

УДК 74:004.92

Фефелов А. О.

Херсонський національний
технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В ДИЗАЙНІ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ І АНІМАЦІЇ

Фефелов А. О. Використання багатошарової візуалізації в дизайні тривимірної графіки і анімації. У статті розглядаються питання підвищення продуктивності процесу візуалізації зображень при розробці проектів з тривимірною графікою і анімацією. Зокрема, пропонується удосконалити візуалізацію можливістю розглядати елементи зображення як окремі шари, кожен з яких розраховується з індивідуальними настройками візуалізатору, матеріалів і системи освітлення. У повідомленні наводиться опис запропонованого способу багатошарової візуалізації на прикладі аналізу елементів проекту з тривимірною анімацією персонажів. Визначається склад шарів і їх коротка характеристика. У кінці повідомлення уточнюються деякі особливості компоновки результатів візуалізації та робляться відповідні висновки.

Ключові слова: дизайн, тривимірна графіка та анімація, візуалізація, глобальне освітлення, компоновка і постобробка.

Фефелов А. А. Использование многослойной визуализации в дизайне трехмерной графики и анимации. В статье рассматриваются вопросы повышения производительности процесса визуализации изображений при разработке проектов с трехмерной графикой и анимацией. В частности, предлагается усовершенствовать визуализацию возможностью рассматривать элементы изображения как отдельные слои, каждый из которых рассчитывается с индивидуальными настройками визуализатора, материалов и системы освещения. В сообщении приводится описание предложенного способа многослойной визуализации на примере анализа элементов проекта с трехмерной анимацией персонажей. Определяется состав слоев и их краткая характеристика. В конце сообщения уточняются некоторые особенности компоновки результатов визуализации и делаются соответствующие выводы.

Ключевые слова: дизайн, трехмерная графика и анимация, визуализация, глобальное освещение, компоновка и постобработка.

Fefelov A. Using a multi-layered visualization in three-dimensional graphics design and animation. A three-dimensional visualization with all its elements is rather complex technique, not easily developed or mastered to perform a particular task. Consequently, some research have been made to evolve partial aspects of rendering, such as performance and quality of real-time rendering, unbiased rendering, new physical-based (PBR) shading models and so on. Indeed, over the last decade many rendering systems have been developed or enhanced that perform their functionality based on the researching. However, this has led to certain problems for designers who use rendering in their production pipeline in the sense that they have difficulties with the choice of which of the renderers is better suited to their specific task. For example, to get a photorealistic image, one need to enable global illumination model, which significantly affect the calculation time. In the case, when the global illumination is used to visualize the animation, in addition to the critical time factor it becomes important to suppress the negative effect of "shadow flicking" that is inherent in traditional ray tracing algorithms. On the other hand, when producing a stylized graphics, global illumination is used along with specific contour and hatch shaders, for which visualization is best done separately from the rest.

The aim of research is to determine the possibility of optimizing the rendering process for the designers involved in the development of projects with three-dimensional graphics and animation.

For visualization purposes selected software product on creation three-dimensional graphic and animation Maxon Cinema 4D R17. One features of this version is possibility to use takes of configuration at working out project. Take system allows effective manage of scenes settings, keeping several states of project in one file. Each state that is called takes, contains information about materials, objects animation, visualizes settings, cameras, etc., and can be changed with one mouse click. This functionality is especially useful in multi-layer visualization because each layer of the resulting image is logically identified with one takes of project. In this paper presented the composition and destination layers for animation project. Presented scheme layout layers of animation project of three-dimensional characters. The layout consists of four layers: global illumination, lighting and color; ambient occlusion, shadows. Wherein global illumination is used for environment part of scene while ambient occlusion layer takes a character only. The remaining two layers contain the visualization of a background and character. A layer of global illumination is used to create soft shadows and smooth transitions between light and shadow. Direct lighting reflects the result of all the local light sources arranged on the stage. Its goal is rendering light and shadow produced by direct exposure of light rays on the surface of objects. Ambient occlusion layer is designed to simulate the action of global illumination. In the case of separate visualization of the background and character, ambient occlusion effect has an additional advantage — it creates contact shadows of feet required for character communication with environment. Experiments showed that the effect is quite suitable for animation moving objects as it creates a minor amount of noise at a sufficiently low cost of time. The shadow layer is an element of direct illumination.

In the present work, this layer is used to detail objects in the foreground, but also for communication between the character and the background. The selective use of objects for creation shadows substantially promotes speed of visualization, because the washed out shadows consume significant resource of processor time.

For compositing layers selected software product Foundry Nuke, which work with the video footage is based on the connection graph of links between the tools. For the purposes of layout along with the above layers received some extra passes image. They can help in formation of the image in compositor, for example, the Depth to create the effect of blurred focus camera and Motion Vector for the effect of Motion Blur. Using three-dimensional particle systems of Nuke built the necessary atmospheric effects: fog, snow, snowstorm. In this work it is shown how to improve the performance of rendering in the development of projects with three-dimensional graphics and animation. In particular, it is proposed to consider the elements of the images as separate layers, each of which is calculated having individual settings of visualizer, materials and lighting. Multilayer visualization method described in the report, is based on the example of project elements with three-dimensional animated characters. The layer structure and their brief characteristics are determined. Characteristics include the type of the visualizer, which is the best fit for a given layer, the types of materials used in the layer and lighting scenarios. At the end of the message, it is also specified some details of the composition the results of visualization and conclusions are drawn. A further area of research is to focus under the involvement of additional (external) visualizers, which range for today is quite wide and further improvement of the multilayer visualization technology by using of new opportunities.

Keywords: *design, three-dimensional graphics and animation, rendering, global illumination, compositing and post-processing.*

Постановка проблеми. Процес візуалізації є найбільш ресурсоємним етапом у виробничій діяльності дизайнерів, що займаються розробкою проектів з тривимірною графікою і анімацією. Незважаючи на постійно зростаючу продуктивність сучасних обчислювальних машин, візуалізація на сьогоднішній день залишається в центрі уваги розробників програмного забезпечення, які спільно з дизайнерами вирішують завдання підвищення ефективності інструментів рендерингу, зокрема зменшення часу розрахунку сцени при збереженні прийнятної якості зображення. Проте, в багатьох випадках умови освітлення і властивості матеріалів, якими характеризується тривимірна сцена, настільки уповільнюють процес візуалізації, що проектування для дизайнера, який не має доступу до потужного багатоядерного або багатопроесорного обладнання, стає вельми трудним. Досвід показує, що існує можливість оптимізації виробничого процесу, якщо розділити візуалізацію на етапи, кожен з яких буде включати незалежний розрахунок окремих елементів зображення, які одержуються при різних варіантах конфігурації сцени [1]. Наприклад, елемент гло-

бального освітлення розраховується певним типом візуалізатора, із певною конфігурацією матеріалів і джерел світла. Елемент стилізації, такий як контур або штрихування, використовує візуалізатор, освітлення і матеріали, які найбільше підходять для отримання зображень саме цього типу, тощо [2]. У загальному випадку кожен елемент зображення або навіть елемент тривимірної сцени повинен відтворюватися в тій системі налаштувань проекту, яка є оптимальною по відношенню до нього. У представленій роботі описується організація подібної виробничої системи, яка заснована на використанні програмних продуктів Cinema 4D R17 і Nuke. Відповідно до запропонованого підходу, кожен елемент зображення, який будемо називати шаром, настраюється й візуалізується в індивідуальних умовах, а зручна система дублів дозволяє зберігати всі шари в рамках одного проекту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Велика кількість досліджень останнього десятиліття присвячено проблемам візуалізації. Показово, що результатом даних досліджень стала розробка цілого сімейства систем візуалізації, які конкурують один з одним за рахунок впровадження нових прогресивних технологій [7]. Практично всі сучасні візуалізатори у своїй основі використовують метод трасування променів [5], за допомогою якого можна домагатися високоякісних результатів, але на продуктивному обладнанні. Донедавна при візуалізації тривимірних зображень основним обчислювальним пристроєм залишався центральний процесор (CPU), продуктивність якого визначала ефективність всієї системи в цілому. При цьому, так як трасування променів в загальному випадку є нескінченним алгоритмом, всі візуалізатори спочатку забезпечувалися системою обмежень, що дозволяє скоротити час розрахунку сцени за рахунок зменшення точності обчислень. Зростання обчислювальної потужності графічних процесорів (GPU) зумовило переведення частини навантаження з центрального процесора на відеопідсистему, що дозволило істотно збільшити швидкість розрахунків, за наявності деяких функціональних обмежень [4, 6]. Однак, найбільш вагомий внесок сучасні графічні технології внесли в розвиток систем візуалізації, заснованих на растеризації, які, на відміну від трасувальників, здатні досягати дуже високій швидкості розрахунків. Це насамперед системи, що підтримують роботу з графічними інтерфейсами DirectX і OpenGL і максимально повно реалізовані в складі ігрових графічних движків таких, наприклад, як Unreal Engine і Unity [3].

Мета статті — передача інформаційного повідомлення про запроповану можливість оптимізації процесу візуалізації для дизайнерів, що займаються розробкою проектів з тривимірною графікою і анімацією.

Виклад основного матеріалу дослідження.
Опис процесу багат шарової візуалізації. Представлена в роботі сцена є фрагментом анімаційного



Рис. 1. Скріншот сцени з видового вікна програми Сінета 4D

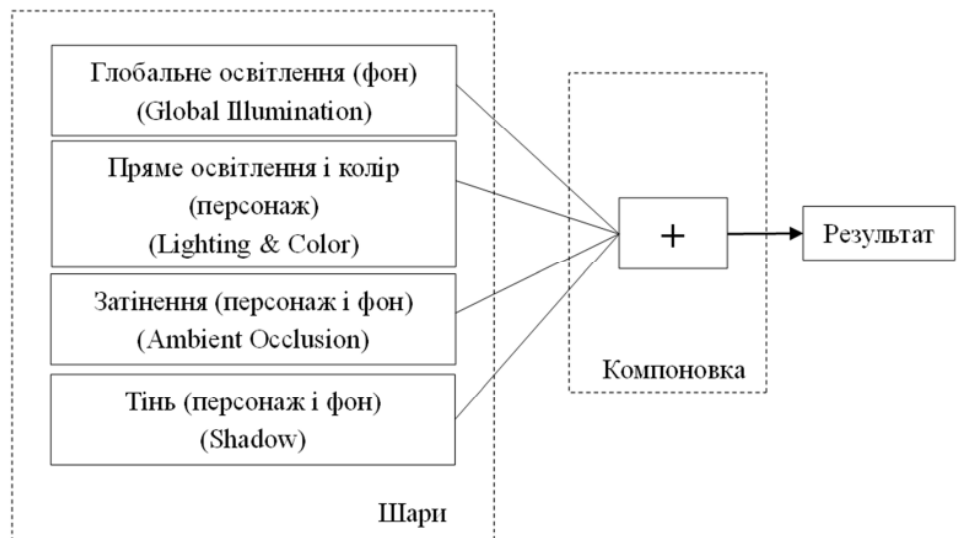


Рис. 2. Схема компонування шарів для проекту анімації тривимірних персонажів



Рис. 3. Візуалізація шару оточення з глобальним освітленням



Рис. 4. Візуалізація персонажа в кольорі і з прямим освітленням



Рис. 5. Візуалізація шару затінення і з прямим освітленням



Рис. 6. Візуалізація шару тіні



Рис. 7. Зображення повного кадру, як результат багатошарової візуалізації

ролика [8], в якому тривимірні персонажі діють в певному оточенні (рис. 1). Оточення є нерухомою частиною сцени, рухається тільки камера зйомки. У такій ситуації візуалізацію зручно проводити в глобальному освітленні. Що стосується персонажа, що знаходиться на передньому плані, то тут ситуація дещо інша. Як видно з рисунка 1, персонаж покритий шерстю, крім того, в кадрі він досить активно рухається. При використанні глобального освітлення в таких умовах, ми неминуче зіткнемося з ефектом «тремтіння тіней» і єдиним рішенням в даному випадку буде істотне збільшення якості візуалізації. Однак, це негативно позначиться на часі розрахунку сцени, що може бути неприйнятним при існуванні певних термінів виконання проекту. У зв'язку з цим виникає необхідність в роздільній візуалізації фону і персонажа з подальшим компонуванням планів у спеціальній програмі-компонувальнику.

Для проведення візуалізації обраних програмний продукт по створенню тривимірної графіки і анімації Maxon Cinema 4D R17. Однією з особливостей даної версії є можливість використання дублів конфігурації при розробці проекту. Система дублів (take system) дозволяє ефективно управляти настройками сцени, зберігаючи кілька станів проекту в одному файлі. Кожен стан, який зветься дублем, містить інформацію про матеріали, анімацію об'єктів, налаштування візуалізаторів, камер тощо, і може бути змінений одним кліком миші. Така функціональність особливо зручна при багат шаровій візуалізації, тому що кожен шар результуючого зображення ототожнюється з одним дублем проекту. На рисунку 2 показаний склад і призначення шарів для анімаційного проекту, представленого в даній роботі.

Як видно з рисунка, візуалізація розділена на чотири шари. Об'єкти оточення візуалізуються в глобальному освітленні і займають один шар зображення. Ще один шар займає виключно персонаж. Решта два шари містять візуалізацію як фону, так і персонажа. Більш докладний опис конфігурації шарів і налаштувань відповідних дублів представлено далі.

Для компонування шарів обраний програмний продукт Foundry Nuke, в якому робота з відеоматеріалом заснована на використанні графа зв'язку між інструментами. Кожен інструмент представлений окремим блоком, що містить один або більше входів і один вихід. Існують, також, блоки-генератори, які взагалі не мають входів. Графічна інформація просувається по дугах графа і перетворюється в блоках інструментів. Кінцевий результат може відображатися в видове вікно або виводитися на диск.

Шар глобального освітлення використовується для створення м'яких тіней і плавних переходів між світлом і тінню. Згідно із сюжетом, в даній сцені небо затягнуте хмарами, йде сніг. Тому такий сценарій освітлення цілком підходить для фонових зображення. Як джерело світла для даного шару вибрано сферичне оточення (Sky) з

HDR-зображенням, завантаженим в канал світіння (Luminance) матеріалу неба. Всім об'єктам сцени призначено їх власні матеріали з текстурями, а для візуалізації обраний стандартний (Standard) візуалізатор. Крім того, в налаштуваннях дубля, який відповідає даному шару, відключена видимість тих об'єктів, які не повинні брати участь у візуалізації даного елемента зображення, а саме персонажа і його джерел світла (рис. 3).

Пряме освітлення відображає результат дії всіх локальних джерел світла, розташованих на сцені. Його завдання — візуалізація світла і тіні, отриманих прямим впливом променів на поверхні об'єктів. В даному випадку пряме освітлення діє тільки на персонажа і реалізовано у вигляді класичної три-точкової схеми з теплим ключовим джерелом і холодним підсвічуванням. Шар прямого освітлення і кольору використовує власні матеріали персонажа з текстурями. Особливе значення приділено візуалізації шерсті. Після ряду експериментів встановлено, що найкращу якість і швидкість при розрахунку шерсті показав фізичний (Physical) візуалізатор, який обраний тут в якості основного (рис. 4). Слід зазначити, що в даному випадку персонаж візуалізований в «порожньому» оточенні, тобто видимість фонових об'єктів в конфігурації дубля прямого освітлення і кольору була відключена.

Шар затінення призначений для імітації дії глобального освітлення за рахунок більш чіткого виділення контуру об'єктів у місцях зближення, торкання і перетину поверхонь. Затінення не є повноцінним глобальним освітленням, тому його розрахунок відбувається з використанням іншого підходу. Затінення може використовуватися як підсилювач ефекту глобального освітлення або як самостійний ефект. У разі роздільної візуалізації фону і персонажа ефект затінення має додаткову перевагу — він створює контактні тіні від ступень, необхідні для зв'язку персонажа з оточенням. Експерименти показали, що ефект затінення цілком придатний для анімації об'єктів, що рухаються, тому що створює незначну кількість шумів при досить низьких витратах часу. Для розрахунку даного шару найбільш ефективним виявився фізичний візуалізатор, який видавав більш чітке зображення за менший час. В якості сценарію освітлення вибрано сферичне оточення з білим, але таким що світиться (тобто без тонування) матеріалом на його поверхні. Цей же матеріал призначений всім об'єктам сцени (рис. 5).

Шар тіні є елементом прямого освітлення. У представленій роботі цей шар використовується для деталізації об'єктів, що знаходяться на передньому плані зображення, а, також, для організації зв'язку між персонажем і фоном, тому що формує розмиті тіні від персонажа на землі. Налаштування дубля для шару тіні включає стандартний візуалізатор і білий дифузний матеріал, присвоєний всім поверхням сцени (рис. 6).

Вибіркове використання об'єктів для створення тіней істотно підвищує швидкість візуалізації, тому що розмиті тіні споживають значну кількість ресурсу процесорного часу.

Для цілей компоновки, поряд із зазначеними вище шарами, отримані деякі додаткові паси зображення, які можуть допомогти при формуванні картини в компонуванні, наприклад, глибина (Depth) для створення ефекту розмиття фокусу камери і вектор руху (Motion Vector) для отримання ефекту розмиття руху (Motion Blur). За допомогою тривимірних систем частинок Nuke побудовані необхідні атмосферні ефекти: туман, сніг, хуртовина. Для підтримки кадру з частинками, в Nuke із тривимірної сцени імпортовані камери разом з анімацією. Так як зображення персонажа і оточення візуалізуються в різних умовах освітлення, виникає необхідність у використанні інструментів корекції для досягнення необхідного колірного балансу. Повний кадр, отриманий в результаті компоновки, представлений на рисунку 7.

Висновки. На сьогоднішній день в тривимірній графіці та анімації створено велику кількість програм і способів візуалізації, серед яких дизайнер вибирає ті що найкраще відповідають поставленому завданню. Проте можливі ситуації, коли отримання всіх необхідних елементів зображення при використанні однієї і тієї ж конфігурації проекту є трудним. З метою підвищення продуктивності процесу візуалізації, у даній роботі розглянуто спосіб, при якому повне зображення будується із сукупності окремих шарів, кожен з яких створюється на підставі певних критеріїв, пов'язаних з особливостями сцени, і в загальному випадку візуалізується з використанням окремого візуалізатору, набору матеріалів та сценарію освітлення. Як показали дослідження, застосування запропонованого підходу при розробці анімації дозволяє скоротити час візуалізації та збільшити якість результату.

Подальший напрямок досліджень планується зосередити в рамках залучення в експерименти додаткових (зовнішніх) візуалізаторів, асортимент яких на сьогодні досить широкий, і подальшого удосконалення технології багатошарової візуалізації за рахунок використання нових можливостей.

Література:

1. CGI Animated Breakdowns HD: «Paths of Hate» by Platige Image – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=CZ1J9Af01PY>
2. Hertzmann A. Introduction to 3D Non-Photorealistic Rendering: Silhouettes and Outlines / A. Hertzmann // SIGGRAPH '99 Course 17, 1999.
3. How real-time rendering will change the way you work forever – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.creativebloq.com/3d/real-time-rendering-21514214>.
4. Pizzini J. GPU Rendering vs. CPU Rendering – A method to compare render times with empirical benchmarks — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://blog.boxxtech.com/2014/10/02/gpu-rendering-vs-cpu-rendering-a-method-to-compare-render-times-with-empirical-benchmarks/>
5. Rademacher P. Ray Tracing: Graphics for the Masses — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.cs.unc.edu/~rademach/xroads-RT/RTarticle.html>
6. Schafer H., State of the Art Report on Real-time Rendering with Hardware Tessellation / H. Schafer, M. Niessner, B. Keinert, M. Stamminger, C. Loop // University of Erlangen-Nuremberg Eurographics, 2014
7. Seymour M. The State of Rendering – Part 1, 2 – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fxguide.com/featured/the-state-of-rendering/>
8. Трейлер к игре «Характерник» – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=jvXOfbrqfw>.