

УДК 37.01:378 (477)

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАЛЕЖНОГО ПОЛІГОНАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ФОРМ У BLENDER ТА AUTODESK 3DS MAX

І.В. Вернер¹, Є.О. Анпілогова², М.О. Сахонько³¹старший викладач кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: ill3@ukr.net^{2,3}студент групи 132^{1,2,3}Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Анотація. У роботі здійснено порівняльний аналіз інструментів залежного полігонального моделювання у двох провідних програмних середовищах для тривимірної графіки — Blender та Autodesk 3ds Max. Розглянуто особливості використання режиму м'якого виділення (Soft Selection) у 3ds Max та пропорційного редагування (Proportional Editing Mode) у Blender при формуванні складних органічних форм. Наведено приклади практичного застосування обох підходів, зокрема під час моделювання об'єктів із плавною топологією, таких як корпус стародавнього човна. Описано переваги, недоліки та візуальні аспекти обох режимів. Обґрунтовано важливість органічного моделювання в контексті дизайну та інженерії. Результати дослідження дозволяють зробити висновки щодо ефективності зазначених інструментів для моделювання складної геометрії в сучасному виробничому середовищі.

Ключові слова: тривимірне моделювання, полігональна сітка, органічні форми, Soft Selection, Proportional Editing, Blender, 3ds Max.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR COMPLEX SHAPES DEPENDENT POLY MODELING IN BLENDER AND AUTODESK 3DS MAX

Ilya Verner¹, Elisabeth Anpilohova², Maria Sakhonko³¹Lecturer, Department of Engineering and Generative Design, e-mail: ill3@ukr.net^{2,3}Student^{1,2,3}Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Abstract. This paper presents a comparative analysis of dependent polygonal modeling tools in two leading 3D graphics software environments — Blender and Autodesk 3ds Max. It examines the specific features of using the Soft Selection mode in 3ds Max and the Proportional Editing mode in Blender when shaping complex organic forms. Practical examples of both approaches are provided, particularly in the modeling of objects with smooth topology, such as the hull of an ancient boat. The advantages, disadvantages, and visual aspects of each mode are described in detail. The importance of organic modeling in the context of design and engineering is substantiated. The findings of the study support conclusions regarding the effectiveness of these tools for modeling complex geometry in modern production environments.



Keywords: 3D modeling, polygonal mesh, organic forms, Soft Selection, Proportional Editing, Blender, 3ds Max.

Вступ. У сфері комп'ютерної тривимірної графіки спостерігається домінування низки програмних пакетів, серед яких особливе місце посідають Autodesk 3ds Max та Blender [1, 2]. Популярність зазначених інструментів серед фахівців різного профілю – від інженерів та архітекторів до розробників ігор та спеціалістів з візуальних ефектів – є результатом дії комплексу взаємопов'язаних факторів, що потребують наукового аналізу.

Autodesk 3ds Max, як комерційний програмний продукт, набув значної популярності завдяки своїй розвиненій функціональності та інтегрованій екосистемі. Програма характеризується широким спектром інструментів для моделювання (полігональне, NURBS, сплайнове), текстурування (підтримка PBR-матеріалів, UV-розгортка), анімації (ключові кадри, IK/FK-рігінг), візуальних ефектів (базові системи частинок та динаміки) та рендерингу (інтеграція з Arnold, підтримка сторонніх рушіїв). Значну роль у його популярності відіграє також розвинена система плагінів, що розширює базову функціональність, та інтеграція з іншими продуктами Autodesk, забезпечуючи оптимізований робочий процес у межах корпоративної екосистеми. Статус 3ds Max як індустріального стандарту у багатьох галузях сприяє його вибору професіоналами, орієнтованими на комерційні проекти та співпрацю в усталених виробничих ланцюгах.

На противагу комерційній моделі, Blender є програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом та безкоштовною ліцензією, що є визначальним фактором його зростаючої популярності. Відсутність фінансових бар'єрів забезпечує широку доступність інструменту для користувачів різного рівня підготовки та фінансових можливостей. Незважаючи на некомерційний характер, Blender демонструє комплексну функціональність, включаючи інструменти для моделювання (скульптинг, процедурне моделювання), текстурування (нодове редагування матеріалів, UV-розгортка), анімації (повноцінний рігінг та скіннінг), симуляції (фізика, рідини, частинки), візуальних ефектів (композитинг на основі нодів) та редагування відео. Ключову роль у розвитку та популяризації Blender відіграє активна міжнародна спільнота розробників та користувачів, що забезпечує постійне вдосконалення програмного забезпечення, створення великої кількості навчальних матеріалів та оперативну технічну підтримку. Гнучкість інтерфейсу та можливість кастомізації також є важливими факторами, що сприяють адаптації Blender до індивідуальних робочих процесів.

Порівняльний аналіз факторів популярності [3] свідчить про те, що 3ds Max зберігає лідерські позиції у сегменті комерційної розробки завдяки своїй усталеній репутації, інтеграції в індустріальні стандарти та розвиненій

екосистемі. Натомість, Blender демонструє стрімке зростання популярності, обумовлене його безкоштовністю, потужною функціональністю, підтримкою активної спільноти та гнучкістю.

Метою наданої роботи є проаналізувати режими залежного редагування у полігональному моделюванні, виявити області їх застосування та порівняти можливості найбільш потужних графічних редакторів Blender і 3Ds Max.

Матеріал і результат досліджень. У сфері комп'ютерного проектування та цифрового дизайну органічне моделювання посідає провідне місце як з точки зору естетичних вимог, так і з позицій функціональності. Під терміном *органічне моделювання* розуміють процес створення тривимірних об'єктів із плавними, нерегулярними, криволінійними поверхнями, які імітують форми, притаманні живим організмам або природному середовищу. Такі форми не піддаються точному геометричному опису за допомогою стандартних примітивів або регулярної топології, що зумовлює необхідність застосування спеціалізованих інструментів та методів, зокрема пропорційного редагування та режиму м'якого виділення.

Застосування органічного моделювання є актуальним у низці галузей. У промисловому дизайні воно дозволяє створювати ергономічні форми для пристроїв, меблів, засобів пересування тощо, де критичним є поєднання функціональності, естетики та комфорту користувача. У біомедичній інженерії органічне моделювання використовується для побудови імплантатів, ортопедичних виробів та хірургічних симуляцій, де точне відтворення анатомічних форм є обов'язковою вимогою. У архітектурі йдеться про формування складних оболонкових конструкцій, біонічних фасадів і нетипових об'ємно-просторових рішень, що вимагають нетрадиційних підходів до моделювання.

Окрім прикладних переваг, органічне моделювання є фундаментальним для реалізації концептуального проектування — процесу, що передбачає пошук ідеї через форму, а не лише через технічні параметри. Плавність, безперервність і взаємна залежність частин форми створюють додаткові можливості для реалізації творчого задуму з урахуванням матеріальних, конструктивних і виробничих обмежень.

У контексті цифрового виробництва та адитивних технологій (3D-друку) органічне моделювання дозволяє формувати геометрії, які недоступні для традиційних методів обробки матеріалів. Це відкриває шлях до оптимізації маси конструкцій, підвищення біомеханічної сумісності, покращення аеродинамічних та гідродинамічних характеристик.

Одним із найпотужніших інструментів для створення високодеталізо-

ваних тривимірних об'єктів є програмне середовище Autodesk 3ds Max. Завдяки гнучкому інтерфейсу, розвиненому набору інструментів і підтримці сучасних методів полігонального моделювання, 3DS Max дозволяє розробляти складні органічні та технічні форми з високим рівнем точності.

У 3Ds Max є інструментарій, який дозволяє розробку та плавне редагування вершин, ребер або граней без створення жорстких переходів [4]. Ми розглянемо один з елементів інструментарію – це режим м'якого виділення (Soft Selection). Замість того, щоб змінювати тільки вибрані елементи, Soft Selection дозволяє впливати і на сусідні елементи, що дає змогу моделювати природні вигини, нерівності або викривлення.

Інструмент налаштовується у відповідній вкладці Editable Poly або Editable Mesh, де користувач може вказати радіус впливу, криву падіння сили впливу (Falloff) та інші параметри (рис.1). Цей метод особливо ефектний під час створення обличчя, м'язових форм, тканин та інших органічних структур. На прикладі продемонстровано використання режиму при обиранні одного полігона за центром площині розділеної на 50 осередків за шириною і довжиною. Для регулюванні форми використовуються мініатюра кривої на командній панелі. Форму кривої можливо змінювати параметрами Pinch та Bubble, які відповідно дозволяють задавати форму кривої на їх верхній точці та форму розповсюдження по поверхні знизу.

Таким чином користувач додатку під час моделювання може самотужки визначити будь-яку форму для потреб моделювання. На панелі існують додаткові інструменти для гнучкого обирання елементів за допомоги пензля та його налаштування. Із недоліків слід вказати що передбачити точно яку форму прийме об'єкт можна лише емпіричним шляхом. Також неможливо змінювати вплив інструментарію під час процесу моделювання.

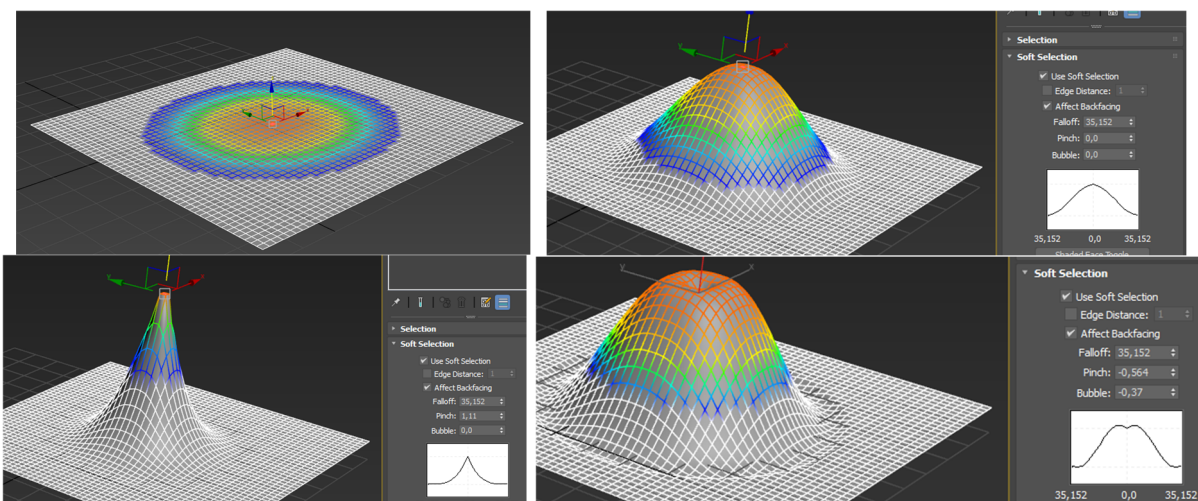


Рис.1. – Використання режиму м'якого виділення

На моделі вплив відображається різними кольорами. Так яскраво-червоний позначає вибрані елементи (максимальний вплив). Оранжевий → Жовтий → Зелений → Блакитний — позначають зону зменшення впливу, де елементи також будуть деформовані, але слабше. Сірий колір - це частини геометрії за межами впливу (залишаються незмінними).

Розглянемо на практиці приклад утворення форми під час моделювання стародавнього човна. За основу береться куб, змінюється його довжина та додається певна кількість полігонів за горизонталлю та вертикаллю (рис. 2). Наступним кроком можна обрати наприклад режим редагування вершин, обрати усі ніжні вершини та застосувати режим м'якого виділення. Після чого слід налаштувати розповсюдження та форму кривої і стиснути інструментом масштабування. Так само обрати вершини на торці та стиснути для утворення носової частини.

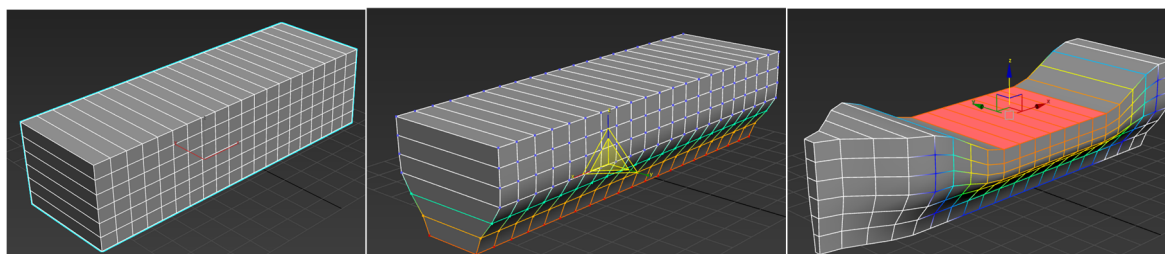


Рис.2. – Приклад утворення форми човна

Для порівняльного аналізу розглянемо аналогічну методику моделювання у середовищі Blender [5]. Одним із ключових інструментів у Blender для створення таких форм є пропорційне редагування (Proportional Editing Mode), що дозволяє модифікувати геометрію об'єкта плавно та передбачувано. Пропорційне редагування дає змогу впливати на точки (вершини), ребра або грані не лише вибраного елемента, але й на його сусідів, залежно від визначеного радіусу дії. Радіус впливу при праці в режимі можлива як задавати перед початком редагування, так і під час самого процесу, завдяки колесу миші. Це одна з переваг наданого режиму у Blender перед 3DS Max. Натомість задати форму викривлень вільно не вийде, тому що існують лише передбачені у налаштуваннях варіанти кривих викривлення (рис.3).

На практиці розглянемо можливості використання режиму за відповідними формами кривих (рис.4). На зображенні продемонстровано площина, що розбита на полігони по ширині та довжині. У режимі редагування полігонів обрано один полігон. Обираючи із наданих форм кривих послідовно були перелічені усі, командою пересування полігона догори отримана різна форма. Радіус дії на усіх застосованих варіантах не змінювався.

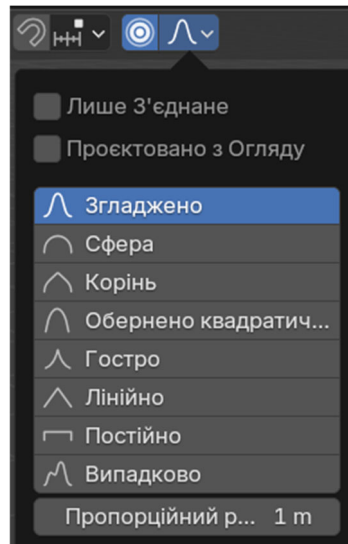


Рис.3. – Налаштування режиму

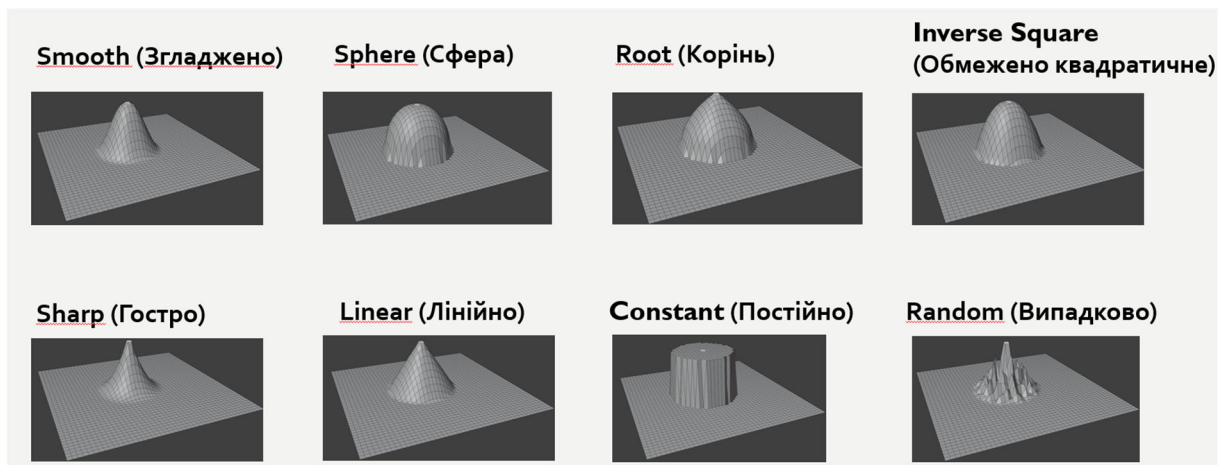


Рис.4. – Використання пропорційного редагування

Для порівняння практичного досвіду розглянемо процес утворення форми для стародавнього човна у Blender. За основу теж виберемо куб, форму якого витягнемо за горизонталлю. Після чого наріжемо геометрію за довжиною та висотою. В режимі редагування вершин, виділимо усі ніжні та з активним режимом пропорційного редагування стиснімо їх командою масштабування. Під час дії команди на екрані буде відображатися коло, яке вказує на радіус впливу. Для змінення радіусу впливу використовуємо колесо миші (рис.5). Після утворення нижньої частини необхідно виділити торцеві вершини (або полігони) та стиснути їх командою масштабування для утворення передньої частини човна.

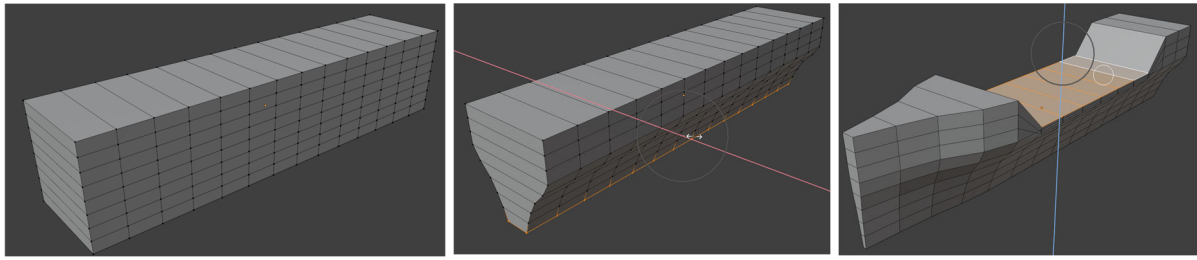


Рис.5. – Приклад утворення форми човна

Висновки. На основі теоретичного аналізу та практичної апробації методів залежного моделювання у Blender та Autodesk 3ds Max, встановлено, що обидва інструменти дозволяють ефективно формувати складні органічні поверхні за допомогою різних механізмів плавного впливу на геометрію. Soft Selection у 3ds Max надає розширені можливості щодо налаштування кривої впливу, тоді як Proportional Editing у Blender демонструє більшу гнучкість під час взаємодії, зокрема через зміну радіусу дії безпосередньо в процесі моделювання. В обох випадках забезпечується поступовий вплив на навколишні елементи сітки, що дозволяє досягати природності форм і уникати різких переходів.

Практичні приклади (моделювання човна) підтверджують високий рівень придатності зазначених підходів до проектування предметів із пивною геометрією. Водночас встановлено, що у 3ds Max користувач має вищу точність контролю над формою, тоді як у Blender — швидкість і динамічність редагування.

З огляду на актуальність органічного моделювання для інженерії, промислового дизайну, візуалізації та комп'ютерної анімації, подальші дослідження доцільно спрямовувати на удосконалення алгоритмів гібридного редагування, що поєднує переваги обох середовищ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Blender — Home [Електронний ресурс] // blender.org. — URL: <https://www.blender.org/> (дата звернення: 05.04.2025).
2. 3ds Max Features | Modeling, Rendering & Animation Software [Електронний ресурс] // Autodesk. — URL: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/features> (дата звернення: 05.04.2025).
3. Hendriyani Y., Amrizal V. A. The Comparison Between 3D Studio Max and Blender Based on Software Qualities. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Vol. 1387. P. 012030. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012030> (date of access: 04.04.2025).
4. Kelly Murdock Autodesk 3ds Max 2025 Basics Guide. SDC Publications, 2024. 900 p.
5. Alistair Hawke Wood Blender 4.3 For Beginners: The Complete Guide to 3D Modeling, Animation, Rendering, and Game Development for Artists, Designers, and Developers. Kindle, 2025. 320 p.

УДК 004.421

ПРО ЗАДАЧУ ПОБУДОВИ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ІНФОКОМУНІКАЦІЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

А.А. Косолапов¹, О.В. Глушков²

¹професор кафедри електронних обчислювальних машин, д.т.н., e-mail: kosolapof@i.ua

²аспірант кафедри електронних обчислювальних машин, e-mail: regfin.mail@gmail.com

^{1,2}Український державний університет науки і технологій (УДУНТ), Дніпро, Україна

Анотація. У статті сформульовано задачу оптимізації структури інформаційних комунікацій у складних системах управління та запропоновано евристичний підхід до побудови мінімального остового графа з урахуванням обмежень на інформаційні потоки. Наведено покроковий макроалгоритм формування інфокомунікаційної структури з мінімальним зростанням інформаційного навантаження. Описано приклад побудови оптимізованої інфо-структури для підприємства, що дозволяє значно зменшити довжину комунікаційних ліній і мінімізувати кількість непродуктивних інформаційних каналів.

Ключові слова: евристичний алгоритм, кібер-фізичні системи, системи управління.

ON THE TASK OF BUILDING A RATIONAL STRUCTURE OF INFOCOMMUNICATION IN MANAGEMENT SYSTEMS

A.A. Kosolapov¹, O.V. Hlushkov²

¹Professor of the Department of Electronic Computing Machines, Dr. Sci. (Technical Sciences), Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine, e-mail: kosolapof@i.ua

²PhD student of the Department of Electronic Computing Machines, Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine, e-mail: regfin.mail@gmail.com

Abstract. This article formulates the problem of optimizing the structure of information communications in complex control systems and proposes a heuristic approach for constructing a minimum spanning graph under constraints related to information flows. A step-by-step macro-algorithm is provided for developing an infocommunication structure with minimal growth in data load. An applied example is presented for an enterprise, demonstrating the reduction of total communication line length and elimination of inefficient information channels.

Keywords: heuristic algorithm, cyber-physical systems, control systems.

Вступ. Процес розвитку прикладних комп'ютерних систем описано в монографії [1]. Системний аналіз процесу комп'ютеризації показав, що в даний час мова йде про створення соціо-кібер-фізичних систем (СКФС).