

Применение нейронных сетей к проблемам генерации задач по планиметрии

Суматохина Александра 5 курс Кафедра Теории функции и геометрии

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Семенов Е.М.

Научный консультант: асп. Авдеев Н.Н

16 апреля 2025 г

Здравствуйте, меня зовут Александра Суматохина, я обучаюсь на 5 курсе, мой научный руководитель доктор физико-математических наук Семенов Евгений Михайлович, научный консультант аспирант Авдеев Николай Николаевич. Тема моего доклада "применение нейронных сетей к проблемам генерации задач по планиметрии".

Существующие проблемы

При подготовке к ЕГЭ школьники и педагоги сталкиваются с нехваткой заданий по определённым темам. Например, после включения в ЕГЭ заданий по графикам функций (2021) и векторам (2023) возникла проблема дефицита материалов для подготовки. Также существует проблема с заданиями по теме "Производная и первообразная", где банк заданий быстро исчерпывается.

Кроме того, доступные материалы часто имеют готовые решения, что приводит к списыванию, а задания с чертежами не всегда корректно иллюстрируют условия задачи.

Проект «Час ЕГЭ» позволяет решить все эти проблемы.

Проект «Час ЕГЭ»

«Час ЕГЭ» — компьютерный образовательный проект, разрабатываемый при математическом факультете ВГУ в рамках «OpenSource кластера» и предназначенный для помощи 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, каждый из которых охватывает множество вариантов соответствующей ему задачи.

В ЕГЭ Базе покрыт открытый банк заданий по темам:

- По планиметрии написано 60 шаблонов, находящихся на внутреннем рецензировании (code review)
- По теории вероятности написано 11 шаблонов (2 принято, 9 на code review)

По ОГЭ покрыт открытый банк заданий по темам:

- По планиметрии написано 16 шаблонов по теме треугольники (code review)
- По теме графики функций написано 2 шаблона (code review)

Важным техническим достижением стала разработка библиотеки `flatten-shape-geometry`, которая опубликована в NPM(Node Package Managers). Библиотека включает в себя две ключевые зависимости: `@flatten-js/core`, `mathjs` и др.

В рамках библиотеки реализованы следующие классы:

- `ShapeWithConnectionMatrix`
- `Angle`
- `Triangle`
- `Quadrilateral`
- `Square`
- `Rectangle`
- `Rhombus`
- `Parallelogram`
- `Trapezoid`

Библиотека содержит множество вспомогательных функций, включая:

- Функция нахождения перпендикуляра опущенного из точки на отрезок
- Функция сдвига координат
- Функция нахождения центра описанной окружности
- Другие геометрические операции

Для класса `Circle` из `@flatten-js/core` были дополнительно разработаны методы:

- Получение точки на окружности по заданному углу
- Построение радиусов, диаметров и хорд
- Построение касательных из точки к окружности

1. Устройство `flatten-shape-geometry`

Библиотека построена на основе иерархической структуры классов, где базовыми элементами являются `Point`, `Vector`, `Line`, `Segment` и `Circle`. На их основе построены более сложные геометрические объекты, такие как `Polygon` и его наследники. Особое место занимает класс `ShapeWithConnectionMatrix` (SWCM), который служит основой для создания остальных геометрических фигур.

Перед публикацией любой библиотеки на NPM необходимо провести тестирование.

2. Использование нейросетей

В процессе разработки мы успешно применяли нейросети для генерации кода. Например, был успешно реализован проектор 3D в 2D без использования сторонних библиотек.

Тестирование инициализации Треугольника

При тестировании класса Triangle с помощью DeepSeek R1 были выявлено:

- Успешно протестирована инициализация треугольника с координатами $A(0,0)$, $B(4,0)$, $C(0,3)$
- Выявлены неточности при работе с углами в треугольнике с координатами $A(0,0)$, $B(4,4)$, $C(5,0)$. При этом с остальными тестами справляется.

Тестирование метода построения касательных

При тестировании метода Circle.tangentsFromPoint с помощью DeepSeek R1 для окружности с центром в точке $(0,0)$, радиусом 5 и точкой $(10, 0)$ были выявлены следующие проблемы:

- Некорректный расчет координат точек касания (ожидаемые значения x : ± 3.5355 , полученные: 4.3301)
- Неточности в вычислении y -координат точек касания (ожидаемые значения: 3.5355, полученные: 2.5)
- Проблемы с длинами касательных отрезков

Итоги

Как итог, можно сделать следующие выводы:

- Полностью покрыт открытый банк заданий ФИПИ ЕГЭ базового уровня по планиметрии и теории вероятности, а в ОГЭ по теме треугольники
- Разработано 89 шаблонов
- Нейросеть DeepSeek R1 способна генерировать простейшие тесты
- При усложнении задачи качество тестов существенно падает
- Нейросети не могут полностью заменить программиста при реализации математических алгоритмов в ближайшие 2-3 года