

**К.т.н., доцент Соколова Н. А., магістрант Нероденко Ю. В.**

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ**

### **Вступ**

Предметною галуззю даного дослідження є візуалізація (рендеринг) – процес побудови зображення за моделлю за допомогою комп'ютерної програми. Модель в даному випадку – це опис тривимірних об'єктів у вигляді структур даних. Такий опис може містити геометричні дані, дані про положення точки спостереження, інформацію про освітлення, про матеріали кожного конкретного об'єкта тощо.

Галузями застосування тривимірного моделювання та візуалізації є: моделювання катастроф і явищ природи (наукове моделювання), навчальні програми, стимулятори, анімація, створення спецефектів для кінофільмів і телебачення, ігри, архітектура та дизайн, реклама.

Візуалізація – один з найважливіших розділів в комп'ютерній графіці, на практиці тісно пов'язаний зі всіма іншими. Постійне розширення галузі застосування тривимірного моделювання, підвищення вимог до алгоритмів рендеринга зумовлює актуальність проведення досліджень даного питання.

### **Постановка задачі**

Метою даної статті є дослідження існуючих методів та пакетів візуалізації тривимірних сцен. Для цього необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) порівняльний аналіз існуючих пакетів візуалізації;
- 2) аналіз груп алгоритмів візуалізації та методів всередині груп, їх переваг та недоліків.

### **Порівняльний аналіз існуючих пакетів візуалізації**

Усі алгоритми візуалізації можна поділити на дві великі групи:

1. Алгоритми рендерингу реального часу (візуалізація в реальному режимі), що характеризуються високою швидкістю візуалізації

(застосовуються в комп'ютерних іграх);

2. Алгоритми пре-рендерингу, які відрізняються набагато вищою якістю отриманого зображення та, як наслідок, більш низькою швидкістю візуалізації.

В даній статті розглянуто алгоритми та пакети для пре-рендерингу.

Виділено наступні критерії класифікації пакетів візуалізації:

- 1) сумісність з найпоширенішими студіями тривимірного моделювання (*3DSMax, Maya, Softimage, Houdini, Sketch Up, Cinema 4D, Light Wave, Blender*);
- 2) *biased/unbiased*. *Biased*-візуалізатори спочатку розраховують окремі компоненти зображення, а потім формують з них результуюче зображення, розраховуючи результат частинами (наприклад, зверху вниз). *Unbiased*-рендери відразу виводять все зображення і поступово поліпшують його якість, розраховуючи окремі компоненти одночасно з основним зображенням;
- 3) зручність користувацького інтерфейсу та простота налаштування;
- 4) можливість імітації додаткових ефектів (таких як м'які (розмиті) тіні, атмосферні ефекти (туман, дим), відбиття одного предмета в іншому, прозорість предметів, заломлення світла, непряме освітлення – ефект, при якому один предмет освітлюється світлом, що відбивається від іншого предмета, ефект глибини різкості камери, розмиття предмета під час руху, підповерхневе розсіювання світла тощо) для підвищення якості отриманого зображення.

З 12-ти розглянутих пакетів візуалізації жоден не є сумісним зі всіма студіями моделювання та лише 2 пакети сумісні з 7-ма студіями.

7 пакетів є *Biased*-візуалізаторами, 3 – *Unbiased*-візуалізаторами та 2 пакети підтримують обидва способи розрахунку. *Unbiased*-візуалізатори мають найпростіший та найзручніший користувацький інтерфейс, який, однак, не завжди є достатньо гнучким. До того ж такі рендери характеризуються низькою швидкістю візуалізації.

10 пакетів забезпечують імітацію всіх основних додаткових ефектів.

Лише один з розглянутих пакетів є *Open source*-проектом.

## **Порівняльний аналіз алгоритмів візуалізації**

Існує чотири великих групи алгоритмів рендеринга:

1. Растеризація - *rasterisation* (в т.ч. метод сканування строк - *scanline*). Візуалізація проводиться проектуванням об'єктів сцени на екран без розглядання ефекту перспективи відносно спостерігача. Використовується в усіх сучасних відео картах;
2. Метод кидання променів - *ray casting*. Сцена розглядається як така, що

спостерігається з певної точки. З точки спостереження на об'єкти сцени спрямовуються промені, за допомогою яких визначається колір пікселя на екрані. При цьому промені припиняють своє розповсюдження, коли досягають будь-якого об'єкта сцени або її фону. Використовується перш за все при візуалізації реального часу (ігри), а також там, де деталі є неважливими;

3. Метод трасування променів - *ray tracing* (в т.ч. метод *Progressive Path Tracing*). З точки спостереження на об'єкти сцени спрямовуються промені, за допомогою яких визначається колір пікселя на екрані. Але при цьому промінь не припиняють своє розповсюдження, а розділяється на три компоненти, кожна з яких вносить свій вклад в колір пікселя: промінь, який був відбитий, заломлений та поглинений. Використовується тільки в рекламі та для створення спецефектів;
4. Глобальне освітлення – *global illumination (radiosity)*. На даний момент є найбільшою групою алгоритмів (*Light Tracer, Radiosity, Irradiance Map, Photon Map, QMC, Adaptive QMC, Metropolis Light Transport*). Симулює дифузне розповсюдження світла від поверхонь і дозволяє досягати ефектів «м'якості» освітлення та більшої реалістичності зображень. Даний метод використовує той факт, що освітлені прямим світлом поверхні (пряме освітлення) діють як непрямі джерела світла, які освітлюють інші поверхні (непряме освітлення). Є найпоширенішим методом візуалізації в анімації.

Виділено наступні критерії класифікації алгоритмів візуалізації:

- 1) якість (реалістичність) отриманого зображення;
- 2) швидкість візуалізації;
- 3) необхідна для візуалізації оперативна пам'ять;
- 4) камерозалежність – властивість, яка визначає, чи залежить розраховане вторинне (непряме) освітлення від положення камери в сцені.

Згідно з цими критеріями виділено наступні групи алгоритмів. Найменш якісними та найшвидшими алгоритмами є алгоритми растеризації та кидання променів. Всі камерозалежні алгоритми мають низьку швидкість візуалізації. Найкращі за якістю результати дають метод трасування променів та глобальне освітлення, проте вони вимагають значних обчислювальних ресурсів та затрат часу. Незважаючи на це, наразі в пакетах пре-рендерингу найчастіше реалізуються алгоритми двох останніх груп. При цьому широко використовуються різноманітні способи прискорення роботи алгоритмів, такі як інтерполяція, сумісне використання декількох алгоритмів, повторне використання даних,

розпаралелювання алгоритмів та так звана технологія сітьової візуалізації тощо.

## Висновки

В галузі рендерингу було виділено декілька проблем, що потребують вирішення. На даний момент не існує універсального пакету візуалізації, сумісного зі всіма найпопулярнішими студіями тривимірного моделювання. В умовах постійного розвитку тривимірного моделювання дуже актуальною є проблема співвідношення якості отриманого зображення, швидкості візуалізації та необхідних обчислювальних ресурсів. Оптимальних за всіма цими показниками алгоритмів на даний момент не існує. Виконана в статті класифікація пакетів та алгоритмів візуалізації та їх порівняльний аналіз є підґрунтям для розробки нової ефективної технології візуалізації.

В подальшому планується дослідити алгоритми візуалізації реального часу.

## Література

1. *В.К. Гилой, Г. Расселер, Д. Джакел.* Новые стандарты высокореалистичного рендеринга в реальном времени. - Открытые Системы. № 5 (13). 1995, - с. 35-44.
2. *Эгрон Ж.* Синтез изображений. Базовые алгоритмы. – М.: Радио и связь, 1993. – 216 с.
3. *Павлидис Т.* Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. – М.: Радио и связь, 1986. – 394 с.
4. *Роджерс Д.* Алгоритмические основы машинной графики. – М.: Машиностроение, 1980. – 469 с.
5. *Романюк А.Н.* Эффективные алгоритмы распараллеливания процедуры рендеринга при формировании реалистических изображений. – Статья с конференции Graphicon 2001.
6. Матеріали офіційних сайтів пакетів візуалізації -  
<http://www.maxwellrender.com/>  
[http://randomcontrol.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&Itemid=16#home/index](http://randomcontrol.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=16#home/index)  
<http://www.indigorenderer.com/joomla/>  
<http://www.chaosgroup.com/en/2/index.html>  
[www.mentalimages.com/](http://www.mentalimages.com/)  
[www.finalrender.com/](http://www.finalrender.com/)  
[www.splutterfish.com/](http://www.splutterfish.com/)