

KSLV-I 발사 시뮬레이션시스템 개념설계 및 실시간 데이터 처리 시험평가

서진호*, 홍일희**, 이영호***, 정의승****, 조광래*****

Conceptual Design of the KSLV-I Launch Simulation System and Real Time Data Processing Evaluation Test
Jin-Ho Seo*, Il-Hee Hong**, Young-Ho Lee***, Eui-Seung Chung****, Gwang-Rae Cho*****

Abstract

LCS(Launch Control System) in Space Center performs the ground and flight tests of launch vehicle. Those tests require data monitoring and control functions to the external systems such as launch vehicle, launch pad, and propellant supply system, etc. The LCS is composed of real time control system, simulation system, data server, external network, etc. The purpose of the simulation system is to simulate launch vehicle, and it is used for evaluation test of the LCS. This paper described the simulation system overview, the concept design, and the real time data processing evaluation tests of the simulator, gateway, data distribution server which are constituents of the simulation system.

초 록

우주센터의 발사관제시스템은 우주센터 내에서 이루어지는 발사체에 대한 각종 지상시험과 발사시험시 발사체, 발사대, 추진지상공급계 등 외부 시스템과의 인터페이스를 통한 데이터 모니터링 및 제어를 수행하게 되며 실시간 원격제어 시스템, 시뮬레이션 시스템, 데이터 서버, 외부 네트워크 등으로 이루어져 있다. 발사체 시뮬레이션 시스템 개발의 목적은 발사체를 모사하여 지상 발사관제시스템 구축시 성능시험 및 검증을 수행하는 것이다. 본 논문에서는 시뮬레이터 시스템의 개요, 주요 장비에 대한 개념설계 및 실시간 데이터 처리에 대한 시험평가를 다루었다.

키워드 : 발사관제센터(LCC), 시뮬레이터(simulator), 게이트웨이(gateway), 실시간(real time)

1. 서 론

우주센터의 발사관제시스템은 우주센터 내에서 이루어지는 발사체에 대한 각종 지상시험과

발사시험시 발사체, 발사대, 추진지상공급계 등 외부 시스템과의 인터페이스를 통한 데이터 모니터링 및 제어를 수행하게 되며 실시간 원격제어 시스템, 시뮬레이션 시스템, 데이터 서버, 외부

* 설계종합그룹/jhseo@kari.re.kr

** 설계종합그룹/ihong@kari.re.kr

*** 설계종합그룹/yhlee@kari.re.kr

**** 설계종합그룹/ces@kari.re.kr

***** 우주발사체사업단/gwcho@kari.re.kr

네트워크 등으로 이루어져 있다.

발사 시뮬레이션시스템은 발사체의 전기적 인터페이스를 모사하는 기능과 발사관제시스템의 주요 장비들로 구성되어 있다. 시뮬레이션 시스템 개발의 목적은 첫째, 구성 장비의 제품 선정 적합성 검증과 주요 소프트웨어를 선행 개발하여 추후 발사 관제 시스템 개발 시 또는 운용 시 발생 할 수 있는 위험 요소를 사전에 식별할 수 있도록 한다. 둘째, 초기 개발 시 예상하지 못하는 요구 사항을 발사체 시뮬레이션 시스템을 구축하면서 도출하여 추후 발사관제시스템 구축 시 필요한 요구 사항을 적용한다. 셋째, 발사체 시뮬레이션 시스템 개발로 확보된 각 기능 모듈은 발사관제시스템 개발 시 단위 시험을 위한 테스트베드로 제공될 수 있도록 하여 단위 시험 및 통합 시험 기간을 단축시키면서 보다 안정적이고 검증된 발사관제시스템 구축을 도울 수 있는 환경을 제공하고자 하는 것이다.

본 논문에서는 시뮬레이션 시스템의 개념설계와 하드웨어적, 소프트웨어적 실시간 데이터 처리 능력을 시험 평가하여 그 결과를 분석하였다. [1~5]

2. 발사 시뮬레이션 시스템 개념설계

2.1 시스템 개요

시뮬레이션 시스템은 KSLV-I 발사체 모사와 저상 조립시험 시 검사 장비로서의 역할을 수행하는 것으로 시뮬레이터, 게이트웨이, 명령 제어 및 데이터 분배 서버, 게이트웨이 PC, 시뮬레이터 PC로 구성된다.

발사체의 모사는 시뮬레이터를 통해서 구현되며, 시뮬레이터 PC는 가상 발사체의 초기화 및 환경 파라미터 설정 등을 담당한다. 명령 제어 및 데이터 분배 서버와 게이트웨이는 발사체를 통제하는 발사관제시스템을 구성하는 요소들이며 현 단계에서는 시뮬레이션 시스템을 구축하기 위한 기본 기능과 시험 기능을 제공한다. 이러한 목표를 달성하기 위해 구축되어야 할 서브시스템

은 다음과 같다. 발사체는 운용자의 명령이나 자동 시퀀스에 따라 발사 시험을 수행하고, 각 시퀀스 별로 발사체의 상태 정보를 주기적으로 보고한다. 명령 수행은 아날로그/디스크릿 신호를 통해 제어되며, 측정 정보의 주기적인 보고는 PCM 데이터를 통해 보고된다.

시뮬레이터는 이러한 발사체의 명령 체계를 모사하기 위해 아날로그/디스크릿 신호용 카드를 사용하며 PCM 데이터를 모사하기 위해 RS422 인터페이스를 제공한다. 또한 외부 전력 공급 절차를 모사하기 위해 전자로드와 직류 전원 공급장치를 적용한다.

그림 1은 시뮬레이션 시스템의 구성을 설명하기 위한 개념도로서 시뮬레이터, 게이트웨이, 서버, 제어PC 등으로 구성되어 있다. 그림 2는 현재 구축되고 있는 시스템의 하드웨어 및 연결도를 도시한 것이다.

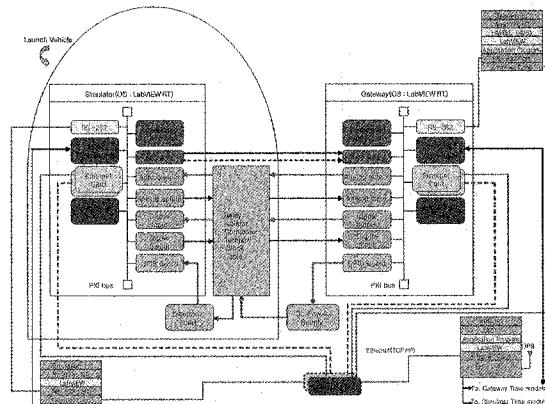


그림 1. 발사 시뮬레이션 시스템 개념도

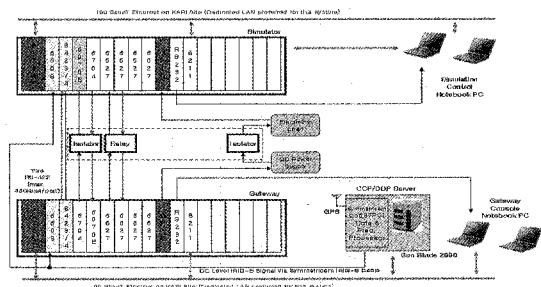


그림 2. 시뮬레이션 시스템 하드웨어 구성도

시뮬레이션 시스템에서의 시뮬레이터와 게이트웨이는 NI사의 PXI 버스의 모듈들이 장착되어 있다. 표 1은 그림 2에서 구성된 하드웨어 구성품에 대한 간략한 기능 설명을 나타낸다. 서버는 Sun Blade 2000으로 UltraSPARC-III 1.2 GHz 프로세서, 1GB 메모리, 및 74GB의 하드디스크로 구성된다.

표 1. 하드웨어 구성품 기능

하드웨어 구성품	기능
NI PXI-1045 : 샤시	모듈들과 카드의 설치 공간 제공
NI 8186RT : PXI 임베디드 컨트롤러	실시간 구현을 위한 RTOS 및 신호 처리
NI PXI-6070E : Multifunction I/O 모듈	게이트웨이에서 보내오는 아날로그 신호 수신
NI PXI-6704 : 아날로그 출력 모듈	시뮬레이터에서 발생하는 아날로그 신호 생성
NI PXI-6527 : 디스크릿 입출력 모듈	게이트웨이와 시뮬레이터간의 디스크릿 신호 입출력
NI PXI-6608 : Timing I/O 모듈	명령 및 데이터 서버의 Timing 카드에서 보내는 GPS 시간을 수신 받아 출력시그널들의 시간 동기화 함
NI PXI-8423 : RS-422 인터페이스 모듈	시뮬레이터에서 생성하는 PCM 데이터를 게이트웨이에 전송
GPIB 인터페이스	시뮬레이터 및 게이트웨이에서 전력공급장치 등과의 통신 기능 제공
NI PXI-8211 : Ethernet 카드	이중화된 통신 네트워크 제공

2.2 시뮬레이션 시스템 기능 요구사항 분석

시스템 요구사항은 시스템이 어떻게 동작해야 하는지 또는 시스템 속성이나 특성에 대한 설명이다. 이것들은 시스템 개발의 전 과정에서 개발의 기준 및 제약조건이 된다. 시뮬레이션 시스템의 요구사항 분석은 요구사항 정의와 요구사항 명세로 구분할 수 있으며, 요구사항 정의는 각 서

보 시스템에 대한 필요 기능을 기술한 것이다.

그림 3은 시뮬레이션 시스템을 구성하는 시스템들 상호간의 기능을 나타낸 것이다.

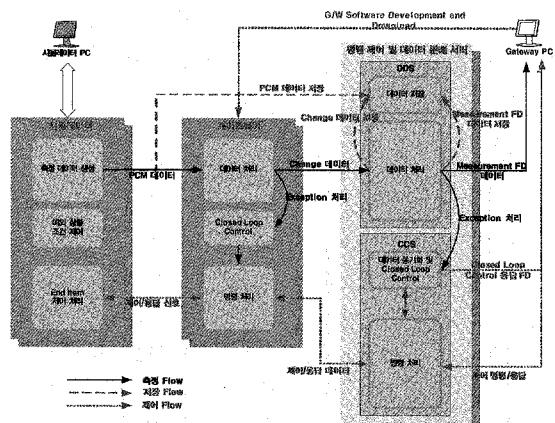


그림 3. 시뮬레이션 시스템 기능도

2.2.1 시뮬레이터 PC와 시뮬레이터

시뮬레이션 시스템에서 시뮬레이터는 가상적인 KSLV-I 시스템으로 PCM 데이터 생성 및 아날로그 I/O, 디지털 I/O, GPIB 인터페이스에 대한 처리 및 게이트웨이에서 오는 신호에 대한 모니터링 기능을 가진다. 시뮬레이터 PC에서 LabVIEW를 사용하여 작성된 시뮬레이터 프로그램은 LabVIEW RTOS 운영프로그램에 TCP/IP로 다운로드되어 시뮬레이터로서의 역할을 다음과 같이 수행한다.

(1) 발사체 모사

발사체와 발사 관제 시스템 사이에서 발생되어 질 수 있는 상황을 모사한다.

(2) 아날로그 및 디스크릿 신호 생성

아날로그와 디스크릿 입력을 받아, 입력 신호에 따른 아날로그와 디스크릿 신호를 생성한다.

(3) PCM 데이터 생성

시뮬레이터 PC로부터 주어지는 PCM 데이터 포맷에 맞추어 각 신호를 받아 PCM 데이터를 생성한다.

(4) 명령 처리

시뮬레이터 PC와 게이트웨이에서의 제어 명령

을 받아 수행한다.

(5) 실시간 데이터 처리

LabVIEW RTOS는 데이터의 입력, 데이터 출력의 모든 처리를 실시간으로 수행한다.

(6) GPIB, LAN, RS-232, RS-422, 아날로그/디스크릿 입출력 인터페이스

(7) 시간 동기화

LabVIEW RTOS는 타임 코드 생성기에서 보내는 시간 정보를 서버에서 시뮬레이터와 게이트웨이에 보내어 실시간 데이터 처리에 시간 동기화를 이룬다.

2.2.2 게이트웨이 PC와 게이트웨이

시뮬레이션 시스템에서 게이트웨이는 시뮬레이터에서 전송되는 데이터를 일정 포맷형태로 재구성하여 서버로 전송하고 게이트웨이 PC가 콘솔의 기능으로 서버에 보낸 명령을 서버로부터 받아서 시뮬레이터에 전송하는 기능을 가진다. 게이트웨이 PC에서 LabVIEW를 사용하여 작성된 게이트웨이 프로그램은 LabVIEW RTOS 운영 프로그램에 TCP/IP를 통해 다운로드되어 게이트웨이로서의 역할을 다음과 같이 수행한다.

(1) PCM 데이터 디코딩

시뮬레이터 PC로부터 주어지는 PCM 데이터 포맷에 맞추어 시뮬레이터로부터 받은 PCM 데이터를 디코딩하며, 이 데이터에 시간정보, 엔지니어링 단위 등을 추가하는 작업을 한다.

(2) 명령 처리

게이트웨이는 서버를 통해 입력된 게이트웨이 PC(콘솔의 임무를 수행시)의 명령을 수행한다.

(3) 실시간 데이터 처리

LabVIEW RTOS는 데이터의 입력, 게이트웨이 기능, 데이터 출력의 모든 처리를 실시간으로 수행한다.

(4) GPIB, LAN, RS-232, RS-422, 아날로그/디스크릿 입출력 인터페이스

LabVIEW RTOS는 데이터의 입출력을 위해 GPIB, LAN, RS-232, RS-422, 아날로그/디스크릿 입출력 인터페이스를 사용한다.

(5) 시간 동기화

LabVIEW RTOS는 서버에서 보내는 GPS 시간으로 시간 동기화를 이룬다.

2.2.3 데이터 분배 서버

데이터 분배 서버는 발사체 시뮬레이션 시스템을 구축하기 위해 여러 가지 역할을 수행한다.

첫째, 발사체로부터 측정 되는 End Item의 압력, 템벨, 온도, 가속도, 변형률 등의 정보 및 시스템 상태를 수집하고 분석하여 분배하는 기능이다.

둘째, 게이트웨이와 자신의 현 상태를 지속적으로 감시하다 이상 발생을 감지하면 이상 발생 보고서를 작성하고, 이를 운용자와 명령 제어 서버의 시스템 감시 기능에 보고하는 기능이다.

셋째, 지속적으로 수집되는 데이터에 대한 저장 기능이다. 데이터 분배 서버는 시뮬레이터로부터 발생되는 PCM 데이터와 게이트웨이에서 처리된 Changed 데이터 그리고 데이터 분배 서버에서 처리된 측정 데이터를 발생 순서와 종류에 따라 모두 저장하는 역할을 수행한다. 이는 발사 시험 종료 후 분석을 위한 기본 자료로 제공된다.

이처럼 데이터 분배 서버는 시뮬레이션 시스템을 구성하는 모든 데이터를 분석/분배하는 역할을 수행하게 된다.

2.2.4 명령 제어 서버

명령 제어 서버는 가상 발사체의 시험 및 발사 과정을 제어하기 위한 수동/자동 제어와 시뮬레이션 시스템의 시간 동기화를 위한 소스 역할을 담당한다.

가상 발사체의 시험 및 발사 시퀀스 제어는 외부 전력 공급 명령이나 산화제 및 연료 주입 절차 등의 발사 과정에서 필요로 하는 절차를 수행한다. 이들의 명령은 운용자에 의한 수동 제어와 사전에 정의된 명령 시퀀스 시나리오에 따른 자동 제어로 나눠질 수 있다. 수동/자동 제어 외에 명령 제어 서버는 명령에 대한 인증 및 허용 상태 유무를 확인하는 명령 검증 기능, 그리고 발사 시험 및 발사 과정 시나리오에서의 현재 수

행하고자 하는 명령의 적합성을 확인하는 기능 등이 명령 제어 서버를 통해 수행된다. 이러한 기능 절차를 통과하면 게이트웨이로 명령을 전달한다.

시스템 시간 동기화는 발사체 시뮬레이션 시스템을 구성하고 있는 게이트웨이, 명령 제어 서버, 데이터 분배 서버, 시뮬레이터/시뮬레이터 PC, 그리고 게이트웨이 PC의 시간을 동기화하기 위한 시간 동기화 신호를 발생시키고 각 서브 시스템으로 동기화 정보를 IRIG-B로 제공하는 역할을 수행한다.

2.3 주요장비 개념설계

시뮬레이션 시스템 개념설계를 위해 객체지향 분석설계 방법인 UML(Unified Modeling Language) 언어를 사용하였다. UML은 시스템의 기능, 요구사항, 상호 연관관계 등을 가장 명확히 표현할 수 있는 모델링 언어로서 설계자, 개발자, 사용자 모두에게 개발개념의 혼선을 방지하고 일관성 있는 개발방향을 제시할 수 있다는 장점이 있다. 개념설계과정을 통하여 유즈케이스 다이어그램, 시퀀스 다이어그램, 클래스 다이어그램 등이 산출되었으나, 본 논문에서는 시스템의 기능과 연관관계를 파악할 수 있는 유즈케이스만을 기술하였다.

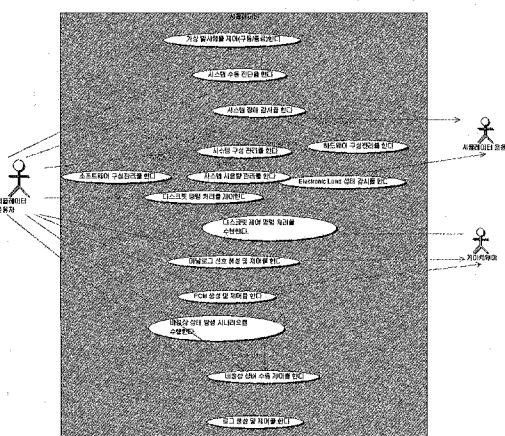


그림 4. 시뮬레이터 유즈케이스 다이어그램

2.3.1 시뮬레이터

시뮬레이터는 그림 4와 같이 게이트웨이, 시뮬레이터 운용자와 같은 액터를 가진다. 또한, 가상발사체제어와 데이터생성 및 전송 등의 유즈케이스와 유즈케이스간의 연관관계를 나타낸다.

2.3.2 게이트웨이

게이트웨이의 유즈케이스 다이어그램은 그림 5와 같다. 게이트웨이는 운용자, 시뮬레이터, CCS, Time, 직류 전원공급장치, 게이트웨이 하드웨어 등과 같이 많은 액터가 존재하게 되며, 주요 유즈케이스로는 측정데이터 처리 및 제어명령 처리가 있다.

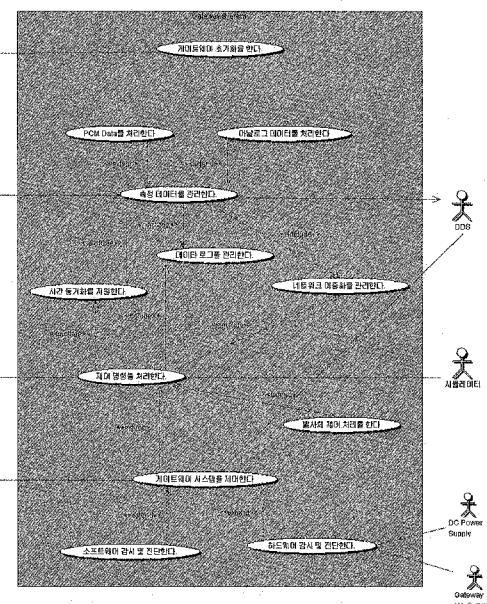


그림 5. 게이트웨이 유즈케이스 다이어그램

2.3.3 명령제어 및 데이터분배서버

명령제어 및 데이터분배서버의 유즈케이스 다이어그램을 그림 6과 그림 7에 각각 도시하였다.

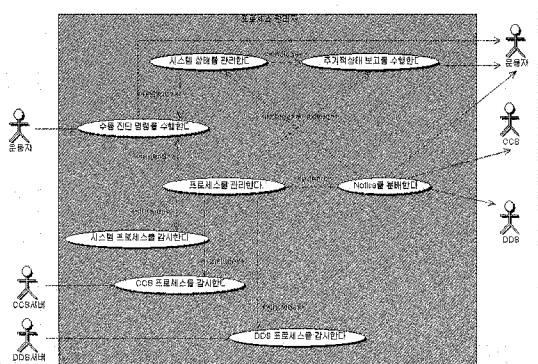


그림 6. 명령제어서버 유즈케이스 다이어그램

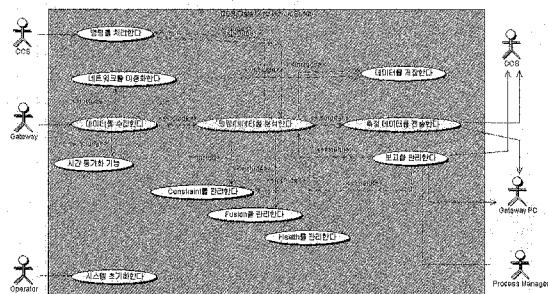


그림 7. 데이터분배서버 유즈케이스 다이어그램

3. 실시간 데이터 처리능력 시험평가

3.1 시뮬레이션 시스템 평가 범위

시뮬레이션 시스템은 앞서 기술한 기능들의 최소 단위를 선정하여 실제 개발 중에 발생할 수 있는 위험요소들을 찾고자 하는데 있다.

본 논문에서는 시뮬레이터, 게이트웨이 장비에 대한 하드웨어적, 소프트웨어적 실시간 데이터 처리능력을 10ms로 가정하여 시험평가 했으며 또한 게이트웨이와 데이터 분배 서버와의 처리능력은 안정성을 고려하여 1초로 가정하여 시험평가 하였다.

3.2 하드웨어적 실시간 데이터 처리능력 평가

그림 8, 그림 9는 시뮬레이션 시스템에서 시뮬레이터와 게이트웨이를 구성하고 있는 보드들의 하드웨어적 실시간 데이터 처리능력을 평가하기 위한 LabVIEW VI를 도시한 것이다.

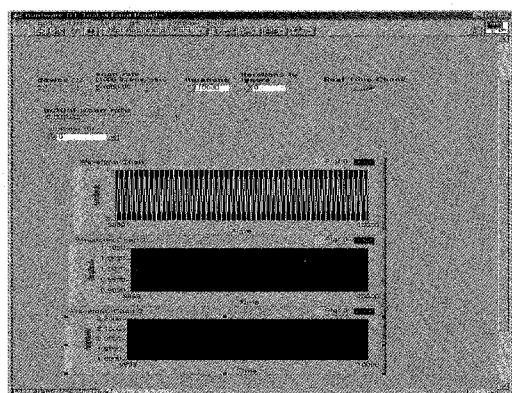


그림 8. 하드웨어적 실시간 처리 능력 평가

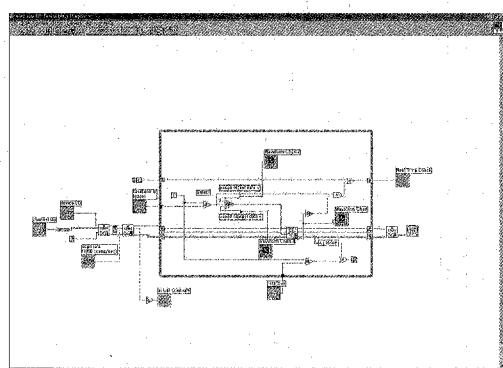


그림 9. 하드웨어적 실시간 처리 능력 평가

그림 10은 하드웨어적 실시간 처리 결과를 보여준다. LabVIEW에서 데이터 처리과정 중 버퍼의 양을 체크하는 Single Scan기능을 이용하여 메모리에 저장되는 데이터 bit를 체크하여 실시간적으로 데이터를 처리하는지를 확인하였다.

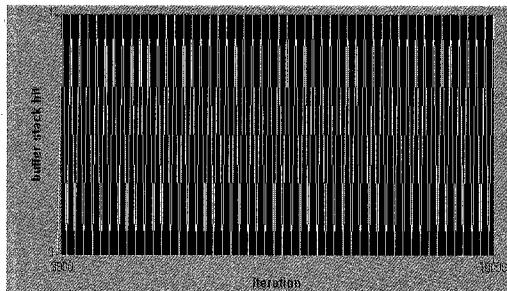


그림 10. 하드웨어적 실시간 처리 결과

그림 10에서 1000 samples/sec로 10000번 데이터를 수집하였을 때 버퍼에는 0~1bit만이 남는 것을 알 수 있다. 실시간 데이터 처리시 버퍼를 거의 사용하지 않는다는 것을 확인할 수 있다.

3.3 실시간 데이터 처리를 위한 운용 소프트웨어

실시간 데이터 처리의 개념은 시스템에서 데이터 처리에 대한 시간을 정확하게 규정한 것으로 OS 환경에서 외부의 인터럽트 혹은 이벤트에 대한 구애를 받지 않고 정확한 데이터 처리 시간을 보증해야 한다. 또한 최대의 성능과 정확성을 가져야 하며 루프타임을 벗어난 시간(Jitter)를 최소화 할 수 있어야 한다. 시뮬레이션 시스템을 구성하는 PXI 모듈들과 호환이 잘되는 LabVIEW RTOS 환경하에서 임베디드 LabVIEW VI(Virtual Instrument) 프로그램을 개발하여 시험평가를 수행하였다.[6]

3.4 소프트웨어적 실시간 데이터 처리능력 평가

그림 11, 그림 12는 시뮬레이터와 게이트웨이를 구성하는 모듈에 대한 소프트웨어적 실시간 처리 능력을 평가하기 위해 개발한 LabVIEW VI를 보여준다. 표 2에 시뮬레이터와 게이트웨이에 대한 소프트웨어적 실시간 처리 결과를 나타내었다. 루프를 1000번 수행하게 하여 1000 Hz를 발생하게 하였을 때 그 정밀도를 LabVIEW

RTOS 환경과 Window OS 환경하에서 비교하였다. LabVIEW RTOS 환경과 Window OS 환경에서의 비교값을 보면 Jitter가 Window OS 환경이 LabVIEW RTOS 환경보다 약 200배 크다는 것을 알 수 있으며 루프율 및 표준편차도 LabVIEW RTOS 환경이 우수하다는 것을 알 수 있다.

표 2. 소프트웨어적 실시간 처리 결과

	OS	루프 횟수	Incp. rate mean (Hz)	Max jitter (ms)	표준 편차 (ms)
시뮬레이터	LabVIEW RT	1×1000	999.31	0.61	0.18
	Windows	1×1000	996.82	129.63	9.47
게이트웨이	LabVIEW RT	1×1000	999.31	0.62	0.19
	Windows	1×1000	996.81	120.69	11.54

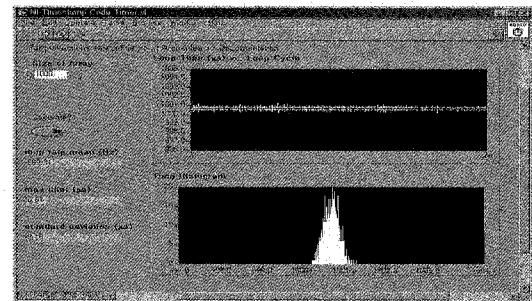


그림 11. 소프트웨어적 실시간 처리

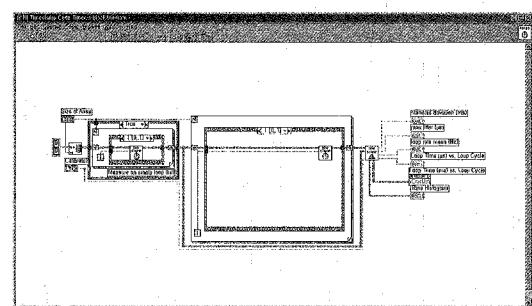


그림 12. 실시간 처리 소프트웨어

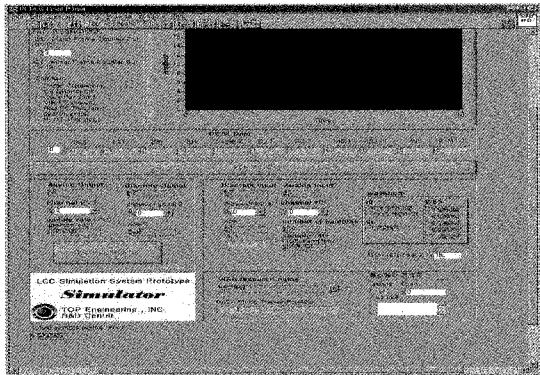


그림 13. 시뮬레이터 GUI

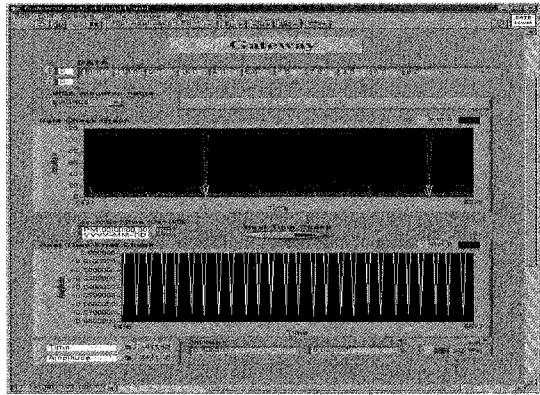


그림 15. 게이트웨이 GUI

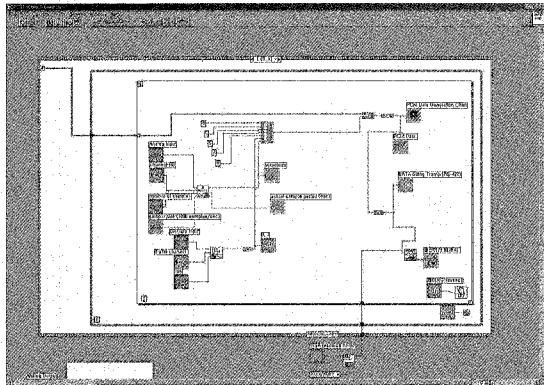


그림 14. 시뮬레이터 블록 다이어그램

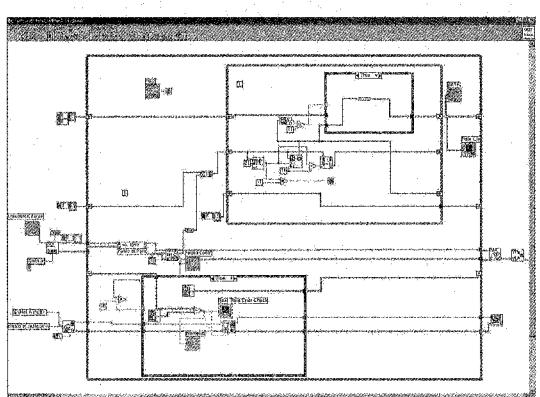


그림 16. 게이트웨이 블록 다이어그램

그림 13, 그림 14, 그림 15, 그림 16은 시뮬레이터에서 게이트웨이로의 데이터 전송을 위한 LabVIEW VI를 보여준다. PCM 형식의 데이터를 시뮬레이터에서 게이트웨이로 보내게 된다. 프로토 타입에서 시뮬레이터와 게이트웨이는 GPIB 통신은 구현하지 않았으며 시간 동기화는 타이밍 서버가 아닌 RTOS 시간으로 데이터의 전송 처리속도를 측정하였다. 시뮬레이터에서 사용된 PCM 데이터의 규격은 표 3과 같다. PCM 데이터는 RS-422 통신을 통하여 송수신하였다. RS-422 통신은 RS-232C 통신에 비해 전송거리가 현격히 길고(통상 1Km), 고속도의 전송이 가능하며, POINT TO POINT 모드와 MULTI DROP 모드의 2가지 모드로 사용할 수 있는데, 이로써 1:N(멀티 드롭)의 접속이 가능하다.[7]

표 3. PCM 데이터 형식

항 목	규 格
ID0	0~19
ID1	0~3
Minor Frame /Major Frame	4
Words/Minor Frame	16
Bits/Word	8

게이트웨이는 10ms의 처리속도로 시뮬레이터에서 보내주는 PCM 데이터에 대해 실시간 데이터 수신 및 디코딩하여 GUI에 보여주고 저장하게 하였다.

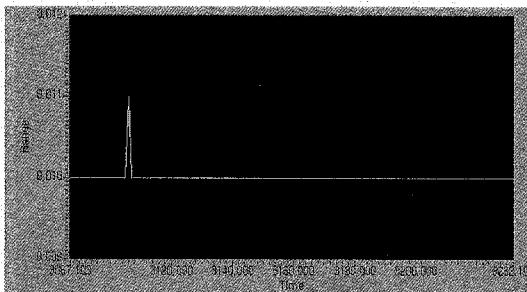


그림 17. 시뮬레이터, 게이트웨이 데이터 처리

그림 17은 시뮬레이터와 게이트웨이 사이의 PCM 데이터 처리 결과를 보여준다. X축은 데이터가 들어오는 시간을 나타내고 Y축 값은 데이터 처리 시간을 나타낸다. 10ms의 실시간 처리 조건을 주었을 때 정확하게 10ms로 데이터를 처리하는 것을 알 수 있다. 여기서 0.011sec 값은 하드웨어 결선에 의한 노이즈에 의해 순간 발생 된 것이다.

그림 18, 그림 19는 시뮬레이터로부터 받은 데이터를 게이트웨이에서 데이터 분배 서버에 처리된 데이터를 보내기 위한 LabVIEW VI를 보여준다. 게이트웨이에서는 RS-422포트를 이용하여 시뮬레이터로부터 데이터를 수신하며 수신한 데이터의 처리시간과 시뮬레이터의 수신 처리의 독립성을 위해 RT FIFO로 데이터를 전달한다.

처리 모듈에서 RT FIFO를 이용하여 데이터를 수신하여, 이진화된 데이터 중에 동기화 코드를 추출하여 데이터의 정확성 여부를 판단한다. 수신한 데이터를 디코딩을 하기 위하여 수신 데이터의 이진화를 수행 한 후, 이진 처리된 데이터를 디코딩 규칙에 의해 각각의 End Item 이름과 값을 추출한다. 추출된 End Item과 값에 PCM 데이터의 수신 시간과 송신 직전의 시간을 추가하고 End Item 이름과 값, 수신 시간, 송신 시간을 데이터화 하여 TCP/IP를 통하여 데이터 분배

서버로 전달한다.

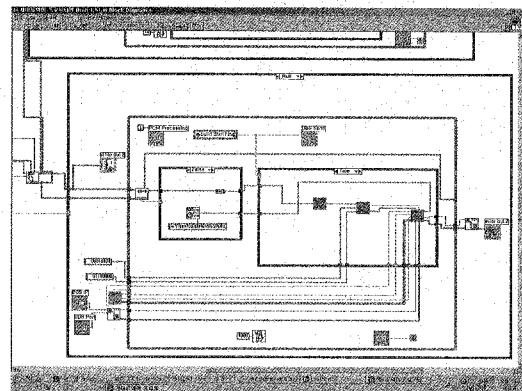


그림 18. 게이트웨이 TCP/IP

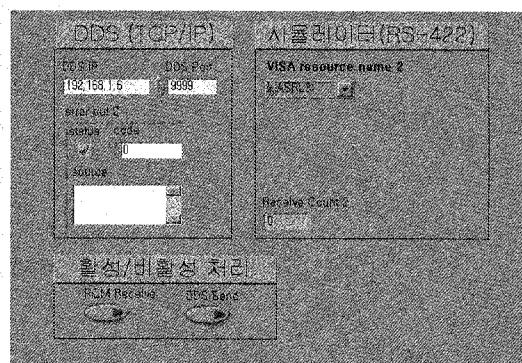


그림 19. 게이트웨이 GUI

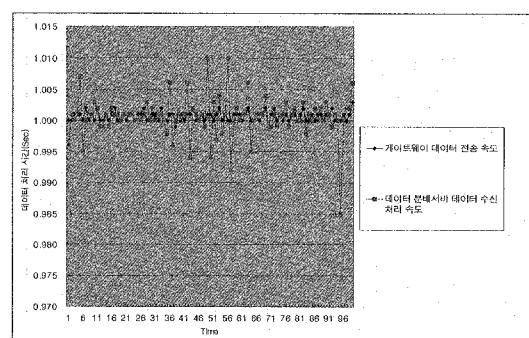


그림 20. 게이트웨이, 데이터분배서버 데이터 처리

그림 20는 게이트웨이에서 보낸 데이터를 데이터 분배 서버까지 처리된 결과를 보여준다. X 축은 테스트 시간을 나타내고 Y축 값은 데이터 처리 시간을 나타낸다. 1초 간격으로 데이터 처리를 하도록 하였을 때 Jitter에 의해 오차가 발생하지만 데이터 처리가 실시간적으로 이루어지는 것을 확인 할 수 있다.

4. 결 론

발사 시뮬레이션시스템은 발사체의 전기적 인터페이스를 모사하는 기능과 발사관제시스템의 주요 장비들로 구성되어 있다. 본 논문에서는 시뮬레이션시스템의 개념설계와 하드웨어적, 소프트웨어적 실시간 데이터 처리능력을 시험 평가하여 그 결과를 분석하였다.

시뮬레이터와 게이트웨이에 대한 실시간 처리 능력을 보았을 때 하드웨어적으로는 버퍼를 점유하는 시간을 최소화 하였으며 소프트웨어적으로는 Jitter를 최소화 하여 계산루프의 정확성을 최대화함으로써 요구되는 10ms의 실시간 데이터 처리를 하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 게이트웨이와 데이터 분배 서버와의 데이터 처리를 1초로 수행하게 하였을 때 실시간 데이터 처리를 하는 것을 확인 하였다.

향후 시뮬레이션시스템의 상세설계 및 구현을 수행할 것이며, 확장된 PCM 데이터 포맷을 사용하여 전체 시스템에 대한 실시간 데이터 처리능력을 시험평가 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 최원, 정해욱, 서진호, 홍일희, "KSLV- I 발사 관제센터 시뮬레이션 시스템 실시간 데이터 처리를 위한 프로토타입 시험평가", 한국항공 우주학회 춘계학술논문 발표회, 2004. 4. 16.
2. 서진호, 신명호, 홍일희, 이영호., "KSLV- I 발사관제시스템 개발개념설계", 한국항공우주학회 추계학술논문발표회, 2003. 11. 14.
3. 서진호, 홍일희, "우주발사체 발사시험을 위한 실시간 원격제어시스템 개념 설계", 제 4회 우주 발사체기술 심포지움, 2003. 5. 30.
4. W.E. Hammond, "Design Methodologies for space Transportation Systems", Reston, AIAA Inc, 2001.
5. 김광수, 신명호, 서진호, 홍일희, 박정주, 조광래 "액체추진 과학로켓을 위한 발사 통제시스템 개발", 한국항공우주학회 추계학술논문발표회, 2002. 11. 8., p882 ~ p885.
6. 꽈두영, "LabVIEW Express", ohm사, 2003.
7. 이상래, 이수진, 이재득, "RS-485 버스를 이용한 KSR-III 데이터 취득시스템 개발", 한국항공우주학회지, Vol 29, 2001.10, p103 ~ p110.