

УДК 004.67, 004.041
МРНТИ 28.23.17**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ MATLAB ДЛЯ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ****Г.У. БЕКТЕМЫСОВА¹, Ж.Б. ИБРАЕВА¹, С.П. ЛУГАНСКАЯ¹, Т.Ш. МИРКАСИМОВА²**¹Международный университет информационных технологий²Университет «Нархоз»

Аннотация: На сегодняшний день большие данные затрагивают почти все отрасли инженерной инфраструктуры. С появлением устройств Интернета вещей (IoT) их рост ускоряется все больше и больше. Но без аналитики от них нет пользы. Огромные результаты предоставляют нам возможность анализировать и использовать большие объемы данных IoT, включая приложения в интеллектуальных городах, интеллектуальные транспортные и сетевые системы, интеллектуальные счетчики энергии и удаленные устройства мониторинга состояния здоровья пациентов. Сбор и анализ данных интеллектуальных счетчиков в среде IoT помогают лицам, принимающим решения, прогнозировать потребление электроэнергии. Кроме того, аналитика интеллектуального счетчика также может использоваться для прогнозирования потребностей в целях предотвращения кризисов и достижения стратегических целей с помощью конкретных планов ценообразования. Таким образом, коммунальные предприятия должны быть способны к управлению большими объемами данных и передовой аналитике, предназначенной для преобразования данных в практические идеи. Аналитика больших данных позволяет прогнозировать, находить скрытые взаимосвязи и принимать на их основе оптимальные решения. Большие данные, собранные в «умных» городах, открывают новые возможности, в которых можно добиться повышения эффективности с помощью соответствующей аналитической платформы / инфраструктуры для анализа больших данных IoT. Инструменты MATLAB позволяют обрабатывать и анализировать данные, строить модели машинного обучения. В этой статье рассматриваются возможности использования методов моделирования, прогнозирования для энергоэффективности зданий. MATLAB – лучший инструмент для прототипирования алгоритмов и выполнения современных математических вычислений.

Ключевые слова: большие данные, анализ данных, машинное обучение, MATLAB, умный город, энергоэффективность

THE USE OF MATLAB TOOLS FOR BIG DATA ANALYSIS TO ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS

Abstract: Today, big data affects almost all branches of the engineering infrastructure. With the advent of the Internet of Things (IoT) devices, their growth is accelerating more and more. But without analytics there is no use for them. Immense results are presented by the capability to analyze and utilize huge amounts of IoT data, including applications in smart cities, smart transport and grid systems, energy smart meters, and remote patient healthcare monitoring devices. Collecting and analyzing smart meter data in IoT environment assist the decision maker in predicting electricity consumption. Furthermore, the analytics of a smart meter can also be used to forecast demands to prevent crises and satisfy strategic objectives through specific pricing plans. Thus, utility companies must be capable of high-volume data management and advanced analytics designed to transform data into actionable insights. Big data analytics allows you to predict, find hidden relationships and make optimal decisions based on them. Big data collected from smart cities offer new opportunities in which efficiency gains can be achieved through an appropriate analytics platform/infrastructure to analyze big IoT data. MATLAB tools allow you to process and analyze data, build machine learning models. This article discusses the possibilities of using the methods of modeling, forecasting for energy efficiency of buildings. MATLAB is the best tool for prototyping algorithms and performing modern mathematical calculations.

Keywords: big data, data analysis, machine learning, MATLAB, smart city, energy efficiency

ҒИМАРАТТАРДЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ БОЙЫНША ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ ҮШІН MATLAB ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНУ

Аңдатпа: Бүгінде үлкен деректер инженерлік инфрақұрылымның барлық салаларына әсер етеді. Интернет заттар (IoT) құрылғыларының пайда болуымен, олардың өсуі барған сайын артып келеді. Бірақ аналитикасыз олардың маңызы жоқ. IoT деректерін, оның ішінде зияткерлік қалаларда, зияткерлік көлік және жселілік жүйелерде, ақылды энергия өлшеуіштерде және пациенттердің денсаулығын қашықтан бақылайтын құрылғылардағы деректерді талдау және пайдалану ыңғайлылығы үлкен көлемде оң нәтижелер алуға мүмкіндік береді. IoT ортасында ақылды энергия өлшеуіштердегі деректерді жинау және талдау шешім қабылдаушылардың энергияны тұтынуын болжауға көмектеседі. Бұдан басқа, ақылды энергия өлшеуіштердегі деректерді талдау дағдарыстарды болдырмау және нақты баға жоспарлары арқылы стратегиялық мақсаттарға қол жеткізу үшін, қажеттіліктерді болжау үшін пайдаланылуы мүмкін. Осылайша, утилиталар деректерді үлкен көлемде басқаруға және деректерді тәжірибелік идеяларға айналдыруға арналған кеңейтілген аналитикаға қабілетті болуы керек. Үлкен деректер аналитикасы болжауға, жасырын байланыстарды табуға және оларға негізделген оңтайлы шешімдер қабылдауды жүзеге асырады. Ақылды қалаларда жиналған үлкен деректер жаңа мүмкіндіктер ашады, онда сіз IoT үлкен деректерін талдау үшін тиісті талдамалық платформамен / инфрақұрылыммен тиімдірек жұмыс істей аласыз. MATLAB құралдары деректерді өңдеуге және талдауға, машиналық оқыту модельдерін құруға мүмкіндік береді. Бұл мақалада ғимараттардың энергия тиімділігін болжау, модельдеу әдістерін қолдану мүмкіндіктері қарастырылады. MATLAB – бұл алгоритмдердің үлгілеуі мен қазіргі математикалық есептеулерді орындаудың ең ұтымды құралы.

Түйінді сөздер: үлкен деректер, деректерді талдау, машиналық оқыту, MATLAB, ақылды қала, энергия тиімділігі

С развитием Интернета вещей (IoT) огромный пакет данных, получаемых с датчиков температуры или других устройств, которые генерируют большие потоки структурированных или неструктурированных данных, сильно растет. Аналитика больших данных позволяет находить скрытые закономерности, тем самым позволяя организациям или компаниям улучшить понимание данных и принять правильные решения [1].

Большие данные, собранные в «умных» городах, открывают новые возможности, в которых можно добиться повышения эффективности с помощью соответствующего аналитического инструмента. Различные устройства подключаются к Интернету в интеллектуальной среде и обмениваются информацией. Технологии облачных вычислений дали возможность сократить стоимость хранения данных [1].

Возможности анализа расширились, и роль больших данных в умном городе может трансформировать каждый сектор экономики страны. Nadoor с менеджером ресурсов

YARN недавно предложили усовершенствование технологии больших данных для поддержки и обработки многочисленных рабочих нагрузок, обработки в реальном времени и приема потоковых данных [5].

Методы интеллектуального анализа данных широко используются как для проблемно-ориентированных методов, так и для обобщенного анализа данных [4]. Соответственно, используются статистические и машинные методы обучения. MATLAB предлагает множество методов анализа данных, таких как: математические методы, инженерные и научные функции, машинное и глубокое обучение, а так же мощную визуализацию.

Инструменты MATLAB позволяют эффективно обрабатывать и анализировать большие данные:

- *Statistics and Machine Learning Toolbox;*
- *Deep Learning Toolbox;*
- *Signal Processing Toolbox*
- *Image Processing Toolbox;*
- *Text Analytics Toolbox;*
- *Financial Toolbox*

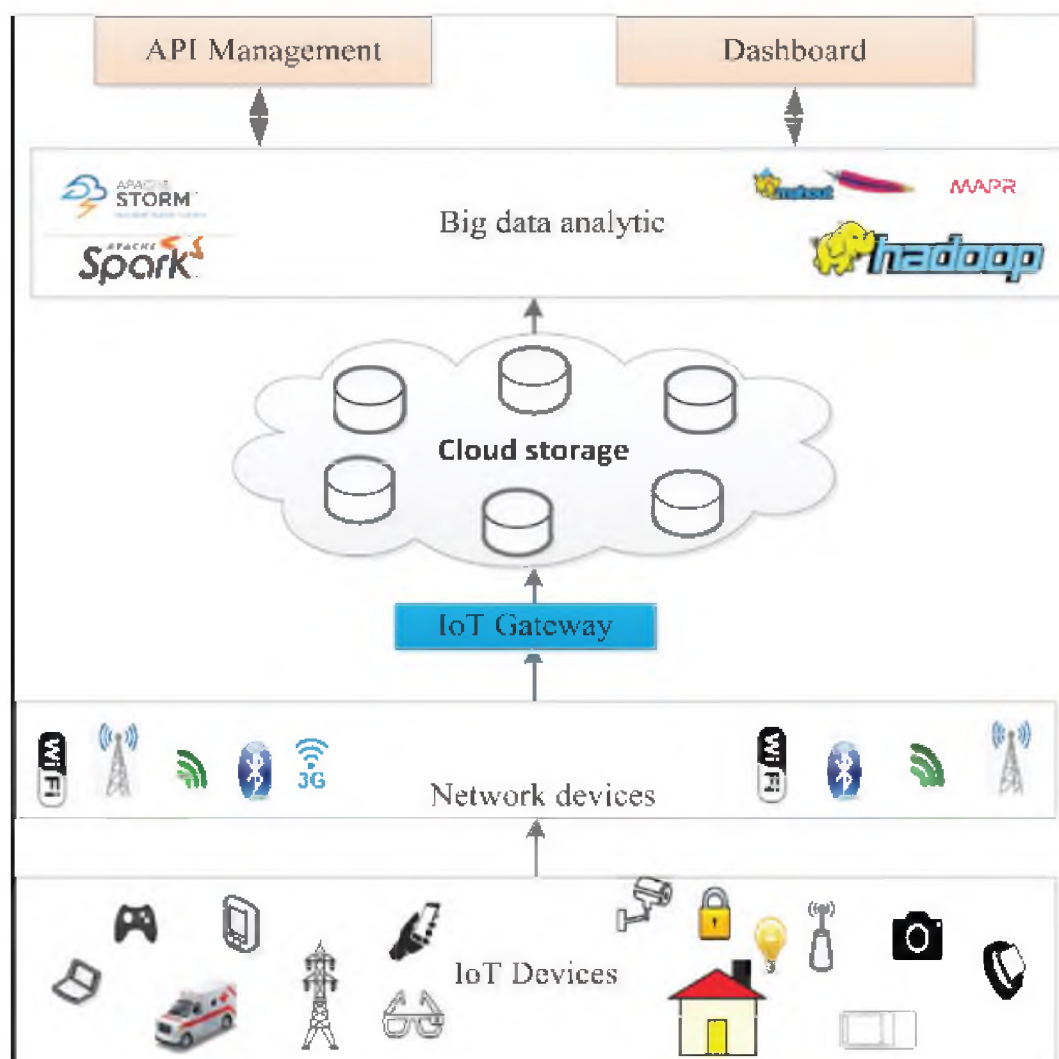


Рис. 1 – IoT архитектура и анализ больших данных

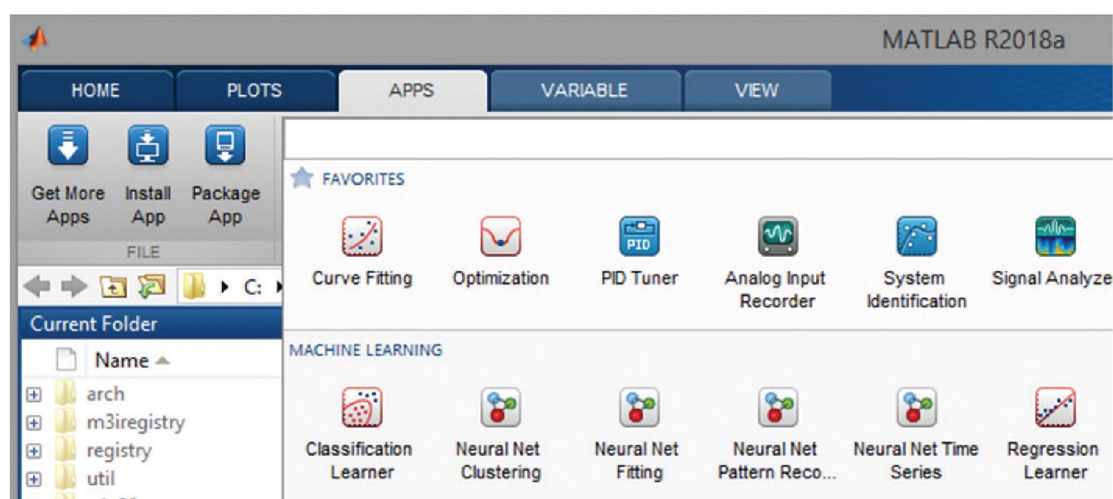


Рис. 2 – Инструменты машинного обучения в MATLAB

Перечисленные выше инструменты MATLAB применили специалисты компании BuildingIQ в сотрудничестве с Организацией научных и промышленных исследований Содружества (CSIRO), национальным научным агентством Австралии. Они раз-

работали первое и единственное облачное программное обеспечение, которое использует сложные методы машинного обучения больших данных. Эти методы непрерывно оптимизируют производительность HVAC (Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) в режиме реального времени при минимальном энергопотреблении, при этом обеспечивая максимальный

комфорт для жителей здания. Главным преимуществом этого программного обеспечения является то, что оно легко взаимодействует с существующими системами управления зданием.

MATLAB здесь был использован для разработки базовых алгоритмов и взаимодействия с остальной частью системы BuildingIQ облако основе.

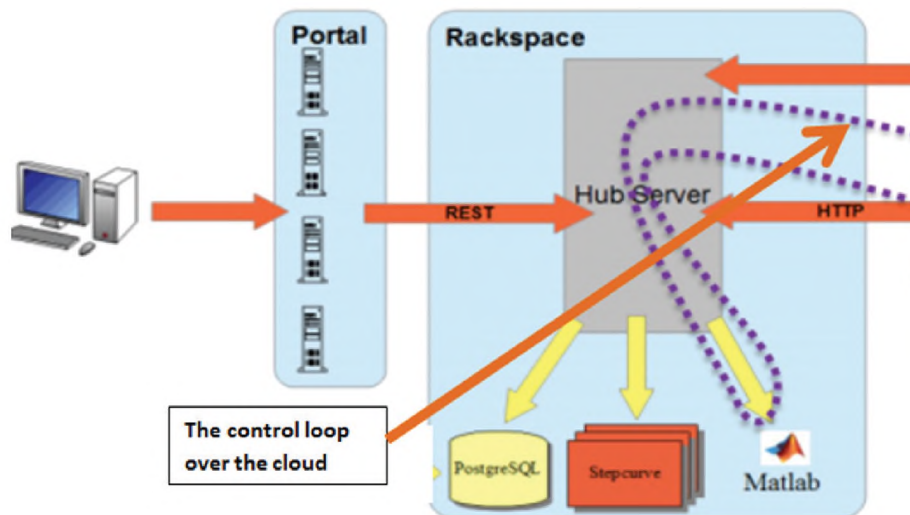


Рис. 3 – BuildingIQ «облачный замкнутый контур с предсказанием оптимального управления в реальном времени»

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC), которые регулируют внутреннюю температуру и влажность в крупных зданиях (офисных зданиях, больницах, торговых центрах...), составляют примерно 30% от общего мирового потребления энергии [7].

В чем была необходимость создания данного программного обеспечения и почему именно MATLAB выбрали для использования?

Во-первых, существующие системы HVAC неэффективны и приводят к ненужным потерям энергии. Эта неэффективность происходит из того, что многие системы управления HVAC не учитывают активно и прогнозируемо изменяющиеся погодные условия, переменные затраты на энергию и тарифы, тепловые свойства основного здания, а также отсутствие глобальной осведомленности, координации и «осведомленности» о рынке энергии, чтобы оптимально контролировать и регулировать здание [7].

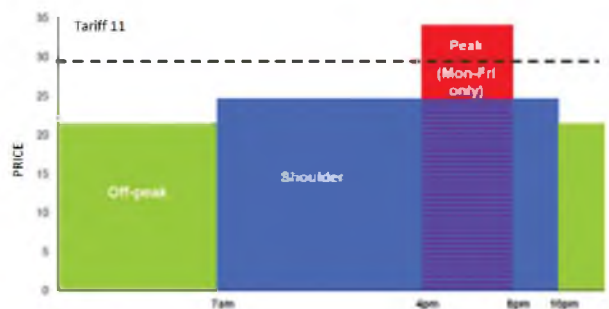


Рис. 4 – Тарификация цен на электроэнергию за наблюдаемый период (2013-2014гг)

Во-вторых, по словам главного специалиста по аналитической обработке данных в команде BuildingIQ Борислава Савковича, они использовали MATLAB, потому что это лучший инструмент для прототипирования алгоритмов и выполнения современных математических вычислений. MATLAB позволяет перенести созданные алгоритмы непосредственно в готовый продукт [7].

Какие функции Matlab помогли ускорить разработку:

- 1) Надежные численные алгоритмы (ODE-вычисления)
- 2) Мощные инструменты визуализации
- 3) Инструменты аналитики *Statistics and Machine Learning Toolbox*, *Signal Processing Toolbox*, *Image Processing Toolbox*, *Optimization Toolbox*
- 4) Надежные процедуры математической оптимизации
- 5) Возможность взаимодействия с Java
- 6) Запуск Matlab в облаке в производственной среде
- 7) Структура модульного тестирования (огромная база кода).

Продукт BuildingIQ получил название Predictive Energy Optimization (PEO). Он распространяется с использованием бизнес-модели SaaS (Software-as-a-Service или Программное обеспечение как услуга). Используя интеллектуальные алгоритмы продукт автоматически оптимизирует энергопотребление, позволяя клиентам снижать расход электроэнергии на 10-25%.

Инженеры BuildingIQ использовали модуль Signal Processing Toolbox в составе MATLAB для фильтрации данных, модуль Statistics and Machine Learning Toolbox для

создания алгоритмов моделирования влияния различных факторов на процессы нагревания и охлаждения воздуха внутри здания, а также модуль Optimization Toolbox для формирования алгоритмов постоянной оптимизации энергетической эффективности в режиме реального времени. Чтобы добиться интеграции созданных алгоритмов в свою собственную систему, команда использовала модуль MATLAB Compiler, что сэкономило время и ресурсы, необходимые для перевода алгоритмов MATLAB на язык Java или C.

Заключение

- MATLAB – лучший инструмент для прототипирования алгоритмов и выполнения современных математических вычислений;
- С помощью анализа больших данных, глубокой математики, математической оптимизации можно достичь 10-25% экономии на общих счетах за электроэнергию;
- Инструменты Statistics and Machine Learning, Signal Processing Toolbox, Optimization Toolbox надежно и эффективно справляются с возникающими задачами в инженерной инфраструктуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.Мариани и др.: Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges. Сборник IEEE Access. Том 5, 2017, с. 5247_5261.
2. N. Golchha, "Big data-the information revolution," Int. J. Adv. Res., Том 1, №12, с. 791_794, 2015.
3. P. Russom, Big Data Analytics. TDWI, 4-й кварт., 2011.
4. C.-W. Tsai, "Big data analytics: A survey," J. Big Data, Том 2, №1, с.1_32, 2015.
5. Z. Khan, A. Anjum, and S. L. Kiani, "Cloud based big data analytics for smart future cities," в сборнике IEEE/ACM 6-я конф. Обл.вычис. (UCC), Дек. 2013, с. 381_386.
6. P. Russom, Big Data Analytics. TDWI, 4-й кварт., 2011, с. 1_35.
7. Борис Савкович, BuildingIQ, Big Data Applied to Big Buildings to Give Big Savings on Big Energy Bills, MathWorks, 2015.