

Метою даного дослідження є визначення понять комплексної продуктивності та соціотехнічності системи управління навчанням та комплексної інформаційної екосистеми «Електронний університет».

Серед результатів наукових досліджень можна виділити такі напрями, як оцінювання продуктивності та зрілості систем управління навчанням, систем управління навчальним закладом, цифрових платформ дистанційного навчання [1]. Одним із підходів, розглянутих і апробованих авторами статті, є оцінка зрілості системи по відношенню до рівня охоплення автоматизованих і оцифрованих процесів. Продуктивність та зрілість інформаційної системи «Електронний університет» має враховувати більше критеріїв. Серед них можна виділити такі, як зручність використання системи, рівень активності користувачів, скорочення часу підготовки до навчальних занять, скорочення часу підготовки звітних документів, проведення комунікацій. Саме комплекс таких показників є основою для формування поняття соціотехнічності.

Оцінку рівня продуктивності та зрілості системи «Електронний університет» як комплексу показників соціотехнічності можна проводити для різних контурів системи та категорій користувачів. Така декомпозиція системи дозволить визначити сильні та слабкі сторони системи з точки зору кожної групи користувачів і розробити рекомендації щодо покращення процесів взаємодії системи.

Практичні експерименти оцінювання будуть виконані для системи «Електронний університет ВНТУ» [2].

Оцінка соціотехнічності може бути виконана для всієї системи в цілому, на рівні роботи окремих модулів, дисциплін, в межах використання системи для дистанційного та змішаного навчання.

Список використаних джерел

1. Kovalenko O., Palamarchuk Y. and Yatskovska R., “Assessing the level of maturity of the automated management system of a higher education institution”, IEEE 16th Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. (CSIT), LVIV, Ukraine, IEEE, Sep. 2021. Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/csit52700.2021.9648663>
2. Паламарчук Є. А., Коваленко О.О., Бісікало О. В. Інформаційна екосистема «Електронний університет». Методологія, дослідження, впровадження, результати: монографія. Електрон. текст. дані (файл PDF: 5,7 Мбайт). Вінниця: ВНТУ, 2024. 188 с. URI: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/855>.

КОВАЛЬЧУК С.І.,
РОМАНЮК О.В.,

Вінницький національний технічний університет

ШЕЙДЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ РЕЛЬЄФНИХ ПОВЕРХОНЬ НА БАЗІ PARALLAX OCCLUSION MAPPING

Анотація: Розглянуто особливості реалізації методу формування зображень рельєфних поверхонь на базі *parallax occlusion mapping*.

Ключові слова: *parallax occlusion mapping*, програмування шейдерів, 3D-рендеринг, накладання текстур, рельєфне текстурування.

Вступ. У сфері комп'ютерної графіки зберігається постійний попит на реалістичність зображення [1]. Сучасні програми часто вимагають високодеталізованого візуального контенту, що робить реалізм важливою метою в дизайні графічних сцен.

Одним із підходів до підвищення реалістичності без шкоди для продуктивності є ефективне використання технік накладання текстур. Зокрема, використовуючи методи рельєфного текстурування, можна покращити сприйняття глибини і тонкощів поверхні, зміщуючи координати текстури під час рендерингу, що дозволяє створити ілюзію деталізованої 3D-поверхні на пласкій геометрії. Однак сучасні методи здебільшого покладаються на статичні параметри у своїй роботі [2-3].

Запропонований метод на базі *parallax occlusion mapping* дозволяє оптимізувати процес рендерингу текстури за допомогою регулювання кількості шарів дискретизації залежно від складності поверхні та кута огляду. Таке покращення дозволяє підвищити продуктивність програм, що

використовують POM, особливо в сценаріях, коли необхідно забезпечити високий рівень деталізації при обмежених обчислювальних ресурсах [4].

Шейдерна реалізація методу

Вершинний шейдер ініціалізує процес текстурювання шляхом перетворення вершин поверхні відповідно до матриць вигляду та моделі, забезпечуючи належне позиціонування об'єкта на 3D-сцені (рисунок 1) [5]. Шейдер отримує основні вхідні дані, зокрема положення вершин, нормалі, дотичні та UV-координати, щоб перетворити координати моделі у простір відображення. Крім того, на цьому етапі виконується обчислення матриці дотичного простору, яка буде використана для динамічного налаштування координат текстури.

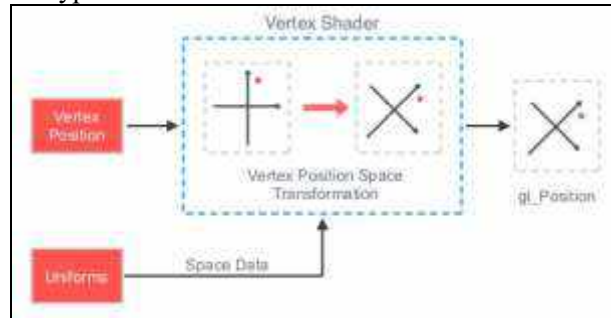


Рисунок 1 – Принцип роботи вершинного шейдера

Після обчислення необхідних перетворень вершинний шейдер передає координати текстури та трансформовані координати вигляду і положення світла до фрагментного шейдера (рисунок 2). Ці дані інтерполюються по поверхні моделі і дозволяють виконувати розрахунки для кожного фрагмента, необхідні для точного моделювання глибини та освітлення на піксельній основі.

У фрагментному шейдері реалізована основна функціональність рельєфного текстурювання. Окрім отриманих значень з вершинного шейдера, тут використовується декілька глобальних параметрів, таких як масштабування глибини текстури, максимальна та мінімальна кількість шарів, а також карти висот, нормалей, складності та дифузна карта.

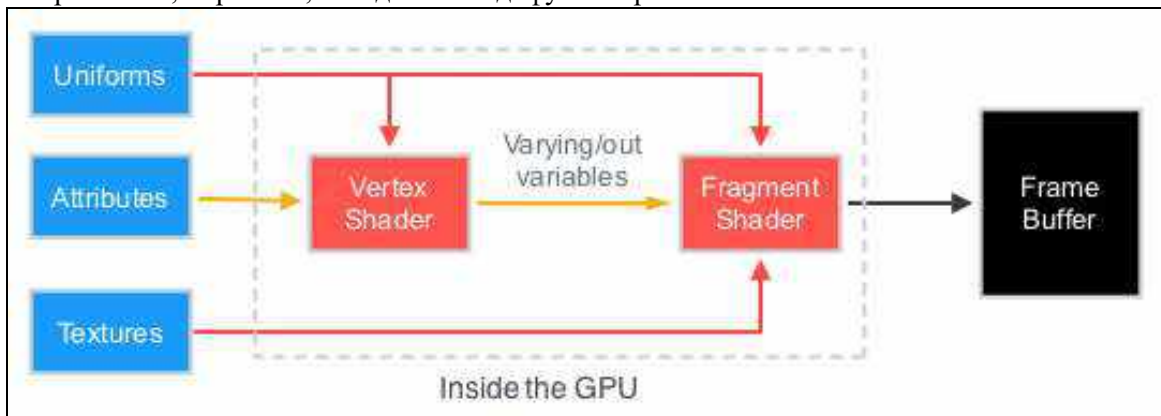


Рисунок 2 – Взаємодія вершинного та фрагментного шейдерів

Карта висот слугує основним джерелом інформації про глибину, а її значення використовуються для визначення величини зсуву, що застосовується до координат текстури. Для отримання текселя з текстури за заданими координатами використовується функція `texture()`, що приймає такі аргументи [6]:

- `sampler`: вказує семплер, до якого прив'язано текстуру, з якої буде отримано текселі;
- `P`: координати текстури, за якими буде проведено вибірку.

Параметр `HeightScale` використовується для масштабування значень на карті висот, що дозволяє контролювати інтенсивність ефекту глибини.

Залежно від кута огляду, шейдер підлаштовує координати текстури для вибірки, ітераційно виконуючи трасування променю вздовж вектору погляду, поки не буде досягнуто перетину зі значенням глибини з карти висот.

Кількість ітерацій (шарів дискретизації) динамічно регулюється залежно від складності текстури та кута огляду (рисунок 3). Так, параметри `MinLayers` та `MaxLayers` визначають межі, в яких відбувається вибір остаточної кількості шарів дискретизації для текселя. Після цього цей діапазон коригується із урахуванням кута огляду для отримання значень `adjustedMinLayers` та

adjustedMaxLayers. Остаточна кількість шарів дискретизації numLayers визначається на основі значення складності у текселі, яке отримується з карти складності.

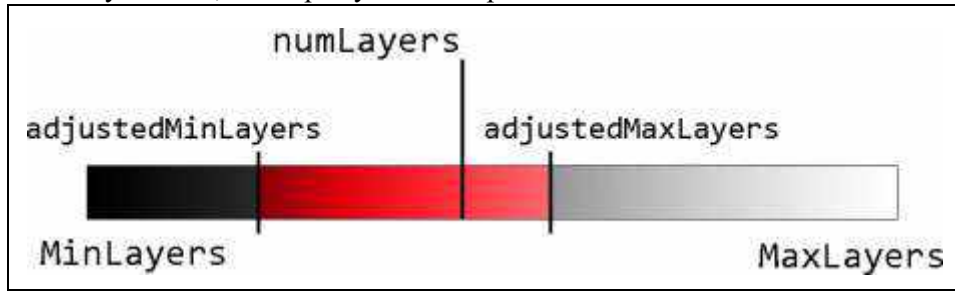


Рисунок 3 – Динамічне регулювання кількості шарів дискретизації

Результат роботи шейдерів після виконання описаних кроків наведено на рисунку 4. На цьому етапі завдяки зміщенню координат текстури досягається імітація нерівностей на поверхнях, проте ілюзія глибини не виглядає переконливо, особливо при прямому погляді на них.

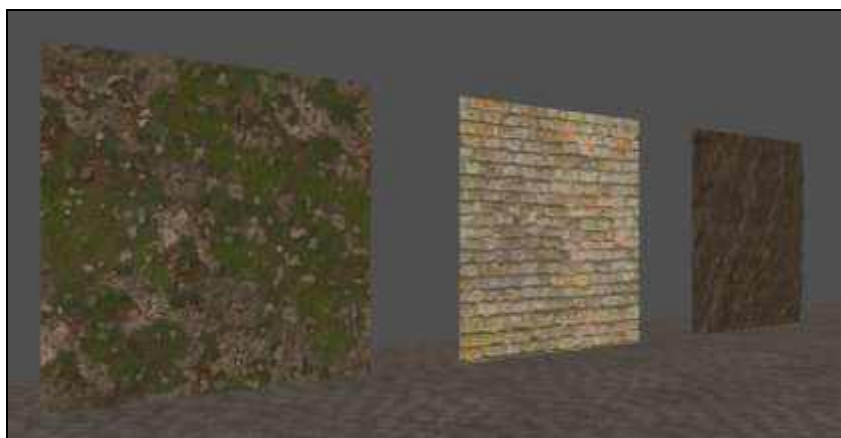


Рисунок 4 – Результат роботи шейдерів

Для підвищення реалістичності зображення виконується збурення напрямків векторів нормалей поверхні відповідно до карти нормалей, що дозволяє імітувати дрібні деталі поверхні. Також під час розрахунків враховується ефект від загального освітлення (ambient light) та освітлення поверхні напрямним джерелом світла, якщо таке є. Остаточний результат рельєфного текстуровання за допомогою методу POM із динамічним регулюванням кількості шарів дискретизації зображено на рисунку 5.

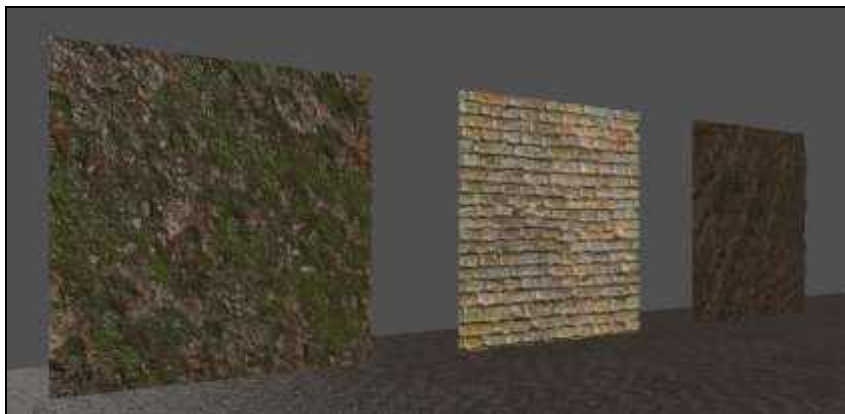


Рисунок 5 – Остаточний результат текстуровання

Висновки

Реалізація методу рельєфного текстуровання з динамічним налаштуванням дискретизації на базі POM дозволяє ефективно імітувати деталі поверхні та ефекти глибини на плоскій геометрії, зберігаючи баланс між продуктивністю та візуальною точністю. Було створено вершинний шейдер

для налаштування дотичних перетворень простору та передачі необхідних даних фрагментному шейдеру. Фрагментний шейдер, у свою чергу, динамічно налаштовує кількість шарів дискретизації на основі кута огляду та складності текстури. Цей підхід забезпечує надійну основу для реалістичного текстурювання поверхні в реальному часі та забезпечує переконливий ефект глибини, який може динамічно адаптуватися до умов сцени.

Список використаних джерел

1. Романюк, О. Н. Комп'ютерна графіка [Електронний ресурс] : електронний навч. посіб. / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, Р. Ю. Чехмestрук. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.
2. Войтко В. В. Аналіз основних підходів до формування шорстких поверхонь / В. В. Войтко, О. В. Романюк, В. О. Денисюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007. – № 2. – С. 119–124.
3. Ковальчук С. І., Романюк О. В. Методи імітації нерівностей на поверхні графічних об'єктів при накладанні текстур : Матеріали LIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ – Вінниця : ВНТУ, 2024. – URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2024/paper/view/20168>.
4. Ковальчук С.І., Романюк О.В. Напрямки удосконалення методу parallax occlusion mapping : Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2024 / Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів – Одеса: Видавництво ОНТУ, 2024. с. 383-385.
5. What is a Vertex Shader in OpenGL? : веб-сайт. URL: <https://www.haroldserrano.com/blog/what-is-a-vertex-shader-in-opengl>.
6. Texture – OpenGL 4 Reference Pages : веб-сайт. URL: <https://registry.khronos.org/OpenGL-Refpages/gl4/html/texture.xhtml>.

**КОЖЕМ'ЯКО Андрій,
ФЕДОРИШИН Олексій,**

Вінницький національний технічний університет

ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ДЕТЕКТОРИ ДИМУ З МІКРОПРОЦЕСОРНОЮ ОБРОБКОЮ: ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В СИСТЕМАХ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Анотація: В доповіді розглядається вдосконалення оптико-електронних детекторів диму шляхом впровадження мікропроцесорної обробки сигналів для зменшення хибних тривог та покращення їх ефективності в складних умовах експлуатації. Запропонований підхід дозволяє підвищити надійність роботи систем протипожежного захисту в промисловості, та побуті.

Ключові слова: оптико-електронний детектор диму, мікропроцесорна обробка, протипожежна система, адаптивний алгоритм, хибні тривоги.

Оптико-електронні детектори диму є важливою складовою сучасних протипожежних систем. Їх використання дозволяє своєчасно виявляти загрозу загоряння [1]. Однак у складних умовах експлуатації, таких як високий рівень запиленості, ефективність детекторів може знижуватися, що підвищує ймовірність хибних спрацювань. Вдосконалення таких пристроїв за допомогою мікропроцесорної обробки сигналів є актуальним завданням для підвищення безпеки в промисловості, та побуті.

Існуючі оптико-електронні детектори потребують адаптації для роботи в складних умовах. Сучасні технології мікропроцесорної обробки можуть забезпечити більш точне виявлення загроз за рахунок адаптивних алгоритмів, що дозволяє знизити кількість хибних тривог і підвищити надійність системи [3]. Крім того, мікропроцесорні технології забезпечують можливість використання різноманітних алгоритмів від простих до передових таких як:

- 1) Алгоритм порівняння сигналів – порівняння рівнів отриманого сигналу з еталонним;
- 2) Алгоритми фільтрації сигналів – фільтрування отриманого сигналу для зменшення кількості хибних тривог;
- 3) Алгоритм самонавчання – алгоритми що дозволяють системі адаптуватися до змін у навколишньому середовищі або зміни параметрів датчика з часом;