

KSR-III 발사통제시스템 개발

홍일희, 서진호, 신명호
한국항공우주연구원

Development of KSR-III Fire Control System

Il-Hee Hong, Jin-Ho Seo, Myoung-Ho Shin
Korea Aerospace Research Institute

Abstract - 액체추진 과학로켓으로 개발되고 있는 KSR-III(Korea Sounding Rocket-III)의 발사통제시스템의 개발에 관하여 기술하였다. 발사통제시스템은 장기간에 걸쳐 개발된 로켓을 발사시키는데 필수적인 시스템으로서 신뢰성과 강인성이 최대한 요구된다. KSR-III 발사통제시스템의 하드웨어는 콘솔, PLC, 신호분배기, DAS로 구성되어 있으며 소프트웨어로서 HMI 및 DAS 제어프로그램이 있다.

향후 위성 발사체 개발에 활용하고, 세계 우주산업분야의 참여기반을 구축할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 KSR-III 발사시험시 발사전 사전점검 및 발사진행을 수행할 발사통제시스템 개발에 관하여 기술하였다. 발사통제시스템은 발사통제센터, 발사장비컨테이너 및 발사상황판 등으로 구성되며 본 논문에서는 시스템 임무 및 요구조건, 발사운용절차, 시스템 구성안, 마지막으로 발사상황판 및 각 제어콘솔에 대한 기능 등을 기술하였으며, 이와 같이 구축된 발사통제시스템은 국내 인공위성 발사체 및 발사장 확보시 중요한 자료가 될 것으로 사료된다.

1. 서 론

최근 국내 우주산업분야의 개발과 함께 상용위성의 발사가 현실화되면서 위성체 운반수단으로써의 발사체에 대한 관심이 높아졌다. 우리나라는 그동안 고체추진기관을 이용한 1단형 및 2단형 과학관측로켓의 국산화개발에 성공한 바 있으며, 이를 기반으로 하여 액체추진기관을 이용하는 과학관측로켓(Korea Sounding Rocket-III : 이하 KSR-III) 개발을 진행중에 있다. KSR-III는 인공위성 발사체 개발의 중간단계로서, 액체추진기관의 개발 및 위성 발사체 핵심기술을 습득하는 중요한 의미를 갖고 있으며, 과학관측로켓의 개발로 발사체의 제작, 운용, 관측, 발사시험 등 전반적으로 확보된 기술이 소형 위성체를 일정궤도에 올릴 수 있는 교두보 역할을 할 것으로 기대된다. 이러한 축적된 기술은

2. 본 론

2.1 시스템 구성

발사통제시스템의 임무는 로켓 발사에 필요한 지상사통제소로서 KSR-III의 발사전 점검, 발사준비, 카운트다운 및 로켓 발사시점까지의 모든 발사 진행과정을 총괄 통제하는 것이다. 그림 1과 같이 구성된 발사통제시스템은 크게 임무통제소(KMCC)와 발사장비컨테이너(LEC)로 구분되는데, 임무통제소내에는 원격에서 로켓에 탑재된 서브시스템을 제어하는 각종 제어콘솔이 있으며, 각 제어콘솔로부터의 입/출력 명령을 받아 총괄수행

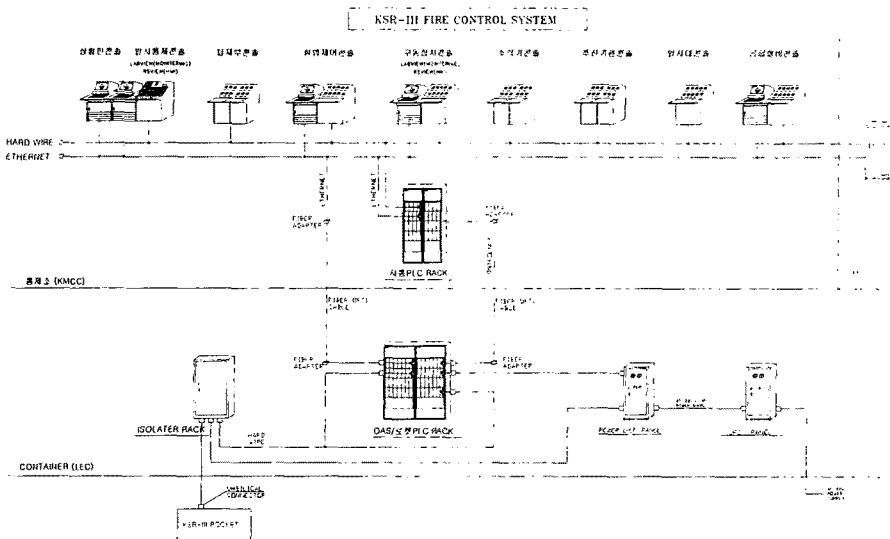


그림 1. KSR-III 발사통제시스템 구성도

하는 프로그래머블 로직 컨트롤러(사통PLC)가 있게 된다. 또한, 로켓과 50M의 거리에 위치한 발사장비컨테이너에는 로켓과 엠프리칼 케이블로 연결되어 여러가지 신호를 송수신하는 PLC 입출력장치(로켓PLC)가 있다. 사통PLC와 로켓PLC는 500M 이격되어 있으며, 광케이블로 연결되어 있다. 그리고, 발사시나리오 진행과정에서 발생된 데이터를 취득하는 DAS 시스템도 발사장비컨테이너내에 위치하고 있으며, 임무통제소와는 이더넷 TCP/IP 통신을 하게 된다.

KSR-III 발사통제시스템에서는 PLC를 이용하여 로켓을 제어 및 모니터링 하며, PLC CPU의 경우에는 이중화를 구현하여 한대의 PLC CPU가 임무수행 중 실패하였을 경우 다른 PLC가 즉시 그 임무를 수행할 수 있도록 하여 시스템의 신뢰성과 안정화를 극대화하였다.

2.2 콘솔구성

발사시험에 사용되는 각 콘솔은 로켓의 서브시스템 개발을 담당한 부서에서 통제원으로서 조작을 하게되며 각 콘솔의 기능을 간단히 요약하면 다음과 같다.

○ 발사통제콘솔

- 발사시퀀스 진행
- 각 팀별 제어콘솔 통제
- 발사상황판 콘솔과의 통신
- 비상정지 기능

○ 탑재부 콘솔

- 탑재부 외부/내부 전원공급 명령 및 모니터링
- FTS(Flight Termination System) 상태 모니터링
- FTS 출력가능상태 전환 명령

○ 항법제어콘솔

- INS Alignment 및 Navigation Start 명령
- 탑재된 INS와의 RS-422 통신기능

○ 유도제어콘솔

- 내부/외부 전원공급 명령
- 구동장치 제어
- 롤 제어 추력기 제어
- 탑재부 자세제어추력기 제어

○ 추진기관콘솔

- 케로신, 산화제, 헬륨 개스 공급 및 벤트
- 가압라인, 산화제, TEAL Safe/Arm 모드 전환 명령
- 선가압 및 주가압 명령
- 파이로 밸브, 메인 볼 밸브 개방 명령(엔진점화명령)
- 연소실 압력 및 온도 감시

○ 발사대 콘솔

- 발사대운전 제어
- 고각/선회각 구동시스템 원격제어 및 구동 각도 현황 모니터링
- 발사대 비상정지 및 안전화보
- 엠프리칼 사전이탈

2.3 HMI 프로그램

2.2절에서 설명한 콘솔중 PC를 사용하는 경우에는 HMI(Human Machine Interface) 프로그램인 RSView32가 적용되었다. RSView32는 HMI 응용프로그램을 개발하고 실행하기 위한 윈도우즈 기반의 소프트웨어로서, 효과적인 감시 및 관리 제어 응용 프로그램을 만들고 실행하기 위해 필요한 다양한 도구를 제공한다. 또한 RSView32 ActiveX 및 OLE 컨테이너 기능을 사용하여 비주얼 베이직 또는 ActiveX 구성요소를

RSView32 그래픽 화면에 포함시킬 수 있다. 그리고, RSView32 오브젝트 모델과 VBA(Visual Basic for Application)를 사용하여 마이크로소프트 액세스, 엑셀이나 마이크로 SQL 서버와 같이 다른 윈도우 프로그램과 데이터를 공유하고 상호 운영이 가능하게 된다. 또한 경보 알람기능을 사용하여 여러 수준의 경보 심각도에서 프로세스 사고를 감시할 수 있으며, 여러 경보 요약을 만들어 전체 시스템에 대한 경보를 제공해준다.

그림 2는 발사통제프로그램의 주화면으로서 각 콘솔에서 수행되는 명령 및 모니터링 신호에 대한 종합적인 제어를 수행할 수 있게 된다. 그림 3은 로켓의 신호가 엠프리칼 케이블을 거쳐 표시되는 값을 예로 표현한 것이다.

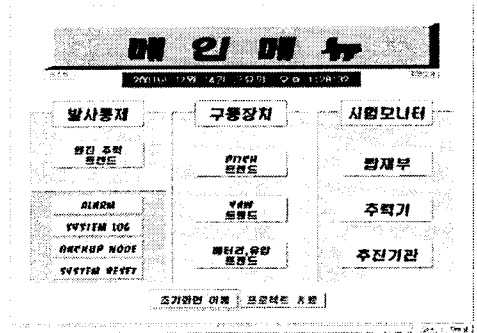


그림 2. 발사통제프로그램 주화면

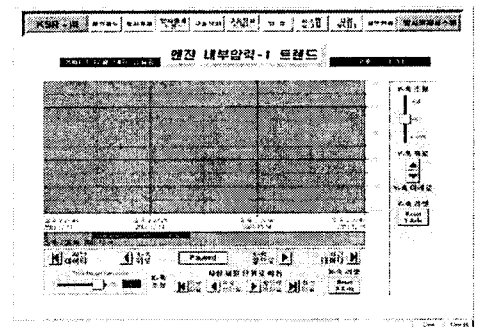


그림 3. 엔진내부 저주와 압력표시 예

2.4 데이터 취득 시스템

데이터 취득 시스템(Data Acquisition System : DAS)은 KSR-III 발사통제시스템의 발사장비컨테이너내에 설치되는 신호 데이터 수집 및 저장 장치로서 로켓 발사 후 또는 비상정지시 중요 데이터의 분석을 통하여 당시 발사 진행내용에 대한 정확한 판단 및 결과에 대한 원인 규명 등을 위한 목적을 갖는다. 로켓 내부에 위치한 각 탑재물에 장착된 각종 센서 출력 값 및 장치에 인가될 제어신호 값 등은 변화 양상이 매우 빠르고 다양하다. 로켓과 500m 이상의 간격을 둔 임무통제소내에 DAS를 구축할 경우 신호의 직접 수신은 어려울 뿐만 아니라 실시간 데이터 저장에 대한 신뢰도가 낮아지게 된다.

따라서 본 DAS는 로켓에서 제공되는 신호의 실시간 수집 및 저장에 대한 신뢰도를 높이기 위하여 최대한 로켓과 가까운 거리에 설치하여야 하며 높은 안정성을 기

본으로 한 고속의 데이터 수집 능력과 원격 모니터링 및 편리한 사용자 인터페이스를 통한 시스템 분석 능력을 갖추도록 구성되었다.

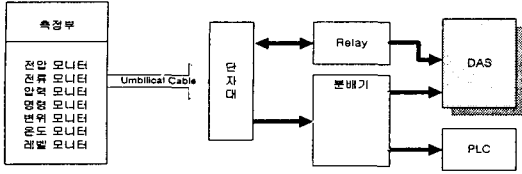


그림 4. DAS 저장 신호 흐름

로켓의 각종 센서에서 측정되어 PLC로 보내어질 신호들 중 분석을 요하는 중요 측정 값에 대한 저장을 위하여 고속의 신호 분배기를 설치하여 각 신호를 동시에 DAS로 저장한다. 그림 4는 DAS에 저장될 신호의 주요 경로를 나타내며, 입력 신호 값은 0~10V, 0~5V 전압 또는 4~20mA의 전류 값등의 형태를 갖게 되며, 분배기를 거친 모든 신호값은 0~10V의 값으로 변환된다. 그림 5는 DAS 하드웨어 구성도를 도시한 것으로서, DAS의 서버 PC와 클라이언트 PC는 광케이블로 연결되어 있다.

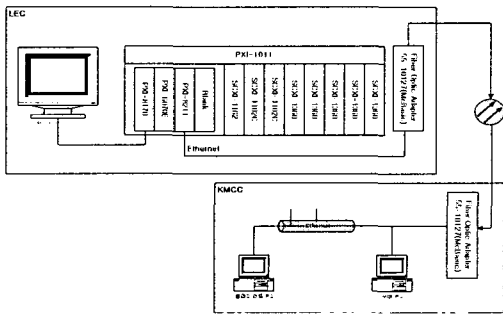


그림 5. DAS 하드웨어 구성도

DAS는 저장 신호를 받아들이는 신호 입력부, 입력된 아날로그 및 디지털 신호를 처리하는 DAQ와 각 데이터를 관리 및 저장 그리고 신호 입력 및 저장 상황을 알려주는 컨트롤러부, LAN 통신을 위한 이더넷 모듈 및 데이터의 광 전송을 위한 Fiber Optic Adapter 등의 통신부로 구분된다.

DAS 프로그램의 주 운용은 그림 5의 DAS 메인 컨트롤러에서 수행하게 되나 저장 시작, 정지, 모니터링 등의 기능은 임무통제소내의 클라이언트 PC에서 동작 가능하다. 이는 발사당일 발사대 주변에는 통제원이 상주할 수 없으므로 임무통제소내에서 원격 조정이 이루어질 수 있도록 하였다. 따라서 프로그램은 DAS 메인 컨트롤러에 설치되는 서버 프로그램과 임무통제소내의 DAS 원격 콘솔의 PC에 설치되는 클라이언트 프로그램으로 구분된다. 서버 프로그램은 로켓으로부터 입력받은 신호를 저장하며 동시에 클라이언트 프로그램으로 이들 데이터를 보내주는 역할을 담당한다. 클라이언트 프로그램은 서버 프로그램과 통신을 하며 서버 측의 상태를 파악할 수

있으며 서버에서 보내주는 데이터를 받아 모니터링 한다. 또한 서버 프로그램의 저장 시작/정지 등의 명령을 내릴 수 있으며 각 채널별 데이터 분석 등이 가능하다. 그림 6에 서버프로그램의 플로우 차트를 도시하였다.

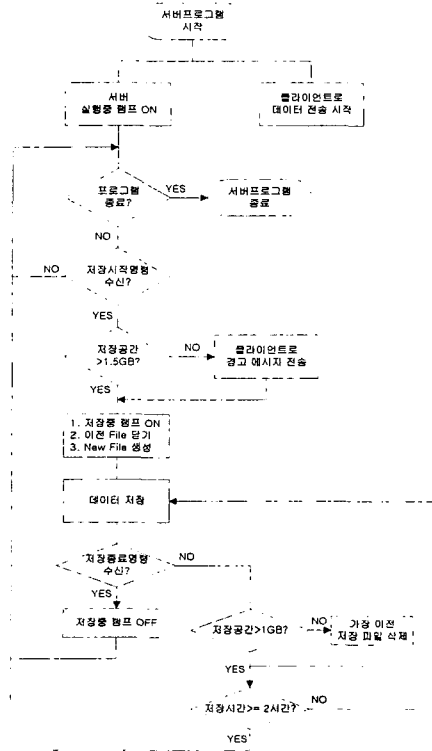


그림 6. DAS 서버 프로그램 플로우 차트

3. 결 론

본 논문에서는 장기간의 개발과정을 거쳐 발사시험을 남겨놓고 있는 KSR-III의 발사시험을 위한 발사통제시스템 개발에 대하여 간략히 기술하였다. 발사통제시스템은 로켓의 발사운용을 위한 지상지원 장비로서 로켓 비행모델과 더불어 발사시험의 근간을 이루는 중요한 시스템으로서 발사성공의 가장 기본적인 요소가 된다. KSR-III는 액체추진제를 사용하게 되므로 안전상의 이유로 인하여 발사통제센터와 발사대간 거리를 약 500M 정도 이격시켜야 한다. 따라서, 발사통제센터와 발사대 및 로켓을 일반케이블로 연결하기에는 많은 문제점이 발생할 것으로 예상되어, 광케이블을 이용하여 고속통신을 하도록 구성하였다.

이와 같이 구축된 발사통제시스템의 개발 경험을 바탕으로, 향후 위성발사체 발사를 위한 우주센터내 발사통제센터 개발시에도 본 시스템의 부분 적용이 가능할 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국항공우주연구원, "3단형 과학로켓 개발사업(IV)", 최종연구보고서, 2001
- [2] 서진호, 홍일희, 박정주, "과학로켓 발사통제시스템 개념설계", 한국항공우주학회, 추계 학술발표회 논문집, pp.351~354, 2000