

## VR-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ

Валько В.Е., Яницкий А.С.

Национальный детский технопарк, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Усенко Ф.В. – магистр, ассистент кафедры ИПиЭ

**Аннотация.** Статья посвящена разработке VR-приложения, объединяющего виртуальную реальность и нейросетевую обработку изображений. Пользователь создает эскиз в VR, а ControlNet преобразует его в завершенное изображение. Реализация выполнена в Unity с XR Interaction Toolkit и текстурным рендерингом, а нейросеть интегрирована через API Stable Diffusion WebUI. Решение демонстрирует возможности сочетания VR и ИИ в творческих приложениях.

**Ключевые слова:** VR, Unity, нейросеть, Blender 3d, ControlNet, Stable Diffusion, генерация изображений, интерактивное рисование.

**Введение.** Технологии виртуальной реальности (VR) и нейросетей являются одними из ключевых инноваций современности. VR обеспечивает создание интерактивных цифровых сред с использованием специализированных устройств. Нейросети способны анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и выполнять задачи генерации, классификации и прогнозирования.

В данной работе рассматривается разработка VR-приложения для дополнения эскизов с применением технологий ИИ, объединяющего VR-интерактивность и нейросетевую обработку изображений. Пользователь создает эскиз в виртуальной среде, после чего нейросеть преобразует его в завершенное художественное изображение.

**Основная часть.** При запуске VR-приложения пользователь оказывается в виртуальном пространстве, стилизованном под художественную мастерскую. Центральным элементом является мольберт (рисунок 1), на котором можно создавать наброски. После завершения рисунка пользователь активирует обработку, нажимая на звонок, после чего мольберт скрывается за занавесом. По завершении работы нейросети занавес открывается, демонстрируя полностью обработанное изображение.



Рисунок 1 – 3D-модель пространства

На этапе проектирования были определены ключевые механики приложения, его визуальное оформление и набор необходимых 3D-моделей. Основная концепция

заклучалась в создании VR-среды, позволяющей пользователю рисовать эскизы и преобразовывать их в художественные изображения с помощью нейросетевых алгоритмов. Весь этап разработки проходил в программах Blender, Unity. Для написания скриптов использовался язык C#.

Основные механики передвижения и взаимодействия реализованы с использованием Unity XR Interaction Toolkit [1], который обеспечивает поддержку VR-контроллеров и отслеживание движения игрока в виртуальном пространстве.

Реализация рисования на холсте основана на текстурном рендеринге. Пользователь может использовать различные инструменты, включая кисти, ластик и палитру.

Каждая кисть содержит скрипт Brush, который определяет касание холста и фиксирует её положение. При контакте кисти с поверхностью холста объект drawingPoint перемещается в локальную систему координат холста, что позволяет преобразовывать глобальные координаты VR-пространства в координаты пикселей текстуры.

Рисование активируется только при нажатии курка контроллера. Это обработано в методе OnTriggerEnter, который определяет факт касания и фиксирует положение кисти.

В методе Update сравниваются текущие и предыдущие координаты кисти (currPos и prePos). Если значения отличаются, активируется флаг moved, указывающий на движение кисти. В противном случае рисование не выполняется.

Метод DrawTexture отвечает за отрисовку пикселей на текстуре. В момент касания кисти экземпляр Brush сохраняется в общем списке, что позволяет пользователю рисовать несколькими кистями одновременно. Рисование выполняется только при соблюдении трёх условий: кисть движется, курок контроллера нажат, кисть контактирует с холстом. Штрихи создаются путём отрисовки двух окружностей в точках предыдущего и текущего положения кисти, а затем соединяются линией. Скрипт позволяет отрисовывать пиксели только, если кисть двигалась, касается холста и курок нажат.

Для корректного отображения линий при рисовании в VR-среде необходимо соединять дискретные точки, фиксируемые при движении кисти. Каждое касание кисти с холстом представляет собой окружность, определенного радиуса. Скрипт заполняет определённую область цветом кисти. При касании палитры цвет кисти заменяется на цвет материала. Ластик, используя тот же алгоритм, не изменяет свой цвет.

При выборе нейросетевой модели было принято решение использовать ControlNet [2] – расширение для Stable Diffusion [3].

ControlNet представляет собой метод управления генеративными нейросетями с использованием дополнительных условий, таких как контуры, карты глубины и позы. Он использует копию весов исходной модели, дополняя её контролирующими слоями, направляющими процесс генерации изображений. В рамках проекта применяется режим Guess Mode (Non-Prompt Mode), позволяющий сети работать без текстового описания и формировать изображение исключительно на основе входных данных, таких как контурные карты Canny или сегментация [2].

В отсутствие текстового промпта ControlNet анализирует входные признаки и самостоятельно определяет, какое изображение наилучшим образом соответствует заданным условиям. Генерация осуществляется с использованием фиксированных или стандартных параметров, что позволяет корректно дополнять отсутствующие детали.

Для интеграции ControlNet в Unity используется Python-бэкенд с API, например Stable Diffusion WebUI + ControlNet. Настройка включает развертывание серверной части, установку Stable Diffusion с ControlNet, активацию API, отправку запросов из Unity через HttpClient и применение сгенерированных изображений в сцене.

Вся графика в проекте была создана в программе Blender с использованием low-poly стиля. Для сцены разработаны 3D-модели дома, деревьев и ландшафта, которые затем были размещены в композиции. Использовались базовые примитивы для упрощения геометрии, а также материалы и текстуры для придания визуальной выразительности. Освещение и

тени добавлены для реалистичного восприятия сцены. После завершения моделирования все объекты были экспортированы и использованы в основной сцене проекта (рисунок 2).



Рисунок 2 – Основная сцена проекта

**Заключение.** В данной работе была разработана VR-среда, позволяющая пользователям создавать эскизы и дополнять их с помощью нейросетевых алгоритмов. Реализованная система объединяет VR-интерактивность, механики рисования в виртуальном пространстве и генеративные возможности ControlNet, что обеспечивает автоматическое преобразование набросков в художественные изображения. В процессе разработки использовались Unity, Blender и Stable Diffusion WebUI с API для интеграции нейросетевой обработки. Итоговое решение демонстрирует потенциал сочетания VR и ИИ в креативных приложениях, открывая перспективы для дальнейшего совершенствования, включая расширение инструментов рисования и интеграцию дополнительных нейросетевых моделей.

### Список литературы

1. Unity XR Interaction Toolkit [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@2.0/manual/index.html>. Дата доступа: 20.03.2025.
2. Репозиторий расширения ControlNet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/llyasviel/ControlNet/tree/main?tab=readme-ov-file>. Дата доступа: 20.03.2025.
3. Репозиторий нейросети Stable Diffusion [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://huggingface.co/stabilityai/stable-diffusion-2-1/tree/main>. Дата доступа: 20.03.2025.

UDC 004.92–004.8

## VR APP FOR AUGMENTING SKETCHES USING AI TECHNOLOGIES

Valko V.E., Yanitsky A.S.

National Childrens Technopark, Minsk, Republic of Belarus

Usenko Ph.V. – Master of Sci, Assistant of the Department of EPE

**Annotation.** The article is devoted to the development of a VR application that combines virtual reality and neural network image processing. The user creates a sketch in VR and ControlNet converts it into a completed image. The implementation is done in Unity with XR Interaction Toolkit and texture rendering, and the neural network is integrated through the Stable Diffusion WebUI API. The solution demonstrates the possibilities of combining VR and AI in creative applications.

**Keywords:** VR, Unity, neural network, Blender 3d, ControlNet, Stable Diffusion, image generation, interactive drawing.