

Используя модельно-ориентированное проектирование, Bell Helicopter создает первый в мире гражданский конвертоплан



Конвертоплан VA609

Совмещая возможности вертолета по вертикальному взлету и посадке с летными способностями турбовинтового самолета, VA609 не похож ни на один из гражданских самолетов, которые кем-либо разрабатывались. Как результат, инженерная группа разработки VA609 начинала с вопросов, которых было гораздо больше, чем ответов. Откуда у них была уверенность, что система будет вести себя как ожидалось до первого летного испытания?

Задача

Создать первый в мире гражданский конвертоплан

Решение

Использовать симуляцию и автоматическую генерацию кода для итеративного процесса разработки и быстрого прототипирования

Результаты

- Вся система разработана и проверена до летных испытаний
- Проведено 1,000 часов летных испытаний на базе симуляции и HIL-технологии
- Безупречный первый полет

Что бы ответить на вопросы, программа разработки VA609 была сфокусирована на обширном моделировании, симуляции и анализе. Перед первым вертикальным взлетом VA609 перенес несколько итераций по разработке, основанных на более чем 1000 часов летных испытаний VA609 на симуляторе и стенде отработки системы управления.

Разработка требований

Хоть VA609 и разработан для средней и винтовой авиации, у него огромный потенциал возможностей. VA609 сможет обеспечить необходимый вертикальный подъем, скорость, высоту и дальность при гарантии отличной управляемости и минимизации нагрузки пилота.

Сразу после определения требований, системные инженеры Bell начали фазу системного и функционального анализа. Симуляция играет критическую роль на этой ранней стадии, позволяя группе определять различные конфигурации летательного аппарата при проведении сравнительного анализа архитектуры.

Начиная с самых базовых допущений, команда применяла Simulink для создания модели и симуляции высокоуровневых характеристик VA609 и его системы управления полетом. Далее они провели симуляцию полученной модели для определения различных конфигураций летательного аппарата. Дэвид Кинг, руководитель группы аналитической интеграции VA609, отметил: «Чтобы получить эффективное решение по конфигурации летательного аппарата, вам необходимо использовать итерационный подход. Возможность быстро вносить изменения и проводить симуляции при помощи Simulink являлась большим преимуществом для такого рода быстрого прототипирования».

Совершенствование конструкции

Кинг и его коллеги выполнили сложный анализ конструктивных элементов и алгоритмов управления. В одном случае они оценили эффект турбулентности на штангообразное распределение веса VA609. Из-за расположения двигателей на концах крыльев VA609 обладает множеством режимов аэроупругости (состояния устойчивости основной конструкции под воздействием различных аэродинамических нагрузок). Инженеры Bell встроили фильтры в систему управления полетом с обратной связью для гашения колебаний и обеспечения достаточного запаса устойчивости. Используя MATLAB и Control System Toolbox, им удалось разработать и внедрить фильтры и сгенерировать ожидаемый отклик фильтра для дальнейшего использования в верификационных тестах.

Bell Helicopter снабдил своих поставщиков рабочими Simulink моделями в дополнение к стандартным спецификациям требований. Данные модели помогли скоординировать требования к поставщикам, а тем, в свою очередь, это позволило эффективно тестировать свое программное обеспечение до передачи его в Bell.

Генерация кода для тестирования и сертификации

Моделирование играет ключевую роль в системном тестировании основного кода системы управления полетом. Из моделей, используемых для симуляций, инженеры Bell автоматически сгенерировали код на базе Real-Time Workshop. Сравнивая результаты автоматически сгенерированного кода с кодом, запущенным на оборудовании системы управления полетом, им удалось провести верификацию и валидацию

«Как инженеру в области аэрокосмических технологий, вам редко удается реализовать идею с чистого листа в законченный летающий аппарат», — выразил свое мнение Том Брукс, главный инженер BELL HELICOPTER TEXTRON. Брукс и его коллеги столкнулись с такой возможностью, когда разрабатывали и создавали BA609, первый и самый быстрый среди доступных на рынке конвертопланов в мире.

поведения системы до проведения летных испытаний.

Simulink модели, демонстрирующие функциональные аспекты программного обеспечения, будут частью пакета, который Bell предоставляет в федеральное управление гражданской авиации США для сертификации BA609 по DO-178B level A. Кинг сообщил, что Simulink модели и автоматически сгенерированный код предоставляют дополнительные преимущества: «Для удовлетворения верификационных требований для Level A нам необходима автономная версия системы управления полетом, FCS, которая обрабатывает входную информацию и выдает управляющие команды. Код, автоматически сгенерированный в Real-Time Workshop, позволил нам получить автономную версию, которая удовлетворяет этим требованиям».

Тест системы управления полетом на стенде Iron Bird

Группа BA609 использовала Simulink и Real-Time Workshop для создания полноценной программно-аппаратной тестовой среды (hardware-in-the-loop — HIL), которая объединила физическую модель BA609. Стенд «Железная птица» позволяет инженерам-испытателям оценивать возможности системы управления полетом в режиме реального времени. Как один из существенных моментов,

испытательный стенд на базе HIL позволил пилотам работать с фактическими средствами управления и взаимодействовать со всеми ключевыми системами управления полета из кабины экипажа.

Пилоты «летают», смотря на дисплей авиационного тренажера и воздействуя на реальные средства управления, включая РУС и РУД. Движения рычага управления посылаются по электропроводной системе управления (fly-by-wire) в систему управления полетом для воздействия на исполнительные механизмы. После этого модель авиационного тренажера рассчитывает аэродинамику корпуса летательного аппарата, динамику двигателей и другие показатели до отправки обратной связи в систему управления полетом посредством датчиков.

Пилоты используют стенды «Железная птица» для обучения на системе до летных испытаний. Bell планирует также использовать подобные системы для тренировки гражданских пилотов. Высокоточные авиационные тренажеры, которые пилоты могут использовать для получения квалификационной оценки по BA609, должны моделировать все: от аэроупругих свойств до погоды и тяги на взлетно-посадочной полосе.

«Это большая задача, — сказал Кинг. — И работа по созданию моделирования на базе инструментов MathWorks будет большей частью всего этого».

Пионер в технологиях гражданской авиации

Подобно вертолету, BA609 взлетает и приземляется вертикально. Взлетев, девятиместное воздушное судно подобно турбовинтовому самолету с почти двойной скоростью вертолета. После превращения в воздухе из режима вертолета в режим самолета, который занимает около 20 секунд, BA609 быстро достигает крейсерской скорости в 275 узлов (509 км/ч).

С возможностью взлета и посадки без взлетно-посадочной полосы, с радиусом в 700 морских миль (1300 км) и возможностью летать в условиях обледенения и экстремального климата, BA609 обладает большим потенциалом использования, от VIP транспорта до нефтяных разведок, поиска, спасения и неотложной медицинской помощи.

Запуск конвертоплана BA609 дал путевку в жизнь длинному списку новых авиационных технологий.

Использованные продукты

- MATLAB
- Simulink
- Embedded Coder
- Simulink Coder

Дополнительная информация и контакты

Информация о продуктах
sl-matlab.ru/products

Пробная версия
sl-matlab.ru/trial

Запрос цены
sl-matlab.ru/price

Техническая поддержка
sl-matlab.ru/support

Сообщество пользователей
matlab.exponenta.ru

Тренинги
sl-matlab.ru/training

Контакты

sl-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

