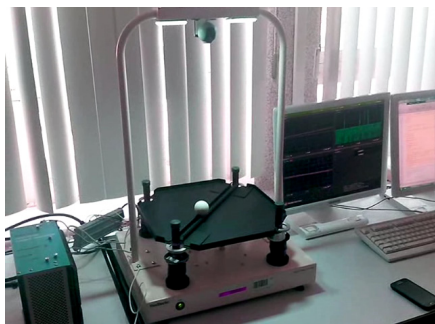


Сотрудники УрФУ в кратчайшие сроки запустили стенд для обучения студентов



Сотрудники кафедры Автоматики Страшинин Евгений Эрастович и Чебыкин Даниил Васильевич с помощью продуктов MathWorks и при консультационной поддержке представителей MathWorks в короткие сроки и при ограниченных трудовых ресурсах запустили стенд «шар на плате» для обучения студентов.

Отрасль

Образование

Области применения

- Программное моделирование
- Алгоритмы управления
- Компьютерное зрение
- Быстрое прототипирование

Использованные продукты

- MATLAB
- Simulink
- Real-Time Windows Target
- Control System Toolbox
- Simulink Control Design
- Computer Vision System Toolbox
- MATLAB Coder
- Simulink Coder
- Simulink Real-Time
- Education Real-Time Target Machine от Speedgoat

Заказчик

Уральский Федеральный Университет
<http://urfu.ru/ru/>

Сотрудники кафедры использовали Simulink для моделирования, Real-Time Windows Target для работы с платой NI PCI 6221, System Identification Toolbox для уточнения модели объекта, Control System Toolbox и Simulink Control Design для разработки алгоритмов управления стендом, Simulink Design Optimization для автоматического поиска коэффициентов регуляторов, Computer Vision System Toolbox для разработки алгоритмов определения координат местоположения шара на плате по видеозображению с камеры. При поддержке представителей MathWorks в Уральском регионе сотрудники кафедры Автоматики развернули алгоритмы управления стендом на машине Education Real-Time Target Machine от Speedgoat с операционной системой реального времени, подключенной к исполнительным механизмам и датчикам стенда, и запустили стенд «шар на плате».

Задача

Необходимо было в короткие сроки (до конца учебного года) и при ограниченных трудовых ресурсах запустить стенд «шар на плате». Стенд состоит из платы, к которой подключены исполнительные механизмы и датчики, при помощи которых можно изменять и измерять углы наклона платы относительно двух ортогональных осей. Над столом подвешена USB-камера для определения местоположения шара на плате. В конечном счете, нужно было разработать и реализовать систему управления, которая была способна в автоматическом режиме управлять перемещением шара по плате в соответствии с заданной оператором с персонального компьютера траекторией.

Первоначально стенд был сделан так, что алгоритмы управления стендом исполнялись в программе LabVIEW от National Instruments на персональном компьютере, сигналы управления исполнительными механизмами передавались на стенд через специальную плату NI PCI 6221, сигналы с датчиков стенда также принимались через плату NI PCI 6221. При запуске стенда в такой конфигурации в управляющих сигналах присутствовала значительная шумовая составляющая непонятной природы, что не позволяло объяснить результаты работы стенда.

Решение

Сотрудники кафедры ранее были знакомы с инструментами MathWorks для анализа и синтеза систем управления и решили попробовать продукты MathWorks для развертывания алгоритмов управления на платформе реального времени для целей запуска стенда. Они обратились к представителям MathWorks в Уральском регионе. Специалисты из MathWorks предоставили тестовую версию MATLAB с соответствующим набором инструментов и машину Education Real-Time Target Machine от Speedgoat для целей запуска стенда. При помощи инструментов MathWorks сотрудники университета создали алгоритмы управления позиционированием шара на плате с самого начала.

У стенда «шар на плате» есть два канала управления позиционированием шара. Позиционирование шара осуществляется через изменение двух углов наклона платы, каждый относительно своей оси. У каждого канала управления свой регулятор, и разработку регуляторов для

«Нам удалось в очень сжатые сроки развернуть алгоритмы управления на машине реального времени от Speedgoat при помощи Simulink Real Time Toolbox и запустить стенд...» —
ЧЕБЫКИН Д.В., УЧЕБНЫЙ МАСТЕР КАФЕДРЫ АВТОМАТИКИ, УРФУ

«Я не могу назвать лучшего, чем MATLAB, инструмента для обучения студентов анализу и синтезу систем управления...» — СТРАШНИН Е.Э., ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ АВТОМАТИКИ, УРФУ

первого и второго каналов было решено сделать разными способами.

Регулятор для каждого канала разрабатывался независимо. Сначала сотрудники кафедры уточнили разработанную ранее на основании физических законов динамическую математическую модель объекта. Далее для уточнения модели сотрудники использовали инструмент System Identification Toolbox. Для того чтобы использовать System Identification Toolbox, нужно было получить данные измерений выходных сигналов стенда при заданных тестовых входных сигналах. Из-за специфики стенда эту задачу было непросто выполнить. Разомкнутая система стенд «шар на плате» неустойчива. Чтобы можно было провести идентификацию на стенде, необходим устойчивый замкнутый контур. Поэтому сначала сотрудники кафедры создали программную модель объекта в Simulink по динамической математической модели объекта и разработали ПД-регулятор. Коэффициенты регулятора подбирались по программной модели объекта с целью обеспечения устойчивости и необходимого качества замкнутой системы, приемлемых для снятия характеристик объекта. На следующем этапе выполнялось подключение ПД-регулятора к стенду через плату NI PCI 6221 для снятия реакции характеристик замкнутой системы на тестовый сигнал. С использованием этой реакции была идентифицирована передаточная функция замкнутой системы при помощи System Identification Toolbox. Знание этой передаточной функции с учетом

известной передаточной функции ПД-регулятора позволило вычислить передаточную функцию объекта управления. Далее сотрудники кафедры при помощи метода модального синтеза и уточненной модели объекта рассчитали в Simulink коэффициенты ПИД-регулятора первого канала управления.

Сотрудники университета подключили через плату NI PCI 6221 ПИД-регулятор с грубо настроенными коэффициентами и использовали инструмент Simulink Design Optimization для автоматического подбора коэффициентов ПИД-регулятора второго канала по предварительно заданным в Simulink требованиям к временным характеристикам замкнутой системы.

При помощи инструмента Computer Vision Toolbox сотрудники кафедры разработали алгоритмы определения местоположения центра шара на плате по видеоизображению с камеры на основании стандартного примера из базы примеров MATLAB.

Далее при консультационной поддержке представителей MathWorks сотрудники университета подключили Education Real-Time Target Machine от Speedgoat к исполнительным механизмам и датчикам стенда, создали специальную модель Simulink с алгоритмами управления и специальными блоками ввода/вывода управляющих сигналов на платы ввода/вывода машины Education Real-Time Target Machine от Speedgoat.

Благодаря инструментам Simulink Real-Time и Simulink Coder сотрудники

кафедры одним щелчком мыши перенесли алгоритмы управления из модели Simulink на персональном компьютере в машину Education Real-Time Target Machine от Speedgoat. При помощи запуска алгоритмов управления стендом в машине Education Real-Time Target Machine от Speedgoat с персонального компьютера сотрудники кафедры смогли проверить работу алгоритмов управления на реальном стенде, отладить алгоритмы управления и запустить стенд.

Результаты

В короткие сроки был запущен стенд «шар на плате» для обучения студентов. Стенд позволяет в процессе работы наблюдать за изменением значений любых сигналов в алгоритмах управления и изменять параметры этих алгоритмов.

Алгоритмы управления местоположением шара были переданы из Simulink-модели на персональном компьютере в специальную машину с операционной системой реального времени при помощи одного щелчка мыши, без необходимости писать код.

Готовые библиотеки специализированных функций Computer Vision System Toolbox позволили очень быстро реализовать алгоритмы определения местоположения шара по видеоизображению с камеры. С использованием System Identification Toolbox удалось уточнить модель объекта по данным измерений. Simulink Design Optimization позволил настроить коэффициенты регулятора в автоматическом режиме.

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

