

## ПРОБЛЕМАТИКА ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ LOW-POLY НА HIGH-POLY І НАВПАКИ

Носенко Д.М.

e-mail: danyil.nosenko@nure.ua

Науковий керівник –Ібулаєв В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС  
м. Харків, Україна

The conversion between low-poly and high-poly models is one of the key tasks in 3D modelling, as it determines the balance between image quality and performance. In modern industries such as video games, animation, and visualisation, high-poly models provide high detail but require significant computing resources. Low-poly models, on the other hand, optimise performance without significant loss of image quality by using techniques such as normal map burning, Ambient Occlusion and other detail maps. However, a fast and high-quality conversion between these two formats is a complex process, accompanied by problems with shading, topology, and correct map computation. This article discusses the main difficulties associated with converting low-poly and high-poly models, as well as methods to achieve the best results.

**Актуальність проблеми:** У сучасній 3D-графіці технології Low- та High-poly моделювання відіграють важливу роль у створенні візуальних ефектів, відеоігор, анімаційних фільмів та віртуальної реальності. Low-poly використовується для оптимізації продуктивності за рахунок зменшення навантаження на обчислювальні ресурси, а High-poly – для досягнення високої деталізації моделі. Важливим аспектом є створення карт (normal maps, ambient occlusion, curvature та інших), які використовуються для перенесення деталей з High-poly моделі в Low-poly, що дозволяє візуально зберігати складну геометрію без збільшення кількості полігонів. Проблема конвертації полягає в тому, щоб збалансувати якість візуалізації та продуктивність, а також правильно розрахувати карти, щоб уникнути артефактів і спотворень. Тому важливо знайти ефективні методи перетворення між цими двома підходами.

**Мета роботи:** Дослідити основні аспекти перетворення низькополігональних моделей у високополігональні і високополігональних моделей у низькополігональні, визначити основні проблеми та можливі рішення для оптимізації процесу.

**Виклад основного матеріалу:** High-poly – це модель з великою кількістю полігонів з високим рівнем деталізації, а Low-poly – спрощена версія тієї ж моделі з меншою кількістю полігонів, оптимізована для ігор або рендерингу в реальному часі. High-poly використовується для створення реалістичної деталізації, а Low-poly – для підвищення продуктивності. Щоб зберегти деталі, нормальні карти, Ambient Occlusion та інші текстури

записуються з High-poly, які потім накладаються на Low-poly, створюючи вигляд складної геометрії без зайвого навантаження. На рисунку 1 можна побачити 3D-модель де зліва Low-poly варіація моделі, а справа High-poly

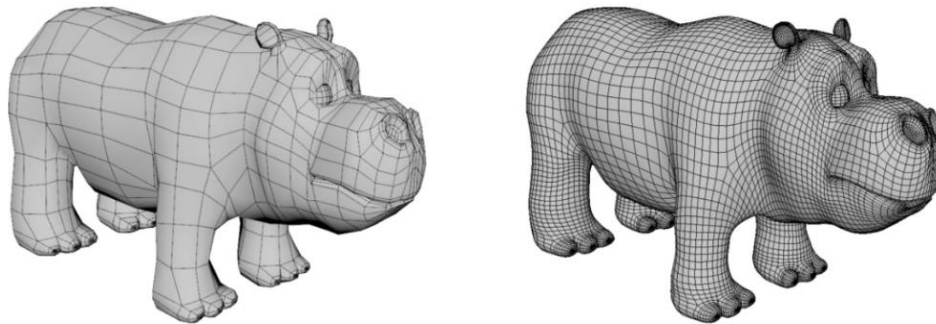


Рисунок 1 – 3D модель тварини у Low-poly та High-poly

Перетворення низькополігональної моделі на високополігональну вимагає додавання деталей, що досягається процедурним згладжуванням (Subdivision Surface, TurboSmooth) або скульптингу у ZBrush, Blender або Mudbox. Однак навіть автоматизовані алгоритми часто створюють небажані артефакти, які потребують ручної корекції.

Артефакти – це небажані візуальні помилки, які виникають через неточне освітлення, топологію або розрахунки текстур. Вони можуть проявлятися у вигляді неправильних тіней, ламаних нормалей, швів у текстурах або шуму на поверхні об'єкта.

Велика кількість полігонів збільшує вимоги до обчислювальної потужності, що може призвести до зниження продуктивності. Щоб уникнути надмірного зростання полігонів, для імітації деталей використовують карти нормалей. Однак процес створення нормальних карт є складним, оскільки вимагає точного вирівнювання геометрії з великою та малою кількістю полігонів. Неправильне створення UV-розгортки або неправильна топологія можуть спричинити видимі помилки.

Неправильна топологія – це структура мешу, яка містить неправильно розташовані полігони, трикутники, N-gons або нерівномірно розташовані ребра, що ускладнює деформацію моделі, текстурування та створює артефакти під час рендерингу.

Кarti висот, переміщень і нормалей допомагають деталізувати модель без збільшення кількості полігонів, але автоматизовані методи вимагають ручної модифікації. Не існує швидкого способу перетворити низькополігональну модель у високополігональну без втрати контролю і навпаки – зменшення полігонів (Decimation Master у ZBrush, Quad Remesher у Blender) часто псує топологію, що ускладнює рендеринг. Навіть після автоматичного відновлення топології (ZRemesher, Instant Meshes) потрібне ручне доопрацювання, особливо для анімації або ігор. Запікання карт Normal і Ambient Occlusion зберігає деталізацію, але не

усуває артефакти, які доводиться виправляти вручну. Автоматичне спрощення високополігональної моделі не гарантує якісного результату, оскільки алгоритми можуть неправильно передати кривизну і нормаль, що спричинить проблеми з освітленням і потребуватиме додаткової корекції.

Отже, процес конвертації низькополігональних моделей у високополігональні неможливо повністю автоматизувати без втрати якості. Незважаючи на сучасні інструменти, кожен крок процесу потребує контролю та уточнення, що унеможлиблює швидке та ефективне перетворення моделей без втручання людини.

Plasticity – це CAD-орієнтований інструмент моделювання з використанням геометрії NURBS, що забезпечує високу точність і простоту використання для створення твердотільних моделей. Він ідеально підходить для промислового дизайну та інженерних деталей з чіткими формами, дозволяючи експортувати моделі у форматі High-poly та Low-poly. У той же час, Plasticity має обмежені можливості органічного моделювання, тому для складних природних форм краще використовувати ZBrush або Blender.

Таким чином, конвертація між low-poly та high-poly моделями неможлива без ручного доопрацювання. Автоматизовані алгоритми створюють артефакти, проблеми з топологією та нормальми, що потребує корекції. Карти нормалей і дисплейсмент частково вирішують проблему, але також вимагають налаштувань. Plasticity ефективний для точних геометричних форм, але не підходить для органіки. Оптимальний результат досягається поєднанням автоматизації та ручного контролю.

**Висновки:** Конвертація між низькополігональними та високополігональними моделями є важливим аспектом 3D-моделювання для досягнення оптимального співвідношення якості та продуктивності. Основні проблеми включають необхідність збалансувати деталі, мінімізувати втрату інформації під час конвертації та вибрати правильні інструменти. Хоча існують автоматизовані методи, не існує швидкого та ефективного способу виконати конвертацію без ручної корекції.

#### **Список використаної літератури:**

1. Офіційна документація Blender: URL <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (дата звернення: 27.02.2025)
2. Офіційна документація ZBrush: URL <https://pixologic.com/docs/> (дата звернення: 27.02.2025)
3. Офіційна документація Plasticity <https://doc.plasticity.xyz/> (дата звернення: 27.02.2025)
4. Стаття «High Poly And Low Poly: 6 Key Differences (Basics Explained)» <https://visulise.com/low-poly-vs-high-poly/> (дата звернення: 27.02.2025)