

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Физика, математика және компьютерлік
ғылымдар сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Физика, математика
и компьютерные науки
Издается с 1997 года

ISSN 2959-068X

№ 2 (2022)
Павлодар

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

Серия: Физика, математика и компьютерные науки
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ91VPY00046988

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области физики, математики,
механики и информатики

Подписной индекс – 76208

[https://doi.org/ 10.48081/JVDF6096](https://doi.org/10.48081/JVDF6096)

Бас редакторы – главный редактор

Тлеукунов С. К., *ф.-м.г.д., профессор*

Заместитель главного редактора Испулов Н. А., *ф.-м.г.к., профессор*

Ответственный секретарь Жумабеков А. Ж., *магистр*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Esref Adali,

Qadir Abdul,

Домбаев К. М.,

Демкин В. П.,

Жумадиллаева А. К.,

Ибраев Н. Х.,

Косов В. Н.,

Сеитова С. М.,

Шоканов А. К.,

Омарова А. Р.,

PhD докторы, профессор (Турция);

PhD докторы, профессор (Пакистан);

ф.-м.г.д., профессор;

ф.-м.г.д., профессор (Российская Федерация);

т.г.к., кауымд. профессор;

ф.-м.г.д., профессор;

ф.-м.г.д., профессор;

пед.г.д., профессор;

ф.-м.г.к., профессор

технический редактор

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на

«Вестник Торайгыров университета» обязательна

***М. И. Кабен¹, Б. Б. Исабекова², Ж. Б. Исабеков³**

^{1,2,3}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ SCADA СИСТЕМ

С быстрым развитием информационных технологий люди становятся все более и более зависимыми от автоматических технологий в некоторых специальных отраслях, таких как нефть, электроэнергетика и химия. Как новая технология, SCADA широко применяется в этих областях, что значительно сокращает потребность в рабочей силе и в то же время повышает эффективность. Тем не менее, шаблоны данных, полученные из разных УТБ (удаленных терминальных блоков), несовместимы, что создает некоторые трудности для вторичной разработки программного обеспечения для сбора и анализа данных. Что касается этой проблемы, SOA вводится в построение SCADA и предлагается новая методология. Рабочий процесс методологии подробно описан в данной статье. Приведен пример построения SCADA в автоматизации, который доказывает обоснованность предложенного метода. В этой статье введено понятие SOA и описано ESB как классическое SOA приложение, затем ESB используется для построения SCADA сети и анализа данных. Подробно описан процесс детализации с D-С теорией доказательства. Проводится анализ разработанной проектом приемной камеры с целью определения возможных проблем при эксплуатации насосной станции и предлагаются меры для улучшения условий ее работы.

Ключевые слова: SCADA-системы, методология построения, система автоматизации, мониторинг, надежность и безопасность сетей SCADA.

Введение

SCADA [1] (Supervisory Control and Data Acquisition) – система автоматизации производственного контроля и мониторинга. SCADA включает в себя полевые датчики, программируемые логические контроллеры (ПЛК) и удаленные телеметрические блоки (УТБ). Применение SCADA можно найти в энергетике, автоматизации производства, разведке

нефти и газа, мониторинге и управлении коммунальными услугами. SCADA может использоваться для мониторинга таких параметров, как температура, давление, расход, pH и др. SCADA может подавать сигналы тревоги на основе собранных и наблюдаемых данных. Функция удаленного доступа к данным может быть включена через веб-интерфейс или специализированное программное обеспечение на сетевых машинах. С преимуществом высокой эффективности и отличной адаптивности к окружающей среде, SCADA широко используется во многих отраслях промышленности. Несмотря на широкое распространение SCADA, все еще существуют некоторые недостатки, такие как слияние данных и интеллектуальный анализ данных, полученных от УТБ. В связи с этими проблемами вводится сервис-ориентированная архитектура и предлагается метод построения системы, который позволит повысить эффективность и снизить трудозатраты.

Материалы и методы

Исследования по слиянию данных и вторичной разработке на основе полученных данных, обладающие значительными преимуществами, привлекают большое количество ученых не только в академии, но и в промышленности. В этой области были достигнуты некоторые достижения, среди которых можно выделить следующие. В [2-4] предоставляется обзор всех важнейших исследовательских вопросов, связанных с усилением кибербезопасности SCADA-сетей, описывает общую архитектуру SCADA-сетей и свойства некоторых из них. В заключение приводится обзор широко используемых протоколов связи SCADA и текущей работы в нескольких областях безопасности SCADA, таких как улучшение контроля доступа, брандмауэров и систем обнаружения вторжений, анализ протоколов SCADA, криптография и управление ключами, безопасность устройств и операционных систем. В литературе [5-7] описывает архитектуру сетевой криминалистики SCADA. Помимо поддержки криминалистических расследований инцидентов сети SCADA, архитектура включает механизмы мониторинга поведения процессов, анализа тенденций и оптимизации производительности установки. Кан, Донг-Джу анализируют уязвимости SCADA-сетей по аспектам кибербезопасности. Роблес, Росслин Джон [8-10] обсуждает внутреннюю систему SCADA, которая подключается через беспроводную связь, и связанные с ней проблемы безопасности. А также предложено шифрование с симметричным ключом для беспроводного интернета SCADA. Эти достижения в основном сосредоточены на надежности и безопасности сетей SCADA, и лишь немногие из них посвящены переводу формата между данными из разных УТБ. Для объединения полученных данных и обеспечения богатой поддержки верхнего приложения, вводится классическая технология SOA – ESB, результат которой подтверждается описанным кейсом.

Построение SCADA-системы

Из-за шума в измерении курса, данные от оптических треугольных сканеров предварительно обрабатываются, что включает в себя сглаживание, удаление шума и удаление исключительных точек перед реконструкцией. Поверхность является кабелем идентификационных облаков и процесса, минимальное расстояние и тандемное соединение находятся автоматически для получения группы точек. Вырежьте группу точек вдоль определенного направления для получения поперечного, непрерывного сечения, расположенного в определенной последовательности [4].

SOA – это архитектурная модель, которая может быть использована для распределенного развертывания, компоновки и применения слабосвязанных крупнозернистых компонентов приложения в соответствии с требованиями. Все функции или сервисы SOA могут быть определены с использованием языка описания, а их интерфейсы - с использованием независимой бесплатной реализации сервиса, где оказывают влияние аппаратная платформа, операционная система и язык программирования.

SOA имеет две особенности:

стандартизация форматов данных. Это может быть зашифрованный и сжатый формат данных для повышения безопасности в режиме реального времени, различные форматы данных в едином стандартном формате, таком как формат XML;

2) унифицированный стандартный интерфейс. Это могут быть различные интерфейсы в едином стандартном интерфейсе. Существует множество SOA-продуктов, среди которых наиболее популярным является ESB (Enterprise Service Bus). В данной работе будет применен ESB к обработке данных SCADA. ESB - это традиционная технология промежуточного программного обеспечения и XML, веб-сервисов и других технологий продукта. ESB - это сервисы и приложения в слабо связанной интеграции между стандартным способом. Функции ESB можно просто свести к следующим аспектам: маршрутизация сообщений между сервисами и сервисом; при переходе между запросчиком и поставщиком услуг по транспортному протоколу; преобразование между запросчиком и сервисными форматами сообщений; обработка из разнородных источников бизнес-событий; обеспечение качества и безопасности обслуживания, надежная и интерактивная обработка.

Построить SCADA-систему для обеспечения лучшей поддержки слияния и анализа данных. Структура SCADA-системы должна быть построена соответствующим образом. Для слияния данных SCADA следует использовать теорию доказательств D-S, процесс может быть описан как рисунок 1.

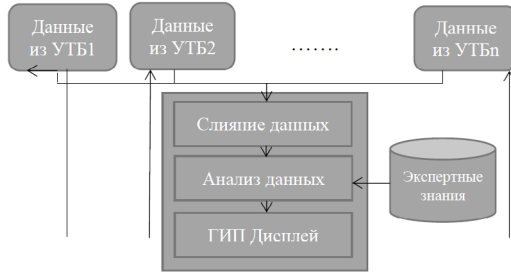


Рисунок 1 – Процесс слияния данных из разных SCADA

D-S Evidence – это основанный на статистике алгоритм классификации слияния данных, используемый, когда источники информации, предоставляющие информацию, не могут связать полную вероятность определенности с их выходными решениями. Теория доказательств D-S применяет функцию веры в качестве измерения, которая позволяет количественно оценить уверенность в том, что конкретное событие может быть наблюдаемым. Затем, по мере поступления новой информации, система идентификации интегрирует ее с помощью правил обработки, чтобы обеспечить представление об очевидности ситуации. Процесс слияния данных SCADA можно описать следующим образом.

Алгоритм 1: слияние данных SCADA- начало;

- вычисление базовой функции вероятностного назначения m , функции веры Bel и функции правдоподобия Pal различных источников данных по формуле:

$$Bel(\{A\}) = \sum_{B \subseteq \{A\}} m(B);$$

- инициализация функции веры:

$$Bel(H) = \sum_{B \subseteq H} m(B), Bel(\phi) = 0, Bel(\theta) = 0;$$

- при совместном действии всех доказательств, вычисление базовой вероятности присвоения функции в соответствии с правилом слияния доказательств:

$$m_{12}(H) = m_1(H) \oplus m_2(H) = \frac{\sum_{B \cap C = H} m_1(B) m_2(C)}{\sum_{B \cap C \neq \emptyset} m_1(B) m_2(C)}$$

- выберите для поддержки гипотезу о наибольшей возможности в соответствии с формулой принятия решения;

- вывод результата слияния данных;

- конец.

Для использования алгоритма слияния данных, SOA должна быть сконструирована таким образом, чтобы создавалось соединение между УТБ и верхним приложением. Детализацию можно разделить на три этапа.

Первый этап – это построение структуры верхнего уровня. На этом этапе должны быть собраны все шаблоны данных УТБ для разработки ESB. Саму структуру можно разделить на три части, включая уровень обслуживания ядра, который обеспечивает шинное обслуживание и платформу обмена данными, системный обмен сообщениями между программными модулями, преобразование стандартного формата данных, аутентификацию службы, управление безопасностью, прикладной уровень, который включает в себя всю вершину разработки приложений на основе ESB и системная интеграция, система будет поставляться со стандартами ESB, форматами и интерфейсом управляющего уровня, которые завершают связь с нижней частью устройства на основе различных интерфейсов, стандартизированной обработки форматов данных, связи с различными подсистемами.

Второй этап. Конструкция коммуникационного слоя. Этот шаг включает в себя два подэтапа, в том числе от удаленного терминала к диспетчерскому центру восходящего процесса передачи информации и от диспетчерского центра к процессу передачи информации по нисходящей линии удаленного терминала. Удаленный сбор информации будет сосредоточен на сборе в локальном направлении распределенного сбора в основном для удаленной последовательной связи и режима связи Ethernet двумя способами. Последовательная связь, связь точка-точка, во время использования Ethernet, связь является многоточечной, при этом главная станция может одновременно обмениваться данными с каждым удаленным терминальным блоком, УТБ необходимо установить несколько каналов, каждый канал отличается протоколом связи прикладного уровня. Полное оборудование front-end связи на основе связи с нижним концом различных интерфейсов, стандартизированной обработки форматов данных, связи с различными подсистемами для завершения преобразования формата отвечающего требованиям ESB, стало основой для инструментов.

Третий этап. Проектирование топологии сети. На этом этапе удаленный сбор информации будет сосредоточен на сборе в локальном направлении распределенного сбора в основном для удаленной последовательной связи и режима связи Ethernet двумя способами.

Четвертый этап. Буквенно-слоевой дизайн архитектуры программного обеспечения. На этом этапе объясните некоторые положения Устава и Коммуникационная включая интерфейсные части ESB.

Пятый этап – это среда программирования и база данных. На этом этапе язык C++ будет использоваться для программирования системы разработки

на Windows NT, Microsoft SQL Server, что обеспечивает мощную поддержку данных в базе данных для предоставления эффективного управления и применения действенных мер по достижению целостности данных и обеспечению безопасности данных кейса.

Тематическое исследование

Чтобы доказать обоснованность описанного метода, рассмотрим процесс построения электрической системы с использованием ESB.

Построение структуры верхнего уровня. Этот шаг позволит построить глобальный дизайн электрической SCADA системы с ESB.

Последующие шаги могут быть выполнены аналогично методу, упомянутому ранее. В этом случае можно достичь некоторых достижений. В настоящее время подстанция связи и ESB протокол связи используются в большем количестве типов, УТБ от разных производителей, и каждый УТБ в диспетчерский центр отправляет данные. Использование устава не является одинаковым, существует также одинаковое понимание Устава различных производителей отклонений что приводит к несогласованной реализации протокола связи, центра контроля доступа, рабочая нагрузка которой относительно велика. Протокол удаленной связи, включая циркулирующие удаленные протоколы и стиль ответа Статута.

В SOA platform for electricity SCADA system design ее ядерным сердцем является общая архитектура системы, основанная на SOA design. В данной работе исследуется общая архитектура системы на основе SOA design of the communication layer Architecture design. Использование зрелых продуктов промежуточного программного обеспечения в настоящее время включает международную корпоративную служебную шину (ESB), промежуточное программное обеспечение обмена сообщениями для открытия второго волоса получают следующие выводы.

Результаты и обсуждение

SOA – это услуга которую мы предлагаем для обмена данными с Line платформой, системой обмена сообщениями между программными модулями, преобразование стандартного формата данных, служебная аутентификация, управление безопасностью.

Стандартный интерфейс, стандартный формат данных для уменьшения возможности отправки потребности в персонале и языковые ограничения.

Способность значительно улучшить скорость передачи данных в реальном времени.

Выводы

По мере того как SCADA сети становятся все более популярными для промышленного применения, проблема слияния и анализа данных становится все более заметной. Традиционный метод уделяет большое

внимание надежности и безопасности сети, но некоторые факторы, такие как комфорт и удобство использования игнорируются.

В этой статье введено понятие SOA и описано ESB как классическое SOA приложение, затем ESB используется для построения SCADA сети и анализа данных. Подробно описан процесс детализации с D-S теорией доказательства.

REFERENCES

1 **Dodds, D.** SCADA system replaces aging, proprietary DCS. Control (Chicago, Ill), 2005. – № 18(4). – P. 60–62.

2 **Igure, V. M., Laughter, S. A. and Williams, R. D.** Security issues in SCADA networks. Computers and Security, 2006. – 25(7). – P. 498–506.

3 **Berezin, S. E.** Nasosnye stantsii s pogruzhnymi nasosami. Raschety i konstruirovaniye. [Pumping stations with submersible pumps. Calculations and design]. – Moscow : Stroiizdat Publ., 2008. – 160 p. (in Russian).

4 **Samokhin, V. N., ed.** Kanalizatsiya naseleennykh mest i promyshlennyykh predpriyatii [Sewerage of settlements and industrial enterprises]. – Moscow : Stroiizdat, 1981. – 639 p. (in Russian).

5 **Bashta, T. M., Rudnev, S. S., Nekrasov, B. B. and others.** Gidravlika, gidromashiny i gidroprivody. Uchebnik dlya mashinostroitel'nykh vuzov. [Hydraulics, hydraulic machines and hydraulic drives : Textbook for engineering universities] 2nd ed. – Moscow : Mashinostroenie Publ., 1982. – 423 p. (in Russian).

6 **Sanchez, J.** Municipality upgrades to wireless SCADA system for future growth. World Pumps. – 2006 (474). – P. 30–33.

7 **Kilpatrick, T. et al.** An architecture for SCADA network forensics. – New York : Springer Street, 2006. – 233 p.

8 **You, J.-X. et al.** State estimation using SCADA and PMU mixed measurements. Gaodianya Jishu/High Voltage Engineering, 2009. – 35 (7) – P. 1765–1769.

9 **Xia, S. et al.,** Dual-server undisturbed switching algorithm for the substation SCADA system. Dianli Xitong Zidonghua/Automation of Electric Power Systems, 2006. – 30(14). – P. 58–61.

10 **Bazhenov, V. I., Petrov, V. I.** Development and numerical simulation of fish protection facilities on the basis of the flow-forming device. Gidrotekhnika = Hydraulic, 2014. – No. 1. – P. 21–28. (in Russian).

Материал поступил в редакцию 07.06.22.

*М. И. Қабен¹, Б. Б. Исабекова², Ж. Б. Исабеков³

^{1,2,3}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал баспаға 07.06.22 түсті.

SCADA ЖҮЙЕЛЕРІН ҚҰРУ ӘДІСТЕМЕСІ

Ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуымен адамдар мұнай, электр энергетикасы және химия сияқты кейбір арнайы салаларда Автоматты технологияларға тәуелді бола бастады. Жаңа технология ретінде SCADA осы салаларда кеңінен қолданылады, бұл жұмыс күшіне деген қажеттілікті едәуір азайтады және сонымен бірге тиімділікті арттырады. Алайда, әртүрлі UTS-тен алынған деректер үлгілері (қашықтағы терминал блоктары) сәйкес келмейді, бұл деректерді жинау және талдау үшін бағдарламалық жасақтаманы екінші рет әзірлеуге қиындық тудырады. Бұл мәселеге қатысты SOA SCADA құрылысына енгізіліп, жаңа әдістеме ұсынылады. Әдіснаманың жұмыс процесі осы мақалада егжей-тегжейлі сипатталған. Ұсынылған әдістің дұрыстығын дәлелдейтін автоматтандыруда SCADA құрылысының мысалы келтірілген. Бұл мақалада SOA ұғымы енгізілген және ESB классикалық SOA қосымшасы ретінде сипатталған, содан кейін ESB SCADA желісін құру және деректерді талдау үшін қолданылады. D-S дәлелдеу теориясымен егжей-тегжейлі процесс егжей-тегжейлі сипатталған. Сорғы станциясын пайдалану кезінде ықтимал проблемаларды анықтау мақсатында қабылдау камерасының әзірленген жобасына талдау жүргізіледі және оның жұмыс жағдайын жақсарту үшін шаралар ұсынылады.

Кілтті сөздер: SCADA-жүйелер, құру әдістемесі, Автоматтандыру жүйесі, мониторинг, SCADA желілерінің сенімділігі мен қауіпсіздігі.

*M. I. Kaben¹, B. B. Issabekova², Zh. B. Issabekov³

^{1,2,3}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 07.06.22.

METHODOLOGY OF CONSTRUCTION OF SCADA SYSTEMS

With the rapid development of information technology, people are becoming more and more dependent on automatic technologies in some special industries, such as oil, electric power and chemistry. As a new technology, SCADA is widely used in these areas, which significantly reduces the need for labor and at the same time increases efficiency. However, data templates obtained from different UTBS (remote terminal blocks) are incompatible, which creates some difficulties for secondary software development for data collection and analysis. With regard to this problem, SOA is being introduced into the construction of SCADA and a new methodology is proposed. The workflow of the methodology is described in detail in this article. An example of SCADA construction in automation is given, which proves the validity of the proposed method. This article introduces the concept of SOA and describes ESB as a classic SOA application, then ESB is used to build a SCADA network and analyze data. The process of detailing with D-S proof theory is described in detail. The analysis of the receiving chamber developed by the project is carried out in order to identify possible problems during the operation of the pumping station and measures are proposed to improve its working conditions.

Keywords: SCADA systems, construction methodology, automation system, monitoring, reliability and security of SCADA networks.

Теруге 07.06.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2022 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

8,05 Mb RAM

Шартты баспа табағы 8,57. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3960

Сдано в набор 07.06.2022 г. Подписано в печать 30.06.2022 г.

Электронное издание

8,05 Mb RAM

Усл.печ.л. 8,57. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3960

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университеті» КЕ АҚ

140008, Павлодар к., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университеті» КЕ АҚ

140008, Павлодар к., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz

<https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>