

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМ ПРОЄКТОМ «ПРОГРАМНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ВИСОКОРЕАЛІСТИЧНИХ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ»

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проаналізовано особливості управління науковим проєктом «Програмна система формування високореалістичних графічних зображень».

Ключові слова: управління проєктом, науковий проєкт, рендеринг.

Abstract

It is analyzed the key features of the scientific project “Program system for the formation of highly-realistic graphic images” management.

Keywords: project management, scientific project, rendering.

Вступ

Проєкт [1] є обмеженою у часі діяльністю, спрямованою на розробку певного продукту чи послуги. Одним із типів проєктів є науковий проєкт [2], що передбачає вирішення наукових завдань, здобуття нових наукових знань. Прикладами наукових проєктів є розробка системи штучного інтелекту, що забезпечує більш точне розпізнавання емоцій, розробка системи управління базами даних, що забезпечує більш ефективне шифрування даних. Перспективною є розробка наукових проєктів у галузі 3D-рендерингу [3]. Науково-орієнтовані системи рендерингу повинні не лише забезпечувати високореалістичне формування зображень у режимі реального часу, а й сприяти зручному здійсненню наукових досліджень. Існуючі рішення характеризуються рядом недоліків: недостатня реалістичність або надлишкова складність наявних моделей рендерингу, відсутність низькорівневого контролю над алгоритмами візуалізації, неможливість додання нових моделей через інтерфейс, відсутність порівняння алгоритмів візуалізації на основі метрики якості зображення, складність освоєння новачками. Тому актуальною є реалізація нового наукового проєкту з формування високореалістичних графічних зображень. При цьому, важливо врахувати особливості управління розробкою системи на відповідних етапах.

Метою роботи є проаналізувати особливості управління науковим проєктом з розробки програмної системи формування високореалістичних графічних зображень.

Результати дослідження

Основними характеристиками проєктів [1] є скінченність, унікальність, спрямованість, координоване виконання дій. Науковий проєкт «Програмна система формування високореалістичних графічних зображень» обмежений у часі термінами виконання дисертаційного дослідження. Унікальність проєкту полягає у розробці нових моделей та алгоритмів рендерингу, що забезпечать підвищення реалістичності формування зображень у реальному часі. Проєкт спрямований на створення програмної системи, що містить реалізовані вдосконалені моделі, а також забезпечує зручне й низькорівневе тестування існуючих моделей рендерингу. Координована розробка проєкту полягає у тому, що програмна реалізація нових моделей відбиття світла, методів нормалізації векторів, методів нейронного рендерингу здійснюється щоразу після роботи над відповідними розділами дисертації.

Розробка наукового проєкту розпочинається з визначення теми та мети проєкту [2]. Темою проєкту є розробка програмної системи формування високореалістичних графічних зображень. Програмна система належить до класу спеціалізованих засобів, як BRDF Explorer, Idx3d, призначених для тестування моделей рендерингу у сфері освіти й наукових досліджень.

Основна мета наукового проєкту полягає у підвищенні реалістичності програмного формування зображень у реальному часі шляхом розробки нових алгоритмів і моделей рендерингу. Додатково, необхідним є підвищення продуктивності існуючих алгоритмів і моделей рендерингу при збереженні високої якості формування зображень. Нові алгоритми та моделі впроваджуються у програмній системі. Таким чином, користувачі отримують програмну систему, де можна дослідити нові моделі рендерингу, використати їх у власних системах рендерингу, а також вдосконалити. Окрім того, забезпечується підвищення зручності використання програмної системи для наукових і освітніх цілей порівняно з аналогами.

Як і для проєктів у загальному, планування наукового проєкту [1] здійснюється відносно змісту робіт, вартості робіт, учасників, ризиків.

Тривалість наукового проєкту «Програмна система формування високореалістичних графічних зображень» становить 4 роки. Планування розробки проєкту відповідає річним планам дисертаційного дослідження, де зазначаються заплановані результати діяльності аспіранта. Щороку складається список запланованих спринтів виконання задач проєкту по 7 або 14 днів. Тобто, використовується напрям планування етапів академічного дослідження, подібний до гнучких методологій розробки програмного забезпечення.

Наприкінці кожного спринту аспірант разом із науковим керівником аналізує результати роботи над завданнями. Після цього, обговорюються завдання наступного за планом спринту. При цьому, список запланованих спринтів є гнучким і може коригуватись, наприклад, після завершення кожного спринту чи щомісяця.

Загалом, завдання першого року проєкту присвячені поглибленому аналізу програмних систем, моделей і алгоритмів рендерингу. На основі аналізу літературних джерел формуються гіпотези [2], як можна підвищити реалістичність формування тривимірних зображень.

Розглянемо приклади гіпотез, що були досліджені при розробці програмної системи формування високореалістичних графічних зображень. Застосування поліноміальної регресії [4] дозволяє підвищити точність апроксимації оригінальної моделі Фонга. Комбінування різних косинус-степеневих моделей відбиття світла [5] дозволяє підвищити реалістичність формування зони затухання відблиску. Розклад виразу оберненого квадратного кореня у ряд Тейлора [6] дозволяє підвищити продуктивність формування високореалістичного зображення. Передбачення оптимальної кількості трикутників 3D-об'єкта [7] забезпечує високоефективне формування 3D-сцени без помітних втрат у якості.

Для здійснення запланованих наукових досліджень на основі сформованих гіпотез важливим є вибір відповідних методологій [2]. Для кожного запланованого дослідження визначаються тип, середовище, метод оцінювання якості результатів. Наприклад, розробка нових моделей відбиття світла передбачає теоретичні та експериментальні дослідження (відповідно виведення нових аналітичних виразів і візуалізація тестової сцени на основі даних виразів). Виведення формул моделей відбиття світла здійснюється у програмному засобі MathCAD. Тестування нових моделей здійснюється після розробки відповідного модуля програмної системи. На першому етапі дослідження якість результатів визначається шляхом побудови графіків відносних і абсолютних похибок отриманих виразів. На другому етапі візуалізуються сцени на основі нової та еталонної моделей відбиття світла. Якість моделі визначається на основі аналізу метрики похибки між зображеннями, наприклад, NMSE.

Коли на основі аналізу джерел уже відомими є основні напрямки дослідження, доцільним є здійснити аналіз вимог і проєктування архітектури майбутньої програмної системи. Програмна система формування високореалістичних графічних зображень характеризується наступними основними вимогами: візуалізація 3D-об'єктів на основі нових та існуючих моделей відбиття світла, порівняння сформованих зображень на основі метрики якості, можливість установки параметрів матеріалу, можливість додання нових моделей через спеціальних інтерфейс. Система включає підсистеми растрезаторів, додання нових растрезаторів, математичних обчислень, інтелектуальної оптимізації.

Учасниками проєкту на 1-му році його розробки є аспірант і науковий керівник. Витрати на ресурси включають одноразову купівлю MS Office, Visual Paradigm (8009 грн). Ризики включають застарілість, неповноту наукових джерел, хаотичне коригування списку спринтів. Тому, при аналізі літератури необхідно використовувати авторитетні бази публікацій, як Scopus, IEEE Xplore. Для зміни послідовності спринтів повинен бути установлений чіткий механізм.

Наступні роки наукового проєкту більше присвячені здійсненню запланованих досліджень й розробці програмного засобу. Зокрема, завдання другого року проєкту присвячені розробці й вдосконаленню моделей відбиття світла. Досліджується розробка нових емпіричних моделей, комбінованих

моделей, енергетично-коректних емпіричних моделей, мікрофасетних моделей відбиття. Розробляються й тестуються підсистеми растеризаторів, додання нових растеризаторів, математичних обчислень.

Витрати на ресурси включають купівлю MathCAD, MathType (6890 грн). Використовуються безкоштовні засоби (або їх безкоштовні версії) ChatGPT, Gemini, Eclipse, TuringBot, BRDF Explorer і уже придбаний MS Office. Ризики включають недосконале володіння MathCAD, втрату часу на безрезультативну розробку нової моделі відбиття світла. Тому, необхідним є вивчення основ роботи із MathCAD і встановлення часових обмежень на розробку окремих моделей.

Третій рік наукового проєкту присвячений розробці нових методів пришвидшеного обчислення нормалей і нейронного рендерингу для формування високореалістичних зображень у режимі реального часу. Розробляється й тестується підсистема інтелектуальної оптимізації. Здійснюються інтеграційне та системне тестування програми.

Витрати на ресурси включають подовження ліцензії MathCAD, MathType (≈7235 грн). Використовуються безкоштовні засоби ChatGPT, Anaconda, Gemini, Jupyter Notebook, Eclipse, Blender, уже придбаний MS Office. Учасниками проєкту на 2-му й 3-му році розробки є аспірант, науковий керівник, співавтори статей. Ризиками на 3-му році є часові затримки у розробці методів нейронного рендерингу та нормалізації векторів, складність інтеграції нейронних моделей у програмну систему. Тому, також необхідно встановити часові обмеження на здійснення окремих досліджень, зчитувати ваги натренованої моделі для прямої її реалізації у системі.

Завдання четвертого року наукового проєкту пов'язані з підготовкою до його впровадження та презентації у виді семінару й захисту дисертації.

Аналогічно, подовжуються ліцензії MathCAD, MathType (≈7597 грн). Активно використовуються придбані MS Office (Word, PowerPoint), Visual Paradigm, безкоштовні засоби ChatGPT, Gemini, Paint, Eclipse. Учасниками проєкту на 4-му році розробки є аспірант, науковий керівник, рецензенти. Ризиком є нестача часу на підготовку якісної презентації системи. Тому, необхідно регулярно виділяти час на підготовку презентації проєкту.

Паралельно до роботи над науковим проєктом, результати досліджень публікуються у виді статей у фахових і виданнях і тезах міжнародних конференцій.

Важливо зазначити, що корисною є побудова діаграми Ганта, де відображаються основні роботи проєкту, виконавці робіт, вартості робіт.

Після 4 років розробки отримуємо нову програмну систему з новими моделями і алгоритмами рендерингу, що можуть бути досліджені та вдосконалені користувачами програми.

Висновки

Науковий проєкт «Програмна система формування високореалістичних графічних зображень» забезпечує розробку системи, де реалізовано нові моделі й алгоритми рендерингу для підвищення реалістичності формування зображень у реальному часі. Програма призначена для використання під час освітнього процесу та наукових досліджень. Нові та відомі моделі й алгоритми рендерингу аналізуються користувачами, що забезпечується зручним функціоналом системи, та вдосконалюються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьмініх В. О., Коваль О. В., Тараненко Р. А. Моделі та засоби управління ІТ-проєктами. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2023. 222 с.
2. Тема 2. Загальна характеристика наукових проєктів в галузі міжнародних комунікацій. *E-Learning.IIR.edu.ua*. URL: https://e-learning.iir.edu.ua/pluginfile.php/109426/mod_resource/content/1/ТЕМА%20%20наукові%20проєкти.pdf (дата звернення: 01.06.2025).
3. Романюк О. Н., Романюк О. В., Чехмestрук Р. Ю. Комп'ютерна графіка. Вінниця : ВНТУ, 2023. 146 с.
4. Завальнюк Є. К., Романюк О. Н., Сацюк І. А. Модифікована модель відбиття Шліка. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2024. No. 4. URL: <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2024-4-40-48> (дата доступу: 01.06.2025).

5. Combined bidirectional reflectance distribution functions usage for increasing images creation productivity / O. N. Romanyuk et al. *Applied Aspects of Information Technology*. 2023. Vol. 6, no. 2. P. 130–138. URL: <https://doi.org/10.15276/aait.06.2023.9> (date of access: 01.06.2025).

6. Accelerated Vector Normalization for Rendering Tasks / O. Romanyuk et al. *2024 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Ceske Budejovice, Czech Republic, 19–21 September 2024. 2024. P. 640–644. URL: <https://doi.org/10.1109/acit62333.2024.10712602> (date of access: 01.06.2025).

7. Romanyuk O., Zavalniuk Y. Deep Learning-Based Determination of Optimal Triangles Number of Graphic Objects Polygonal Model. *5th International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security*, Khmelnytskyi, 28 March 2024. 2024. P. 39–51.

Завальнюк Євген Костянтинович — аспірант кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: qq9272627@gmail.com

Zavalniuk Yevhen K. — postgraduate student, Department of Software Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : qq9272627@gmail.com