

ОСНОВИ ГЕНЕРАТИВНОЇ ГРАФІКИ В ЦИФРОВОМУ МИСТЕЦТВІ

Березова А. С., Солодов В.Д.

e-mail: arianna.berezova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС,
м. Харків, Україна

The publication examines the theoretical foundations of generative graphics as an independent direction of modern digital art. Key concepts are analyzed: algorithm as an artistic medium, the role of randomness and systems in the creative process.

The specifics of real-time rendering and its advantages compared to offline rendering in the context of interactive media art are studied. The evolution of digital art is traced – from video art of the 1960s to modern interactive installations, and the main areas of application of generative graphics are described.

Генеративна графіка – напрям цифрового мистецтва, у якому художній результат формується за допомогою алгоритму або автономної системи, що діє відповідно до заздалегідь заданих правил з елементами випадковості. Найбільш точне визначення цього явища запропонував Філіп Галантер у 2003 році: генеративне мистецтво – це «будь-яке мистецтво, у якому художник використовує систему, таку як набір природних мовних правил, комп'ютерну програму, машину чи інший процедурний механізм, який встановлюється в рух і призводить до завершення художнього твору» [1].

Алгоритм у генеративному мистецтві виступає не просто технічним інструментом, а повноцінним співавтором художнього процесу. Користувач визначає межі й логіку системи, тоді як сама система генерує конкретний візуальний результат.

Галантер, спираючись на теорію складних систем Маррі Гелл-Манна та Сета Ллойда, зауважує, що найбільш виразні генеративні твори поєднують упорядковані правила та стохастичні елементи – подібно до того, як біологічне життя поєднує генетичну детермінованість і мінливість [1]. Випадковість є не вадою, а художнім засобом: вона забезпечує унікальність кожного кадру чи стану системи, водночас зберігаючи розпізнаваний характер роботи.

Витоки генеративного підходу виходять далеко за межі цифрової епохи. Угорсько-французька художниця Вера Молнар ще у 1940-х роках систематично досліджувала нескінченні варіації геометричних форм, конструючи в уяві те, що вона називала «machine imaginaire» – уявна машина. Пізніше вона освоїла мови програмування Fortran і Basic, щоб реалізувати ці ідеї за допомогою плотера. Паралельно математик та художник Фрідер

Наке у 1960-х роках одним із перших виставив комп'ютерну графіку, виконану за допомогою прецизійного плотера Zuse Graphomat Z64 [2]. Ці дослідники заклали фундамент, на якому виросла сучасна культура генеративного та алгоритмічного мистецтва.

Принципова відмінність між офлайн-рендерингом і рендерингом у реальному часі визначає не лише технічну, а й художню природу твору. Офлайн-рендеринг – це попереднє обчислення зображень із максимальною якістю без обмежень у часі. Рендер у реальному часі передбачає генерацію зображень «на льоту» зі швидкістю не менше 30 кадрів за секунду, що дозволяє глядачеві взаємодіяти зі сценою в момент її існування; твір перестає бути зафіксованим об'єктом і стає живим процесом [3].

Інтерактивність у реальному часі перетворюється на повноцінний художній інструмент. Система здатна отримувати входні дані – звук, зображення з камери, сигнали від датчиків, жести – і швидко трансформувати їх у візуальний відгук. TouchDesigner, середовище розробки від компанії Derivative, є одним із провідних інструментів для побудови таких систем: платформа дозволяє захоплювати дані з різноманітних пристроїв у реальному часі та інтегрувати відеокompatитинг, 3D-рендеринг і управління зовнішніми девайсами в єдиному середовищі. Медіасервери реального часу дозволяють контенту «поводитися як перформер, а не як картина» – реагуючи, слухаючи та функціонуючи з заданим ступенем процедурності [3, 4].

Реакція системи на зовнішні дані принципово змінює природу глядацького досвіду. Коли інсталяція відповідає на присутність людини – її рух, голос, торкання – вона вступає в діалог, стираючи межу між спостерігачем і твором. Саме цю ідею реалізував Нам Джун Пайк у ранніх роботах подібно до «Participation TV» (1963), де звук глядача трансформувався у графічний малюнок на екрані телевізора. У тому ж році на виставці «Exposition of Music – Electronic Television» він представив маніпульовані телевізійні приймачі, де глядачі могли впливати на зображення через мікрофон або педальний перемикач.

У 1970 – 1980-х роках відеоарт еволюціонував від документації перформансів до самостійних просторових інсталяцій. Художники почали досліджувати специфічні властивості електронного образу – його часовість, мінливість, здатність існувати одночасно в кількох місцях. Технологічний прогрес – поява доступних комп'ютерів, синтезаторів відеосигналу, пізніше графічних процесорів – постійно розширював художню мову. Програмне забезпечення з відкритим кодом, зокрема Processing, Pure Data та VVVV, що з'явилися у 1990-х – 2000-х роках, зробило генеративне мистецтво доступним для художників без глибокої технічної підготовки, відкривши нову хвилю цифрової творчості.

Трансформація ролі глядача є однією з найважливіших тенденцій в еволюції цифрового мистецтва. Традиційна модель «художник – твір – па-

сивний глядач» поступилася місцем тріаді «художник – система – учасник». Цей зсув відображає ширші культурні тенденції участі та співтворчості, що пронизують цифрову культуру початку ХХІ століття.

Медіаінсталяції є найбільш розповсюдженим полем застосування генеративної графіки в реальному часі. Тут система отримує дані про простір та відвідувачів і формує унікальний, постійно змінний візуальний та звуковий ландшафт. Сучасні інсталяції задіюють технології комп'ютерного зору, розпізнавання тіла та машинного навчання, роблячи взаємодію дедалі тоншою та природнішою.

Перформанси та VJing – ще одна ключова сфера, де генеративна графіка виконує роль живого візуального супроводу музики або театральної дії. VJ (video jockey) у реальному часі мікшує та трансформує візуальний потік, реагуючи на ритм, настрій і енергію виступу. TouchDesigner завдяки нативній підтримці MIDI, OSC та аудіоаналізу є стандартним інструментом для таких перформансів [3].

Архітектурні та сценографічні проєкти становлять третю значущу сферу застосування. Медіафасади хмарочосів, проєкції на сценічні конструкції, динамічне світлодизайнерське оформлення великих заходів – усе це вимагає систем, здатних управляти масивами піксельних даних у реальному часі, адаптуватися до просторових умов і синхронізуватися з іншим обладнанням. Платформи на зразок TouchDesigner забезпечують підтримку мультидисплейних середовищ, протоколів DMX та Artnet, що робить їх де-факто стандартом у галузі сценографії та event-технологій [3].

Таким чином, генеративна графіка в реальному часі є не просто технічним інструментом, а принципово новою художньою мовою, що переосмислює відносини між художником, проєктом і глядачем. Алгоритм виступає як партнер – він реалізує художній задум, водночас додаючи до нього власну непередбачуваність і складність.

Список використаних джерел:

1. Galanter P. What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory // *Proceedings of Generative Art Conference GA2003*. Milan, 2003. P. 1–21.
2. Studio ANF. A Brief History of Generative Art 2020. URL: <https://studioanf.com/project/a-brief-history-of-generative-art> (дата звернення: 23.02.2026).
3. Interactive & Immersive HQ. What Is Immersive Art with TouchDesigner? 2025. URL: <https://interactiveimmersive.io/blog/interactive-media/what-is-immersive-art-touchdesigner/> (дата звернення: 21.02.2026).
4. Derivative. Realtime 3D and Compositing – TouchDesigner. URL: <https://derivative.ca/feature/realtime-3d-and-compositing/71> (дата звернення: 20.02.2026).