

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ТЕКСТУРУВАННЯ

Романюк О.Н., д.т.н., проф.. E-mail: rom8591@gmail.com

Стрільчук Б.О., магістрант

Комп'ютерна графіка дозволяє суттєво збільшити пропускну спроможність інформаційного каналу, через який здійснюється двосторонній зв'язок користувача і комп'ютера, в зв'язку з чим роль і значення графічного подання результатів обчислень в промисловості та науково-дослідній практиці безупинно зростає [1-3].

На даному етапі розвитку комп'ютерної графіки особлива увага приділяється формуванню просторових зображень, які є найбільш реалістичними та інформативними, оскільки точно відтворюють конструктивні, візуальні та образотворчі особливості об'єкту [1]. При формуванні таких зображень необхідно відображати графічні сцени з великою деталізацією, тому на даному етапі розвитку комп'ютерної графіки особлива увага приділяється не лише швидкодії формування графічних зображень, але і їх реалістичності.

У процесі синтезу зображень можна виділити два основні етапи: етап геометричних перетворень та етап рендерингу [1]. На етапі геометричних перетворень виконується теселяція геометричних моделей [1-2], афінні та видові перетворення [4]. На етапі рендерингу виконується перетворення графічних об'єктів у растровий вигляд [1].

Однією з основних та найбільш трудомістких процедур рендерингу (візуалізації) є процедура зафарбовування [1-4], згідно з якою для кожної точки поверхні визначається інтенсивність кольору та екранні координати. Альтернативою до побудови високореалістичних зображень є використання текстур, які накладаються на графічні об'єкти [5]. Використання текстур у багатьох випадках дозволяє успішно вирішувати задачі, які надзвичайно трудомістко розв'язати прямими методами. Текстурування дозволяє суттєво зменшити обчислювальні витрати та зробити можливим інтерактивний режим візуалізації.

Текстурування тривимірних графічних об'єктів може здійснюватися найрізноманітнішими методами [1-9]. В графічних системах і ігрових двійках досить часто використовують процедурне текстурування, без карти текстури, і текстурування з використанням карти текстури [5]. Процедурне текстурування досить ефективне, коли візерунки текстури є прості і їх можна представити аналітичними функціями. Однак у більшості випадках процедурне текстурування неефективне, оскільки процедурними методами можна генерувати лише прості рельєфи [4]. Переваги використання карт текстур в тому, що їх можна підготувати заздалегідь з потрібною якістю розширення. Достатньо один раз розмістити текстуру в пам'яті, щоб потім постійно до неї звертатись. На відміну від процедурного методу текстурування, де потрібно постійно генерувати текстуру, методи з використанням карти текстур більш продуктивніші і реалістичніші [1-9].

Головна вимога текстурвання – реалістичне відтворення поверхні, яке в першу чергу залежить від правильного відображення об'єктів у двовимірну площину і урахування їх перспективи [1]. У більшості методів текстурвання головним недоліком є те, що вони або зовсім не враховують перспективу об'єкта, або враховують її частково. Врахування перспективи об'єкта при текстурванні вимагає великої кількості трудомістких операцій типу “ділення”, що значно впливає на продуктивність формування тривимірного графічного об'єкта.

Серед методів текстурвання тривимірних графічних об'єктів, які враховують перспективу об'єкта, найбільшого поширення отримали методи кусково-лінійної інтерполяції та методи нелінійної інтерполяції [21, 27, 35, 42, 46, 48].

Однак, як в методах кусково-лінійної інтерполяції так і в методах нелінійної інтерполяції на один піксел виконується велика кількість трудомістких операцій типу “ділення” [34, 42]. У зв'язку з чим досить актуальною є розробка методів, які б повністю виключали операцію ділення, замінивши її на додавання чи множення, або містили мінімальну кількість операцій ділення і при цьому зберігали високу реалістичність зображень.

Методи текстурвання відрізняються як за якістю, так і за швидкістю отримання результуючого зображення [5, 14, 17]. Для кожного окремого випадку використовується конкретний метод, або сукупність методів. На рисунку наведено класифікацію методів текстурвання [17], яку розроблено автором.

Методи текстурвання поділяють на процедурні [10], у яких використовуються спеціальні функції для відтворення текстури поверхні, а також на методи, які використовують карту текстури [7]. Методи текстурвання, що використовують карту текстури, поділяють на методи, які використовують для текстурвання тривимірних графічних об'єктів проміжні поверхні, і методи, які використовують відносні текстурні координати в вершинах полігону.

При накладанні текстури на поверхню спочатку встановлюється зв'язок між точками на поверхні об'єкта і точками текстури, що в загальному випадку може призвести до стиснення чи розтягу рисунка текстури [5]. Ця відповідність встановлюється за допомогою спеціальної функції проєкціювання $F()$:

$$(u, v) = F(x, y, z)$$

де u, v – координати текстури, а x, y, z – координати точки на поверхні об'єкта, на якій накладається текстура. Функціями проєкціювання можуть бути стандартні функції відображення: циліндрична, сферична [2, 5].

У загальному випадку поверхні, на які накладається текстура, не є циліндричними чи сферичними. Для накладання текстури на об'єкти довільної форми використовують метод двоступінчатого відображення: на першому кроці текстура відображається на проміжну поверхню; на другому кроці отримана тривимірна текстура проєкціюється на поверхню тривимірного об'єкта.

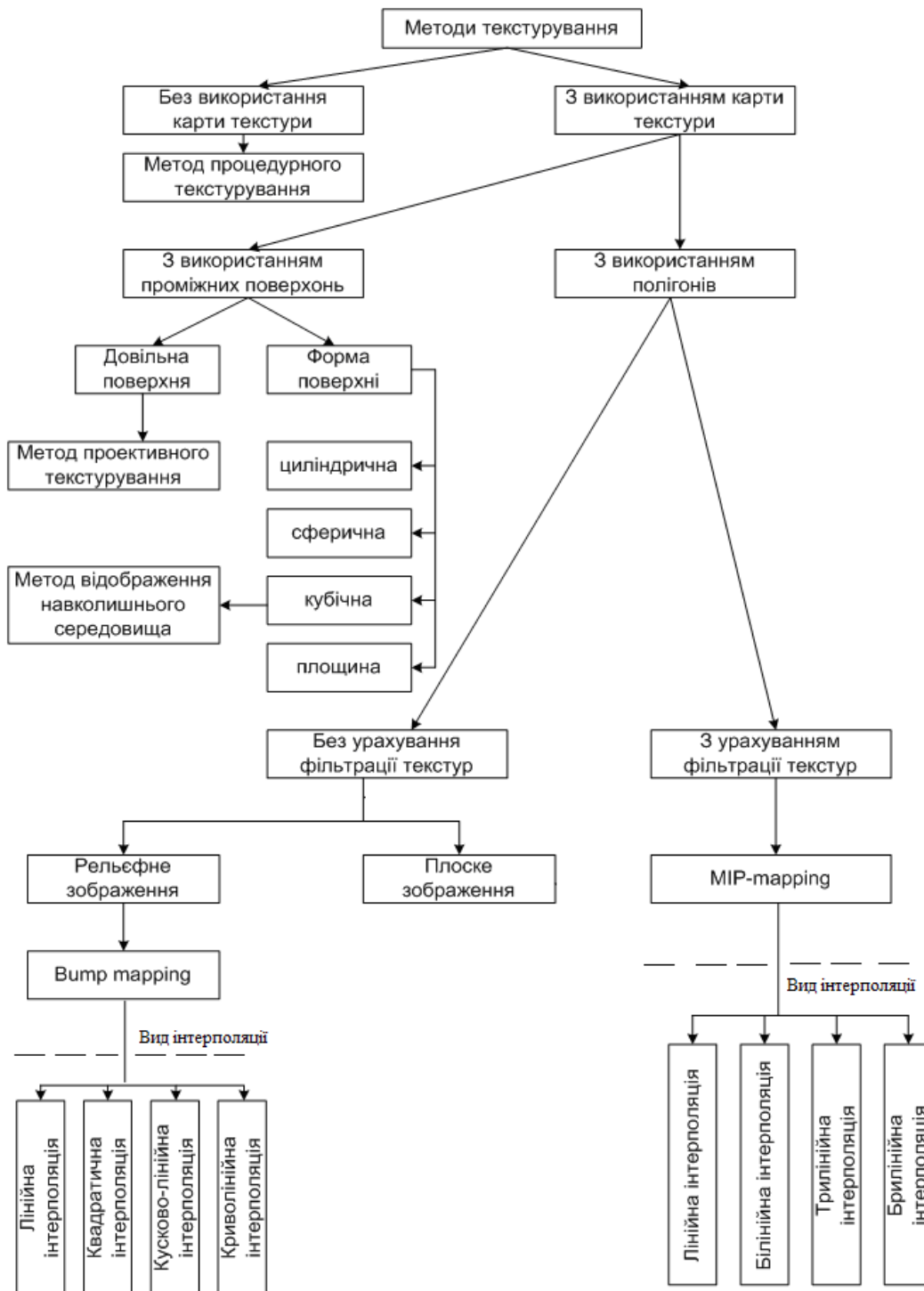


Рис. 1.5. Класифікація методів текстурування

У загальному випадку поверхні, на які накладається текстура, не є циліндричними чи сферичними. Для накладання текстури на об'єкти довільної форми використовують метод двоступінчатого відображення: на першому кроці текстура відображається на проміжну поверхню; на другому кроці отримана тривимірна текстура проєкціюється на поверхню тривимірного об'єкта [9, 10].

Комбінація цих операцій дозволяє текстурувати тривимірні об'єкти "природним" способом. Як проміжну поверхню запропоновано використовувати довільно орієнтовану площину, кубічну, циліндричну чи

сферичну поверхню, вибір якої залежить, насамперед, від геометричної форми об'єкта, на який накладається текстура .

Методи текстурування, які використовують полігони тривимірних об'єктів при текстуруванні, відрізняються від вищеописаних методів тим, що кожна вершина полігону містить інформацію про відносні текстурні координати. Важливою задачею при формуванні зображення є правильне відображення (накладання) текстури на окремий полігон.

При накладанні текстури на полігон більшість графічних систем враховують фільтрацію текстур [32, 36], яка полягає у виборі потрібної по ступеню стиснені текстури залежно від віддаленості тривимірного об'єкта від точки спостереження. При фільтрації текстур, як правило, проявляються артефакти у місцях переходу між рівнями текстур [10]. У цьому випадку використовуються різні методи усунення цих артефактів: лінійна, білінійна, трилінійна і брилінійна інтерполяції [8].

Поверхня тривимірного об'єкта може бути рельєфна чи плоска , тому виділяють рельєфне текстурування і плоске текстурування. Останнім кроком текстурування полігону є вибір методу відображення рядка растеризації. Виділяють наступні методи інтерполяції рядка растеризації: лінійна, квадратична, кусково-лінійна і криволінійна інтерполяції.

Перелік посилань

1. Романюк О. Н. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Монографія. / О. Н. Романюк, А. В. Чорний. - Вінниця : УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006. — 190 с.
2. Романюк О. Н. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / О. Н. Романюк — Вінниця: ВДГУ, 2001. — 129 с.
3. Романюк О. Н. Новий підхід до підвищення реалістичності зафарбовування тривимірних об'єктів за методом Гуро / О. Н. Романюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2005. — № 2. — С. 106—109.
4. Херн Д., Бейкер М. Компьютерная графика и стандарт OpenGL / Д. Херн, М. Бейкер. — М. : Издательский дом "Вильямс", 2005. — 1168 с.
5. Вяткин С. И. Отображение текстуры на плоские и криволинейные поверхности, свободные формы и объемы / С. И. Вяткин, Б. С. Долговесов, Н. Р. Каипов // Автометрия. — 1999. — № 1. — С. 17— 24.
6. О. Н. Романюк, та О. О. Дудник, "Підвищення продуктивності текстурування з виконанням процедурних операцій в об'єктному просторі", Наукові праці ДонНТУ. Серія "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка" № 2 (23), с. 45-51, 2016.
7. О. Н. Романюк, та О. О. Дудник, "Розробка методів текстурування для задач фотореалістичного рендерингу", Матеріали сьомої міжнародної науково-технічної конференції "Моделювання і комп'ютерна графіка", 18-24 вересня 2017 р, с. 26-33.
8. О. О. Дудник, та О. Н. Романюк, "Аналіз методів фільтрації текстур" Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції "Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН-2015)", Вінниця, 16-17 квітня 2015 р., [Електронний ресурс]. Доступно: <http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/index.php?page=materials&line=11&mat=115>
9. О. О. Дудник, "Аналіз методів рельєфного текстурування", Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ: Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет- конференції., Вінниця, 2017.
10. О. Н. Романюк, та О. О. Дудник, "Використання модифікованої MIP-піраміди для підвищення продуктивності parallax mapping", Вісник Вінницького політехнічного інституту, №1, 112-116, 2018.