

УДК 004.92:794.8

ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ 3D-МОДЕЛЕЙ ПЕРСОНАЖІВ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ

О. С. Євсєєв, В. І. Миснік

*Харківський національний економічний університет
ім. Семена Кузнеця,
просп. Науки, 9А, Харків, 61001, Україна*

Обґрунтовано необхідність створення 3D-моделей персонажів більш якісного рівня. Описано особливості створення 3D-моделей персонажів для комп'ютерних ігор. Запропоновано технологію розробки 3D-моделей персонажів для комп'ютерної гри. Описано структуру та основні етапи технологічного процесу розробки 3D-моделі персонажа.

Ключові слова: *3D-гра, 3D-модель персонажа, 3D-моделювання, тривимірна графіка, сфери застосування 3D-персонажів, етапи створення, методика розробки, технологічна схема.*

Постановка проблеми. Індустрія розваг відіграє ключову роль у соціальному та економічному розвитку багатьох країн, пропонуючи широкий спектр засобів дозвілля, що відповідають різноманітним інтересам та потребам суспільства. Завдяки інноваційним технологічним розробкам галузь розваг зазнала значних трансформацій, що дозволило їй вийти на новий рівень доступності та інтерактивності. Особливо помітним стало застосування сучасної 3D-графіки, яка використовується не лише у вебдизайні, кінематографії для створення вражаючих візуальних ефектів, але й у виробництві анімацій та ігрової індустрії для створення персонажів високої деталізації та якості.

У сфері комп'ютерних ігор 3D-графіка здобула особливу популярність, оскільки вона задовольняє вимоги широкого спектра користувачів, відповідаючи на їхні естетичні та жанрові переваги. Технологічний прогрес у цій галузі сприяв зростанню доступності та різноманітності ігрового контенту, що посилює вимоги до якості та оригінальності продукції. Відтак збереження уваги аудиторії стає завданням, яке все більше потребує зусиль у світі, де темпи життя безперервно прискорюються, а потреби в інформації та розвагах зростають.

У цьому контексті 3D-моделювання персонажів набуває великого значення, оскільки якісно розроблені та емоційно привабливі 3D-персонажі можуть значно підвищити залученість користувачів та їхнє задоволення від ігрового процесу. Ретельно пророблені персонажі не лише сприяють глибшому зануренню у віртуальний світ, але й відіграють вирішальну роль у формуванні емоційного зв'язку між користувачем та ігровим середовищем, що є ключовим фактором утримання інтересу та лояльності аудиторії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасний світ відзначається стрімким прогресом у розвитку якості 3D-персонажів та їхньої анімації для використання в ігровій індустрії. Відповідно до дослідження, проведеного DFC Intelligence у 2020 році, глобальна аудиторія відеоігрового сегмента зросла до 3,1 мільярда осіб, з яких приблизно 1,5 мільярда гравців, або 48 % загальної кількості, віддають перевагу грі на персональних комп'ютерах [1]. Дослідження, реалізоване аналітичною компанією NPD Group, що має майже чверть століття досвіду в аналізі ринку відеоігор США, демонструє, що люди віком від 35 до 44 років проводять в іграх 16 годин на тиждень – це понад 2 години на день. Гравці віком від 45 до 54 років грають 14 годин на тиждень, від 55 до 64 – 10 годин, а понад 65 – 12 годин. Найбільше часу у відеоіграх проводять підлітки – майже 20 годин на тиждень [1].

Ці дані підкреслюють зростання інтересу до комп'ютерних ігор, що викликає потребу в розвитку новітніх технологій створення 3D-персонажів. У роботі [2] представлено алгоритм розробки 3D-моделі персонажа, що охоплює основні етапи її створення, але залишає поза увагою деталізацію процесу. Водночас дослідження [3] пропонує алгоритм розробки комп'ютерної гри з використанням 3D-персонажів, не надаючи поетапного плану їхнього створення.

Аналіз актуальної літератури виявляє науковий інтерес до проблематики створення 3D-персонажів для комп'ютерних ігор. Водночас спостерігається відсутність комплексного підходу до вивчення детальної методології розробки 3D-персонажів, що свідчить про необхідність подальших досліджень у цій сфері. Зазначені обставини підкреслюють актуальність та важливість розробки вдосконаленої технології створення 3D-персонажів, здатної задовольнити щораз більші потреби та очікування користувачів відеоігор.

Мета статті – дослідження орієнтовано на створення актуальної технології розробки 3D-моделей персонажів для комп'ютерної гри, що дозволить полегшити трудомісткість процесу формування кінцевого продукту, покращивши при цьому основні показники якості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес розробки відеоігор є вкрай складним завданням, що потребує багато часу, при цьому кожен аспект ігрового дизайну вимагає ретельної уваги. Саме ця вимогливість до деталей робить індустрію розваг унікальною та прибутковою, адже ігри постійно розвиваються, досягаючи нових футуристичних рівнів [4]. Одним із критичних етапів у створенні відеоігор є розробка 3D-моделей персонажів, яка відіграє значну роль у загальному процесі виробництва гри.

Для глибшого розуміння важливості кожного етапу розробки розглянемо структуру процесу виробництва ігор. Як базові можна виокремити два основні етапи: *preproduction* та *production*. *Preproduction*, або підготовчий етап, об'єднує в собі кілька ключових активностей: пошук ідеї, розробку концепції та створення прототипу. На етапі *production*, або виробництва, команда займається безпосередньо створенням гри, що містить розробку арт-компонентів, анімацію, програмування, налаштування та тестування, щоб у підсумку сформувати першу версію гри [5].

Наступні етапи містять закрите та відкрите бета-тестування, де спеціалісти та вибрані гравці аналізують гру щодо помилок та оцінюють її готовність. Завершальними стадіями є реліз, коли розробник представляє свій проект на ігрових конференціях або випускає гру в продаж, після чого основна робота зосереджується на її поліпшенні на основі відгуків користувачів [6].

Перед початком розробки необхідно ретельно спланувати технологічний процес (Pipeline), тобто послідовність етапів розробки комп'ютерної графіки, яка визначає взаємодію між спеціалістами в процесі створення 3D-моделей персонажів. Технологічний процес відіграє критичну роль у координації роботи команди та забезпеченні її ефективності, дозволяючи кожному учаснику проекту чітко розуміти свої завдання та відповідальності. Розглянемо запропоновану технологію розробки 3D-моделей персонажів у вигляді схеми технологічного процесу (рис. 1).



Рис. 1. Схема технологічного процесу (Pipeline) розробки 3D-моделей персонажів

Створення 3D-моделей на базі 2D-зображень є складним завданням, що вимагає від 3D-художників не лише технічної майстерності, але й глибокого розуміння просторових відносин та анатомії. Покладання виключно на власну пам'ять та уяву при цьому процесі може призвести до помилок у пропорціях чи анатомічних деталях, оскільки тривала робота з моделлю збільшує ризик «звикання» до її вигляду і в результаті непомічання помилок. Це особливо критично, коли йдеться про створення персонажів, де точність анатомії та пропорцій є ключовими для досягнення реалістичності.

З метою уникнення таких помилок рекомендується зберігати чималу колекцію референсних зображень для кожного персонажа, які охоплюють різноманітні стилістики та погляди як у 2D, так і в 3D-форматах. Використання таких програм, як PureRef, що забезпечує швидкий доступ до цих референсів, значно спрощує процес верифікації пропорцій та анатомічних деталей протягом усього процесу моделювання (рис. 2).

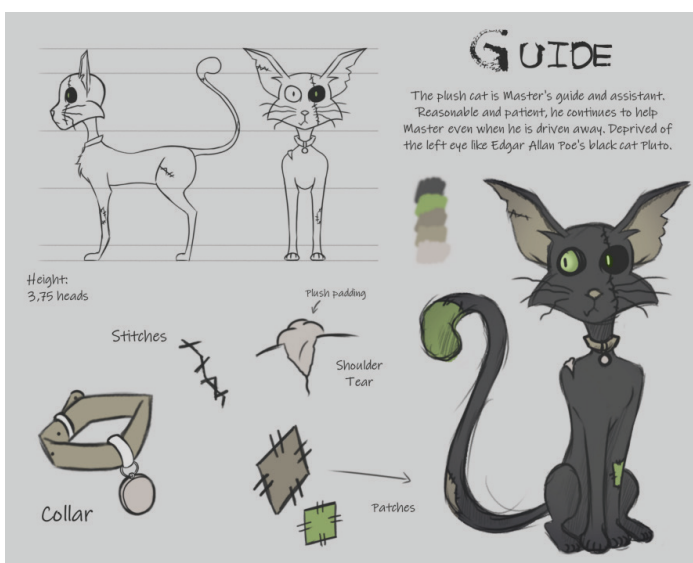
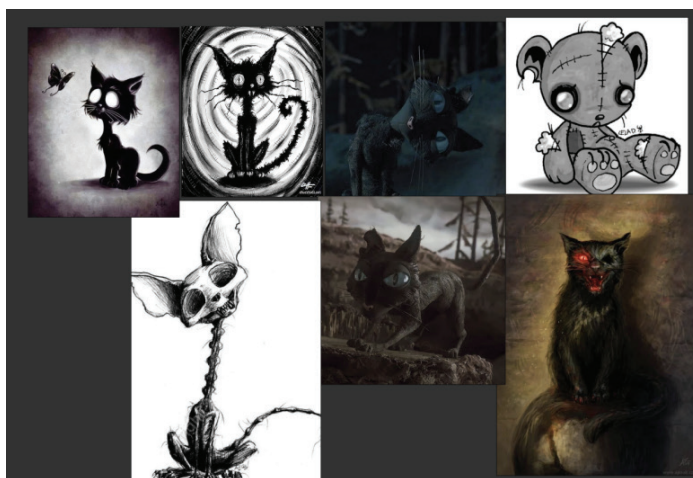


Рис. 2. Референси персонажа Кіт-путівник (Cat The Guide)
та основні елементи його профілю

Аналізуючи процес створення 3D-моделей персонажів, варто виокремити кілька ключових етапів, кожен з яких вимагає особливої уваги та майстерності. 3D-художники мають змогу як генерувати унікальні ідеї для моделей, так і реалізовувати концепти, розроблені іншими спеціалістами. Особливо важливою стає розробка детальних схем персонажів, яка гарантує збереження задуманих пропорцій та розмірів під час їхньої інтеграції в ігровий двигун. Цей аспект є критичним для досягнення консистентності візуального відображення персонажів у межах ігрового світу, забезпечуючи відповідність фізичних характеристик моделей первісному задуму без зайвих деформацій або розбіжностей у розмірах (рис. 3).

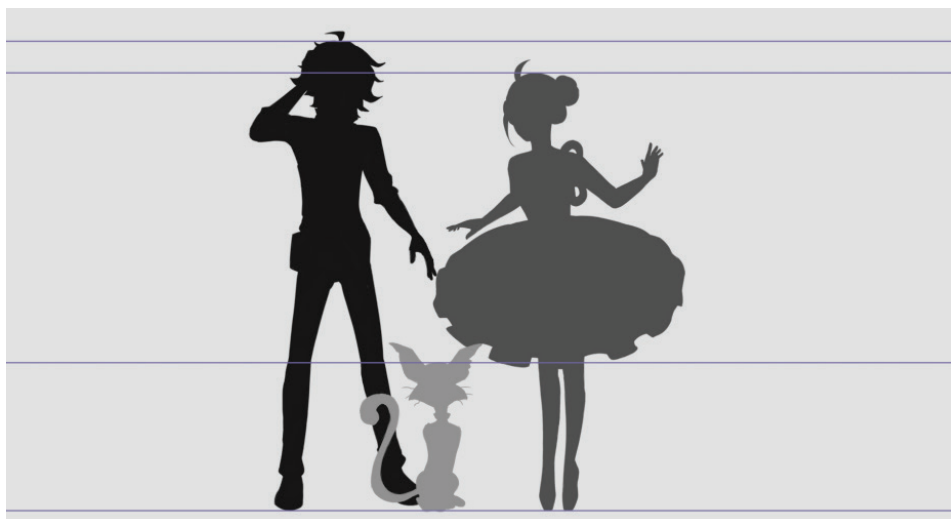
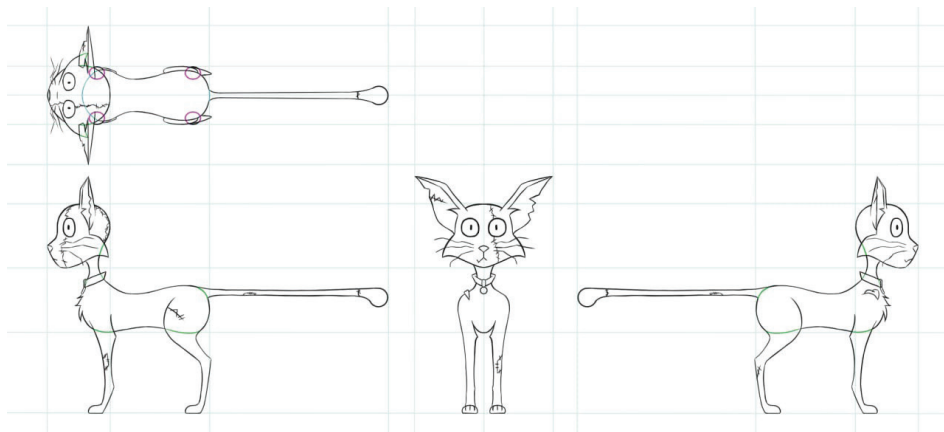


Рис. 3. Схема проєкційного огляду персонажа Кіт-путівник (Cat The Guide) та схема його пропорційного порівняння

Після акумуляції необхідних референсних матеріалів можна перейти до ініціювання процесу створення 3D-моделі. Початковий етап цього процесу містить розробку високополігональної моделі, де фундаментальним кроком є формування базової структури персонажа. Ця первинна конструкція реалізується за допомогою таких примітивних геометричних форм, як сфери, куби, прямокутники тощо – процес відомий як блокування або «blocking». Цей етап є критично важливим для встановлення основних пропорцій та об'ємів моделі, оскільки подальше деталізування та рефінмент моделі буде здійснюватися в контексті цієї базової форми (рис. 4).

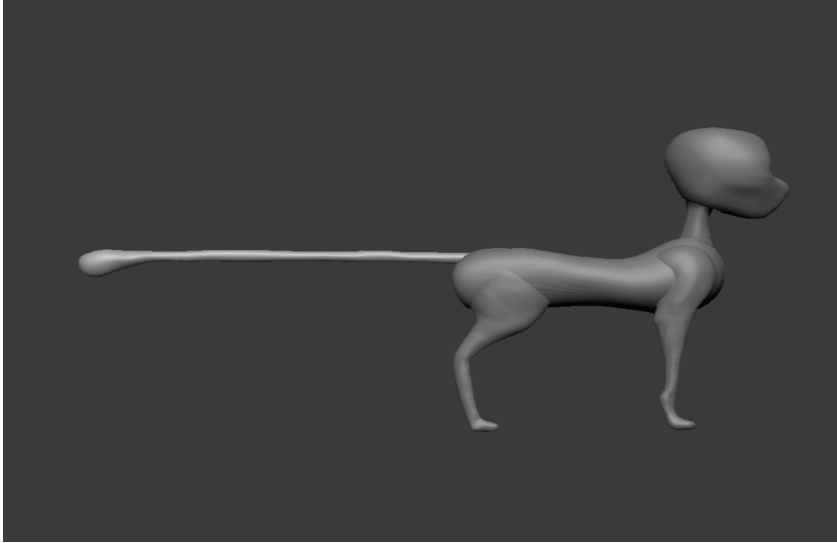


Рис. 4. Блокінг персонажа

На наступному етапі процесу створення 3D-моделей персонажів здійснюється поетапне нарощування деталізації моделі, що вимагає ретельного дотримання анатомічної точності та збереження пропорцій, визначених у концептуальних схемах та ескізах, наданих концепт-художником. Цей процес передбачає ітеративне додавання деталей до моделі, включно з візуальними елементами та текстурними характеристиками, що сприяють досягненню вищого рівня реалізму та візуальної привабливості кінцевого продукту. Проміжний результат цього етапу має такий вигляд (рис. 5).



Рис. 5. Вискополігональна 3D-модель персонажа

Наступний етап – це процес ретопології, або оптимізації 3D-моделей, який відіграє важливу роль у розробці комп'ютерних ігор, оскільки спрямований на адаптацію моделей для ефективної роботи на різноманітному обчислювальному обладнанні. Основною метою цього етапу є створення моделей, які могли б без проблем завантажуватися та відображатися на ПК з різною потужністю, забезпечуючи при цьому високу якість графіки та плавність анімацій. Оптимізація, або ж ретопологія, передбачає перепроєктування топології моделі з метою зниження кількості полігонів, що сприяє зменшенню навантаження на відеокарту під час обробки 3D-моделей [7].

Цей процес вміщує експорт вже створеної високополігональної моделі у форматі .fbx до такого спеціалізованого програмного забезпечення для ретопології, як Blender. Використання таких програм дозволяє фахівцям перетворити високодеталізовані моделі на більш оптимізовані версії, призначені для використання в ігрових движках. Оптимізація моделі полягає в створенні нової, ефективнішої структури, яка зберігає візуальну схожість із первісною моделлю, одночасно значно знижуючи кількість використовуваних полігонів. Така ретопологія сприяє забезпеченню високої продуктивності ігрового процесу, зменшуючи вимоги до апаратного забезпечення та дозволяючи широкому колу користувачів насолоджуватися грою без зниження якості графіки (рис. 6).



Рис. 6. Низькополігональна та оптимізована 3D-модель персонажа Кіт-путівник (Cat The Guide)

Після того як модель оптимізована, необхідно створити UV-розгортку. UV mapping або UV-розгортка – це процес проєктування поверхні 3D-моделі на 2D-площість [8]. За допомогою UV-розгортки можна відобразити 3D-модель як 2D-зображення. Це необхідно, щоб правильно розташувати текстури на 3D-моделі. Щоб створити UV-розгортку складніших 3D-моделей, застосовуються так звані шви. Це своєрідні ножиці, за допомогою яких ми вказуємо програмі, в яких місцях необхідно розрізати нашу 3D-модель. [9]. Розрізання моделі за допомогою віртуальних «швів» сприяє точному розміщенню текстур на складних 3D. Розглянемо зовнішній вигляд UV-розгортки (рис. 7).

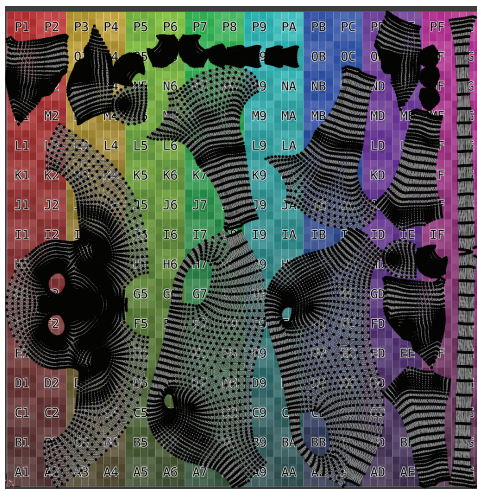


Рис. 7. UV-розгортка персонажа Кіт-путівник (Cat The Guide)

Можна побачити, що позаду UV-розгортки основного об'єкта була розташована кольорова сітка з цифрами, яка була використана для того, щоб зробити тестування коректного відображення текстур та розподілення щільності текселів. Щільність текселя – це власна роздільна здатність текстури порівняно з реальним масштабом сітки, співвідношення між роздільною здатністю текстури та реальним розміром 3D-моделі, яке необхідно враховувати для рівномірної якості виведення [10]. Розглянемо щільність текселя на прикладі тестової текстури 3D-моделі персонажа (рис. 8).

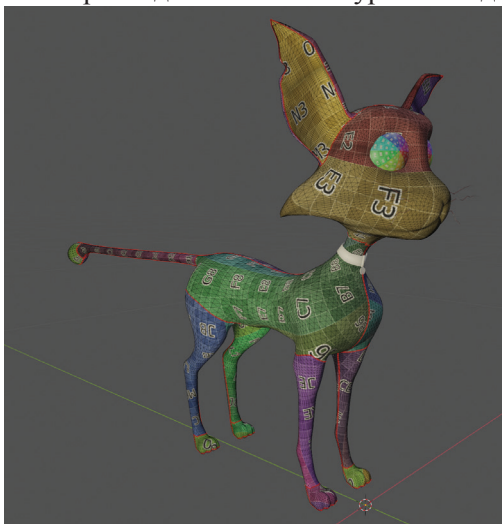


Рис. 8. Відображення тестової текстури на персонажі

Як бачимо, розподіл текстур на тілі основного об'єкта був доволі рівномірним. Це дозволяє стверджувати те, що 3D-модель готова до текстурування та запікання нормалей.

Основною особливістю комп'ютерних ігор є те, що вони мають працювати в режимі реального часу. Це означає, що високополігональні моделі, які зазвичай використовуються для 3D-друку або анімації, не будуть ефективно працювати в грі, оскільки вони значно уповільнюють продуктивність гри, при цьому гравці будуть очікувати високодеталізованої графіки. Карта нормалей – це текстура, що контролює напрямок відбиття світла. Використовується ця технологія для створення високодеталізованих низькополігональних моделей, а також необхідна для візуалізації відносно складних об'єктів у комп'ютерних іграх без втрати якості [11]. Карта нормалей служить для створення ілюзії глибини шляхом імітації відбиття світлових променів від деталей, що імітуються на поверхні. Вона використовує кольорові канали RGB (червоний, зелений, синій) для відображення координат X, Y, Z нормалей поверхні відповідно. Хоча карти нормалей не здатні відтворити глибокі вдавлення або суттєво деформовану геометрію, вони ефективно імітують дрібні випуклості та углиблення на плоскій поверхні. Для наочності розглянемо порівняння персонажа без застосування карти нормалей (рис. 9А) та з її використанням (рис. 9Б), що демонструє вплив використання карт нормалей на перцепцію глибини та деталізацію моделі.

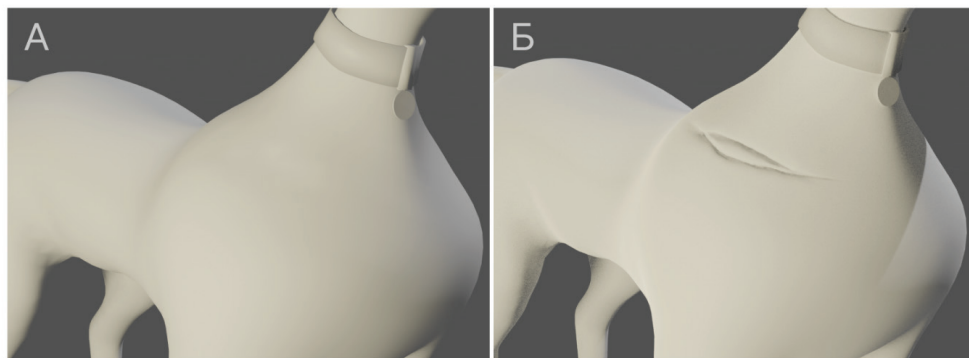


Рис. 9. Зовнішній вигляд карти нормалей

Текстурування є фінальним етапом у створенні персонажа. Розглянемо визначення поняття текстура. Текстура – це зображення, яке накладається на 3D-модель з метою надання їй певної фактури, кольору, рельєфу [12]. Таким чином, текстурування – це процес створення або використання текстур для 3D-моделей. Це важлива характеристика поверхні моделі, яка надає їй реалістичного вигляду, обволікаючи її поверхню [13].

Від текстур великою мірою будуть залежати емоції, які викликатиме персонаж. При створенні текстур можна використовувати також растрові зображення: фотографії, ілюстрації, і навіть малювати їх самостійно. Текстури можуть бути сформовані за допомогою двох основних методів: процедурного текстурування та ручного малювання. Процедурний метод текстурування використовує нодову (вузлову) систему, яка є візуальним представленням математичних функцій. У цьому контексті нод (вузол) можна розглядати як елемент, що обробляє вхідні дані (які яв-

ляють собою поверхню матеріалу) за допомогою специфічної математичної операції. Таким чином, вихідні дані, які є результатом цієї операції, вносять зміни у візуальні характеристики поверхні об'єкта в моделі. Цей метод дозволяє генерувати текстури, які можуть бути динамічно змінені та адаптовані до різних умов та вимог без необхідності створення кожної текстури вручну (рис. 10) [14].

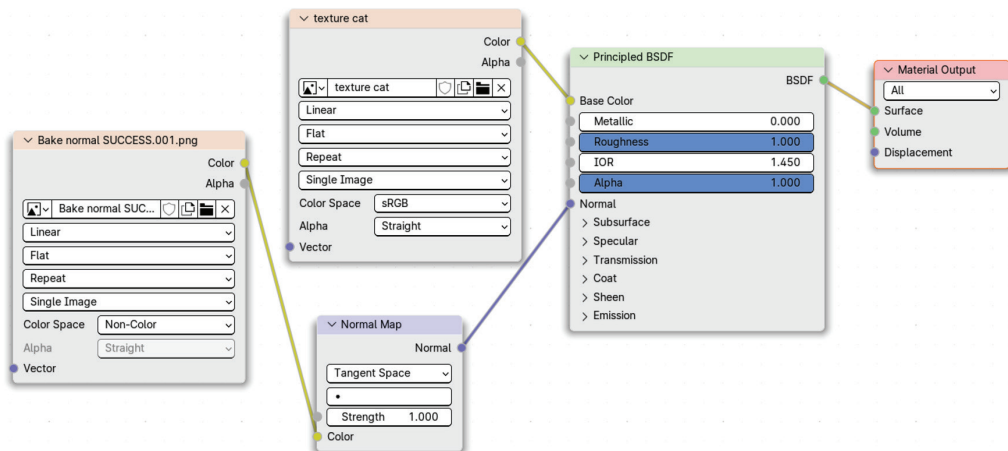


Рис. 10. Процедурний метод – вузлова система створення текстур

Процедурний метод текстуровання хоч і є високоефективним у певних завданнях, але має свої обмеження та не завжди може бути застосований для вирішення всіх завдань текстуровання. Зокрема він може бути неідеальним для створення високодеталізованих або специфічних текстур, що вимагають унікального художнього стильового рішення або детальної роботи. У таких випадках ручне текстуровання виявляється більш ефективним, оскільки воно надає художникам можливість втілювати в життя будь-які творчі ідеї та концепції. Цей метод дозволяє створювати унікальні текстури, що повністю відповідають індивідуальному стилю та баченню художника без обмежень, накладених програмним алгоритмом чи вузловою системою, що використовується у процедурному текстурованні (рис. 11).



Рис. 11. Текстури, створені з використанням підходу ручного малювання

Запропонована технологія розробки 3D-персонажів для комп'ютерних ігор демонструє ітеративний характер процесу, що є ключовим аспектом для досягнення високої якості та реалізму моделей. Ітеративність процесу передбачає не тільки послідовне виконання всіх етапів розроблення, а й надає можливість для постійного оцінювання та доопрацювання моделей на кожному з цих етапів. Такий підхід забезпечує високий ступінь деталізації та адаптації персонажів до вимог ігрового світу та сценарію, сприяючи створенню якіснішого та привабливішого ігрового контенту. На рис. 12 наведено результат у вигляді 3D-моделі персонажа, яку вже можна передавати до наступного етапу – анімації.



Рис. 12. Результат у вигляді 3D-моделі персонажа

Висновки. На основі проведеного дослідження запропоновано технологію розробки 3D-моделей персонажів для комп'ютерних ігор, яка демонструє значний потенціал у підвищенні ефективності виробничого процесу. Систематизація етапів розробки через чітко визначений технологічний процес дозволяє оптимізувати витрати праці, забезпечуючи при цьому уніфікацію якості кінцевого продукту. Це також сприяє зниженню витрат часу та ресурсів, необхідних для створення 3D-моделей, дозволяючи командам зосередитися на інноваціях та творчому підході до дизайну персонажів.

Для систематизації процесу розробки 3D-моделей персонажів комп'ютерних ігор доцільно використовувати запропоновану схему технологічного процесу (Pipeline).

Етапи ретопології та UV-розгортки відіграють важливу роль у підготовці моделей до інтеграції в ігрові рушії, забезпечуючи ефективне використання обчислювальних ресурсів без втрати якості візуального відображення. Оптимізація моделей через ретопологію дозволяє досягти балансу між деталізацією та продуктивністю, що є вирішальним для забезпечення плавності геймплею на різноманітному обладнанні.

Запропонована технологія розробки 3D-моделей персонажів підкреслює важливість комплексного підходу до процесу створення відеоігор, спрямованого на підвищення якості, ефективності та інноваційності. Інтеграція цієї технології у виробничий процес може значно вдосконалити якість кінцевого продукту, сприяючи

розвитку цифрових продуктів галузі відеоігор та забезпечуючи кращий досвід для кінцевого користувача.

Проведено апробацію запропонованої технології для створення персонажів комп'ютерної 3D-гри «The Gallery», яка розробляється у межах міжнародного проекту «Спільні робочі процеси в розподіленій розробці ігор», що реалізується кафедрою комп'ютерних систем та технологій Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця у партнерстві з Байройтським університетом, Німеччина.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дорослі проводять у відеоіграх дедалі більше часу: аналітики назвали цифри. URL: https://games.24tv.ua/ru/vzroslye-provodjat-videoigrah-vse-bolshe-novosti-ukrainy-i-mira_n1473995.
2. Алгоритм створення тривимірних ігрових моделей високої якості. URL: <http://mdu.edu.ua/wp-content/uploads/gmit6-72.pdf>.
3. Розробка 3D-гри «Robot Escape» в жанрі платформер. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1978>
4. Етапи розробки комп'ютерних ігор. URL: <https://blog.fugas.space/gamedev-stages/>.
5. Розробка ігор: 7 головних етапів створення мобільної free-to-play гри. URL: <https://vokigames.com/ua/rozrobka-igor-7-golovnyh-etapiv-stvorennya-mobilnoyi-free-to-play-gry/>.
6. Як зробити свою гру на комп'ютері, правила та етапи, мови програмування. URL: <http://teg.com.ua/yak-zrobiti-svoyu-gru-na-kompyuteri-pravila-ta-etapi-movi-programuvannya/2/>.
7. Що таке Ретопологія у ZBrush? URL: <https://batl.biz.ua/shho-take-retopologiya-u-zbrush/>.
8. PureRef is a tool for artists by (an) artist (and a programmer!). URL: https://www.pureref.com/about_us.php.
9. UV-розгортка у Blender. URL: <https://blender3d.com.ua/uv-razvertka-v-blender/>.
10. UV mapping for beginners. URL: <https://www.creativebloq.com/features/uv-mapping-for-beginners>
11. Створення Normal Maps у Blender. URL: <https://blender3d.com.ua/sozdaniye-karty-normalley-v-blender-normal-maps/>.
12. Використання BLENDER I MAYA З UNITY. URL: <https://unity.com/ru/how-to/beginner/using-blender-and-maya-unity>.
13. Stylized Characters In 3D. URL: <https://blog.vertexschool.com/stylized-characters-in-3d/>.
14. HOW TO MAKE TEXTURES FOR 3D MODELS: BASICS AND TIPS. URL: <https://3d-ace.com/blog/how-to-make-textures-for-3d-models-basics-and-tips/>.
15. Євсєєв О. С. Створення інтерактивних медіа : навч. посіб. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. 138 с.
16. Євсєєв О. С., Надворна Я. М. Застосування штучного інтелекту для покращення анімації тривимірних персонажів: досягнення і перспективи. Теоретичні та практичні аспекти забезпечення розвитку фінансово-економічних систем в умовах трансформаційних змін : міжвузівська науково-практична конференція (23 листопада 2023 р.) : тези доп. Харків, 2023. С. 46–48.

17. Створення інтерактивних медіа. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» освітньої програми «Технології електронних мультимедійних видань» другого (магістерського) рівня / уклад. О. С. Євсєєв, Л. В. Потрашкова. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2024. 58 с.
18. Створення інтерактивних медіа: методичні рекомендації до самостійної роботи студентів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» другого (магістерського) рівня / укл. О. С. Євсєєв. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. 64 с.
19. Hrabovskiy Y., Yevsyeyev O., Pandorin A. Development of a method for the creation of 3d advertising printing products. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2018. № 6 (2). С. 6–18. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2018_6%282%29__2.
20. Hrabovskiy Y., Yevsyeyev O. Development of methods of creating the interface of the interactive edition. Поліграфія і видавнича справа. 2021. № 2 (82). С. 117–127.

REFERENCES

1. Dorosli provodiat u videoihrah dedali bilshe chasu: analityky nazvaly tsyfry. Retrieved from https://games.24tv.ua/ru/vzroslye-provodjat-videoigrah-vse-bolshe-novosti-ukrainy-i-mira_n1473995 (in Ukrainian).
2. Alhorytm stvorennia tryvymirnykh ihrovnykh modelei vysokoi yakosti. Retrieved from <http://mdu.edu.ua/wp-content/uploads/gmit6-72.pdf> (in Ukrainian).
3. Rozrobka 3D-hry «Robot Escape» v zhanri platformer. Retrieved from <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1978> (in Ukrainian).
4. Etapy rozrobky komp'uternykh ihor. Retrieved from <https://blog.fugas.space/gamedev-stages/> (in Ukrainian).
5. Rozrobka ihor: 7 holovnykh etapiv stvorennia mobilnoi free-to-play hry. Retrieved from <https://vokigames.com/ua/rozrobka-igor-7-golovnyh-etapiv-stvorennya-mobilnoyi-free-to-play-gry/> (in Ukrainian).
6. Yak zrobyty svoiu hru na komp'iuteri, pravyla ta etapy, movy prohramuвання. Retrieved from <http://teg.com.ua/yak-zrobiti-svoyu-gru-na-kompyuteri-pravila-ta-etapi-movi-programuvannya/2/> (in Ukrainian).
7. Shcho take Retopologhiia u ZBrush? URL: <https://batl.biz.ua/shho-take-retopologiya-u-zbrush/> (in Ukrainian).
8. PureRef is a tool for artists by (an) artist (and a programmer!). Retrieved from https://www.pureref.com/about_us.php (in Ukrainian).
9. UV-rozghortka u Blender. Retrieved from <https://blender3d.com.ua/uv-razvertka-v-blender/> (in Ukrainian).
10. UV mapping for beginners. Retrieved from <https://www.creativebloq.com/features/uv-mapping-for-beginners> (in Ukrainian).
11. Ctvorennia Normal Maps u Blender. Retrieved from <https://blender3d.com.ua/sozdaniye-karty-normaley-v-blender-normal-maps/> (in Ukrainian).
12. Vykorystannia BLENDER I MAYA Z UNITY. Retrieved from <https://unity.com/ru/how-to/beginner/using-blender-and-maya-unity> (in Ukrainian).
13. Stylized Characters In 3D. Retrieved from <https://blog.vertexschool.com/stylized-characters-in-3d/> (in English).

14. HOW TO MAKE TEXTURES FOR 3D MODELS: BASICS AND TIPS. Retrieved from <https://3d-ace.com/blog/how-to-make-textures-for-3d-models-basics-and-tips/> (in English).
15. Yevsieiev, O. S. (2020). Stvorennia interaktyvnykh media. Kharkiv : KhNEU im. S. Kuznetsia (in Ukrainian).
16. Yevsieiev, O. S., & Nadvorna, Ya. M. (2023). Zastosuvannia shtuchnoho intelektu dlia pokrashchennia animatsii tryvymirnykh personazhiv: dosiahnennia i perspektyvy. Teoretychni ta praktychni aspekty zabezpechennia rozvytku finansovo-ekonomichnykh system v umovakh transformatsiinykh zmin : mizhvuzivska naukovo-praktychna konferentsiia (23 lystopada 2023 r.) : tezy dop. Kharkiv, 46–48 (in Ukrainian).
17. Stvorennia interaktyvnykh media. Metodychni rekomendatsii do vykonannia laboratornykh robit dlia zdobuvachiv vyshchoi osvity spetsialnosti 186 «Vydavnytstvo ta polihrafiia» osvitnoi prohramy «Tekhnolohii elektronnykh multymediinykh vydan» druhoho (mahisterskoho) rivnia / uklad. O. S. Yevsieiev, L. V. Potrashkova. Kharkiv : KhNEU im. S. Kuznetsia, 2024 (in Ukrainian).
18. Stvorennia interaktyvnykh media: metodychni rekomendatsii do samostiinoi roboty studentiv spetsialnosti 186 «Vydavnytstvo ta polihrafiia» druhoho (mahisterskoho) rivnia / ukl. O. S. Yevsieiev. Kharkiv : KhNEU im. S. Kuznetsia, 2019 (in Ukrainian).
19. Hrabovskiy, Y., Yevsyeyev, O., & Pandorin, A. (2018). Development of a method for the creation of 3d advertising printing products: *Skhidno-Ievropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*, 6 (2), 6–18. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2018_6%282%29__2 (in English).
20. Hrabovskiy, Y., & Yevsyeyev, O. (2021). Development of methods of creating the interface of the interactive edition: *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 2 (82), 117–127 (in English).

doi: 10.32403/1998-6912-2024-1-68-31-45

TECHNOLOGY OF THE DEVELOPMENT OF 3D CHARACTER MODELS FOR A COMPUTER GAME

O. S. Yevseiev, V. I. Mysnik

*Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics,
9A, Nauka Ave., Kharkiv, 61001, Ukraine
Oleksiy.Yevsyeyev@hneu.net,
mysnikslavik@gmail.com*

In the area of computer games, 3D-graphics have become particularly popular, meeting the aesthetic and genre preferences of a wide range of users. Technological advances have increased the availability and diversity of game content, raising the bar for quality and originality. Thus, keeping audiences engaged is becoming increasingly challenging in a rapidly changing world with growing information and entertainment needs.

3D character modeling is becoming an important factor in increasing user engagement and satisfaction. Well-designed characters not only contribute to a more

immersive virtual world, but also play a crucial role in forming an emotional connection between the user and the game environment, which is key to maintaining interest and loyalty.

The rapid advances in the quality of 3D characters and their animation emphasize the growing interest in computer games, which necessitates the need to improve 3D character creation techniques. Despite the scientific interest in this field, a comprehensive approach to study the detailed methodology of 3D character development requires systematization, which highlights the need for further research.

This article is devoted to the development of a state-of-the-art 3D game character creation technology aimed at optimizing the process and improving quality performance. The proposed technology emphasizes the iterative nature of development, providing continuous evaluation and refinement at each stage. This approach not only optimizes labor costs but also standardizes the quality of the final product, allowing teams to focus on innovation and creative character design.

The proposed 3D character development technique for computer games shows potential in improving the efficiency of the production process. It supports an integrated approach to video game production by focusing on quality, efficiency and innovation. The implementation of this technology in the production process can significantly improve the quality of the final product, contributing to the development of content for the game industry and providing an improved experience for the end user.

Keywords: *3D game, 3D character model, 3D modeling, three-dimensional graphics, areas of application of 3D characters, stages of creation, development method, technological scheme.*

Стаття надійшла до редакції 07.05.2024.

Received 07.05.2024.