

О ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ «УМНЫЙ ДОМ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА НА ОСНОВЕ SCADA

А.В. Кизим

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400131, Волгоград, пр-кт Ленина, 28
E-mail: kizim@mail.ru

А.В. Серегичев

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400131, Волгоград, пр-кт Ленина, 28
E-mail: cad@vstu.ru

Ключевые слова: умный дом, автоматизация, проектирование, SCADA.

Аннотация: Описываются этапы разработки системы для приёма/передачи, визуализации, обработки и контроля данных о состоянии периферийных устройств и датчиков в реальном времени на основе SCADA. Раскрываются подходы и технологии проектирования системы умный дом, применённые для решения задач сбора, хранения, визуализации данных, а также контроля состояний системы, реализация сценариев, в том числе с использованием машинного обучения.

1. Введение

В условиях современного мира всё большее значение приобретает автоматизация зданий и помещений. «Нет таких областей деятельности, где не происходило бы сейчас принципиальных изменений, связанных с повсеместным внедрением электронных устройств» [1]. Целесообразность автоматизации помещений обуславливается различными факторами, которые зависят, в том числе, от типа помещения. Также происходит развитие концепции «интернет вещей» (IoT). «IoT стал всемирным трендом, и скоро возможность «интернетизации» станет обязательным требованием для продуктов и услуг широкого потребления. Новые устройства выходят с конвейера с уже встроенными интеллектуальными и коммуникационными возможностями» [2]. «Технология Интернета вещей широко используется в разных областях: общественный транспорт, охрана окружающей среды, общественная безопасность, системы умного дома и др.» [3].

Совокупность «умных» вещей и устройств, связанных с автоматизированным пространством одной сетью можно определить как систему «умный дом».

Систему умный дом можно реализовать разными способами, одним из которых является применение программируемых логических контроллеров (ПЛК) и SCADA системы. SCADA – это программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1) Провести анализ предметной области создания умного дома;

- a) провести анализ существующих решений систем умный дом;
 - b) провести анализ систем умный дом с точки зрения способа управления: централизованного, распределённого, смешанного;
 - c) провести анализ подходов к обмену данными с использованием различных протоколов связи: как проводных, так и беспроводных.
- 2) Выбрать компоненты для реализации системы умного дома;
- a) выбрать контроллеры ПЛК;
 - b) выбрать входные и выходные устройства и датчики для системы;
 - c) выбрать программный пакет SCADA для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.
- 3) Спроектировать систему умного дома:
- a) разработать структурную схему с расположением и подключением входных и выходных устройств системы;
 - b) разработать мнемосхемы системы, текстовые и графические виджеты SCADA для визуализации информации с использованием человеко-машинного интерфейса HMI;
 - c) разработать логику работы ПЛК с помощью языка программирования ST для ПЛК в специализированной программной системе;
 - d) разработать логику работы системы с помощью скриптов на языке выражений системы SCADA.
- 4) Реализовать подсистемы умного дома:
- a) управление освещением;
 - b) управление климат-контролем;
 - c) управление электроснабжением;
 - d) управление водоснабжением;
 - e) управление дверное и оконной автоматикой;
 - f) управление безопасностью.

2. Анализ предметной области

Набор оборудования, из которого состоит система умный дом, зависит от модели и предназначения системы. Но в любой системе всегда присутствуют несколько основных элементов. Прежде всего, это программируемый логический контроллер или же микроконтроллер. Контроллер представляет из себя центр управления, который соединяет все части системы друг с другом с возможностью удалённого доступа. Он собирает и обрабатывает данные со всех датчиков и устройств, формирует различные алгоритмы работы для устройств согласно заложенной в него программе. С помощью контроллера осуществляется удалённый доступ к системе.

Следующий элемент – это система управления. Управлять системой умный дом можно используя сенсорную настенную панель, через специальное ПО на ноутбуке или компьютере, через мобильное устройство или пульт управления.

Датчики, которые принимают сигналы из окружающей среды и срабатывают, когда происходит определённое событие. Как правило, датчики реагируют изменением какого-либо аналогового параметра, например, сопротивления, на изменения в окружающей среде, например, на изменения температуры. Или, к примеру, датчик уровня угарного газа срабатывает при превышении уровня газа. Датчики следят за событиями внутри или вне помещения, отправляют оповещения, запускают заранее разработанные сценарии.

Актуаторы — исполнительные устройства, получают команды от контроллера и исполняют их. Это умные розетки, выключатели или диммеры, сирены, камеры, электрические реле, включающие и выключающие по сигналу свет в помещении.

Сценарии — это запрограммированный набор правил и алгоритмов, по которым устройства взаимодействуют между собой. Их устанавливают таким образом, чтобы изменения происходили при определённых событиях. Например, сценарий для радиаторов отопления или кондиционера: они включаются и выключаются для поддержки определённой температуры, а также для реализации сценариев «Ночное время», «Никого нет дома» и т.п., для обеспечения экономии потребления энергоресурсов.

Был проведен анализ современного состояние рынка систем Умный дом. «Корпорация ARM провела исследование и предсказала, что к 2035 г. подключённым к интернету будет 1 трлн устройств. Судя по всему, соответствующие проекты в ближайшем будущем будут развиваться и наращивать свой потенциал со скоростью 20% в год» [4].

Если проанализировать среднего потребителя таких систем, то характерный для России пользователь умного дома имеет достаточно высокий медианный доход на домовладение, поэтому можно говорить о том, что системы умный дом всё ещё в большинстве случаев приобретаются для элитного жилья или коттеджей и как следствие, пока что имеют достаточно высокую стоимость.

Также многие российские компании, работающие с системой умный дом, используют оборудование иностранных производителей, что является причиной дополнительных расходов на транспортировку оборудования и обучения персонала.

В России наиболее крупными поставщиками решений и устройств умного дома являются Aqara, Xiaomi, а также «Яндекс» и «Сбер». Aqara является лидером по всем группам устройств.

Система УД должна удовлетворять различным критериям: доступность по ценовой категории, возможность добавления нового функционала т.е. расширяемость системы, удобный человеко-машинный интерфейс, надёжность линий связи, возможность создания автоматических сценариев, использование открытого программного обеспечения и подробной технической документации, возможность использования средств машинного обучения по распознаванию пользователей системы и созданию автоматических сценариев, прогнозирования аварийных ситуаций, создание отчётов и статистики по состояниям системы, оптимизированная система оповещения аварийных ситуаций.

Были проанализированы такие наборы компонентов для интрациив систему умного дома, как HDL KNX, FIBARO Starter Kit “Dom-Intel” на ПЛК ОВЕН110 и др. По результатам анализа существующих решений систем, было принято решение по созданию собственной системы умный дом, поскольку ни одна из систем полностью не удовлетворяет заданным критериям.

3. Проектирование системы умный дом

Система должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

- реализовывать обмен данными в реальном времени как между ПЛК и периферийными устройствами и датчиками, так и между ПЛК и сервером SCADA Aggregate по протоколу Modbus TCP поверх интерфейса Ethernet;

- отображать информацию о системе, включая принятые данные с устройств, в программе клиенте SCADA Aggregate с помощью удобного человеко-машинного интерфейса;
- формировать расширенную систему сигнализаций во время возникновения аварийных ситуаций;
- создавать отчёты о состоянии системы за любой указанный период времени;
- иметь окно авторизации для разграничения доступа к функционалу;
- иметь возможность управлять системой с помощью сенсорного экрана и элементов управления в клиентском приложении;
- иметь возможность создания различных сценариев для повышения комфорта пользователя, а также для повышения эффективности использования энергоресурсов;
- использовать средства машинного обучения для прогнозирования аварийных ситуаций и распознавания сценариев;
- управлять системой в автоматическом режиме для поддержания тех или иных параметров, заданных пользователем, а также для контроля систем безопасности;
- оповещать пользователя в случае возникновения внештатных, аварийных ситуаций.

При отсутствии автоматизации помещения, пользователю необходимо самостоятельно контролировать состояние всех параметров системы и вручную управлять электрическими и электронными приборами. К примеру, параметры микроклимата, такие как температура, влажность, являются функциями состояний различных приборов, таких как тёплые полы, кондиционер, радиаторы отопления. Ручное управление электроприборами, которых с каждым годом становится всё больше, сопряжено с различными неудобствами. Диаграмма деятельности As-Is показана на рисунке 1.

Рассмотрены способы организации систем автоматизации помещения по способу управления: централизованные, распределенные и смешанные.

Централизованный способ управления реализуется с использованием управляющего логического модуля, который находится в центре системы. «Централизованные системы состоят из центрального контроллера, панелей управления и множества исполнительно-командных блоков» [5]. При распределенном способе управления управление составляющими системы реализуется с помощью использования нескольких периферийных контроллеров. Каждый из них представляет из себя отдельный логический модуль с автономным питанием, который способен выполнять свои задачи независимо от центрального компьютера, сохраняя в энергонезависимой памяти некоторый объем информации, необходимой для управления системой. Каждый периферийный контроллер программируется индивидуально. Смешанные системы управления представляют из себя совмещение централизованных и распределенных систем, в которых располагаются несколько управляющих центров. Чаще всего такая схема содержит в себе централизованную систему, которая принимает решения, и несколько вспомогательных децентрализованных и централизованных подсистем.

Такая схема используется в большинстве современных решений. Она максимально уменьшает недостатки централизованной и распределенной систем управления. Надёжность такой системы повышается, поскольку центральный контроллер контролирует работоспособность каждого участка системы. Главным недостатком смешанной схемы можно назвать относительную сложность программирования и сведения всех подсистем в единую сеть.

Для реализации клиент-серверной архитектуры системы умный дом было принято решение использовать SCADA систему. SCADA (Supervisory Control And Data

Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) — программный пакет, который используется для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

4. Реализация системы «умный дом» на основе SCADA

Для реализации программы логики работы программируемого логического контроллера ПЛК была выбрана среда разработки CODESYS (Controller Development System). Для прикладного программирования контроллеров, на данный момент, это один из самых популярных и востребованных программных продуктов. Код программы компилируется в машинный код, затем можно выполнить загрузку в ПЛК или же использовать режим эмуляции контроллера.

«CoDeSys является современным инструментом для программирования контроллеров в стандарте МЭК 61131-3, обладает рядом особенностей, выделяющих его среди других систем: быстрое внедрение, эффективные средства ввода, высокая производительность» [6].

«CoDeSys поддерживает все 5 языков программирования стандарта МЭК 61131-3 (LD, FBD, IL, ST, SFC) и включает дополнительный язык CFC» [7]

«Программное обеспечение универсальных контроллеров состоит из двух частей. Первая часть – это системное программное обеспечение, которое непосредственно контролирует аппаратные средства ПЛК. Другая часть - это прикладные программы управления конкретным процессом. Эти программы создаются разработчиком системы управления» [8].

В данной работе логика работы программируемого логического контроллера ПЛК ОВЕН 160 реализуется в среде CODESYS 2.3 на языке ST (Structured Text). Также, для визуализации всех процессов, происходящих внутри контроллера, программа будет реализована на языке CFC (Continuous Function Chart) - языке функциональных блоков.

«Практически все, что можно написать на C, в CoDeSys можно написать на ST, без изменения методологии проектирования. CoDeSys имеет встроенный компилятор и генераторы машинного кода для всех популярных семейств микропроцессоров. Внешний C компилятор не даст выигрыша по быстродействию, но значительно усложнит разработку». [9]

«Программа на ST анализируется с первой строки кода. Анализ кода выполняется построчно. Вся операция происходит циклически. В конце последней строки цикл контроллера перезапустится, и программа будет продолжать работать, пока контроллер находится в режиме RUN (выполнение программы ПЛК)» [10]

Для реализации логики работы программы SCADA Aggregate используется специализированный язык выражений Aggregate.

5. Заключение

Таким образом, исследованы подходы и технологии проектирования системы умный дом, применённые для решения задач сбора, хранения, визуализации данных, а также контроля состояний системы, реализация сценариев, в том числе с использованием машинного обучения. Спроектированная система «умный дом» включает в себя различные индивидуальные сценарии для каждого индивидуального пользователя, использует средства машинного обучения, такие как распознавание сценариев, прогнозирование аварий, обладает огромным потенциалом для расширяемости, вплоть до производственных помещений, благодаря использованию системы SCADA системы

4-го поколения, при этом её стоимость относительно невелика. Учитывая стоимость используемых в системе ПЛК, датчиков, а также лицензии SCADA, можно примерно оценить стоимость системы в 120 000 рублей (без стоимости установки).

Список литературы

1. Рейнгольд Л.А., Рейнгольд Е.А. Структурирование информации для целей автоматизации – концептуальные аспекты // М.: Синергия, 2018. С. 124-139.
2. Суомалайнен А. Интернет вещей: видео, аудио, коммутация. М.: ДМК Пресс, 2019. 117 с.
3. Кабанова А.Б., Бодрова А.А., Логвин В.И. Исследование интернета вещей и его применение в создании «Умного дома» // Omega Science. 2016. Т. 23, № 11-3. С. 73-75.
4. Ли П. Архитектура интернета вещей. М.: ДМК-Пресс, 2019. 439 с.
5. Овчинников Н.А., Мисюрина К.В. Новый уровень эффективности функционирования системы «Умный дом» // Инновационная наука. Innovation Science. 2016. Т. 13, № 1-2. С. 95-97.
6. Сергеев А.И., Черноусова А.М., Русяев А.С. Программирование контроллеров систем массовой автоматизации. Оренбург: ОГУ, 2016. 125 с.
7. CodeSys V2. Примеры. https://owen.ru/product/codesys_v2 (дата обращения: 17.04.2023).
8. Хиврин М.В., Данильченко С.В. Программирование ПЛК и промышленные сети. М.: НИТУ МИСиС, 2020. 139 с.
9. Программирование ПЛК в CoDeSys. <http://prolog-plc.ru/pb1> (дата обращения: 12.04.2023).
10. Язык программирования ПЛК Structured Text (ST) и его применение <https://electrik.info/plc/1735-yazyk-programirovaniya-plk-structured-text-st.html> (дата обращения: 21.04.2023).