

Прогнозирующие алгоритмы от BuildingIQ для оптимизации энергозатрат на ОВКВ в больших зданиях



Затраты на электроэнергию больших коммерческих зданий можно снизить на 10-25% с помощью системы оптимизации энергии от BuildingIQ.

Задача

Разработать систему, работающую в реальном времени, для минимизации затрат на ОВКВ в больших коммерческих зданиях с помощью прогнозирующей оптимизации.

Решение

Использовать MATLAB для анализа и визуализации больших наборов данных, реализации сложных алгоритмов оптимизации и их запуска в промышленной облачной среде.

Результаты

- Анализ и визуализации гигабайтов данных
- Десятикратный прирост скорости разработки алгоритмов
- Быстрое определение лучшего алгоритма

Офисные здания, больницы и другие большие коммерческие здания потребляют около 30% все мировой электроэнергии. Системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха (ОВКВ) этих зданий часто неэффективны, т.к. не учитывают изменения погоды, переменные затраты на электроэнергию, а также теплотехнические свойства здания.

BuildingIQ разработала Predictive Energy Optimization™ (PEO), облачную вычислительную платформу для снижения потребления энергии на ОВКВ на 10-25% при штатной эксплуатации. PEO был разработан при поддержке Государственного объединения научных и прикладных исследований (CSIRO) национального научного агентства Австралии. Передовые алгоритмы и методы машинного обучения, реализованные в MATLAB, постоянно оптимизируют работу ОВКВ, ориентируясь на краткосрочные прогнозы погоды и информацию о стоимости электроэнергии.

«CSIRO использовал MATLAB на начальном этапе разработки технологии. Мы тоже остановились на нем, т.к. это лучший инструмент для прототипирования алгоритмов и сложных математических вычислений», - говорит Борислав Савкович, ведущий специалист по обработке данных в BuildingIQ. «MATLAB позволяет переводить прототипы наших алгоритмов непосредственно на производственный уровень, где приходится сталкиваться с шумами и неопределенностями реального мира».

Задача

BuildingIQ надо было разработать алгоритмы для постоянной обработки гигабайтов информации с различных источников, в том числе измерителей мощности, термометров, датчиков давления ОВКВ, а также учитывая данные по погоде и стоимость электроэнергии.

Даже для одного здания это могут быть миллиарды значений. Поэтому ученым и инженерам необходимы средства для эффективной фильтрации, обработки и визуализации этих данных.

Для запуска алгоритмов оптимизации необходимо было построить точную математическую модель тепловой и энергетической динамики здания. Далее алгоритмы уже использовали бы эту модель для запуска задачи оптимизации с ограничениями, учитывающую комфортные условия для работников при минимизации платы за электроэнергию.

BuildingIQ нужен был способ быстрого создания математических моделей, тестирования различных вариантов оптимизации и машинного обучения, прототипов алгоритмов и развертывания в уже существующей ИТ инфраструктуре.

Решение

BuildingIQ использовала MATLAB для ускорения процесса разработки и развертывания своих алгоритмов по прогнозу и оптимизации использования электроэнергии.

Начав процесс оптимизации в MATLAB, инженеры BuildingIQ импортировали и визуализировали данные за 3-12 месяцев по температуре, давлению, потребляемой мощности. Общее количество точек исчислялось миллиардами. Для поиска пиков и провалов использовался Statistics and Machine Learning Toolbox™. Для удаления шума, вызванного отказами датчиков и другими причинами, применялись функции фильтрации из Signal Processing Toolbox™. Для аппроксимации очищенных от шумов, данных с помощью математической модели разработанной в MATLAB, использовался метод наименьших квадратов из Optimization Toolbox™. В этой модели, на основе измерений и верификации, внешняя температура и влажность

“Устойчивые численные алгоритмы MATLAB, его богатые средства визуализации и анализа, безотказные операции оптимизации, поддержка объектно-ориентированного программирования и возможность запуска в облаке совместно с нашими прикладными приложениями на Java, помогли нам ускорить НИОКР и процесс развертывания”, - Borislav Savkovic, BuildingIQ

коррелируют с электроэнергией, потребляемой системой ОВКВ.

В рамках процесса моделирования использовалась регрессия по методу опорных векторов, модели гауссовых смесей, а также кластеризация по k-средним из Statistics and Machine Learning Toolbox. Эти методы машинного обучения применялись для сегментации данных и определения относительных вкладов от газов, электричества, пара и солнечной энергии в процессы нагрева и охлаждения.

Команда разработчиков построила модель РЕО в MATLAB, способную выявить влияние системы ОВКВ и внешних условий на внутреннюю температуру в каждой зоне, а также потребление электроэнергии всего здания в целом. С помощью Control System Toolbox они анализируют полюса и нули системы контроля ОВКВ для оценки общего потребления электроэнергии и определения скорости достижения заданных условий для каждой зоны.

Для запуска многоцелевой оптимизации с сотнями параметров, нелинейными ограничениями и целевыми функциями используется Optimization Toolbox и модель РЕО. При этом происходит непрерывная оптимизация энергоэффективности в реальном времени. Эти оптимизации учитывают ожидаемые метеоусловия и цены на энергию на ближайшие 12 часов и определяют оптимальные режимы системы ОВКВ. В процессе работы, приложения на Java в облаке вызывают алгоритмы оптимизации MATLAB периодически в течение дня.

Каждый день BuildingIQ по модели рассчитывала базовые затраты на энергию, которые клиенты бы платили за ОВКВ без использования платформы BuildingIQ. Экономия составляла от 10% до 25%

Результаты

Анализ и визуализация гигабайтов данных. «MATLAB позволяет легко обрабатывать и визуализировать большие наборы данных, с которыми нам приходится иметь дело», - говорит Савкович. «Мы работаем с двумерными и трехмерными графиками, диаграммами рассеивания и другими типами графиков для понимания того, как наша система работает».

Десятикратный прирост скорости разработки алгоритмов. «Разработка алгоритмов в MATLAB происходит в 10 раз быстрее и более надежна, чем разработка их на Java», - говорит Савкович. «Нам необходимо фильтровать данные, смотреть на нули и полюса, запускать нелинейные оптимизации, решать множество других задач. В MATLAB есть все эти возможности, при этом они надежны и многократно проверены на практике».

Быстрое определение лучшего алгоритма. «В MATLAB мы можем быстро протестировать новые методы, чтобы найти тот, который лучше всего работает с нашими данными», - говорит Савкович. «Например, мы протестировали несколько методов кластеризации с помощью машинного обучения, а также несколько методов оптимизации до того, как остановились на последовательном квадратичном программировании. Это большое подспорье для исследования разных методов в сжатые сроки».

Промышленность

- Энергетика

Области применения

- Анализ данных
- Системы управления

Продукты

- [MATLAB](#)
- [Control System Toolbox](#)
- [Optimization Toolbox](#)
- [Signal Processing Toolbox](#)
- [Statistics and Machine Learning Toolbox](#)

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

