

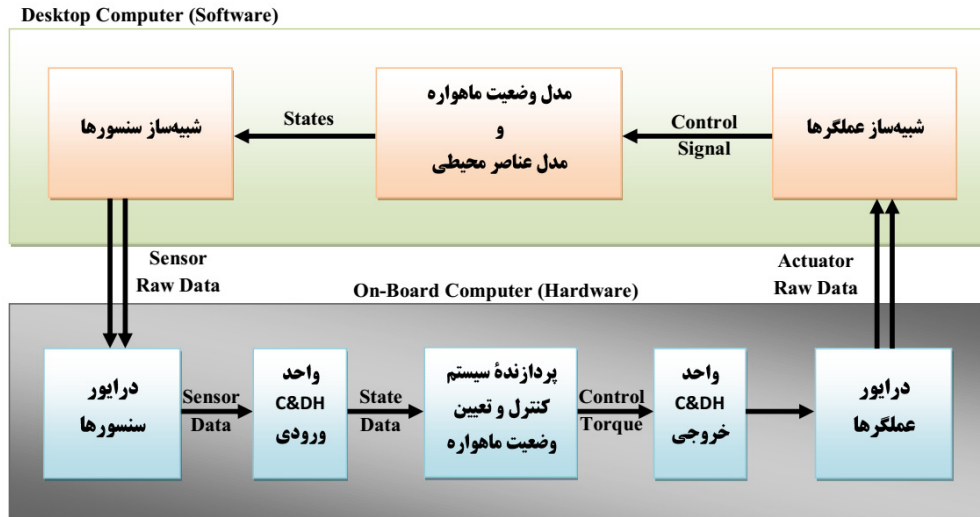
پس از قرار گرفتن ماهواره در مدار اولین قدم پیش از آغاز مأموریت، کنترل نوسانات حاصل از جدایش ماهواره و سپس جهت‌گیری صحیح به‌سوی زمین و حفظ این وضعیت به‌منظور اجرای مأموریت‌های تعریف شده می‌باشد. به‌عبارت دیگر در صورتی‌که دو مرحله ذکر شده (مرحله کاهش نوسانات و مرحله جهت‌گیری سه محوره) به‌درستی انجام گیرند، انجام مأموریت‌های در نظر گرفته شده برای ماهواره ممکن می‌شوند.

اهمیت استراتژیک پروژه‌های فضایی و پیچیدگی‌های بالای این پروژه‌ها از یک سو و هزینه‌های هنگفتی که اجرای این پروژه‌ها دربر دارند از سوی دیگر موجب شده است که تست‌ها و شبیه‌سازی‌های پیش از مرحله نهایی (ساخت) از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشند. با توجه به شرایط خاص فضا و پدیده‌های تأثیرگذار مانند تشعشعات کیهانی و عوامل ناخواسته و نامشخص، تکیه بر شبیه‌سازی و تست‌های کامپیوتری نمی‌تواند قابل اطمینان باشد. تجربیات عملی موجود در این زمینه مؤید این مسأله می‌باشند. به‌عنوان مثال پروژه SUNSAT و پرتابگر Ariane 5 به‌دلایلی نظیر خطاهای موجود در مدل مهندسی و نرم‌افزاری که در شبیه‌سازی‌های عددی و کامپیوتری از نظر دور مانده بودند با شکست مواجه شدند. به‌منظور کشف و برطرف نمودن این‌گونه خطاها نیازمند تست و بررسی سیستم در شرایطی تا حد امکان نزدیک به واقعیت می‌باشیم. یکی از بخش‌های مهم و تأثیرگذار بر عملکرد ماهواره و کیفیت انجام مأموریت آن، زیرسیستم تعیین و کنترل وضعیت (ADCS) می‌باشد. بنابراین لازم است علاوه بر شبیه‌سازی‌های کامپیوتری، زیرسیستم کنترل وضعیت و قوانین کنترل پیاده‌سازی شده بر روی آن در شرایط واقعی و یا نزدیک به واقعیت مورد ارزیابی قرار گیرند. با ارائه طرح پیشنهادی در این اختراع بستری فراهم شده است که امکان دستیابی به این هدف را تا حد قابل قبولی فراهم می‌کند.

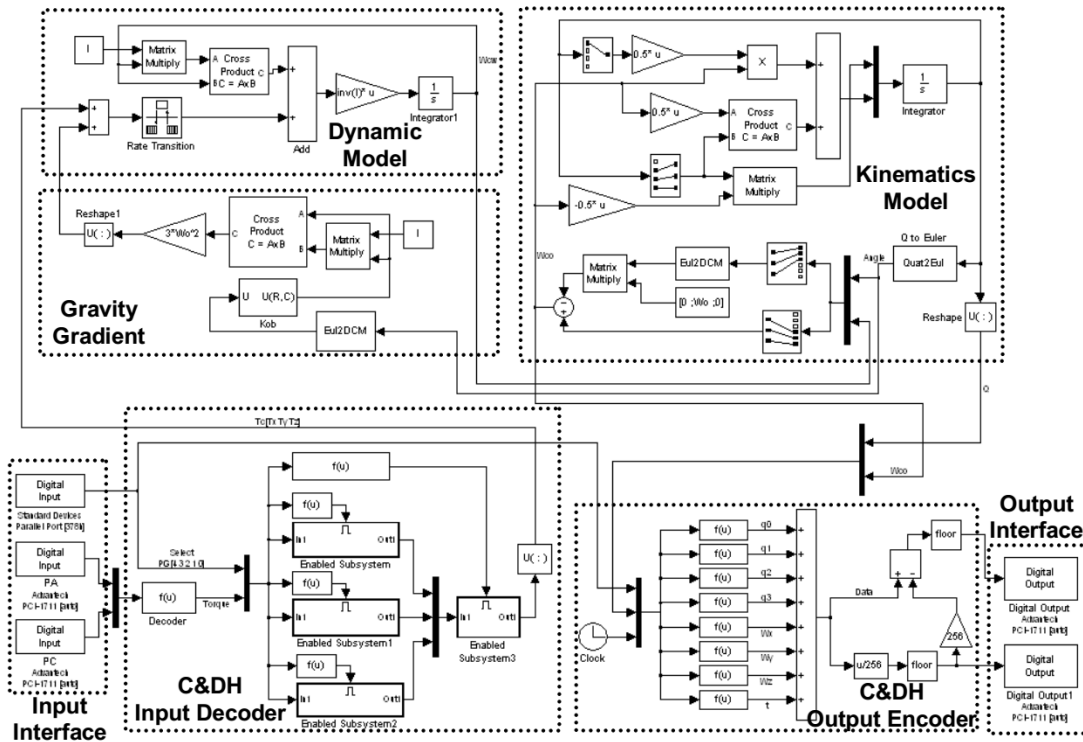
حل چالش موجود عموماً به دو روش انجام می‌پذیرد. در روش اول می‌توان با طراحی و ساخت یک بستر مکانیکی به‌عنوان مدل ماهواره و نیز طراحی و ساخت زیرسیستم کنترل وضعیت به‌صورت واقعی و نهایتاً ترکیب آنها شبیه‌سازی‌های زمان حقیقی را بر روی مدل مکانیکی اعمال کرد. این روش بسیار نزدیک به شرایط واقعی بوده و در عین حال با پیچیدگی‌ها و هزینه‌های بسیار هنگفتی همراه می‌باشد. در روش دوم که شبیه‌سازی مبتنی بر شبکه می‌باشد، مدل‌سازی ماهواره و محیط پیرامون بر روی یک کامپیوتر به‌عنوان رهبر (Master) و مدل‌سازی زیرسیستم کنترل وضعیت و سایر تجهیزات بر روی کامپیوتر دیگری به‌عنوان پیرو (Slave) انجام می‌گیرد. سرانجام از طریق ایجاد یک شبکه بلادرنگ میان دو کامپیوتر تست‌های زمان حقیقی قابل اعمال خواهند بود. این روش از نظر مطابقت با شرایط و محدودیت‌های واقعی نسبت به روش اول در مرتبه پایین‌تری قرار دارد ولی در مقابل ساده‌تر و انعطاف پذیرتر می‌باشد.

در طرح پیشنهادی، به‌منظور طراحی و ساخت یک سیمولاتور قابل اطمینان جهت تست و شبیه‌سازی قوانین کنترل وضعیت ماهواره به‌طوری‌که از یک طرف تا حد زیادی مزایای هر دو روش قبل را داشته باشد (یعنی دقت روش اول و سادگی روش دوم) و از طرف دیگر از نظر تکنولوژی و پیچیدگی‌های ساخت با محدودیت‌های روش اول مواجه نباشد، یک سیمولاتور ترکیبی طراحی و پیاده‌سازی شده است. در سیمولاتور ساخته شده که در واقع یک سیمولاتور مرکب (نرم‌افزاری-سخت‌افزاری) می‌باشد، مدل‌سازی ماهواره و محیط پیرامون به‌صورت کامل و مبتنی روابط دقیق شامل: دینامیک‌های شش درجه آزادی ماهواره، مدل عملگرهای ماهواره، مدل‌های مداری زمین، مدل گرانش برای ماهواره‌های مدار پایین زمین، مدل مغناطیسی زمین برای ماهواره‌های با عملگرهای مغناطیسی و منابع اغتشاش ممکن در کامپیوتر انجام شده است و سپس با طراحی و ساخت عملی زیرسیستم کنترل وضعیت (ADCS) به‌صورت سخت‌افزاری و نهایتاً ایجاد یک بستر و حلقه بلادرنگ میان سخت‌افزار و نرم‌افزار، امکان پیاده‌سازی واقعی قوانین کنترل وضعیت فراهم شده و تست‌های زمان حقیقی انجام می‌گیرند.

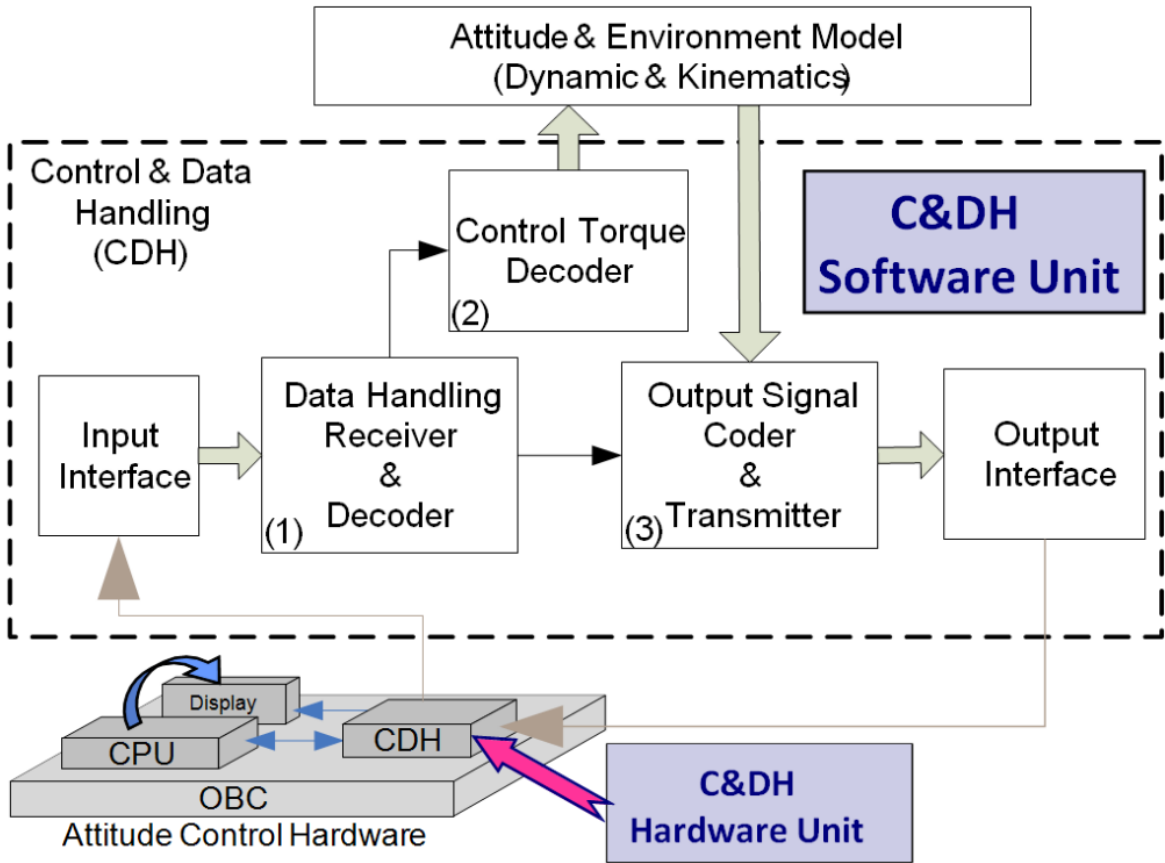
مهمترین مزیت طرح حاضر در مقایسه با روش‌های معمول برای تست زیرسیستم‌های ماهواره از جمله زیرسیستم کنترل وضعیت، مصالحه بسیار خوبی است که میان هزینه و پیچیدگی طرح و قابلیت اطمینان نتایج آن ایجاد شده است. به عبارت دیگر طرح پیشنهادی از یک سو نسبت به سیمولاتورهای سخت‌افزاری (مکانیکی و تونل باد) بسیار کم هزینه و قابل دسترس‌تر بوده و از سوی دیگر نسبت به سیمولاتورهای نرم‌افزاری (شبیه-سازها) بسیار به نتایج واقعی نزدیک‌تر و قابل اطمینان‌تر می‌باشند. به عبارت دیگر نتایج بدست آمده از آن با توجه به اینکه قوانین کنترلی که توسط طراح پیشنهاد می‌شود به‌صورت واقعی در بستر سخت‌افزاری پیاده‌سازی می‌شود به واقعیت نزدیک‌تر بوده و امکان تشخیص خطاهای احتمالی را به‌راحتی فراهم می‌کند.



دیگرام توسعه یافته اجزای سیمولاتور ترکیبی



مدل سلسله مراتبی معادلات وضعیت ماهواره و مدل پیرامونی در محیط زمان حقیقی



چگونگی ارتباط بین واحد C&DH سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و بزرگنمایی بخش نرم‌افزاری