정지궤도복합위성의 IMGL 통신 소프트웨어 설계 및 구현

강수연*
*한국항공우주연구원 위성비행소프트웨어팀
e-mail: sykang@kari.re.kr

Design and implementation of IMGL Communication Software on GEOKOMPSAT-2

Soo-Yeon Kang*
*Satellite Flight Software Team, Korea Aerospace Research Institute

요 약

인공위성은 다양한 센서장치, 구동장치, 전자장치들로 구성되어 있으며, 위성을 제어하는 컴퓨터 장치는 이들 장치들과 다양한 종류의 통신 버스로 연결되어있다. 정의된 프로토콜에 따라 명령을 전송하고 장치들의 상태 정보를 수집하여 위성을 운영한다. 위성에서 많이 사용되는 대부분의 상용 센서나 구동장치들은 표준화된 버스 (ex, 1553B, CAN, UART, etc ...) 인터페이스를 지원한다. 그러나 위성의 임무나 설계에 맞게 특수하게 제작된 장치의 경우는 범용의 버스보다는 용도에 적합한 프로토콜이 설계되고 제작된다. 본 논문에서는 2018년 발사 예정인 정지궤도복합위성 컴퓨터 장치 (GMU) 내의 프로세스 모듈과 시스템의 이상상태를 감지하여 GMU의 운용 모드 및 형상의 변경을 담당하는 MRE 모듈사이의 통신을 담당하는 IMGL 설계를 소개하고 IMGL 운영을 담당하는 소프트웨어 설계 및 구현 내용을 기술한다.

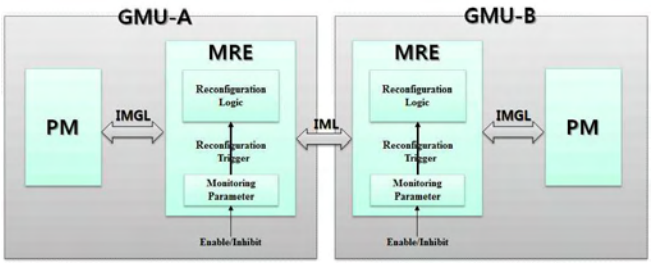
1. 서론

한국항공우주연구원은 천리안위성의 후속 임무를 수행할 정지궤도 복합위성 2기 (GK2A, GK2B)를 개발하고 있다[1]. 특히 위성 핵심기술인 탑재컴퓨터와 탑재컴퓨터에 탑재되어 위성 전반을 운영하는 비행소프트웨어는 국내 독자적으로 개발되고 있다[2].

GMU (GK2 Management Unit) 장치는 위성의 제어를 총괄하는 컴퓨터 장치로 Hot-Standby 잉여구조이며 내부에는 여러 모듈들로 구성되어 있다. 그중에서 PM (Processor Module)은 TSC695F 프로세서[3] 및 메모리를 탑재한 모듈로써 비행소프트웨어가 탑재되어 실행되는 환경을 제공하는 핵심 모듈이다. PM은 다른 하드웨어 장치들 또는 GMU 내부 보드간의 인터페이스 및 동기화, WDT (Watch Dog Timer) 기능을 제공한다[4].

MRE (Monitoring Reconfiguration Unit) 모듈은 안정적인 운영을 위해 내부에 별도의 전원 공급 장치를 보유하며 위성 시스템의 이상상태를 감지하여 복구를 수행하는 장치로 주요 기능들은 다음과 같다. PM의 CPU 정지를 모니터링하기 위한 WDT 기능, PM 모듈과의 통신채널인 IMGL (Inter MRE GMU Link) 기능, 다른 GMU MRE 모듈과의 통신 채널인 IML (Inter MRE Link) 기능, 오류가 발생한 경우에 위성 운영 모드 변경 및 GMU 형상을 재구성 기능을 제공한다. 특히 설정된 Monitoring Parameter를 근간으로 이상 상태를 감지하여 이상상태가 감지되면 GMU의 형상을 변경하여 위성을 안정 상태로 만들어 위성의 신뢰성을 보장하는 매우 중요한 역할을 한다.

그림 1은 각각의 GMU 장치 내부에서 PM 과 MRE 사이의 연결 및 GMU-A와 GMU-B 사이의 연결 구조를 보여준다. IMGL은 PM 모듈과 MRE 모듈사이의 통신채널이며, IML은 GMU-A MRE 모듈과 GMU-B MRE 모듈사이의 통신채널이다.



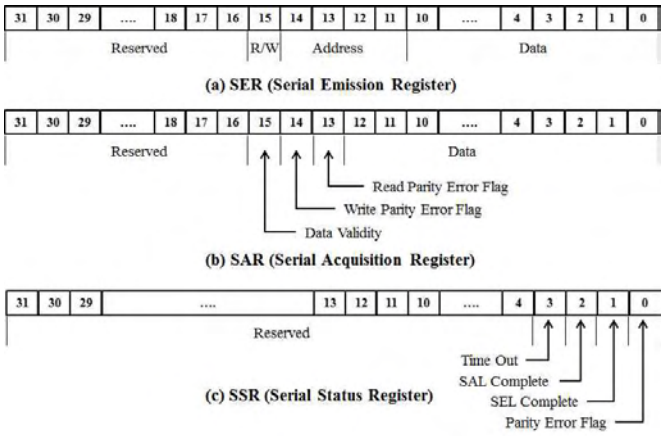
(그림 1) IMGL 통신 채널 형상

IMGL을 통해 MRE 모듈내의 Monitoring Parameter의 mask를 설정하거나 mask 정보를 읽어오며 MRE에 의해서 발생한 재구성 및 리셋의 원인 정보를 확인한다. 또한 PM 모듈은 IMGL 통신채널을 통해 주기적으로 MRE WDT를 리셋시키므로써 CPU가 정지되지 않음을 알린다. PM 모듈과 MRE 모듈 사이의 통신 채널인 IMGL에 대한

통신 프로토콜 및 전반적인 운영은 비행소프트웨어가 담당하도록 설계 및 구현되었다.

2. IMGL 통신 채널 하드웨어 구조

IMGL은 PM 모듈에서 MRE로 명령을 보내는 SEL (Serial Emission Link) 과 MRE로부터 데이터를 읽어오는 SAL (Serial Acquisition Link)로 구성된다. 하드웨어적으로 IMGL_SER(명령)/IMGL_SAR(데이터) 레지스터에 쓰기 동작을 하면 Enable 신호가 발생하여 MRE가 명령을 수신 혹은 데이터를 송신하도록 설계되었다.

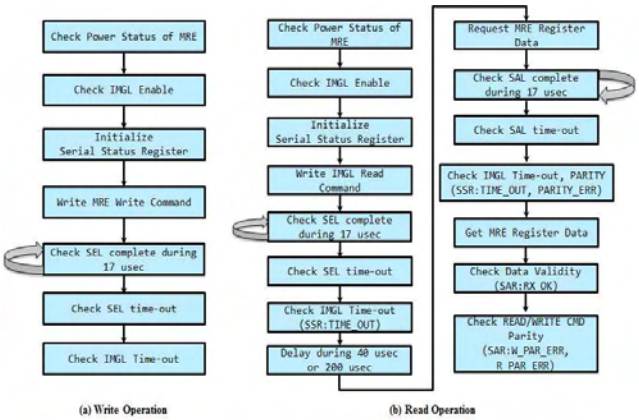


(그림 2) IMGL 레지스터 종류 및 구조

그림 2는 IMGL 통신을 위한 레지스터들의 종류 및 구조를 보여준다. SER (Serial Emission Register)은 MRE로 전송할 명령 레지스터로써 R/W 비트는 MRE 레지스터에 데이터 쓰기(1) 또는 읽기(0)를 나타내며 Address 비트는 접근하고자 하는 MRE 레지스터들의 주소를 나타낸다. Data 비트는 MRE 레지스터에 쓰기를 할 경우에만 유효하다. SAR (Serial Acquisition Register)은 MRE 레지스터들의 데이터를 읽어오는 사용되는 레지스터로써 Data Validity 비트는 Data가 유효한 데이터인지를 나타내고 Read/Write Parity 비트는 Read/Write 명령 전송 시에 패리티 오류가 발생할 경우에 각각 표시되는 비트이다. SSR (Serial Status Register)은 Read/Write 명령을 수행할 때 발생되는 타임아웃, SEL/SAL 운영 완료, 패리티 오류 정보들을 알려주는 레지스터이다.

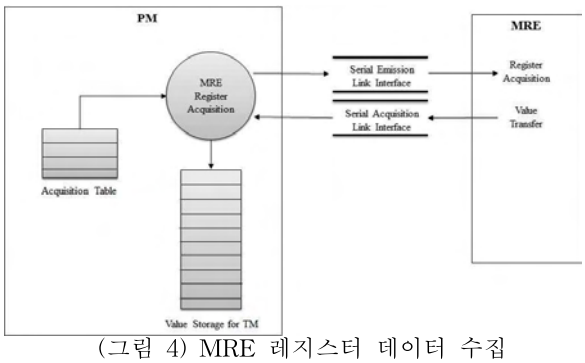
3. IMGL 통신 소프트웨어 설계 및 구현

IMGL 통신은 기본적인 Read/Write 운영 방식을 통해서 수행되어지도록 설계하였다. 그림 3은 IMGL Read/Write 운영 흐름을 보여준다. Read/Write 동작은 항상 MRE의 전원 상태와 IMGL 통신 채널 사용 가능상태를 점검한 뒤 수행하도록 한다. MRE 전원이 커져있거나, IMGL 통신이 가용한 상태가 아닌 경우에는 IMGL 통신 기능은 수행하지 않고 오류를 발생시켜 IMGL 통신이 수행되지 않음을 알린다. 정상동작인 경우에는 SSR 초기화를 수행하고 명령을 전송한 뒤에 SEL이 완료되었는지를 SSR SEL complete flag(1)를 읽어 확인한다. 이때 해당 정보를 확인은 폴링방식으로 점검하며 전달되는 명령 데이터의 크기를 고려했을 때 17 μsec가 넘은 경우에는 타임아웃 오류를 발생시켜 명령이 MRE로 전달되지 않음을 알린다. Read 명령을 전송하는 경우에는 데이터 획득을 위해서는 해당 MRE 내의 레지스터는 40 μsec, IML로 연결된 다른쪽 GMU의 MRE 데이터를 읽어 올 경우에는 200 μsec 지연 시간을 고려한다. SSR의 정보들 외에 SAR의 Parity Error, Data 유효성을 체크하는 부가적인 동작을 수행하여 MRE 레지스터의 데이터를 획득한다.



(그림 3) IMGL Write/Read 운영 흐름도

MRE WDT를 주기적으로 리셋하기 위해서는 100msec 주기를 갖는 tONE 태스크에서 IMGL Write operation을 호출하도록 구현하였다. 또한 지상명령 요청에 의한 Read/Write 명령 외에 주기적인 MRE 레지스터 정보의 수집은 그림 4와 같은 방식으로 운영된다.



(그림 4) MRE 레지스터 데이터 수집

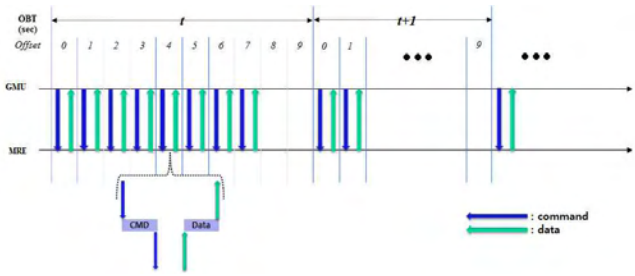
수집할 데이터는 정보는 테이블로 저장되며, IMGL 통신 소프트웨어는 각각의 MRE 레지스터 데이터를 수집 주기, 옵셋 정보를 참조하여 획득 및 저장하여 지상으로 전달 또는 위성 운영에 활용하도록 한다. 표 1은 MRE 레지스터 각각의 데이터의 수집 주기와 옵셋을 보여주고 있다. 예를 들어 “Reset Status Register”는 매 1초마다 (period 1은 100msec), 1초 내에 offset은 1, 즉 1초 내에

서 2번째 100 msec 내에 획득되는 것을 알 수 있다. Enable 정보가 '0'으로 지정이 된 경우에는 데이터 획득을 수행하지 않는다. 데이터 획득 정보를 테이블 방식을 사용하는 경우에는 코드의 변경없이 데이터베이스 변경으로 가능하기 때문에 개발, 시험, 궤도 운영등 모든 단계에서 유지보수에 편리성을 제공한다.

<표 1> MRE 레지스터 데이터 획득 정의 테이블

MRE Register Acquisition Table			
enable	period	offset	command
1	10	0	Read Multiple Reset Enable/Disable Register
1	10	1	Read Reset Status Register
1	10	2	Read Intermediate Mask Register
1	10	3	Read Mirror Mode Status Register
1	10	4	Read Effective Mask Register
1	10	5	Read Local Monitoring Parameter Status Register
1	10	6	Read Monitoring Parameter Input State Register
1	10	7	Read Remote Monitoring Parameter Status Register

그림 5는 표 1에 정의된 MRE 레지스터 데이터들의 분산 획득을 보여주고 있다. 획득이 필요한 MRE 레지스터들은 총 8개이며 모든 데이터는 매 1초마다 수집되어야 한다는 요구사항을 만족시키기 위한 방안으로 모든 데이터를 동시에 수집하지 않고 1초 안에 분산 수집하는 방법을 사용하였다. 이 방안은 IMGL 통신에 집중적으로 소요되는 시간을 방지함으로써 안정적인 IMGL 통신 운영을 보장한다.



(그림 5) MRE 레지스터 데이터 분산 수집

5. 결론

본 논문에서는 2018년 발사 예정인 정지궤도 복합위성 컴퓨터 장치인 GMU 내의 프로세스 모듈(PM)과 시스템의 이상상태를 감지하여 GMU의 운용 모드 및 형상의 변경을 담당하는 MRE 모듈과의 통신을 담당하는 IMGL 통신 채널에 대한 하드웨어 설계를 소개하고 이를 운영하기 위한 소프트웨어 설계 및 구현 내용에 대하여 기술하였다.

참고문헌

[1] 강수연, 구철회, 박수현, "천리안위성 비행소프트웨어 소개", 한국정보처리학회, 추계학술발표대회 논문집, Vol. 18, No. 2, pp. 76-79, 2011.
[2] 강수연, 최종욱, 이재승, 채동석, 박수현, 양승은, 신현규, 천이진, "정지궤도 복합위성 비행소프트웨어 개발 현황", 한국정보과학회, 추계학술발표대회 논문집, pp. 98-100, 2013.
[3] Atmel, http://www.atmel.com/devices/TSC695F.aspx
[4] 권동영 "GK2 H/W to S/W Interface Control Document for GMU", GK2-D0-480-102, April 2015.