

УДК 517.968

СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ФРАКТАЛА В ПРОГРАММЕ MATLAB

Эрматали уулу Баяман¹¹Жалал-Абадский государственный университет им. Б.Осмонова, г. Джалал-Абад, Кыргызстан

Аннотация

В этой работе рассматривается задача рекурсивного создания 3D-модели геометрического фрактала. Цель исследования заключается в создании кода в приложении MATLAB для рекурсивного создания 3D-модели исследуемого геометрического фрактала. Для создания геометрических фракталов использовались основные функции MATLAB, App Designer и интерфейс командной строки. Наряду с созданием фракталов в программе приводятся конкретные примеры, а также интерпретируются изображения 3D-моделей. При создании программного кода использовались методы компьютерных исследований, и программный код для создания 3D-модели геометрического фрактала в MATLAB был получен в виде скриптового файла. Модели фракталов в пространстве, такие как пирамида Серпинского, ковер Серпинского в 3D и фрактальное дерево в 3D, были рекурсивно созданы и сохранены в скриптовом файле программного кода.

Ключевые слова: геометрический фрактал, программа MATLAB, программный код, 3D модель, интерфейс

CREATING A 3D MODEL OF A GEOMETRIC FRACTAL IN THE MATLAB PROGRAM

Ermatali uulu Bayaman¹¹Jalal-Abad State University named after B.Osmonov, Jalal-Abad, Kyrgyzstan

Abstract

This work addresses the issue of recursively creating a 3D model of a geometric fractal. The aim of the study is to create code in the MATLAB application for recursively generating a 3D model of the geometric fractal being investigated. The main functions of MATLAB, App Designer, and command line interface were used to create geometric fractals. Along with creating fractals, specific examples are provided in the program, and the descriptions of 3D models are interpreted. Computer research methods were used in the creation of the software code, and the software code for creating the 3D model of the geometric fractal in MATLAB was obtained in the form of a script file. The spatial models of fractals, such as Sierpinski's pyramid, Sierpinski's carpet in 3D, and the 3D fractal tree, were recursively created and saved in the script file of the software code.

Keywords: geometric fractal, MATLAB program, program code, 3D model, interface

© 2025. The Authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC BY, which allows others to freely distribute the published article, with the obligatory reference to the authors of original works and original publication in this journal.

Correspondence: Ermatali uulu Bayaman, Master Student, Jalal-Abad State University named after B.Osmonov, Jalal-Abad, Kyrgyzstan, Email: ermatalievbayaman@gmail.com

Введение

Термин "фрактал" был введен французским математиком Бенуа Мандельбротом в 1975 году. Этот термин происходит от латинского слова "fractus", что означает "сломанный" или "разделенный". Фракталы - это геометрические фигуры, части которых повторяют подобную структуру. Они встречаются во многих природных и искусственных явлениях, таких как ветви деревьев, снежинки и береговые линии. Мандельброт определил фрактал как "структуру, состоящую из мелких частей, которые в некотором смысле обобщают целое". Поскольку термин фрактал не является математическим понятием, точного математического определения его нет. Фракталы можно разделить на регулярные и нерегулярные. Регулярные фракталы созданы из воображения, из математической абстракции, полученной из воображения. Например, снежинка Коха, треугольник Серпинского (осторожимся в следующих параграфах). А к нерегулярным фракталам относятся природные явления и предметы, сделанные руками человека [1]. В настоящее время роль фракталей в компьютерной графике очень велика. Например, они помогают при рисовании линий и поверхностей очень сложных форм. С точки зрения компьютерной графики фрактальная геометрия является незаменимым помощником в создании искусственных облаков, гор и морской поверхности. Фрактальная геометрия это относительно новое направление в математике, которое изучает повторяющиеся, сложные и интересные структуры. Фракталы используются в физике, биологии, финансовом моделировании и во многих других областях.

Материалы исследования

В этой статье рассматривается следующий вопрос. Разработка программного кода для 3D-модели геометрического фрактала в программе MATLAB. Разработка компьютерной программы для создания 3D-модели геометрического фрактала рассматривается в работах [2, 3, 4]. Для разработки программного кода, предназначенного для создания 3D-модели геометрического фрактала в программе MATLAB, мы используем скриптовый файл [5].

Пирамида Серпинского. Для рекурсивного построения пирамиды Серпинского можно создать программный код в скрипт-файле следующим образом(рис.1).

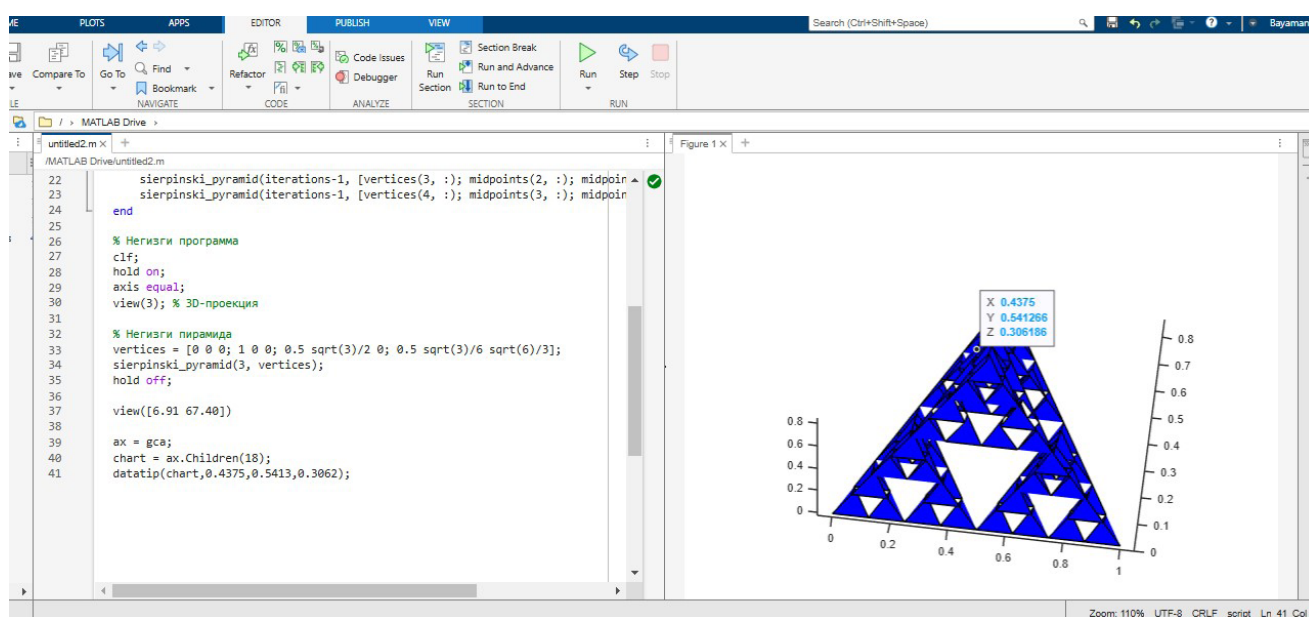


Рисунок 1. Запись кода в скриптовом файле и результат

```

>> function sierpinski_pyramid(iterations, vertices)
% Рекурсивное построение пирамиды Серпинского
% iterations - количество итераций
% vertices - координаты вершин пирамиды (матрица размером 4x3)
    если iterations == 0 % Построение исходной пирамиды
        fill3(vertices(:,1), vertices(:,2), vertices(:,3), 'b', 'EdgeColor', 'k');
        return;
    end
% Средние точки ребер
    midpoints = zeros(6, 3); edges = [1 2; 1 3; 1 4; 2 3; 2 4; 3 4];
    для i = 1:size(edges, 1)
        midpoints(i, :) = (vertices(edges(i,1), :) + vertices(edges(i,2), :)) / 2;
    end
% Новые пирамиды
    sierpinski_pyramid(iterations-1, [vertices(1, :); midpoints(1, :); midpoints(2, :); midpoints(3, :)]);
    sierpinski_pyramid(iterations-1, [vertices(2, :); midpoints(1, :); midpoints(4, :); midpoints(5, :)]);
    sierpinski_pyramid(iterations-1, [vertices(3, :); midpoints(2, :); midpoints(4, :); midpoints(6, :)]);
    sierpinski_pyramid(iterations-1, [vertices(4, :); midpoints(3, :); midpoints(5, :); midpoints(6, :)]);
end
% Основная программа clf; hold on; axis equal; view(3); % 3D-проекция
% Основная пирамида
vertices = [0 0 0; 1 0 0; 0.5 sqrt(3)/2 0; 0.5 sqrt(3)/6 sqrt(6)/3]; sierpinski_pyramid(3, vertices); hold
off; view([6.91 67.40])
ax = gca;
chart = ax.Children(18); datatip(chart,0.4375,0.5413,0.3062);

```

Результатом является 3D-модель пирамиды Серпинского, показанная на 2-м рисунке.

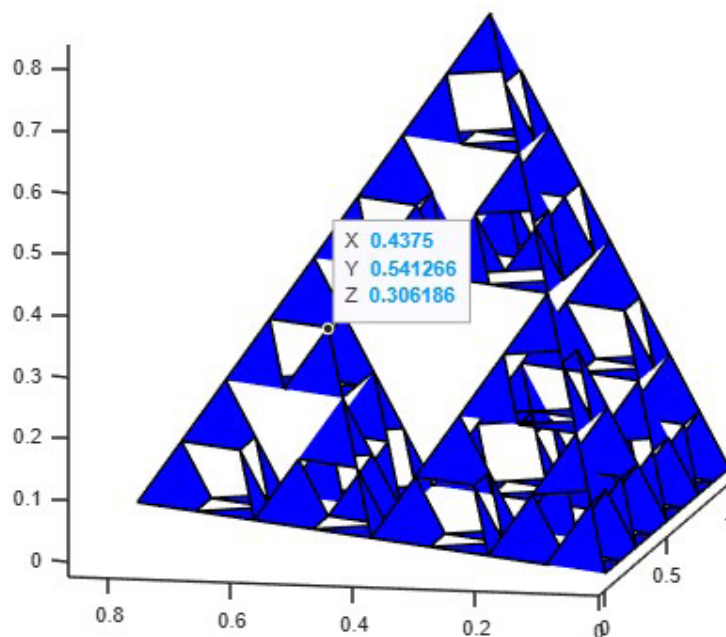


Рисунок 2. 3D-модель пирамиды Серпинского

Ковер Серпинского в 3D-формате.

Для получения указанной модели программный код в скрипт-файле составляется следующим образом, и результат показан на рис.-3.

```
>> function sierpinski_carpet_3d(iterations, x, y, z, size)
Рекурсивное построение 3D-ковра Серпинского
% iterations - количество итераций
% x, y, z - координаты исходного куба
% size - размер куба
if iterations == 0
% Создание первоначального куба
[X, Y, Z] = ndgrid([x x+size], [y y+size], [z z+size]);
fill3(X(:), Y(:), Z(:), 'b', 'EdgeColor', 'k');
return;
end
new_size = size / 3;% новое измерение
% кубду 27 бөлүккө бөлүү
for dx = 0:2
for dy = 0:2
for dz = 0:2
if (dx == 1 && dy == 1) || (dx == 1 && dz == 1) || (dy == 1 && dz == 1)
continue;% переместить центральную часть
end
sierpinski_carpet_3d(iterations-1, x + dx*new_size, y + dy*new_size, z + dz*new_size, new_size);
end
% основная программа clf;
hold on; axis equal; view(3);% 3D-проекция
sierpinski_carpet_3d(3, 0, 0, 0, 1);
hold off;
```

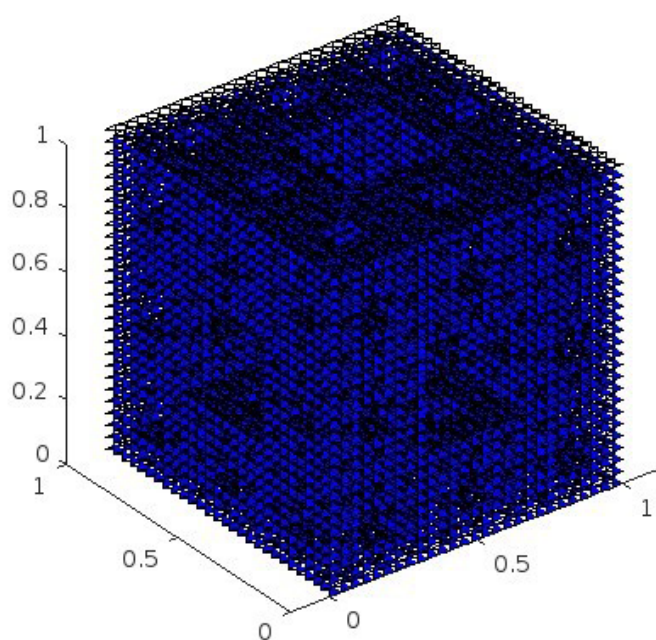


Рисунок 3. Ковер Серпинского в 3D-формате

Фрактальное дерево в 3D формате

Для получения модели этого фрактала программный код скрипт-файла составляется следующим образом, и результат показан на рис.-4.

```
>> function fractal_tree_3d(x, y, z, length, angle_xy, angle_z, depth, color)
% Рекурсивное построение фрактального дерева в 3D-формате
% x, y, z - начальные точки
% length - длина ветвей
% angle_xy, angle_z - угол ветвей
% depth - глубина рекурсии, % color - текущий цвет ветви
if depth == 0
return;
end
% Конечные точки исходной ветки
x_new = x + length * cos(angle_z) * cos(angle_xy);
y_new = y + length * cos(angle_z) * sin(angle_xy);
z_new = z + length * sin(angle_z);
new_color = color * 0.9;% Градиент для изменения цвета
plot3([x, x_new], [y, y_new], [z, z_new], % Описание исходных веток
'Color', color, 'LineWidth', depth);
hold on;
% Дополнительное создание ветвей
fractal_tree_3d(x_new, y_new, z_new, length * 0.7, angle_xy + pi/6, angle_z + pi/12, depth - 1,
new_color);
fractal_tree_3d(x_new, y_new, z_new, length * 0.7, angle_xy - pi/6, angle_z + pi/12, depth - 1,
new_color);
fractal_tree_3d(x_new, y_new, z_new, length * 0.7, angle_xy, angle_z - pi/12, depth - 1, new_
color);
end
% Основная программа clf; hold on; axis equal; view(3); % 3D-проекция
colormap('autumn'); % Цветная карта
fractal_tree_3d(0, 0, 0, 10, pi/4, pi/4, 8, [0, 0.5, 0]); % Первоначальный цвет зеленый
hold off; % Первое приглашение
```

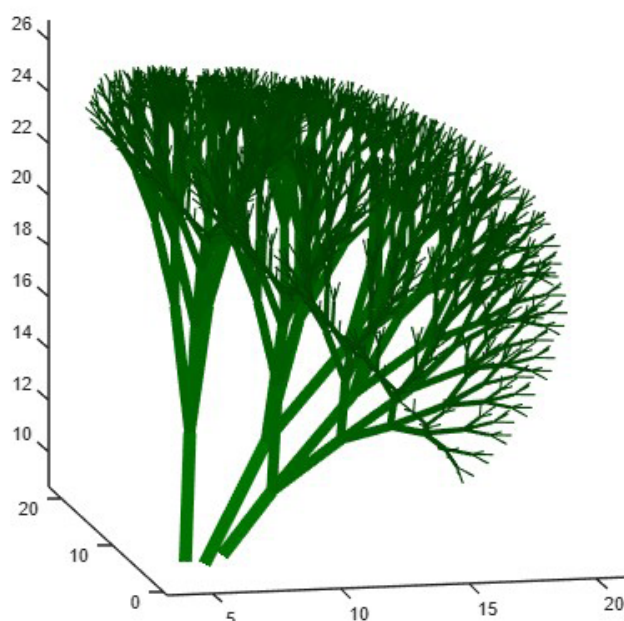



Рисунок 4. Фрактальное дерево в 3D формате

Результаты исследования

В результате был разработан программный код для рекурсивного построения 3D-модели геометрического фрактала в программе MATLAB. Был получен программный код в виде скрипта для рекурсивного построения пирамиды Серпинского, которая является одним из первых рассмотренных геометрических фракталов. Также было продемонстрировано, что можно создавать программы для рекурсивного построения и других 3D-моделей геометрических фракталов в программе MATLAB.

Список литературы

1. Матиева Г., Борбоева Г.М. М 33. Элементы фрактальной геометрии: учебно-методическое пособие. – Ош: 2018. 72 стр. ISBN 978-9967-18-470-1
2. Молдоярлов Уларбек Дүйшөбекович, Матиева Гулбадан Компьютерная программа для построения 3D-модели геометрического фрактала в пространстве // ВОГУМФТ. 2024.№1(4) URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/meykindiktegi-geometriyalyk-fraktaldyn>
3. Ким, В. Д. 3D-моделирование фракталов. Фрактальные антенны / В. Д. Ким, Е. Е. Симаков. — Текст : непосредственный // Юный ученый. — 2018. — № 4 (18). — С. 39-47. — URL:<https://moluch.r u/ young /ar chive/18/1272/>
4. Эрматали Уулу, Б. Описание линий уровня гармонических функций в пакете прикладных программ MATLAB / Б. Эрматали Уулу, А. Анарбеков // Вестник Ошского государственного педагогического университета имени А. Мырсабекова. – 2022. – № 1-1(19). – С. 183-190. – EDN ВНМКГМ.
5. Пирматов, А. З. Создание двух- и трехмерных графиков в пакете приложений MATLAB / А. З. Пирматов, Б. Эрматали Уулу, А. Анарбеков // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. – 2021. – No. 4(49). – P. 38-45. – EDN JCIOJF.:

Received / Получено 18.01.2025
Revised / Пересмотрено 18.02.2025
Accepted / Принято 20.03.2025