardware Structure








위한 3장의 PMC Card로 구성된다. 2장의 SBC 중 SBC 1은 수집 엔진이 설치되고 SBC 2는 분석 엔진이 설치되어 수집엔진에서 획득한 외부 연동 데이터를 내부 연동을 통해 분석 엔진으로 전송하여 전시 및 분석 가능하다.

SBC는 쿼드 코어 2.3GHz의 인텔 코어 i7-3615QE, 8GB의 DDR3-1600 DRAM 및 2개의 PMC Card Slot을 갖는 VP919/012-46 모델을 사용하였고, SBC 1에는 2개의 PMC Card Slot 확장을 위해 PMC Carrier Board를 장착하였다. 데이터 저장을 위해 SATA3 인터페이스를 사용하는 읽기 속도 540MB/s, 쓰기 속도 520MB/S인 2.5인치 SSD를 사용하였고, 수집 엔진이 설치되는 SBC 1에 1TB SSD 2개, 분석 엔진이 설치되는 SBC 2에 1TB SSD 1개를 장착하였다. 외부 연동을 위해서 4채널 1553B PMC Card 1장, 2채널 1553B PMC Card 1장 및 4채널 CAN PMC Card 1장 그리고 SBC 1 내장 Ethernet 1채널을 사용한다. 내부 연동을 위해서 SBC 1 내장 Ethernet 1채널 및 SBC 2 내장 Ethernet 1채널을 사용하고, 수집 엔진과 분석 엔진 간의 데이터를 송수신한다. 하드웨어 구성품을 Table 2에 기술하였다.

### 3.2 외부연동 구조

본 데이터 버스 분석 장비는 Fig. 2와 같이 MIL-STD-1553B 6채널, CAN 4채널 및 Ethernet 1채널에 연동되어 있으며 버스의 데이터를 수집한다. MIL-STD-1553B 데이터 수집을 위해서 본 장비는 10개의 MIL-STD-1553B 커플러에 연결되어 있다. MIL-STD-1553B 버스는 1개의 채널에 2개의 버스로 구성된다. CAN 버스에서는 하나의 수신 노드로써 4개의 CAN 채널에서 송신하는 데이터를 수신한다. 물리적으로는 4개의 CAN T

Table 2. Hardware Components

품목	형상
Portable VME Rack (Pvme7s-500)	
VME CPU Board (VP919/012-46)	
VME PMC Carrier Board (AD CR5/PMC-10)	
4CH 1553B PMC Card (PMC-1553-4F-T-VT)	
2CH 1553B PMC Card (PMC-1553-2F-T-VT)	
4CH CAN PMC Card (TPMC901-11R)	
2.5Inch SSD (MZ-7TE1TOB)	

커넥터에 연결되어 있다. Ethernet 버스에는 CAT 6. LAN Cable 1개로 Ethernet 스위치와 연동되어 있으며, 소스 노드가 전송하는 데이터를 일대일로 수신한다.

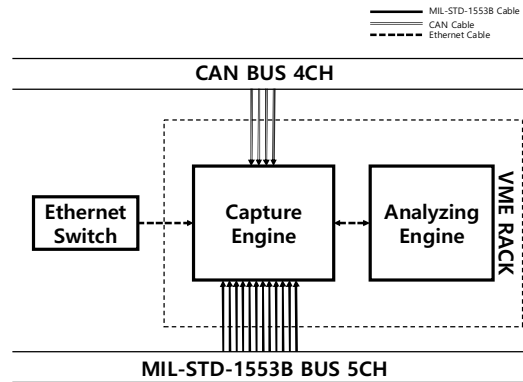


Fig. 2. External Interface Structure

#### IV. 소프트웨어 설계

##### 4.1 소프트웨어 개발환경

수집 엔진은 상용 운영체제인 Windows 7 Professional을 사용하였고 프로그램 개발 툴인 Visual Studio 2012를 사용하여 C++로 프로그래밍 하였다. 분석 엔진은 수집 엔진과 같이 Windows 7 Professional 및 Visual Studio 2012를 사용하였다. 하지만 분석 엔진의 경우 데이터 전시를 위한 GUI(Graphical User Interface) 부분이 많이 포함되어 있기 때문에 GUI 작업에 용이한 프로그래밍 언어인 C#을 사용하였다. ICD 및 버스 데이터의 데이터베이스 구축을 위해서는 DBMS로 Access 2010를 사용하였다.

##### 4.2 소프트웨어 구조

소프트웨어는 Fig. 3과 같이 수집 엔진과 분석 엔진으로 나눌 수 있다. 수집 엔진은 외부 연동 관리 모듈, 수집 엔진 데이터 관리 모듈 및 수집 엔진 내부 연동 관리 모듈로 구성된다.

분석 엔진은 분석 엔진 내부 연동 관리 모듈, 분석 엔진 데이터 관리 모듈, 데이터 전시 모듈로 구성된다. 수집 엔진은 외부 연동 관리 모듈을 통해 PMC Card로부터 수신되는 버스 데이터를 수집 엔진 데이터 관리 모듈이 저장한다. 수집 엔진의 내부 연동 관리 모듈은 저장된 데이터를 Ethernet 인터페이스를 통해 분석 엔진으로 전송된다. 분석 엔진은 내부 연동 관리 모듈을 이용하여 수집 엔진의 내부연동 관리 모듈에 접속을 요청하고 연결한 후 데이터를 수신한다. 수신된 데이터로부터 분석 엔진 데이터 관리 모듈은 생성한 ICD 테이블을 바탕으로 메시지를 추출 및 오류검사를 처리한다. 또한 데이터 전시

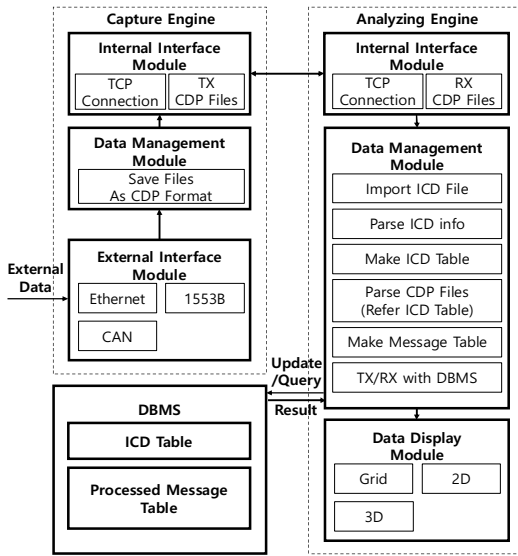


Fig. 3. Software Structure

모듈을 사용하여 Grid, 2D 및 3D 형태로 사용자가 원하는 데이터를 전시한다.

4.2.1 외부 연동 관리 모듈

외부 연동 관리 모듈은 시스템 버스인 MIL-STD-1553B, Ethernet 및 CAN으로부터 데이터를 수신하는 기능을 한다. 인터페이스 카드 초기화, 외부 인터페이스 연동 시작 및 중지, 수신 데이터에 대한 체크섬을 수행한다.

4.2.2 수집 엔진 데이터 관리 모듈

수집 엔진 데이터 관리 모듈은 외부 연동 관리 모듈에서 수신한 데이터들을 저장매체인 SSD에 저장하는 기능을 하는데, 이 때 저장하는 데이터 형태는 Fig. 4와 같은 CDP(Common Data Packet) 포맷을 사용한다. CDP는 AltaDT사에서 1553B를 저장하기 위해 정의된 포맷으로 헤더와 데이터로 구성되어 있으며, 헤더에는 다음 CDP 포인터, 메시지 카운트, 타임 태그 및 메시지 시간 간격이 포함되어 있다. 수집 엔진에서 수집한 데이터들은 인터페이스 별로 CDP 포맷으로 저장되며, 데이터 수신 시간은 MIL-STD-1553B 카드의 클럭을 기준으로 저장함으로써 인터페이스 간의 시간 동기화를 수행하였다.

4.2.3 내부 연동 관리 모듈

내부 연동 관리 모듈은 수집 엔진 내부 연동 관리 모듈과 분석 엔진 내부 연동 관리 모듈로 구분된다. 수집 엔진 내부 연동 관리 모듈은 수집 엔진에 저장된 CDP 데이터를 분석 엔진으로 전송하는 기능을 하고 분석 엔진 연동 관리 모듈

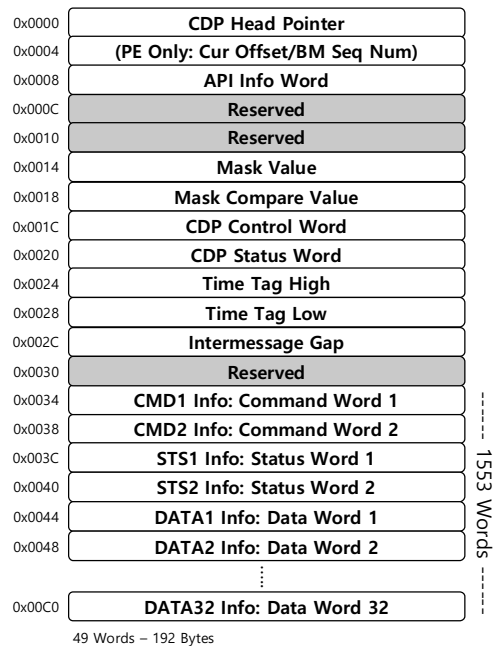


Fig. 4. CDP Format

은 수집 엔진에 대한 TCP(Transmission Control Protocol) 접속 및 CDP 데이터를 수신하는 기능을 한다. 수집 엔진은 분석 엔진과 Ethernet 인터페이스로 연동되어 있고 TCP 방식의 전송 프로토콜을 사용하여 1Gbps의 전송속도로 데이터를 전송한다. TCP 전송 프로토콜을 사용 시에는 3-way handshake 방식으로 통신 접속을 수행한다. 3-way handshake는 클라이언트의 SYNC 요청, 서버의 SYNC ACK 응답, 클라이언트의 ACK와 같이 3번의 메시지 전송으로 이루어지고, 서버 및 클라이언트 모두 데이터 송수신에 대한 준비가 되었다는 것을 보장한다. 수집 엔진은 실행 후에 접속 대기 상태로 들어간다. 이 때 분석 엔진은 수집 엔진에 접속 요청(SYNC)을 하고 수집 엔진은 접속 처리 후 접속 준비 완료에 대한 응답(SYNC ACK)을 분석 엔진에 전송한다. 마지막으로 분석 엔진이 확인 메시지(ACK)를 수집 엔진으로 전송하면 접속 처리가 완료되고 통신이 개설된다. 그 이후 분석 엔진은 CDP 데이터 전송 명령을 수집 엔진으로 전송하고, 분석 엔진은 CDP 데이터 전송 명령 수신 후 데이터를 분석 엔진으로 전송한다.

4.2.4 분석 엔진 데이터 관리 모듈

분석 엔진 데이터 관리 모듈은 ICD 정보를 관리하고 수집 엔진으로부터 수신한 CDP 데이터를 ICD 정보를 이용하여 변환 및 저장한다.

CDP 데이터 수신 이전에 ICD 정보를 로드 및 분류하여 ICD 정보 테이블을 DBMS를 통해 생성한다. ICD에는 타입, 크기, 범위, 단위, 주기, 일련번호 등 데이터에 대한 정보가 포함되어 있다. CDP 데이터에 포함된 원시 메시지는 미리 생성된 ICD 정보 테이블과 키 매핑을 통해서 가공 메시지로 변환된다. 원시 메시지의 키를 추출하여 DBMS의 ICD 정보 테이블로 쿼리를 전송한다. 쿼리에 대한 결과로 키와 일치하는 ICD 정보 테이블의 ICD 메시지 정보를 획득한다. ICD 메시지 정보를 이용하여 CDP 데이터의 원시 메시지를 ICD 정보에 맞게 변환 및 오류검사 후에 DBMS를 통해 버스 메시지 테이블을 생성하고 ICD 메시지 정보를 업데이트 한다.

4.2.5 데이터 전시 모듈

데이터 전시 모듈은 분석 엔진 데이터 관리 모듈로부터 생성된 DBMS의 메시지 정보 테이블을 참조하여 Grid, 2D 그래프 및 3D 그래프 형태로 전시한다. 3D 그래프의 경우 비행체의 예상 이동 경로의 위도, 경도, 고도를 표시하고 현재 항로점의 위도, 경도, 고도를 동시에 표시하여 비교 확인 가능하다.

V. 검증 및 시험

본 데이터 버스 분석 장비는 수집 엔진 및 분석 엔진의 개별 모듈에 대한 단위 테스트를 수행하였으며, 단위 테스트 이후에 모듈 간의 상호작용을 검사하기 위한 통합 테스트를 수행함으로써 자체 검증을 완료하였다. 통합 테스트는 소프트웨어 요구사항 명세서를 바탕으로 작성된 시험 절차서의 86개 테스트 케이스에 대해서 수행하였고, 테스트 케이스에는 모듈 간 연동 확인 항목 및 모듈의 함수 기능 확인 항목이 포함된다. 예로 외부 연동 관리 모듈 기능인 1553B 카드 초기화 상태 알람 표시 기능, 1553B 데이터 수신 기능, CAN 데이터 수신 기능 등과 데이터 전시 모듈 기능인 2D 그래프 확대 축소 기능, 2D 그래프 시간 축 이동 기능, 2D 그래프 Y 축 범위 설정 기능 등이 통합 테스트의 테스트 케이스에 포함된다. 통합 테스트 환경은 Fig. 5와 같고 각 인터페이스의 모의 메시지를 생성할 수 있는 장비 및 인터페이스 카드를 사용하여 가상 테스트 환경을 구성하고, 모의 메시지의 송신을 통해 연관 모듈을 검증하였다. 각 인터페이스에 대한 모의 메시지 전송 및 수신 방법은 아래와 같다. MIL-STD-1553B 모의 메시지 전송 및 수신 방법



Fig. 5. SIL Environment

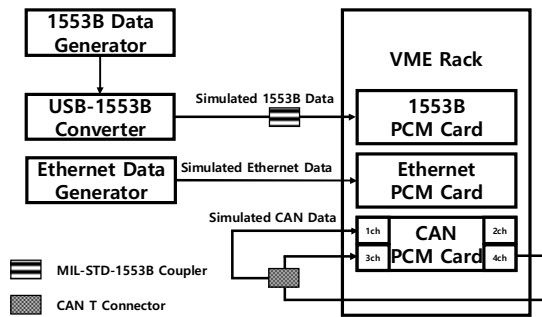


Fig. 6. Integration Test Environment

은 MIL-STD-1553B 모의 메시지 생성 프로그램이 설치된 노트북과 본 데이터 버스 분석 장비를 USB to MIL-STD-1553B 변환기를 이용하여 연결하고, 노트북에서 모의 메시지를 생성 및 전송한 후 본 데이터 분석 장비에서 수신된 메시지를 확인한다. CAN 모의 메시지 전송 및 수신 방법은 본 데이터 버스 분석 장비의 CAN PMC 카드의 3개 채널을 이용한다. PMC 카드의 2개 채널로 데이터 버스를 생성한다. 그리고 CAN 버스에 T 커넥터를 연결하여 스타브 라인을 생성하고 남아 있는 1개의 채널에 연결한다. CAN 버스에 CAN 모의 메시지를 생성 및 전송하고 수신된 CAN 모의 메시지를 비교 확인 한다. Ethernet 모의 메시지 전송 및 수신 방법은 Ethernet 모의 메시지 생성 프로그램이 설치된 노트북과 본 데이터 버스 분석 장비를 LAN 케이블을 이용하여 연결하고 노트북에서 Ethernet 모의 메시지를 생성 및 전송한다.

단위 및 통합 테스트 이후에는 실제 실험 환

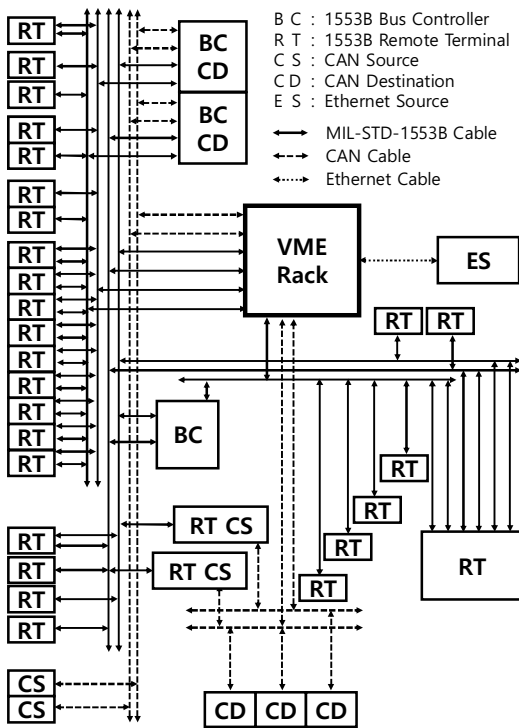


Fig. 7. SIL Structure

Table 3. The Number of Messages and Bits

Interface	Channel	The Number of Messages	The Number of Bits
MIL-STD-1553B	FS X	109	22416
	FS Y	104	22144
	FCS X	70	9680
	FCS Y	70	9680
	AVN X	101	20528
CAN	EGI X	16	128
	EGI Y	32	256
	ADS X	26	208
	ADS Y	26	208
Ethernet	-	108	20064

경인 무인기 체계개발의 비행체 SIL에서 검증을 수행하였다. 비행체 SIL은 Fig. 6과 같이 체계SIL 운용장비, 항공 전자 계통 SIL 및 비행 조종 계통 HILS(Hardware In the Loop Simulation)로 구성된다[12-13]. 검증을 수행한 대상 항공전자시스템 환경은 Fig. 7과 같이 3종의 인터페이스와

10개의 채널로 구성되어 있다. MIL-STD-1553B 인터페이스는 3개의 BC(Bus Controller)와 29개의 RT(Remote Terminal), 1개의 BM(Bus Monitor)로 구성된다. CAN 인터페이스는 2개의 소스, 5개의 데스티네이션으로 구성된다. Ethernet 인터페이스는 하나의 소스로 부터 데이터를 수신한다. 그리고 각 인터페이스에서 송수신되는 메시지는 Table 3과 같다.

본 데이터 버스 장비는 비행체 SIL에서 수행되는 비행체 전자장비 통합시험에서 활용되어 전자장비 간의 연동상태 정보, BIT(Built-In Test) 정보, 통제 명령 및 장비 상태 정보를 모니터링하고 전자장비의 문제점들을 발견하는데 도움을 주었다. 특히 다종의 데이터 버스가 공존하는 구간의 데이터를 분석할 때는 하나의 그래프에 다른 종류의 데이터 버스 데이터를 동시에 전시하여 비교 가능하다. 예로 1553B 데이터 버스를 통해 복합항법장치에서 비행조종컴퓨터로 전송하는 GPS(Global Positioning System) Week/Time 정보와 CAN 데이터 버스를 통해 복합항법장치에서 SAR(Synthetic Aperture Radar)로 전송하는 GPS Week/Time 정보를 비교 분석 가능하다. 또한 수집 데이터를 ICD 정보에 따라 변환하고 사용자가 원하는 Grid, 2D 및 3D 형태로 전시하여 분석 및 오류 발견 시간을 단축시킨다.

비행체 전자장비 통합시험은 비행체 개발규격서 및 비행체 연동 요구 규격서로부터 도출된 총 120항목의 테스트 케이스에 대한 시험을 수행하였고, 총 100건의 문제점들이 도출 및 종결되었다. 테스트 케이스에는 각 전자장비의 연동 시험, 기능 시험 및 고장 시험을 포함한다. 다종의 인터페이스와 다수의 채널이 구축되어 있는 무인기 체계개발의 비행체 SIL환경에서 데이터 버스 분석 장비 검증을 완료하였다.

## VI. 결 론

본 데이터 버스 분석 장비는 다중 다중화된 항공전자시스템 아키텍처의 데이터 버스를 모니터링하기 위해서 다양한 인터페이스와 다수의 인터페이스 채널을 갖추었고, 버스 데이터의 수집과 분석을 동시에 효율적으로 수행하기 위해서 수집 엔진과 분석 엔진을 이원화하였다. 그리고 인터페이스간의 통합 분석을 위해 Grid, 2D 및 3D 형태의 전시 기능을 제공한다. 장비 검증을 위해서 개별 모듈에 대한 단위 테스트 및 통합 테스트를 수행하였고, 실제 시험 환경인 비행체 SIL에서 검증을 마쳤다.

본 장비가 향후에 다중 다증화된 항공전자시스템 아키텍처를 갖춘 항공기 개발에 적용된다면 비행체 전자장비 통합시험 및 체계 SIL 통합시험에 사용하여 검증에 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- 1) Sang-Chul Lee, "A Study on the Trend of an Avionics System Development," Conference of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Nov. 2006, pp.905~908.
- 2) Sung-Ho Jang, Am Jo, Bum-Jin Park and Sung-Wook Choi, "Development of Avionics System for the Practical Tiltrotor UAV," Conference of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Apr. 2013, pp.379~382.
- 3) Jin-Hyuk Kim, Sang-Chul Lee and Kwang-Su Ryu, "Development of Avionics Hot Bench for Avionics System Integration Test," Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, May. 2008, pp.507~513.
- 4) Department of Defense, "MIL-STD-1553B Interface Standard for Digital Time Division Command/ Response Multiplex Data Bus," Sep. 1978.
- 5) Aeronautical Radio, Inc, "ARINC Specification 429, Part 1-17," May, 2004.
- 6) Ian Moir, "Civil Avionics Systems, 2<sup>nd</sup> Edition," John Wiley & Sons, Jun. 2014, pp.97.
- 7) Aeronautical Radio, Inc, "ARINC Specification 664 Part 7" Jul. 2005.
- 8) Aeronautical Radio, Inc, "ARINC Specification 818-1, Nov, 2007.
- 9) Sung-Woo Kim, Jae-Ick Sim, Wang-Gug Lee, Woo-Jin Lee and Dae-Yeon Won, "A Study on the Trend of an Avionics System Architecture Development for UAV," Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Aug. 2014, pp. 436~447.
- 10) Office of Secretary of Defense, "Unmanned Aerial Vehicle Reliability Study", Feb. 2003.
- 11) Ian Moir, "Civil Avionics Systems, 2<sup>nd</sup> Edition," John Wiley & Sons, Jun. 2014, pp.116.
- 12) Young-Wo Jo, Bong-Gyu Kim, Jae-Sung Park and Jae-Uk Lee, "Development of System Integration laboratory for the Verification of UAV Avionics System Requirements," Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, May. 2012, pp.446~453.
- 13) Jae-Geon Lim, Jin-Ku Byun, and Hur Gi-Bong, "Verification of real-time computer simulation environment for UAV HILS," Conference of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Apr. 2013, pp.1180~1183.