

**КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ
ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗДАНИЙ**

Байгозин Д.В., Захарова Г.Б., Плотников В.Ю.

ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет»
ГОУ ВПО «Уральская государственная архитектурно-художественная академия»
г. Екатеринбург

e-mail: g555@k96.ru

Аннотация. Описывается подход к реализации системы проектирования и моделирования инженерного оборудования в системе «Умный дом». Предложены концепция, структура и функции интерактивной системы 3D-визуализации, которая позволяет динамически формировать и просматривать различные варианты решений до их физической реализации. Особенностью системы является модульная структура и открытая архитектура, что позволяет эволюционно интегрировать новые компоненты и расширять функциональность системы.

1. Введение

Современные требования к жилым и офисным зданиям заключаются в обеспечении максимального комфорта их обитателям. Вторым важным условием является наличие энергосберегающих технологий. Эти требования обеспечиваются специализированными инженерными и сервисными подсистемами, такими как, управление климатом, освещение, охрана и контроль доступа в помещения, аудио- видео оборудование, и многое другое.

С увеличением количества объектов, которыми необходимо управлять, потребитель может испытывать определенные неудобства. Задачу интеграции разнородного оборудования в единую систему, а также создание удобного интерфейса управления этой системой решают современные технологии автоматизации, именуемые «Умный дом».

«Умный дом» предназначен для удобства в использовании большого количества электронных устройств, строится на базе мощного централизованного или децентрализованного контроллера, к которому подключаются различные устройства. С помощью системы управления становится возможным контролировать, например, каждый источник света, независимо от того, где располагается светильник и какого он типа. Охранная подсистема отслеживает такие аварийные события, как утечка воды или газа, проблемы с электропроводкой. При поступлении тревожных сигналов от различных датчиков система автоматически воздействует на оборудование, отключая неисправные блоки, и передает сообщение, например, на мобильный телефон.

Для управления интегрированным оборудованием пользователь располагает беспроводными пультами в виде сенсорных панелей с произвольно программируемым графическим интерфейсом. Эти пульта используются для дистанционного управления всеми устройствами, от телевизора до системы полива на садовом участке. Каждая кнопка на панели соответствует какому-либо прибору, группе приборов или вызывает последовательность действий.

Очень важно выполнять процесс проектирования системы автоматизации до того, как здание будет реализовано. Это связано с тем, что инженерное оборудование встраивается в помещение, если это, к примеру, система кабелей, она должна быть проведена под обшивкой стен. Просматривать разные варианты проекта автоматизации было бы удобно на виртуальных зданиях с помощью компьютерных моделей, что позволило бы динамично просматри-

вать разные варианты и выбирать лучший из них. Такой подход выглядит гораздо эффективнее, чем переделка проекта на физическом уровне в случае неудачного выбора. Разработчик совместно с заказчиком на этапе подготовки проекта визуально определяет наиболее удобную и эргономичную конфигурацию системы. Кроме того, если система визуализации сможет отобразить эффекты, получаемые при исполнении определенных команд управления оборудованием, например, эффекты освещения от разных групп или закрытие штор (в зависимости от времени или освещенности), то это поможет спроектировать систему наилучшим образом.

Необходимые параметры не могут быть определены без моделирования в силу того, что являются субъективными, и могут быть сформулированы только при участии пользователя. В этом случае для определения используется циклический итеративный процесс, при котором строится модель системы, тестируется, делаются необходимые коррекции параметров, строится новая модель. Как правило, требуемое для достижения приемлемого результата количество итераций достаточно велико, чтобы сделать любую физическую реализацию весьма дорогостоящей, что является дополнительным аргументом в пользу компьютерного моделирования.

В настоящее время прослеживается общая тенденция перехода от автоматизации дискретных подсистем к полной автоматизации и связям с высокоуровневыми приложениями вплоть до формирования отчетов о потребленных ресурсах [1]. Подобный подход применим и к автоматизации зданий [2]. Однако системы интерактивной виртуальной реконструкции проектируемого объекта нет, по существу это должен быть модуль, который способен отвечать пользователю на вопрос «что будет, если...?». Если пользователь изменит параметры, отвечающие за состояние объекта, изменяются управляющие параметры в соответствии с заложеной имитационной моделью объекта.

Специфика моделирования в данном случае состоит в том, что модель должна максимально точно воспроизводить те параметры системы, которые влияют на ее восприятие человеком. Традиционно наибольшее внимание уделяется визуальной составляющей. Как следствие, используются средства трехмерного моделирования с целью визуализации, что позволяет имитировать эстетические и эргономические характеристики системы в целом.

Лучшее, что предлагается на рынке высокоуровневого программного обеспечения в системах автоматизации зданий – это тяжелые трехмерные библиотеки, позволяющие статически визуализировать будущий проект. Общего подхода для реализации всех инженерных подсистем в «умном доме» нет, отсутствует также и общая концепция их графической визуализации.

Наиболее простым способом компьютерного представления помещения с наложенными коммуникациями и устройствами «умного дома» является его представление в пакетах 3D визуализации, таких как Autodesk 3ds Max. Каждая новая конфигурация при этом требует новой компиляции модели, что, как правило, занимает достаточно много времени.

В данной работе предложен подход к реализации системы, которая позволит конструировать виртуальный проект здания и интегрировать в нем различные конфигурации автоматизированных систем управления инженерным оборудованием. Компоненты представлены в базе графических примитивов. Их привязка и состояние содержатся во внешнем файле параметров. На экране в специальной программе-конструкторе формируются элементы интерактивного управления, через которые можно вводить значения параметров. Файл параметров воспринимается системой интеллектуального управления, которая на основе заложеной модели поведения объекта выставляет его новое состояние в файл параметров. Визуальное представление соответственно изменяется.

Как любая сложная система, предлагаемая здесь система интерактивной трехмерной визуализации может быть реализована поэтапно. Главное – определить принцип открытости архитектуры в целом, модульность реализации и правила погружения модулей в интегрированную среду.

Первой подсистемой, с которой началась отработка предложенного подхода, является подсистема водоснабжения и отопления и базирующееся на ней управление климатом. Для этой подсистемы создан учебно-лабораторный стенд с выходом на реальное гидравлическое оборудование [3, 4].

2. Структура и функции системы проектирования, моделирования и интерактивной 3D-визуализации

Проектирование интеллектуального дома представляет собой интерактивный процесс. При этом система проектирования должна включать в себя не только архитектурную составляющую для создания интерьера помещения, но и средства размещения комплекса технических средств, таких как, управление климатом, освещение и пр. Это САД-системы разных классов, способ их взаимодействия и должен быть определен через различные интерфейсы и протоколы.

Визуализацию процесса сложно реализовать традиционными средствами моделирования, ориентированными на не интерактивные системы. Это связано с тем, что основное внимание уделяется качеству и гибкости визуализации в ущерб временным затратам на ее получение. Для интерактивных систем время реакции на действия пользователя не может быть значительным. Для достижения этого широко используются специальные аппаратные средства (графические ускорители). Использование специализированных процессоров вместо универсальных для расчета позволяет существенно уменьшить время визуализации, но при этом набор инструментов и приемов визуализации ограничивается. Вследствие этого возникает необходимость в предварительной подготовке компонентов системы к процессу визуализации.

Один из способов состоит в том, что система строится на основе стандартной библиотеки трехмерных компонентов, моделирующих компоненты технических систем интеллектуального дома. В библиотеке для каждого компонента содержится заранее подготовленная информация для процесса визуализации в реальном времени, такая как геометрия объекта, особенности отображения различных типов материалов, из которых изготовлен объект, и правила изменения этих характеристик при изменении параметров функциональной модели системы. Вся информация должна быть представлена в виде, пригодном для использования в применяемых средствах аппаратного ускорения.

Наличие функциональной модели системы и возможности взаимодействия с ней является принципиальным моментом, именно это позволяет отрабатывать различные режимы управления и соответствующие эффекты. В зависимости от стадии разработки проекта функциональная модель может быть как компьютерной, так и построенной из планируемого к установке оборудования. Второй вариант дает возможность применить систему интерактивной визуализации не только на этапе определения требований к системе, но и на этапе отладки взаимодействия компонентов проектируемой системы. Возможны также смешанные схемы, когда часть компонентов являются виртуальными и имитируются на основе компьютерных моделей, а другая часть - физическими устройствами. Это полезно, например, в тех случаях, когда затруднительно воспроизвести для какого-либо физического устройства требуемые условия эксплуатации или параметры внешней среды.

На рис. 1 предложена общая структура системы.

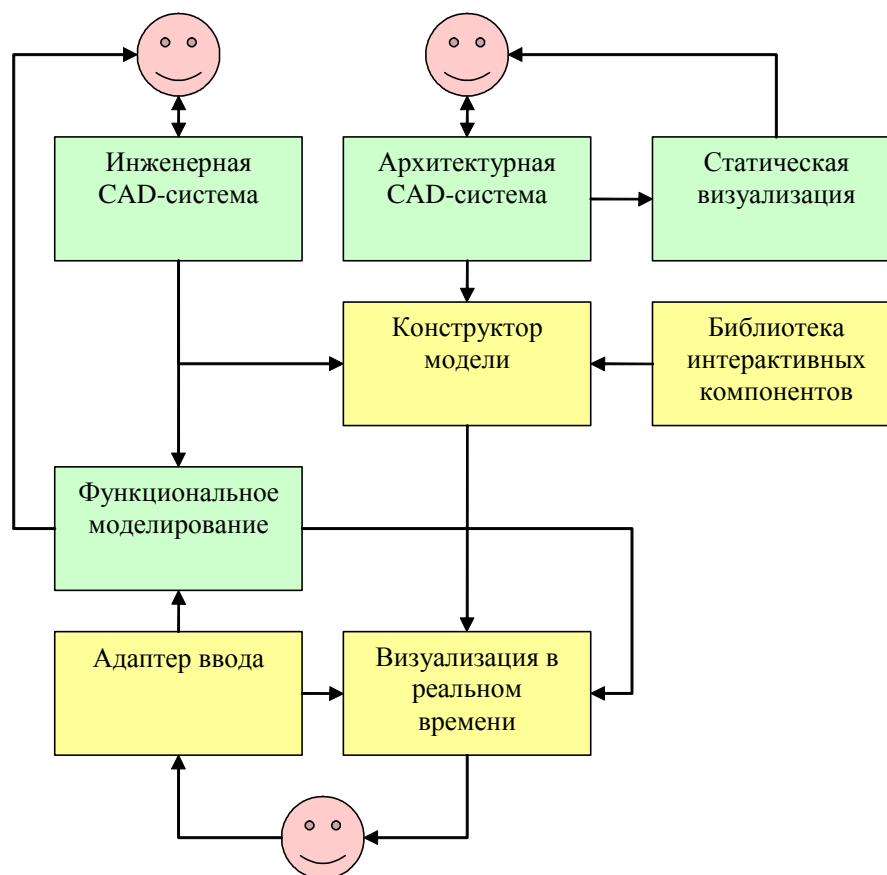


Рисунок 1 – Функционально-структурная схема системы

Инженерная CAD-система применяется для разработки технических систем интеллектуального дома.

Архитектурная CAD-система предназначена для разработки архитектурного проекта здания.

Модуль статической визуализации обеспечивает обратную связь в процессе архитектурного проектирования.

Модуль функционального моделирования позволяет выполнять процесс тестирования проекта технических систем.

Модуль визуализации в реальном времени строит изображение на основе информации о модели и данных, полученных от модуля функционального моделирования.

Адаптер ввода обрабатывает манипуляции пользователя и передает необходимые сообщения модулю визуализации и модулю функционального моделирования.

Конструктор визуальной модели формирует описание модели из необходимых интерактивных компонентов на основе архитектурного проекта дома и инженерного проекта технических систем дома.

Библиотека интерактивных компонентов содержит информацию, необходимую для визуализации составляющих технических систем дома, на основании их параметров из функциональной модели.

Все эти компоненты позволяют реализовать эргономичный графический интерфейс для создания реалистической визуальной модели объекта с возможностью отображения как отдельных компонент, так и системы в целом. Функциональная модель объекта управления и управляющего блока позволят оперативно просчитывать и отображать поведение объектов в зависимости от задаваемых параметров.

Построенная таким образом система позволяет на раннем этапах получить информацию об особенностях взаимодействия пользователя с проектируемой системой и субъективную оценку проектируемой системы с точки зрения пользователя без необходимости проводить ресурсоемкие натурные испытания, а также значительно расширяет возможности по отладке системы в процессе ее реализации.

3. Заключение

Для эффективного проектирования инженерного оборудования в системе «Умный дом» предложены концепция, структура и функции системы проектирования, моделирования и 3D-визуализации, которая позволяет в режиме диалога с пользователем динамически формировать и просматривать различные варианты решений до их физической реализации. Особенностью системы является:

- интерактивный режим трехмерной визуализации с наложением двух независимых слоев – базовой модели интерьера комнаты и компонентов оборудования «умный дом»;
- компоненты накапливаются в автономной библиотеке трехмерных графических примитивов, пользователь задает их состав и координаты во внешнем файле;
- отображение оборудования выполняется без повторного рендеринга всей модели;
- модульная структура визуализатора и открытая архитектура системы позволяет свободно наращивать новые компоненты и расширять функциональность системы.

Список литературы:

1. G Thompson, M Lordan. A review of creativity principles applied to engineering design. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering. Vol. 213, № 1 / 1999
2. В.А. Максименко. «Интеллектуальное здание»: автоматизированная система диспетчерского управления». «СтройПРОФИль» №5, 12.11.2003
3. Д.В. Байгозин, Д.Н. Первухин, Г.Б. Захарова. Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «Умный дом» Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – №5. Управление, вычислительная техника и информатика с.168–172
4. D.N. Pervukhin, G.B. Zakharova. The Intelligent On-Line Training Complex for Control of Engineer Equipment in a “Smart House” System. Proceedings of the 11th international workshop on computer science and information technologies CSIT’2009, Crete, Greece, 2009.