

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет Информационных технологий и управления
Кафедра Интеллектуальных информационных технологий

К защите допустить:

Заведующий кафедрой

_____ Д. В. Шункевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

по курсовому проекту
по дисциплине «Проектирование баз знаний»:

Интеллектуальная обучающая система по геометрии

БГУИР КП 6–40 03 01 01 052 ПЗ

Студент гр. 121701:

Д. С. Мулярчик

Руководитель:

Н. В. Малиновская

Минск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений	5
Введение	6
1 Анализ подходов к достижению поставленной цели	8
1.1 Анализ предметной области геометрии	8
1.2 Анализ аналогов системы	10
1.3 Сравнительный анализ подходов к разработке	12
1.4 Вывод	15
2 Проектирование системы	16
2.1 Постановка задачи	16
2.2 Текстовое описание системы	16
2.3 Описание потенциальных пользователей	17
2.4 Архитектура системы	18
2.4.1 Структура базы знаний по геометрии	18
2.4.2 Структура решателя по геометрии	20
3 Разработка системы	22
3.1 Организация совместной работы в Plane	22
3.2 Используемые технологии	23
3.3 Используемые средства разработки	24
3.4 Мой личный вклад	26
3.5 Вывод	29
4 Заключение	30
Список использованных источников	31

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

В курсовом проекте используются следующие условные обозначения:

БЗ — база знаний;

ИС — интеллектуальная система;

ИОС — интеллектуальная обучающая система;

ПрО — предметная область;

ТЗ — техническое задание;

OSTIS — Open Semantic Technologies for Intelligent Systems;

SC-code — Semantic Code;

SCg — Semantic Code graphical;

SCs — Semantic Code string;

uml-диаграмма — unified modeling language диаграмма;

use-case — вариант использования.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время люди почти каждый день сталкиваются с решением различных задач, для которых необходимо осваивать новые знания и навыки. Процесс усваивания знаний может быть частично автоматизирован и систематизирован с помощью обучающих систем.

С учетом роста объема информации, появляются трудности в её восприятии, оценке, анализе, но вместе с тем, появляется множество обучающих систем по самым различным предметным областям. Такие системы предоставляют учебный материал в виде хорошо структурированного текста, картинок, видео, презентаций, аудио и т.д., позволяют интерактивно решать задачи в пределах заданной предметной области, отвечают на вопросы пользователя.

Все разработчики стремятся к созданию такой обучающей интеллектуальной системы, которая могла бы собрать всю информацию по необходимой предметной области и не просто предложить обучающемуся решение какой-либо задачи, а объяснить ход ее решения, ответить на вопросы, которые интересуют обучающегося. Появляется необходимость в интеллектуальной системе, которая взяла бы часть рутинной работы по созданию и распределению задач на себя.

Разработка информационных образовательных систем (ИОС) по геометрии оказывается весьма актуальной в современном образовании, где происходит активная технологизация обучения. В настоящее время в образовательном процессе широко используются информационные системы и разнообразные электронные ресурсы, которые существенно повышают качество образования и делают обучение более эффективным. ИОС, ориентированные на геометрию, имеют потенциал приучить школьников к самостоятельному обучению, повысив их информационную грамотность. Кроме того, они могут освободить преподавателей от рутинных задач, таких как проверка знаний учеников, проведение тестов и ответы на разнообразные вопросы.

Цель курсовой работы – разработать универсальную интеллектуальную обучающую систему по геометрии, которая будет соответствовать вышеприведенным требованиям.

Интеллектуальная обучающая система по геометрии предназначена для комплексного обучения пользователей, которая позволит улучшить качество современного обучения.

Среди ее основных преимуществ можно выделить следующие:

- обработка знаний;
- структурированность базы знаний;
- наличие средств навигации по базе знаний;
- ответы на вопросы обучающегося на естественном языке;

- решение задач и объяснение их решения;
- наличие медиаконтента;
- интернационализация.

Каждый член команды был занят разработкой отдельного модуля системы и выполнением ряда задач, например:

- обновление решателя задач;
- обновление интерфейса;
- обновление базы знаний;
- написание тестов к системе;
- создание документации;
- project-management;
- обновление SHELL-скриптов;
- распределение обязанностей;
- back-end разработка.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучение и анализ предметной области геометрии;
- описание требований к системе;
- обновление всех компонентов системы;
- тестирование системы;
- описание системы.

В следующих разделах будет подробно описана сама система, её компоненты и их структура, технологии, которые применялись в ходе реализации, а также личный вклад в проект.

1 АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ДОСТИЖЕНИЮ ПОСТАВЛЕННОЙ ЦЕЛИ

1.1 Анализ предметной области геометрии

В качестве предметной области была выбрана геометрия, так как она:

- является хорошо исследованной и "широкой" областью на настоящий момент;

- достоверно описана в различных источниках;
- имеет большие возможности представления иллюстративного материала;

- является хорошей основой для разработки обучающей системы;
- позволяет решать огромное количество задач как тривиальных, так и не тривиальных;

- довольна проста и понятна, не требует специального дополнительного образования.

В предметной области геометрии исследуемыми объектами являются классы геометрических фигур и пространственные отношения между ними. В интеллектуальной обучающей системе по геометрии каждому объекту соответствует узел семантической сети. После выделения ключевых узлов, строится теоретико-множественная онтология понятий. Для этого используются такие теоретико-множественные отношения, как включение, разбиение, пересечение, объединение, принадлежность и др.

Структура предметных областей по геометрии наглядно представлена на рис. 1.1.

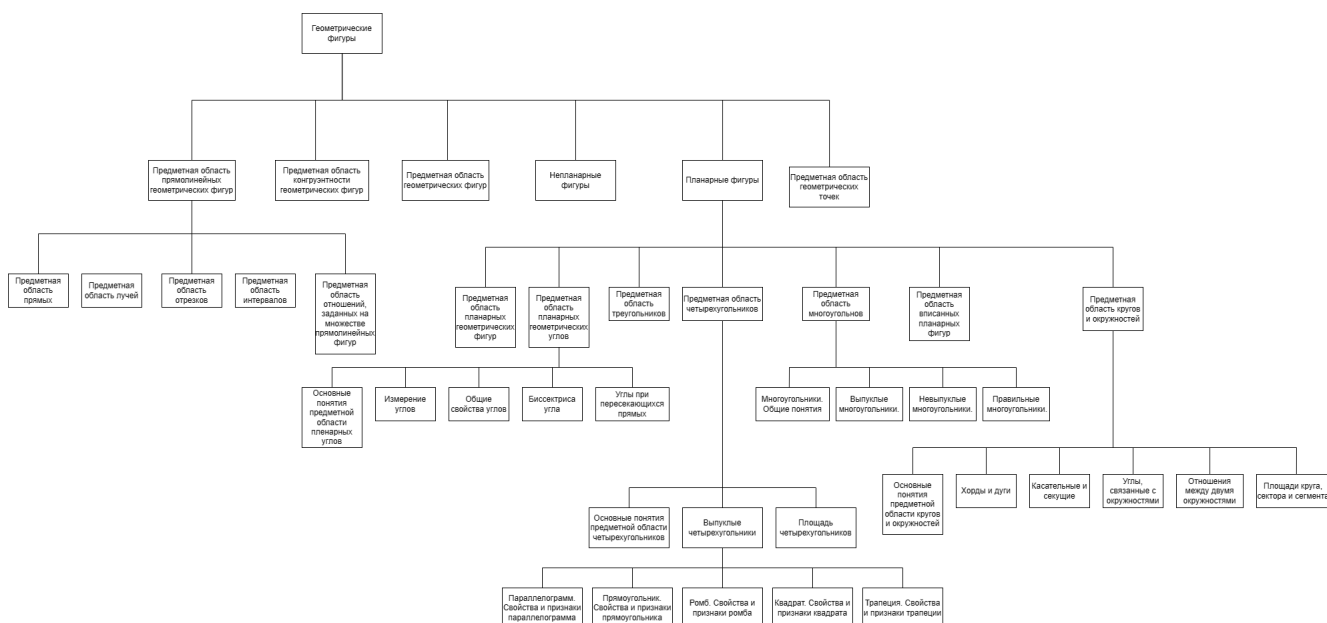


Рисунок 1.1 – Структура предметных областей в Базе знаний ИОС по Геометрии.

Предметная область интеллектуальной обучающей системы по геометрии охватывает широкий спектр тем и концепций, связанных с геометрией. Вот некоторые основные аспекты, которые могут быть включены в данную предметную область:

- Геометрические фигуры. Система помогает студентам изучать различные геометрические фигуры, такие как треугольники, квадраты, прямоугольники, окружности, эллипсы и многоугольники. Она объясняет их свойства, методы измерения и способы построения.

- Площади и объемы. Система помогает студентам научиться вычислять площади и объемы различных геометрических фигур, таких как прямоугольники, треугольники, круги, параллелограммы и тела в трехмерном пространстве. Она предлагает методы и формулы для этих вычислений.

- Геометрические теоремы. Система объясняет основные геометрические теоремы, такие как теоремы Пифагора и другие. Она помогает студентам понять и доказать эти теоремы и применить их в решении задач.

- Координатная геометрия. Система вводит студентов в координатную геометрию и объясняет, как использовать координаты для описания и анализа геометрических фигур. Она показывает, как строить графики и решать задачи, используя систему координат.

- Трехмерная геометрия. Система расширяет понятия геометрии на трехмерное пространство, включая изучение точек, линий, плоскостей, объемов и поверхностей тел. Она помогает студентам представить и визуализировать трехмерные объекты и решать задачи, связанные с ними.

- Геометрические доказательства. Система учит студентов основным методам геометрических доказательств, включая использование аксиом, определений, построений и логических рассуждений. Она показывает, как строить строгие и логически обоснованные доказательства геометрических утверждений.

- Применение геометрии. Система демонстрирует практическое применение геометрии в различных областях, таких как инженерия, архитектура, графика, компьютерное моделирование и другие. Она помогает студентам увидеть связь между геометрией и реальными ситуациями, в которых она применяется.

- Геометрические задачи. Система предлагает студентам разнообразные геометрические задачи разной сложности. Она помогает развивать навыки анализа, проблемного мышления, логического рассуждения и решения задач.

Это лишь некоторые аспекты предметной области интеллектуальной обучающей системы по геометрии. В зависимости от конкретных требований и целей обучения, система может включать и другие темы и концепции, связанные с геометрией.

1.2 Анализ аналогов системы

Несмотря на то, что концепция интеллектуальных обучающих систем не нова, и попытки со стороны коллективов учёных и инженеров создать подобные системы не прекращаются уже не первый год, аналога такого же класса интеллектуальности как и ОИС по геометрии не существует до сих пор. Тем не менее, достойные платформы для помощи в обучении геометрии и математики в целом существуют. Ниже приведены и описаны некоторые из них.

Euclidea.

Euclidea [1] (рис. 1.2) - это образовательная игра и платформа для изучения геометрии. Эта игра предлагает интересный и визуально привлекательный способ изучения основ геометрии, основанный на аксиомах Евклида.

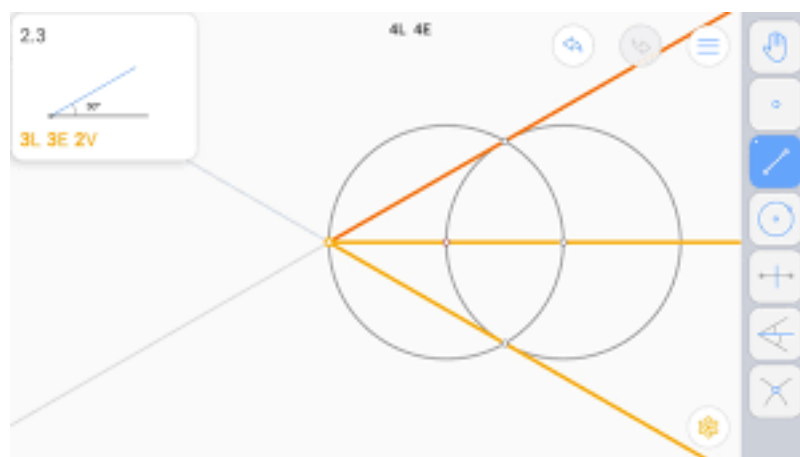


Рисунок 1.2 – Пример учебной сессии в платформе Euclidea

Euclidea предоставляет уникальный способ изучения геометрии, особенно подходящий для тех, кто предпочитает визуальный и интерактивный метод обучения математике. Это также может быть полезным для студентов, преподавателей и любознательных людей, интересующихся математикой.

Достоинства:

- Интерактивный подход. Euclidea предоставляет вам геометрические задачи, которые вы решаете путем перемещения и комбинирования геометрических объектов, таких как отрезки, углы и окружности.

- Образовательный контекст. Каждая головоломка в Euclidea предназначена для обучения конкретным геометрическим принципам и теоремам.

Недостатки:

- Ограниченность тематики. Euclidea специализируется на геометрии и может быть менее привлекательной для тех, кто ищет разнообразие в математических заданиях.

– Ориентированность на определенный стиль обучения. Некоторым пользователям может не подойти стиль обучения, используемый в Euclidea, так как предпочтения в этом вопросе индивидуальны.

Mathway

Mathway [2] (рис. 1.3) - это онлайн-калькулятор и инструмент, который предоставляет мгновенные ответы на математические задачи различных уровней сложности. Он может быть полезен для студентов, учителей и всех, кто сталкивается с математическими задачами.

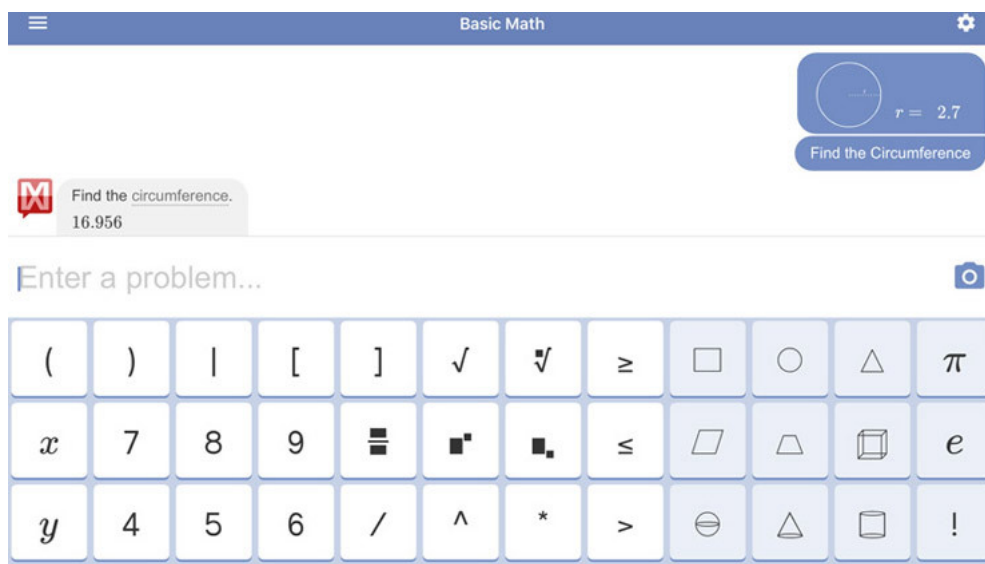


Рисунок 1.3 – Пример учебной сессии в платформе Mathway

Достоинства:

– Широкий спектр задач. Mathway поддерживает решение различных типов математических задач, включая алгебру, геометрию, тригонометрию, статистику и другие.

– Пошаговое решение. В дополнение к ответам, Mathway может предоставить пошаговое решение задачи, что помогает пользователям понять процесс решения.

Недостатки:

– Отсутствие глубокого понимания. Mathway предоставляет ответы и пошаговые решения, но это не всегда содействует глубокому пониманию математических концепций. Пользователи могут склоняться к использованию Mathway как красивого калькулятора, не разбираясь в процессе решения.

– Не подходит для понимания методов решения. Хотя Mathway предоставляет пошаговое решение, оно может быть слишком абстрактным и не всегда помогает пользователям понять, как именно было получено конкретное решение.

1.3 Сравнительный анализ подходов к разработке

Определение требований к системе

Анализ аналогов показал, что основными недостатками существующих обучающих систем является их недостаточная интеллектуальность (гибкость) и отсутствие адаптации к пользователям.

Ниже на рис. 1.4 представлен результат анализа аналогов системы по геометрии.

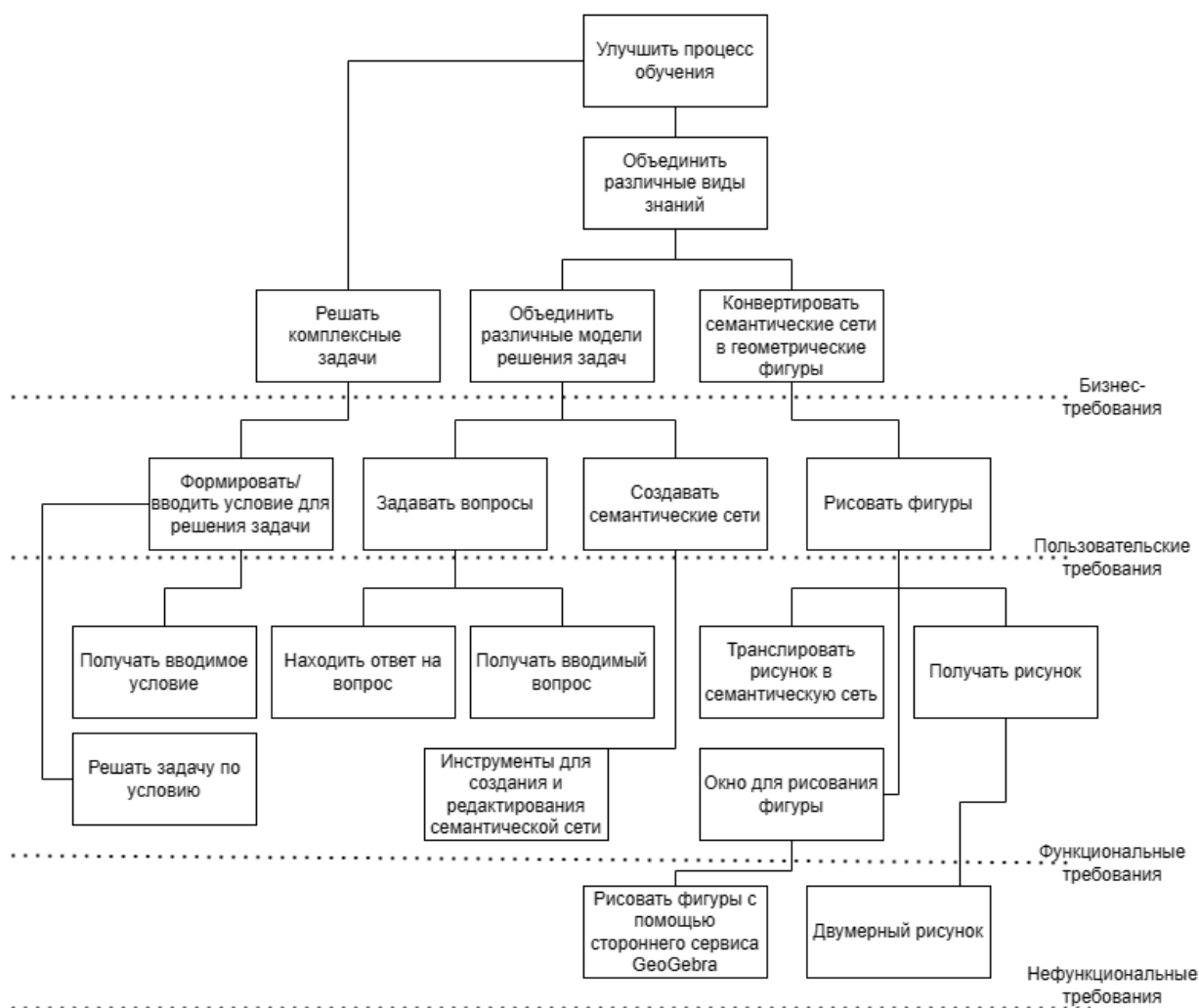


Рисунок 1.4 – Дерево требований к системе

Решить первую проблему возможно, объединяя различные модели представления знаний и унифицируя их, чтобы потом иметь возможность применять к этим знаниям различные алгоритмы и методы для решения задач.

Адаптация к процессу обучения пользователя может быть достигнута теми же средствами, но потребуются описать предметную область пользователя, научить систему распознавать его эмоции, желания и т.д. Однако в данной работе будет затронута только проблема гибкости систем.

Дерево требований имеет четыре уровня: бизнес-требования, пользовательские требования, функциональные требования и ограничения.

Бизнес-требования отражают потребности системы исходя из её конкретной цели. Цель системы в интеграции уже существующих знаний и методов по геометрии. Пользовательские требования отражают основные действия пользователя в системе, а функциональные – необходимые "обработчики" действий пользователя. Ограничения необходимы для своеобразного указания пределов системы в силу ограниченности ресурсов.

Далее рассмотрим различные подходы и способы для удовлетворения поставленных требований.

Технология OSTIS

Для разработки ИОС по геометрии на основе технологии OSTIS используются:

- Язык программирования JavaScript для интерфейса.
- Shell-оболочка для скриптов.
- SC-code (SCs, SCg, SCp) для обработки и хранения знаний.

SC-код и технология OSTIS являются ключевыми инструментами для моделирования и обработки знаний в данной работе.

Знания представляются с помощью SC-кода, где в качестве семантики используется теория множеств, а в качестве синтаксиса – теория графов. Разработанные фрагменты будут представлять собой семантические сети.

В разработке ИОС по геометрии был выбран SC-код, потому что он обеспечивает формальность, гибкость и эффективность при разработке интеллектуальных систем. SC-код имеет свои отличительные свойства:

- Формальная семантика: SC-код основан на формальной семантике, что позволяет точно определить смысл и логику знаний. Благодаря этому, ostis-система может выполнять рассуждения и выводить новые знания на основе логических правил.

- Гибкость и масштабируемость: SC-код предоставляет гибкие возможности для моделирования сложных знаний и структур. SC-код позволяет описывать объекты, отношения и атрибуты в SC-коде, а также создавать иерархии и композиции для организации знаний. Это позволяет разрабатывать масштабируемые системы с высоким уровнем абстракции.

- Интеграция с другими языками программирования: SC-код может быть использован в сочетании с другими языками программирования, такими как Python, Java, JavaScript или C++. Это позволяет разработчикам использовать мощные возможности этих языков в сочетании с семантическими возможностями OSTIS.

- Поддержка семантического поиска: Благодаря использованию SC-кода, OSTIS предоставляет возможности семантического поиска, которые позволяют находить связанные знания на основе их содержания и семантической связи. Это делает поиск более точным и эффективным по сравнению

с традиционными методами поиска.

Необходимо выделить следующие преимущества использования технологии OSTIS:

- унифицированность представления (любая информация может представляться одинаково);
- удобство машинной обработки и восприятия человеком;
- параллельная обработка информации;
- OSTIS-система может включать в себя компоненты, разработанные на базе технологии OSTIS, а также объединяться с любыми другими системами и интегрировать другие компоненты через специальный протокол обмена информацией (JSON) и/или программный интерфейс (API);
- производительность OSTIS-системы не хуже традиционной системы, а иногда может оказаться лучше за счёт параллельной обработки (при переходе на семантические компьютеры производительность будет ещё выше).

Neo4j

Neo4j - это графовая система управления базами данных с открытым исходным кодом, разработанная на Java. Она предоставляет альтернативный подход к разработке баз знаний. В отличие от Semantic Web, где информация организуется в виде семантической сети, Neo4j использует графовую модель данных.

В Neo4j данные хранятся в виде графа, где вершины представляют собой понятия базы знаний, а ребра (направленные связи) определяют отношения между этими понятиями. Таким образом, графовая модель Neo4j отражает семантику предметной области в виде понятий и их связей.

Основное преимущество Neo4j заключается в его способности эффективно обрабатывать и анализировать связи и отношения между данными. Это позволяет легко и быстро выполнять запросы для извлечения информации из графа, а также проводить сложные аналитические операции, такие как поиск путей, анализ сообществ и выявление влиятельных узлов.

Neo4j также предоставляет мощные возможности для моделирования и визуализации данных в графовой форме. Это позволяет разработчикам и аналитикам легко понимать и визуализировать сложные взаимосвязи и зависимости в данных.

В целом, использование Neo4j представляет эффективный способ разработки баз знаний и представления информации в графовой форме, что может быть особенно полезным в случаях, когда данные имеют сложную структуру и множество взаимосвязей.

SemanticWeb

Существует и альтернативный подход к разработке баз знаний, который основан на использовании Semantic Web.

Semantic Web – это эволюция World Wide Web, информация в кото-

рой машинно-обрабатываемая (а не только ориентированная на обработку человеком), таким образом, позволяя браузерам или другим программным агентам производить поиск, распределять и комбинировать информацию намного проще. Semantic Web предусматривает объединение этих разных видов информации в единую структуру, где каждому элементу "человеческой" информации будет соответствовать машинный код – специальный смысловой тэг.

Semantic Web в математической форме представляет собой разновидность графа – набора вершин, соединенных дугами. В Semantic Web роль вершин выполняют понятия базы знаний, а дуги (причем направленные) задают отношения между ними. Таким образом, семантическая сеть отражает семантику предметной области в виде понятий и отношений. Идея состоит в том, чтобы глобальной семантической сетью было подмножество систем, которые замкнуты на специфичных путях достижения достаточного удобства для машин. Таким образом, Семантическая Сеть сама собой не будет задавать выводящую машину. Она будет задавать валидность операции и требовать связей между ними.

Таким образом, использование Semantic Web также может быть эффективным способом разработки баз знаний и представления информации в семантической форме.

1.4 Вывод

В заключение анализа интеллектуальной обучающейся системы по геометрии можно отметить, что данная система представляет собой мощный инструмент, способный эффективно обрабатывать и анализировать геометрические данные.

Анализ приведённых аналогов даёт возможность выявить основные требования к системе:

- сделать систему доступной для любого слоя общества;
- ИОС должна быть лёгкой в освоении;
- система помогает в обучении;
- использование графических визуализаций, диаграмм и др.;
- использование нестандартных методов изучения материала, таких как игры, исследования, интерактивные задания и др.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

2.1 Постановка задачи

Для разработки ИОС необходимо решить ряд задач (рис. 2.1):

- выбрать набор технологий, с помощью которых будет реализована система;
- установить требования к системе;
- реализовать функционал приложения.
- продумать взаимодействие системы с пользователем;
- продумать логику работы приложения;
- спроектировать иерархию интерфейсов и классов, которые необходимо реализовать;
- продумать дизайн приложения;

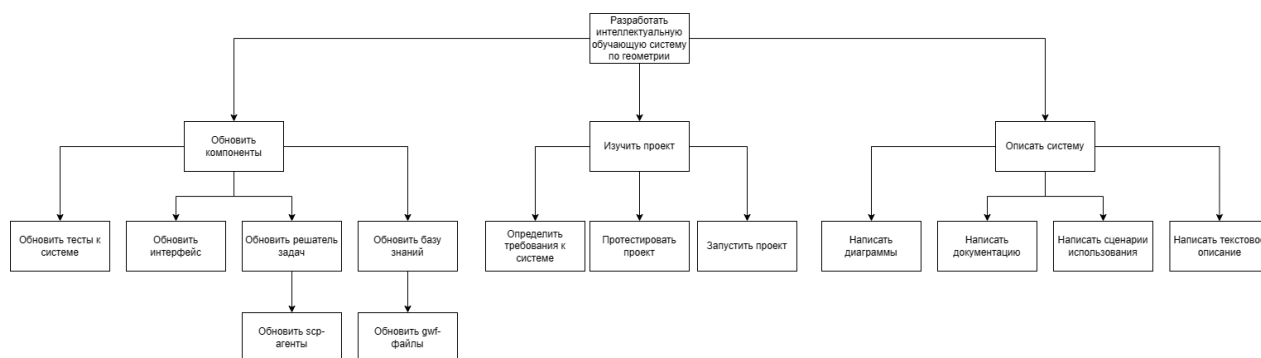


Рисунок 2.1 – Дерево задач

2.2 Текстовое описание системы

Интеллектуальная обучающая система по геометрии — система, предназначенная для помощи в обучении учеников и студентов в области геометрии.

Типы пользователей системы:

- Обучающиеся.
- Преподаватели.

Возможности системы:

Каждый студент имеет возможность:

- ведения диалога с системой путем задания разнообразных вопросов;
- вводить условие для задач и получать их решение;
- использования графического редактора для изображения геометрических фигур;
- осуществления навигации по БЗ.

Разделы:

У системы есть несколько разделов:

- Задать вопрос.
- Графический редактор.

Рассмотрим взаимодействие пользователя с системой:

- При входе в систему у пользователя есть выбор из 2-х вариантов:
- Пользователь общается с системой, задавая вопросы по геометрии.
- Пользователь использует графический редактор системы, рисуя необходимую ему фигуру к задаче и получая ответ на поставленный вопрос.

Сценарии:

Рассмотрим сценарий общения с системой:

- Пользователь задаёт вопрос системе в специальном окне.
- Система обрабатывает запрос.
- Пользователь получает ответ на поставленный вопрос, после чего может задать следующий интересующий его вопрос.

Рассмотрим сценарий использования графического редактора:

- Пользователь переходит в раздел графического редактора и рисует интересующую его геометрическую фигуру.
- Пользователь задает вопрос по изображенному.
- Система обрабатывает запрос.
- Система дает ответ на поставленный вопрос.

Возможные направления развития:

- Добавление голосового сопровождения при ответах на вопросы.
- Добавление 3D редактора.
- Добавление нового естественного языка, что позволит увеличить диапазон потенциальных пользователей.

2.3 Описание потенциальных пользователей

Система разработана для широкого круга пользователей, включая школьников, студентов различных уровней образования, преподавателей геометрии и всех, кто интересуется этой областью знаний.

Пользователи подразделяются на две основные группы 2.2 : "обучаемые" и "обучающие". Обучающие могут использовать систему в качестве дополнительного материала на занятиях, а обучаемые - как помощника при освоении материала. Таким образом, система может частично автоматизировать и упростить процессы обучения и объяснения материала для учащихся и преподавателей.

Третья категория пользователей - это разработчики системы. Они отвечают за поддержку, улучшение, тестирование и внедрение нового функционала. Для визуализации вариантов использования системы в процессе проектирования и разработки представлена диаграмма вариантов использования. Эта диаграмма предоставляет внешнюю спецификацию действий,

которые система или другие сущности могут выполнять во взаимодействии с пользователями.

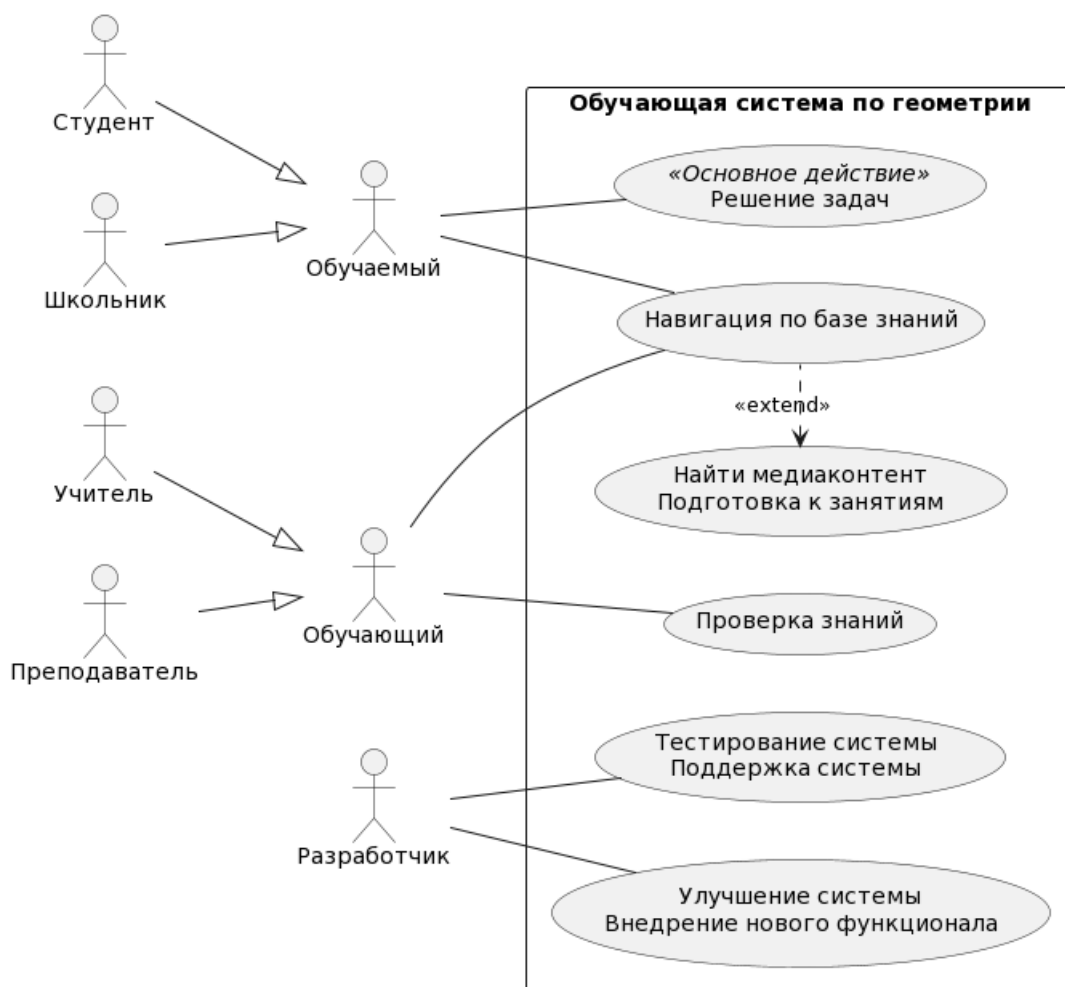


Рисунок 2.2 – Диаграмма вариантов использования

2.4 Архитектура системы

2.4.1 Структура базы знаний по геометрии

Основной предметной областью в базе знаний по геометрии, пожалуй, является предметная область Геометрии Евклида. Она, в свою очередь, делится на частные предметные области:

- Предметная область конгруэнтности геометрических фигур.
- Предметная область геометрических тел.
- Предметная область геометрических точек.
- Предметная область планарных геометрических фигур.
- Предметная область линий.
- Предметная область геометрических поверхностей.

Иерархия предметных областей по геометрии подробно представлена на Рис. 2.3.

Предметная область Геометрии Евклида

⇒ частная предметная область*:

- Предметная область конгруэнтности геометрических фигур
- Предметная область геометрических тел
 - ⇒ частная предметная область*:
 - Предметная область тел вращения и их поверхностей
 - Предметная область непланарных углов
 - Предметная область многогранников и их поверхностей
- Предметная область геометрических точек
- Предметная область планарных геометрических фигур
 - ⇒ частная предметная область*:
 - Предметная область кругов и окружностей
 - Предметная область вписанных планарных фигур
 - Предметная область многоугольников
 - ⇒ частная предметная область*:
 - Предметная область треугольников
 - Предметная область четырехугольников
 - ⇒ частная предметная область*:
 - Предметная область параллелограммов
 - ⇒ частная предметная область*:
 - Предметная область прямоугольников
 - Предметная область планарных углов
 - Предметная область прямолинейных геометрических фигур
- Предметная область линий
- Предметная область геометрических поверхностей

Рисунок 2.3 – Иерархическая структура предметных областей в Базе знаний ИОС по Геометрии

На рисунке 2.4 представлена предметная область геометрических точек.

Предметная область геометрических точек

⇒ основной идентификатор*:

- Предметная область геометрических точек

∈ Русский язык

Subject domain of geometric points

∈ Английский язык

⇒ системный идентификатор*:

subject_domain_of_geometric_points

⇒ частная предметная область*:

Предметная область Геометрии Евклида

∈ ключевой sc-элемент*:

Раздел. Предметная область геометрических точек

⇒ трансляция sc-текста*:

- ...
- ⇒ пример*:

Geometric point is a primitive notion upon which the geometry is built. Being a primitive notion means that a *point* cannot be defined in terms of previously defined objects. That is, a *point* is defined only by some properties, called axioms, that it must satisfy. In particular, the *geometric points* do not have any length, area, volume, or any other dimensional attribute. A common interpretation is that the *concept of a point* is meant to capture the notion of a unique location in Euclidean space.

In two-dimensional Euclidean space, a *point* is represented by an ordered pair (x, y) of numbers, where the first number conventionally represents the horizontal and is often denoted by x , and the second number conventionally represents the vertical and is often denoted by y .

Axioms of straight line and points, belonging to it:

- Axiom 1. Through any two *points* in space, you can draw the only one *straight line*.
- Axiom 2. On each *straight line* lie two *points* at least.
- Axiom 3. There are three *points* at least that don't lie on a *straight line*.

Axioms of mutual location of points on the straight line:

- Axiom 1. If one of the three *points* is between the other two, all three definite *points* lie on a *straight line*
- Axiom 2. For any two *points* there is a third *point* that lies between these *points*.
- Axiom 3. Among the three *points* of the *straight line*, only one lies between the other two.

Axioms of points belonging to a plane:

- Axiom 1. Through any three *points* in the space, that don't lie on a *straight line*, it's can be drawn the only one *plane*.
- Axiom 2. In each plane are three *points* at least.

Рисунок 2.4 – Структура раздела Предметной области геометрических точек.

Количественные характеристики представлены в таблице на Рис. 2.5. Видно, что предметная область по геометрии имеет более 260000 узлов и около 200 абсолютных понятий, что говорит о её "наполненности", количество дуг превосходит во много раз количество узлов, это свидетельствует о сильной связности семантической сети.

Количество	Элементы			Абсолютные понятия	Отношения	Логические утверждения	Разделы
	всего	узлы	дуги				
БЗ ИСС по Геометрии	260263	27480	232783	195	183	558	54
Предметная часть БЗ ИСС по Геометрии	184873	19452	165421	164	177	527	54

Рисунок 2.5 – Количественные характеристики БЗ ИОС по Геометрии

2.4.2 Структура решателя по геометрии

Разработанные агенты можно классифицировать по их назначению:

- Агенты генерации:
 - agent_for_generating_inverse_theorem;
 - agent_for_generating_opposite_theorem;
 - agent_of_forming_logical_ontology_for_the_given_domain.
- Агенты расчёта:
 - agent_of_calculating_math_expressions;
 - agent_of_calculating_trigonometric_expressions;
 - agent_of_calculation_average_depth_of_subject_domain;
 - agent_of_calculation_number_of_all_types_of_input_connections_of_vertex;
 - agent_of_calculation_number_of_diff_input_connections_for_vertex_to_all_ontology_vertexes;
 - agent_of_sum_calculation;
 - agent_of_pow_calculation;
 - agent_of_multiplication_calculation.
- Агенты смены идентификаторов:
 - agent_of_changing_main_identififier;
 - agent_of_changing_system_identififier.
- Агент сравнения:
 - agent_of_comparison_quantities_and_numbers.

- Агенты логического вывода:
 - `agent_of_logic_deduction`;
 - `agent_of_solver_solution`;
 - `agent_of_specifying_of_indicated_entity`;
 - `agent_of_strategy_usage`.
- Агенты поиска:
 - `agent_of_finding_all_statements_associated_with_given_entity`;
 - `agent_of_finding_connection_between_entity_and_alternative_of_specification`;
 - `agent_of_finding_hypertext_translation`;
 - `agent_of_finding_proof_task`;
 - `agent_of_finding_value_task`.
- Агент удаления:
 - `agent_of_removal_sc_element`.

В ходе проектирования мы пришли к выводу, что на текущем этапе количество агентов и спектр задач, которые они могут выполнять, не соответствуют всем требованиям, предъявляемым к системе. Разработанная версия решателя является базовой для всех последующих этапов развития системы. Важно будет дополнять и улучшать данный компонент. Например, требуются агенты, способные преобразовывать внешний файл с описанием геометрических фигур в семантическую сеть. Затем эти агенты могут применять существующие знания из базы данных для решения задач, связанных с данным фрагментом.

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ

3.1 Организация совместной работы в Plane

Для организации совместной работы был создан проект в Plane, где были назначены задачи для каждого члена проекта. На Рис. 3.1 изображен пример назначения задач в Plane.

GMTRY-14	Запустить геотебру на 18 убунту	Done		S	Интерфейс	Start date	Due date	
GMTRY-13	Переделать записку	Todo		M A		Oct 30, 2023 x	Nov 01, 2023 x	
GMTRY-12	Шаблон User Story	Backlog			User Story	Start date	Due date	
GMTRY-11	Разобраться со структурой проекта	Done		R	3 Labels	Start date	Due date	
GMTRY-9	Web-socket	Cancelled				Start date	Due date	
GMTRY-8	Презентация	Done		A	2 Labels	Start date	Oct 05, 2023 x	
GMTRY-6	Сделать документацию проекта	Cancelled		M	2 Labels	Start date	Due date	
GMTRY-5	Закрыть опросцовку 1	Done		R V L +1		Start date	Oct 14, 2023 x	
GMTRY-1	Запустить проект	Done		A	2 Labels	Start date	Due date	

Рисунок 3.1 – Пример назначения задач в “Plane”

Также были разработаны User Stories на основе требований. Пример User Stories: я как пользователь, хочу иметь возможность рисовать фигуры, чтобы наглядно видеть условие задачи.

На Рис. 3.2 изображен пример User Stories в Plane.

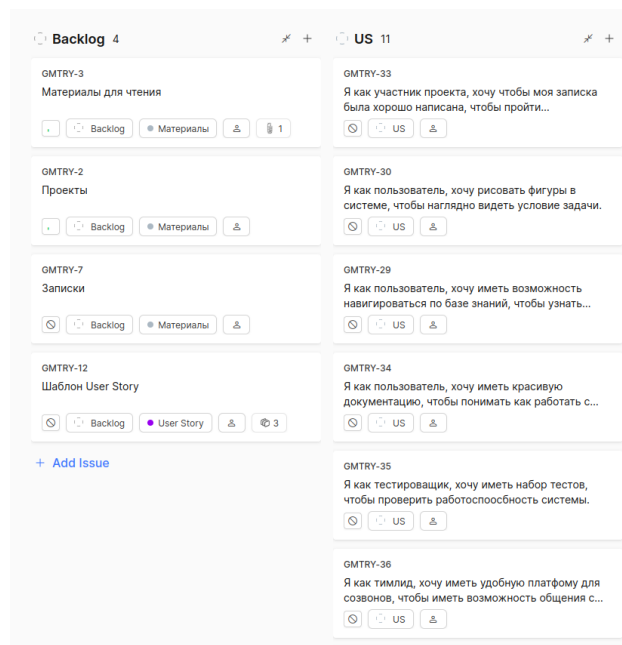


Рисунок 3.2 – Пример User Stories в “Plane”

3.2 Используемые технологии

При разработке обучающей системы по геометрии применяется *Технология OSTIS*, которая ориентирована на создание компьютерных систем, управляемых знаниями. Эти системы, известные как *ostis-системы*, разрабатываются с использованием унифицированной логико-семантической модели, независимой от платформы (*sc-модели* компьютерной системы), и платформы для интерпретации таких моделей. Основой для этой платформы служит программная модель *sc-памяти*. [3].

SC-machine – это программная модель семантической памяти, реализованная на основе традиционной линейной памяти и включающая средства хранения *sc-конструкций* и базовые средства для обработки этих конструкций, в том числе удаленного доступа к ним посредством соответствующих сетевых протоколов.

Текущий вариант *Программной модели sc-памяти* предполагает возможность сохранения состояния (слепок) памяти на жесткий диск и последующей загрузки из ранее сохраненного состояния. Такая возможность необходима для перезапуска системы, в случае возможных сбоев, а также при работе с исходными текстами базы знаний, когда сборка из исходных текстов сводится к формированию слепок состояния памяти, который затем помещается в *Программную модель sc-памяти*.

Общая архитектура платформы *ostis* приведена на рисунке 3.3.

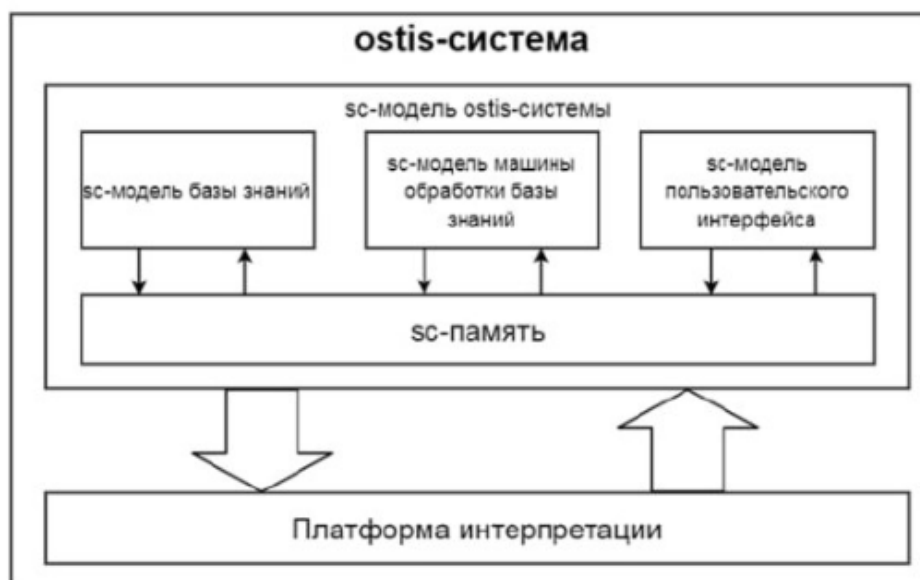


Рисунок 3.3 – Архитектура платформы *ostis*

Выбор языков реализации модели создания планов для решения задач интеллектуальной диалоговой системы ограничен инструментами, предоставляемыми *Технологией OSTIS*. В связи с этим, необходимо учитывать

возможности и ограничения, связанные с использованием данной технологии, чтобы развернуто и адекватно реализовать модель построения планов и обеспечить эффективное решение задач в рамках интеллектуальной диалоговой системы.

Агенты решателя задач обучающей системы по геометрии реализуются на языке SCP.

3.3 Используемые средства разработки

Visual Studio Code

VSCoде (Visual Studio Code)3.4 - это свободный и открытый исходный код интегрированной среды разработки (IDE), разработанной и поддерживаемой компанией Microsoft. VSCoде предоставляет множество возможностей для разработки приложений на различных языках программирования и для работы с различными технологиями.

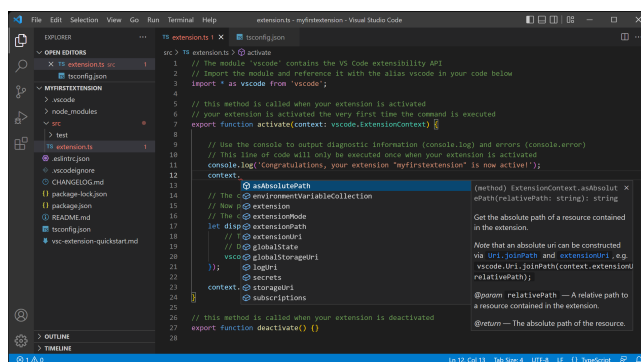


Рисунок 3.4 – Главное окно Visual Studio Code

Кроме того, VS Code поддерживает множество расширений, которые позволяют настроить среду разработки под конкретные потребности. Основным расширением является "OSTIS Knowledge base source support"(рис.??).

Благодаря своей гибкости, обширному функционалу и богатой экосистеме расширений, Visual Studio Code (VS Code) стал популярным выбором среди разработчиков. Этот инструмент предоставляет мощные средства для создания высококачественного кода и улучшения процесса разработки. VS Code также поддерживает разработку баз знаний на языке SCs.

Git

Git3.5 - это распределенная система управления версиями (Version Control System, VCS), которая используется для отслеживания изменений в исходном коде программного обеспечения и координации работы нескольких разработчиков над проектом. Разработана Линусом Торвальдсом для управления разработкой ядра Linux, Git стал широко используемым инструментом в мире разработки программного обеспечения.

```

Techie Delight@ThinkPad MINGW64 /d/development
$ git init
Initialized empty Git repository in D:/development/.git/

Techie Delight@ThinkPad MINGW64 /d/development (master)
$ git remote add origin https://github.com/techie-delight/api.git

Techie Delight@ThinkPad MINGW64 /d/development (master)
$ git fetch origin development
remote: Enumerating objects: 1915, done.
remote: Total 1915 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 1915
Receiving objects: 100% (1915/1915), 589.05 KiB | 769.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1104/1104), done.
From https://github.com/techie-delight/api
 * branch                development -> FETCH_HEAD
 * [new branch]          development -> origin/development

Techie Delight@ThinkPad MINGW64 /d/development (master)
$ git checkout development
Switched to a new branch 'development'
Branch 'development' set up to track remote branch 'development' from 'origin'.

Techie Delight@ThinkPad MINGW64 /d/development (development)
$ git branch -a
* development
  remotes/origin/development

Techie Delight@ThinkPad MINGW64 /d/development (development)
$

```

Рисунок 3.5 – Пример работы с Git

Github

GitHub 3.6 - это веб-платформа для хостинга и совместной работы над проектами, использующая систему управления версиями Git. Она предоставляет разработчикам инструменты для хранения, управления и отслеживания версий своего кода.

GitHub позволяет разработчикам хранить свои репозитории с исходным кодом в удаленном репозитории на серверах GitHub, активно используется и командой разработки ИОС по Геометрии.

ostis-apps / geometry.ostis

Public

6 branches 0 tags

This branch is 16 commits ahead of master.

MakarenkoAI Merge pull request #386 from MakarenkoAI/feat/new_version 4b68277 2 days ago 652 commits

File	Commit Message	Time
docs	feat(docs): geometry documentation	last month
ims.ostis.kb @ b9810b2	feat: new version	last month
kb	fix: remove folder	5 days ago
ps	fix: scs	3 weeks ago
scp_agents_with_ims	scp agents	2 days ago
scripts	feat: new version	last month
.gitignore	developed 7 sections	7 years ago
.gitmodules	feat: new version	last month
LICENSE	feat: new version	last month
README.md	feat: new version	last month

About

Main repository for OSTIS Geometry

geometry

Readme

Activity

0 stars

11 watching

36 forks

Report repository

Releases

No releases published

Create a new release

Packages

No packages published

Publish your first package

Рисунок 3.6 – Страница репозитория geometry.ostis

3.4 Мой личный вклад

Документация к проекту была оформлена с помощью языка markdown. Документация имеет вид веб-сайта, расположенного по адресу "http://127.0.0.1:8002/", и состоит из нескольких разделов(рис 3.7):

- Домашняя – стартовая страница;
- Сборка – содержит описание структуры проекта;
- Сборка – содержит инструкцию по установке проекта и его запуску;
- Агенты – содержит описание основных агентов;
- Changelog (список изменений) – нужен для отслеживания версий проекта и описания основных изменений.

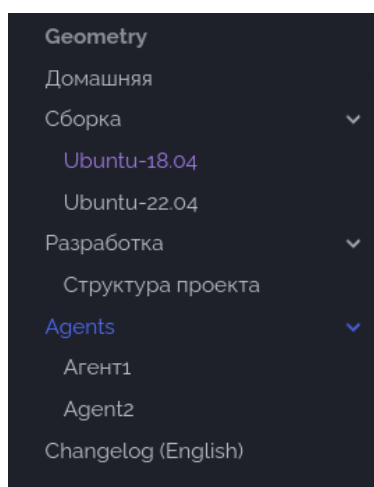


Рисунок 3.7 – Документация. Меню.

Документация есть на русском и английских языках, есть темная и светлая темы(рис 3.8 и рис 3.9).

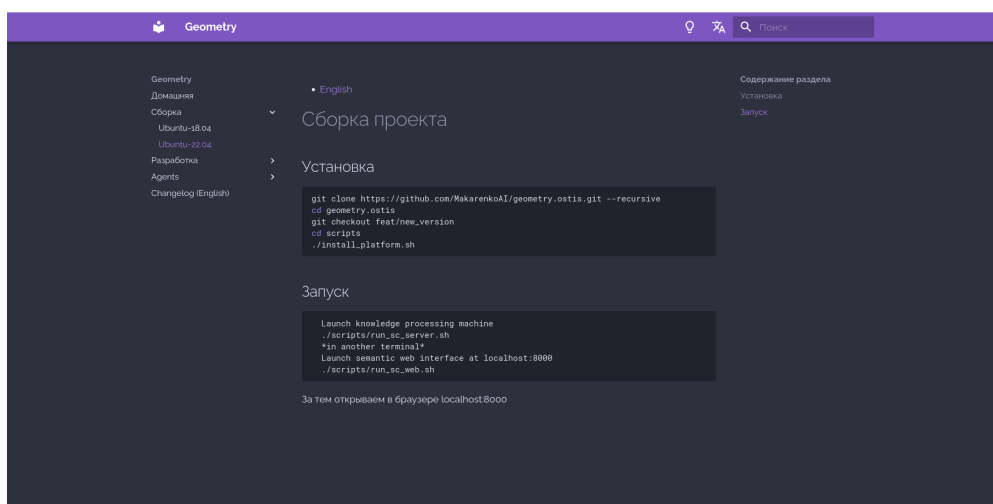


Рисунок 3.8 – Документация. Тёмная тема.

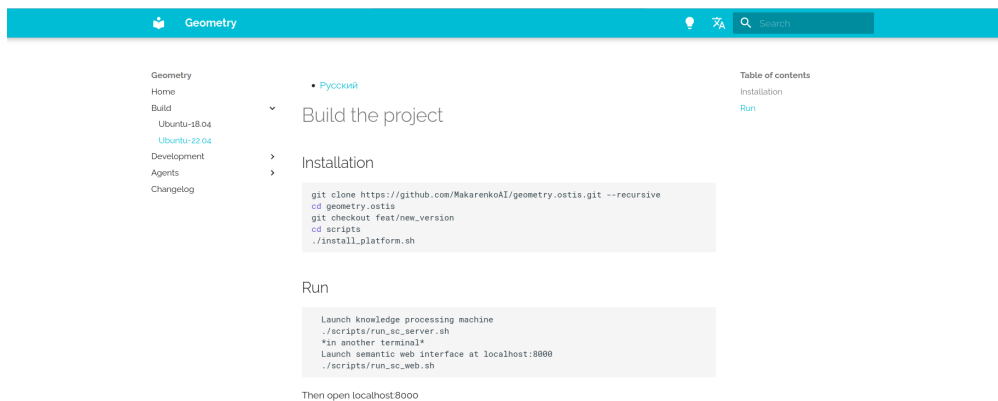


Рисунок 3.9 – Документация. Светлая тема.

Инструкция по установке системы на Ubuntu 18.04 и Ubuntu 22.04 (рис 3.10 и рис 3.11).

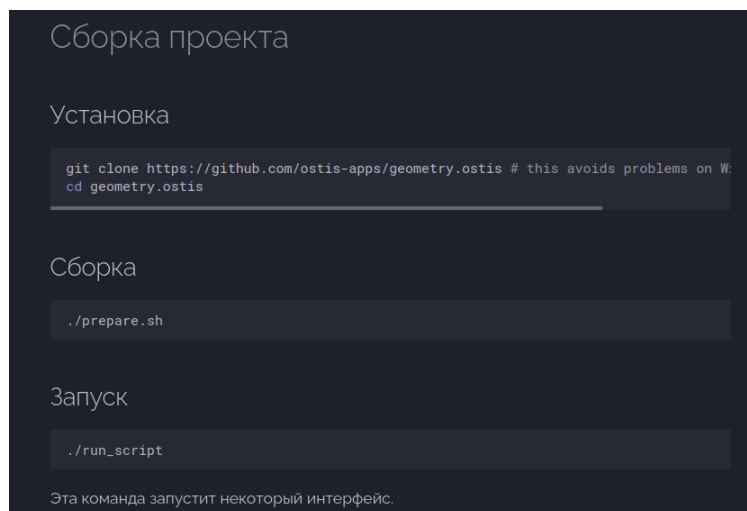


Рисунок 3.10 – Документация. Ubuntu 18.04.

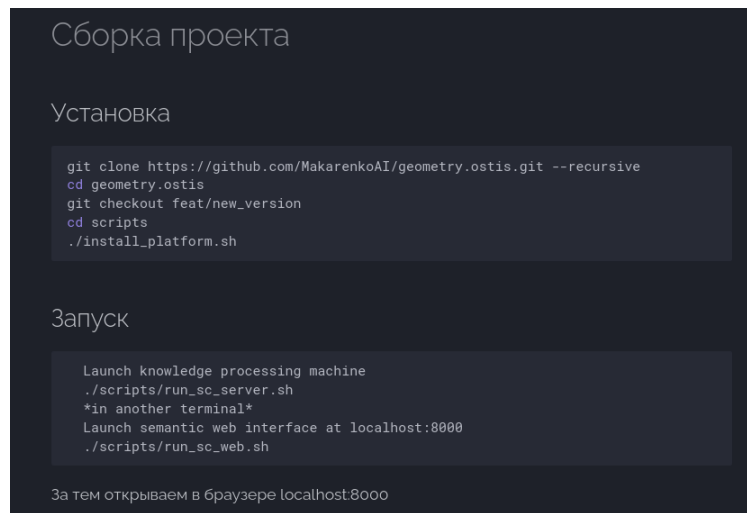


Рисунок 3.11 – Документация. Ubuntu 22.04.

Так же имеется описание и структура агентов (рис 3.12).



Рисунок 3.12 – Документация. Пример описания агента.

3.5 Вывод

В ходе разработки и проектирования, были достигнуты следующие результаты:

- создана часть документации связанная с архитектурой back-end части по проекту "Интеллектуальная обучающая система по геометрии";
- описаны средства разработки используемые в проекте;
- починены агенты, которые позволяют взаимодействовать пользователю с базой знаний и решать некоторые задачи связанные с геометрией;
- разработаны различные UML-диаграммы, опираясь на которые была спроектирована архитектура интеллектуальной обучающей системы по геометрии и определены её компоненты;
- определена сама структура использования ИОС по геометрии, т.е. какие именно функции будут использоваться разными типами пользователей;
- написаны текстовое описание, диаграмма вариантов использования и выяснены типы пользователей, для которых предназначена ИОС по геометрии, и функции, которые может система предоставить данным пользователям;
- описано использование платформы Plane, используемое для достижения максимальных результатов в коллективе путем распределения обязанностей и задач между участниками проекта.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная в работе интеллектуальная обучающая система по геометрии выполнена на основе Технологии OSTIS, что позволяет снизить сложность и время, затраченное на разработку, поддерживать совместимость с другими системами.

В результате проделанной работы нашей команды была уточнена классификация и понятия геометрических сущностей. Продемонстрирована структура базы знаний и решателя задач. Приведены примеры работы восстановленных и обновлённых агентов.

Моим основным вкладом в проект было создание документации для ОИС по геометрии.

Полученные результаты полностью удовлетворяют поставленным требованиям и свидетельствуют о большом интеллектуальном потенциале системы и её пионерстве в мире интеллектуальных обучающих систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Сайт Euclidea [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.euclidea.xyz/ru/>.
- [2] Сайт Mathway [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathway.com/ru/Algebra>.
- [3] SC-machine. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://github.com/ostis-ai/sc-machine.git>.
- [4] Electronic Components Datasheet Search [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com>.
- [5] Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>.
- [6] SCP-converter [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://github.com/kilativ-dotcom/scp-converter.git>.
- [7] Сайт системы OSTIS [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ims.ostis.net>.
- [8] Сайт Mathigon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.focusatwill.com/>.
- [9] Protege [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://protege.stanford.edu/>.
- [10] Куликов, С. С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс / С. С. Куликов. — Минск: Четыре четверти, 2017. — 312 с.