

УДК 004.4'273

ВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ФРАГМЕНТНЫХ ШЕЙДЕРОВ НА ЯЗЫКЕ GLSL

ГАЛАЙЧУК КОНСТАНТИН АЛЕКСАНДРОВИЧстудент
ГГТУ им. П. О. Сухого*Научный руководитель: Гуменников Егор Дмитриевич
старший преподаватель
ГГТУ им. П. О. Сухого*

Аннотация: исследовательская работа посвящена разработке настольного приложения для визуального проектирования фрагментных шейдеров на языке GLSL. Предлагаемое решение основано на узлом редакторе, который позволяет интуитивно создавать сложные эффекты без ручного написания кода. Приложение включает три ключевых компонента: графический интерфейс для построения шейдерных графов, систему генерации оптимизированного GLSL-кода и рендер-движок с GPU-ускорением. Описан процесс преобразования визуального графа (на примере цветового градиента) в математические выражения для генерации кода.

Ключевые слова: компьютерная графика, шейдеры, фрагментные шейдеры, GLSL, визуальное программирование.

VISUAL TOOLS FOR FRAGMENT SHADERS DEVELOPMENT IN THE GLSL LANGUAGE

Galaichuk Konstantin Aleksandrovich*Scientific adviser: Gumennikov Egor Dmitrievich*

Abstract: The research paper is devoted to the development of a desktop application for the visual design of fragment shaders in the GLSL language. The proposed solution is based on a node editor that allows you to intuitively create complex effects without manually writing code. The application includes three key components: a graphical interface for building shader graphs, a system for generating optimized GLSL code, and a GPU-accelerated rendering engine. The process of converting a visual graph (using the example of a color gradient) into mathematical expressions and ready-made shader code is described.

Keywords: computer graphics, shaders, fragment shaders, GLSL, visual programming.

Целью настоящего исследования в области компьютерной графики является разработка настольного приложения для визуального проектирования фрагментных шейдеров на языке GLSL для упрощения создания и редактирования шейдеров, снижения порога входа для новичков в данной сфере и ускорения рабочего процесса опытных разработчиков.

Актуальность работы обусловлена тем, что в современном мире шейдеры играют ключевую роль в компьютерной графике, VR/AR, визуализации данных и разработке видеоигр. Однако написание GLSL-кода вручную требует глубокого понимания математики, алгоритмов рендеринга и особенностей GPU, что создает высокий барьер для начинающих [1, с. 43].

Настольное приложение для визуального проектирования фрагментных шейдеров состоит из трёх главных компонентов: интерфейса пользователя, библиотеки генерации GLSL-кода и отрисовщи-

ка результата (рис. 1).

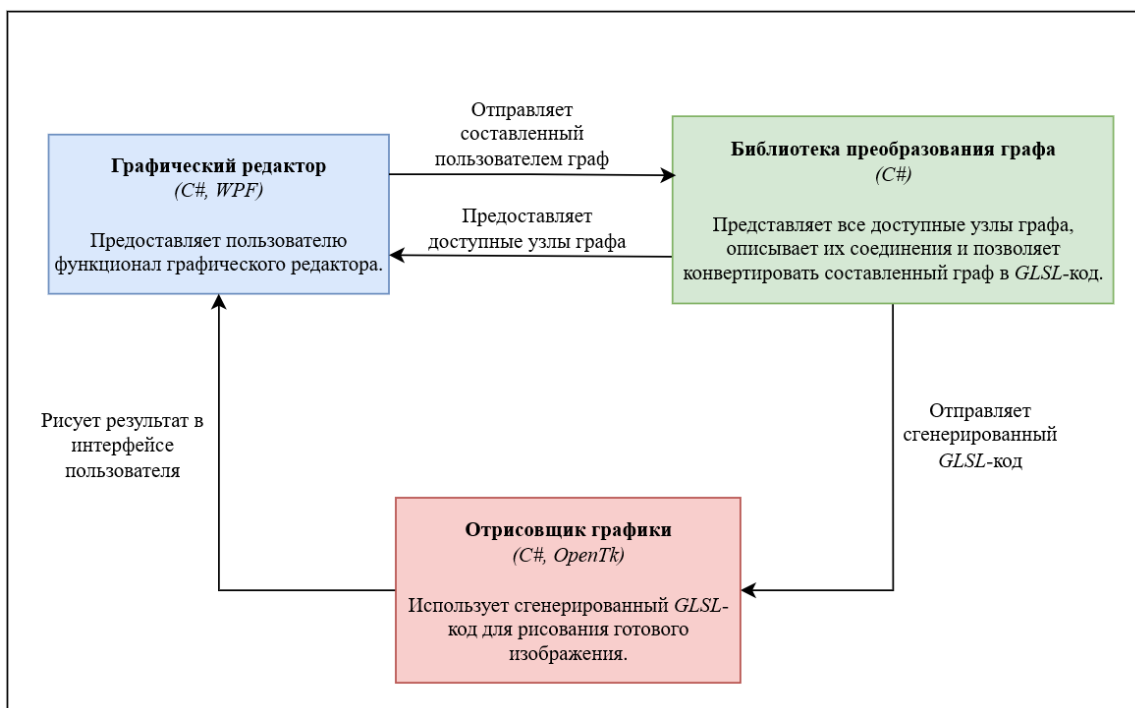


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия главных компонентов системы

Пользователь взаимодействует с приложением через графический интерфейс, основанный на узлом редакторе, который предоставляет интуитивный способ сборки шейдеров без необходимости ручного написания кода. Архитектура интерфейса строится вокруг графа зависимостей, где каждый узел представляет собой отдельную операцию (например, смешивание цветов, генерацию шума или применение текстуры). Редактор работает по принципу потокового программирования – пользователь соединяет узлы, определяя, как данные (цвет, координаты, векторы) передаются между операциями.

Сердцем приложения является движок преобразования узлового графа в оптимизированный GLSL-код. Этот компонент работает как многоэтапный компилятор, который анализирует связи между узлами, определяет порядок вычислений и генерирует соответствующий код. На первом этапе происходит топологическая сортировка графа, чтобы выстроить правильную последовательность операций. Затем каждый узел заменяется на соответствующий ему шаблон GLSL-кода, который может включать математические выражения, текстуры, тригонометрические функции или пользовательские алгоритмы.

Финальный компонент отвечает за визуализацию шейдера в реальном времени, обеспечивая мгновенный отклик на изменения в графе. Рендер-движок использует GPU-ускорение через OpenGL, выполняя сгенерированный GLSL-код непосредственно на видеокарте [2, с. 126]. Чтобы оценить производительность, система мониторит FPS и нагрузку на GPU, что позволяет динамически модифицировать вычислительную сложность разработанного эффекта.

Рассмотрим процесс визуального проектирования шейдера и преобразования его в перечень математических выражений (псевдокод). Для примера рассмотрим создание простого эффекта – горизонтального градиента из красного цвета в синий.

Пользователь начинает работу с пустого холста в графическом редакторе. Первым шагом создается узел “Координаты пикселя”, который предоставляет доступ к координатам текущего пикселя. Далее добавляется узел “Декомпозиция вектора”, который принимает координаты и извлекает из них только компоненту x . Полученное скалярное значение поступает на вход узла “Смешивание”, который интерпретирует входной сигнал как коэффициент смешивания между двумя цветами. Пользователь вручную задает крайние цвета градиента: красный $(1,0,0)$ для минимального значения x и синий $(0,0,1)$ для максимального x . Результат смешивания поступает в узел выходных данных для окрашивания те-

кущего пикселя (рис. 2).

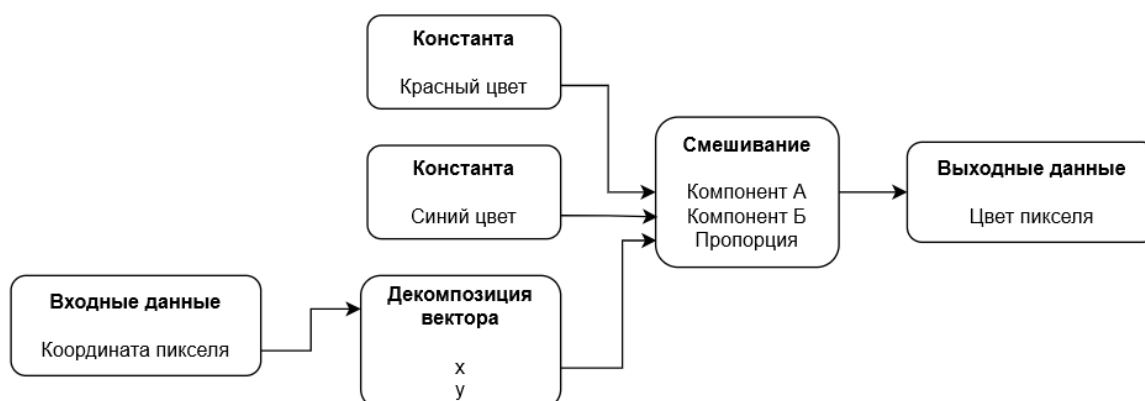


Рис. 2. Диаграмма графа, представляющего градиент цветов

Когда граф построен, система начинает процесс его преобразования в последовательность математических операций. Сначала анализируются входные данные: из координат пикселя извлекается компонента x , затем это значение передается в функцию смешивания цветов:

$$mix(a, b, c) = a + (b - a) * c \quad (1)$$

где mix – стандартная GLSL-функция линейной интерполяции, a и b – красный и синий цвета соответственно, c – коэффициент смешивания.

Таким образом, формула, описывающая весь эффект будет следующей:

$$f_{col}(x, y) = mix(\underline{red}, \underline{blue}, x) \quad (2)$$

где f – функция результирующего цвета текущего пикселя, принимающая его экранные координаты x и y , red и $blue$ – вектора красного и синего цветов соответственно.

Список источников

1. Боресков, А. Разработка и отладка шейдеров / А. Боресков. – СПб.: BHV, 2006 – 496 с.
2. Акени-Мёллер, Т, Real-Time Rendering / Т. Акени-Мёллер, Э. Хайнс, Н. Хоффман – А К Peters/CRC Press, 2018 – 1200 с.

© К.А. Галайчук, 2025