

РЕФЕРАТ

Головним джерелом в сприйнятті інформації людиною є зір – тобто, графічне подання інформації грає для людини найважливішу роль. Тому для ефективного сприйняття інформації і постає завдання надавати інформацію в візуальному, графічному, вигляді.

Важливим напрямком подання інформації в графічному вигляді є її генерування в реальному часі – рендерінг. Відбувається це на окремому обчислювальному пристрої – графічному процесорі, адже рендерінг графічної сцени важкий процес з точки зору обчислень.

Тому зростає потреба в алгоритмах рендерінгу, що ефективно використовують особливості сучасних графічних процесорів та забезпечують великий рівень візуальної якості результуючого зображення.

Об’єктом дослідження є проблема рендерінгу графічних сцен.

Предметом дослідження є алгоритм обчислення освітленості графічної сцени Forward+.

Мета роботи: покращити швидкодію алгоритму Forward+ рендерінгу при обчисленні освітленості графічної сцени, що здатен відображати напівпрозорі тіні, та розробка застосунку для відображення графічних сцен на основі модифікованого алгоритму.

Наукова новизна полягає в наступному: запропоновано спосіб відображення напівпрозорих тіней, який базується на алгоритмі shadow mapping, що підвищує візуальну якість результуючого зображення. Також запропоновано покращення швидкодії алгоритму Forward+ рендерінгу за рахунок реалізації кластерного освітлення, який дозволяє більш ефективно

фільтрувати джерела освітлення, що призводить до зменшення часу виконання алгоритму.

Практична цінність отриманих в роботі результатів полягає в підвищенні якості зображення завдяки можливості відображати напівпрозорі тіні та зменшенні часу виконання алгоритму Forward+ рендерінгу, що дозволяє або збільшити кількість джерел освітлення в графічній сцені, або генерувати більшу кількість кадрів за одиницю часу.

Розроблений застосунок рендерінгу графічних сцен має модульну архітектуру та не залежить від вибору графічного процесору, що дозволяє застосовувати його на будь-якому комп'ютері.

Апробація роботи. Основні положення та результати були розкладені на XV науковій конференції магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютинг» ПМК-2022 (Київ, 16-18 листопада 2022 р.). Також опублікована стаття на конференції «IX Міжнародна науково-технічна Internet-конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (Київ, 25 листопада 2022 р.).

Структура та обсяг роботи. Магістерська дисертація складається з вступу, чотирьох розділів та висновків.

У *першому розділі* проаналізовано предметну область: проблему обчислення освітленості графічних сцен та існуючі алгоритми рендерінгу графічних сцен. Також розглянуто та виявлено недоліки вже існуючих алгоритмів обчислення освітленості графічних сцен.

У *другому розділі* детально описано алгоритм Forward+ рендерінгу, детально описано та обґрунтовано модифікації алгоритму Forward+

рендерінгу, а сам: оптимізація алгоритму та покращення візуальної якості результуючого зображення.

У *третьому розділі* проведено аналіз та обґрунтовано вибір мови програмування та доступних на сьогодні інтегрованих середовищ розробки. Окрім цього, розділ містить детальний опис структури та архітектури розробленого застосунку.

У *четвертому розділі* розглянуто підходи до тестування застосунку та описано як саме зазначені підходи були використані при розробці застосунку та тестуванні фінальних результатів

У *висновках* представлені результати роботи.

Робота представлена на XX аркуші, містить посилання на список використаних літературних джерел.

Ключові слова: GPU, Forward, Deferred, Forward+, GPU, C++, Vulkan, рендерінг, шейдер.

ABSTRACT

The main source of human perception of information is sight - that is, the graphic presentation of information plays the most important role for a person. Therefore, for the effective perception of information, the task of providing information in a visual, graphic form arises.

An important direction of presenting information in graphic form is its generation in real time - rendering. This happens on a separate computing device - a graphics processor, because the rendering of a graphic scene is a difficult process from the point of view of calculations.

Therefore, there is a growing need for rendering algorithms that effectively use the features of modern graphics processors and provide a high level of visual quality of the resulting image.

The **object of research** is the problem of rendering graphic scenes.

The **subject of research** is the Forward+ rendering algorithm for lighting calculations.

The **purpose of the work**: to improve the speed of the Forward+ rendering algorithm when calculating the lighting of a graphic scene capable of displaying translucent shadows, and to develop an application for displaying graphic scenes based on the modified algorithm.

The scientific innovation is as follows: optimization improvements of the Forward+ rendering algorithm are proposed, which leads to reduction of the execution time of this algorithm. A method of displaying translucent shadows is also proposed, which increases the visual quality of the resulting image.

The practical value of the results obtained in the work consists in reducing the execution time of the Forward+ rendering algorithm and increasing the quality of the image due to the ability to display translucent shadows.

The developed graphic scene rendering application has a modular architecture and does not depend on the choice of graphics processor, which allows it to be used on any computer.

Approbation of work. The main provisions and results were presented at the XV Scientific Conference of Master's and Postgraduate Students "Applied Mathematics and Computing" PMK-2022 (Kyiv, November 16-18, 2022). An article was also published at the conference "IX International Scientific and Technical Internet Conference "Modern methods, information, software and technical support of management systems of organizational, technical and technological complexes" (Kyiv, November 25, 2022).

Structure and scope of work. The master's thesis consists of an introduction, four chapters and conclusions.

The *first section* analyzes the subject area: the problem of calculating the illumination of graphic scenes and the existing algorithms for rendering graphic scenes. The shortcomings of already existing algorithms for calculating the illumination of graphic scenes are also considered and revealed.

In the *second section*, the Forward+ rendering algorithm is described in detail, the modifications of the Forward+ rendering algorithm are described in detail and justified, and the optimization of the algorithm and improvement of the visual quality of the resulting image.

In the *third chapter*, the analysis and justification of the choice of the programming language and integrated development environments available today

is carried out. In addition, the chapter contains a detailed description of the structure and architecture of the developed application.

The *fourth chapter* examines the approaches to testing the application and describes exactly how these approaches were used in the development of the application and testing of the final results

The results of the work are presented in the conclusions.

The work is presented on XX sheets, contains a link to the list of used literary sources.

Keywords: GPU, Forward, Deferred, Forward+, GPU, C++, Vulkan, rendering, shader.