

ほどよし SDK を利用した 超小型人工衛星ブレッドボードモデルの開発

Development of a CubeSat Breadboard Model using the Hodoyoshi SDK

関 一至, 野中 瑛介, 首藤 健佑, 浅井 文男
Kazushi SEKI, Eisuke NONAKA, Kensuke SHUTOU, Fumio ASAI
奈良工業高等専門学校情報工学科
Information Engineering, Nara National College of Technology
Email: seki@info.nara-k.ac.jp

あらまし: 全国高専連携宇宙人材育成事業で提案された2機の超小型人工衛星(CubeSat)の実現するため、衛星バスシステムのブレッドボードモデル(BBM)を設計・試作した。衛星搭載コンピュータにはSH4-BoCCHAN-1, ソフトウェア開発環境にはほどよし SDK をそれぞれ採用した。地上局のコマンド受信、モルルス信号のビーコン送信、センサデータの PACKET 送信など、衛星の模擬運用実習に必要な最小限の通信・計測・制御機能は実装できたが、ソフトウェアの開発方法について解決すべき課題が残った。

キーワード: 全国高専連携宇宙人材育成事業, 高専スペース連携, CubeSat, ほどよし SDK

1. はじめに

奈良高専浅井研究室が参画している全国高専連携宇宙人材育成事業⁽¹⁾が平成26年度にスタートし、拠点8高専を中心に全国の高専が連携して、スペースキャンプなどの実践的な人材育成活動に取り組んでいる。また、これらの諸活動と平行して超小型人工衛星(CubeSat)の設計開発することも計画している。

具体的には高知高専と徳山高専が中心となって2機の超小型人工衛星開発が企画・提案されており、衛星のミッション系およびバス系の設計開発、衛星地上局の構築、データ解析プログラムの作成などが拠点高専で取り組まれている。浅井研究室は平成26年度に衛星地上局を構築し、各拠点高専に導入された地上局をネットワークで結ぶ計画を進めている。

2. 研究目的

浅井研究室では平成27年度の卒業研究において、構築した衛星地上局の有効活用と、学生による衛星模擬運用実習を実現するため、上述の宇宙人材育成事業で提案された超小型人工衛星への搭載を想定した衛星バス系の設計・試作を開始することにした。

バス系とは、人工衛星が動作するための基本的な機能を提供するシステムで、複数のサブシステムで構成されている。平成27年度はバス系を構成するサブシステムのうち、C&DH系、通信系、センサ系と呼ばれる3つのサブシステムを3名の学生が分担して設計・試作することにした。具体的には、データ管理やサブシステムの制御を行うC&DH系を野中、コマンドやデータの送受信を行う通信系を関、衛星の動作環境や搭載機器の動作状況を計測・監視するセンサ系を首藤が担当し、それぞれハードウェアとソフトウェアを設計・試作した。研究の最終段階で3名が試作したハードとソフトを統合してバス系のブレッドボードモデル(BBM)を製作し、動作検証実

験を行った。また、本研究で採用したソフトウェア開発環境「ほどよしSDK」の実用性の評価も行った。

3. 研究方法

3.1 試作システムの構成

通信系が受信した地上局からの命令をC&DH系が解読し、命令に応じてセンサ系と通信系を制御する。C&DH系から命令を受けたセンサ系は、指定されたセンサの計測データを取得し、送信用のデータ形式に変換してC&DH系に渡す。C&DH系は通信系を制御して、センサ系から受け取ったデータを地上局に送信する。センサが出力する計測値はバイナリデータなのでASCII文字列に変換し、計測値が直読できる表現形式に変換して送信する。これにより、システムの動作やセンサの計測値が容易に確認できる。システムを構成する各系の機能と連携を図1に示す。

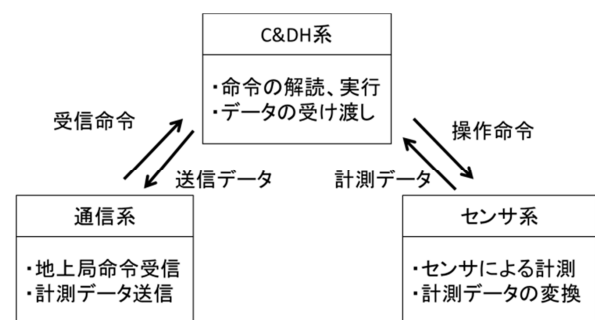


図1 各系の機能と関係動作

3.2 開発環境

ソフトウェアの開発には、研究成果の共有や活用を容易にするため、東京理科大学木村研究室が提供しているオープンソース衛星制御用ソフトウェア開

発環境のほどよしSDK⁽²⁾を、また、衛星搭載コンピュータ(オンボードコンピュータ:OBC)には、ほどよしSDK用に開発されたAstreXのSH4-BoCCHAN-1を、衛星搭載無線通信機には、数多くの採用実績がある西無線の301A型送信機と受信機をそれぞれ採用した。

3.3 開発手順

下記のようにC&DH系、通信系、センサ系の担当者が調整を図りながら各BBMを設計・試作し、動作検証をした後、1つのハードウェアとソフトウェアに統合し、総合的な動作検証を実施する。動作検証には研究室に設置した衛星地上局設備を使用し、無線従事者の資格を持つ関が無線機の操作を担当する。また、ソフトウェアの開発過程で判明した諸問題を考察し、ほどよしSDKの実用性について評価する。

1) C&DH系の開発

通信系から渡された受信データの命令解読プログラム、命令に応じたセンサ系の制御プログラム、センサ系の計測データを通信系で送信する制御プログラムを開発する。ほどよしSDKが提供するプラグインやドライバなどを利用したSDK標準の開発手法で実装を試みる。これができない場合は時間的な制約があるため、C言語による通常のLinuxプログラミングで作成する。この作成方針は通信系とセンサ系におけるプログラム開発でも採用する。

2) 通信系の開発

OBC, 301A型無線機, モールス信号送信器、パケット送受信器を組み合わせたハードウェア回路をブレッドボードで試作する。CWビーコン用モールス信号送信プログラム、センサデータ用FMパケット送信プログラム、コマンド用FMパケット受信プログラムを開発する。研究期間が1年と限られるため、モールス信号とパケットの生成・解読にはほどよしSDKではなく、先行研究⁽³⁾で作成されたPICマイコンを使用した回路とプログラムを利用することにする。

3) センサ系の開発

OBCとセンサを組み合わせたハードウェア回路を試作する。センサは、加速度・ジャイロ・コンパス計測用センサにMPU-9250, 電量・電圧・電力計測用センサにINA226PRC, 温度計測用センサにS8100Bを使用する。センサとOBCとの接続には、9軸センサと電源センサはデジタルセンサなのでI2Cを、温度センサはアナログセンサなのでOBCのA/Dコンバータを使用する。センサのスレーブアドレス設定、計測データの読み取り、データフォーマットの変換の各プログラムをそれぞれ開発する。

4) バス系への統合

通信系とセンサ系の試作回路を接続してバス系のBBMを製作する。C&DH系で開発したプログラムに通信系とセンサ系で開発したプログラムを組み込むことでバス系プログラムを作成する。これにより、コマンドデータの受信から計測データの送信までの衛星模擬運用実習ができるシステムが完成する。

4. 研究結果

4.1 統合プログラム

C&DH系、通信系、センサ系の開発プログラムを統合したプログラムは、地上局から受信したコマンドデータを解読し、指定されたセンサデータを地上局に送信する連携動作を行う。統合プログラムでは通信系プログラムで受信したコマンドデータから、センサ系プログラムを関数化したプログラムを呼び出し、センサ系プログラムの返り値を送信データとして送信する。統合プログラムの動作フローチャートを図2に示す。

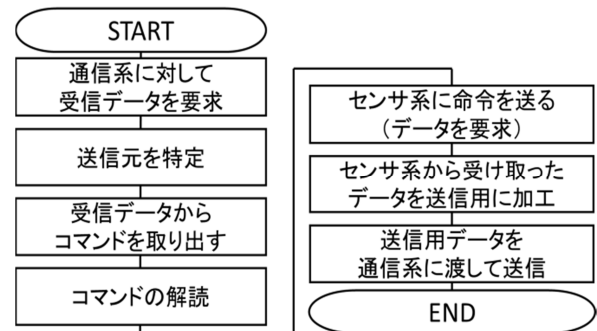


図2 統合プログラムの動作フロー

4.2 動作検証

衛星地上局設備を使用して、バス系BBMと統合プログラムの地上動作検証実験を行った。その結果、BBMとプログラムに実装した機能はほぼ設計通りに動作することが確かめられた。しかし、地上局からのコマンドパケットの解読率と地上局でのデータパケットの解読率がともに50%以下になる、電源センサの計測データが正しく取得・送信できない、という問題点が判明したので原因の究明と考察を行った。

5. 今後の課題

本研究では超小型人工衛星の模擬運用実習に必要な、最小限の機能を実装したバス系ブレッドボードモデルを設計・試作することができた。今後は動作検証実験で判明した問題点を解消することが課題となる。また、本研究ではほどよしSDKによるソフトウェア開発を試みたが、時間的制約などの理由により、SDKの標準的な開発手法を使用することができなかったため、SDKの有効活用も今後の課題である。

参考文献

- (1) 高専スペース連携 Web サイト, <http://space.kochi-ct.jp/>(参照 2016.2.10)
- (2) 東京理科大学理工学部電気電子情報工学科 木村研究室: Hodoyoshi.org Web サイト, <http://www.hodoyoshi.org/>(参照 2016.2.10)
- (3) 辻岡勇治: “ワンチップマイクロコントローラを使用した無線データ通信ユニットの開発 I - 双方向型無線データ通信用プログラムの開発 -”, 平成 15 年度奈良工業高等専門学校卒業研究報告書 (2004)