

Программная реализация (на языке JavaScript) алгоритмов генерации ФОС ЕГЭ по геометрии в 2024 году

Суматохина Александра 4 курс Кафедра Теории функции и геометрии
Научный руководитель: Авдеев Н.Н.

23 апреля 2024

Здравствуйте, меня зовут Александра Суматохина, я обучаюсь на 4 курсе, мой научный руководитель Евгений Михайлович Семёнов, научный консультант Николай Николаевич Авдеев. Тема моей курсовой работы Программная реализация (на языке JavaScript) алгоритмов генерации ФОС (Фонды оценочных средств) ЕГЭ по геометрии в 2024 году.

Существующие проблемы

За время обучения в 10 и 11 классе при подготовке к ЕГЭ школьники сталкиваются с дефицитом заданий по определённым категориям. Так в конце 2021 года в список заданий ЕГЭ были добавлены новые задания под номером 11 по теме «Графики функций», а в конце 2023 — задание №2 по теме «Вектора», количество которых для прорешивания было очень мало. А по теме «Производная и первообразная» банк заданий расходуется при подготовке с невероятной скоростью. Так как это преимущественно графические задания, решение их занимает менее минуты, а их составление вручную занимает несоразмерно много времени.

ЕГЭ меняется медленно, поэтому все материалы, которые уже были выложены в открытый доступ имеют полные решения, что приводит к списыванию учениками.

При этом существуют задания с вспомогательным чертежом. Чаще всего для целого ряда заданий используется одна и та же иллюстрация, которая не всегда соответствует условиям задачи, а иногда отвлекают от решения. Проект «Час ЕГЭ» позволяет решить все эти проблемы.

Проект «Час ЕГЭ»

«Час ЕГЭ» — это факультетский проект, который помогает учащимся старших классов, учителями и репетиторами при подготовке к тестовой части единого государственного экзамена.

Задания в «Час ЕГЭ» генерируются случайным образом по специализированным алгоритмам, называемых шаблонами.

Достижения

- Полностью покрыт банк заданий ФИПИ по теме «Планиметрия»

В ядро добавлены функции для отрисовки условных обозначений.

Элементы декларативного программирования

Определение. Декларативное программирование — парадигма программирования, в которой задается спецификация решения задачи, то есть описывается конечный результат, а не способ его достижения. [?]

Мы ввели в проект конструкции, описывающие условия, которые должны удовлетворяться системой случайных чисел в задаче. Если эти условия не выполняются, то процесс выполняется заново. Наши шаблоны стали более лаконичны и отладка их стала проще.

После того, как мы закончили с планиметрией, логично было перейти к стереометрии.

Проблема отрисовки многогранников в JavaScript

- Отсутствуют встроенные средства для изображения трёхмерных фигур
- Есть одна подходящая библиотека, но она очень сложна и громоздка в использовании.
- Другие библиотеки позволяют вращать фигуру только вокруг осей OX и OZ
- Ранне уже попытки написания функции проекций фигур. Но чертежи не соответствовали условиям задач.

С учётом прогресса современных технологий, встал закономерный вопрос, сможет ли нейросеть ChatGPT 3.5 сгенерировать код проектора. За несколько шагов удалось получить корректный, оптимизированный код.

Сокращение кода и введение канонических координат

Стоит отметить, что задач по теме "Стереометрия" огромное множество. Поэтому одной из первостепенных задач было сократить код шаблонов и исключить вычислительные ошибки. Для этого были разработаны классы многогранников, которые содержат в себе длины рёбер, объем, площади оснований, а так же тернарную матрицу связности и канонические координаты вершин.

Матрица может содержать значения: 1, 0, либо специальное значение, указывающий на отображении ребра пунктиром.

Каноническим положением будем называть такое расположение многогранника, когда его высота, проходящая через центр масс его основания, совпадает с осью аппликата и начало координат делится пополам.

При таком расположении, начало координат можно расположить в центре иллюстрация. Тогда чертёж не будет смещён ни в одну из сторон.

Так написание шаблона было сведено к 5 пунктам.

Этапы генерации

- Создание объекта нужного класса (фигуры)
- Преобразование канонических координат на двумерную плоскость при помощи функции `project3DTo2D`
- Масштабирование координат функцией `autoScale`
- Корректирование матрицы связей (добавление диагоналей или сечений)
- Отрисовка фигуры `drawFigure`

Достижения

- Полностью покрыт открытый банк заданий ФИПИ по теме
- Проведён эксперимент по написанию проектора из $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$ с помощью ChatGPT 3.5 на языке программирования JavaScript.
- Написана функция отрисовки фигуры на основе её координат и матрицы связности вершин
- Написана функция автомасштабирования фигуры.

Итоги

За этот год был полностью покрыт открытый банк заданий ФИПИ по темам:

- Планиметрия — 26 шаблонов принято.
- Вектора — 18 шаблонов (10 принято, 8 на внутреннем рецензировании).
- Стереометрия — 56 шаблонов (7 принято, 49 на внутреннем рецензировании).
- Теория вероятности — 10 шаблонов на внутреннем рецензировании.
- Теория вероятности (повышенной сложности) — 11 шаблонов (1 принят 10 на внутреннем рецензировании).
- Сокращён технический долг проекта
- Введены элементы декларативного программирования

В ядро проекта добавлены:

- Функции, упрощающие написание шаблонов по темам «Планиметрия» и «Стереометрия».
- Класс многогранников.
- Линейный проектор из $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$.
- Поставлена цели в будущем добавить в проект класс плоских геометрических фигур и использовать в заданиях по теме «Планиметрия» динамические изображения