



УДК 004.4.273

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕФОТОРЕАЛІСТИЧНОГО РЕНДЕРИНГУ ДЛЯ СТИЛІЗАЦІЇ МОБІЛЬНОГО ІГРОВОГО ДОДАТКУ

ХИНЕВИЧ Руслана, ЯНЧУК Віталій, МИРОНОВ Вадим  
Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна  
[yan4uk.v@gmail.com](mailto:yan4uk.v@gmail.com)

*Досліджено технічні обмеження та виклики розробки мобільних ігор із 3D графікою, зосереджуючись на балансі між графічною якістю та енергоефективністю обчислювальних ресурсів мобільних пристроїв. Акцент зроблено на важливості стилізації та використанні методів нефотореалістичного рендерингу (NPR), таких як Hand Painted Textures та Half-Lambert освітлення, для створення візуально привабливих ігор, які залишаються актуальними з розвитком технологій. Результати дослідження підкреслюють значення інноваційних технічних рішень для оптимізації продуктивності та візуальної привабливості мобільних ігор.*

***Ключові слова:** розробка мобільних ігор, стилізація в іграх, створення ігрової графіки, рендеринг, 3D графіка.*

### ВСТУП

Розробка мобільних ігор із використанням 3D графіки має ряд технічних обмежень, зумовлених характеристиками мобільних пристроїв. Мобільні пристрої мають значно меншу обчислювальну потужність порівняно з настільними комп'ютерами чи ігровими консолями. Це впливає на складність сцен, кількість одночасно оброблюваних об'єктів, деталізацію текстур та складність шейдерів [1]. 3D графіка вимагає значних обчислювальних ресурсів, що може призводити до швидкого розряджання батареї та перегріву пристрою, що, в свою чергу, може спричинити негативний досвід для користувача. Розробники мають знайти баланс між графічною якістю та енергоефективністю, щоб забезпечити задовільний час роботи пристрою без перегріву.

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Основним завданням роботи була розробка візуального стилю та пошук методик створення мобільної гри та 3D графіки до неї, що відповідала б наступним вимогам:

1. Кількість діючих персонажів на сцені - до 20.
2. Максимальна щільність ігрових об'єктів на сцені - 1 об'єкт на 1 м<sup>2</sup>
3. Розмір рівня - 15x30 м (450 м<sup>2</sup>).



4. Максимальна кількість полігонів на сцену, беручи до уваги обмеження мобільних пристроїв - 200000 [1], відповідно з урахуванням потреб левел дизайну отримано обмеження 5000 полігонів в середньому на ігрового персонажа та 250 полігонів в середньому на вторинні ігрові об'єкти оточення (пропси).
5. Гра з видом зверху, тобто діючі персонажі та ігрові об'єкти повинні бути впізнавані з дистанції і не занадто деталізовані.
6. Гра повинна бути візуально привабливою.
7. Дизайн гри не повинен старіти з часом та розвитком технологій.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Відповідно до поставленого завдання ключовою особливістю розробки мобільного продукту є його розробка в умовах обмежених обчислювальних ресурсів і створення дизайну. З подібною проблемою приблизно десятиліття тому стикалась індустрія комп'ютерних ігор, персональні комп'ютери того часу мали приблизно такі ж технічні характеристики як мобільні девайси сьогодення. Тому розробники та дизайнери використовували цікаві технічні рішення та спрощення візуалізації шляхом стилізації ігрових моделей, наближаючи вигляд персонажу в середині гри до першопочаткового концепту. Чудовим прикладом є такі успішні тайтли як "Team Fortress 2" [2] з її неповторним стилем, "Dota", "Borderlands" та ін.

Розглянуто методи стилізації 3D графіки та освітлення, які використовувались у вищезазначених тайтлах. Всі ці методи можна віднести до категорії нефотореалістичного рендерингу (NPR). Серед них можна виділити найбільш значущі і ефективні:

**Hand Painted Textures.** Використання Hand Painted Textures (вручну розмальованих текстур) може надати грі виразний і неповторний художній стиль, вимагаючи менше ресурсів для відтворення, що робить їх ідеальними для використання в мобільних іграх або на платформах з обмеженою обчислювальною потужністю.

**Half-Lambert.** Техніка напів-Ламбертового освітлення є модифікацією традиційного Ламбертового освітлення. Створена компанією "Valve" для гри "Team Fortress 2" [2]. На відміну від стандартного Ламбертового освітлення, забезпечує м'якше і більш рівномірне розподілення світла без надмірно темних тіней.

**Outlining.** Це техніка, яка полягає у додаванні контурів навколо персонажів, об'єктів або інших елементів сцени для їх виділення або підкреслення стилістичних особливостей.

**Cell-Shading.** Контурне тонування є технікою візуалізації, використовуваною в комп'ютерних іграх та анімації, щоб надати зображенням стилізований, мультяшний вигляд. Дозволяє об'єктам виглядати, ніби вони намальовані вручну або взяті з коміксів, з яскраво вираженими краями та різкими переходами між тонами. Широко використовується в аніме.

**Fresnel Rim Light.** Ефект Френеля в контексті комп'ютерної графіки і геймдизайну використовується для імітації рефлексу від середовища або створення ефекту ореолу навколо персонажів чи об'єктів, що робить їх більш об'ємними та виразними, особливо на темному фоні [3].



### Процес створення ігрових асетів

Створення ігрових асетів (рис. 1) відбувалося наступним чином. Спочатку створювався візуальний концепт - художник враховував особливості гри та приділяв значну увагу впізнаваності силуету, дрібні деталі ігнорувалися. Основні, другорядні та акцентні кольори обирали таким чином, щоб персонаж був впізнаваним займаючи незначну частину екрану.

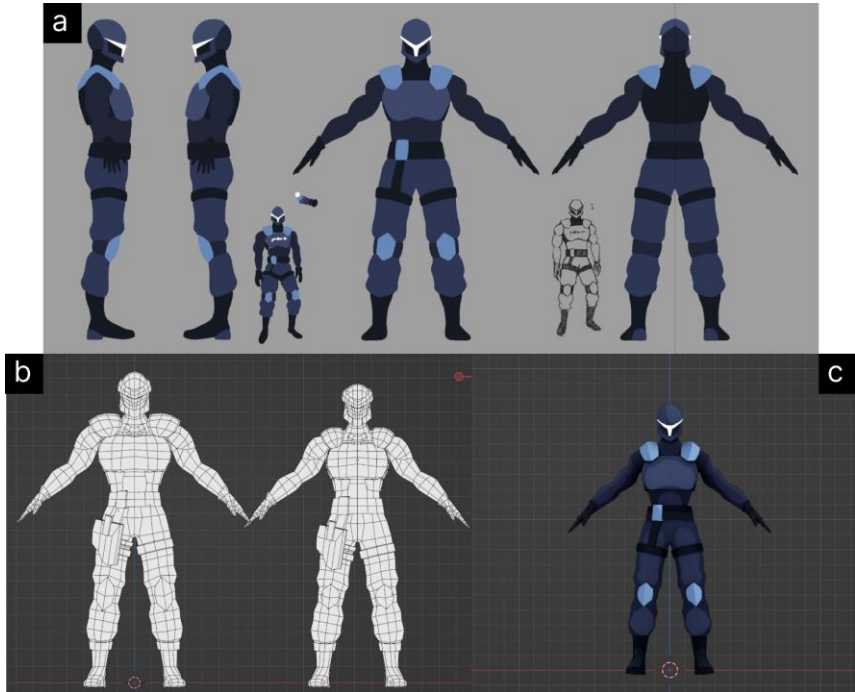


Рис. 1. Процес розробки персонажа: а - концепт-арт; б - модель низького полігонажу; с - фінальний результат [4, 5]

3D моделі, створювались низькополігональними з полігоальним обмеженням до 5000 полігонів на персонажа та 250 на пропс з відповідністю до концепту. Наступним кроком відбувалось ручне фарбування текстур для моделей. Після імпорту моделей та текстур в ігровий рушій, використовуючи можливості ігрового рушія, застосовувались наведені вище методи стилізації 3D графіки та освітлення, щоб максимально відповідати стилю концепту.

Використання напів-Ламбертового освітлення дозволило зберегти деталі у тінях, підвищуючи візуальну читабельність сцен та об'єктів. А в комбінації з різкими тінями, створеними за допомогою контурного тонування



створюється додатковий контраст і виділення деталей, що допомагає розпізнаванню на відстані.

### **ВИСНОВКИ**

Методи стилізації за допомогою шейдерів відіграють важливу роль у створенні унікальних візуальних стилів у комп'ютерних іграх та інших цифрових медіа. Використання шейдерів дозволяє розробникам і художникам досягати різноманітних артистичних ефектів, від реалістичних до повністю стилізованих, підсилюючи візуальну привабливість та емоційний вплив ігор і водночас зекономити обчислювальні ресурси на мобільних пристроях.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Real-time 3D Art Best Practices - Geometry Guide: 110 Fulbourn Road, Cambridge, England CB1 9NJ. Arm Limited, Issue 0200-00, 24 July 2023. URL: <https://developer.arm.com/documentation/102448/0200/Triangle-and-polygon-usage?lang=en>
2. Jason M., Moby F., Dhabih E. . Illustrative rendering in Team Fortress 2. NPAR '07: Proceedings of the 5th international symposium on Non-photorealistic animation and rendering, August 2007, Pages 71–76, URL: <https://doi.org/10.1145/1274871.1274883>
3. Brandon W. Valorant Shaders And Gameplay Clarity, Riot Games, 30 June 2020. URL: <https://technology.riotgames.com/news/valorant-shaders-and-gameplay-clarity>
4. Концепт персонажа - "Gunner", Alexandra Kolomiets, ArtStation URL: <https://www.artstation.com/lemonbalm>
5. 3D модель персонажа - "Gunner", Максим Николаец, ArtStation URL: <https://www.artstation.com/nikolaecmaks>

**KHYNEVYCH R., YANCHUK V., MIRONOV V.**

### **UTILIZING NON-PHOTOREALISTIC RENDERING METHODS FOR STYLIZATION OF A MOBILE GAME APPLICATION**

*The study examines the challenges and limitations encountered in mobile game development with a focus on 3D graphics, particularly emphasizing the equilibrium between graphical fidelity and energy efficiency given the constrained computing capabilities of mobile devices. It highlights the critical role of stylization and the application of non-photorealistic rendering (NPR) techniques, such as Hand Painted Textures and Half-Lambert lighting, in crafting games that are visually attractive and remain technologically pertinent over time. The findings underscore the essentiality of inventive technical strategies in enhancing the efficiency and aesthetic allure of mobile games.*

**Key words:** mobile game development, game stylization, game graphics design, rendering techniques, 3D graphics.