

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» / Russian journal of resources, conservation and recycling <http://resources.today>

2016, Том 3, №1 / 2016, Vol 3, No 1 <http://resources.today/issues/vol3-no1.html>

URL статьи: <http://resources.today/PDF/07RRO116.pdf>

DOI: 10.15862/07RRO116 (<http://dx.doi.org/10.15862/07RRO116>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Мкртчян В.С., Финогеев А.Г., Финогеев Е.А., Губанов Н.Н. Облачный мониторинг сети инженерных коммуникаций системы городского теплоснабжения в скользящем режиме // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №1 (2016) <http://resources.today/PDF/07RRO116.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Mkrtychyan V.S., Finogeev A.G., Finogeev E.A., Gubanov N.N. [Cloud network monitoring utilities urban heating systems in the sliding mode] Russian journal of resources, conservation and recycling, 2016, Vol. 3, no. 1. Available at: <http://resources.today/PDF/07RRO116.pdf> (In Russ.)

Мкртчян Вардан Суренович

Университет управления, информационных наук и технологий, Австралия, Сидней¹
Доктор технических наук, профессор
E-mail: hhhuniversity@gmail.com

Финогеев Алексей Германович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, Пенза²
Доктор технических наук, профессор
E-mail: finogeev@sura.ru

Финогеев Егор Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, Пенза
Аспирант
E-mail: frzegor@yandex.ru

Губанов Николай Николаевич

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, п. Черкизово³
Старший преподаватель
E-mail: gubanov.nik@yandex.ru

Облачный мониторинг сети инженерных коммуникаций системы городского теплоснабжения в скользящем режиме

Аннотация. В статье описывается модернизированная платформа, созданная авторами, на основе синтеза идей высказанных в своих известных публикациях. Платформа работает в скользящем режиме и предназначена для осуществления облачного мониторинга, на примере сети инженерных коммуникаций системы городского теплоснабжения. Сбор, первичная обработка, структуризация и агрегирование сенсорных данных предлагается производить на узлах беспроводной сенсорной сети при условии достаточной вычислительной мощности и наличие операционной платформы для загрузки интеллектуальных программных агентов, либо в контроллерах приборов промышленной автоматики при условии открытости протоколов и платформы со стороны разработчика. Передача исходных данных и агрегатов в

¹ P.O. Box 759, Lane Cove, NSW, 1595, Sydney, Australia

² 440026, Пенза, Красная 40

³ 141221, Московская область, Пушкинский район, п. Черкизово, ул. Главная, д. 99

процессе облачного мониторинга обеспечивается посредством беспроводной гетерогенной сети. Цель статьи показать возможности облачного сервиса TRIPLE H-Avatar управляемой интеллектуальными агентами, как сервис ориентированная виртуальная среда в скользящем режиме. Процесс облачного мониторинга объектов инженерных коммуникаций является инвариантным к любым сложным пространственно распределенным системам и включает ряд этапов, инвариантность достигается преднамеренным введением скользящего режима, который контролируется индикатором.

Ключевые слова: индикатор скользящего режима; облачный мониторинг; интеллектуальный анализ данных; облачное хранилище; поддержка принятия решений; беспроводная сенсорная сеть; кластерная архитектура; TRIPLE H-Avatar; SCADA

Введение

Основная цель теплоснабжения микрорайонов города заключается в обеспечении потребителей бесперебойной подачей холодной и горячей воды требуемой температуры и качества с заданным уровнем комфорта и соответствующими условиями оплата данных услуг в зависимости от объема потребления. Задачей разработки и внедрения системы интеллектуального анализа данных для поддержки принятия решений является достижение энергетической результативности тепловой сети за счет повышения эффективности предприятий теплоснабжения, снижения потерь при генерации и транспортировке энергоносителя, регулирования энергопотребления на тепловых пунктах, в общественных и жилых зданиях городских районов с учетом различных факторов [1].

Тепловое снабжение города традиционно обеспечивается за счет систем централизованного теплоснабжения на основе паротурбинных ТЭЦ. Система инженерных коммуникаций теплоснабжения использует центральные тепловые пункты (ЦТП) для подогрева теплоносителя. В ЦТП размещается теплоэнергетическое, водопроводное, газовое, электротехническое и противопожарное оборудование. К зданиям различных типов от ЦТП подаются энергоносители по распределительным трубопроводам. В современной системе теплоснабжения также используются автономные блочно-модульные котельные (БМК) и индивидуальные тепловые пункты (ИТП) зданий, которые позволяют уменьшить себестоимость тепловой энергии за счет сокращения затрат на транспортировку теплоносителя и снижения потерь при транспортировке. Нормативы потребления услуг по отоплению и горячему водоснабжению устанавливаются в соответствии с требованиями к качеству коммунальных услуг, предусмотренными законодательными и нормативными правовыми актами федерального и муниципального уровней. При определении нормативов учитываются конструктивные и технические параметры дома: материал стен, крыши, объем жилых помещений, площадь ограждающих конструкций и окон, износ внутридомовых инженерных коммуникаций и оборудования, а также количество этажей и год постройки. Обычно в норматив отопления включается расход тепловой энергии исходя из расчета расхода на 1 м² площади помещений для обеспечения комфортного температурного режима, содержания имущества дома, с учетом требований к качеству услуги.

Облачный мониторинг распределенных объектов и систем на основе беспроводных сенсорных сетей

В последнее время предприятия рассматривают возможности использования облачных технологий для аналитической обработки информации. Можно выделить две основные парадигмы технологий: облачные и туманные вычисления.

С понятием облачные вычисления тесно связано понятие параллельных распределенных вычислений (Grid computing). Термин Grid вычисления относится преимущественно к архитектуре компьютерных сетей и представляет собой ориентированный на виртуализацию способ организации вычислительного процесса, когда части задачи распределяются по свободным в данный момент ресурсам сети для решения задач, сложных для отдельно взятого узла, что требует использования специального ПО. В свою очередь, облачные вычисления (cloud computing) не всегда означают распределение частей задачи по узлам — решетки распределенных вычислительных ресурсов.

Облачные вычисления (cloud computing) - это модель предоставления повсеместного сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (сетям, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам) любой момент времени. Пользователь фактически использует только клиентское обеспечение в качестве средства доступа к сервисам, платформам и данным, а вся инфраструктура информационной системы находится на сервере сервис-провайдера.

Со стороны провайдера, «облачные» технологии позволяют использовать меньшие программно-аппаратные вычислительные ресурсы, за счет представления их в аренду пользователям только на время использования сервиса, вместо постоянного выделения мощностей для абонентов.

Со стороны пользователя, «облачные» технологии позволяют получить услуги в любое время и в любом месте с вычислительных средств небольшой мощности, используя парадигму «тонкого» клиента, благодаря высокому уровню доступности, масштабирования и эластичности без необходимости закупки, установки, обслуживания, администрирования и модернизации собственной программно-аппаратной платформы.

Туманные вычисления (fog computing) — это виртуальная платформа распределенных вычислений и служб хранения информации на оконечных терминальных устройствах, а также сетевые службы передачи данных между ними и центрами облачных вычислений [5]. Концепция туманных вычислений определяет распределённые вычисления, которые выполняются терминальными устройствами с ограниченными вычислительными и энергетическими ресурсами, к которым, прежде всего, следует отнести узлы сенсорной сети. Данные узлы имеют непосредственную связь с датчиками, приборами бытовой и промышленной автоматики, исполнительными механизмами и т.п.

Туманные вычислительные ресурсы в нашем случае представляют беспроводные сенсорные сети, узлы которых способны решать некоторые аналитические задачи. Каждый элемент «тумана» (сенсорный узел) является интеллектуальным агентом, обладающим небольшой вычислительной мощностью, флеш памятью, интерфейсом связи с датчиками или устройствами, радио интерфейсом для связи с другими аналогичными узлами, прошивкой с операционной системой и прикладным ПО обработки данных.

Ресурсы распределены по периферии сети и обработка данных в них производится в режиме реального времени вне зависимости от координатной привязки сенсорного узла к цифровой картографической основе. Такая возможность обеспечивается тем, что большинство ОС для беспроводных сенсорных узлов являются операционными системами реального времени. Протоколы ретрансляции и динамической маршрутизации позволяют строить гетерогенную среду ячеистой топологии для сбора и передачи информации с географически распределенных сенсорных узлов, выполняющих задачи по структуризации и агрегирования первичных неструктурированных данных. Повсеместный доступ к первичным неструктурированным данным и агрегатам может быть предоставлен с мобильных платформ с «тонкими» клиентами, которые подключаются к сенсорным узлам. Таким образом, согласно

парадигме туманных вычислений можно использовать сенсорные узлы не только для сбора, оцифровки и передачи данных в центр накопления, но и выполнять определенные операции по обработке информации в зависимости от вычислительных возможностей устройств. Подобная обработка информации уже реализована на ретранслирующих узлах сенсорных сетей, где выполняются операции алгоритмов динамической маршрутизации. В нашем случае предлагается перенести на сенсорные узлы ряд операций связанных с накоплением первичных данных, очисткой и нормализацией, вычислением агрегированных показателей и возможно краткосрочных прогнозов.

Во-первых, это позволит снять нагрузку на низкоскоростные сенсорные сети передачи данных (стандарт 803.15.4 определяет пропускную способность до 250 кб/с в частотном диапазоне 2,4 ГГц), так как будут передаваться не все данные, а интеграционные и прогнозные показатели за определенное время работы. Координатор сенсорной сети может увеличить интервалы опросов сенсорных узлов, что приведет в повышению энергетической эффективности работы узлов-маршрутизаторов и автономности сенсорной сети в целом.

Во-вторых, уменьшится вычислительная нагрузка подсистемы предварительной обработки данных перед погружением их в хранилище и общий объем данных в хранилище.

В-третьих, появляется возможность реализации потоковой интеллектуального анализа агрегатов данных и прогнозов в реальном времени, минуя стадии погружения в хранилище и извлечения данных в облачном вычислительном кластере обработки больших сенсорных данных (BigSensorData).

В-четвертых, открываются широкие возможности мониторинга работы приборов автоматики и исполнительных механизмов путем анализа интегрированных и прогнозных показателей на интеллектуальном сенсорном узле через подключение к нему переносного мобильного устройства с соответствующим программным приложением.

В нашем случае предлагается рассматривать парадигму облачного мониторинга как концепцию синтеза единой распределенной системы сбора и обработки сенсорных данных для диспетчерского управления и поддержки принятия решений. Система определяет конвергенцию технологий туманных и облачных вычислений для решения информационно-аналитических задач путем обработки больших объемов неструктурированных (в рамках концепции fog computing) и структурированных (в рамках концепции cloud computing) данных.

Облачный мониторинг инженерных коммуникаций системы теплоснабжения в скользящем режиме

Для мониторинга, учета и анализа параметров энерго-, тепло-, водо- и газопотребления, показателей энерго эффективности и энерго потерь при генерации, транспортировке, потреблении и утилизации энергоносителей разрабатываются и внедряются диспетчерские SCADA системы. Для информационной поддержки работы таких систем используются различные способы сбора и обработки данных, получаемых с датчиков, приборов промышленной автоматики, приборов учета и контроля энергопотребления. Несмотря на достижения в плане внедрения телекоммуникационных, информационных и гео информационных технологий для автоматизации технологических процессов производства и потребления энергоносителей существуют проблемы, сдерживающие широкое использование подобных систем, такие как «непрозрачность» исходных данных и протоколов, рассогласованность данных и информационных потоков, отраслевой специфики учета данных. Повсеместное внедрение интеллектуальных датчиков, приборов учета и контроля энергоносителей, накопление архивных данных в SCADA системах и требование учета

множества разнородных показателей при синтезе прогнозных моделей для поддержки принятия решений привело к появлению проблемы, связанной с обработкой больших массивов неструктурированных и структурированных данных (BigData). Оперативность принятия решений также требует разработки новых технологий потоковой обработки информации, получаемой с пространственно-распределенных источников сенсорных данных в режиме реального времени. Для решения подобных задач предлагается внедрение новых методов сбора и анализа данных с использованием модели облачного мониторинга систем инженерных коммуникаций к которым относятся системы городского энерго-, тепло-, водо- и газоснабжения. Целью внедрения модели облачного мониторинга является достижение энергетической результативности процессов генерации, распределения, потребления и утилизации энергоносителей, снижение энергетических потерь и повышение энергоэффективности тепловых источников и объектов теплоснабжения при условии выполнения нормативных температурных режимов.

Основные процедуры облачного мониторинга включают:

1. Наблюдение за состоянием объектов и технологическими процессами посредством целенаправленного и периодически повторяемого процесса сбора данных, их первичной обработки (очистки, нормализации, агрегирования) с последующей передачей через гетерогенную транспортную среду на облачный серверный кластер и «погружению» в многомерное облачное хранилище данных.
2. Ранжирование и классификация полученных данных по различным критериям, связанным с целями мониторинга, «погружение» в хранилище. Сравнение агрегированных групп показателей с аналогичными данными в другие временные интервалы или пространственные границы.
3. Периодический контроль параметров системы облачного мониторинга на предмет соответствия запланированным целям и необходимая корректировка.
4. Интеллектуальная аналитическая обработка данных из хранилища для решения задач по извлечению знаний об объектах теплоснабжения и технологических процессах. Процесс может включать следующие операции:
 - Моделирование объектов мониторинга;
 - Статистический анализ оперативных и архивных данных;
 - Оперативный анализ данных (OLAP), построение срезов данных и информационных выборок;
 - Синтез динамической гипер таблицы для представления данных в наглядном виде для персонала и руководителей;
 - Пространственный анализ географически распределенных объектов мониторинга;
 - Синтез прогнозных моделей, прогнозирование и корректировка;
 - Построения дерева решений и решение задач ситуационного анализа в процессе выбора вариантов принятия решений и т.д.
5. Управление и процесс принятия решений на основе полученной информации в структурированном и графическом формате вместе с рекомендациями для принятия управленческих решений в сложных многофакторных условиях.

Процесс облачного мониторинга объектов инженерных коммуникаций является инвариантным к любым сложным пространственно распределенным системам и включает ряд этапов, инвариантность достигается преднамеренным введением скользящего режима, который контролируется индикатором [2, 3, 4, 5, 6].

Выводы

Для обеспечения процессов облачного мониторинга используются технологии:

- облачных и туманных вычислений;
- миграции программных агентов по узлам беспроводной сенсорной сети;
- распределенной обработки данных множеством агентов;
- обработки больших массивов сенсорных данных (BigSensorData) в потоковом режиме на базе модели «Отображение-свертка»;
- представления агрегатов данных в виде динамической гипертаблицы;
- сценарного анализа и прогнозирования для моделирования и исследования внештатных и аварийных ситуаций и т.п.

Результаты интеллектуального анализа и исходные агрегаты данных визуализируются в «тонком» клиенте-браузере с картографической координатной привязкой на мобильных и стационарных вычислительных устройствах.

На программно-аппаратном уровне для поддержки работы инструментальных средств облачного мониторинга предложена трехуровневая архитектура серверного дата-центра для аналитической обработки больших данных с реализацией параллельной обработки на множестве графических процессоров видеокарт с поддержкой технологии CUDA. Для практической реализации выбраны 4 сервера DL580 G2 Intel(R) Xeon(TM) MP x64 (4x CPU 2.80GHz) с видеокартами Nvidia Quadro FX 5800 4GB (240 графических процессоров). Производительность вычислений при использовании архитектуры CUDA позволяет достичь эффективности агрегации данных, сравнимой с решением аналогичных задач на одно платформенном кластере из 800 серверов.

Это позволяет сделать вывод о том, что предложенная аппаратно-программная платформа и инструментальные средства для практической реализации концепции облачного мониторинга на основе конвергенции облачных и туманных вычислений является инновационным функциональным и эффективным решением для создания новых систем управления и поддержки принятия решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Финогеев А.Г., Богатырев В.Е., Маслов В.А., Финогеев А.А. Мониторинг и поддержка принятия решений в системе городского теплоснабжения на базе гетерогенной беспроводной сети // Известия Волгоградского государственного технического университета. Межвузовский сборник научных статей. Серия Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». – Волгоград: Изд-во ВолГТУ. - 2011. - т. 3. - №10. - С. 73-81].
2. Mkrttchian, V., & Stephanova, G. (2013). Training of Avatar Moderator in Sliding Mode Control. In G. Eby & T. Vokan Yuzer (Eds.), *Project Management Approaches for Online Learning Design* (pp. 175-203). Hershey: PA: IGI Global.
3. Mkrttchian, V. (2013). Training of Avatar Moderator in Sliding Mode Control Environment for Virtual Project Management. In *Enterprise Resource Planning: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1376-1405). IRMA, IGI Global.
4. Mkrttchian, V., Kataev, M., Hwang, W., Bedi, S., & Fedotova, A. (2014a). Using Plug-Avatars “hhh” Technology Education as Service-Oriented Virtual Learning Environment in Sliding Mode. In G. Eby & T. Vokan Yuzer (Eds.), *Emerging Priorities and Trends in Distance Education: Communication, Pedagogy, and Technology*. Hershey: PA: IGI Global.
5. Mkrttchian, V., Kataev, M., Shih, T., Kumar, M., & Fedotova, A. (2014). Avatars “ННН” Technology Education Cloud Platform on Sliding Mode Based Plug-Ontology as a Gateway to Improvement of Feedback Control Online Society. *International Journal of Information Communication Technologies and Human Development*, 6(3), pp. 13-31, July-September 2014. Hershey, PA: IGI Global.
6. Mkrttchian, V., Boiko, I. (2007), Design of sliding mode indicator, *Proceedings of the American Control Conference*, New York, pp.4536-4539.
7. Иванов, В.А., Комаров, Н.М., Крымская, Е.Я., Панова, М.В. Водные ресурсы России, модели метода их сохранения и вызовы проекта. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №6 (19) Выпуск 6, ноябрь – декабрь 2013 <http://publ.naukovedenie.ru>.
8. Иванов В.А., Минаев В.А., Жаворонков А.И. Влияние коммунальных стоков предприятий на экологию прилегающих территорий. Сборник научных статей «Сервис в России и за рубежом». Номер 4 (27) 2014.

Mkrtchyan Vardan Surenovich

Triple H Hamalsaran of HHH Technology Inc. (HHH University), Australia, Sydney
E-mail: hhhuniversity@gmail.com

Finogeev Aleksey Germanovich

Penza state university, Russia, Moscow
E-mail: finogeev@sura.ru

Finogeev Egor Alekseevich

Penza state university, Russia, Moscow
E-mail: frzegor@yandex.ru

Gubanov Nikolay Nikolaevich

Russian state university for tourism and service, Russia, Cherkizovo village
E-mail: gubanov.nik@yandex.ru

Cloud network monitoring utilities urban heating systems in the sliding mode

Abstract. The article describes the upgraded platform created by the authors, based on the synthesis of the ideas expressed in his famous publications. The platform is in sliding mode and is designed for cloud monitoring, the example network utilities urban heating system. Collection, primary processing, structuring and aggregation of sensor data is proposed to make wireless sensor network nodes with sufficient computing power and the availability of the operating platform for downloading intelligent software agents or devices in industrial automation controllers, subject to open protocols and platforms from the developer. The transfer source data units and during cloudy monitoring are provided by the heterogeneous wireless network. The article aims to show the possibilities of cloud service TRIPLE H-Avatar controlled intelligent agents, as a service-oriented virtual environment in the sliding mode. The process of cloud monitoring facilities of utilities is invariant to the spatial distribution of any complex system, and includes a number of stages; the invariance is achieved by the deliberate introduction of a sliding mode, which is controlled by the indicator.

Keywords: sliding mode indicator; cloud monitoring; data mining; cloud storage; decision support; a wireless sensor network; cluster architecture; TRIPLE H-Avatar; SCADA

REFERENCES

1. Finogeev A.G., Bogatyrev V.E., Maslov V.A., Finogeev A.A. Monitoring i podderzhka prinyatiya resheniy v sisteme gorodskogo teplosnabzheniya na baze geterogennoy besprovodnoy seti // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh statey. Seriya Aktual'nye problemy upravleniya, vychislitel'noy tekhniki i informatiki v tekhnicheskikh sistemakh». – Volgograd: Izd-vo VolGTU. - 2011. - t. 3. - №10. - S. 73-81].
2. Mkrttchian, V., & Stephanova, G. (2013). Training of Avatar Moderator in Sliding Mode Control. In G. Eby & T. Vokan Yuzer (Eds.), Project Management Approaches for Online Learning Design (pp. 175-203). Hershey: PA: IGI Global.
3. Mkrttchian, V. (2013). Training of Avatar Moderator in Sliding Mode Control Environment for Virtual Project Management. In Enterprise Resource Planning: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications (pp. 1376-1405). IRMA, IGI Global.
4. Mkrttchian, V., Kataev, M., Hwang, W., Bedi, S., & Fedotova, A. (2014a). Using Plug-Avatars “hhh” Technology Education as Service-Oriented Virtual Learning Environment in Sliding Mode. In G. Eby & T. Vokan Yuzer (Eds.), Emerging Priorities and Trends in Distance Education: Communication, Pedagogy, and Technology. Hershey: PA: IGI Global.
5. Mkrttchian, V., Kataev, M., Shih, T., Kumar, M., & Fedotova, A. (2014). Avatars “HHH” Technology Education Cloud Platform on Sliding Mode Based Plug-Ontology as a Gateway to Improvement of Feedback Control Online Society. International Journal of Information Communication Technologies and Human Development, 6(3), pp. 13-31, July-September 2014. Hershey, PA: IGI Global.
6. Mkrttchian, V., Boiko, I. (2007), Design of sliding mode indicator, Proceedings of the American Control Conference, New York, pp.4536-4539.
7. Ivanov, V.A., Komarov, N.M., Krymskaya, E.Ya., Panova, M.V. Vodnye resursy Rossii, modeli metoda ikh sokhraneniya i vyzovy proekta. Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» №6 (19) Vypusk 6, noyabr' – dekabr' 2013 <http://publ.naukovedenie.ru>.
8. Ivanov V.A., Minaev V.A., Zhavoronkov A.I. Vliyanie kommunal'nykh stokov predpriyatiy na ekologiyu prilegayushchikh territoriy. Sbornik nauchnykh statey «Servis v Rossii i za rubezhom». Nomer 4 (27) 2014.