

УДК 004.946 (75)

СПЛАЙНОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ТРИВИМІРНОЇ СЦЕНИ

Гаманець А.О., студент, кафедра МСТ, ХНУРЕ,
Дейнеко Ж.В., к.т.н., доцент, кафедра МСТ, ХНУРЕ

***Анотація.** Тривимірне моделювання охопило різні сфери нашого життя: від проектування комп'ютерних ігор, архітектурної візуалізації до створення будівель і літаків. Одним із значних підрозділів цього напрямку є сплайнове моделювання, яке отримало широке поширення унаслідок високої точності побудови об'єктів та відносної простоти і гнучкості при роботі. У кінцевому підсумку створення моделі за допомогою сплайнів (тривимірних кривих) зводиться до побудови сплайна каркаса, на основі якого створюється тривимірна геометрична поверхня. У ході роботи пропонується розглянути сплайнове моделювання та дослідити його основні принципи.*

***Ключові слова:** СПЛАЙНОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ, В-СПЛАЙНИ, СПЛАЙНОВИЙ КАРКАС, ЕКСТРУЗІЯ, СПЛАЙНОВІ ПРИМІТИВИ, СЕГМЕНТИ СПЛАЙНУ, РЕНДЕРИНГ СЦЕНИ.*

В наш час тривимірні технології давно стали невід'ємною частиною сучасного світу. Вони стрімко розвиваються і застосовуються в більшості сфер діяльності людини. Важко уявити сучасній світ без допомоги тривимірних об'єктів, що використовуються від сфер кіновиробництва, створення ігор та різного аудіовізуального контенту, до конструкторських моделей, архітектурної візуалізації та надрукованих на 3D принтері протезів, або будь-яких інших елементів. Проте, кожна із сфер застосування має свої особливості при створенні самих моделей та оточення.

Метою даної роботи є дослідження базових прийомів роботи із сплайнами, а також вивчення методів отримання із них просторових тривимірних об'єктів.

Моделювання за допомогою сплайнів – це вид 3D-моделювання, який передбачає використання спеціальних ліній, що задаються тривимірним набором контрольних точок в просторі [1]. Саме ці точки визначають гладкість кривої. Всі сплайни зводяться до каркаса ліній, на основі якого вже створюється тривимірна геометрична поверхня. При сплайновому моделюванні форма будь-якого тривимірного об'єкту описується безліччю кривих по екватору кулі або по поверхні у трьох напрямках [2]. Поверхню, побудовану за допомогою сплайнів можна масштабувати і виготовляти з такою точністю, яка необхідна і яку можна задати на етапі прототипування.

Існує багато типів кривих, які можна класифікувати на основі їх математичних і геометричних характеристик. П'ять найбільш поширених типів сплайнів, що використовуються в основних системах тривимірного моделювання: лінійні сплайни, кардинальні сплайни, b-сплайни, криві Безьє і неоднорідні раціональні b-сплайни (NURBS-поверхні) [1, 3]. Деякі види сплайнів представлені на рис. 1.

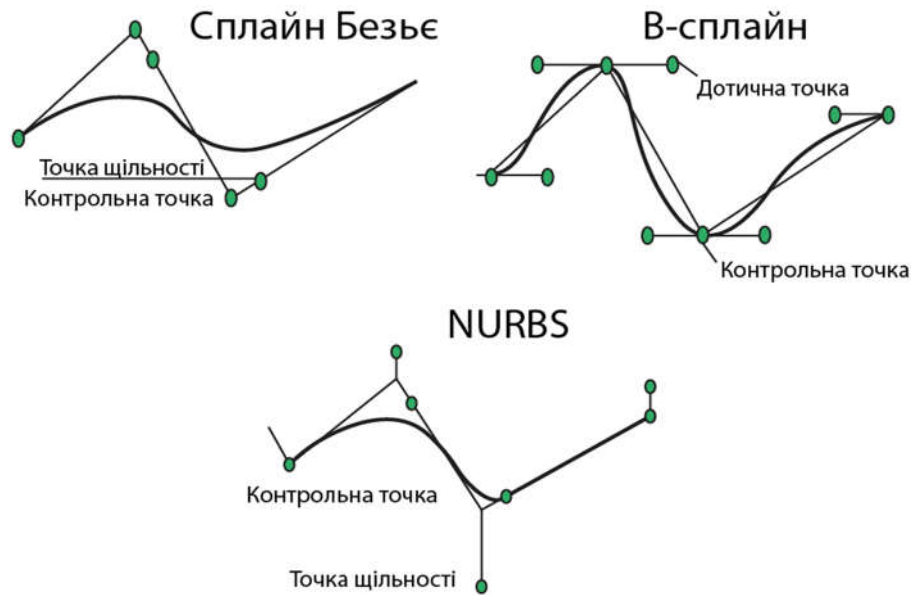


Рисунок 1 – Основні види сплайнів

NURBS-поверхні виділяють, як підвид сплайнового моделювання, що передбачає створення плавних форм, у яких немає гострих країв. Саме через цю рису, технологію NURBS часто застосовують для побудови органічних об'єктів (рослин, тварин, людей) [2]. Кожний полігональний об'єкт може бути перетворений у NURBS-поверхню (рис. 2).

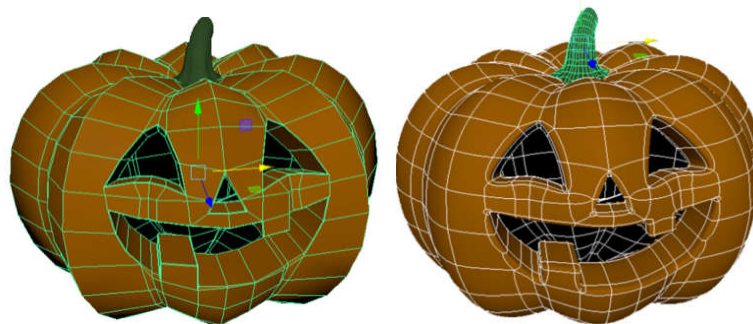


Рисунок 2 – Приклад перетворення полігонального об'єкту у NURBS

Сплайни NURBS характеризуються найвищим ступенем локального управління кривою за рахунок використання вузлів і ваг. Ці органи управління дозволяють модифікувати окрему частину сплайна без здійснення впливу на інші частини. Маніпулювання вагами на кривій NURBS дозволяє вдосконалити нюанси форми даної лінії, але зазвичай уповільнює рендеринг фінальної моделі.

На базі опису об'єкта будується його тривимірна модель. Залежно від виду об'єкта, його складності і подальшого використання можна застосовувати різні методи побудови моделі.

Розглянуті сплайни використовуються для створення тривимірних форм за допомогою кінематичного принципу, який полягає у визначенні двовимірного контуру, який потім рухається вздовж заданої траєкторії. У міру переміщення контуру по траєкторії, він утворює форму в тривимірному просторі.

Отримана тривимірна модель залежить від складності контуру, а також від складності траєкторії. Три найпоширеніші способи створення фігур шляхом видавлювання це: екструзія (видавлювання), вільне видавлювання (рис. 3) і побудова фігур обертання (рис. 4). Просте видавлювання (рис. 3, а) відбувається вздовж будь-якої, але однієї осі. Екструзію іноді називають лофтингом (підйомом), так як двовимірні контури дублюються і переміщуються на рівень вище. Вільна екструзія (рис. 3, б, в, г). Деякі програми забезпечують також можливість видавлювати об'єкти по траєкторіях будь-якої форми і з будь-якої осі або комбінації осей. Екструзія, що виробляється по декількох осях, або сплайнах, іноді називається видавлюванням за профілем або вільної екструзією.

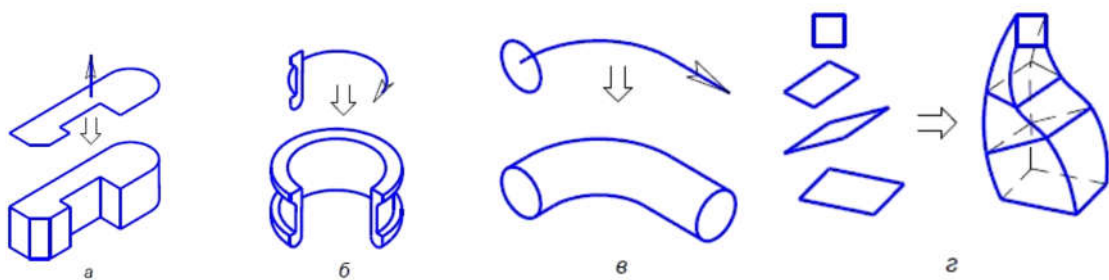


Рисунок 3 – Створення тривимірних форм за допомогою сплайнів

Побудова фігур обертання (рис. 4). Тіло виходить шляхом обертання контуру навколо осі. Поверхні обертання, що виходять в результаті проходу 360 градусів, часто бувають закритими тривимірними формами. Сектори, або відрізки тривимірних форм, можна також створювати шляхом виконання обертання меншого, ніж на 360 градусів. Двовимірні контури, які не стикаються з віссю обертання, дозволяють створювати тривимірні об'єкти з отворами. У цих випадках, а також якщо створюється лише сектор форми, отримані фігури можуть бути закритими або відкритими.

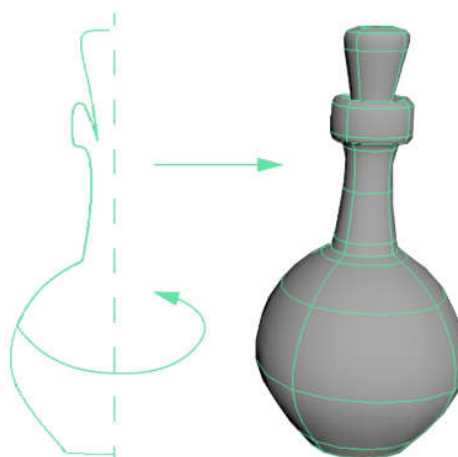


Рисунок 4 – Побудова фігури обертання

Розглянуті функції сплайнового моделювання було реалізовано на практиці для створення тривимірної композиції, представленої на рисунку 5.



Рисунок 5 – Створення тривимірної композиції з використанням сплайнового моделювання

Отже, сплайнове моделювання являє собою створення 3D об'єктів за допомогою кривих ліній (сплайнів). Сплайнами можуть виступати лінії різної форми: кола, прямокутники, дуги та ін. Об'єкти при цьому виходять плавної форми. Перевага даного методу в гнучкості зміни форми сплайна.

У ході роботи було досліджено основні особливості різновидів сплайнових кривих, які, у поєднанні із методами екструзії та обертання, здатні легко створювати тривимірні моделі будь-якої степні деталізації.

При створенні складних біологічних організмів зручніше використовувати 3D-скульптинг. Коли ж необхідно створити точну модель з необхідними зазорами, деталями строго визначеної форми і урахуванням фізичних властивостей матеріалу, то тут найбільш підходять методи сплайнового моделювання.

Література.

1. Керлоу А.В. Искусство 3D-анимации и спецэффектов. М.: Вершина, 2011. 480 с.
2. Сиденко Л.А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование: Учебное пособие. СПб.: Питер, 2013. 224 с.
3. Види 3D моделювання: полігональне, сплайнове, і NURBS-моделювання. URL: <https://koloro.ua/ua/blog/3d-tekhnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html>
4. Lyashenko V., Matarneh R., Baranova V, Deineko Zh. Hurst Exponent as a Part of Wavelet Decomposition Coefficients to Measure Long-term Memory Time Series Based on Multiresolution Analysis // American Journal of Systems and Software. 2016. Vol. 4(2). P. 51-56.