

РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВИСА ОПИСАТЕЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ ДЛЯ IoT-ПЛАТФОРМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Д. Маркверер, А.А. Щелкунов, А.И. Дерябин
Национальный исследовательский университет
Высшая школа экономики,
кафедра информационных технологий в бизнесе

Аннотация

С развитием концепции «Индустрия 4.0» первостепенное значение приобретают цифровая трансформация предприятий, использование новых методов управления на основе технологий Интернета вещей (Internet of Things, IoT) и анализа больших данных (BigData). Использование IoT-платформ в разы увеличило объем генерируемой информации. Согласно прогнозам, к 2025 году объем всех данных во всем мире составит 175 зеттабайт (ЗБ) по сравнению с 33 зеттабайтами в 2018 году [1]. Анализировать информацию становится все сложнее, что характерно и для систем управления энергоресурсами – систем энергетического менеджмента (EMS), [2, 3]. В связи с этим, создание аналитического сервиса для энергоменеджеров промышленного предприятия является актуальной задачей.

Введение

Современные промышленные предприятия нефтегазовой отрасли все чаще оснащаются энергетическим оборудованием с доступом к корпоративной IoT-платформе, [4, 5]. Такие объекты являются поставщиками данных, которые в современных условиях должны использоваться для задач поиска неисправностей, диагностики, прогнозов, оптимизации и управления энергопотреблением и др., [6, 7]. На практике эти задачи раздельно решаются энергоменеджерами, специалистами по производству, сотрудниками служб техобслуживания в малочисленных дорогостоящих BI системах (Siemens, Oracle, SAP, Schneider и др.), либо путем ручного анализа экспортированной в Excel информации по эмпирически построенным алгоритмам.

Целью работы является реализация доступного сервиса описательной аналитики для IoT-платформы InfluxData, как средства, снижающего стоимость разработки и эксплуатации EMS системы на предприятии нефтегазовой промышленности. В работе будут представлены следующие основные шаги разработки:

1. Моделирование процессов в EMS на языке UML.

2. Построение расчетно-аналитических моделей внутри представленных прецедентов.

3. Интеграция сервиса на языке Python с СУБД InfluxDB и средой визуализации данных Grafana [8 - 10].

Моделирование процесса анализа энергопотребления и энергомониторинга

В рамках исследования был проведён анализ стандарта, описывающего требования к EMS. По результатам анализа были сформулированы требования к разрабатываемому сервису, рис. 1. Представлены алгоритмы для сбора и обработки сведений об энергопотреблении (рис. 2, А) и визуализации данных (рис. 2, Б). Данные алгоритмы включают в себя взаимодействие с базой данных InfluxDB через Python скрипт, а также использование Grafana для визуализации данных. Сервис позволяет считывать данные, полученные с технических объектов на промышленном предприятии, из файлов или датчиков, с дальнейшей её обработкой и приведением в корректный формат (подготовка, очистка, трансформация и фильтрация данных). Очищенные данные передаются в базу данных и далее визуализируются с помощью дашбордов.



Рис. 1. Диаграмма прецедентов проведения энергоменеджмента (фрагмент)

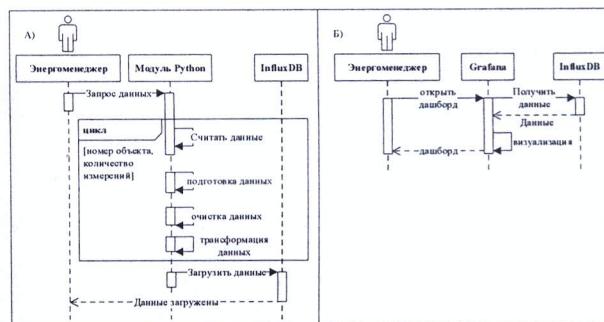


Рис. 2. Диаграммы последовательности для:
 А) Сбор и обработка сведений об энергопотреблении;
 Б) Визуальный анализ

Разработка математических моделей и реализация расчетов на Python

Для работы с данными сервис использует библиотеку pandas. Для очистки данных подготавливается лямбда функция (функция без имени), которая будет убирать лишние пробелы в названиях технического объекта.

После очистки данных проводится трансформация. Такая операция выполняется в случае, если для анализа нужно заменить названия способов эксплуатации оборудования на индексы и построить регрессионные модели зависимости потребления от конкретного способа и т.п.

Следующим шагом является фильтрация данных, т.е. выявление технических объектов, по которым есть данные по событиям измерений. Данная задача выполняется по всем записям с параметрами. Остальные записи удаляются. На основе этого реализуется прецедент расчёта числа включений / отключений / простое.

Далее переходим к расчётом, связанным с энергомониторингом. Первый шаг – вычисление количества измеренных и пропущенных параметров (дополнение прецедента расчёта числа включений / отключений / простое). Данные характеристики вычисляются по формулам 1, 2, 3.

$$Off = \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N data(n) == null \quad (1)$$

$$On = \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N data(n)! == null \quad (2)$$

$$All = Off + On \quad (3)$$

где Off - количество отключений/простое, On - количество записанных числовых измерений, J - количество датчиков, N - количество измерений, data(n) - измерение в конкретный момент времени, null - пустое значение.

Затем выполняется упорядочивание технических объектов по количеству пропусков в данных (прецедент ранжирования). Для упорядочивания нужно вычислить

процент пропусков в данных для каждого технического объекта obj , для этого воспользуемся формулой 4.

$$\forall obj \left(\frac{off(obj)}{All(obj)} * 100 \right) \quad (4)$$

Дальше выполняется стандартная сортировка по проценту простоев по возрастанию. По произведённым расчётом реализуется прецедент сравнения пороговых значений, т.е. можно из всех объектов выделить те, у которых количество пропусков меньше среднего количества пропусков по всем объектам или нахождением объектов, формирующих основную выборку (количество пропусков не превышает 30% всех измерений, например).

Для реализации прецедента распознавания нехарактерных и характерных режимов потребления построена стандартная гистограмма распределения измерений, на которой видно, какое измерение характерно для однотипных технологических объектов, рис. 3. Остальные значения нехарактерны для объектов и данного вида измерений, поэтому необходимо более детальное изучение природы полученных значений: это могут быть сбои, внешние факторы и т.п.

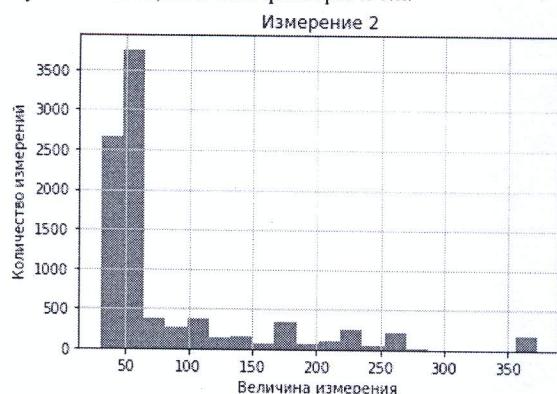


Рис. 3. Гистограмма распределения количества значений по характеристике измеренного показателя №2

Также можно нормировать значения по всем видам измерений, приводя их тем самым к общей форме, пригодной для сравнения значений не только в рамках одного измерения, но и между измерениями. Это поможет выявить закономерности в том, как будет меняться количество потребленной энергии, исходя из изменения других факторов (режим, способ эксплуатации или др.). Процесс нормирования описывается по формуле 5. Аналогично строятся графики, в случае необходимости.

$$norm = \frac{real-min}{max-min} \quad (5)$$

где $norm$ - нормированное значение одного замера, $real$ - реальное значение замера, min - минимальное значение с одного измерительного прибора, max - максимальное значение с одного измерительного прибора.

Для оценки влияния различных показателей на энергопотребление необходимо найти моду по измерению и выбрать только те значения времени и настроек, при которых замер по определённому параметру равен этой моде. И затем вывести или сохранить полученные уникальные значения.

Взаимодействие InfluxDB и Grafana

Перевод обработанных в базу данных InfluxDB происходит посредством исполнения программы импорта на Python. После конфигурирования связи БД и Grafana, на дашборде будет представлены данные о режиме и способе эксплуатации для объекта «10р», для этого же объекта (на панели под первым графиком) можно видеть изменения измерений по четырём датчикам (рис. 4). На панелях справа выведены два объекта, у которых практически на всём интервале наблюдений практически сходные режимы и способы эксплуатации, но при этом на

нижнем графике видно, что один и тот же параметр для этих объектов имеет разный характер измеренных значений, но в целом значения близкие и есть схожесть в поведении, тренде.



Рис. 4. Дашборды с метриками по технологическим объектам предприятия нефтегазовой промышленности

Заключение

Выполнены работы по проектированию и реализации функциональных требований анализа энергопотребления и энергомониторинга, построенные математические модели переведены на языке программирования Python. Написанные скрипты позволили подготовить данные для загрузки в базу данных InfluxDB, по содержимому которой получены графики, полезные для энергоменеджеров, на платформе Grafana. Получены экспериментальные выводы, например, найдены характерные значения для каждого датчика при определённом режиме и способе эксплуатации технического объекта.

В результате получился программный модуль и комплекс взаимодействующих между собой сервисов, позволяющих легко настроиться под данные конкретной предметной области, найти ответы на вопросы по эксплуатации оборудования и влияния потребления ресурсов от внешних факторов.

Список литературы:

1. Доклад аналитической фирмы IDC «Эра данных 2025» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf> (Дата обращения: 19.01.2020 г.).
2. Faizrakhmanov, R.A. Sustainable energy consumption control using the MY-JEVIS energy management data system / Faizrakhmanov R.A., Frank T., Kychkin A.V., Fedorov A.B. // Russian Electrical Engineering – 2011. – Vol. 82. – Iss. 11. – pp. 607-611.
3. Марквицер В.Д. Проектирование архитектуры информационной системы управления энергоресурсами / Марквицер В.Д., Неганова Э.А., Щелкунов А.А., Кычкин А.В. // В кн.: Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского / Под общ. ред.: Е.А. Крук, С.А. Аксенов, С.М. Авдошин, У.В. Аристова, Г.Г. Бондаренко, Л.С. Восков, А.А. Елизаров, Э.С. Клышинский, А.Б. Лось, Н.С. Титкова. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2019. С. 228-230.
4. Кычкин, А.В. Распределенная система энергомониторинга реального времени на основе технологии IoT / Кычкин А. В., Артемов С. А., Белоногов А. В. // Датчики и системы. – 2017. – № 8-9 (217). – С. 49-55.

2

5. Kychkin, A. V. Synthesizing a system for remote energy monitoring in manufacturing / Kychkin A.V. // Metallurgist. - 2016. - Vol. 59, N. 9-10. - P. 752-760.

6. Кычкін, А.В. Метод обробки результатов моніторинга групи енергопотребителей / Кычкін А.В., Микрюков Г.П. // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2016. – № 6. – С. 9-14.

7. Елтышев, Д.К. Интеллектуализация процесса диагностики состояния электротехнического оборудования / Елтышев Д.К. // Информатика и системы управления. – 2015. – № 1. – С. 72-82.

8. Mannes, John. "InfluxData closes \$16 million Series B led by Battery Ventures to organize IOT data" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://techcrunch.com/2016/09/21/influxdata-closes-16-million-series-b-led-by-battery-ventures-to-organize-iot-data/>, свободный. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 19.01.2020).

9. Miller, Ron. "Errplane Snags \$8.1M To Continue Building Open Source InfluxDB Time Series Database" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://techcrunch.com/2014/12/08/errplane-snags-8-1m-to-continue-building-open-source-influxdb-time-database/>, свободный. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 19.01.2020).

10. Викентьева, О.Л. Синтез информационной системы управления подсистемами технического обеспечения интеллектуального здания / Викентьева О.Л., Дерябин А.И., Шестакова Л.В., Кычкін А.В. // Вестник МГСУ. – 2017. – № 12. – С.1191-1201.

D