

Компания Israel Aerospace Industries разработала программное обеспечение для гибридного электрического аэродромного тягача, сертифицированное по стандарту DO-178B Level B



Тягач TaxiBot от Israel Aerospace Industries

Двигатели коммерческих самолетов оптимизированы для максимальной эффективности в полете, а не для руления по аэродрому. В течение обычного 17-минутного руления самолет «Боинг-747» способен израсходовать одну тонну (1250 литров) топлива и произвести 3,2 тонны углекислого газа. К 2020 году сумма ежегодных расходов на руление во всем мире может достичь 8 миллиардов долларов.

Для сокращения расходов на топливо, выбросов CO₂ и уровней шума в аэропорту, компания Israel Aerospace Industries (IAI) разработала TaxiBot. Это гибридный электрический аэродромный тягач, который может буксировать полностью загруженный самолет с выключенными главными двигателями. Во время обычного руления от выхода на посадку до взлетной полосы, TaxiBot потребляет всего 25–30 литров топлива и производит менее 60 килограммов CO₂.

IAI применили модельно-ориентированное проектирование с MATLAB® и Simulink® для разработки программного обеспечения системы управления TaxiBot, которое было сертифицировано по стандарту DO-178B Level B.

«Разработка систем управления с помощью модельно-ориентированного проектирования исключительно эффективна, — говорит Зив Габбин (Zeev Gabbin), менеджер проекта TaxiBot в IAI. — Один инженер может писать и моделировать требования, генерировать код, а затем интегрировать полученный код и осуществлять верификацию с помощью полунатурного тестирования. В проектах без модельно-ориентированного проектирования реализация кода и интеграция занимали у нас в 3–4 раза больше времени».

Задача

Когда самолет буксируется с помощью TaxiBot, его переднее колесо фиксируется в турели, которая способна свободно вращаться. Системой может управлять пилот самолета или водитель тягача. Чтобы обрабатывать запросы на руление и торможение от пилота, контроллер TaxiBot мониторит ориентацию турели и силы, действующие на нее. Система управления должна строго ограничивать силы, прикладываемые к переднему шасси самолета и предоставлять возможности для руления, сравнимые с рулением основным двигателем.

IAI нужно было моделировать систему управления и прикладную логику, а также смоделировать тягач TaxiBot и самолет, запускать симуляции и полунатурные тесты для верификации проекта и генерировать код для сертификации по DO-178B Level B.

Решение

Инженеры IAI разработали программное обеспечение системы управления TaxiBot с использованием модельно-ориентированного проектирования с помощью MATLAB и Simulink.

Работая в Simulink, они создали подробную модель объекта управления, которая включала подмодели для буксируемого самолета, двигателя TaxiBot, электрических моторов и колес, а также элементов окружения, таких как ветер и наклон поверхности.

Затем инженеры смоделировали два основных контура системы управления: контур управления по силе, который ограничивает силу, приложенную к переднему шасси, контур управления по углу руления, который считывает и реагирует на

Задача

Разработка программного обеспечения системы управления для первого в мире сертифицированного аэродромного тягача

Решение

Использование модельно-ориентированного проектирования для моделирования контуров управления, прикладной логики и объекта управления; запуск симуляций и полунатурных тестов; генерация производственного кода, сертифицированного по стандарту DO-178B

Результаты

- Время разработки сокращено в 2 раза
- 50 % моделей повторно используются
- Упрощение сертификации по стандарту DO-178B

«Изначально мы хотели разработать только контуры управления с использованием модельно-ориентированного проектирования, но этот процесс показал такую эффективность, что мы решили использовать модельно-ориентированное проектирование в том числе для прикладного уровня. Иметь возможность запустить модель, увидеть, что она работает правильно, а затем сгенерировать сертифицируемый код — это большое преимущество», — ЗИВ ГАБИН, ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES

поворот переднего колеса, иницируемый пилотом.

Прикладная логика, включая функции мониторинга состояния, функции безопасности и переходы между режимами, была смоделирована в Simulink и Stateflow®.

Для обеспечения трассируемости с требованиями команда использовала Simulink Verification and Validation™ для привязки требований из IBM® Rational® DOORS® к соответствующим элементам модели Simulink и Stateflow.

После запуска симуляций замкнутой системы в Simulink для верификации проекта инженеры сгенерировали код C из модели объекта управления с помощью Simulink Coder™ и развернули его на оборудовании dSPACE™ для полунатурного тестирования. Используя Embedded Coder®, они сгенерировали код C из моделей контроллера и прикладной логики для их целевого вычислителя, процессора Freescale™ MPC8280 PowerQUICC.

После полунатурных тестов были проведены полевые испытания на прототипе TaxiBot. В ходе испытаний инженеры собирали данные, которые затем анализировались в MATLAB. На основании данного анализа они уточнили и оптимизировали проект в Simulink, повторно сгенерировали код для дальнейших испытаний.

После рассмотрения кода и формальной верификации, программное обеспечение системы управления TaxiBot было сертифицировано по стандарту DO-178B Level B

и одобрено Европейским агентством авиационной безопасности (European Aviation Safety Agency, EASA). Сейчас TaxiBot работает с узкофюзеляжными самолетами. В данный момент IAI разрабатывает широкофюзеляжную версию с использованием модельно-ориентированного проектирования.

Результаты

Время разработки сокращено в 2 раза.

«С использованием модельно-ориентированного проектирования общее время разработки сократилось почти на 50% по сравнению с нашим традиционным процессом разработки, — говорит Габин. — Это связано с возможностью генерировать код, повторно использовать модели и быстро вносить, тестировать и реализовывать изменения».

50 % моделей повторно используются.

«Модульность наших моделей Simulink дает большое преимущество, — отмечает Габин. — Это позволяет нам переключаться с одной версии подсистемы на другую и создавать библиотеку повторно используемых компонентов. Для нашего широкофюзеляжного контроллера TaxiBot мы повторно использовали более 50 % моделей от нашей узкофюзеляжной версии».

Упрощение сертификации по DO-178B.

«Модельно-ориентированное проектирование помогло нам сделать процесс сертификации по стандарту DO-178B прямолинейным и сократило процесс сертификации, — замечает Габин. — Мы использовали наши модели Simulink как требования низкого уровня для формальной

сертификации. Модели Simulink являются читаемыми и понятными, что упрощает процесс сертификации».

Индустрия

- Авиакосмос
- Автомобилестроение

Области применения

- Системы управления
- Встраиваемые системы

Возможности

- Анализ данных
- Разработка алгоритмов
- Системное проектирование и симуляция
- Генерация встраиваемого кода
- Верификация, валидация и тестирование

Используемые продукты

- [MATLAB](#)
- [Simulink](#)
- [Embedded Coder](#)
- [Simulink Coder](#)
- [Simulink Verification and Validation](#)
- [Stateflow](#)

Узнайте больше

об Israel Aerospace Industries

www.iai.co.il

www.taxibot-international.com

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

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

