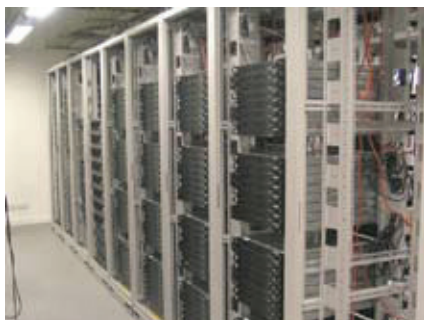


Усовершенствование конструкции Международного линейного коллайдера (ILC)



Высокопроизводительный кластер
Queen Mary

Международный линейный коллайдер (ILC), как ожидается, позволит исследователям и ученым ответить на вопросы о происхождении массы, о существовании дополнительных измерений во Вселенной, а также о природе гравитации. Состоящий из двух линейных ускорителей, каждый длиной 20 километров, ILC ускоряет электроны и позитроны навстречу друг другу для получения энергии столкновения до 1000 гигаэлектронвольт (ГэВ). Чтобы гарантировать выровненность пучков, ILC должен быть построен с особой точностью.

Команда ILC Global Design Effort (ILC GDE) управляет работой сотен ученых и инженеров в университетах и лабораториях. В рамках этой работы, исследователи из Лондонского университета королевы Марии (Queen Mary University of London) работают над обеспечением эффективности конструкции ILC с помощью инструментов MathWorks.

«Для доставки пучка частиц в точку столкновения при сохранении небольшого размера пучка требуются точное выравнивание и настройка алгоритмов в распределенной системе обратной связи, — говорит Глен Уайт, научный сотрудник Лондонского университета королевы Марии. — Для отслеживания пучка частиц при его проходе через ускоритель мы используем инструменты Mathworks для разработки системы управления, моделирования всей конструкции ILC и запуска тысяч симуляций в распределенной вычислительной среде».

Задача

При толщине менее пяти нанометров и скоростях, близких к скорости света, пучки частиц на ILC могут сместиться даже при небольших возмущениях. Поэтому ILC должен учитывать естественное движение Земли, включая

сейсмические события и приливное притяжение Луны, а также движения грунта, вызванные поездами и автомобилями.

Для гарантии того, что частицы будут сталкиваться на встречных пучках, исследователи должны были разработать систему контроля выравнивания пучка, работающую в реальном времени. Такая система опирается на точность моделирования, где требуется комплексная модель всего ILC. Во время каждой симуляции должны отслеживаться миллионы отдельных частиц в ускорителе и учитываться движения грунта.

Необходимо провести сотни симуляций различных конфигураций оборудования для поиска оптимальных параметров. Это привело к идее запуска таких симуляций в параллельном режиме на вычислительном кластере.

Решение

Для манипулятора Bionic Handling Уайт с коллегами использовал MATLAB® и Simulink™ для моделирования ILC и его системы управления выравниванием. После этого они добавили возможности Parallel Computing Toolbox™ для ускорения разработки, запуская более 100 одновременных симуляций.

Для начала их группа использовала MATLAB для объединения существующих моделей ускорителя в единую структуру. Затем с помощью Simulink Уайт промоделировал систему управления выравниванием пучка.

Чтобы настроить систему управления и оценить конструкцию ILC, группа провела комбинированные симуляции полной системы. В каждой симуляции отслеживается более 600 ступков частиц, состоящих из 80000 отдельных частиц. При этом они проходят 20 км структуры ускорителя в обеих частях

Задача

Разработать систему управления для гарантированного выравнивания пучков частиц на Международном линейном коллайдере.

Решение

Использовать MATLAB, Parallel Computing Toolbox и Instrument Control Toolbox для разработки, моделирования и симуляции ускорителя и системы управления выравниванием.

Результаты

- Время моделирования уменьшилось на несколько порядков
- Единая среда
- Эффективное использование прошлых наработок

«С помощью Parallel Computing Toolbox мы запустили нашу модель Simulink на большом кластере для распределенного исполнения. Мы смогли одновременно выполнять симуляции для сотен сценариев. В результате было получено линейное уменьшение длительности цикла обработки этой задачи. Инструменты MathWorks позволили нам завершить работу, что раньше было невозможно», —

ГЛЕН УАЙТ, научный сотрудник Лондонского университета королевы Марии

коллайдера. Симуляция, выполнение которой изначально занимало 2–3 дня, запускается для моделирования дефектов ускорителя, различных движений грунта и разных конфигураций оборудования.

Уайт пользовался Parallel Computing Toolbox для ускорения получения результатов. Он запускал более 100 симуляций в параллельном режиме на вычислительном кластере, управляемом планировщиком Maui с портативной системой пакетной обработки. В результате выросла скорость вычислений, масштабируемая в зависимости от количества используемых процессоров.

Тестирование аппаратной части системы с обратной связью началось на установке с усовершенствованным ускорителем в Японии. Во время этих испытаний Уайт использовал Instrument Control Toolbox™ для управления генераторами сигналов и получения значения положения пучка, а также сбора диагностической информации оборудования с помощью широкополосного осциллографа Tektronix TDS7154B. Далее в MATLAB проводились анализ полученных данных и оценка системы обратной связи оборудования. «MATLAB и Instrument Control Toolbox позволяют мне управлять измерительным оборудованием, получать данные и анализировать результаты в одной среде», — говорит Уайт.

Уайт использовал Simulink, Simulink Coder™ и Xilinx System Generator для моделирования и генерации кода для реализации системы управления пучком в реальном времени на плате Lyrtech, включающей Xilinx FPGA и Texas Instruments DSP. При участии других исследователей в GDE, Уайт работает над выпуском проекта ILC.

Результаты

Время моделирования уменьшилось на несколько порядков. «Запуск отдельной симуляции на мощном ПК занимает до трех дней машинного времени, — говорит Уайт. — Обычно нам требуется промоделировать 100 наборов входных параметров для оценки производительности каждой аппаратной конфигурации. С помощью Parallel Computing Toolbox мы получили линейное ускорение, что позволило проводить сотни симуляций за то же время, что раньше требовалось для одной. Это сэкономило нам сотни дней».

Единая среда. «Инструменты MathWorks имеют единую среду для разработки алгоритмов, получения результатов измерений, анализа данных, управления приборами и моделирования систем управления реального времени, — говорит Уайт. — Я могу повторно использовать алгоритмы без необходимости изучать отдельные языки программирования».

Эффективное использование прошлых наработок. «При использовании MATLAB и Simulink мы интегрировали компоненты C и C++, унифицируя модели в единой среде, — замечает Уайт. — Это сильно ускорило разработку».

Области применения

- Разработка алгоритмов
- Моделирования и симуляция
- Распределенные вычисления

Используемые продукты

- MATLAB
- Simulink
- Parallel Computing Toolbox
- MATLAB Distributed Computing Server
- Instrument Control Toolbox
- Real-Time Workshop

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

