

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОДУЛЬНЫХ VR-СЦЕНАРИЕВ В UNITY

Сидоров М.И.

*Сидоров Макар Ильич -студент,
кафедра управления и информатики в технических системах,
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
г. Москва*

Аннотация: в статье рассматриваются подходы к разработке модульных обучающих сценариев в виртуальной реальности (VR) с использованием игрового движка Unity и инструментария XR Interaction Toolkit. Основное внимание уделяется компонентно-ориентированной архитектуре, обеспечивающей гибкость и масштабируемость системы. Предложена структура сценариев на основе иерархии шагов, реализованных через настраиваемые компоненты и событийную модель взаимодействия. Описаны практические аспекты создания сценариев, обработки пользовательских действий, организации подсказок и визуального сопровождения. Приведены примеры реализации типовых взаимодействий и описаны методы проверки корректности выполнения сценариев. Материал будет полезен разработчикам VR-приложений, инженерам по обучению, а также специалистам в области цифровизации производственного обучения.

Ключевые слова: виртуальная реальность, Unity, XR Interaction Toolkit, компонентно-ориентированное программирование, модульные сценарии, обучение в виртуальной реальности.

DEVELOPMENT OF A MODULAR VR SCENARIO SYSTEM IN UNITY

Sidorov M.I.

*Sidorov Makar Ilyich – student,
DEPARTMENT OF CONTROL AND INFORMATICS IN TECHNICAL SYSTEMS,
MOSCOW STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY "STANKIN",
MOSCOW*

Abstract: This article explores approaches to the development of modular training scenarios in virtual reality (VR) using the Unity game engine and the XR Interaction Toolkit. The main focus is on component-based architecture, which ensures flexibility and scalability of the system. A scenario structure based on a hierarchy of steps is proposed, implemented through customizable components and an event-driven interaction model. The article covers practical aspects of scenario creation, handling user interactions, organizing hints and visual guidance. Examples of typical interaction implementations are provided, along with methods for verifying scenario execution correctness. The material will be useful for VR application developers, training engineers, and professionals involved in the digital transformation of industrial training.

Keywords: Virtual Reality, Unity, XR Interaction Toolkit, Component-Based Programming, Modular Scenarios, VR-Based Training.

УДК 004

Введение

Развитие технологий виртуальной реальности (VR) открывает новые возможности для цифровой трансформации обучения и подготовки специалистов в промышленной сфере. Современные производственные процессы требуют от персонала высокой точности, быстрого освоения оборудования и уверенного поведения в нестандартных или аварийных ситуациях. В этих условиях традиционные методы инструктажа теряют эффективность, особенно в случаях, когда обучение на реальном оборудовании сопряжено с высокими рисками или значительными затратами.

Использование VR позволяет создавать иммерсивные тренажёры, где обучающиеся взаимодействуют с цифровыми двойниками оборудования в безопасной виртуальной среде. Такие решения повышают вовлечённость, ускоряют освоение операций и позволяют формировать устойчивые навыки.

Целью данной работы является разработка системы модульных VR-сценариев на базе игрового движка Unity с использованием XR Interaction Toolkit - набора инструментов, обеспечивающих удобное создание взаимодействий в пространстве виртуальной реальности. Ключевым подходом стала компонентно-ориентированная архитектура, позволяющая собирать сценарии из переиспользуемых блоков и адаптировать их под различные производственные задачи.

Архитектура сценариев и модульный подход

Предложенная система базируется на компонентной модели Unity, где каждый элемент сцены (например, станок, панель управления, рычаг) реализуется как объект с набором независимых

компонентов. Это позволяет создавать гибкую структуру, в которой можно изменять логику, не затрагивая всю систему.

Сценарии обучения построены по иерархической модели:

Шаг (Step) - единичное действие пользователя (например, нажать кнопку, поднести объект).

Группа шагов (StepGroup) - логически связанные действия, объединённые в этап (например, подготовка к запуску оборудования).

Сценарий (Scenario) - последовательность групп шагов с проверкой корректности выполнения.

Каждое действие описывается как объект с типом взаимодействия, условиями выполнения и обработчиком обратной связи. При прохождении сценария система отслеживает действия пользователя и динамически реагирует на ошибки или отклонения от инструкции.

Реализация взаимодействий

В качестве основы для взаимодействий используется XR Interaction Toolkit, обеспечивающий интеграцию с VR-гарнитурами и контроллерами. Были реализованы следующие типы действий:

Захват и перемещение объектов (GrabAction);

Установка объектов в определённые зоны (SocketAction);

Активация объектов (рычаги, кнопки) (InteractObjectAction);

Работа с пользовательским интерфейсом (UI) внутри VR (ClickUIButtonAction);

Определение нахождения в заданной зоне (IsInZoneAction).

Каждое взаимодействие сопровождается визуальной обратной связью (подсветка, подсказки) и логируется в системе для последующего анализа.

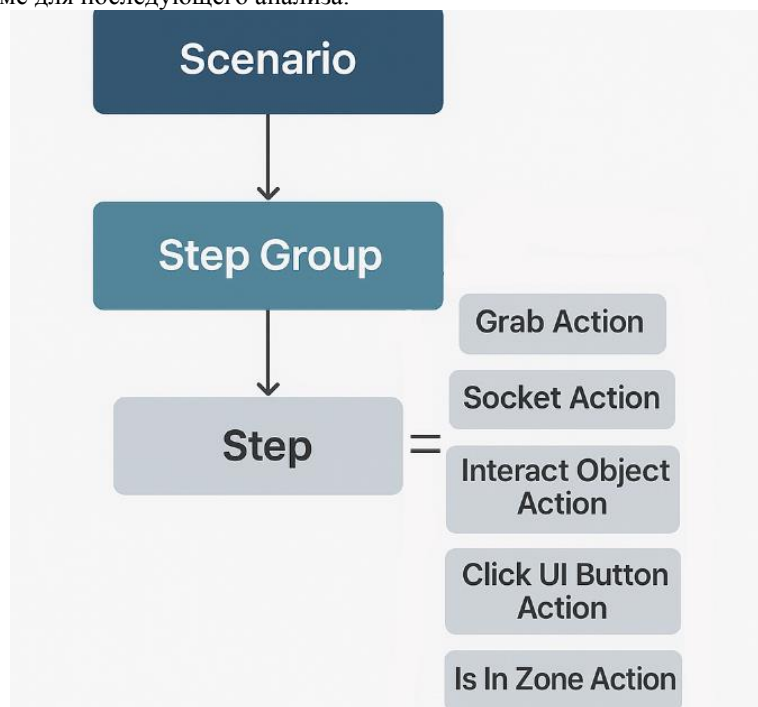


Рис. 1. Архитектура системы.

Удобство настройки и масштабируемость

Особое внимание уделено удобству использования системы. Благодаря модульному подходу, новые сценарии могут быть собраны без программирования - достаточно сконфигурировать цепочку шагов через визуальный редактор Unity. Это позволяет быстро адаптировать платформу под новые производственные процессы или типы оборудования.

Сценарии могут быть дополнены:

- Текстовыми и голосовыми инструкциями;
- Оценкой правильности действий;
- Аварийными ситуациями (например, перегрев, утечка, отказ).

Поддерживается расширение функционала без необходимости переписывать уже реализованные сценарии - это достигается за счёт событийной модели и слабой связности компонентов.

Практическая польза при разработке сценариев

Система модульных VR-сценариев была спроектирована таким образом, чтобы максимально упростить процесс создания, тестирования и отладки обучающих взаимодействий. Для этого реализован внутренний визуальный редактор сценариев в среде Unity, позволяющий:

Создавать сценарии без программирования - преподаватели или методисты могут формировать цепочку шагов с помощью графического интерфейса, указывая типы действий и ожидаемые условия их выполнения;

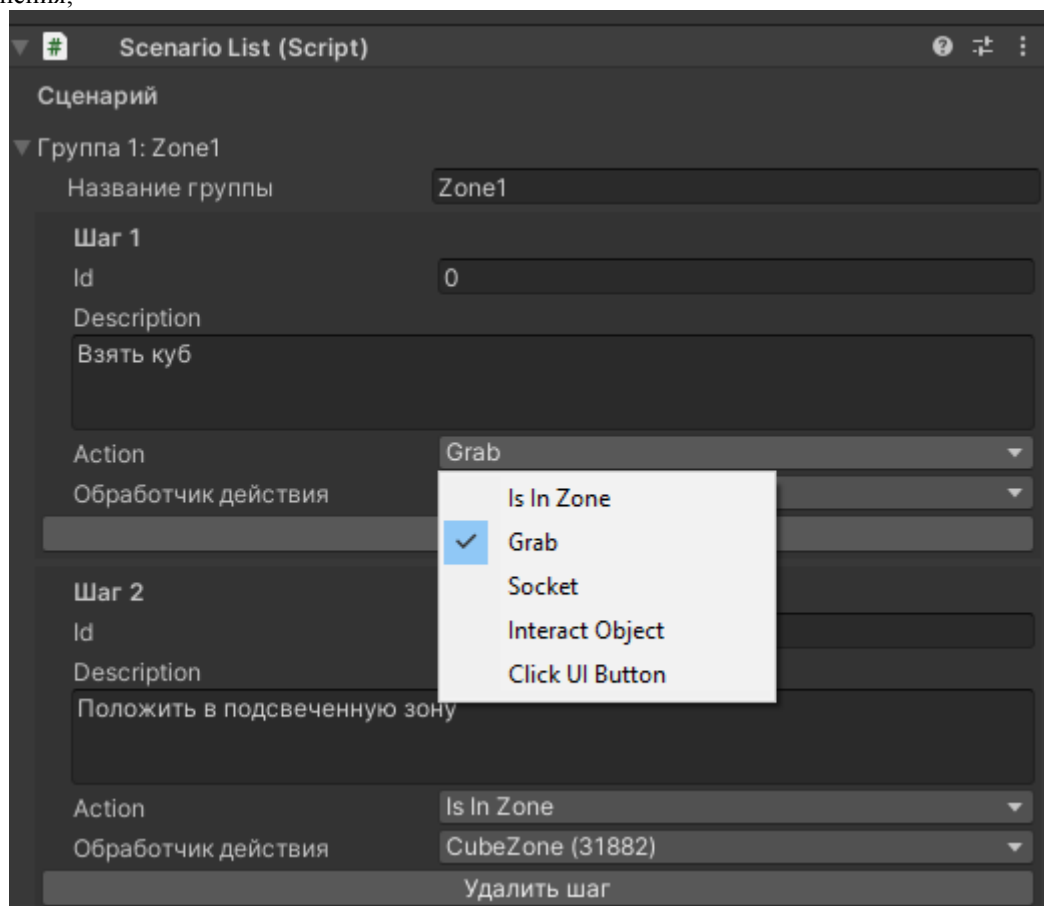


Рис. 2. Настройка сценариев.

Визуализировать структуру сценария - каждый шаг отображается как отдельный элемент с возможностью настройки описания, задержек, переходов и реакций на ошибки;

Подключать обработчики событий - для каждого шага можно задать действия при успехе, ошибке или отмене, включая визуальные и звуковые сигналы, запуск анимаций и изменение состояния объектов;

Тестировать сценарии в редакторе Unity - предусмотрен режим предварительного просмотра, позволяющий протестировать поведение сценария без необходимости публикации или загрузки в VR-шлем.

Такой подход не только ускоряет разработку, но и делает возможной итеративную настройку сценариев - особенно в условиях, когда обучение нужно адаптировать под конкретные технологические процессы или оборудование.

Реализация кода сценарного движка на Unity размещена в открытом репозитории GitHub (Anonymous22331. ScenarioManager: реализация системы модульных VR-сценариев на Unity [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://github.com/Anonymous22331/ScenarioManager> (Дата обращения: 27.07.2025)).

Заключение

Разработка системы модульных VR-сценариев в Unity с использованием XR Interaction Toolkit позволила создать гибкую, масштабируемую и интуитивно понятную платформу для иммерсивного обучения производственному персоналу. Компонентно-ориентированный подход обеспечивает переиспользуемость логики, адаптивность под различные сценарии и простоту сопровождения.

Были реализованы основные типы взаимодействий, обеспечена обратная связь и возможность визуального сопровождения действий обучающегося. Использование визуального редактора сценариев позволяет специалистам без глубоких навыков программирования самостоятельно разрабатывать и проверять обучающие модули.

Представленный подход продемонстрировал эффективность в процессе создания VR-тренажера, подтвердив свою пригодность для практического применения в сфере технического обучения и цифровой трансформации производственной среды.

Список литературы / References

1. Бьюз Дж., Кори Д. Шаблоны проектирования. СПб.: Питер, 2021. 368 с.
2. Бочкарёв В.П., Мальцев Н.М. Виртуальная и дополненная реальность в промышленном обучении // Информационные технологии. 2021. № 10. С. 45–49.
3. Глушаков С.А., Иванов В.Е. Цифровые двойники и виртуальная реальность в обучении персонала // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии. 2020. Т. 19, № 2. С. 37–43.
4. Крылов А.В. Интерактивные системы виртуальной реальности в техническом образовании // Открытое образование. 2019. № 6. С. 20-26.
5. Полуэктов А.А. Архитектуры систем виртуальной реальности: обзор и классификация // Вестник СПбГУ. Сер. 1. 2021. Т. 17, № 3. С. 112-119.
6. Воронов А.В. Методы оценки эффективности VR-обучения на производстве // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика, телекоммуникации и управление. 2023. Т. 16, № 1. С. 66-72.
7. Сухоруков Д.В., Селиванов С.В. Применение Unity и C# для создания обучающих VR-сценариев // Современные научные исследования и инновации: сб. статей по материалам междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 14 мая 2022 г.). М.: РИОР, 2022. С. 85–89.
8. Unity Technologies. Документация по XR Interaction Toolkit [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit> (Дата обращения: 26.07.2025).