

## «TEXEL DENSITY» В ІНДУСТРІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ ВІДЕОІГОР

Маслік Д. Є.

e-mail: danyil.maslik@nure.ua

Науковий керівник – асист. каф. МІРЕС, канд. ф.-м. наук Ібулаєв В. В.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП  
м. Харків, Україна

This article explores the concept of texel density in 3D graphics and its importance in game development. It covers the fundamentals of texel density, how it affects texture quality, and the role of UV mapping in achieving consistent detail across 3D models. The paper discusses methods for adjusting UV islands to maintain uniform texel distribution and explains how different platforms, from mobile games to VR, require varying texel densities. Additionally, it examines the impact of texel density on performance optimization and visual consistency.

Texel density, скорочення від «texture element density», це термін, який використовується у комп'ютерній графіці для опису кількості деталей текстури на одиницю площі 3D поверхні. Простіше кажучи, це кількість пікселів текстури, яка покриває певну площу 3D моделі. Це поняття є надзвичайно важливим у розробці ігор, оскільки воно забезпечує рівномірний вигляд текстур і їхню деталізацію на різних об'єктах у світі гри.

Коли ви застосовуєте текстуру до 3D моделі, поверхня моделі розгортається у 2D площину, що називається UV розгортка. Цей процес, званий UV mapping, викладає поверхню моделі у плоскій та організованій манері, дозволяючи правильно застосовувати текстури. Мета полягає в досягненні цільової щільності пікселів з використанням найменшого розміру текстури. Кількість пікселів на одиницю площі є заздалегідь визначеною і забезпечує візуальну узгодженість згідно можливостям цільової платформи. На рисунку 1 зображена розгортка куба у UV з використанням шахової текстури для наглядності

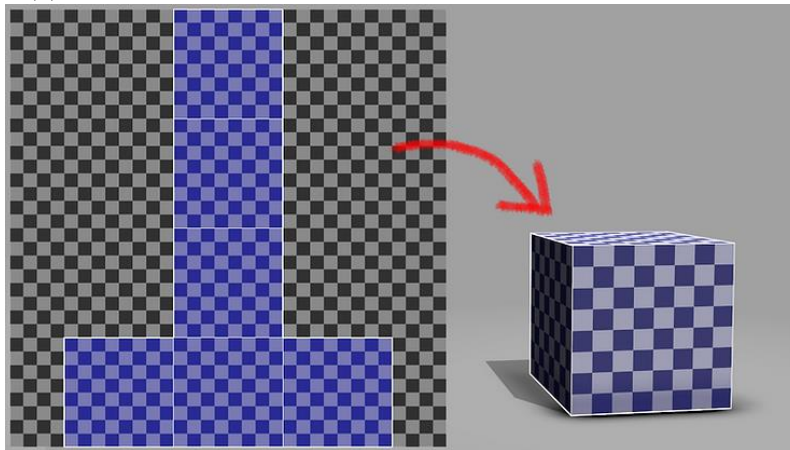


Рисунок 1 – Розгортка куба

Редагування UV розгортки включає масштабування UV островів, які є

окремими секціями UV, що представляють різні частини 3D моделі. Масштабування цих островів робиться щоб забезпечити рівномірну потрібну кількість текстурних пікселів на одиницю площі. Цей процес є важливим, оскільки він підтримує однакову деталізацію по всій моделі, запобігаючи ситуаціям, коли деякі частини моделі виглядають розмитими, а інші надто чіткими.

Поняття текселю важливе з кількох причин. По-перше, воно підтримує візуальну однорідність, забезпечуючи однаковий рівень деталізації всіх текстур. Ця узгодженість запобігає порушенням занурення у гру, які можуть виникнути, коли деякі об'єкти виглядають детально, а інші піксельованими. По-друге, правильно підібрана щільність допомагає оптимізувати навантаження на комп'ютер, запобігаючи надмірному обсягу текстур, що може витратити пам'ять і ресурси процесора. Підтримуючи відповідну щільність, розробники можуть забезпечити плавність гри без втрати якості візуалу. На рисунку 2 зображено різницю погано і гарно налаштованого текселю.



Рисунок 2 – Зразок погано і гарно налаштованого текселю

Сучасні стандарти варіюються залежно від платформи та рівня деталізації. Наприклад, мобільні ігри часто використовують нижчу щільність, близько 256 рх/м, через апаратні обмеження. Консольні та ПК ігри, навпаки, можуть дозволити собі вищу щільність, від 512 рх/м до 1024 рх/м, щоб досягти кращого візуалу. Віртуальні реальності (VR) і доповнені реальності (AR) можуть вимагати ще вищої щільності, іноді перевищуючи 1024 рх/м, через близькість екрану до очей користувача, що вимагає високого рівня деталізації. Цим же принципом користуються для вибору текселю на кожен тип об'єкту, наприклад якщо це зброя у FPP шутері (від першого обличчя), то часто на неї виділяють більший об'єм текстур. І навпаки для

дальніх об'єктів, наприклад гори на горизонті, то щільність текстур зменшують заради оптимізації. На рис 3 і 4 зображено різницю сприйняття одного і того самого текстелю при використанні на різних платформах.

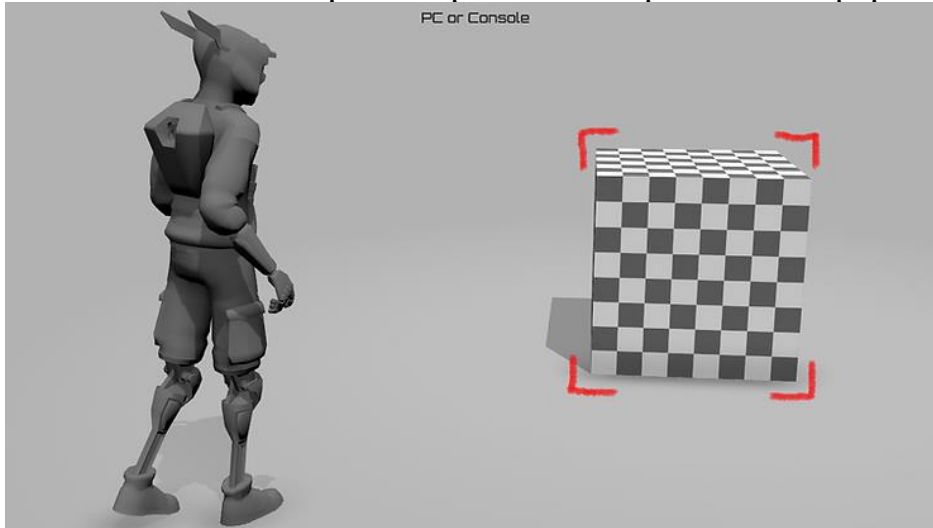


Рисунок 3 – Приклад сприйняття щільності при використанні на комп'ютері або консолі

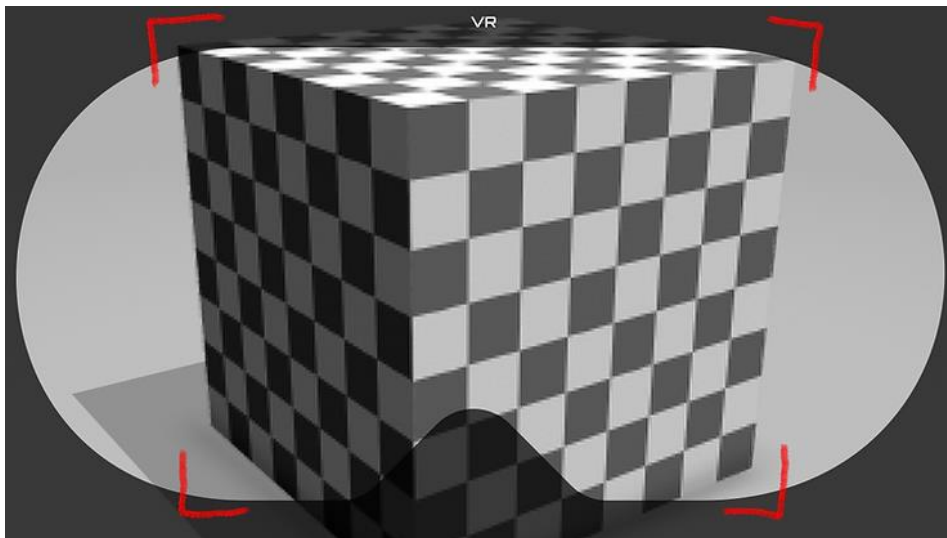


Рисунок 4 – Приклад сприйняття щільності при використанні у VR

Художники використовують різні інструменти та програмні засоби для роботи з текстелю. Більшість програм для 3D моделювання, таких як Blender, Maya та 3ds Max, пропонують вбудовані інструменти для його вимірювання та налаштування. Ці інструменти допомагають художникам візуалізувати сітку на своїх моделях та забезпечувати її рівномірність по різних частинах. Деякі програми можуть автоматично налаштовувати UVрозгортку для досягнення бажаної щільності, що робить процес більш ефективним.

Отже, texel density є фундаментальною концепцією у розробці ігор,

яка забезпечує рівномірне та ефективне застосування текстур на 3D моделях. Підтримуючи збалансований тексель, розробники створюють візуально цілісні та захопливі ігрові світи, оптимізуючи продуктивність та підвищуючи гравецький досвід.

#### **Список використаних джерел:**

1. Texel Density [Електронний ресурс] URL: <https://www.engineorganic.com/post/texel-density> (дата звернення: 10.01.2025)
2. Texel Density [Електронний ресурс] URL: <https://www.beyondextent.com/deep-dives/deepdive-texeldensity> (дата звернення: 13.01.2025)
3. Texel Density and other texture theory [Електронний ресурс] URL: <https://antodonnell.gumroad.com/l/rHAIO> (дата звернення: 13.01.2025)
4. Texel Density [Електронний ресурс] URL: <https://youtu.be/Za5AIQXwqCs?si=dSGl7iZHlkxg48wk> (дата звернення: 13.01.2025)
5. Texel Density Importance in 3D Game Asset creation [Електронний ресурс] URL: <https://www.artstation.com/blogs/bendvfx/G1nB/texel-density-importance-in-3d-game-asset-creation> (дата звернення: 10.01.2024)