

УДК 004.89

ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Богатырев В.Е., Четвергова М.В.

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия (440027, г. Пенза, ул. Красная, 40), e-mail: marysha85@inbox.ru, master_x86@mail.ru

В статье проведен анализ основных недостатков сферы жилищно-коммунального хозяйства, препятствующих планомерному развитию отрасли. В ходе работы рассматривались возможности и технологии, необходимые для обеспечения предприятий и руководящего звена оперативной информацией об инженерно-коммуникационных узлах, которые находятся на их обслуживании. Одним из основных средств получения этих сведений, а также имеющих возможность прогнозирования поведения системы в будущем является мониторинг. На основе этой концепции производится построение проблемно-ориентированной системы: учитываются специфика рассматриваемой отрасли, технические ограничения, поставленные задачи по оптимизации. Для расширения полноты информации о технических коммуникациях и повышения мобильности применяется технология виртуальной реальности, позволяющая повысить оперативность получения информации.

Ключевые слова: мониторинг, виртуальная реальность, поддержка принятия решений.

PROBLEM-ORIENTED MONITORING SYSTEM WITH USING VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

Bogatyrev V.E., Chetvergova M.V.

Penza State University, Penza, Russia (440027, Penza, Krasnaya st., 40), e-mail: marysha85@inbox.ru, master_x86@mail.ru

The article analyzes the main drawbacks of housing and communal services, preventing the orderly development of the industry. In articles describes a possibilities and technologies necessary to provide leader and factory information about engineering and communication nodes, which are at their service. One of the main means of obtaining this information, and having the ability to predict the behavior in the systems is a monitoring. Wasps on nova this concept is construct a problem-oriented system, which present specific industry, the technical limitations posed by the problem of optimization. To extend the completeness of the information on the technical communications and improving the technology of mobile cell virtual reality, allowing to increase the efficiency of obtaining information.

Keywords: monitoring, virtual reality, decision support.

В настоящее время перед жилищно-коммунальным хозяйством (ЖКХ) Российской Федерации – одной из основных, влияющих на качество жизни населения отраслей, стоит ряд острых проблем. Для того чтобы эффективно разрешать данные проблемы и разобраться в их причинах, необходимо провести комплексные аналитические исследования с использованием категориального и понятийного аппарата, различных средств из многих областей наук.

С принятием правительством РФ курса на экономию энергоресурсов, внедрение энергосберегающих технологий и повышение качества услуг, предоставляемых населению, работа организаций сферы ЖКХ требует основательной модернизации. В связи с этим также появляется необходимость проведения проблемно-ориентированных исследований в плане

оценки возможностей и последствий внедрения инновационных технологий в работу отрасли. Первоочередной задачей здесь можно назвать внедрение технологий автоматизированного мониторинга объектов жилищно-коммунального хозяйства с использованием современных информационных технологий, что обуславливает актуальность научных исследований в данной области. Проведенные аналитические исследования позволили выявить основные недостатки, осложняющие работу и затрудняющие использование новейших информационных и телекоммуникационных технологий в ЖКХ.

Прежде всего, стоит отметить проблему отсутствия своевременной, полной и достоверной информации об узлах и объектах инженерных коммуникаций, находящихся в ведении коммунальных служб. Данная информация необходима для всех структурных и кадровых подразделений, таких как администрация, аварийно-ремонтные бригады, диспетчерские службы и т.п.

Своевременность получения достоверных сведений о состоянии объектов инженерных коммуникаций напрямую связана с экономическими показателями в отрасли, так как многие аварии можно предсказать, измеряя различные параметры, такие как давление, температура, расход воды и т.д., и тем самым предотвратить потерю энергоресурсов. Используя дистанционные и мобильные средства обнаружения и локализации повреждений трубопроводной системы, можно быстро определить место протечек трубопровода, что существенно сократит время работы на восстановление инженерной сети и позволит предупредить серьезные последствия возможных катастроф техногенного характера и, как следствие, снизит экономические затраты.

Функциональность системы распределенного мониторинга

В общем случае, прежде чем начать разговор о какой-либо системе, следует разобраться с терминами и понятиями, непосредственно касающимися рассматриваемой тематики. Существует множество определений термина «мониторинг». Остановимся на одном из них. **Мониторинг** – процесс систематического или непрерывного сбора информации о параметрах сложного объекта для определения тенденций их изменения. В нашем случае и в данном контексте под сложным объектом будем понимать инженерную коммуникацию в жилищной сфере, а под параметрами – величины, непосредственно или косвенно влияющие на процесс его функционирования.

Например, для распределенной системы теплоснабжения в качестве объекта мониторинга выступают центральные тепловые пункты (ЦТП) и блочно-модульные котельные (БМК). Они представляют собой автоматизированные системы управления подачей теплоносителя, снабженные приборами промышленной автоматики, обладающими

функциями сбора данных и хранения архивной (ретроспективной) информации. В таком случае система мониторинга должна выполнять следующие функции: подключение и сбор информации с приборов учета, представленных в специализированном виде, и преобразование их в формат, удобный для передачи по транспортной среде; архивирование телеметрической информации в реляционной базе данных (БД) или многомерном хранилище для проведения ретроспективного анализа; представление результатов ретроспективного анализа данных в форме, позволяющей эффективно оценить процесс производства, потребления, транспортировки и утилизации энергоресурсов; визуализация результатов интеллектуального и пространственного анализа данных в форме мнемосхем, графиков, диаграмм, стандартизированных отчетов для поддержки принятия решений и управления в системе инженерных коммуникаций; применение современных геоинформационных технологий и технологий виртуальной и расширенной реальности для визуализации результатов мониторинга и анализа данных; обеспечение возможности получения результатов мониторинга на удаленных терминалах через Web-интерфейс независимо от программной платформы, на которой работает Web-обозреватель; обеспечение возможности подключения к системе с мобильных устройств, работающих на мобильных операционных платформах, таких как Google Android, Apple iOS, Microsoft Windows Phone и т.п. Таким образом, рассматриваемая система обладает рядом важнейших особенностей, позволяющих осуществить непрерывное поступление полной информации об объекте.

Трехуровневая архитектура системы распределенного мониторинга

Проектирование структуры системы включает в себя несколько этапов, на которых следует определить, на какой программной архитектуре будет она разработана, каким образом будет осуществляться ее декомпозиция на структурные единицы, с помощью каких средств и технологий будет осуществляться взаимодействие ее компонент и так далее. Рассмотрим эти вопросы подробнее.

В настоящее время все большее количество информационных систем разрабатываются с использованием трехуровневой архитектуры, где система представлена в виде совокупности трех компонент: сервера баз данных, клиентского приложения и сервера приложений, отвечающего за выполнение логики приложений. Основными преимуществами выделения логики приложений в отдельную составляющую являются возможность повторного ее использования, повышение производительности используемого сервера базы данных, возможность масштабирования системы в целом и относительная независимость системы от конкретного производителя системы управления базами данных (СУБД).

В трехуровневой модели сервер баз данных отвечает только за хранение данных и обработку запросов. Характерные для БД возможности по созданию хранимых процедур, как правило, не используются. Это связано с тем, что на сегодняшний день язык описания хранимых процедур не стандартизован. Поэтому использование хранимых процедур приводит к зависимости от конкретного производителя СУБД [5].

В дополнение к трехуровневой модели для уровня сервера приложений удобно использовать технологию сервис-ориентированной архитектуры (SOA – service-oriented architecture). Это модульный подход к разработке программного обеспечения, основанный на использовании сервисов (служб) со стандартизированными интерфейсами [2].

Подробнее остановимся на компонентах данной схемы.

1. **Сервер приложений** – одна из важнейших структурных единиц системы, именно на нем реализована вся бизнес-логика в виде подключаемых сервисов различного назначения, например службы обращения к БД, службы установки соединения с клиентом, службы формирования результатов запросов и отправки их клиенту, службы идентификации клиента и т.п. [1].
2. **Сервер баз данных** – структурная единица, отвечающая за накопление различного рода информации, записи ее в хранилище данных, содержащая модули по обслуживанию запросов, формированию отчетов, средств добавления и модификации ретроспективной информации с приборов промышленной автоматики.
3. **Тонкий клиент** – структурная единица, непосредственно взаимодействующая с пользователем, осуществляющая подключение к серверу приложений для формирования запроса на получение данных о результатах мониторинга, отображающая результаты запроса в удобном для пользователя виде.

Процесс функционирования системы

Далее рассмотрен процесс работы системы. Начнем с пользовательского клиента. Программное обеспечение клиента представляет собой приложение для различных мобильных операционных систем (Google Android, Apple iOS, Microsoft Windows Phone), основной задачей которого является оперативное предоставление пользователю результатов мониторинга непосредственно на его носимое средство связи. При первоначальном запуске тонкий клиент сканирует аппаратную составляющую мобильного устройства, определяет наличие GPS-приемника, получает координаты его местоположения. Затем инициализируется сеанс связи по сети сотовой связи, и координатные данные передаются серверу приложений (СП). Получив разрешение на открытие сессии, бизнес-логика СП инициирует запрос к серверу БД, для получения данных о местонахождении инженерно-

коммуникативных узлов или сооружений в некоторой зоне рядом с пользователем для выбора объекта, с которого предполагается получить результаты мониторинга. Когда нужный объект инженерных коммуникаций определен, модули, входящие в состав СП, осуществляют идентификацию приборов промышленной автоматики для получения оперативных телеметрических данных.

В зависимости от запроса пользователя также возможно предоставление ретроспективной информации, находящейся в многомерном хранилище на сервере БД, либо результаты интеллектуального и пространственного анализа этой информации. Результаты запроса обрабатываются СП и направляются клиенту для отображения в традиционном для пользователя виде (в виде текстовых файлов и таблиц, в виде графиков и диаграмм), либо с использованием технологии расширенной реальности (рис. 1).



Рис. 1. Визуализация объекта мониторинга по технологии расширенной (виртуальной) реальности.

При отсутствии GPS-модуля в мобильном устройстве предусмотрен второй способ выбора, идентификации и определения местонахождения объекта мониторинга. Для этого в составе бизнес-логики СП предлагается механизм распознавания графических образов по фотоснимкам объектов и сооружений, находящихся рядом с пользователем. Пользователь с помощью камеры мобильного телефона (смартфона) фотографирует объекты или их части с характерными элементами, которые могут быть использованы для его распознавания на СП (текстовыми надписями с идентификаторами, уникальными деталями, специальными маркерными знаками и т.п.). Изображение отправляется СП, где с помощью специализированного программного обеспечения сравнивается с эталонами для идентификации объекта мониторинга.

Методика поддержки принятия решений для системы распределенного мониторинга

Для того чтобы разрабатываемая система не только пассивно отображала информацию об объектах и процессах, но и помогала управлять работой персонала, необходимо разработать методику поддержки принятия решений с помощью системы и реализовать ее в виде соответствующих программных средств. Рассмотрим описание предлагаемой системы распределенного мониторинга в формализованном виде для решения задач поддержки принятия решений.

В общем случае комплексная методика мониторинга и поддержки принятия решений Z включает в методики решения следующих подзадач Z_n : оперативного мониторинга компонентов сетей инженерных коммуникаций Z_1 ; организации учета потребления энергоресурсов и расчетов клиентов за предоставляемые ресурсы Z_2 ; обеспечения профилактических и аварийных ремонтных работ Z_3 ; оперативного реагирования на аварии и внештатные ситуации Z_4 ; интеллектуального и пространственного анализа результатов мониторинга Z_5 .

Существует множество X (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) возможных вариантов: принятия решений диспетчерского управления для обеспечения нормальных режимов эксплуатации инженерных коммуникаций (X_1); принятия решений по оперативному реагированию на угрозы, внештатные и аварийные ситуации (X_2); принятия решений по организации учета потребления энергоресурсов (X_3); принятия решений по внедрению энергосберегающих технологий и оптимизации энергопотребления на всех стадиях производства, доставки, распределения и потребления энергоресурсов (X_4); принятия решений по проектированию, модернизации и реконструкции инженерных сетей (X_5).

Для вариантов принятия прочих управленческих решений определяется множество R , а для технико-экономических оценок целесообразности и качества принятия вариантов решений с учетом выполнения эксплуатационных и технических требований – множество V . Для оценки эффективности решения задачи управления с учетом реализуемости используется функция F , которая представляет отображение декартова произведения $X \times R$ на множество оценок V :

$$F: X \times R \rightarrow V. \quad (1)$$

Таким образом, методология поддержки принятия решений, задача Z , задается набором (X, R, F) . Элемент x_i из X , удовлетворяющий функционалу F , является решением конкретной задачи поддержки принятия решений Z_n и характеризуется предикатом $P(x_i, Z_n) = (x_i \text{ есть решение } Z_n)$ [4].

В нашем случае выделим задачи принятия решений, которые решаются в процессе: учета, контроля и оптимизации теплотребления в домах и квартирах группами

потребителей S_1 ; учета, контроля и минимизации тепловых потерь на тепловых магистралях, пунктах подогрева и распределения теплоносителя, объектах теплопотребления S_2 ; определения характеристик отдельных участков системы городского теплоснабжения S_3 ; выбора конструктивных компонентов тепловой сети (запорной и регулирующей арматуры, труб и т.д.) с учетом использования новых энергосберегающих технологий S_4 ; внедрения мероприятий реагирования на внештатные, аварийные и чрезвычайные ситуации S_5 и т.п.

Выбор варианта принятия решения в ЖКХ осуществляется исходя из максимального удовлетворения спроса населения при обеспечении его водой и теплом при минимизации затрат на производство, транспортировку и утилизацию энергоносителей, а также минимизации его потерь.

Для решения соответствующих задач Z_n формируется вектор S_n , который порождает решение задачи Z , при минимуме затрат C , минимуме потерь P , максимуме эффективности E и требуемом уровне надежности N инженерных коммуникаций.

Для решения задачи управления $Z_j, j=1, \dots, n$ должен формироваться вектор S_j , который порождает решение задачи Z . В формализованном виде это можно записать так:

$$\exists (Z_j, x_j, j = \overline{1, n}) : P(x_j, Z_j) \Rightarrow P(x, Z) \begin{cases} x = \theta(S) \\ S = (x_1, \dots, x_{n_1}) \end{cases} \quad (2)$$

Если требуется решение задачи при достижении экстремума целевой функции F , определенной на некотором множестве критериев $H = \{x | P(x, Z)\}$, то имеем:

$$\exists (Z_j, x_j, j = \overline{1, n}) : P(x_j, Z_j) \Rightarrow \exists (S^i = (x_1^i, \dots, x_n^i), x_j^i = \{x_j\}, j = \overline{1, n}) : F(\theta(S^i)) = \underset{x \in H}{extr} F(x) \quad (3)$$

Разработка системы беспроводного мониторинга объектов жилищно-коммунальной сферы является одним из приоритетных направлений модернизации всей отрасли в целом. С ее помощью возможно полное или частичное решение многих проблем, в высокой степени влияющих на качество работы ЖКХ. Это позволит провести оптимизацию на всех кадровых уровнях, повышая тем самым конкурентоспособность предприятий, занятых в отрасли. Реализация технологии виртуальной реальности позволит более оперативно получать необходимую информацию об инженерных объектах, существенно повысить мобильность ремонтных бригад, а также сократить время реагирования на различного рода внештатные ситуации. Анализ потребления ресурсов сделает возможным построение стратегии энергосбережения и корректировку плана по обеспечению ресурсами. Структура системы разработана в соответствии с системно-синергетическим подходом [6], что обеспечит своевременное получение полной информации и нахождение оптимального решения с точностью, соответствующей точности исходной информации.

Список литературы

1. Беллиньясо М. Разработка Web-приложений в среде ASP.NET 2.0: задача – проект – решение = ASP.NET 2.0 // Website Programming: Problem – Design – Solution. – М. : Диалектика, 2007. – С. 640.
2. Мак-Дональд М. Silverlight 2 с примерами на C# 2008 для профессионалов. – М. : Диалектика, 2009. – С. 250.
3. Мартемьянов Ю.Ф., Лазарева Т.Я Экспертные методы принятия решений. – Тамбов : Издательство ТГТУ, 2010. – 8 с.
4. Пахомов П.И., Немтинов В.А. Технология поддержки принятия решений по управлению инженерными коммуникациями. – М. : Машиностроение, 2009. – 124 с.
5. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. – М. : Вильямс, 2007. – С. 278.
6. Финогеев А.Г. Моделирование и исследование системно-синергетических процессов в информационных средах : монография. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2004.

Рецензенты:

Бождай А.С., д.т.н., профессор, зав. кафедрой САПР, ФГОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.

Финогеев А.Г., д.т.н., профессор кафедры САПР, ФГОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.