

ДОДАТОК А

Перелік джерел посилання за науковими напрямками керівника та науковців
кафедри програмної інженерії

10. Stoyan Y. G., Smelyakov S. V. An approach to the problems of routing optimization in the regions of intricate shape. *Information Processing Letters*. 1981. Vol. 13, no. 1. P. 39–43. URL: [https://doi.org/10.1016/0020-0190\(81\)90148-4](https://doi.org/10.1016/0020-0190(81)90148-4)(дата звернення: 05.04.2024).
11. Falatiuk H., Shirokopetleva M., Dudar Z. Investigation of Architecture and Technology Stack for e-Archive System. *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8–11 October 2019. 2019. URL: <https://doi.org/10.1109/picst47496.2019.9061407> (дата звернення: 05.04.2024).
12. Smelyakov S. V., Stoyan Y. G. Modelling of the space of paths in problems of constructing optimal trajectories. *USSR Computational Mathematics and Mathematical Physics*. 1983. Vol. 23, no. 1. P. 50–55. URL: [https://doi.org/10.1016/s0041-5553\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/s0041-5553(83)80009-3) (дата звернення: 05.04.2024).
- 22.GAMEG. Cover, Editorial Board, Acknowledgement and Table of Contents. *Gameology and Multimedia Expert*. 2024. Vol.1, no.1. URL: <https://doi.org/10.29103/game.v1i1.14573> (date of access: 21.04.2024).
23. Аналіз методів сегментації зображень автомобільних реєстраційних номерів\ Володін, Д. О.,Афанасьєва, І. В., Видавництво: ХНУРЕ, 2019р., URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/18415> (дата звернення: 21.04.2024).

ДОДАТОК Б

Архітектурна структура unity, її компоненти та зв'язок між ними

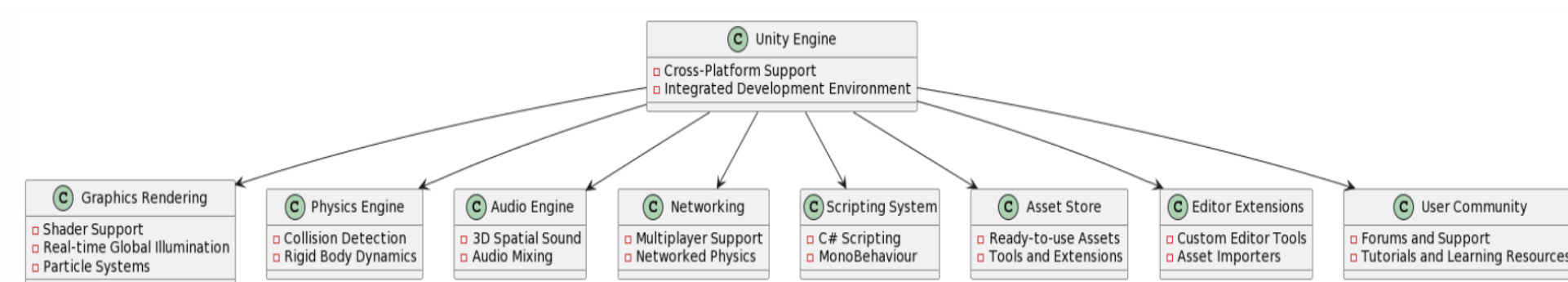


Рисунок Б.1 – Архітектурна структура unity, її компоненти та зв'язок між ними

ДОДАТОК В

Результати кадрів в секунду для кожної із 3х відстаней (ітерацій LOD)

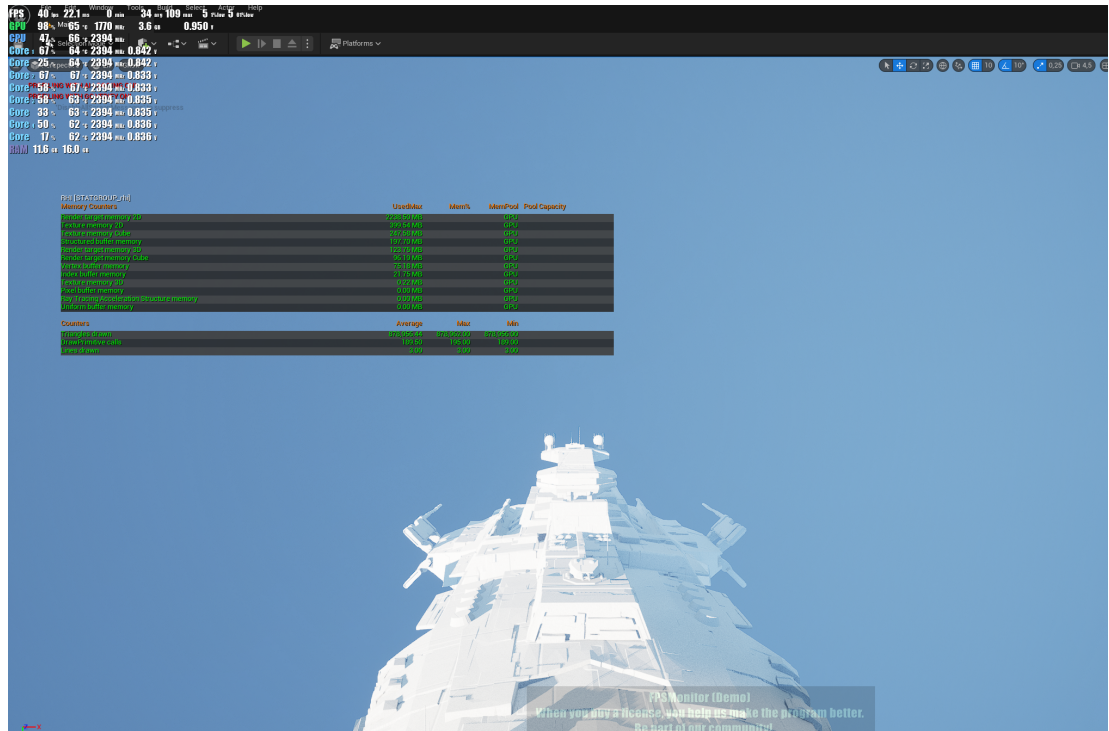


Рисунок В.1 – Unrealengine LOD-1

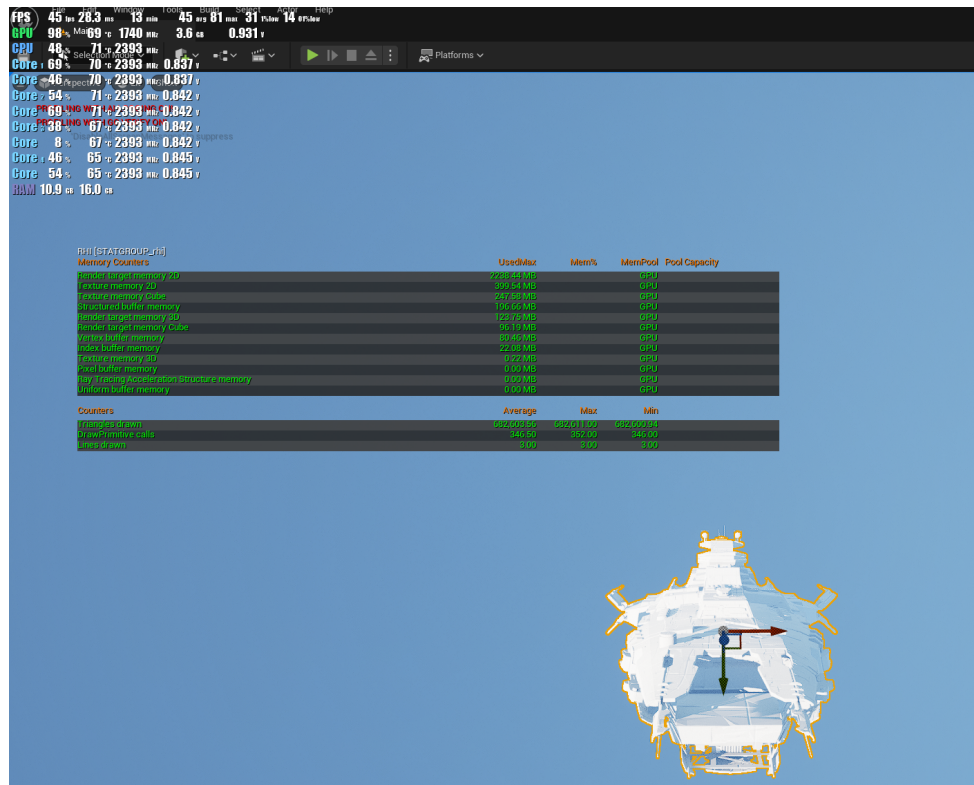


Рисунок В.2 – Unrealengine LOD-2

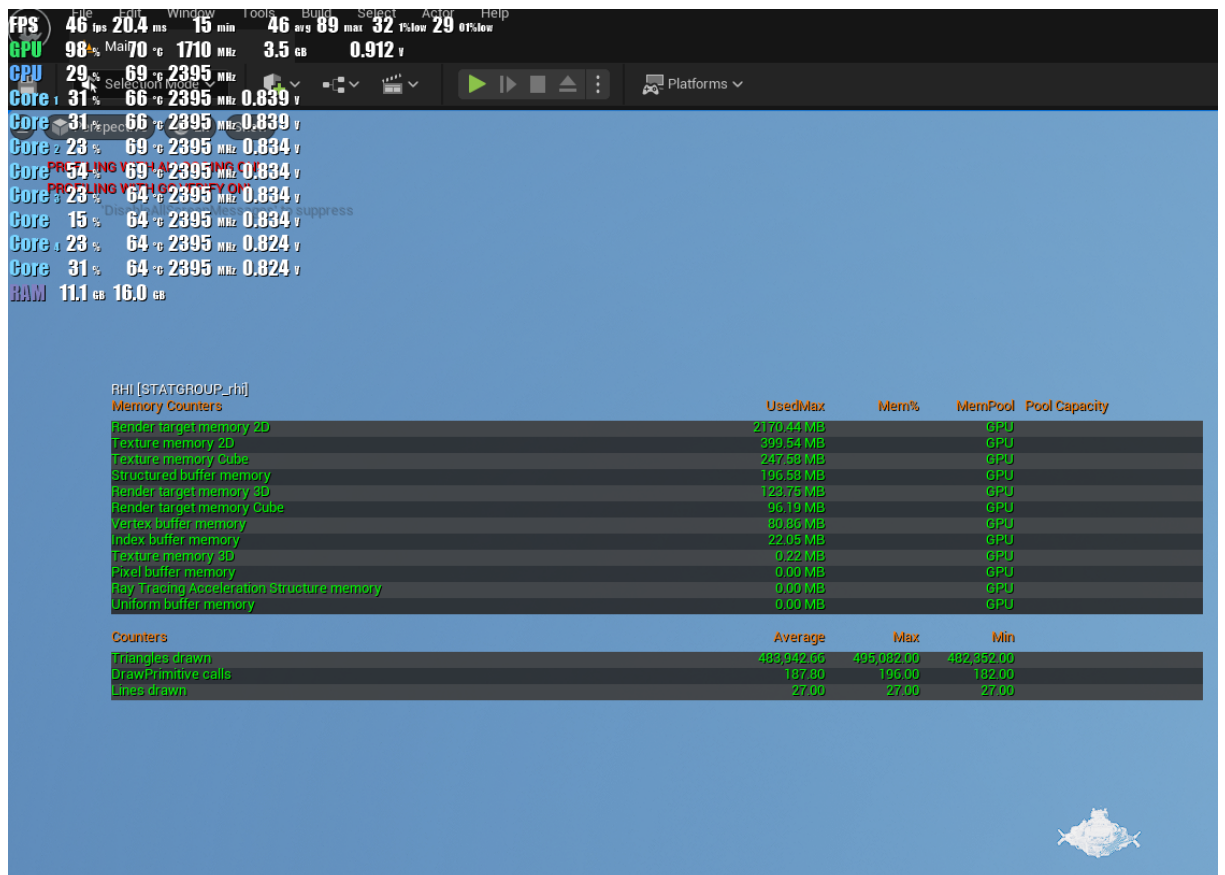


Рисунок В.3 – Unrealengine LOD-3

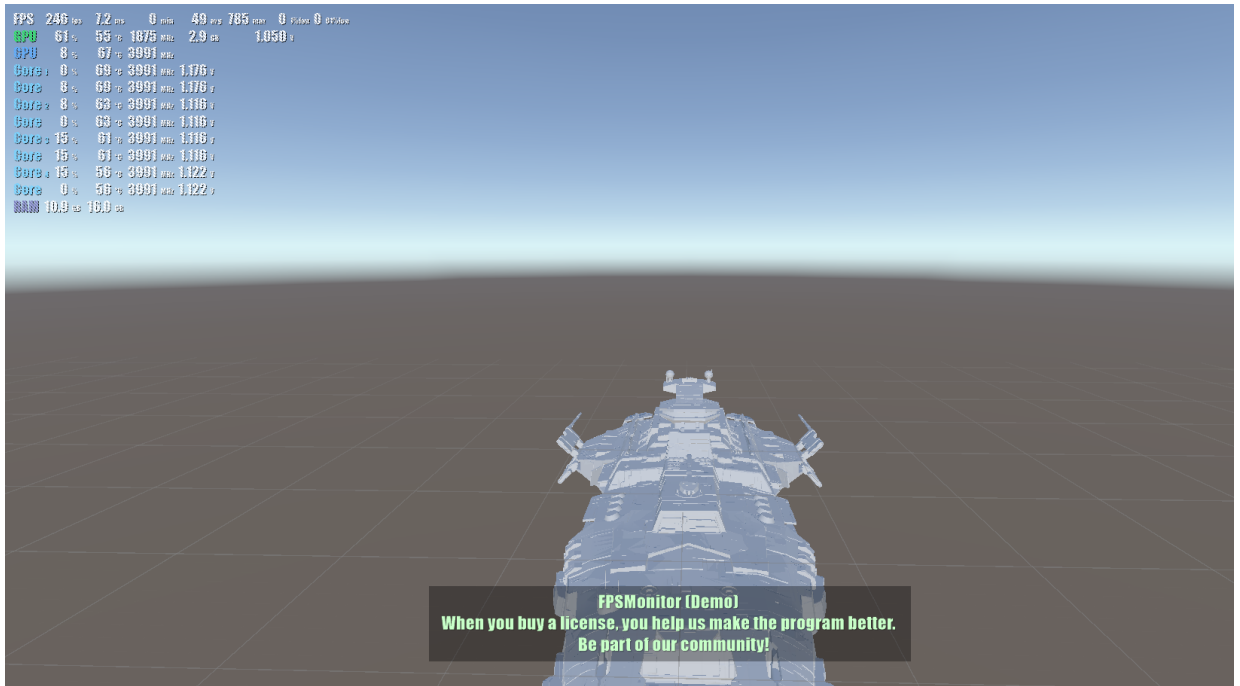


Рисунок В.4 – Unity LOD-1

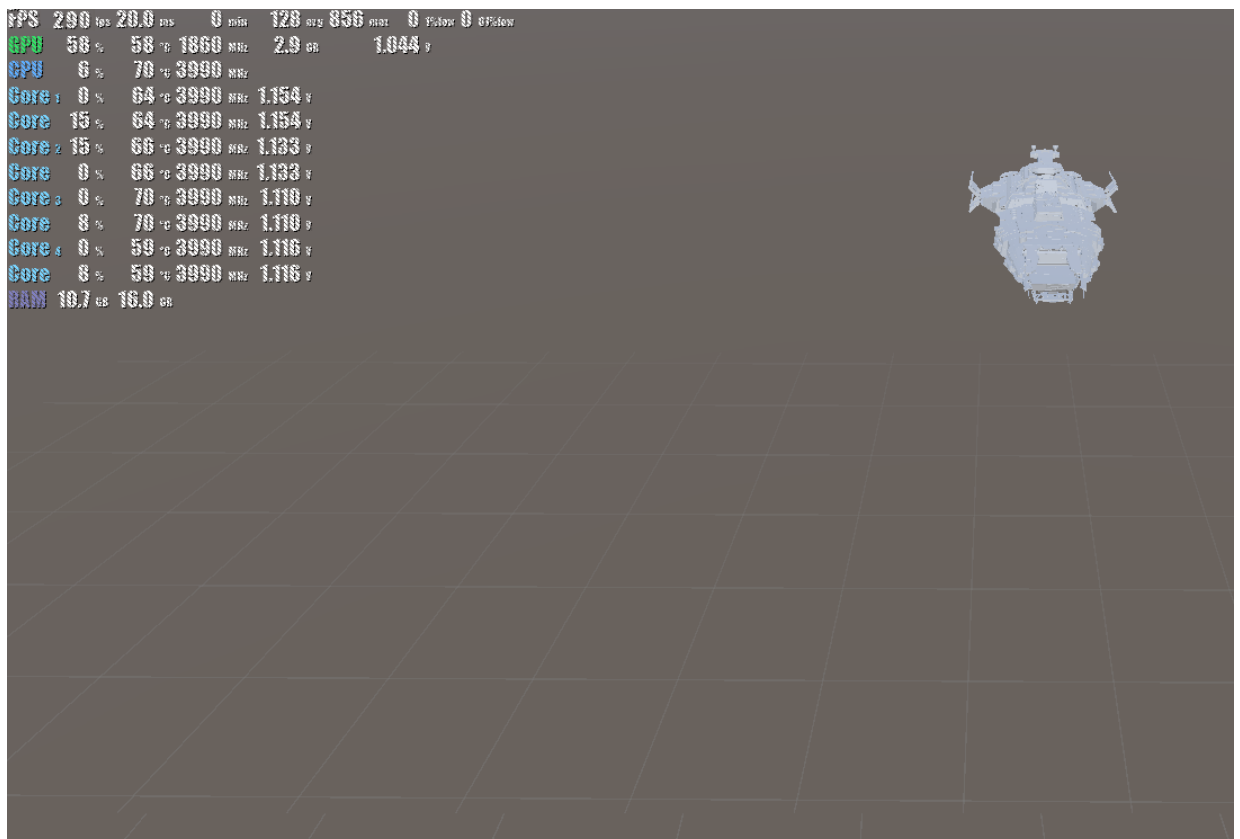


Рисунок В.5 – Unity LOD-2

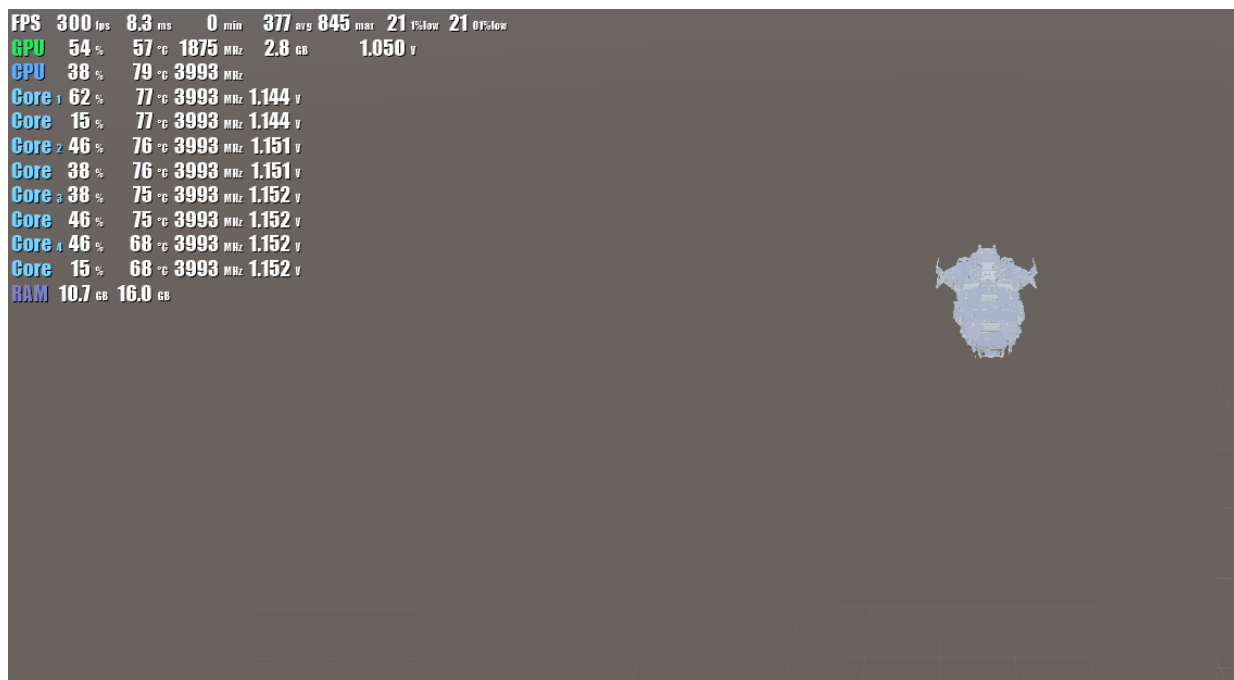


Рисунок В.6 – Unity LOD-3

ДОДАТОК Г

Слайди презентації



Дослідження методів проектування 3D простору для "triple-A" проектів

Бронов І. В., ПЗМ-22-2
Науковий керівник: проф. Смеляков С.В.



14 червня 2024

Дослідження

Актуальність та стан розвитку галузі: галузь ігрової індустрії з останніми роками стає більш популярною та вимагає уваги та залученості до тенденцій, адже швидкість розвитку – величезна, тож розробникам необхідно вчасно та якісно підходити до розробки та аналізу ключових елементів систем, адже аудиторія у вихідного продукту дуже вибаглива та уважна, також варто зазначити що продукт галузі – ігри – є дуже чутливими до характеристик систем, а отже і до оптимізації.

Чітке визначення напрямку дослідження: дослідження спрямоване на розробку методу тестування LOD та загальної продуктивності ігрових рушіїв та розробки рекомендацій для розробників.

Об'єкт дослідження: методи та засоби проектування 3D простору для "triple-A" проектів.



Постановка задачі

Постановка задачі: у кваліфікаційній роботі досліджено предметну область застосування та вибору ігрового рушія під великі AAA проекти, які реалізують відкритий світ, досліджено популярні ігрові рушії, які використовуються розробниками по усьому світу та на яких реалізовані найбільш популярні та великі ігри.

Опис очікуваних результатів: за результатами роботи проаналізовано проблеми розробки великих AAA проектів, встановлено засоби створення об'єктів в таких проектах, розглянуто популярні засоби для реалізації функціоналу створення об'єктів, проведено експериментальне порівняння цих засобів та встановлено результати і рекомендації щодо вибору інструменту розробки



Методологія

Опис використаних методів дослідження: бенчмаркінг продуктивності в одній системі координат.

Інструментарій та технології, використані в роботі:

- платформи: Unity, UnityHub, UnrealEngine;
- засоби тестування: FPS Monitor;
- мова програмування C#.



Порівняння якості текстур на різних рушіях



На зображенні картинка з права на UnrealEngine а зліва на Unity, тож чітко можна побачити більшу деталізацію на UnrealEngine та роботи технології Lumen для більш об'ємного та чіткого освітлення.



Полігональна оптимізація



На зображенні можна детально побачити економію полігонів задля більшої продуктивності.



Технологія трасування світла



Технологія є провідною перевагою UnrealEngine, на рисунку продемонстровано приклад використання технології реалістичних віддзеркалень.



Об'єкт тестування

Підводячи підсумок по аналізу функціональних елементів, розглянуто дослідженні LOD функціоналу, адже він надає наступні можливості для великого проекту:

- підвищення продуктивності;
- підвищення якості графіки;
- масштабованість;
- економія ресурсів розробки.



Вхідні дані експерименту

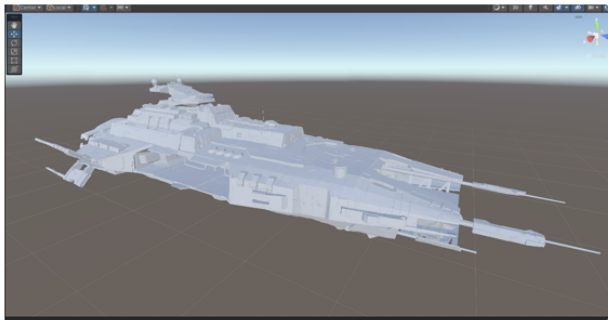
Для отримання максимально близьких умов тестування двох ігрових рушіїв та їх LOD функціоналу стандартизовано умови, а саме:

- використано однакову модель об'єкту;
- стандартизовані показники LOD;
- проведено вимірювання відносно кадрів на секунду;
- використано однаковий бенчмарк застосунок



Об'єкт експерименту

Наведено модель, яка налічує загалом близько 700 000 полігонів, що дасть відносно значуще навантаження на систему.



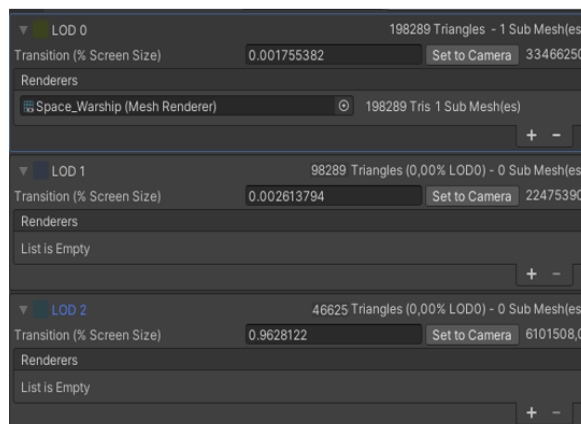
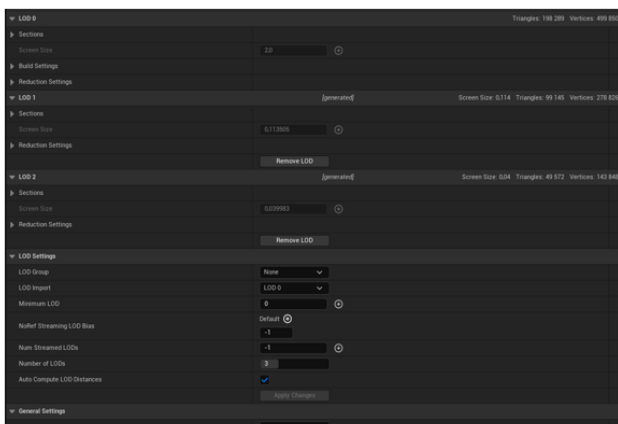
RenderCrate-Space_Warship_1 (Static Mesh)

Path: /Game/test2
Asset Filepath Length: 92 / 210
Cooking Filepath Length: 139 / 260
Disk Size: 4,977 MiB
Has Virtualized Data: False
Materials: 1
Vertices: 499 850
Triangles: 198 289



Система координат

Встановлено однакові показники деталізації відносно відстані



Система заміру продуктивності та LODs size

Наведено інтерфейс бенчмарку та таблицю рівнів деталізації.

LODs	Кількість трикутників у моделі залежно від 3x відстаней
LOD1	198 289 трикутників
LOD2	99 145 трикутників
LOD3	49 572

FPS	0	20.0	50	50	50	50	50
GPU	6 %	51	1050	3.3	0.644		
CPU	22 %	72	3990				
Core	31 %	56	3990	1.173			
Core	23 %	56	3990	1.173			
Core	38 %	71	3990	1.145			
Core	8 %	71	3990	1.145			
Core	23 %	57	3990	1.145			
Core	15 %	57	3990	1.145			
Core	15 %	64	3990	1.130			
Core	23 %	64	3990	1.130			
RAM	10.9	16.0					



Аналіз результатів

LOD ітерації	Рушії	
	unrealengine	unity
LOD-1	40 fps	267 fps
LOD-2	45 fps	290 fps
LOD-3	46 fps	300 fps

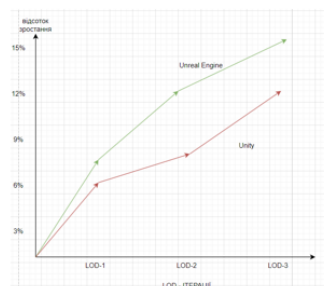
Щоб визначити, який рушій показав кращу тенденцію до покращення продуктивності з кожною новою LOD ітерацією, використано наступну формулу:

$$x = \frac{u_n - u_{n(n-1)}}{u_{n(n-1)}} \times 100\%$$

Де u_n – кадри за секунду на ітерації n та $u_{n(n-1)}$ – кадри за секунду на попередній ітерації.

Виходячи із розрахунків, отримано поступове зростання у UnrealEngine у $12.5\% + 2.22\% = 14.7\%$.

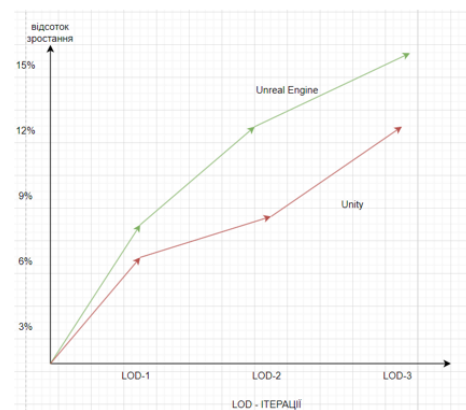
У Unity – $8.6\% + 3.4\% = 12\%$.



Аналіз результатів

За результатами дослідження при бенчмарку продуктивності процесу, як і очікувалось, дуже близькі відносно моделі такого розміру. Але загалом більш ефективною є система оптимізації текстур у UnrealEngine.

Гістограма ілюструє динаміку зростання кадрів на кожній ітерації обох рушіїв.



Висновки

У кваліфікаційній роботі проведено всебічний аналіз основних ігрових рушіїв – UnrealEngine, CryEngine, і Unity з акцентом на їхню придатність для створення AAA-проектів. Розглянуто ключові характеристики та функціональності кожного рушія, включаючи їх графічні можливості, підтримку скриптів, оптимізацію продуктивності та підтримку спільноти; виявлено важливий та до цього не протестований розділ функціоналу LOD. На основі детального порівняльного аналізу, обґрунтовано висновок, що UnrealEngine є найкращим вибором для розробки великомасштабних AAA-ігор.

Розроблено унікальний підхід до тестування функціоналу та отримано результати, завдяки яким з'ясовано, що рушія UnrealEngine є більш оптимізованим під тестований функціонал та є найкращим вибором для розробки великомасштабних AAA-ігор.

ДОДАТОК Д

Результати перевірки на академічний плагіат



Ім'я користувача:
Кардаш Євген Вікторович каф.ПІ

ID перевірки:
1016307102

Дата перевірки:
01.06.2024 11:43:31 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
01.06.2024 11:44:47 EEST

ID користувача:
100013622

Назва документа: 2024_М_ПІ_ІПЗм-22-2_Бронов_І_В_скорочений

Кількість сторінок: 44 Кількість слів: 7434 Кількість символів: 56876 Розмір файлу: 10.38 MB ID файлу: 1016103451

0.75%
Схожість

Найбільша схожість: 0.16% з Інтернет-джерелом (<http://lib.iitta.gov.ua/733716/1/Vol-3085.pdf>)

0.75% Джерела з Інтернету 33 Сторінка 46

0.12% Джерела з Бібліотеки 1 Сторінка 46

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 110

ДОДАТОК Ж

Експертний висновок результатів перевірки роботи

Експертний висновок результатів перевірки кваліфікаційної роботи

студент
(посада)

програмної інженерії
(кафедра)

ПЗМ-22-2
(група)

Бронов І.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

Зауваження

Пункт ДСТУ 3008-2015	Зміст пункту	Сторінка кваліфікаційної роботи
1	2	3
	7.1 Загальні положення	
	7.3 Нумерація сторінок звіту	
	7.4 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів	
	7.5 Рисунок	
	7.6 Таблиці	
	7.7 Переліки	
	7.8 Примітки	
	7.9 Висновки	
	7.10 Формули та рівняння	
7.10.6	Пояснення познач, які входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, у якій їх наведено у формулі або рівнянні. Пояснення познач треба подавати без абзацного відступу з нового рядка, починаючи зі слова «де» без двокрапки. Позначи, яким встановлюють визначення чи пояснення, рекомендовано ви-рівнювати у вертикальному напрямку.	46
	7.11 Посилання	
	7.13 Список авторів	
	7.14 Скорочення та умовні позначки	
	7.15 Додатки	
Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра... ЗАТВЕРДЖЕНО кафедрою ІІІ протокол № 5 від 13.11.2023р. 3.2 Оформлення посемінальної записки згідно з ДСТУ 3008:2015 Звіт у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. Шаблон затверджений засіданням кафедри №3 від 16.10.2023.	Увага! встановлені фіксовані береги: лівий – 25 мм., правий – 10 мм, верхній і нижній – 20 мм.	за текстом
Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра... ЗАТВЕРДЖЕНО кафедрою ІІІ протокол № 5 від 13.11.2023р. 3.2 Оформлення посемінальної записки згідно з ДСТУ 3008:2015 Звіт у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. Шаблон затверджений засіданням кафедри №3 від 16.10.2023.	Рисунок повинен розміщуватися одразу після його згадування у тексті, або на наступній сторінці. Під рисунком повинен бути підпис із словом Рисунок, порядковим номером цього рисунку, через тире з великої літери – назва рисунку та в круглих дужках вказується джерело з якого взятий цей рисунок, або то, що його виконало самостійно.	23, далі за текстом.

Експерт

(підпис)

Вадим НЕЧВОЛОД

(прізвище, ім'я)