

Использование WebGL для визуализации учебных материалов в образовательном процессе

Е.В.Тетюев¹, Ю.А. Жук¹

¹ СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, 194021, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Цифровизация современного образования подразумевает оцифровку учебных материалов. Оцифровка текста или рисунков не представляет сложности, однако, создание и визуализация трёхмерной цифровой копии физического объекта – нетривиальная задача. Эта статья рассказывает о WebGL – браузерной технологии для работы с графикой, которая может служить для визуализации оцифрованных учебных материалов.

Ключевые слова: WebGL, Three.js, 3D графика, обучение, цифровая образовательная среда, дистанционное обучение.

1 Тенденции в современном образовании

1.1 Вступление

Появление компьютеров и глобальной сети Интернет значительно отразилось на жизни современного общества. В первую очередь это выражается в доступности информации, которую теперь можно получить в считанные секунды из любой точки земного шара. Это стало возможным благодаря оцифровке уже имеющихся текстов, изображений и других данных. Более того, большинство современных текстов и статей в первую очередь издаются в электронном виде и уже затем, при необходимости, печатаются на бумаге.

Само собой, тенденция к цифровизации не обошла и сферу образования [1]. Преподаватели всё чаще используют в своих лекциях презентации и проекторы, многие учебные материалы были оцифрованы. Появилось множество электронных учебников, небывалое развитие получило дистанционное образование. Сегодня для учебного процесса разрабатываются специальные программы и целые операционные системы. Образование впитало последние достижения прогресса и снова оказалось перед вопросом: «Какие технологии будут использоваться завтра?».

1.2 Учебные материалы и их оцифровка

Классический учебный процесс построен из теоретической и практической части. Студенты слушают лекции, изучают учебники и на основе полученных

знаний составляют конспекты. Также студенты посещают практические занятия, выполняют лабораторные и иные работы.

На данный момент оцифровка большинства учебных материалов не составляет труда. Существует множество алгоритмов для распознавания текста, обучающие фильмы с лёгкостью кодируются в современные цифровые форматы, а изображения не только переводятся в цифру, но, при необходимости, могут быть улучшены с помощью простых алгоритмов или даже с использованием нейросетей [2].

Однако, когда речь заходит об оцифровке каких-либо учебных материалов, представляющих собой физические объекты, возникают определённые трудности, как в выборе средства для оцифровки, так и в выборе технологии для визуализации. Макеты, натурные образцы, детали машин, приборы, инструменты можно отсканировать на фото или видео, но можно представить и в виде 3D модели. Необходимость оцифровки таких материалов может быть обоснована следующими причинами:

- Уникальность и ценность исходного образца, которая подразумевает ограничение к нему доступа для широкой публики.
- Слишком большой или малый размер объекта.
- Улучшение качества наглядного пособия путём добавления к нему дополнительной информации, деталей или функционала.
- Необходимость использования цифровой копии объекта в электронном пособии или дистанционном образовании.

Данная статья не рассматривает способы создания 3D модели, но фокусируется на технологии визуализации, которую разработчики обучающих материалов часто незаслуженно обходят стороной.

2 Технология WebGL

2.1 Краткая характеристика

WebGL (англ. Web Graphics Library или Библиотека Веб-Графики) – API[†] для визуализации интерактивной 2D и 3D графики в любом совместимом браузере без использования дополнительных плагинов. WebGL основывается на OpenGL ES и выполняется в рамках элемента <Canvas> структуры HTML[‡] DOM[§] [3].

Технология WebGL вышла в свет в 2011 году и присутствует во многих современных браузерах, в том числе: Firefox, Chrome, Opera, Safari, Internet Explorer и

[†] Application Program Interface (интерфейс прикладного программирования) – описание методов и средств, которыми компьютерная программа взаимодействует с другими программами.

[‡] HyperText Markup Language (язык гипертекстовой разметки) – стандартизированный язык разметки документов в глобальной сети.

[§] Document Object Model (объектная модель документа) – программный интерфейс, позволяющий программам и скриптам получать доступ к элементам HTML-документа, а также менять их содержимое и структуру.

Microsoft Edge. Разработкой занимается некоммерческая организация Khronos Group в рамках стандартизации W3C**.

Говоря простыми словами, WebGL – это модуль для отображения 3D графики внутри обыкновенной Интернет страницы. Создание сцены, наполнение её объектами и интерактивная составляющая осуществляется средствами JavaScript и позволяет создавать различные сценарии поведения, как для самой сцены, так и для наполняющих её объектов.

Далее в статье приложением на базе WebGL будем называть совокупность из HTML-документа, его стилей на базе CSS, а также интерактивной составляющей, реализованной на языке JavaScript.

2.2 Примеры использования

Ранее в статье упоминалось, что WebGL не пользуется большой известностью. Тем не менее, многие из нас видят работу этой технологии практически каждый день.

Например, на картах компании Google в режиме «Спутник» при достаточном приближении можно увидеть, как объекты из плоских изображений становятся объёмными (рис. 1). Если же достаточно отдалить камеру, можно увидеть весь земной шар и даже переключиться на другие объекты Солнечной системы. Также WebGL используется и для отображения панорамных снимков, например, в сервисе Яндекс.Карты.

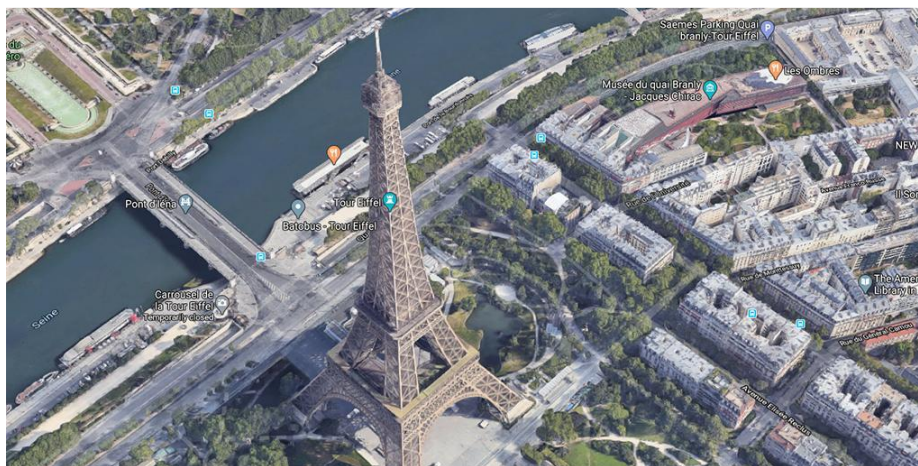


Рис. 9. Эйфелева башня в Париже на картах Google Maps. Помимо самой башни на изображении отчётливо видны возвышающиеся над плоскостью дома, деревья и другие объекты на карте.

** World Wide Web Consortium – организация, разрабатывающая и внедряющая стандарты для всемирной паутины.

Одним из примеров оцифровки и визуализации объектов физического мира может служить виртуальная модель Театра-Музея Дали [4], в которой пользователь может путешествовать по музею и детально рассматривать его интерьеры и экспонаты. Несмотря на то, что визуально пример почти не отличить от «панорамы в шаре», поведение объектов в кадре, положение указателя и общая схема помещений однозначно говорят в пользу того, что это именно интерактивная сцена с множеством объектов.

Специалисты, работающие с 3D графикой, наверняка пользовались или хотя бы слышали о SketchFab [5] – облачном хранилище для моделей, одной из отличительных особенностей которого является возможность просмотреть загруженную модель без необходимости сохранять её на локальный диск.

Те, кто, так или иначе, связан с медициной, скорее всего, также сталкивались с визуализацией анатомических материалов на базе WebGL. Например, проект BioDigital [6] предоставляет электронные анатомические пособия по анатомии и здоровью человека (рис. 2).

В качестве заключительного примера приведём проект компании SpaceX, которая в рамках рекламной кампании создала на базе WebGL симулятор стыковки космического корабля Crew Dragon к МКС [7].

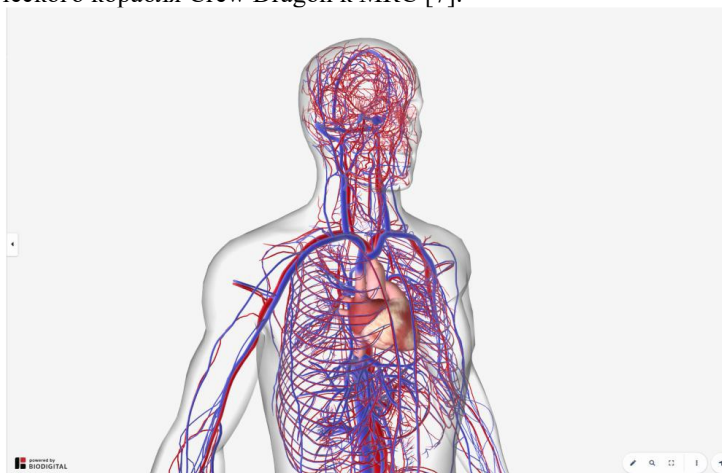


Рис. 10. Интерактивная схема сердечно-сосудистой системы человека на сайте BioDigital [5]. Модель позволяет управлять камерой и получить информацию о выбранном объекте.

2.3 Преимущества и недостатки

Использование WebGL имеет ряд преимуществ и недостатков, которые большей частью основываются на том, что это – браузерная технология. К преимуществам следует отнести:

- Кроссбраузерность и кроссплатформенность. Согласно стандартам W3C приложения WebGL выполняются одинаково на всех совместимых браузерах и устройствах.
- Интерактивность достигается использованием языка JavaScript и создания различных сценариев, событий и зависимостей.
- Доступность. Будучи загруженным на сервер, приложение WebGL будет доступно из любой точки земного шара.
- Самым главным преимуществом является то, что, являясь по сути веб-страницей и набором скриптов для интерактивности, приложения на базе WebGL не требуют установки. Для их работы достаточно браузера и доступа в сеть.

Само собой, не обошлось и без недостатков. Как и преимущества, они проистекают из браузерной природы интерфейса:

- Быстродействие WebGL хуже по сравнению со специализированными приложениями для работы с графикой. Причина в том, что между исполняемым кодом и графическим ядром добавился интерпретатор JavaScript и непосредственно браузер.
- Ограничения при работе с локальными файлами. Поскольку загрузка из локальных файлов в Web-браузерах заблокирована [8], для загрузки моделей популярных форматов вроде FBX или OBJ необходимо использование физического или виртуального сервера.
- Расходование трафика при использовании сервера.

Несмотря на упомянутые недостатки, преимущества WebGL неоспоримы, и эта технология активно применяется в сферах развлечений и бизнеса. Мы же надеемся, что она найдёт своё применение и в образовательной среде.

3 Возможности применения WebGL в образовании

3.1 Примеры использования

Примеры для этой главы взяты из выпускной квалификационной работы бакалавра Тетюева Е.В. [9], в рамках которой автор разработал несколько WebGL-приложений для решения проблем, с которыми сталкивались студенты при обучении в университете.

Для упрощения разработки была использована библиотека Three.js, которая расширяет базовый функционал WebGL. Также стоит отметить, что целью работы была демонстрация возможностей и концепции использования, поэтому приложения не обладают обширным функционалом или лоском и проработанным интерфейсом, присущим бизнес-решениям. Тем не менее, подобные приложения обладают определённым потенциалом для использования и дальнейшего развития. Из представленных в работе примеров мы отобрали два наиболее интересных.

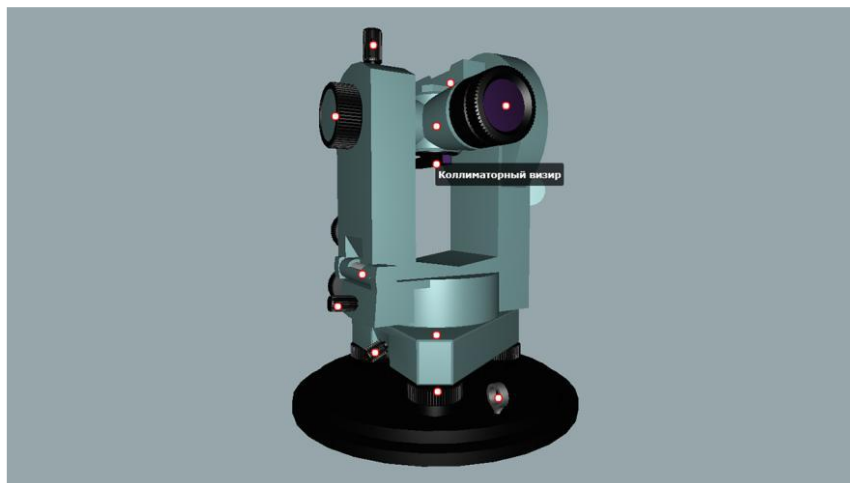


Рис. 11. Интерактивная модель теодолита Т30. На модели отчётливо видны точки, соответствующие деталям, а также всплывающая подсказка при наведении на точку.

Первый пример – интерактивная схема физического объекта, в данном случае это модель теодолита Т30 (рис. 3). В отличие от статичного изображения в классическом или электронном учебнике, подобную модель можно повернуть и рассмотреть под разными углами, а информация о деталях прибора вместо списка сносок высвечивается метками прямо на экране. В дальнейшем для данного приложения планируется доработка интерфейса и добавление функционала для имитации работы закрепляющих винтов, наведения зрительной трубы и снятия измерений.

Второй пример представляет собой интерактивную карту учебных корпусов. Предвосхищая вопрос читателя ответим, что проблема весьма актуальна, поскольку, несмотря на наличие указателей и схем, абитуриенты и даже студенты с завидным постоянством теряют ориентацию в учебном пространстве. Для помощи заблудшим душам была разработана интерактивная схема (рис. 4), которая визуализирует профиль этажа и помещений на нём, а также позволяет искать нужную аудиторию и прокладывать к ней путь. При этом пользователь может перемещать камеру и переключаться между этажами схемы.

В дальнейшем планируется составление полноценной схемы учебных зданий СПбГЛТУ, работа по усовершенствованию дизайна и функционала приложения, а также его оптимизация для комфортной работы на мобильных устройствах. Предположительно, доступ к интерактивной карте будет осуществляться по ссылке, зашифрованной в QR-коде.



Рис. 12. Интерактивная карта абстрактного учебного здания. На рисунке видны полупрозрачные профили неактивных этажей, а найденная аудитория подсвечена.

3.2 Перспективы использования

Некоторые скептики считают, что WebGL – бесперспективная технология. Действительно, упомянутые в предыдущей главе разработки не дают фотореалистичной картинке, не предоставляют прорывных алгоритмов оцифровки или работы с информацией и в принципе не претендуют на какие-либо номинации. Их интерфейс примитивен, а графика схематична. Более того, существует множество «классических» приложений, которые предоставляют аналогичный или гораздо более обширный функционал.

Использование специализированного программного обеспечения однозначно необходимо при обучении специалистов. Однако имеет ли смысл устанавливать такое приложение ради использования минимальной доли его функционала? Особенно этот вопрос актуален при изучении студентами непрофильных предметов, когда обучение работе с приложением занимает гораздо больше времени, чем непосредственная работа в нём.

Основная же идея приведённых примеров и самого использования WebGL в любой сфере человеческой деятельности заключается в том, чтобы сделать обращение к приложению максимально быстрым, простым и удобным, исключив использование специализированного программного обеспечения и, тем самым, избавив пользователя от необходимости его установки и настройки. Примеры и материалы, которые встроены в электронный документ или открываются по ссылке – это и есть основное преимущество и перспективное направление использования технологии.

Такие мини-приложения могут быть полезны во многих направлениях, как технических, так и гуманитарных. Будь то визуализация деталей машин и меха-

низмов, химическая формула, экспонат в коллекции музея или схема расположения артефактов в культурном слое – всё это можно реализовать с помощью WebGL. Если же прибавить к этому соответствующий интерфейс и сценарии на базе JavaScript, вполне возможно создать приложение, которое по функционалу сможет сравниться с классическим программным обеспечением.

4 Заключение

По спектру решаемых задач современный браузер сравним с операционной системой. Его можно использовать для общения, чтения новостей, прослушивания музыки, редактирования файлов, работы с видео и даже для администрирования серверов. Браузеры активно используются в образовании, преимущественно в дистанционном обучении, с каждым годом утилизируя всё больше и больше встроенных технологий.

Одна из таких технологий – WebGL – может быть полезна в создании обучающих материалов за счёт простой и удобной визуализации объектов. При этом, в отличие от видео и изображений, у этой технологии есть большие возможности для создания интерактивной среды.

Стандартной ситуацией в системе образования является её консервативное отношение к новым методам и технологиям обучения несмотря на то, что суть образования – в познании нового на базе уже имеющихся знаний. И, если сегодня WebGL активно используется в сферах развлечений, культуры и бизнеса, вполне вероятно, что завтра она найдёт применение и в образовании.

Литература

1. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б.: Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление, Педагогическое образование в России, УрГПУ, Екатеринбург (2018).
2. Yan, Zhicheng & Zhang, Hao & Wang, Baoyuan & Paris, Sylvain & Yu, Yizhou: Automatic Photo Adjustment Using Deep Neural Networks. ACM Transactions on Graphics. 35. 10.1145/2790296 (2016).
3. WebGL API, документация разработчика, https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API.
4. Виртуальный Театр-Музей Дали, <https://my.matterport.com/show/?m=K5MKrKcfyRW>.
5. Облачное хранилище Sketchfab, <https://www.sketchfab.com/>.
6. Образовательная платформа BioDigital, <https://www.biodigital.com/>.
7. Симулятор стыковки SpaceX Crew Dragon, <https://iss-sim.spacex.com/>.
8. Прохоренок Н.А., Дронов В.А.: HTML, JavaScript, PHP и MySQL. Джентльменский набор Web-мастера, БХВ-Петербург, СПб (2019).
9. Тетюев Е.В.: ВКР «Использование трёхмерной графики на основе WebGL для создания обучающих и демонстрационных материалов» (научный руководитель к.п.н., доцент Жук Ю.А.), СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург (2020).