

Gulfstream Aerospace разрабатывает авиационный тренажер с использованием инструментов MathWorks



Кабина пилота авиационного тренажера Gulfstream

Использование летных испытаний для определения архитектуры системы управления полетом, расчета цифровых законов управления и разработки продвинутого пилотажного дисплея является одновременно и дорогим и затратным по времени. Инженеры Gulfstream Aerospace приняли за эти проблемы, используя инструменты MathWorks для разработки лаборатории авиационного тренажера с системой пилот-самолет. Лаборатория включает эмулятор кабины пилота с интерфейсом, дисплеями управления полетом и обзорными иллюминаторами. Контроллеры и дисплеи соединены с симуляцией в режиме реального времени на базе высокоточных Simulink-моделей аэродинамики, сил и моментов двигателя, уравнений движения, датчиков самолета, приведения в действие управляющей поверхности и законов управления полетом.

«Используя Simulink и Aerospace Blockset, мы разработали модульную и перестраиваемую симуляционную среду», — сообщил Номаан Саед, инженер Flight Sciences в Gulfstream. «Инструменты MathWorks позволили нам быстро рассчитать законы управления, улучшить наши системы управления и сразу видеть влияние этих изменений на пилотажные характеристики в процессе симуляции».

Задача

Инженерам Gulfstream необходимо было создать гибкие средства авиационного тренажера с системой пилот-самолет, включая симуляцию самолета с шестью степенями свободы, для подготовки запланированного летного испытания модифицированного Gulfstream G550.

Чтобы ускорить разработку и уложиться в сжатые сроки, команда запланировала разделить проект на множество частей

и работать над всеми частями одновременно. Команда разработки системы управления полетом нуждалась в высокоинтерактивном моделировании и среде симуляции для быстрого теста и расчета законов управления. Команде разработки симуляции динамики самолета необходимо было дополнительное разделение модели на меньшие высокоточные подсистемы, включая компоненты управления закрылками, моделирование динамики полета, датчики и системы воздушных сигналов, устройств инерциальной системы координат и датчиков угла атаки, которые могли бы быть разработаны одновременно и интегрированы после в единый авиационный тренажер.

Решение

Инженеры Gulfstream использовали Simulink, Aerospace Blockset и Simulink Coder™ для разработки симулятора и расчета законов управления в режиме реального времени в процессе симуляции полета.

Им удалось разработать модель динамики самолета через перевод существующих уравнений самолета в Simulink. Изначально разработанные в Fortran, данные уравнения были основаны на модели плоской Земли. Команда использовала Aerospace Blockset для усовершенствования этой модели уравнениями движения, учитывающие сферическую форму Земли, ее вращение и изменения гравитации.

Для уравнений движения, модели ветра и турбулентности инженеры адаптировали заданные блоки в Aerospace Blockset.

Команда также использовала Aerospace Blockset для координатных трансформаций, преобразуя Эйлеровы углы в матрицу направляющих косинусов. Используя Control System Toolbox, они смогли рассчитать собственные числа,

Задача

Разработать оборудование авиационного тренажера системы «пилот-самолет» для разработки в режиме реального времени законов управления и пилотажных дисплеев

Решение

Использовать Simulink, Aerospace Blockset и Simulink Coder для создания модели и симуляции цифровой системы управления полетом и динамики самолета в режиме реального времени

Результаты

- Успешный первый полет
- Ускоренная разработка
- Приближенная к жизни среда подготовки проведения летных испытаний

«В сжатые сроки мы разработали лабораторию авиационного тренажера с системой пилот-самолет, в которой мы можем с легкостью рассчитывать различные системы управления и быстро настраивать законы прямого управления в случае необходимости. Без инструментов MathWorks мы бы не уложились в сроки». — НОМААН САЕД, GULFSTREAM AEROSPACE

собственную частоту и коэффициенты демпфирования. Технология ссылочных моделей в Simulink позволила разным командам разрабатывать отдельные компоненты независимо и организовывать их иерархически в законченную систему.

После валидации модели динамики самолета на основе данных летного испытания, команда использовала Simulink Coder для автоматической генерации С-кода, который был скомпилирован для создания симуляции самолета в режиме реального времени. Отдельные группы Gulfstream разрабатывали модель системы управления полетом в Simulink. Далее две модели, которые соединяются через разделяемую память, были промоделированы вместе.

Симуляция была запущена в режиме интерпретации, позволяя инженерам Gulfstream анализировать и отлаживать модель, размещая отслеживание сигналов, вводя ошибки и разрабатывая новые алгоритмы.

Используя стандартные блоки из Aerospace Blockset, они подключили Simulink модель к FlightGear симулятору для представления изображения

в иллюминаторах на основе данных состояния самолета.

Команда использовала MATLAB для постпроцессной обработки результатов симуляции и создания графического интерфейса пользователя, который позволял изменять условия полета, выбирать аэропорт и вводить режимы внешнего возмущения в процессе симуляции.

Gulfstream продолжает применять симуляционную лабораторию для различных самолетов. «Гибкость Simulink позволяет нам использовать лабораторию для решения широкого круга вопросов, — сообщил Саед. — Она обладает высокой модульностью и перестраиваемостью, поэтому мы можем легко выбирать среди различных моделей или разрабатывать различные компоненты».

Результаты

Успешный первый полет.

После передачи законов управления на компьютер управления полетом, команда запустила самолет. «Мы должны были уложиться в сроки, и мы уложились, — сообщил Саед. — Когда мы запустили самолет, все пошло согласно плану».

Ускоренная разработка.

«Без инструментов MathWorks мы бы не успели, — заметил Саед. — Используя одни и те же инструменты для разработки и модели динамики самолета и симуляции системы пилот-самолет, мы смогли быстро разработать и определить систему управления».

Приближенная к жизни среда подготовки летных испытаний.

Gulfstream использовала лабораторию симуляций для подготовки летных испытаний. Пилоты доложили, что летный тренажер по летным характеристикам близко совпадает с настоящим самолетом и предоставляет прекрасную среду для подготовки к летным испытаниям.

Использованные продукты

- MATLAB
- Simulink
- Aerospace Blockset
- Control System Toolbox
- 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

