

УДК 004.9

АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ПРОДВИНУТЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ АДАПТИВНЫХ И РЕАЛИСТИЧНЫХ АНИМАЦИЙ

Кореневский И. В., магистрант Отделения информационных технологий
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В современной индустрии видеоигр анимация играет ключевую роль в создании увлекательного и эмоционально насыщенного игрового опыта. Реалистичность и плавность анимаций напрямую влияют на восприятие игры, повышая уровень погружения и веры в мир, созданный разработчиками. Одной из главных задач аниматоров и разработчиков является создание плавных переходов между разнообразными анимациями персонажей, что позволяет добиться естественного потока движений в различных ситуациях игрового процесса. Это особенно актуально в динамичных и интерактивных игровых мирах, где действия персонажей могут резко изменяться в зависимости от решений и действий игрока.

Unreal Engine, будучи одним из ведущих инструментов для разработки игр, предоставляет разработчикам мощный набор функций для создания сложных и высококачественных анимаций. Благодаря этим возможностям, аниматоры могут не только детализировать каждое движение персонажа, но и обеспечивать плавные переходы между анимациями, что крайне важно для создания живого и убедительного игрового мира.

В контексте разработки анимаций в *Unreal Engine*, методы создания плавных переходов между анимациями можно поделить на традиционные и инновационные подходы. Традиционные методы включают в себя использование *Animation Blueprints* для создания сложных анимационных схем, *State Machines* для управления состояниями и переходами анимаций, *Blend Spaces* для плавного смешивания нескольких анимаций в зависимости от динамических параметров, таких как скорость или направление движения, и *Inverse Kinematics* для реалистичного позиционирования конечностей персонажей в пространстве. Эти методы, доказавшие свою эффективность на протяжении многих лет, остаются основополагающими в анимационной практике внутри *Unreal Engine*.

С другой стороны, инновационные методы стремятся расширить границы анимации за счет внедрения передовых технологий и подходов. К таким методам относятся процедурная анимация, которая генерирует движения в реальном времени для создания уникальных и адаптивных реакций персонажей на окружающую среду, использование данных *Motion Capture* для обеспечения высокой степени реализма и точности движений,

а также применение алгоритмов машинного обучения и ИИ для автоматической генерации и адаптации анимаций в зависимости от контекста и действий игрока. Эти инновационные подходы предлагают новые возможности для создания более сложных и адаптивных анимационных систем, которые могут значительно повысить качество и погружение в игровые миры.

Несмотря на широкий спектр доступных методов, данная работа сосредоточена на традиционных методах создания анимаций в *Unreal Engine*. Был проведен глубокий анализ этих методов, чтобы выявить возможные сложности и проблемы, с которыми сталкиваются разработчики при их применении. Это позволяет определить потенциальные направления для будущих улучшений и инноваций в области создания плавных и реалистичных анимационных переходов.

Целью данной научной работы является глубокое изучение и анализ традиционных методов анимаций в *Unreal Engine* на примере проекта *Advanced Locomotion System V4*, авторства, *LongmireLocomotion*. Основное внимание уделяется исследованию эффективности этих методов в достижении плавности и реалистичности анимационных переходов, а также их адаптивности к динамично изменяющимся условиям игрового процесса. Цель расширяется до выявления потенциальных сложностей и проблем, с которыми сталкиваются разработчики при применении данных методов, и определения направлений для будущих улучшений и инноваций в области анимации в видеоиграх. Кроме того, в работе предполагается оценить, как традиционные подходы к созданию анимаций могут сочетаться с инновационными технологиями для создания более сложных и взаимодействующих анимационных систем, способных повысить качество и погружение в игровые миры.

AnimGraph, представленный на рис. 1, является основой сложной системы анимаций, реализованной в данном проекте. Он состоит из нескольких взаимодействующих модулей, каждый из которых отвечает за определенную часть процесса анимации персонажа. Эти модули работают совместно для создания плавного, координированного движения, которое включает в себя базовую походку, бег, прицеливание, взаимодействие с объектами и реагирование на внешние силы, такие как удары или падения.

В качестве основных модулей, реализованных в *AnimGraph*, выделяются:

- *Layer Blending*
- *Apply Aim Offsets*
- *Hand IK и Foot IK*
- *Ragdoll Override*

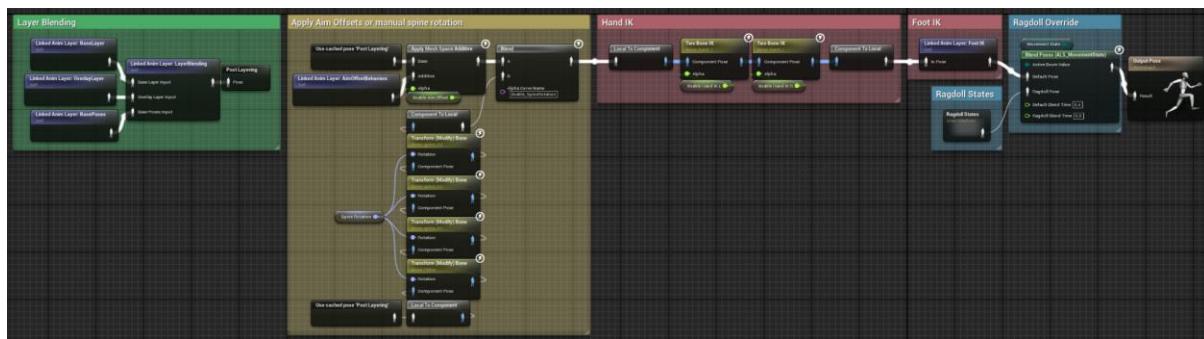


Рис. 1 – *AnimGraph* в *Unreal Engine*, демонстрирующий взаимодействие основных модулей анимации для создания плавного и координированного движения персонажа.

В модуле "*Layer Blending*", представленном на рис. 2, основные движения персонажа смешиваются с дополнительными анимационными слоями для создания комплексного поведения. Использование нескольких анимационных слоев позволяет динамически комбинировать анимации, такие как ходьба и бег, с дополнительными действиями, например, прицеливанием или взаимодействием с предметами окружения.

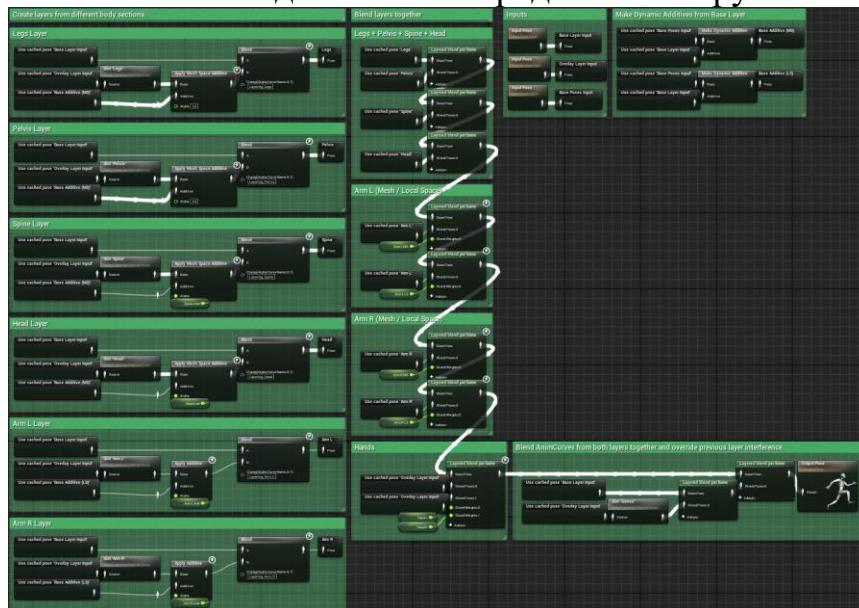


Рисунок 2 – Модуль *Layer Blending* в *AnimGraph Unreal Engine*, иллюстрирующий процесс смешивания основных и дополнительных анимационных слоев для создания комплексного поведения персонажа.

В модуле "*Apply Aim Offsets*" реализована система прицеливания и вращения позвоночника. Это позволяет персонажу следить взглядом и оружием за движущимися объектами или изменять ориентацию туловища в ответ на игровые события, обеспечивая реалистичное взаимодействие с игровым миром.

Модули "*Hand IK*" и "*Foot IK*", последний представлен на рис. 3, используют технику обратной кинематики для точного позиционирования рук и ног персонажа. Это позволяет персонажу органично взаимодействовать с разнообразными объектами и местностью, например,

опираться руками на поверхность или корректировать стойку в зависимости от рельефа.

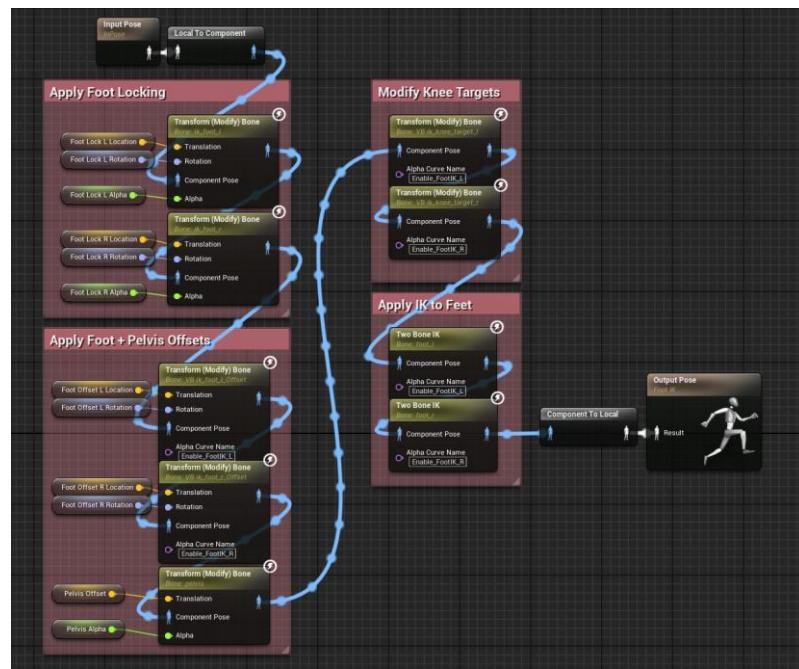


Рисунок 3 – Модуль *Foot IK* в *AnimGraph Unreal Engine*, показывающий механизм точного позиционирования ног персонажа для обеспечения реалистичного взаимодействия с местностью и объектами окружающей среды.

Конечный модуль "*Ragdoll Override*" включает в себя систему переключения между активной анимацией и анимацией рэгдолла, которая активируется в моменты, когда персонаж подвергается воздействию сил, превышающих пределы обычного анимационного контроля, таких как взрывы или сильные удары.

Каждый из этих модулей взаимодействует с другими через тщательно настроенные анимационные связи, обеспечивая гладкость и последовательность в цепочке анимационных событий. В результате анимационная схема может динамично реагировать на изменения в игровом процессе, создавая иллюзию живого, осознающего себя персонажа.

Технически, каждый узел в *AnimGraph* был тщательно настроен для достижения оптимальной производительности и качества. Это включает в себя использование кэширования анимационных поз для уменьшения вычислительной нагрузки и применение анимационных кривых для точного контроля над весом каждой анимации в итоговой смеси.

В проекте была построена сложная система анимаций, охватывающая около 50 различных состояний внутри *State Machines*, примеры которых представлены на рис. 4. Для управления переходами между этими состояниями и отслеживанием логики взаимодействия было создано около 150 переменных. Эти переменные играют ключевую роль в обеспечении плавности переходов и корректности отображения анимации в

соответствии с контекстом действий персонажа. Такая комплексная структура позволяет персонажам демонстрировать разнообразные и реалистичные реакции на широкий спектр игровых событий, начиная от простой ходьбы и бега, до более сложных действий, таких как прицеливание, прыжки, взаимодействие с объектами и адаптация к изменениям в окружающей среде.

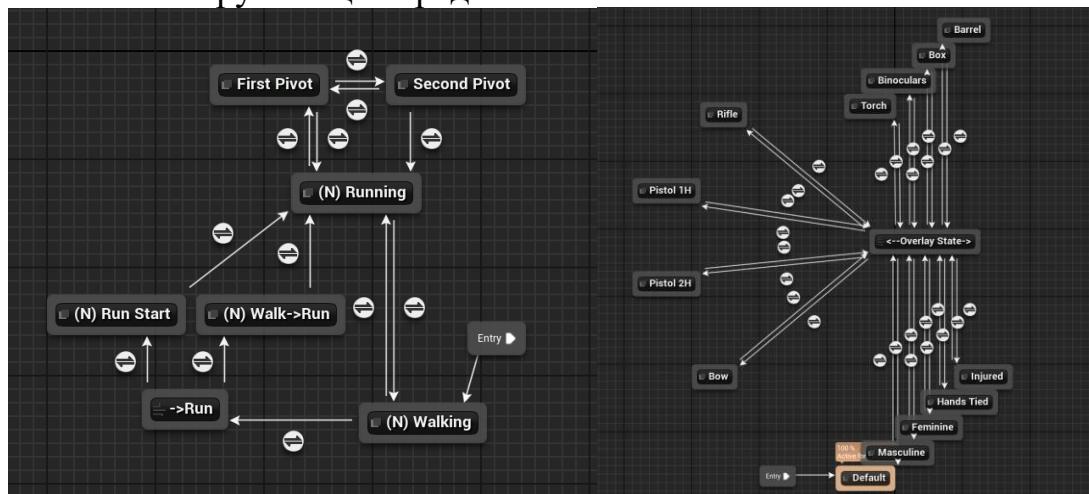


Рисунок 4 – Примеры *State Machine* базовых движений и взаимодействий с объектами, показывающих логику и условия переходов между состояниями

Заключение

Таким образом, традиционные методы, примененные в данном проекте, демонстрируют, что они вполне способны решить задачу создания реалистичных и сложных систем анимаций. Однако, с ростом масштаба проекта и увеличением количества анимационных состояний возникают специфические проблемы. К ним относится повышенная трудоемкость в поддержании и обновлении *State Machines*, возрастающая сложность управления переходами и зависимостями между состояниями, а также риск увеличения ошибок во время разработки. Более того, такой подход требует значительных затрат времени на поиск и устранения багов, тестирование системы, а также может влиять на производительность игры, особенно в случаях, когда требуется быстрая отзывчивость анимаций на действия игрока. Это подчеркивает необходимость поиска новых подходов к оптимизации и автоматизации процессов разработки анимаций для удовлетворения требований современных видеоигр.

Список литературы

1. Pengfei Liu, Yang Zhou, Xilei Wei, Qizhong Su, Weipeng Song, Qilong Kou, Xiaogang Jin Character hit reaction animations using physics and inverse kinematics // Computer Animation and Virtual Worlds. - 2023. - №34. - с. 3-4.

2. Luis Delicado, Nuria Pelechano An automatic tool to facilitate authoring animation blending in game engines // Conference: Motion, Interaction and Games. - 2019. - C. 1-7.

3. He Zhang, Sebastian Starke, Taku Komura, Jun Saito Mode-adaptive neural networks for quadruped motion control // ACM Transactions on Graphics. - 2018. - №37. - c. 145:1-145:11.