УДК 004.9 DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.87.0.43

ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ РОБОТИ З ТРИВИМІРНИМИ МОДЕЛЯМИ

Маций О.Б., Ніжников А.В.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. *У роботі були розглянуті сервіси для роботи з тривимірними моделями в середовищі браузера та їх застосування. Було проведено аналіз технологій та систем для роботи з тривимірними моделями, з урахуванням підтримки роботи на мобільних пристроях.*
Ключові слова: *тривимірна модель, браузер, інтерактивне керування, технологія WEBGL.*

Вступ

На сьогоднішній день тривимірне проектування є основою технологічного процесу у всіх сферах виробництва.

У кожній сфері, до якої тривимірне моделювання принесло зміни, є свої стандарти та негласні правила.

Проте навіть у межах однієї сфери кількість програмних пакетів може набувати такої кількості, що молодому фахівцю буває дуже складно орієнтуватися в цих системах та освоїти їх.

Основними проблемами всіх програмних пакетів є високий вхідний поріг, необхідність у потужному апаратному забезпеченні та залежність від платформи, що потребує значних фінансових витрат на роботу з тривимірними моделями.

Якщо в процесі створення конструкторських моделей високої точності складність моделі згладжує наведені проблеми, то примітивні операції для інтерактивного перегляду та отримання інформації про модель.

Виходячи з цього, головною метою стає створення системи, яка б дала змогу працювати з готовими тривимірними моделями й одночасно відповідала таким критеріям:

– незалежність від платформи;

– здатність працювати на мобільних пристроях;

– легкість у використанні та модернізації;

– надання необхідного мінімуму можливостей для роботи з моделлю [1].

Щоб зменшити час та фінансові витрати на розроблення такої системи, є можливість взяти як універсальне середовище виконання для системи сучасні браузери.

Система фактично стає веб-сервісом та отримує незалежність від операційної системи та отримує змогу працювати на мобільних пристроях.

Використання сучасними браузерами мови програмування JavaScript забезпечить низький поріг освоєння сервісу та його технологій для майбутньої модернізації [2, 5].

Аналіз публікацій

На цей момент вже існують подібні сервіси, створені для роботи з тривимірними моделями в середовищі браузера.

Проте їх кількість дуже незначна, найбільш відомими є P3d.in, Sketchfab, Verold Studio та ін. Кожний сервіс має свої недоліки, але в той же час і переваги перед іншими рішеннями [3].

Сервіс P3d.in (рис. 1) надає змогу завантажувати моделі в форматі OBJ на сайт та ділитися ними.

Після завантаження генерується вебпосилання, яке, якщо перейти по ньому, дозволяє розглянути модель з усіх сторін, наблизити модель, щоб розглянути деталі та отримати інформацію про модель.

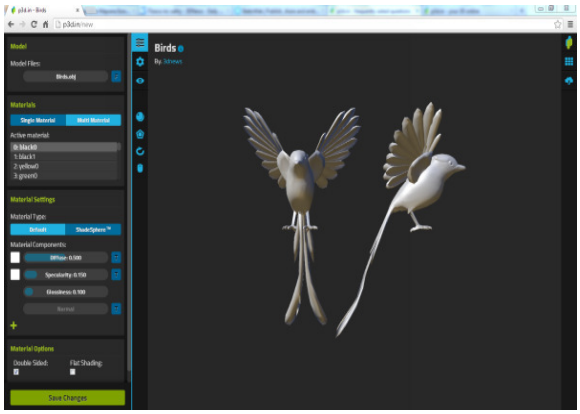

Рис. 1. Зовнішній вигляд сервісу P3d.in

Сервіс Sketchfab (рис. 2) – є можливість розцінювати як модифікацію P3d.in [4].

Щоб користуватися усім функціоналом сервісу, необхідно оплачувати підписку.

Сервіс дозволяє демонструвати не одну модель, а одразу ціле портфоліо.

Із значних відмінностей можна виокремити можливість завантажувати файли в декількох форматах, а також можливість налаштовувати середовище відображення моделі, зокрема:

– керувати параметрами матеріалу моделі;

– змінювати фон сцени;

– змінювати позицію моделі на сцені.

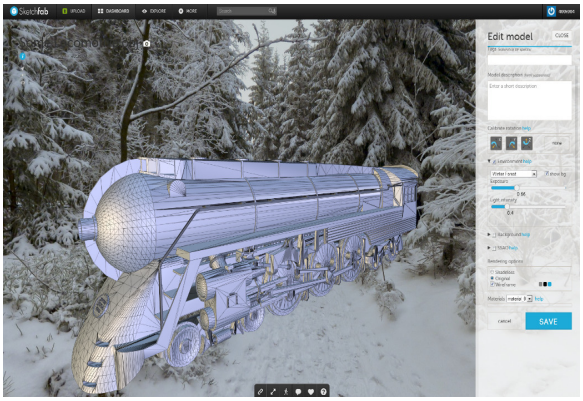

Рис. 2. Зовнішній вигляд сервісу Sketchfab

Сервіс Verold Studio з'явився останнім серед трьох наведених сервісів, тому в процесі створення в нього одразу заклали набагато більше можливостей ніж у конкурентів, серед найбільш визначних це редактор матеріалів, який дозволяє додавати відображення, тіні тощо. Також є можливість налаштовувати декілька видів освітлення та фонового зображення.

Фактично це перший сервіс, який за рівем можливостей налаштування моделі та її оточення почав наближуватися до профільних редакторів. Усі сервіси, наведені вище, є активними на сьогоднішній день та широко використовується, кожний виділяється посвоєму. Переваги ж запропонованого в цій роботі сервісу – це поєднання кращих рис наведених сервісів з метою створення каркасу власного інтерактивно-довідкового сервісу, який стане основою для майбутніх розробок.

Основні проблеми, які можуть виникати в розробленні сервісу, пов'язані зі складністю роботи з тривимірною графікою у браузері. Щоб зрозуміти основу проблеми потрібно спочатку визначити, що саме необхідно для відображення тривимірної графіки у браузері та вирішити пов'язані з цим проблеми. Спочатку треба засвоїти, що за відображення графіки на персональних комп'ютерах відповідає або Direct3D, або OpenGL. Це дві найбільш поширені на сьогоднішній день графічні бібліотеки, які надають необхідні API для роботи з графікою.

Direct3D – це частина закритого програмного пакета технологій Microsoft DirectX, яка підтримується тільки операційною системою Windows. Альтернативою їй є технологія OpenGL, яка завдяки відкритій реалізації програмного коду отримала значно більше поширення [6].

Реалізації OpenGL здатні працювати на різноманітних операційних системах та апаратних платформах. Специфікація OpenGL була розроблена компанією Silcon Graphics Inc та опублікована як відкритий стандарт у 1992 р. З того часу вона суттєво вплинула на розвиток тривимірної графіки загалом, а головне стала основою тривимірної графіки у веб-середовищі [8].

Мета і постановка завдання

Провести аналіз наявних систем роботи з тривимірними моделями на базі веб-переглядача для виявлення недоліків та переваг.

Технологія WebGL

WebGL – це стандарт, який базується на технології OpenGL. Безпосереднім прототипом для стандарту прийнято вважати OpenGL ES, реалізація якого була створена для вбудованих систем ще в 2004 р. та оновлена в 2007 р. до версії 2.0 та до версії 3.0 у 2012 р.

WebGL дозволяє впроваджувати апаратно-прискорену 3D-графіку у веб-сторінки, без необхідності використовувати спеціальні плагіни веб-браузера на будь-якій платформі, що підтримує OpenGL або OpenGL ES. Технічно це є прив'язкою скриптів до функцій, визначених у бібліотеках OpenGL ES 2.0, які реалізовані на рівні браузера.

Дуже важливим чинником є достатньо широка підтримка технології різними браузерами:

– Mozilla Firefox (з 4-ї версії), Firefox Mobile (з 4-ї версії);

– Google Chrome (з 9-ї версії), мобільна модифікація (з 25-ї версії);

– Safari (з 6-ї версії, за замовчуванням підтримка WebGL відключена);

– IE (з 11-ї версії, для підтримки попередніми версіями необхідно використовувати сторонні плагіни);

– Android-браузер (підтримка залежить від конкретного девайса);

– IOS (повна підтримка з версії 8.1) [7].

Незважаючи на те, що технології майже 10 років, лише зараз вона починає набувати популярності. Насамперед це зумовлено тим, що мобільні інтернет-пристрої, навіть бюджетного сегменту, отримали достатню потужність для роботи з WebGL.

Основними сферами використання технології можна виокремити:

– Інтернет-маркетинг та тривимірні презентації;

– сервіси для створення та редагування тривимірних моделей;

– інтерактивні посібники.

У сфері інтернет-маркетингу технологія, як правило, застосовується для створення тривимірних моделей товарів, що дає змогу потенційну клієнту детально оглянути та вивчити товар перед тим, як його купити [8].

Сервіси спрямовані на розроблення тривимірних моделей, що наразі мало поширені та мають дуже обмежену функціональність. Проте вже зараз можна сміливо стверджувати, що прийде час, коли з'явиться такий інструмент, що дозволить створювати у браузері моделі високої точності, які можна буде використовувати у сфері машинобудування, архітектури та ін.

Інтерактивні посібники – спосіб продемонструвати певну інформацію в максимально наочному вигляді. Це можуть бути як звичайні графіки та діаграми в тривимірному просторі. Або інтерактивні мапи місцевості, які демонструють будь-які процеси в часі, наприклад, метеорологічні дані про рух повітряних мас, історію землетрусів тощо.

Основним перевагами технології є те, що вона має підтримку різноманітними браузерами, та не має прив'язки до конкретної платформи або операційної системи. Головне, щоб браузер мав підтримку технології WebGL. Використання мови програмування JavaScript [2], що забезпечує низький рівень входження та дуже широку базу користувачів, що підтримує активний розвиток та популяризацію технології. Великою перевагою є автоматичне управління пам'яттю, тобто, на відміну від OpenGL, у WebGL не потрібно виконувати спеціальних дій для виділення та очищення пам'яті. Використання потужності виділеної відеокарти та апаратного прискорення, що забезпечує високу продуктивність технології, яку можна порівнювати з продуктивністю програмного забезпечення, створеного для конкретної платформи.

Порівняльний аналіз бібліотек для розроблення на WebGL

Технологія WebGL для своєї роботи використовує API низького рівня, що у свою чергу спрощує інтеграцію технології до браузерів, проте значно ускладнює створення інтерфейсів для розробників застосунків. Тому для оптимізації робочого процесу було створено багато сторонніх інструментів, продуктів та бібліотек, які дають змогу значно спростити використання технології.

Основними представниками таких інструментів можна вважати:

– WebGLU;

– GLGE;

– BabylonJS;

– ThreeJS [10].

Бібліотека WebGLU стала першим загальнодоступним набором утиліт низького та високого рівнів для розроблення на базі WebGL. Бібліотека спроектована таким чином, що розробник може зосередитися на кінцевому результаті, а не на створенні типових рішень та шаблонного коду. Проте така структура не стримує контроль, вона дозволяє розробнику отримувати максимальний контроль, якщо це необхідно. Такі широкі можливості базуються на використанні функцій низького рівня для роботи з WebGL API [9].

Бібліотека має чимало функцій, спрямованих на спрощення розробки. Деякі основні можливості:

– автоматичне завантаження та налаштування шейдерів;

– можливість завантажувати шейдери з різних форматів файлів;

– усі компіляції та компоновки обробляються автоматично;

– автоматичне встановлення будь-якої проекції та виду моделі;

– забезпечує проекції та матриці-стеки виду моделі, які подібні до режиму матриць у OpenGL;

– автоматично створює за необхідності буфери для відображення моделі;

– можливість призначення окремих шейдерних програм кожному об'єкту;

– підтримка ієрархії об'єктів;

– підтримка процедурних анімацій;

– підтримка за кадровою анімацією.

Бібліотека GLGE орієнтована насамперед на динамічні зміни у сцені. Однак на цей мо-

мент не отримувала оновлень з 2014 р., тому має сумнівну актуальність [10].

Серед особливостей є можливість виділити анімації для матеріалів, різні види освітлення та скелетна анімація. Бібліотека дає широкий спектр можливостей, серед яких:

– кадрова анімація;
– карти нормалей;
– карти зміщення;
– карти оточення;
– підтримка формату Collada;
– підтримка рівнів деталізації об'єктів;
– туман;
– глибина тіней;
– переломлення / відображення;
– видалення прихованих частин сцени з процесу оброблення для оптимізації.

Бібліотека BabylonJS з відкритим програмним кодом спрямована на створення 3D-застосунків та ігор.

З особливостей можна виокремити інтегроване фізичне ядро oimo.js, що дає змогу створювати реалістичний ландшафт за рахунок використання карти висот.

Одна з найпопулярніших та функціональних бібліотек на цей момент, проте недоліком є її великий розмір, що дорівнює приблизно 800 кілобайтам.

Список основних функцій:

– сцена, яка дозволяє використовувати готові моделі, туман, моделі неба;
– фізичний двигун;
– анімаційний двигун;
– звуковий двигун;
– система частин;
– апаратне масштабування;
– підтримка рівнів деталізації;
– автоматична оптимізація сцени;
– чотири типи освітлення.

Бібліотека ThreeJS найбільш популярна на цей момент бібліотека, яка добре документована та має велику кількість прикладів для вивчення інструментів, що надає ця бібліотека.

Бібліотека дозволяє використовувати лише необхідні модулі, тобто немає необхідності завантажувати всю бібліотеку, якщо потрібно зробити щось просте.

У складі бібліотеки є значна кількість інструментів для роботи з геометрією, текстурами, анімацією, світлом, камерою та сценою. Також є підтримка зовнішніх модулів для імпорту та експорту моделей у найбільш популярних форматах файлів для 3D-моделей.

Деякі з особливостей бібліотеки:

– підтримка роботи з CANVAS, SVG та WebGL;
– динамічна заміна об'єктів сцени в реальному часі;
– туман;
– п'ять видів камери та можливість їх комбінацій;
– каркасна та кадрова анімація;
– різноманітні види кінематики;
– зовнішнє, спрямоване освітлення;
– динамічні тіні;
– шейдери (GLSL);
– велика кількість готових об'єктів: лінії, частки, сітки тощо;
– активні модифікатори: тканина та ін.;
– можливість завантаження різноманітних типів даних;
– експорт та імпорт об'єктів [11].

Беручи до уваги механізми функціонування сучасних браузерів, стає зрозуміло, що основною мовою програмування буде JavaScript. Інші доступні мови програмування використовувати нераціонально через необхідність застосування додаткових програмних прошарків для правильної інтерпретації браузерами.

Бібліотека для розроблення на базі технології WebGL повинна відповідати декільком основним критеріям:

– надавати зручну систему модулів та класів;
– підтримувати сучасні можливості мови програмування JavaScript;
– мати офіційну та детальну документацію для отримання довідкової інформації щодо використання бібліотеки;
– мати офіційні приклади використання інструментів з бібліотеки;
– мати робочі та повнофункціональні приклади проектів поза документацією, які виконані з використанням бібліотеки.

Висновки

З аналізу наявних систем для роботи з інтерактивними тривимірними моделями в середовищі браузера можна зробити висновок, що всі ці системи мають свої недоліки, такі як:

– дуже висока ціна;
– незручність у використанні;
– неможливість модифікувати систему для своїх потреб;

– припинення підтримки та розвитку системи її творцями;

– неоптимальність програмного коду;

– наявність критичних помилок у коді.

Після аналізу та огляду доступних бібліотек є можливість зробити висновок, що на цей момент необхідним критеріям найбільше відповідають дві бібліотеки – це TheeJS та Babylon.js.

Література

1. Jos Dirksen: Learning TheeJS: The JavaScript 3D Library for WebGL. M.: Packt Publishing, 2013. 402 с.
2. Флэнаган Дэвид: JavaScript. Подробное руководство Москва: Символ-Плюс, 2004. 1080 с.
3. 3D games on the Web.: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Games/Techniques/3D_on_the_web.
4. Бернерс-Ли Тим. Wikimedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бернерс-Ли,_Тим.
5. JavaScript.
URL: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript.
6. API – application program interface. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/API.
7. WebGL – стандарт на базі OpenGL ES 2.0. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/WebGL.
8. OpenGL.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/OpenGL.
9. What is Vues? URL: https://vuex.vuejs.org.
10. Scene – TheeJS docs. URL: https://threejs.org/docs/index.html#api/en/scenes/Scene.
11. Camera – TheeJS docs. URL: https://threejs.org/docs/index.html#api/en/cameras/Camera.

References

1. Dirksen J. (2013). Learning TheeJS: The JavaScript 3D Library for WebGL. M.: Packt Publishing, 402.
2. Devid F. (2004). JavaScript. Podrobnoe rukovodstvo M.: Simvol-Plyus, 1080.
3. 3D games on the Web, available at https://developer.mozilla.org/ru/docs/Games/Techniques/3D_on_the_web.
4. Berners-Li T. Wikimedia, available at: https://ru.wikipedia.org/ wiki/Бернерс-Ли,_Тим.
5. JavaScript, available at: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/ JavaScript.
6. API – application program interface, available at: https://ru.wikipedia.org/ wiki/API.
7. WebGL – standart na baze OpenGL ES 2.0, available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/WebGL.
8. OpenGL, available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/OpenGL.
9. What is Vues?, available at: https://vuex.vuejs.org.
10. Scene – TheeJS docs, available at: https://threejs.org/docs/index.html#api/en/scenes/Scene.
11. Camera – TheeJS docs, available at: https://threejs.org/docs/index.html#api/en/cameras/Camera.

Маций Ольга Борисівна, к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки, тел.: +38-057-707-37-43,
e-mail: olga.matsiy@gmail.com.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.
Ніжников Анатолій Володимирович, магістр кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки, e-mail: nizhnikov97@gmail.com. Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Обзор сервисов для работы с трехмерными моделями

Аннотация. *В работе были рассмотрены сервисы для работы с трехмерными моделями в среде браузера. Был проведен анализ технологий и систем для работы с трехмерными моделями с учетом поддержки работы на мобильных устройствах.*

Ключевые слова*: трехмерная модель, браузер, интерактивное управление, технология WEBGL.*

Маций Ольга Борисовна, к.т.н., доцент кафедры компьютерных технологий и мехатроники, тел.: +38-057-707-37-43,
e-mail: olga.matsiy@gmail.com.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина, Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.
Нижников[2] Анатолий Владимирович, магистр кафедры компьютерных технологий и мехатроники, e-mail: nizhnikov97@gmail.com. Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина, Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Review of services for working with three-dimensional models

This paper deals with services for working with three-dimensional models in the browser environment and their application. The analysis of technologies and systems for working with three-dimensional models was carried out, taking into account the support of work on mobile devices. ***Goal*** *and problem statement. The main problems of all software packages are the high input threshold, the need for powerful tool, which requires significant financial costs to work with three-dimensional models. The purpose is to analyze existing browser-based 3D models to identify disadvantages and benefits.When creating high-precision design models, the complexity of the model smooths out these problems, then primitive*

operations help interactively view and obtain information about the model. ***Methodology****. With this in mind, the main goal is to create a system that would allow to work with ready-made three-dimensional models, while meeting the following criteria: platform independence; ability to work on mobile devices; easy usage and upgrading; minimum necessary abilities to work with the model.* ***Results****. Analyzing existing systems to work with interactive 3D models in a browser environment, we can conclude that all of these systems have their disadvantages, such as: very high price; inconvenience in use; inability to modify the system for their needs; discontinuation of support and development of the system by its creators; not optimality of program code; the presence of critical errors in the code.* ***Practical value****. After analyzing and reviewing the available libraries, it is possible to conclude that the most currently required criteria are two libraries, namely TheeJS and Babylon.js.*

Key words: *three-dimensional model, browser, interactive control, WEBGL technology.*

Matsiy Olga, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Computer Technology and Mechatronics, tel.: + 38-057-707-37-43, e-mail: olga.matsiy@gmail.com.
Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.
Nizhnikov Anatoliy, Master of Computer Technology and Mechatronics,
e-mail: nizhnikov97@gmail.com. Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.