

## HAUSAT-2 비행소프트웨어 개발

심창환<sup>†</sup>, 류정환, 최영훈, 장영근  
한국항공대학교 우주시스템 연구실

### FLIGHT SOFTWARE DEVELOPMENT FOR HAUSAT-2 ON-BOARD COMPUTER

Chang-Hwan Shim, Jung-Hwan Ryu, Young-Hoon Choi, and Young-Keun Chang  
Space System Research Lab, Hankuk Aviation University, Goyang 412-791, Korea  
E-mail: s6781819@hau.ac.kr

(Received April 5, 2006; Accepted April 10, 2006)

#### 요 약

HAUSAT-2 비행소프트웨어 개발은 HAUSAT-2의 요구 조건을 분석하였고, 분석 결과에 따라서 HAUSAT-2 비행소프트웨어를 설계하였다. 설계 완료 후 소프트웨어 코딩 및 컴파일을 수행하고, 개별 시험과 통합 시험을 거쳐 비행소프트웨어의 알고리즘을 검증한다. 현재 HAUSAT-2의 개발 상황은 시험 모델에 대한 통합 시험을 마쳤고, 시험 결과를 분석하여 비행소프트웨어의 수정 및 운영 체제 추가 개발을 진행 중에 있다. 본 논문에서는 HAUSAT-2 비행소프트웨어(flight software)의 아키텍처와 전반적인 개발 과정 그리고 개발 환경에 대하여 설명한다.

#### ABSTRACT

HAUSAT-2 flight software was developed by first analyzing the satellite requirements, and incorporating the results into the software. Coding and compiling is done after the software is completed, then individual and integrated tests are performed in order to verify the flight software algorithm. Currently, HAUSAT-2 flight software integrated test has been performed and the test result is serving as a basis for code modification and additional developments. This paper describes the architecture, development process, and development environment of HAUSAT-2 flight software.

*Keywords:* HAUSAT-2, flight software, Nano/Microsatellite

#### 1. 서 론

HAUSAT-2는 25kg급 초소형 위성으로 고도 650km인 태양동기궤도를 가지고 있고, 임무기간은 1년이다. 탑재체는 우주환경 측정을 위한 전자 플라즈마 탐침(Electric Plasma Probe, EPP)과 특정 동물의 위치 추적을 통한 동물 생태 연구를 위한 동물 추적 시스템(Animal Tracking System, ATS)으로 구성된다. 위성 임무에 따른 명령과 데이터 처리를 위해 위성본체에 설계되는 컴퓨터를 탑재컴퓨터라 하며, HAUSAT-2의 경우 탑재컴퓨터는 기능에 따라서 OBC(On-Board Computer)와

<sup>†</sup>corresponding author

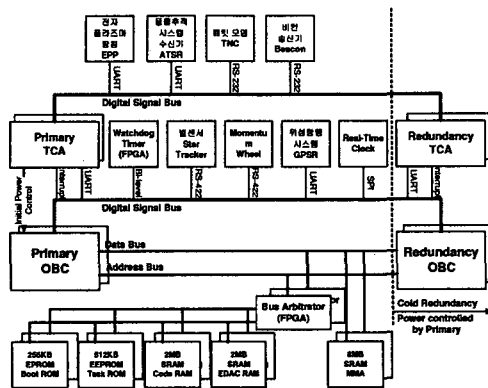


그림 1. HAUSAT-2 탑재 컴퓨터 구조.

TCA(Telemetry Command Assembly)로 나누어진다. OBC는 지상으로부터 명령을 수신 및 분석하고 해당 서브시스템으로 분배한다. 그리고 위성체의 센서들로부터 임무 데이터와 위성 상태 데이터 수집하여 저장 및 지상으로 송신하는 역할을 담당한다. TCA는 OBC로부터 수신한 명령에 따라 센서와 믹스(MUX)를 제어하고, 센서 데이터를 OBC로 전송하는 역할을 담당한다. 이렇게 다른 기능을 가진 탑재컴퓨터의 모듈은 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter)에 의해 연결되어 서로 명령과 데이터를 주고받는다. 탑재컴퓨터에서 동작하는 소프트웨어를 비행소프트웨어라고 하며 HAUSAT-2의 경우 시스템 소프트웨어와 응용소프트웨어로 구성된다(강수연 등 2003). 시스템 소프트웨어는 실시간 운영체제와 실행프로그램(Executive Program)으로 구성되며, 응용소프트웨어는 모듈의 기능에 따라서 설계된다. 그림 1은 HAUSAT-2의 탑재컴퓨터 구조를 보여주고 있다.

OBC는 32-bit RISC processor로 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 지상으로부터 전송되는 명령처리
- 위성 저장 명령의 수행
- 위성 하드웨어 및 탑재체로의 명령 전송
- 전력계(EPs), 열제어계(TCS), 통신계(CS), 탑재체(Payload)로의 명령 전송
- SOH(State Of Health)데이터 수집
- 탑재체 Telemetry 처리
- 대용량 메모리 관리 및 데이터 지상 전송

TCA는 8-bit controller로서 다음과 같은 기능을 수행한다.

- OBC로부터 명령을 받아 수행
- 자세제어계(ADCS), 전력계(EPs), 열제어계(TCS), 통신계(CS)의 센서 및 하드웨어에 명령전송
- 각 서브시스템의 센서들로부터 SOH 데이터를 수집하여 정기적으로 OBC에 전송

## 2. 비행 소프트웨어 아키텍처

HAUSAT-2 비행소프트웨어는 그림 2와 같이 탑재컴퓨터를 초기화하는 Boot, 운영체제(VxWorks) OBC의 내부하드웨어를 관리하는 System, OBC의 외부하드웨어를 관리하는 Application, 그리고

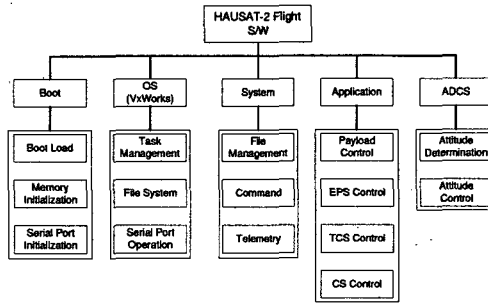


그림 2. 비행소프트웨어 아키텍처.

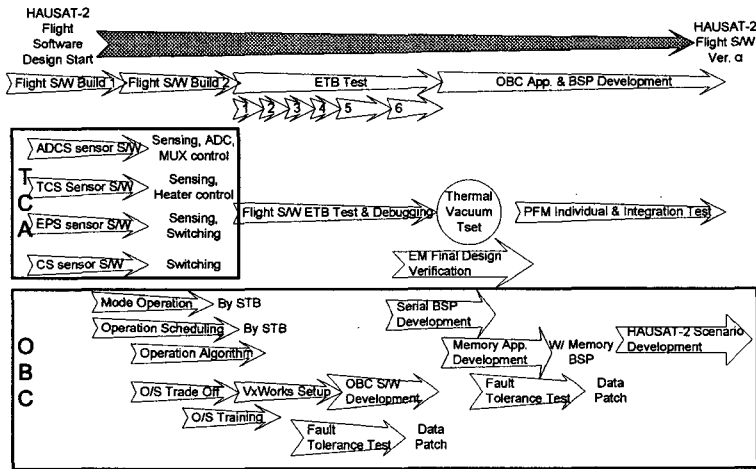


그림 3. 비행소프트웨어 개발 상황.

HAUSAT-2의 자세를 제어하는 ADCS로 구성된다.

Boot는 탑재컴퓨터의 초기화 부분을 담당하며 메모리, 직렬통신, 인터럽트 초기화 등 탑재컴퓨터가 부팅하기위해 필요한 정보들을 담고 있다. OS는 비행소프트웨어 운영체제로서 임무 수행에 대한 태스크 관리, 파일시스템 관리, 직렬통신의 생성, 소멸 등을 담당한다. System은 명령과 텔레메트리 처리를 함으로써 Application의 관리를 담당한다. Application은 탑재체와 위성체에 장착된 각종 센서 관리 및 스케줄관리 등을 담당한다. ADCS는 위성체의 자세결정과 자세제어를 담당한다.

### 3. 비행소프트웨어 개발 과정

HAUSAT-2 비행소프트웨어 개발 절차는 다음과 같다. 먼저 위성의 임무 및 요구조건이 언급되어진 문서들을 분석한 뒤 비행소프트웨어의 요구 조건을 작성한다. 이를 바탕으로 예비 설계와 상세 설계를 수행한 뒤 코드를 작성하고, 작성된 코드를 컴파일하여 실행 가능한 소프트웨어로 구현한다. 이렇게 구현된 소프트웨어는 각각의 서브시스템에 대해 개별 시험과 ETB(Electrical Test Bed)를 이용한 통합 시험을 수행한다. 이러한 일련의 과정 중 비행소프트웨어 개발 중 문제점과 수정사항이 발생하면 비행소프트웨어를 검토하고, 반영한 코드를 재 구현한다. 재 구현된 소프트웨어

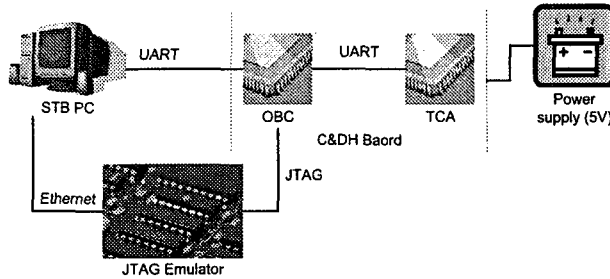


그림 4. STB(Software Test Bed) 구성도.

는 STB(Software Test Bed) 환경에서 정상동작 여부를 확인한다. 현재 HAUSAT-2는 PFM(Proto Flight Model) 통합 시험 단계를 준비 중이다. 그림 3은 비행소프트웨어의 개발 상황을 보여 주고 있다.

#### 4. 비행소프트웨어 개발 환경

STB는 비행소프트웨어 개발을 위한 환경으로 구성되어 있다. STB의 구성은 STB용 OBC 및 TCA, OBC의 processor를 지원하는 JTAG Emulator, 그리고 비행소프트웨어의 동작상황을 감시할 수 있는 STB PC(Personal Computer)로 갖추어져 있다(그림 4).

STB용 C&DH(Command & Data Handling) Board는 탑재컴퓨터에서 사용되는 OBC와 TCA를 포함하고 있으며, OBC에 사용되는 프로세서는 MPC860이며, TCA는 하드웨어 제어를 위한 8-bit Controller인 89C51RD2가 장착되어 있다. JTAG Emulator는 비행소프트웨어 이식과 디버깅 기능을 제공하여 준다. JTAG Emulator는 VxWorks와 연동이 가능하고, OBC의 프로세서를 지원하는 ABATRON사의 BDI2000을 이용한다. OBC 통합 개발 환경인 WindRiver사의 Tornado 2.2 소프트웨어가 설치되어 있는 STB PC는 OBC의 비행소프트웨어 동작 상황을 감시하고, 응용소프트웨어의 이식 및 디버깅을 수행한다. 그리고 디버깅 기능 수행을 위해 OBC와 STB PC는 Ethernet으로 연결되어 있으며, OBC를 통해 생성된 데이터는 UART를 통해 모니터링 된다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 HAUSAT-2 비행소프트웨어의 구성 및 전반적인 개발 과정 그리고 개발 환경에 대해서 서술하였다. HAUSAT-2 비행소프트웨어는 위성체 임무를 수행하기 위한 시스템 소프트웨어와 응용소프트웨어로 설계 및 구현되었으며, ETB를 통해 그 기능을 시험하고 성능을 검증하였다. 이를 기반으로 비행소프트웨어 디버깅을 수행하고, 알고리즘을 검증한 뒤 추후에 개발될 PFM과 FM(Flight Model)에 적용될 예정이다.

**감사의 글:** 본 연구는 과학기술부의 국가지정연구실(National Research Lab.) 사업에 의해 수행된 결과이며, 지원에 감사드립니다.

#### 참고 문헌