

비행시험통제용 실시간 PCM 자료처리시스템 개발

박인희*

Real-time PCM Data Processing System Development for Flight Test Control

In Hee Park*

*Researcher, The 5th R&D Institute, Agency for Defense Development, Taean, 32143 Korea

요 약

비행시험에서 비행체의 경우 실시간으로 빠르게 이동하므로 비행체 상태를 파악하기 위하여 사용되는 계측/측정 장비들의 데이터는 비행시험통제시스템들에 필요한 형태로 처리되고 송신되는 것이 실시간으로 이루어지는 것이 중요하다. 그래서 통제컴퓨터 자료처리시스템에서 발생하는 원격측정자료 처리시간의 감소 및 처리 주기의 향상을 통하여 계측레이더/원격측정장비 연동자료 처리, 비행안전 판단시스템, 비상종료 송신시스템 등에 연동자료 및 안전판단 정보를 현재보다 빠르고 유연하게 제공하기 위해 현 운용중인 원격측정자료처리시스템의 PCM 데이터와 레이더 정보를 동시에 수신/처리할 수 있는 자료처리 소프트웨어를 탑재하여 독립 운용이 가능한 PCM 자료처리시스템을 개발하였다. 본 논문에서는 기존 시스템을 보완하여 개발된 PCM 자료처리시스템의 전체적인 구조부터 소프트웨어 기능을 세부적으로 분류하여 중점적으로 설명하고 있다. 또한, PCM 자료처리시스템은 시스템 안정화 및 시험운영을 통하여 점차 보완해 나갈 것이다.

ABSTRACT

In flight tests, aircraft moves in real time, so it is important that data from instrumentation/measurement equipment used to determine aircraft status are processed in necessary form and transmitted to flight control systems in real time. Therefore, through telemetry data processing time reduction and processing cycle improvement in flight test control computer data processing system, in order to provide faster slave-data and safety judgment information to radar/telemetry slave-data processing, flight safety analysis system, emergency destruction transmission system, etc., we developed a PCM processing system that can be operated independently by installing data processing software that can receive and process PCM data in current telemetry data processing system and radar information at the same time. In this paper, we explain classified software functions in detail, starting with overall structure of PCM data processing systems developed by supplementing existing systems. Additionally, PCM data processing system will be supplemented through system stabilization and test operation.

키워드 : PCM, 자료처리, 실시간, 비행시험 통제

Keywords : PCM, Data processing, Real-time, Flight test control

Received 7 April 2021, Revised 12 April 2021, Accepted 7 May 2021

* Corresponding Author In Hee Park(E-mail: inhee9@add.re.kr, Tel:+82-41-671-2325)

Researcher, The 5th R&D Institute, Agency for Defense Development, Taean, 32143 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.6.825>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

비행시험 수행 시 비행체의 정보를 수신하여 시험의 목적에 맞는 체계 성능을 확인하는 것과 현재 비행체의 상태를 파악하여 정상 비행 여부를 판별하는 것은 매우 중요하다.

이에 안전한 비행시험을 수행하기 위하여 계측레이더, 비행시험 통제컴퓨터 가시화 시스템(이하 통제컴퓨터), 비행시험의 안전을 판단하는 비행안전 판단시스템, 비상종료 송신시스템 등 다양한 비행통제시스템들을 운용하고 있으며, 비행시험 통제소에서 통제컴퓨터 자료처리시스템이 수신/처리/송신하는 데이터를 각 시스템에 필요한 형태로 가공하여 활용하고 있다.

여기서 통제컴퓨터 자료처리시스템에 대하여 좀 더 설명하자면 시험자료처리시스템으로 여러 계측/측정 장비로부터 실시간으로 수신되는 데이터를 효율적으로 수집하고 필요에 따라 데이터를 분석, 처리하여 각 장비들에서 처리할 수 있는 데이터의 형태로 전달하는 구조로 동작한다. 또한, 계측장비의 계측효율성을 높이기 위해 자료처리시스템을 통해 비행체의 위치정보를 연동자료로 활용하여 계측장비로 전달한다.

즉, 통제컴퓨터 자료처리시스템은 레이더와 원격측정장비(Telemetry)로부터 비행체의 정보를 수신하여 가시화 패킷을 생성하고 위치정보를 계측장비의 연동자료로 생성하여 전송하며, 다양한 시험통제시스템으로 가공한 비행계측 데이터를 송신하고 있다. 이러한 자료처리시스템의 경우 실시간으로 동작이 이루어지기 때문에 데이터의 빠르고 정확한 분석이 중요하다.

하지만 현재 통제컴퓨터 자료처리시스템의 원격측정자료는 원격측정자료처리시스템을 통하여 데이터를 수신/처리하며, 이에 따라 비행시험 통제컴퓨터가 송신하는 원격측정자료는 두 곳 이상의 노드를 거치게 되어 외부 전송 지연이 발생하고 있다. 또한, 계측/측정 장비의 연동자료 생성을 위한 데이터를 수신할 때 장비 별 시점이 상이하게 나타나고 있다.

그래서 본 논문에서는 통제컴퓨터 자료처리시스템에서 발생하는 원격측정자료 처리시간의 감소 및 처리 주기의 향상을 통하여 계측레이더/원격측정장비 연동자료 처리 등에 연동자료 및 안전판단 정보를 현재보다 빠르고 유연하게 제공하기 위해 현 운용중인 원격측정자료처리시스템의 PCM(Pulse Code Modulation) 데이터

와 레이더 정보를 동시에 수신/처리 할 수 있는 자료처리 소프트웨어를 탑재하여 독립 운용이 가능한 PCM 자료처리시스템을 개발하였다.

II. 본 론

비행시험통제시스템에서 사용되는 자료처리시스템의 개발초기에는 비행시험에 필요한 계측 데이터 처리를 위한 실시간 자료처리시스템 설계 및 비행체 추적을 위해 다중 계측장비가 도입되었을 때 효율적으로 계측할 수 있도록 수신되는 데이터를 통합패킷으로 구성하여 계측장비 연동자료를 송신하는 방식[1]과 계측장비의 정확성을 높이기 위하여 비행시험용 자료융합 기법을 통하여 계측 데이터를 융합하는 기법[2]을 제안하였다.

하지만 위에서 제안한 방식들은 자료처리시스템에서 각 계측장비에서 수신되는 데이터 및 통신방식을 기반으로 구축하여 전달하는 방식으로 동작하기 때문에 다른 장비를 추가하는 경우 기존 구축된 통신방식을 매번 수정해야하는 문제가 발생하였다.

그래서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 DDS(Data Distribution Service)[3]를 활용한 실시간 시험자료 연동 프레임워크[4]를 제안하였다. 현재의 자료처리시스템은 DDS를 활용한 프레임워크를 바탕으로 자료처리시스템, 각종 계측장비 및 시험통제장비들의 특징에 맞는 토픽 설계와 메시지 특성에 따라 QoS를 설정하여 보다 효율적인 데이터 처리가 가능해졌다.

뿐만 아니라 DDS를 기반으로 하나의 미들웨어로 통합하여 새로운 장비의 도입 시 기존 장비들에 대한 수정을 최소화 할 수 있게 되었으며, 다음과 같은 비행시험 통제시스템 환경에서 운용되고 있다.

비행시험통제시스템에 공급되기 위해 사용되는 계측장비에는 레이더 및 원격측정장비 등이 있다. 이 중 비행체로부터 실시간으로 정보를 획득하는 원격측정장비는 개발되는 비행체의 상태정보를 분석하기 위하여 탑재되는 것으로 비행체를 구성하는 각 서브시스템의 상태정보를 획득하는데 사용되고 있어 비행체의 위치정보 및 상태정보 파악을 위한 중요한 기준 정보이다.

또한, 계측장비들이 동작하는 환경은 장거리 통신환경으로 시험에 따라 다수 레이더가 투입이 되어 비행체를 계측, 추적하는 경우가 있는데 이때 사용되는 레이더

별로 전송되는 비행체에 대한 계측 및 추적 신뢰도는 상이하지만 비행체를 추적하는 상황에서 비행체의 정확한 위치정보를 파악하는 것은 시험 안전성 확보를 위하여 중요하다.

그래서 레이더가 비행체 추적에 실패했을 경우 정확한 계측 및 추적을 위하여 원격측정장비에서 제공되는 위치정보를 연동자료로 활용하여 추적성공률을 높여 비행체의 정확한 위치정보를 파악할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라, 다수 레이더 및 원격측정장비의 데이터를 바탕으로 비행체에 대한 위치 정보를 융합하는 기법[5]이 제안되기도 하였다.

이렇게 사용되는 계측장비의 데이터는 현재 각기 다른 상황에서 운용되는 체계이며, 중요 입력 데이터 중 하나인 원격측정자료는 또 다른 장비에서 해석을 거쳐 수신하다 보니 처리 단계별 지연이 발생한다.

이에 원격측정자료를 직접 수신하여 처리할 수 있는 PCM 자료처리시스템을 개발하였고 연동자료 및 각 시스템에 필요한 정보를 레이더, 비행안전판단시스템, 비상종료 시스템 등에 빠르고 안정적으로 제공하도록 하였다.

즉, 개발한 자료처리시스템에서 현재 운용중인 원격측정자료처리시스템의 PCM 입력신호(위경도, 자세, 비상종료 항목 등)를 분석 후 타 시스템을 위한 전용 UDP(User Datagram Protocol) 자료 및 기존 통제컴퓨터에서 송신하던 DDS 토픽을 만들어 송신하고 독립적으로 PCM 자료와 레이더 자료를 활용하여 계측 연동자료를 생성 후 연동 장비에 일괄적으로 송신하는 방식이다.

2.1. 실시간 PCM 자료처리시스템 개발

이렇게 개발한 PCM 자료처리시스템의 중점사항은 비행시험 수행 시 비행체의 위치정보 연동자료 생성에 관한 현 시스템의 한계를 개선하고 원격지 장비의 계측 데이터를 시험통제시스템에 효율적으로 전달하는 것이다.

또한, 현재 비행시험 통제컴퓨터가 수행하는 임무뿐만 아니라 자료처리시스템에서 발생하는 원격측정자료 처리시간을 감소시키고 처리 주기를 향상시켜 레이더/원격측정장비 연동자료 처리 등에 현재보다 빠르고 다양한 정보를 유연하게 제공하며, PCM 데이터와 레이더 정보 등을 수신/처리할 수 있도록 하는 것이다.

개발된 PCM 자료처리시스템은 그림. 1과 같이 데이

터 수신, 처리, 생성 및 전달을 한다.

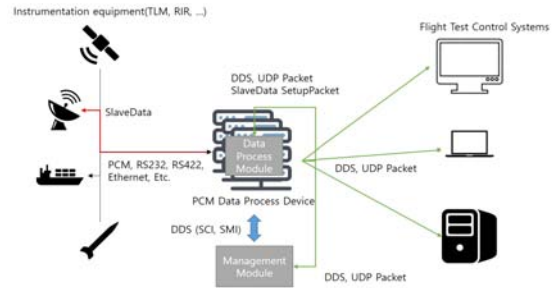


Fig. 1 PCM Data Processing System

즉, PCM 자료처리시스템은 시험장에서 운용중인 계측 및 측정 장비가 생성한 데이터를 PCM 자료처리장비의 자료처리 모듈에서 처리하여 시험통신망 프레임워크인 DDS 토픽을 생성하여 각 장비들로 송신하거나 UDP 등의 연동자료를 생성하여 계측장비로 송신한다.

2.2. PCM 자료처리시스템 소프트웨어 구성 요소

PCM 자료처리시스템의 소프트웨어 전체 구조는 그림. 2와 같이 분류하였다.

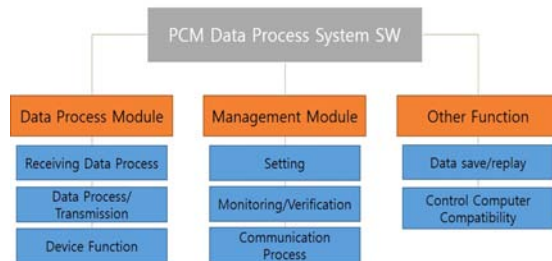


Fig. 2 PCM Data Processing System Software Structure

자료처리시스템의 소프트웨어 구성요소는 기능에 따라 "자료처리 모듈", "관리 모듈" 및 "기타기능"으로 나누어 구현하였다.

자료처리 모듈은 계측장비들의 신호를 받아 자료처리를 거쳐 공통패킷으로 송신하는 모듈로 서버 소프트웨어 기능군을 포함하고 관리모듈은 자료처리 모듈로부터 데이터를 수신하여 계측장비 및 자료처리 모듈의 상태 정보를 모니터링하고 자료처리 모듈로 사용자의 설정 값과 명령을 송신하여 원격지에서 제어할 수 있는 사용자 인터페이스(GUI) 기능군이며, 기타기능은 앞서 설명한 두 기능 이외의 주변 기능군이다.

자료처리시스템 소프트웨어 구성요소 간 실행개념도는 그림. 3과 같다.

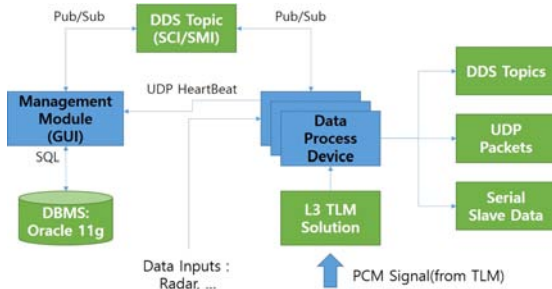


Fig. 3 Software Component

관리 모듈은 사용자의 편집 내용을 Oracle 11g 데이터베이스[6]에 저장하고 자료처리 모듈은 관리 모듈과 통신하여 수신된 각종 설정 정보를 바탕으로 PCM 신호 및 계측장비의 입력을 수신하여 각종 공통패킷으로 송신한다.

이때 자료처리 모듈이 수신하는 계측장비의 입력 데이터 중에서 PCM 신호는 L3사의 Vista를 통해 해석된 후 DGA(Data Gathering Algorithm)를 사용하여 처리한다.

각 소프트웨어 구성요소별 기능에 대해서는 아래 절에서 세부적으로 정리하였다.

2.3. 자료처리 모듈

자료처리 모듈은 각종 계측장비의 데이터를 수신하고 이를 자료처리 하여 공통패킷으로 송신하는 기능을 가진 윈도우 기반 서버 프로그램으로 기능과 역할에 따라 "수신처리", "자료처리/송신" 및 "장비 기능"으로 개발하였으며, 각 기능들은 다음과 같다.

수신처리 기능은 계측장비의 데이터를 수신하고 이를 자료처리 할 수 있도록 저장하며, 자료처리/송신 기능은 수신처리 기능에서 저장된 최신의 데이터를 바탕으로 이를 자료처리 하여 공통패킷으로 송신하고 장비 기능은 사용자의 명령이나 설정 값에 따라 장비가 동작하도록 하는 기능을 담당한다.

아래의 그림. 4는 자료처리 모듈의 동작 개념도를 표현한 것이다.

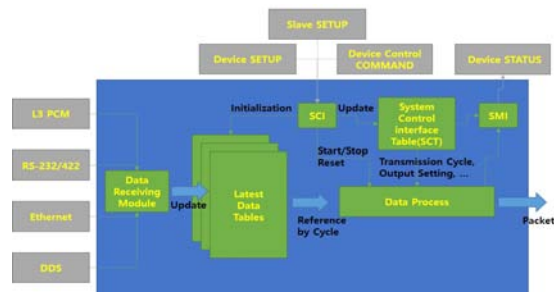


Fig. 4 Data Processing Module Conceptual Diagram

2.3.1. 자료처리 모듈 LDT

자료처리 모듈은 가장 최신의 수신 데이터를 유지하는 메모리 공간인 LDT(latest Data Table)을 적용하여 수신단에서는 데이터를 LDT(latest Data Table)에 가장 마지막으로 업데이트한 값으로 유지하며, LDT를 업데이트 하는 기능 외에 어떠한 기능도 하지 않도록 개발하여 종속성과 복잡도를 최소화 하였다.

그리고 송신단에서는 LDT의 내용을 기준으로 최대한 적은 횟수로 자료처리 하도록 하여 지연과 성능 열화를 최소화하였으며, 각 입력 포트별로 LDT 객체가 메모리에 생성되어 사용된다.

또한, 데이터 처리의 경우 각종 시스템 설정과 동작 시나리오를 저장하는 객체인 SCT(System Control interface Table)로 모든 설정 값을 관리하고 기존 자료처리시스템과 호환되는 SCI(System Control Interface)를 제공하여 SCI에서 입력되는 값은 모두 SCT에 업데이트되어, 시스템이 SCT의 설정에 맞춰 동작하도록 하였다.

즉, 자료처리 모듈은 SCT의 내용에 맞춰 수신자료 처리 스레드를 생성하고 수신된 데이터로 LDT를 갱신하며, 처리 스레드에서는 해당 LDT 내용을 설정된 주기에 맞춰 자료처리 하여 정의된 공통패킷으로 송신한다.

아래의 그림. 5는 자료처리 모듈에서 LDT 사용의 예를 표현한 것이다.

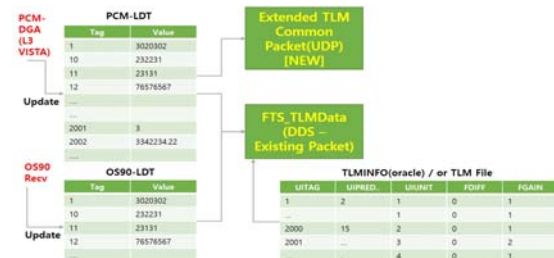


Fig. 5 Data Processing Using LDT

2.3.2. 공통패킷

PCM 자료처리시스템의 자료처리 모듈에서 사용되는 공통패킷은 아래의 Table. 1과 같으며, DDS 기반인 계측장비의 데이터인 FTS-CommonLoactionInfo 토픽, 계측장비의 연동자료로 사용되는 FTS-SlaveData 토픽, 원격측정장비 자료인 FTS-TlmData, 발사통제장비 자료인 FTS-DIOData와 UDP기반인 PCM 자료 전달패킷으로 사용되는 PCM RAW으로 구성되어 있다. 그 중 DDS 공통위치 토픽, DDS 연동데이터 토픽에 대하여 설명하겠다.

Table. 1 Common Packet List

Name	Packet/Topic	Cycle
Common Location Topic	FTS-CommonLoactionInfo	50Hz
Device Slave Data	FTS-SlaveData	50Hz
Telemetry data	FTS-TlmData	50Hz
DIO data	FTS-DIOData	20Hz
PCM data	PCM RAW	50Hz

DDS 공통위치 토픽(FTS-CommonLocationInfo)은 자신이 직접 수신하지 않는 계측장비에 대한 DDS 연동데이터(FTS-SlaveData) 토픽을 생성해야 할 때 다른 장비에서 수신한 계측장비의 계측 데이터를 공유하기 위한 용도로 사용되는 패킷이다.

기본적으로 비행시험에서 사용하는 모든 시스템이 설정된 도메인으로 생성되는 토픽을 구독하고 계측장비 ID를 Key로 LDT에 최신의 내용으로 갱신한다. 그리고 SCT에 설정된 주기에 맞춰 각종 계측장비의 LDT에 입력된 최종 계측 데이터를 기준으로 DDS 공통위치 토픽은 생성되며, 유지중인 LDT 중 공통위치 토픽을 생성하기로 약속된 모든 테이블을 참조하며 계측장비 ID를 Key로 한다.

다음으로 DDS 연동데이터 토픽의 경우 시험에서 사용되는 모든 시스템이 설정된 도메인으로 생성되는 토픽을 기본적으로 구독하고 비행체 ID를 Key로 하여 LDT에 최신의 내용을 갱신한다.

이때, 설정된 장비 슬롯으로 연동정보를 송신해야 할 때는 해당 LDT에 갱신되어 있는 최신 내용을 기준으로 값을 송신한다.

즉, 연동데이터 토픽은 연동정보를 계측장비로 송신하고자 하는 자료처리 모듈에서 사용할 기준 데이터를

생성하여 배포하는 것으로 다양한 장비들이 각각이 맡고 있는 계측장비들로 연동데이터를 보내더라도, 동일한 시점에서, 동일한 데이터로 생성된 연동정보를 계측장비들에 전송하고자 하는 목적으로 사용된다.

또한, 해당 토픽을 생성하기 전에 연동데이터 설정 토픽을 통해 연동정보 생성 우선순위 정보가 자료처리 모듈로 전달되어 이를 기준으로 해당 토픽은 처리된다.

아래의 그림. 6은 연동데이터 토픽의 동작방식을 보여주고 있다.

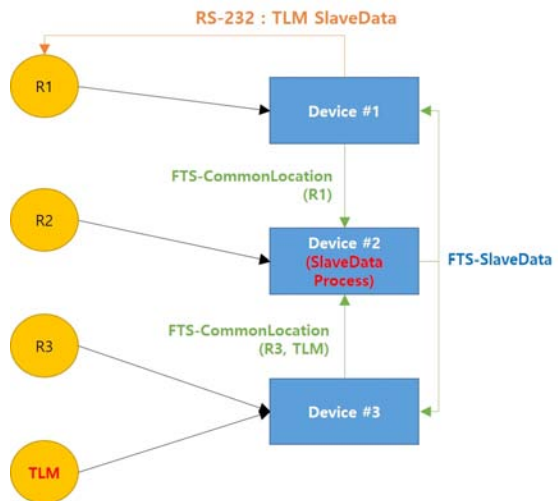


Fig. 6 FTS-SlaveData Execution Diagram

2.3.3. PCM 자료처리

마지막으로 자료처리 모듈에서 새롭게 개선된 기능인 PCM 자료처리 기능에 대하여 설명하도록 하겠다.

신규 PCM 신호를 수신하여 해당 데이터를 자료처리할 수 있도록 LDT에 최신의 값을 유지하는 기능으로 이를 위해 L3사의 Vista에서 해석된 PCM 데이터를 DGA를 통해 PCM RAW Packet으로 수신해 LDT를 갱신하도록 구현하였다.

이때 사용되는 DGA는 장비 내에서의 Local 전달 시스템을 통해 해석된 TAG-VALUE 값의 쌍을 가져올 수 있도록 하는 알고리즘으로 해석된 TAG와 VALUE를 매칭시키는 역할로 가장 최신의 데이터를 유지하는 LDT에 TAG-VALUE쌍을 보관한다. 이때 LDT에 TAG를 Key로 하는 값이 없으면 새로운 항목을 추가하고 TAG가 있으면 값을 업데이트한다.

또한, DGA는 정해진 전송주기(현재는 50Hz)로 PCM

RAW Packet을 생성하여 장비 내부의 Local 통신을 이용하여 자료처리 모듈로 송신한다.

아래의 그림. 7은 DGA 동작 개념도로 PCM RAW Packet 송신까지의 동작을 보여주고 있다.

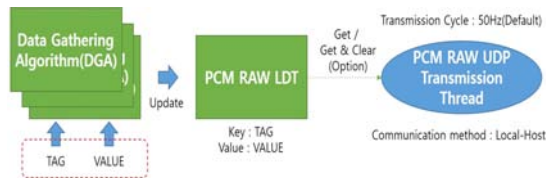


Fig. 7 DGA Conceptual Diagram

PCM RAW Packet은 TAG-VALUE 값의 쌍을 최대 200개로 제한되었던 기존 시스템에서의 PCM 전달 패킷을 대체하기 위해 개발된 PCM 데이터 전달 패킷으로 최대 10922개 송신할 수 있는 패킷 구조로 L3사의 Vista와 자료처리 모듈간의 Local-Host 기반 Data Gathering을 통해 PCM 데이터를 수집하여 PCM RAW Packet이 생성된다.

또한, 해당 메시지는 UDP방식으로 원격지의 클라이언트에서 활용될 수 있도록 공통패킷으로 사용되며, 이렇게 구현된 PCM RAW Packet을 “PCM 확장 공통패킷”이라 정의하였다.

이를 통해 자료처리 모듈은 10922개까지의 데이터 쌍을 Local-Host 통신으로 전송받아 최소한의 전송 지연으로 현행 체계보다 더 많은 데이터를 충분히 전달 받을 수 있다.

2.4. 관리 모듈

관리 모듈은 사용자가 설정한 시험, 장비의 설정 값을 Oracle11g에 저장 및 로드 할 수 있고 설정 값을 DDS를 이용하여 자료처리 모듈로 송신하며, 자료처리 모듈에서 송신한 데이터를 수신하여 자료처리 모듈의 상태를 모니터링하고 사용자가 초기화 및 장비 상태 요청 메시지 등을 송신하는 기능을 수행한다.

아래의 그림. 8은 관리모듈의 동작 개념도를 설명하는 것이다.

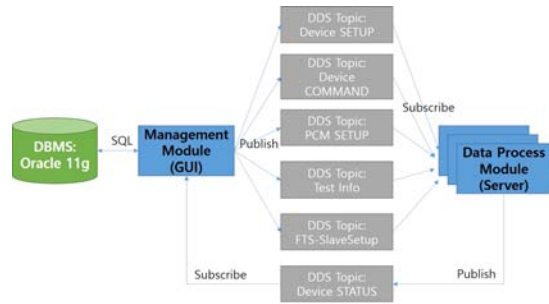


Fig. 8 Management Module Conceptual Diagram

또한 관리모듈은 기능에 따라 “설정기능”, “모니터링/검증 기능” 및 “통신처리 기능”으로 개발하였으며, 각 기능들은 다음과 같다.

2.4.1. 설정기능

설정기능은 장비의 설정현황을 모니터링하고 장비별 세부 현황 설정뿐만 아니라 장비를 추가하여 관리하는 장비설정 기능, 원격측정장비의 TAG에 대한 Name, Gain 등 설정 정보를 편집하고 이를 세트로 하여 저장/로드할 수 있는 원격측정장비 설정 기능 및 PCM 확장 공통패킷에 포함된 TAG 리스트와 전송 관련 설정을 할 수 있는 PCM 패킷 설정 등의 기능을 수행한다.

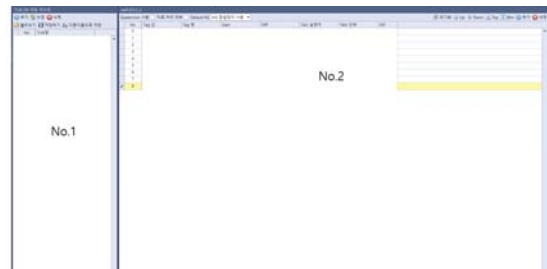


Fig. 9 Telemetry Setup Function Screen

위의 그림. 9는 원격측정장비 설정 기능 화면에서 가져온 것으로 시험에서 사용되는 원격측정장비 데이터의 TAG, Name 등을 설정하거나 기존의 사용하였던 설정정보를 DB에서 가져와 사용할 수 있다.

기능 화면에서 설정관련 데이터는 보안상의 문제로 비공개 처리하였지만 구성은 1번에서는 DB에 저장되어 있는 설정목록을 확인할 수 있으며, 2번에서는 설정 목록 중에서 선택된 설정에서 사용되는 데이터의 TAG, Name 등을 설정할 수 있는 부분이다.

2.4.2. 모니터링/검증 기능

모니터링/검증 기능은 자료처리 모듈에서 송신하는 공통패킷 및 토픽을 수신하여 GUI 화면에서 모니터링 하는 기능으로 이때 수신하여 모니터링되는 데이터는 Table 1과 같다. 또한 시스템에서 발생하는 이벤트를 로그로 출력하여 사용자가 동작의 정상 수행 여부를 확인할 수 있는 기능을 담당한다.

아래의 그림. 10은 모니터링/검증 기능 화면에서 가져온 것으로 모니터링 되고 있는 데이터의 경우 보안상의 문제로 비공개 처리하였지만 구성은 다음과 같다.

1번에서는 공통패킷을 모니터링 하는 부분으로 계측 장비의 위치자료, 연동자료, 원격측정장비 계측자료 등을 확인하고 2번에서는 시험에서 사용되는 비행체의 위치정보를 확인할 수 있다.

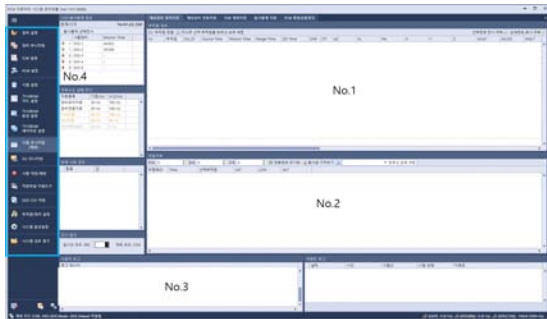


Fig. 10 Monitoring Function Screen

2.4.3. 통신처리 기능

통신처리 기능은 연동데이터를 생성하는 우선순위와 실제 데이터와 관련 없이 사용자가 입력한 값을 기준으로 연동데이터 설정 토픽에서 송신하여 각 자료처리 모듈의 연동데이터 토픽 LDT가 해당 데이터로 업데이트 되어 연동자료를 설정된 계측장비로 송신하도록 하는 연동정보 초기화 메시지 기능과 GUI를 통해 편집된 장비 설정을 자료처리 모듈로 SCI를 통해 전송하고 전송한 SCI를 확인하는 SCI 모니터링 기능 등을 수행한다.

아래의 그림. 11은 관리 모듈에서 사용되는 SCI 모니터링 기능 화면에서 가져온 것으로 시험 진행 중 전송하는 시험관련 설정 메시지, 장비설정 관련 메시지 등의 명령어를 모니터링 하는 기능을 수행한다.

화면에서 모니터링 되는 명령어들은 보안상의 문제로 세부 데이터를 비공개 처리하였지만 해당 화면에서는 모니터링 되는 명령어의 송신시간 및 명령어를 데이

터 요소별로 나누어 시험 중 전송된 데이터 값을 확인할 수 있어 데이터의 정상송신 여부를 판단할 수 있다.

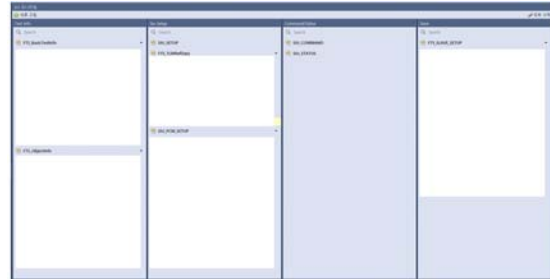


Fig. 11 SCI Monitoring Function Screen

2.5. 기타기능

기타기능의 경우 앞에서 설명한 자료처리 모듈이나 관리 모듈과 다른 별도의 기능을 수행한다.

대표적인 기능은 자료처리 모듈에서 송신하는 공통패킷을 수신하여 파일로 저장했다가, Time Stamp를 활용하여 재현하는 데이터 저장/재현 기능이 있다.

이 기능에서 각 공통패킷은 실시간 모니터링으로 보는 것과 동일한 것으로 각 공통패킷 별로 ID를 부여하여 저장해 재현 시에 어떤 공통패킷으로 되는지 알 수 있도록 하였다.

아래의 그림. 12는 데이터 저장/재현 기능 화면으로 시험 진행 중에 생성되는 공통패킷을 저장하여 시험 후 사용되었던 패킷을 재현할 수 있어 사후 분석 등에 활용할 수 있다.

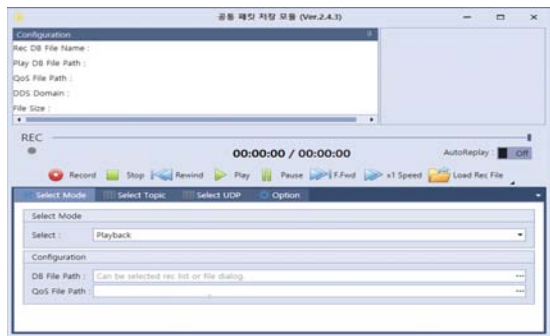


Fig. 12 Data Save/Replay Function Screen

2.6. PCM 자료처리시스템 개발결과

PCM 자료처리시스템은 실시간으로 계측장비의 데이터를 효율적으로 처리하고 보다 많은 데이터 전송이

되도록 필요한 기능들을 앞서 설명한 “자료처리 모듈”, “관리모듈” 및 “기타기능”으로 세분화하여 구현하였다.

2.6.1. 기존 자료처리시스템 대비 개선사항

이렇게 구현된 시스템은 기존의 자료처리시스템에서 사용되는 통신 방식인 DDS를 기반으로 동작하도록 개발되어 기존 장비의 기능을 반영하였으며 개선된 사항은 다음과 같다.

먼저, 아래의 그림. 13과 같이 구조적으로 기존의 경우 원격측정시스템으로부터 데이터를 전달받아 처리하였지만 개발된 자료처리시스템은 직접 데이터를 수신 받아 처리하여 데이터 지연을 최소화 하였다.

다음으로 기존의 200개로 제한되었던 PCM 자료를 10922개로 확장한 PCM 확장 공통패킷을 적용하여 더 많은 데이터를 전송하는 것이 가능해져 시험통제소에서 사용되는 시스템들에 보다 많은 정보를 전달하여 시험통제의 효율성 및 안정성을 높일 수 있게 되었다.

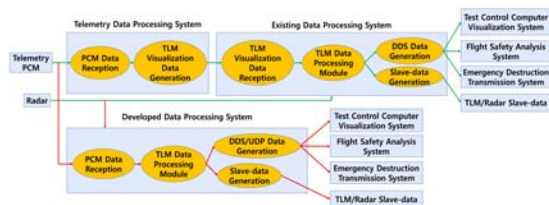


Fig. 13 Existing & Developed Data Processing system

2.6.2. PCM 자료처리시스템 기능시험

이렇게 개선된 PCM 자료처리시스템의 각 기능에 대한 시험을 아래의 그림. 14와 같이 자료처리 모듈 SW 운용할 자료처리기, 관리 모듈 SW 운용 PC 및 PCM 독립 DB 서버를 네트워크로 연결하고 기존 시스템에서 사용되고 있는 DDS를 운용하기 위해 네트워크 스위치만을 통해 통신하는 방식으로 구성되었다.

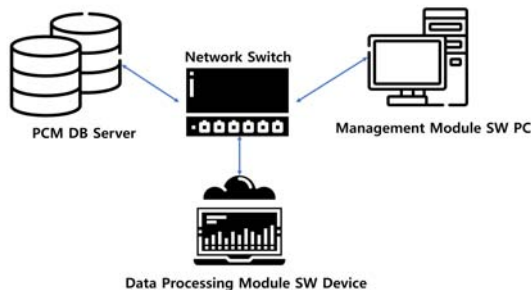


Fig. 14 Test Configuration

이때, 시험을 진행하는 동안에는 현재 운용되고 있는 시험통제장비들에 영향을 주지 않기 위하여 IP Address 대역의 경우 기존 시험망과 다른 별도의 네트워크를 구성하여 시험을 진행하였다.

또한, 시험에서의 사용되었던 입력 데이터는 실제 운용환경에서 사용되었던 레이더, 원격측정장비 자료 및 DDS 자료 등을 사용하였다.

즉, 운용환경과 시험 환경의 차이점은 실제 운용 환경과는 다른 별도의 네트워크 환경을 구성하여 수행한 것을 제외하고는 시험 기능에 따른 시나리오에 맞게 기존의 사용되었던 계측자료나 실제 계측장비 데이터를 사용하여 최대한 동일한 환경에서 진행하였다.

이러한 시험환경에서 각 기능들은 시험입력 및 예상 반응을 식별하여 실제 시스템에서 예상반응과 실제 결과 값을 비교하여 적합여부를 판정하는 방법인 데모 (Demonstration) 방식으로 시험하였다.

시험한 PCM 자료처리시스템 기능들은 장비/시험실 정부터 계측장비인 레이더와 원격측정장비의 자료 수신/처리, 새롭게 개발된 PCM RAW 자료 수신/처리 및 기존 시스템에서 사용되었던 DDS 기반의 데이터 수신/처리 등으로 해당 기능들의 정상동작을 확인하였다.

이 기능시험에서 실제 운용환경과 유사한 형태로 진행하여 기존 장비에서 사용되었던 기능뿐만 아니라 확장된 PCM RAW 패킷의 수신/처리 정상동작을 확인하여 시험통제소에서 사용되는 비행안전 판단시스템이나 비상종료 송신시스템들에 더 많은 정보를 효율적으로 전달이 가능할 것으로 판단된다.

기존 자료처리시스템과의 비교를 위한 정량적 평가는 시험망에서 운용되는 다른 시스템들과의 연동이 필요한 부분으로 현재 개발 시스템의 안정성과 다른 체계 시스템과의 연동방식을 고려하여 향후 시스템의 안정화 및 시험운용을 통하여 보완 후 실제 시험통제소에서 사용되는 다른 체계 시스템과의 연동을 진행할 예정이다.

III. 결론 및 향후 연구계획

안전한 비행시험을 수행하기 위하여 비행체의 상태를 실시간으로 확인하여 정확한 현재위치 및 상태정보를 계측/측정하는 것은 매우 중요하다.

시험장에서는 안전한 비행시험을 수행하기 위하여

계측 레이더, 통제컴퓨터가시화 시스템, 비행시험의 안전을 판단하는 비행안전 판단시스템, 비상종료 송신시스템 등 다양한 시험통제시스템을 운용하고 있으며, 비행시험 통제소에서 통제컴퓨터 자료처리시스템이 수신/처리/송신하는 데이터를 활용하여 각 시스템에 필요한 형태로 가공하여 활용하고 있다.

현재 시험통제시스템은 원격측정자료처리시스템을 통해 비행체의 데이터를 통제컴퓨터 자료처리시스템이 처리하여 각 시스템 별로 송신하고 있어, 이로 인해 여러 종류의 자료처리 및 외부 전송 지연이 발생하고 있다. 또한, 계측/측정 장비의 연동자료 생성을 위한 장비 별 데이터 수신 시점이 상이하게 나타나고 있다.

그래서 본 논문에서는 이러한 자료처리 및 외부 전송 지연을 최소화 하는 PCM 자료처리시스템을 기술하였고 주요 내용은 다음과 같다.

첫 번째 비행체로부터 현재 비행 상황을 분석하는 시스템까지의 데이터 전송지연을 최소화하기 위하여 전달 노드를 식별하여 이중 처리 장치가 포함된 노드를 제거하여 데이터 전달시 타 시스템을 경유할 때 발생하는 데이터 처리 지연의 최소화가 가능하도록 하였다.

두 번째 계측/측정 장비가 생성하는 데이터의 처리 주기를 향상시켜 레이더/원격측정장비 등에 제공하는 연동자료 처리속도를 향상할 것으로 기대된다.

세 번째 통제컴퓨터 가시화, 비행안전 판단시스템, 비상종료 송신시스템 등에 필요한 연동자료 및 안전판단 정보를 현재보다 빠르고 다양한 프로토콜로 전달되도록 개발하였고 이를 위하여 원격측정자료처리시스템의 PCM 데이터와 레이더 정보를 동시에 수신/처리 할 수 있는 자료처리 소프트웨어를 탑재하여 독립운용이 가능하도록 하였다.

이렇게 개발된 PCM 자료처리시스템은 계측/측정 장비로부터 수신된 데이터를 실시간으로 처리하여 비행시험통제소에서 사용되는 다양한 시스템들에 필요한 데이터를 전달하여 효율적이고 안전한 시험을 수행할 것으로 판단되며, 기존 장비들의 사용하였던 장비들의 DDS 기반 연동자료 구조 및 관련 전달체계를 반영하여 시험에서 사용되는 기존 장비와의 호환성을 유지하였다.

향후 시스템 안정화 및 시범운영을 통해 개선사항을 도출하여 기존 시스템 대비 효과를 정량적으로 분석할 것이다. 이후에는 DDS를 사용하는 대규모 시스템 환경에서의 효율적인 데이터 처리를 위한 관련 연구[7] 및

첨차 시스템의 규모가 커지면서 발생할 수 있는 보안문제를 고려하여 DDS 메시지 암호화 관련 연구[8]도 진행할 예정이다.

REFERENCES

- [1] K. H. Jeong, S. J. Oh, H. J. Bang, Y. J. Lee, and H. B. Kim, "Design of Flight Data Processing System for Multiple Target Flight Test," *Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, vol. 38, no. 10, pp. 1012-1019, Aug. 2010.
- [2] K. H. Jeong, S. J. Oh, H. J. Bang, Y. J. Lee, and H. B. Kim, "A Study on the Data Fusion Method for Flight Test," *2010 Spring Conference of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, pp. 866-870, Apr. 2010.
- [3] Real Time Innovations, Connex DDS [Internet]. Available: <http://www.rti.com/products/dds/>.
- [4] W. K. Choi, "Design to Realtime Test Data Topic Utilize of Data Distribution Service," *The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 21, no. 7, pp. 1447-1454, Jul. 2017.
- [5] C. P. Kim, J. S. Ha, S. U. Noh, S. R. Park, W. K. Choi, and D. K. Kang, "Processing Real-Time Flight Test Data for the Estimation of the Coordinate Position of Projectiles by Multiple Radars," *The Journal of Korean Institute of Next Generation Computing*, vol. 12, no. 2 pp. 44-53, Apr. 2016.
- [6] Oracle Database [Internet]. Available: <https://www.oracle.com/kr/database/technologies/>.
- [7] Y. W. Jeong, "A Study on an Improved DDS Discovery Method for a Large-scale System," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 25, no. 10, pp. 51-58, Oct. 2020.
- [8] J. H. Han, "Message Encryption Methods for DDS Security Performance Improvement," *The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 11, pp. 1554-1561, Nov. 2018.



박인희(In Hee Park)

2016 2월 : 충북대학교 정보통신공학부 학사

2018 2월 : 대구경북과학기술원 정보통신융합 전공 석사

2018 5월 ~ 현재 : 국방과학연구소

※관심분야: 자료처리, DDS, 네트워크, 국방과학