

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математического и
компьютерного моделирования

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ
ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОЙ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ С
АЭРОДИНАМИЧЕСКИМИ ПРОФИЛЯМИ
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 413 группы
направления 01.03.02 — Прикладная математика и информатика
механико-математического факультета
Косова Сергея Григорьевича

Научный руководитель

Ассистент

В. С. Кожанов

Заведующий кафедрой

д. ф.-м. н.

Ю. А. Блинков

Саратов 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Общая структура работы	4
1.1 Актуальность работы	4
1.2 Цели и задачи работы	5
1.3 Практическая значимость работы.....	6
2 Содержание выпускной квалификационной работы	7
2.1 Разработка серверной части приложения	7
2.2 К построению модели аэродинамического профиля	9
2.3 Разработка клиентской части приложения.....	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Аэродинамика самолёта – наука о законах взаимодействия воздушной среды с самолётом или его отдельными частями, об особенностях течений воздуха вблизи поверхности самолёта. Аэродинамика опирается на законы физики, механики и термодинамики. Решение задач аэродинамики напрямую связано с моделированием реальных процессов, при этом используются как физические, так и математические модели.

Главным элементом самолёта является несущая поверхность (крыло). Аэродинамика крыла, в свою очередь, в значительной степени определяется формой профиля. Выбор аэродинамического профиля влияет на характеристики крыла и всего самолета. В настоящее время насчитывается несколько тысяч авиационных профилей и их модификаций.

В работе будет решена задача проектирования информационной системы и базы данных, реализации графического интерфейса пользователя и интерполяции координат аэродинамического профиля для построения более точной трехмерной модели в формате STL.

1 Общая структура работы

1.1 Актуальность работы

В связи с развитием исследовательской деятельности в области аэродинамики, появилась необходимость в единой расширяемой информационной системе, предоставляющей основную информацию о характеристиках аэродинамических профилей и позволяющей получать модель профиля для проведения экспериментальных исследований профиля: испытание на аэродинамических весах, исследования распределения давления, определение границ области перехода пограничного слоя из ламинарного состояния в турбулентное и замер сопротивления профиля путем определения потерь полного напора в среде за крылом.

Разработка подобных информационных систем и баз данных аэродинамических профилей ведется во многих странах. Например в Школе авиации Северо-западного политехнического университета в Китае была разработана одна из них [1].

Информационная система, разработанная в Китае, также решает задачи по хранению и обработке данных об аэродинамических профилях, позволяет производить интерполяцию координат изображающих профиль. Хранение данных реализовано на основе XML файлов, что при большом числе профилей может отрицательно сказаться на производительности и затруднить резервное копирование. Отметим, что в данной информационной системе нет возможности построить модель профиля.

В Американском институте авиации и астронавтики в 2003 году была разработана [2] база данных для хранения характеристик аэродинамических поверхностей. В отличие от информационной системы, которая будет разработана в рамках данной работы, она осуществляет только хранение информации о профилях, и не способна представить информацию в удобном для пользователя виде.

1.2 Цели и задачи работы

Целью работы является разработка автоматизированной информационной системы, которая способна осуществлять поддержку учебной и исследовательской работы с аэродинамическими профилями.

Эта информационная система должна обеспечивать следующие функциональные возможности:

- агрегирование данных, характеризующих аэродинамические профили, с внешних информационных ресурсов в едином для информационной системы формате;
- представление информации о профиле в удобном для пользователя формате;
- добавление и редактирование данных о профиле по средствам графического интерфейса пользователя;
- генерация `.scad` файла с STL моделью аэродинамического профиля;
- построение графиков зависимостей и отношений различных характеристик профиля;
- поддержка одновременной работы в информационной системе нескольких пользователей;
- ограничение доступа к отдельным функциональным элементам;
- удаленный доступ к информационной системе с любого устройства, имеющего доступ в интернет.

Также необходимо выполнение следующих нефункциональных требований:

- хранение данных об аэродинамических профилях в структурированном виде;
- единый интерфейс доступа к функциональным возможностям системы, реализуемый с помощью REST API;
- агрегация информации из внешних систем должна осуществляться в многопоточном режиме, а количество потоков должно определяться пользователем или вычисляться на основании характеристик компьютера, на которой запускается информационная система;
- для ограничения доступа к элементам функциональности необходима система аутентификации и авторизации, способная обеспечить сокры-

тие пароля пользователя даже при получении доступа к базе данных злоумышленником;

- модуль агрегации данных с внешних ресурсов должен иметь возможность конфигурирования для обеспечения большей гибкости и отказоустойчивости при изменении структур данных внешних источников;
- архитектура информационной системы должна быть расширяемой;
- запросы пользователей к информационной системе не должны блокировать друг друга;
- операции занимающие долгое время должны кэшироваться;
- удобство использования, а именно: легкая настройка парсера (на случай небольших изменений разметки выбранного удаленного информационного ресурса) и максимально простой алгоритм развертывания системы как на обычном компьютере, так и на удаленном сервере.

1.3 Практическая значимость работы

В лаборатории кафедры математического и компьютерного моделирования проводят исследования характеристик аэродинамических профилей. В ее распоряжении находится 3D принтер, используемый для печати объемных моделей крыла и аэродинамическая труба, позволяющая смоделировать воздействие среды на движущееся в ней тело. Данная информационная система позволит частично автоматизировать процесс исследования характеристик профиля.

2 Содержание выпускной квалификационной работы

2.1 Разработка серверной части приложения

Общая архитектура приложения состоит из шести основных компонентов, представленных в соответствии с рисунком 2.1. Каждый компонент предоставляет некое API для пользователя, что позволяет легко модернизировать и расширять структуру приложения.

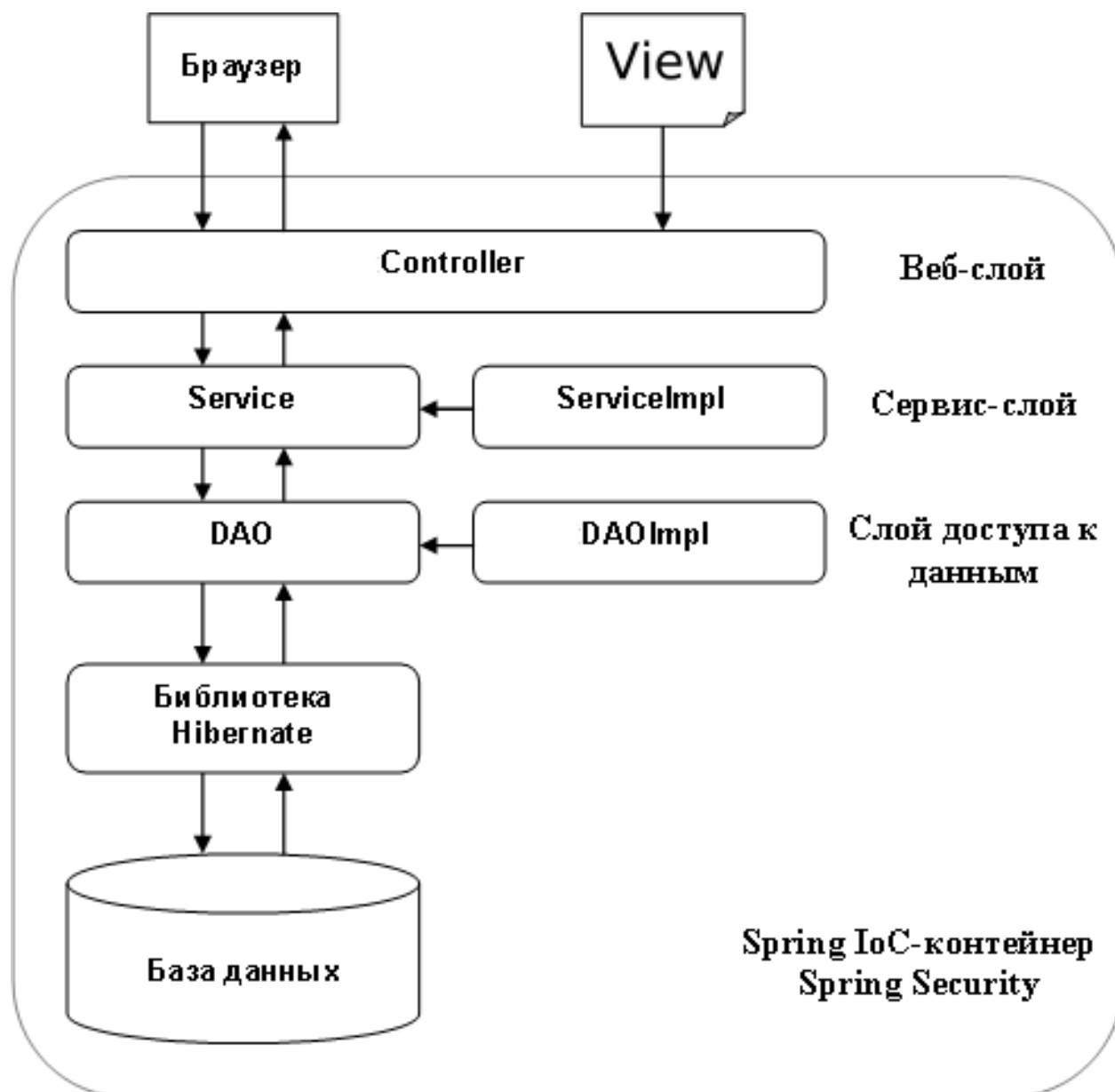


Рисунок 2.1 — Общая архитектура приложения

Архитектура информационной системы построена на основе паттерна MVC (модель, представление, контроллер).

Для уменьшения связанности компонентов и повышения декларативности кода был использован фреймворк Spring [3].

В качестве хранилища информации было решено использовать использовать конфигурационные файлы, и базу данных.

Конфигурационные файлы хранят настройки приложения. Например, адрес и порт сервера, на котором оно будет запущено, настройки парсера, адрес базы данных. Хранение такой информации в файле позволяет быстро перенастроить сервер, а так как эти данные необходимы один раз, при старте системы, скорость доступа и их структурированность не важны.

В базе данных хранится информация об аэродинамических профилях, пользователях системы и их правах. Этих данных может быть много, и доступ к ним должен осуществляться максимально быстро. Информационная система поддерживает работу практически с любой реляционной базой данных. Для работы с NoSQL базами данных реализована отдельная версия.

Для связи информационной системы с базой данных была использована технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных» – ORM.

В качестве фреймворка, реализующего ORM технологию доступа к базе данных, был выбран Spring Data. При стандартных настройках он является оберткой на Hibernate [4], но может работать и с многим другими ORM фреймворками.

Указанный способ доступа к данным представляет собой красивое и элегантное решение в случае простых запросов, для более сложных запросов часть конфигурации выносится в класс, реализующий интерфейс Specification.

Слой связи с базой данных не зависит от конкретной СУБД. Поэтому, переход от одной системы управления реляционными базами данных к другой, будет максимально простым, также этот код совместим с NoSql базами данных. Например версия, работающая с NoSql базой данных MongoDB, отличается только аннотациями над классами, которые представляют сущности в базе данных.

Для начального заполнения базы данных информацией об аэродинамических профилях был реализован парсер, осуществляющий разбор HTML страниц сайта `airfoiltools.com` [5].

2.2 К построению модели аэродинамического профиля

Для графического представления профиля обычно используют прямоугольную систему координат Oxy . В качестве оси Ox выбирают какую-либо строительную горизонталь, которая может занимать любое положение относительно хорды и проходить как внутри, так и вне профиля. Обычно она совпадает с внутренней или внешней хордой.

Чтобы провести исследование очередного профиля необходимо найти набор координат, изображающих его на плоскости, в множестве разрозненных баз данных. Далее нужно привести эти данные к формату, поддерживаемому программой для трехмерного моделирования/проектирования. Следующим этапом является редактирование полученной модели, а именно задание размеров по оси Oz , изменение сетки. А также и интерполяция координат для повышения гладкости модели после печати на 3D принтере.

Разработанная информационная система позволяет автоматизировать часть этого процесса. Она берет на себя задачи по хранению информации о профилях, конвертированию координат, описывающих профиль, в `.scad` файл, готовый для использования в программе для трехмерного проектирования. Пользователю необходимо лишь указать размеры крыла по оси Oz .

При генерации `.scad` файла осуществляется интерполяция исходных данных для повышения гладкости модели. Для этого в информационной системе реализовано два алгоритма: на основе интерполяции кубическим сплайном и/или кривыми Безье.

Также информационная система позволяет добавить отсутствующие в ней профили, что в свою очередь, обеспечивает сохранность информации, а также быстрый и удобный доступ к ней. Помимо этого реализована возможность построения графиков зависимостей основных аэродинамических характеристик.

Для упрощения поиска профиля по его характеристикам реализована возможность поиска аэродинамических поверхностей по следующим параметрам: угол атаки, максимальное отношение подъемной силы к сопротивлению, уровень турбулентности и число Рейнольдса.

2.3 Разработка клиентской части приложения

Для представления информации пользователю было решено использовать web-интерфейс, так как информация будет доступна из обычного браузера, следовательно доступна с любого компьютера, планшета или смартфона. Так как доступ к данным осуществляется через REST, при дальнейшем развитии данной информационной системы для нее могут быть реализованы новые клиенты, расширяющие ее возможности или представляющие информацию в более удобном виде.

Для REST запросов была использована JavaScript библиотека JQuery. Для оформления страницы был использован фреймворк Bootstrap.

При открытии страницы выполняется определенный скрипт, который отправляет запрос на сервер, получает в ответ данные и выводит их на HTML страницу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе удалось разработать информационную систему, которая позволяет автоматизировать учебную и научную деятельность с аэродинамическими профилями.

Была разработана база данных для хранения характеристик профилей, архитектура серверной части системы. Реализован парсер удаленного информационного ресурса для начального заполнения базы данных и клиентская часть системы.

Реализованная информационная система позволит упростить поиск аэродинамических поверхностей и построение их трехмерных моделей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Pan Qiyuan, Han Zhonghua, Song Wenping. A Universal Aerodynamic Database Technique for Airfoils Based on XML Data Format and Surrogate Modeling. School of Aeronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, China. – URL: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-НКГС201301020.htm (дата обращения: 05.03.2017)
2. Gilbert L., Crouse, Jr. Development of a comprehensive and consistent airfoil performance database for conceptual design. DaVinci Technologies, Inc. Laurel, MD, USA. – URL: <https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2003-1096> (дата обращения: 04.02.2017)
3. Spring – URL: <https://spring.io/docs/reference> (дата обращения: 03.03.2017)
4. Hibernate – URL: <http://hibernate.org/orm/documentation/5.2> (дата обращения: 04.03.2017)
5. Airfoil Tools – URL: <http://airfoiltools.com> (дата обращения: 03.02.2017)