

SCI-CONF.COM.UA

**PRIORITY DIRECTIONS
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
DEVELOPMENT**



**PROCEEDINGS OF IX INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
MAY 16-18, 2021**

**KYIV
2021**

PRIORITY DIRECTIONS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT

Proceedings of IX International Scientific and Practical Conference

Kyiv, Ukraine

16-18 May 2021

Kyiv, Ukraine

2021

UDC 001.1

The 9th International scientific and practical conference “Priority directions of science and technology development” (May 16-18, 2021) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kyiv, Ukraine. 2021. 1207 p.

ISBN 978-966-8219-84-9

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Priority directions of science and technology development. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kyiv, Ukraine. 2021. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/ix-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-priority-directions-of-science-and-technology-development-16-18-maya-2021-goda-kyiv-ukraina-arhiv/>.

Editor

Komarytsky M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: kyiv@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2021 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2021 Authors of the articles

ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ КРИВОЇ ГІЛЬБЕРТА

Романюк Олександр Никифорович,

д. т. н., професор

Романюк Оксана Володимирівна,

к. т. н., доцент

Кондрук Роман Володимирович

студент

Вінницький національний технічний університет

м. Вінниця, Україна

Введення. Крива Гільберта – це різновид фракталу, який щільно заповнює простір. Вперше ця крива була описана математиком Давидом Гільбертом ще у 1891 році як один з варіантів кривих Пеано (рис. 1) [1]. Найбільшої популярності крива Гільберта набула у комп'ютерній графіці, однак незвичні її застосування можна помітити в сферах від ІТ до малярства.



Рис. 1. Покрокова візуалізація кривої Гільберта 1-3 порядків

Мета роботи. Визначити галузі використання кривої Гільберта.

Матеріали та методи. Крива Гільберта першого порядку складається з відрізків, спрямованих вгору, вправо і вниз. Побудова кривої другого порядку реалізується наступним чином. Спочатку крива першого порядку зменшується вдвічі і з неї роблять чотири копії. Дві копії розташовують на одному рівні на відстані, що дорівнює стороні квадрата, а дві інші копії зміщують вниз,

повертають у різні боки на 90 градусів та з'єднують однаковими відрізками з першими двома копіями. Щоб отримати криву третього порядку виконують аналогічні дії, але вже з кривою другого порядку. Алгоритм можна повторювати до нескінченності. У загальному крива Гільберта n-го порядку містить $2^{2n} - 1$ відрізків довжиною $1/2^n$.

Результати і обговорення. Розглянемо галузі, де крива Гільберта знайшла своє застосування.

1. Комп'ютерна графіка. Крива Гільберта використовується в побудові 2Д і 3Д зображень, адже крива проходить через усі умовні точки/сектори зображення та замальовує їх. Таким способом виконується побудова 3D текстур в іграх, але даний алгоритм має використовуватися тільки для статичних зображень, адже швидкість побудови зображення є низькою порівняно з іншими алгоритмами побудови зображень.

Крива Гільберта також знайшла своє застосування при розгортці зображень в алгоритмах стиснення. За рахунок того, що крива Гільберта має вищий ступінь зв'язності порівняно з популярними рядковою і зигзагоподібною розгортками, її використання дало можливість підвищити якість стиснення зображень та зменшити їх розмір [2].

2. Поліграфія. У роботах [1] запропоновано використовувати криву Гільберта для фонового заповнення основи бланків, захисних елементів документів, що дозволяє зменшити ризик підробки бланків і захистити друковану та електронну інформацію. Крім того, крива Гільберта дозволяє формувати векторне зображення, яке може бути масштабоване до різних розмірів без втрати якості (рис.2). Однією з переваг кривої Гільберта є можливість зміни вигляду кривої зсувом центральних координат одиничного квадрата та кута з'єднання, що розширює діапазон створення унікальних захисних зображень. При стандартному варіанті кривої Гільберта зміна напрямку відбувається в центральній координаті квадрата (0,5; 0,5), а кут з'єднання – прямий. Можливі варіації кривої Гільберта наведені на рисунку 3.

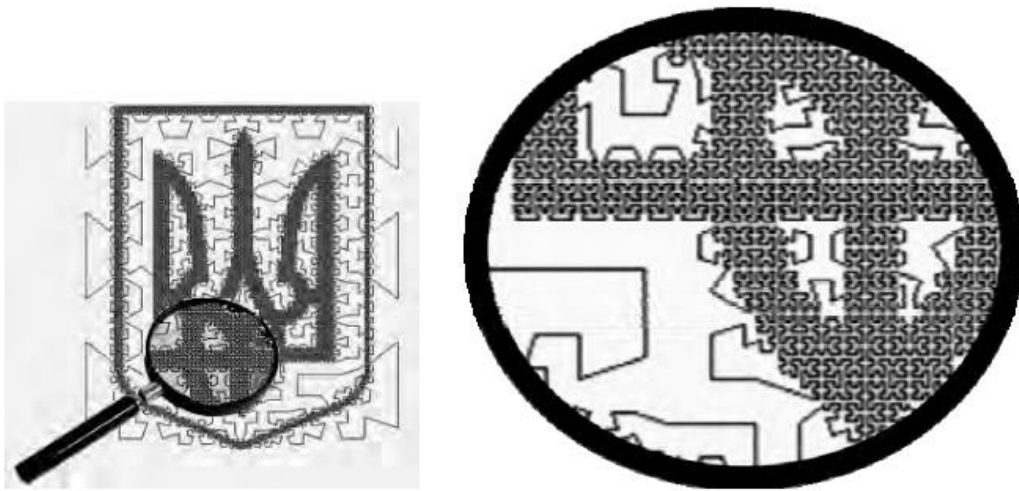


Рис.2. Побудова зображення у векторному форматі зі збільшенням

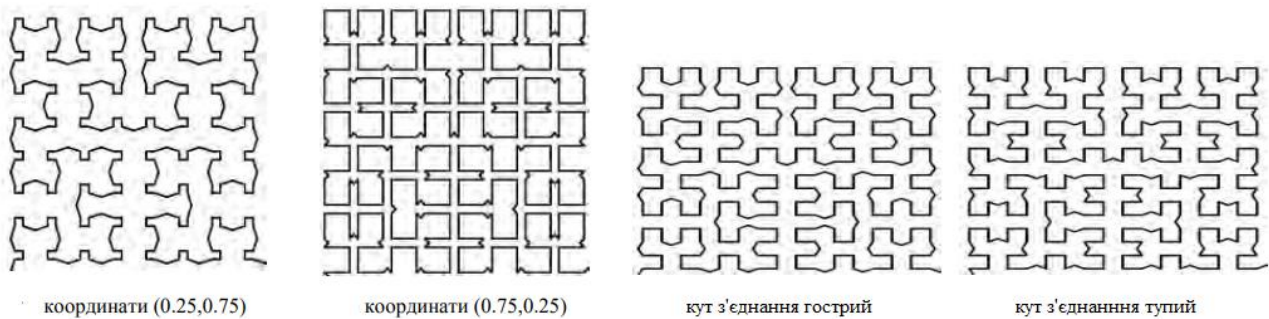


Рис.3. Варіації кривої Гільберта

3. Інтернет статистика. За допомогою кривої Гільберта можна оперувати великими об'ємами даних, що дозволяє виконувати моніторинг всіх наданих IP адрес за певними критеріями, наприклад: система знаходиться онлайн чи офлайн або встановлено на системі захищені протоколи передачі даних чи ні. Так 16 квітня 2018 року ботнетом, що налічує 4.2 мільярди IP-адрес було проведено сканування всіх онлайн/офлайн учасників мережі на підключення до Інтернету за допомогою кривої Гільберта [3] Дана крива змогла успішно обробити всі отримані пакети відповідей та зобразити їх візуально (рис. 4).

4. Багатовимірні бази даних. Для одновимірних баз даних використання кривої є не доцільним адже існує продуктивніший варіант, такий як Z-індексація. Проте при роботі з багатовимірними базами виникає проблема поганого використання зовнішньої пам'яті, що призводить до нагромадження великої кількості даних.

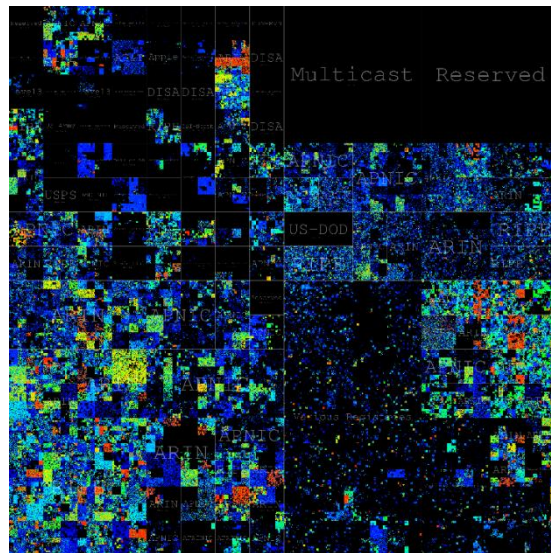


Рис. 4. Статус систем ботнету станом на 2018 рік

Z-індексація в цьому випадку не може задовільнити всі потреби по продуктивності та об'єму. За допомогою кривої Гільберта можна розбити сектори пам'яті так, щоб вони займали значно менші об'єми пам'яті, проте продуктивність даного алгоритму набагато менша від Z-індексації [4]. Секрет в тому, що порядок Гільберта використовує дерева для багатовимірних об'єктів, що також називається R-деревом Гільберта. R-дерева Гільберта бувають двох типів: один для статичних баз даних і один для динамічних баз даних. В обох випадках криві заповнення простору Гільберта реалізовані для досягнення кращого впорядкування багатовимірних об'єктів в вузлі. Цей порядок повинен розглядатися як «хороший» в тому сенсі, що він повинен групувати «схожі» прямокутники даних разом, щоб зменшити площу і периметр результуючих мінімальних обмежуючих прямокутників (MBR). Упаковані R-дерева Гільберта корисні для статичних баз даних, в яких поновлення дуже рідкісні або в яких взагалі немає оновлень.

5. Електроніка. Криву Гільберта використовують для побудови фрактальних антен [5]. Даний алгоритм допомагає їм збільшити ефективну довжину та периметр. Перевагами фрактальних антен є багатодіапазонність та широкосмуговість при значно менших розмірах. Такі антени виготовляють у вигляді друкованих, щілинних або дрових конструкцій. Тривимірні

узагальнення зазначених фрактальних структур можуть виготовляти як дротові або діелектричні антени.

6. Малярство. Криві Гільберта можна використовувати навіть для зменшення витрат часу та матеріалу при обробці плоских об'єктів [6]. Наприклад, для зафарбування стін або обробки її якимось матеріалом. Даний алгоритм зменшує кількість матеріалу витраченого на обробку даного об'єкту порівняно зі звичайним розфарбуванням, однак потребує більш кваліфікованого маляра або ж механізований інструмент, що буде виконувати роботу за даним алгоритмом.

Висновки. Таким чином, галузі застосування кривої Гільберта є досить різноманітними. Її використання дозволяє покращити ряд характеристик, зокрема підвищити якість стиснення зображень, підвищити ступінь захисту інформації, оптимізувати обсяги зберігання даних, збільшити ефективну довжину та периметр фрактальних атен та багато іншого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дронюк І. Формування захисних зображень на основі фрактальної геометрії / І. Дронюк, С. Квасниця, В. Калінчук // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2013. – № 751 : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – С. 382–387.

2. Дреєв, О. М. Дослідження впливу шляху розгортки на ступінь ентропійного стиснення цифрового зображення / О. М Дреєв, О. В. Слюсар // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - Кіровоград: КНТУ, 2008. - Вип. 21. - С. 115-118.

3. Kamel I., Faloutsos C. Hilbert R-tree: An improved R-tree using fractals / Jorge Bocca, Matthias Jarke, Carlo Zaniolo // Morgan Kaufmann Publishers Inc – 1994.

4. Bern M. "Parallel construction of quadtrees and quality triangulations" / Eppstein, D. Teng, S.-H. // Int. J. Comp. Geom. & Appl. – 1999. – С. 517–532.

5. Слюсар, В. Фрактальные антенны. Принципиально новый тип «ломаных» антенн. Электроника: наука, технология, бизнес. – 2007. – С. 78–83.

6. Carl B. Fractal Geometry in Architecture and Design. // Springer Science & Business Media. – 1996. – 228 с.