

УДК 681.3: 514.18

Суліменко С.Ю.

*Аспірант кафедри інформаційних технологій в архітектурі
Київського національного університету будівництва і архітектури,*

herger865@gmail.com

orcid.org/0000-0003-2846-7158

Сазонов К.О.

*Д.т.н., професор, кафедри інформаційних технологій в архітектурі
Київського національного університету будівництва і архітектури,*

sazonov.k@ukr.net

orcid.org/0000-0001-8313-2567

Анпілогова В.О.

*К.т.н., професор, кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки
Київського національного університету будівництва і архітектури,*

v.anpilogova.prof@gmail.com

orcid.org/0000-0002-5838-1120

Левіна Ж.Г.

*К.т.н., доцент кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки
Київського національного університету будівництва і архітектури,*

korez40@ukr.net

orcid.org/0000-0001-5833-719X

ТЕХНОЛОГІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ДИЗАЙНУ ЗА ЛІНІЯМИ ОБРИСУ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ

Анотація: в роботі розглядаються питання інформаційного та геометричного забезпечення етапів моделювання криволінійних поверхонь на перспективних зображеннях. Обґрунтовано вибір графічних пакетів.

Ключові слова: об'єкти дизайну, комп'ютерне моделювання, лінія обрису, поверхні обертання, площина симетрії.

Комп'ютерне моделювання об'єктів дизайну за перспективними лініями обрису послідовно розвивається починаючи з роботи [1]. Дані дослідження стосуються тих об'єктів у яких їх криволінійна поверхня є домінуючою, а тому і лінія її обрису відіграє суттєву роль. Типовим прикладом таких поверхонь є поверхні обертання. Але дослідження даної роботи не обмежуються ними. Перспективна проєкція поверхні обертання має цілу низку важливих властивостей, а спосіб побудови поверхні за заданою лінією обрису і віссю обертання достатньо простий і зрозумілий [2]. Завдяки цьому лінію обрису

поверхні обертання можливо використовувати як «інструмент» при моделюванні більш складних поверхонь

Для успішного розв'язання задачі необхідно забезпечити всі складові процесу моделювання а саме: інформаційну, математичну (геометричну) технологічну та програмну. Дана розробка це технологічна складова, що представляє процес моделювання у вигляді трьох етапів завдання і обробки вхідної інформації та двох етапів безпосереднього моделювання. На всіх етапах вимагається суттєва математична та програмна підтримка.

За своєю суттю процес моделювання в цій задачі є інтерпретацією графічних об'єктів як зображень геометричних моделей поверхонь. Тобто, вхідна інформація – це графічні об'єкти. Частина їх має бути трансформована в геометричні моделі вхідної інформації процесу моделювання. Тому в інформаційну складову будемо також відносити методи перетворення графічної інформації в їх геометричні моделі.

Моделювання поверхонь за їх лінією обрису здійснюється в інтерактивному режимі, який в ідеалі має обмежуватись підготовкою інформаційної складової, але в складних випадках до нього звертаються і на інших етапах.

Первинною інформацією має бути архітектурна ситуація або інтер'єр приміщення. Обидві ці інформаційні складові, на першому етапі моделювання, мають бути задані або у вигляді рисунку чи фотографії (2D об'єкти), або у вигляді 3D моделей. В першому випадку за одним з відомих методів [3] знаходиться точка зору, в другому, вона обирається користувачем. Проте сцена може бути не задана. Тоді подальша робота виконується на чистому полі екрану з обраної точки зору. Все це складає перший етап.

На полі завантаженому ввідними зображеннями важко проводити процес моделювання. Тому на другому етапі, на основі візуальної інформації і своїх намірів, користувач виконує схематичну формалізацію обмежень на лінію обрису об'єкту формоутворення.

Результатом такої формалізації є сукупність точок, відрізків прямих, або кривих ліній. Вони не обов'язково утворюють замкнений контур. Призначення кожного елемента обмеження залишається відомим тільки користувачеві. Наприклад, замкнена ламана може інтерпретуватися як:

- контур, який має перекриватись лінією обрису;
- контур, який має обмежувати лінію обрису;
- контур до якого лінія обрису дотична.

Останній варіант обмежень може бути узагальнений, а саме: схема обмежень може інтерпретуватись як схема інцидентів. За нею лінія обрису має

проходити через задані точки та бути дотичною до заданих прямих (в окремих випадках до заданих кривих, наприклад, до кіл).

Схеми обмежень умовно поділяються на схеми інциденцій, схеми обмежень та змішані схеми.

На третьому етапі користувач задає лінію обрису. Це розгалужений етап, що надає користувачеві такі можливості:

- лінія обрису – закономірна крива, що інцидентна заданим умовам;
- користувач задає лінію обрису в поточній системі моделювання в супроводі обраного з наявних методів апроксимації;
- лінія обрису – сукупність ліній та точок, що користувач задає на екрані;
- для завдання лінії високої якості користувач може перейти з поточної системи моделювання в спеціалізовану і результат повернути в поточну.

Перша з означених можливостей має бути забезпечена інтерполяційною функцією, бо, як відомо, в стандартних системах моделювання їх вибір обмежений. Щоб в подальшому була можливість уніфікувати методи моделювання поверхонь, необхідно уніфікувати форми представлення кривих. Раціонально звести їх до двох класів кривих: криві другого порядку та довільні криві, що можуть бути представлені як завгодно щільним дискретним каркасом точок в кожній з яких визначена дотична. В обох випадках цим задано конус з центром в початку координат, придатний до моделювання поверхонь, які він обгортає. Достатньою умовою того, що такий конус може обгортати поверхню обертання, є:

1. Лінія обрису – крива другого порядку.
2. Лінія обрису симетрична відносно прямої, що проходить через головну точку картини.
3. Задана одна половина лінії обрису, а друга половина має бути побудована за обраною площиною симетрії.

Але ці умови не є необхідними. Якщо ми маємо довільну лінію обрису то можемо визначити площину, що найкращим чином симетризує конус, заданий цією лінією. Далі можемо оцінити похибку цієї симетризації і, в разі прийнятності результату, встановити вагові коефіцієнти для протилежних гілок та побудувати симетричний обгортаючий конус, що мінімізує відхилення від заданого несиметричного.

Якщо лінія обрису – крива другого порядку і жодна з її осей не проходить через головну точку картини, то також необхідно визначити площину симетрії. В цьому разі площина симетрії може бути знайдена точно [4]. Це останній етап підготовки вхідної інформації до 3D моделювання.

Далі за технологією виконуються етапи безпосередньо моделювання. Розглянемо можливості, які надає перспективна лінія обрису поверхонь обертання як інструмент формоутворення поверхонь зі збереженням самої лінії, і окреслимо класи поверхонь, що утворюються при застосуванні таких інструментів. Це безпосередньо поверхні обертання і поверхні для яких площина симетрії обгортаючого конусу буде також площиною симетрії.

Далі, поверхні для яких лінія обрису поверхні обертання є лише інструментом для знаходження можливої лінії контакту. Такий підхід при виконанні обмежувальних умов дозволить утворювати поверхні за кінцевою кількістю ліній обрису. І, нарешті поверхні для яких лінія обрису в кожній точці має свою вісь обертання. Тобто поверхні з миттєвою віссю обертання. За таким підходом можуть бути побудовані різноманітні циклічні поверхні та поверхні з просторовою віссю і закономірною твірною, площина якої перпендикулярна цій осі.

Перші два варіанта (поверхні обертання і симетричні поверхні) мають особливі випадки, а саме поверхні обертання другого порядку і поверхні другого порядку загального виду.

Застосування цих методів (деякі з них вже розроблені [2]) складають четвертий етап загального процесу моделювання. До цього ж етапу може бути віднесено інформаційне доповнення вхідної інформації в разі його потреби. Така потреба іноді виникає при моделюванні поверхонь обертання, коли лінія обрису не належить всім круговим твірним поверхні. Тоді моделюється поверхня в межах заданої лінії обрису. Її готова модель проектується з іншої точки зору на площину, що паралельна осі обертання. Для її растрового зображення знаходиться контур в векторній формі і доповнюється до бажаного результату. Новий доповнений контур повертається на другий етап і моделювання проводиться за новою точкою зору і за іншим обгортувальним конусом, але частина поверхні, що задана попередньо, буде тією самою і початкова лінія обрису не зміниться.

У випадку «зникнення» лінії контуру краще застосувати допоміжну ортогональну проекцію на площину паралельну осі.

Зазначимо, що в разі поверхонь другого порядку необхідність в допоміжній інформації не виникає.

П'ятий, остаточний, етап моделювання полягає в облаштуванні побудованого об'єкту. Він включає в себе додавання, при потребі, різноманітних конструктивних елементів, побудову ліній зрізу та ліній перетину з іншими поверхнями. Всі ці операції успішно виконуються в існуючих системах 3D моделювання.

З описаного технологічного процесу випливає, що до нього мають бути залучені як графічні редактори, так і редактори 3D-графіки а також обране середовище для реалізації розроблених алгоритмів.

Графічні редактори можна поділити на три основні типи: растрові редактори, векторні редактори та редактори 3D-графіки. Перші допомагають створювати зображення, описані як прямокутна сітка з квадратних точок різного кольору. Це найбільш популярний інструмент серед художників та фотографів. Другі - описують зображення у формі математичного виразу. Вони використовуються дизайнерами у роботах, що вимагають високої точності або можливості значного масштабування зображення без втрати якості, наприклад креслень. Треті застосовують для редагування тривимірної графіки, що в подальшому використовується для візуалізації або виготовлення реального об'єкта за моделлю. Оскільки вирішувана задача спрямована на використання художніх нарбок у 3D-графіці, то алгоритм повинен об'єднувати інструменти усіх рівнів. Тобто векторизацію растрового зображення з метою подальшої обробки у 3D редакторі.

Щодо редактора растрової графіки – його вибір не є принциповим, оскільки вихідний продукт в будь якому разі растрове зображення, і залишається на розсуд художника. У роботі використовується Adobe Photoshop, як найбільш популярний серед художників редактор. Серед редакторів векторної графіки найбільш популярними є Adobe Illustrator та CorelDraw. Основною перевагою Illustrator є широкий двобічний зв'язок з Photoshop та можливості вільного взаємного імпорту-експорту зображень та векторизації растрових зображень з Photoshop а також вбудовані можливості побудови растрових зображень. CorelDraw має приблизно дублюючий функціонал, але не має таких розгорнутих можливостей інтегрування об'єктів з редакторів растрової графіки.

У розрізі поставленої задачі комплекс звичайних програм векторної графіки можна доповнити САПР AutoCAD, оскільки найбільш перспективним для виконання поставленої задачі є поєднання функціоналу AutoCAD та Illustrator, таке рішення має вбудовані можливості векторизації растрового зображення, а за рахунок вбудованого у AutoCAD пакету обробки тривимірної графіки надає можливість ефективніше підготувати векторне зображення до імпорту у 3D-редактор [3]. При виборі пакета для редагування отриманого векторного зображення та перетворення його за допомогою розробленого алгоритму у тривимірну модель та її візуалізацію, ключовими характеристиками пакету приймалися: можливість редагування векторних зображень та сплайнів, апарат для створення власних програмних додатків до

продукту та здатність програми до створення високоякісної візуалізації отриманого за алгоритмом результату.

Серед програмних комплексів, що об'єднують всі ці властивості найбільш значними та відомими є Maya, Cinema4D, Blender, Houdini та 3DsMax.

Maya та Blender, хоч і мають повний необхідний функціонал для виконання задачі, але не є найбільш зручними інструментами для цього, оскільки вони спрямовані, перш за все, на створення анімації для кінематографії, реклами та комп'ютерних ігор.

Houdini має розроблений апарат візуального програмування, що надає можливість якісного процедурного моделювання за алгоритмами, але можливості роботи зі сплайнами та векторними зображеннями у ньому значно нижчі, аніж у деяких інших редакторах. Стосовно Cinema4D – це доволі універсальний продукт, але його універсальність стає на заваді якісному виконанню деяких задач з достатньою точністю. Остаточо було обрано 3DsMax, який має добру зворотню підтримку з AutoCAD, можливість написання скриптів-підпрограм та інструменти візуалізації, що добре підходять як для геометричних моделей так і для реалістичних архітектурних моделей.

Нажаль можливості програмування інструментів та алгоритмів моделювання у пакетах 3D-графіки обмежені і тому задана на початку крива, що позиціонована у просторі та підготована до візуалізації повинна бути інтегрована до середовища розробки 3D-додатків з повною підтримкою можливості запрограмувати алгоритм вирішення задачі. Подібні середовища у англійській термінології мають назву Engines, тобто «двигуни». Найпопулярніші та найпотужніші з них, відкриті для використання незалежними розробниками: CryEngine, Unreal та Unity. Для вирішення обраних задач найбільш доцільним було обрано Unity, оскільки він розповсюджується безкоштовно з метою некомерційної діяльності, а також підтримує можливість інтегрування програм та скриптів, написаних мовою програмування C#, яка є найбільш прийнятною для вирішення задач об'єктно орієнтованого програмування[5].

Висновки. Виконані розробки є основою для остаточного забезпечення задачі моделювання широкого класу криволінійних поверхонь за обрисами їх перспективних зображень.

Література

1. Сазонов К.А. Диалоговое графическое пространственное проектирование: Автореферат диссертации докт.техн.наук – М.,1988 – 38с.
2. Сазонов К.О. Моделювання поверхонь обертання на перспективних зображеннях /К.О.Сазонов, Г.Г. Суліменко, С.Ю. Суліменко // Сучасні проблеми моделювання: зб.наук.

праць / МДПУ ім. Б.Хмельницького – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б.Хмельницького, 2016. Вип.5. – С.110-115.

3. About Modeling 3D Objects [Електронний ресурс] // AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/AutoCAD-Core/files/GUID-9DACE807-BC9D-4357-B47E-C6199F6AF1A2-htm.html>.

4. Моденов П.С. Аналитическая геометрия / П.С. Моденов //– М.: изд.«Московский университет», 1969. – 698с.

5. Unity 2017 Functionality [Електронний ресурс] // Unity Technologies. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://unity3d.com/ru/unity>.

Аннотация

Сулименко С.Ю. Аспирант кафедры информационных технологий в архитектуре Киевского национального университета строительства и архитектуры; Сазонов К.О. Д.т.н., профессор, кафедры информационных технологий в архитектуре Киевского национального университета строительства и архитектуры; Анпилогова В.А. К.т.н., профессор кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Киевского национального университета строительства и архитектуры; Левина Ж.Г. К.т.н., кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Киевского национального университета строительства и архитектуры.

Технология компьютерного моделирования объектов дизайна по линиям очертания поверхностей вращения.

В работе рассматриваются вопросы информационного и геометрического обеспечения этапов моделирования криволинейных поверхностей на перспективных изображениях. Обосновывается выбор графических пакетов.

Ключевые слова: объекты дизайна, компьютерное моделирование, линия очертания, поверхности вращения, площадь симметрии.

Annotation:

S. Sulimenko Graduate student of Department of Information Technology in Architecture in Kyiv National University of Construction and Architecture. K. Sazonov Doctor of Technical Sciences, Professor of Information Technology in Architecture in Kyiv National University of Construction and Architecture. V. Anpilogova Candidate of Technical Sciences, Professor of department of descriptive geometry, engineering graphics in Kyiv National University of Construction and Architecture. J. Levina Candidate of Technical Sciences of department of descriptive geometry, engineering graphics in Kyiv National University of Construction and Architecture.

Technology of computer modeling of design objects on outline of rotation surfaces.

In current work are questions of informational and geometrical procuring of stages of curvilinear surfaces on perspective images revive\wed. Choice of graphic packages is justified.

Keywords: design objects, computer-modeling, outline, rotation surfaces, plane of symmetry.