

Компания Lockheed Martin Space Systems использовала SimMechanics и симулятор реального времени для автоматизации разработки орбитального зонда

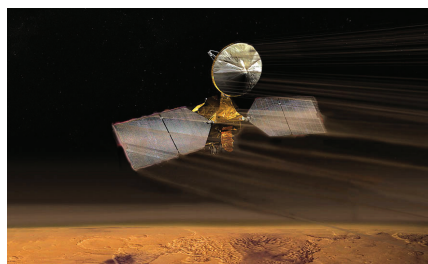
Достаточно ли времени сохраняется вода на Марсе, чтобы обеспечить среду, способную поддерживать жизнь? В 2006 году ученые были как никогда близки к ответу на этот вопрос, когда с многофункциональной автоматической межпланетной станции, предназначенной для исследования Марса (Mars Reconnaissance Orbiter, MRO) поступили снимки с высоким разрешением и другие данные, собранные с помощью самых мощных инструментов и камер, когда-либо отправляемых к Красной Планете.

Чтобы обеспечить платформу для получения снимков с беспрецедентной точностью, компания Lockheed Martin Space Systems использовала инструменты Модельно-Ориентированного Проектирования (МОП) компании MathWorks, чтобы разработать систем наведения, навигации и управления (ННУ), способные одновременно направить мощную антенну в сторону Земли, отслеживать положение Солнца панелями солнечной батареи и собирать энергию, а также направлять камеры на интересующие объекты на поверхности Марса.

«Проектирование ННУ основывалось на библиотеках модулей, написанных, с помощью инструментов MathWorks, которые мы разрабатываем, с 1990х годов, когда стартовала программа Mars Global Surveyor», - рассказывает доктор Джим Чапел, ведущий инженер управления позиционированием космического корабля в компании Lockheed Martin Space Systems. «Мы можем повторно использовать множество модулей, доказавших свою надежность, что дает огромное преимущество во времени и стоимости разработки».

Задача

Камеры MRO снимают поверхность Марса с разрешением меньше 25 см, так что они способны обнаружить там объекты размером с баскетбольный мяч. Чтобы поддерживать съемку с таким высоким разрешением, система РНиУ должна обеспечивать крайне точную и стабильную платформу с камерами, в то время как солнечные панели и трехметровая антенна постоянно изменяют свое положение.



Художественное изображение на тему орбитального зондирования Марса (изображение предоставлено NASA)

Для проверки системы управления командой MRO требовалось разработать точный симулятор работы космического корабля. «Описать динамику MRO с помощью дифференциальных уравнений крайне сложно в силу того, что он является системой, состоящей из множества тел. Нам требовалась автоматизировать процесс описания этих уравнений движения, чтобы выполнять эффективные симуляции», - объясняет доктор Чапел. «Мы хотели перевести механические модели космического аппарата, разработанные в CAD системах в точную математическую динамическую модель, используя воспроизводимый, надежный и автоматизированный процесс».

Решение

Инженеры Lockheed Martin применили инструменты MathWorks для проектирования и симуляции системы ННУ и автоматически разработали модель реального времени для симуляции RNO, основой которой были механические CAD модели.

Команда использовала MATLAB и Simulink для разработки алгоритмов и параметров системы ННУ для RNO, в которую входили данные с датчиков, включая инерционные измерительные блоки, датчики слежения за звездами и Солнцем, датчики слежения за звездами и Солнцем, а также датчики движения маховиков и карданных подвесов, определяющие положение космического корабля и его составляющих.

На протяжении последних нескольких лет команда использовала Simulink и SimMechanics для создания библиотеки моделей приводов, датчиков, алгоритмов управления и динамики корабля. Они использовали эти библиотеки и быстро со-

Задача

Разработать рекомендации и системы навигации и управления для орбитального зонда планеты Марс.

Решение

Использование инструментов MathWorks для быстрого создания системы управления и автоматизации разработки высокоточного симулятора реального времени для космического корабля.

Результаты

- Моделирование системы навигации космического корабля выполнено за считанные дни
- Улучшено взаимодействие между организациями
- Эффективный код сгенерирован автоматически

здали высокоточные модели космического аппарата MRO, включающие деформацию и колебания топлива. Поскольку модели космического корабля MRO и алгоритмов управления были выполнены в Simulink, то для команды не составило труда выполнить эффективную симуляцию полной системы и определить тысячи параметров системы управления для различных этапов миссии и режимов функционирования. Разработанные в Simulink параметры управления были загружены в базу данных параметров космического корабля напрямую из MATLAB.

Инженеры Lockheed Martin также использовали Simulink, SimMechanics и Simulink Coder при создании макета орбитальной станции, на котором выполнялось программно-аппаратное тестирование (hardware-in-the-loop, HIL) MRO в реальном масштабе времени. Инженеры использовали HIL тестирование на макете орбитальной станции для проверки всех возможных команд и режимов функционирования летного программного обеспечения.

С помощью ПО Adams компании MCS команда автоматизировала процесс создания механических моделей из CAD-моделей. За счет того, что в Adams и SimMechanics совпадают стандарты описания динамики системы многих тел (тела, соединения и координаты), инженеры Lockheed Martin легко перевели модели Adams в Simulink с помощью SimMechanics. Затем они использовали Simulink Coder для автоматической генерации C кода из моделей Simulink и реализации HIL тестирования высокоточных динамических моделей на макете орбитальной станции.

Во время семимесячного полета на Марс и на протяжении всей остальной миссии, инженеры Lockheed Martin использовали макет орбитальной станции для проверки характеристик ННУ. Команда также использовала Signal Processing Toolbox при анализе полученных с акселерометра, установленного на борту MRO, данных для калибровки и устранения дрожания сигнала.

Области применения

- Аэрокосмическая промышленность
- Автоматическая генерация кода
- Модельно-Ориентированное Проектирование
- Физическое моделирование
- Симуляция

Продукты

- [MATLAB](#)
- [Simulink](#)
- [Signal Processing Toolbox](#)
- [SimMechanics](#)
- [Simulink Real-Time](#)

Официальный сайт:
www.lockheedmartin.com/mars.jpl.nasa.gov/mro

“

”

Команда планирует продолжить работу с инструментами MathWorks при разработке космического корабля для миссии Юнона, направленной на исследование Юпитера.

Результаты

Система позиционирования космического корабля смоделирована за несколько дней. «Используя инструменты MathWorks и библиотеки наших модулей, нам удалось меньше чем за неделю создать достаточно точную модель для симуляции системы позиционирования космического корабля. Стабильность и возможности позиционирования реальной MRO находятся в пределах первоначальных оценок, сделанных с помощью нашей модели», - говорит Чапел. «Эти библиотеки существенно сократили сроки проектирования и подарили нам высокую степень уверенности в конечном результате».

Улучшено взаимодействие между организациями. «Так как все мы использовали инструменты MathWorks, то мы могли обмениваться моделями и инструментами для анализа с нашим основным клиентом, Лабораторией Реактивного Движения (Jet Propulsion Laboratory) NASA», - сообщает Чапел.

Автоматически сгенерирован эффективный код. «С помощью SimMechanics и Simulink Coder для автоматизации процесса разработки HIL симулятора на стенде орбитальной станции нам удалось добиться высокоточных симуляций, требующих менее 1 мс для обработки фрейма симуляции длительностью 10 мс», - отмечает Чапел.

Дополнительная информация и контакты

Информация о продуктах
matlab.ru/products

Пробная версия
matlab.ru/trial

Запрос цены
matlab.ru/price

Техническая поддержка
matlab.ru/support

Тренинги
matlab.ru/training

Контакты
matlab.ru
E-mail: matlab@sl-matlab.ru
Тел.: +7 (495) 232-00-23, доб. 0609
Адрес: 115114 Москва,
Дербеневская наб., д. 7, стр. 8

