# **Математика як фундамент цифрового світу: 3D-моделювання в Blender**

Математика -- одна з найскладніших освітніх компонент, однак і найцікавіших. Адже все, що нас оточує, ґрунтується на математичних закономірностях. Дуже часто розуміння приходить тоді, коли ми якісно можемо уявити основні поняття, закономірності, фігури та їх взаємодію. На допомогу приходить візуалізація того, що вивчаємо.

У 3D-комп'ютерній графіці 3D-моделювання є процесом створення математичного представлення поверхні об'єкта (неживого чи живого) на основі координат у трьох вимірах. Це досягається за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення шляхом маніпулювання ребрами, вершинами та багатокутниками в змодельованому 3D-просторі.

3D-моделювання є складним технологічним процесом, що поєднує творчість та математичні принципи для створення віртуальних тривимірних об'єктів та просторів. Сучасні інструменти 3D-графіки, такі як Blender, демонструють глибоку інтеграцію математичних концепцій у процес комп'ютерного моделювання.

## **Базові поняття та принципи**

Тривимірні (3D) моделі представляють фізичне тіло через набір точок у 3D-просторі, з'єднаних різними геометричними об'єктами, такими як трикутники, лінії, вигнуті поверхні. 3D-моделі можна створювати вручну, алгоритмічно (процедурне моделювання) або шляхом сканування. Їх поверхні можна додатково визначити за допомогою відображення текстури.

Віртуальний світ, який ми зустрічаємо, наприклад, в комп'ютерній грі, в основному складається з простору, зайнятого багатокутниками з прикрасами. 3D-художники можуть днями створювати об'єкт із десятками тисяч полігонів. Ці багатокутники можна прикрасити кількома способами, щоб вони виглядали краще, але тут варто звернути увагу на геометрію та на сам процес її візуалізації.

## **Математичні основи**

### **Координати та векторні системи**

Вектор -- це напрямлений відрізок. Він задається координатами (три числа). Ми можемо думати про ці числа як відстань, яку потрібно пройти в трьох різних напрямках, щоб дістатися до точки. Наприклад, якщо задано вектор з координатами x=2, y=1, z=6, то ви знайдете точку, пройшовши 2 метри в напрямку вашої правої руки, потім 1 метр у напрямку вашої лівої руки, а потім піднявшись на 6 метрів.

У серці 3D-моделювання лежать координатні системи. Декартова система координат, з її осями X, Y та Z, дозволяє точно визначити положення кожної точки в просторі. Існують і інші системи координат, такі як полярна та сферична, які можуть бути зручнішими для певних типів об'єктів або задач.

### **Лінійна алгебра та геометрія**

У своєму основі, 3D-моделювання в Blender базується на лінійній алгебрі, що займається векторами та матрицями. Вектори використовуються для представлення точок, напрямків та нормалей в тривимірному просторі. Наприклад, під час створення меша кожна вершина визначається позиційним вектором.

Матриці необхідні для виконання трансформацій, таких як перенос, ротація та масштабування. Матрична трансформація може бути застосована до вершини, щоб її перемістити, повернути або змінити розмір. Blender використовує матриці розміру 4x4 для обробки цих трансформацій в гомогенних координатах, що дозволяє виконувати більш складні операції, такі як перспективні проекції.

### **Криві та поверхні**

Геометрія визначає форму об'єктів. В Blender використовуються різні геометричні примітиви: куби, сфери, циліндри тощо. Більш складні об'єкти будуються з використанням сіток, які складаються з вершин, ребер та граней.

NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) використовуються для створення гладких кривих та поверхонь, що дуже корисно в автомобільному та промисловому дизайні. Програмне забезпечення також використовує алгоритми теселяції для перетворення складних поверхонь в простіші полігональні меші, що робить їх легше для рендерингу.

## **Візуалізація та рендеринг**

Основна ідея візуалізації полягає в тому, щоб перетворити математичний опис світу на картину того, як цей світ буде виглядати для когось всередині світу. Математичний опис може бути у вигляді списку, наприклад: є коробка з центром (2,4,7) і сторонами довжиною 3, колір коробки блакитно-сірий.

Рендеринг, процес створення 2D-зображення з 3D-моделі, багато залежить від математичних понять. Blender використовує трасування променів, техніку, яка симулює спосіб взаємодії світла з об'єктами. Це передбачає кидання променів з камери в сцену та розрахунок їх взаємодії з об'єктами, включаючи відбитки, зсуви та тіні.

### **Матеріали та текстури**

Щоб зробити об'єкти більш реалістичними, використовуються матеріали та текстури. Матеріали визначають, як об'єкт взаємодіє зі світлом, а текстури надають поверхні деталі. Для накладання текстур на об'єкти використовується UV-мапування, яке є математичним процесом проектування двовимірного зображення на тривимірну поверхню.

### **Світло і тіні**

Світло відіграє ключову роль у створенні реалістичних зображень. Blender використовує складні алгоритми для розрахунку взаємодії світла з об'єктами. Ці алгоритми базуються на фізичних законах оптики і дозволяють створювати реалістичні тіні, відблиски та інші світлові ефекти.

## **Спеціальні техніки та застосування**

### **Анімація та фізичні симуляції**

Анімація дозволяє надати об'єктам рух і життя. В Blender анімація здійснюється за допомогою ключових кадрів, які визначають положення об'єкта в різні моменти часу. Проміжні кадри обчислюються за допомогою інтерполяції, що дозволяє створювати плавні рухи.

Диференціальне зчитування грає значну роль в анімації та фізичних симуляціях. Фізичні симуляції, такі як динаміка рідин або тканин, використовують диференціальні рівняння для моделювання поведінки об'єктів у часі.

### **Фрактали та природні форми**

Фрактали -- це геометричні об'єкти, які мають властивість самоподібності. Вони використовуються для створення природних форм, таких як гори, хмари, берегові лінії. Фрактали дозволяють генерувати складні деталізовані структури з простих правил.

## **Практичне застосування**

3D-моделювання широко застосовується у різних галузях:

* Машинобудування
* Дизайн інтер'єру
* Кіновиробництво
* Відображення віртуальної реальності
* Створення відеоігор
* Моделювання одягу

Перше широкодоступне комерційне застосування віртуальних моделей людей з'явилося в 1998 році на веб-сайті Lands' End, де користувачі могли створити модель себе та приміряти 3D-одяг. Сьогодні існує кілька сучасних програм, таких як Poser, що дозволяють створювати віртуальні моделі людей. Також розвиток програмного забезпечення для симуляції одягу, такого як Marvelous Designer, CLO3D і Optitex, дозволив художникам і модельєрам моделювати динамічний 3D-одяг.

## **Висновок**

3D-моделювання є складною міждисциплінарною технологією, де математика виступає потужним інструментом перетворення абстрактних концепцій у реалістичні віртуальні світи. Розуміння математичних принципів відкриває нові горизонти для інновацій у комп'ютерній графіці, дозволяючи створювати дедалі складніші та реалістичніші віртуальні простори. Комп'ютерна графіка значно покращилася за останні 40 років, і головною причиною цього є вдосконалення процесорів, які дозволяють відображати більше полігонів.