

## NASA CFS 기반의 차세대중형위성 자료저장장치 비행소프트웨어 개발

최현웅<sup>1\*</sup>, 김종천<sup>1</sup>, 박정태<sup>1</sup>, 오대수<sup>1</sup>

루미르주식회사<sup>1</sup>

### The development of CAS500 IDHU Flight Software based on NASA CFS

Hyunwoong Choi<sup>1\*</sup>, Jongchun Kim<sup>1</sup>, Jungtae Park<sup>1</sup>, Daesoo Oh<sup>1</sup>

**Key Words :** FSW(비행소프트웨어), Image Data Handling Unit, core Flight System, core Flight Executive, CAS500-1(차세대중형위성),

## 1. 서 론

차세대중형위성(CAS500-1)에 탑재되는 자료저장장치(IDHU, Image Data Handling Unit)는 광학탑재체가 촬영한 이미지 데이터를 저장 및 처리하는 기능을 제공한다.

IDHU 비행소프트웨어를 개발함에 있어 품질 보증, 개발기간 단축, 협업, 재사용율을 높이기 위해 NASA GSFC(Goddard Space Flight Center)에서 제공하는 CFS(Core Flight System)를 기반으로 IDHU 비행소프트웨어를 개발하였다.

CFS는 1992년에 처음 적용되어, 최근 2009년 LRO(Lunar Reconnaissance Orbiter) 위성까지 총 14개의 위성에 적용된 소프트웨어 플랫폼이다<sup>(4)</sup>. 이를 바탕으로 CFS의 Heritage가 증명되었으며, 관련 문서와 핵심 소스코드는 NASA 웹사이트에 공개되어 있다<sup>(5)</sup>.

국내에서는 실제 위성체나 탑재체에 CFS를 적용한 사례가 없으며, CFS의 적용 가능성과 개발에 대한 선행 연구가 진행되었다. 구철희 등<sup>(1)</sup>의 연구결과 CFS가 리눅스와 RTEMS 4.10에서 실시간 운영에 문제가 없음을 증명하였다. 최원섭 등<sup>(2)</sup>은 CFS 기반의 모듈 개발 및 비행소프트웨어로서 발전 가능성을 제시하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 IDHU 비행소프트웨어

IDHU 비행소프트웨어는 IDHU 제어보드의 Leon3 프로세서 및 RTEMS 운영체제(OS) 위에서 동작한다.

IDHU 비행소프트웨어는 NASA CFS를 기반으로 개발되었으며 구조는 아래 Fig. 1과 같다.

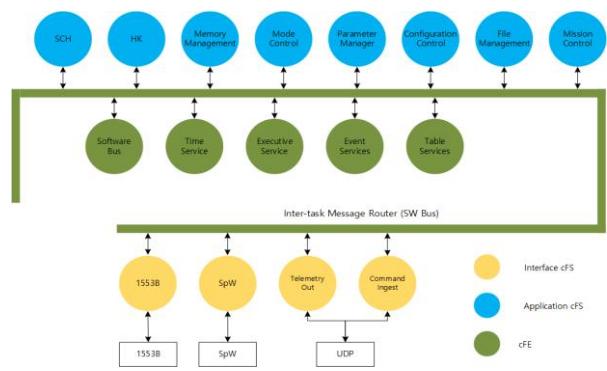


Fig. 1. IDHU Software Architecture

CFS의 각 App은 객체 지향적으로 개발되었으며 재사용 및 유지보수가 용이한 비행소프트웨어이다. 또한 하드웨어나 운영체제로부터 분리되어 단독으로 개발이 가능한 플랫폼이다<sup>(2)</sup>.

Fig. 1에 도시된 총 12개의 CFS App 중 8개의 CFS App은 자체 개발하였으며, Housekeeping, Scheduler, Telemetry Out, Command Ingest는 NASA에서 오픈소스로 제공하는 CFS를 재사용하였다. Table 1은 NASA에서 제공하는 CFS의 기능을 보여준다.

각 CFS App은 core Flight Executive(cFE)에서 제공하는 소프트웨어 버스를 통하여 서로 통신이 가능하며 CCSDS 포맷을 사용한다<sup>(3)</sup>.

Table 1. List of Reused IDHU CFS

범주	모듈	설명
Mission CFS App	Housekeeping	- 하우스 키핑 기능
	Scheduler	- 소프트웨어 버스 스케줄 관리
I/O CFS App	Command Ingest	- UDP 통신 (IN)
	Telemetry Out	- UDP 통신 (OUT)

개발한 8개의 CFS App의 기능은 크게 Mission CFS와 I/O CFS로 구분되며, 상세한 기능은 Table 2와 같다.

Table 2. List of Developed IDHU CFS App

범주	모듈	설명
Mission CFS App	Memory Management	- IDHU 내부 메모리 관리 (SDRAM, MRAM)
	Mode Control	- 모드 변경 기능
	Parameter Management	- IDHU 변수 값 관리
	Configuration Control	- 이미지 데이터 라우팅 제어
	Mission Control	- 저장 및 재생 기능 - 실시간 저장 및 재생 기능
	File Management	- 이미지 파일 관리 - 파일 생성 및 제거 기능
I/O CFS App	1553B	- MIL-STD-1553B 통신
	SpaceWire	- SpaceWire RMAP 통신

## 2.2 IDHU 비행소프트웨어 개발 단계

IDHU 비행소프트웨어는 다음과 같이 3단계의 개발 프로세스를 통하여 개발되었다.

(1) 리눅스 기반에서 CFS App 초기 설계 및 개발이 진행되었다.

(2) Evaluation Board(Leon3, RTEMS 4.10)을 사용하여 기본적인 기능/성능 시험이 이뤄졌다.

(3) IDHU 제어보드(Leon3, RTEMS 4.10) EM(Engineering Model)에서 외부 인터페이스와 IDHU 비행소프트웨어의 기능/성능 시험이 이뤄졌다.

개발 프로세스는 아래 Fig. 2와 같다.

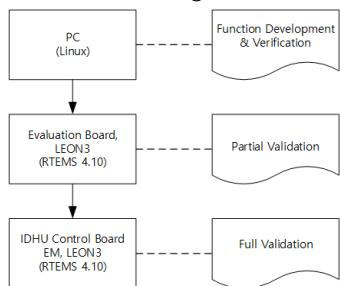


Fig. 2. IDHU Software Development Process Flow

## 2.3 IDHU 비행소프트웨어 개발 결과

IDHU 비행소프트웨어는 IDHU 제어보드 EM의 Leon3 프로세서 및 RTEMS 4.10 운영체제 위에서 동작 및 요구되는 기능/성능이 만족함을 시험을 통해서 증명되었다. Fig. 3은 IDHU 제어보드 EM 및 Test Setup을 보여준다.



Fig. 3. IDHU Control Board EM &amp; Test Setup

## 2.4 결론

본 논문에서는 NASA CFS를 활용하여 IDHU 비행소프트웨어를 개발한 내용에 대하여 기술하였다. 이는 하드웨어나 OS에 관계없이 모듈 형태의 CFS App 개발이 가능하다. 또한 개발된 CFS App은 다른 미션에서도 재사용이 가능하다. 그 예로는 1553B, SpaceWire CFS App이 있다. 이러한 이점을 바탕으로 비행소프트웨어의 안정성과 완성도를 높일 수 있으며, 모듈별 협업을 통하여 시간과 비용을 절약할 수 있다. 개발한 소프트웨어를 바탕으로 실제 운용 중 IDHU 비행소프트웨어의 안정성에 대한 모니터링과 업로드 기능에 대한 테스트를 진행할 예정이다.

## 후기

본 연구는 한국항공우주연구원의 ‘차세대중형위성 CAS500-1’ 연구개발과제의 일부로 수행되었다.

## 참고문헌

- Gu, C.H., Moon, S.T., Lee, H.H., Han, S.H., Joo, G.H., Sim, E.S., “Application of NASA CFS on the Development of Korea Moon Explorer Flight Software,” Proceeding of The Korean Society For Aeronautical And Space Sciences, 2012, pp. 203–207.
- Choi, W.S., Kim, H.D., “The development of software for a 5-dof ground testbed utilizing NASA CFS,” Proceeding of the 2014 KSAS Fall Conference, 2016, pp. 836–838.
- Choi, W.S., Kim, J.H., Kim, H.D., “A Study on developing Flight Software for Nano-satellite based on NASA CFS,” Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 44, No. 11, 2016, pp. 997–1005.
- McComas, D., Stregel, S., Wilmot, J., “core Flight System(cFS) A Low Cost Solution for SmallSats,” NASA Flight Workshop 2015.
- <https://cfs.gsfc.nasa.gov/>, “core Flight System(cFS),” 2016.