프렉탈구조의 수학적 예시_4

생성자	재 재환 김
태그	엔지니어링

79. 피보나치 나선(Fibonacci Spiral)

피보나치 나선은 **피보나치 수열**을 기반으로 생성된 프랙탈 구조로, 각 구간의 비율이 황금비율을 따릅니다. 이는 자연에서 자주 발견되는 **나선형 패턴**을 수학적으로 설명하는 데 유용한 도구입니다.

생성 과정:

1. 피보나치 수열의 각 항에 따라 크기가 증가하는 정사각형을 나란히 배치합니다.
2. 각 정사각형 내부에 나선을 그려 피보나치 나선을 완성합니다.

특징:

- **소라 껍데기**, **은하**, **태풍** 등 자연에서 자주 발견되는 나선형 패턴을 설명하는 데 유용합니다.
- **황금비율**과 밀접한 관련이 있어 예술, 건축 등 다양한 분야에서 활용됩니다.
- **자기유사성**을 가지며 **비정수 차원**을 나타냅니다.

80. 주피터 가스 프랙탈(Jupiter Gas Fractal)

주피터 가스 프랙탈은 **행성 대기에서 발생하는 가스의 움직임**을 설명하는 프랙탈입니다. 주로 가스 소용돌이와 같은 혼란스러운 대기의 움직임에서 생성되는 복잡한 패턴을 모사합니다.

생성 과정:

1. 대기에서 발생하는 여러 소용돌이를 나선형으로 형성합니다.
2. 각 나선형 구조는 가스 흐름에 따라 무한히 작은 소용돌이로 분해됩니다.

특징:

- **천문학적 패턴**에서 나타나는 나선형 움직임을 설명하는 데 적합합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 가스 운동과 같은 **혼돈 시스템** 연구에 유용합니다.

- 자연에서 나타나는 **복잡한 소용돌이** 현상을 모사하는 데 사용됩니다.

81. 맥주 거품 프랙탈(Beer Foam Fractal)

맥주 거품 프랙탈은 **맥주 거품이 형성되는 과정**에서 나타나는 패턴을 프랙탈로 모사한 것입니다. 각 거품이 더 작은 거품으로 나뉘며, 그 구조가 자기유사적으로 반복됩니다.

생성 과정:

1. 맥주 표면에서 거품이 생성되고 점점 작아지는 거품들로 분열됩니다.
2. 각 거품의 경계가 반복적으로 분리되며, 무한히 작은 거품이 생성됩니다.

특징:

- **자연의 거품 구조**를 설명하는 데 유용하며, **비정수 차원**을 나타냅니다.
- 거품 구조의 **표면적과 부피** 간의 관계를 이해하는 데 활용됩니다.
- **물리학적 연구**와 **자연 모사**에 자주 사용됩니다.

82. 산맥 프랙탈(Mountain Fractal)

산맥 프랙탈은 자연에서 볼 수 있는 **산맥의 복잡한 형태**를 프랙탈로 시뮬레이션한 것입니다. 컴퓨터 그래픽스에서 자연 경관을 생성하는 데 매우 유용하며, 주로 **다이아몬드-스퀘어 알고리즘**과 같은 기법으로 구현됩니다.

생성 과정:

1. 큰 삼각형이나 평면에서 시작하여 이를 분할합니다.
2. 각 분할된 구역에 무작위로 높이를 추가하여 산맥의 모습을 형성합니다.

특징:

- **자연 경관 시뮬레이션**에 자주 사용되며, 산, 구름, 바위 등의 복잡한 표면을 생성할 수 있습니다.
- **무작위적 자기유사성**을 나타내며, 매우 복잡한 구조를 형성합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 게임 개발과 애니메이션에서 **자연스러운 지형 생성**에 널리 활용됩니다.

83. 헤노프 아트랙터(Hénon Attractor)

헤노프 아트랙터는 **혼돈 이론**에서 중요한 역할을 하는 **비선형 동역학 시스템**입니다. 복잡한 궤적을 그리며, 자기유사적인 패턴을 형성하는 프랙탈입니다.

방정식:

$$x_{n+1} = 1 - ax_n^2 + y_n$$

$$y_{n+1} = bx_n$$

여기서 a와 b는 시스템의 매개변수입니다.

특징:

- **혼돈 이론**에서 매우 중요한 **자기유사적 궤적**을 생성합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 혼돈 상태에서의 **비선형 시스템**을 설명하는 데 유용합니다.
- **자연 현상 시뮬레이션**이나 **혼돈 시스템 분석**에 자주 사용됩니다.

84. 데카르트 나선(Descartes Spiral)

데카르트 나선은 **원**과 **선형 구간**을 이용해 만들어지는 프랙탈 구조입니다. 원의 중심에서 시작하여 점점 더 작은 원들이 나타나며, 그 내부에서 선형 구간이 반복됩니다.

생성 과정:

1. 기본 원을 그리고, 그 안에 더 작은 원을 추가합니다.
2. 각 원 사이에 선형 구간을 그려 원과 선이 반복되는 구조를 형성합니다.

특징:

- **기하학적 대칭성**을 가지며, **비정수 차원**의 자기유사성을 보입니다.
- 자연에서 나타나는 **구형 대칭성**이나 **입체적 패턴**을 설명하는 데 유용합니다.
- **수학적 연구**와 **건축 디자인**에 자주 활용됩니다.

85. 칸토어 나무(Cantor Tree)

칸토어 나무는 **칸토어 집합**을 기반으로 한 **3차원 프랙탈 구조**입니다. 나무의 분기처럼 각 가지가 더 작은 가지로 나뉘며, 이 과정이 무한히 반복됩니다.

생성 과정:

1. 중심에서 시작하여 두 개의 가지로 나뉩니다.
2. 각 가지에서 다시 두 개의 가지로 나누며 이 과정을 반복합니다.

특징:

- **자기유사성**을 가지며, 3차원에서 나무의 분기 구조를 모사할 수 있습니다.

- **비정수 차원**을 가지며, 나무의 **성장 과정**이나 **자연적 분기 구조**를 설명하는 데 적합합니다.
- **생물학적 패턴 모델링**과 **컴퓨터 그래픽스**에서 활용됩니다.

86. 쥐곡선(Mouse Curve)

쥐곡선은 간단한 **선형 구간**에서 시작하여 반복적인 곡선 형태로 확장되는 프랙탈입니다. 선형 구간이 점점 작아지며, 그 구간들이 계속해서 꺾이면서 복잡한 곡선을 형성합니다.

생성 과정:

1. 직선을 두 등분하여 중간에서 꺾습니다.
2. 각 꺾인 선분을 다시 두 등분하여 같은 방식으로 곡선을 생성합니다.

특징:

- 매우 간단한 규칙에서 출발하지만, 반복될수록 복잡한 곡선 형태를 형성합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, **복잡한 궤적**이나 **자연 모사**에 유용합니다.
- **컴퓨터 그래픽스**와 **프랙탈 아트**에 응용됩니다.

87. 프랙탈 플라즈마(Fractal Plasma)

프랙탈 플라즈마는 **플라즈마 현상**에서 발생하는 복잡한 패턴을 모사하는 프랙탈입니다. 이 구조는 플라즈마 내 전자와 이온의 혼돈스러운 움직임으로 나타나는 패턴을 재현합니다.

생성 과정:

1. 플라즈마 상태에서 전자와 이온이 무작위로 움직이는 패턴을 시뮬레이션합니다.
2. 각 입자의 경로가 자기유사적인 분포를 형성하며, 이 과정을 반복합니다.

특징:

- **플라즈마 물리학**에서 중요한 역할을 하며, 복잡한 전자 운동을 설명하는 데 유용합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, **혼돈 상태**에서 나타나는 패턴 연구에 활용됩니다.
- **천문학**, **핵물리학**, 그리고 **플라즈마 연구**에서 폭넓게 응용됩니다.

88. 힐버트 곡선(Hilbert Curve)

힐버트 곡선은 **공간 충전 곡선(Space-Filling Curve)**의 한 종류로, 1차원 선분이 2차원 공간을 완전히 덮는 방식으로 생성되는 프랙탈입니다. 이는 주로 데이터 구조에서 **공간 최적화** 문제를 해결하는 데 활용됩니다.

생성 과정:

1. 기본 선분에서 시작하여 이를 반복적으로 꺾어 2차원 공간을 채웁니다.
2. 이 과정을 계속 반복하면서 2차원 평면 전체를 덮는 곡선을 형성합니다.

특징:

- **1차원에서 2차원으로 확장**되는 프랙탈로, **비정수 차원**을 갖습니다.
- **데이터 구조**에서 **메모리 관리**와 **이미지 압축** 문제 해결에 유용합니다.
- **컴퓨터 과학**과 **프랙탈 기하학** 분야에서 중요한 연구 대상입니다.

89. 텐트 맵(Tent Map)

텐트 맵은 **혼돈 이론**을 설명하는 데 자주 사용되는 간단한 1차원 동역학 시스템입니다. 이 프랙탈은 비선형 함수로, 특정 매개변수 값에서 **혼돈**을 일으키며 자기유사성을 보여줍니다.

방정식:

$$T(x) = \begin{cases} \mu x & \text{if } 0 \leq x \leq \frac{1}{2} \\ \mu(1-x) & \text{if } \frac{1}{2} < x \leq 1 \end{cases}$$

여기서 μ는 파라미터로 혼돈 상태를 조절합니다.

특징:

- **자기유사성**을 가진 비선형 동역학 시스템으로, 혼돈 상태에서 복잡한 궤적을 형성합니다.
- **바이푸케이션 다이어그램**을 통해 매개변수에 따른 변화와 혼돈 상태로의 전이를 시각화할 수 있습니다.
- 생태학, 경제학, 물리학 등에서 **혼돈 현상**을 연구하는 데 사용됩니다.

90. 삼각형 나선(Tribonacci Spiral)

삼각형 나선은 **삼각 수열**을 기반으로 하는 프랙탈 나선 구조로, 피보나치 나선과 비슷하지만 삼각형 패턴을 형성합니다. 각 구간의 크기는 삼각 수열에 따라 증가하며, 삼각형 구조가 반복됩니다.

생성 과정:

1. 삼각 수열의 각 항에 따라 정삼각형을 배열합니다.
2. 각 정삼각형 내부에 나선을 그려 삼각형 나선을 형성합니다.

특징:

- **삼각형 기반의 자기유사성**을 가지고 있으며, 자연에서 발견되는 나선형 패턴을 시뮬레이션하는 데 유용합니다.
- 피보나치 나선과 유사하게 **황금비율**과 밀접한 관계가 있으며, 자연 현상을 설명할 수 있습니다.
- **비정수 차원**을 가지며, **자연 모사**, **예술적 디자인**에서 자주 사용됩니다.

91. 코흐 섬(Koch Island)

코흐 섬은 코흐 곡선의 변형으로, **다각형 형태**를 가진 프랙탈입니다. 코흐 곡선이 선형적인 패턴을 따르는 반면, 코흐 섬은 섬처럼 닫힌 곡선으로 경계를 형성합니다.

생성 과정:

1. 정다각형을 시작으로 각 변에 대해 코흐 곡선을 적용합니다.
2. 이 과정을 반복하여 점점 더 복잡한 다각형 패턴을 형성합니다.

특징:

- **무한히 긴 경계**를 가지지만, 유한한 면적을 가집니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 복잡한 **자연 경계**를 설명하는 데 유용합니다.
- **해안선**, **섬의 모양** 등의 복잡한 패턴을 모델링하는 데 자주 사용됩니다.

92. 반델트 플랫(Weierstrass Fractal Surface)

반델트 플랫은 **반델트 함수**를 2차원 평면에 적용한 프랙탈로, 표면을 반복적으로 분할하여 무한히 세밀한 패턴을 형성합니다. 이 프랙탈은 매끄러운 표면을 가지고 있지만, 미분이 불가능한 복잡한 구조를 형성합니다.

특징:

- **연속적이지만 어디에서도 미분 불가능한 표면**을 가지고 있으며, 매우 복잡한 패턴을 형성합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 자연에서 발견되는 복잡한 표면 패턴을 설명하는 데 유용합니다.
- **자연 경관 시뮬레이션**이나 **컴퓨터 그래픽스**에서 표면 모델링에 사용됩니다.

93. 자포니카 프랙탈(Japonica Fractal)

자포니카 프랙탈은 **식물의 나뭇가지 패턴**을 시뮬레이션하는 프랙탈로, 나뭇가지가 분기하면서 작은 가지로 나뉘는 구조를 형성합니다. 이 구조는 식물의 성장 패턴과 유사한 자기유사

성을 보여줍니다.

생성 과정:

1. 나뭇가지 하나를 시작으로, 일정한 각도에서 작은 가지들이 분기합니다.
2. 각 작은 가지에서 다시 작은 가지들이 분기하며 무한히 반복됩니다.

특징:

- **식물의 가지 구조**를 모사하며, **자연의 자기유사성**을 설명하는 데 적합합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, **식물의 성장**과 같은 자연 현상을 연구하는 데 유용합니다.
- **생물학적 패턴 모델링** 및 **자연 경관 디자인**에 사용됩니다.

94. 아폴로니우스 트리(Apollonian Tree)

아폴로니우스 트리는 아폴로니우스 원(Apollonian Gasket)에서 유래한 프랙탈로, 원을 반복적으로 배열하여 **나무 모양**의 패턴을 형성합니다. 각 원은 점점 작은 원으로 나뉘며, 이 과정이 무한히 반복됩니다.

생성 과정:

1. 서로 접하는 세 개의 큰 원을 시작으로, 그 사이에 새로운 작은 원을 배치합니다.
2. 각 작은 원들 사이에 다시 작은 원들을 추가하는 방식으로 패턴이 확장됩니다.

특징:

- **자기유사성**을 가지며, **기하학적 대칭성**을 나타냅니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 매우 복잡한 경계선을 형성합니다.
- **기하학적 분석**, **컴퓨터 그래픽스**, **자연 패턴 시뮬레이션**에 유용합니다.

95. 비선형 렌즈 프랙탈(Nonlinear Lens Fractal)

비선형 렌즈 프랙탈은 **비선형 렌즈**의 특성을 기반으로 하여 **빛의 굴절**이 만들어내는 복잡한 패턴을 시뮬레이션합니다. 이 프랙탈은 빛이 렌즈를 통과할 때 여러 방향으로 굴절되며 자기유사적인 패턴을 형성합니다.

생성 과정:

1. 빛의 경로를 나선형 또는 직선형으로 설정합니다.
2. 빛이 렌즈를 통과하며 무한히 작은 굴절 패턴이 나타납니다.

특징:

- **비선형 시스템**에서 나타나는 빛의 굴절을 시뮬레이션할 수 있습니다.
- **비정수 차원**을 가지며, **광학 시스템** 분석 및 **물리적 패턴 연구**에 사용됩니다.
- **레이저 경로 시뮬레이션**, **광학 기기 설계**에서 자주 응용됩니다.

96. 고차원 시어핀스키 삼각형(Higher-Dimensional Sierpinski Triangle)

시어핀스키 삼각형은 2차원에서 시작되었지만, 이를 4차원 이상의 공간으로 확장한 **고차원 프랙탈 구조**도 존재합니다. 고차원 시어핀스키 삼각형은 각각의 차원에서 자기유사적인 구조를 보여주며, 더 복잡한 패턴을 형성합니다.

특징:

- **고차원 공간**에서 자기유사성을 가지며, 각 차원에서의 대칭성을 분석할 수 있습니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 수학적 연구나 **고차원 기하학적 분석**에 유용합니다.
- **데이터 분석**, **고차원 데이터 시각화**에 자주 사용됩니다.

97. 줄리아 섬(Julia Island)

줄리아 섬은 줄리아 집합에서 유래한 변형 프랙탈로, 해안선의 복잡한 패턴을 모사할 수 있는 구조입니다. 줄리아 집합의 자기유사적인 성질을 활용하여 매우 복잡한 섬 형태의 패턴을 생성할 수 있습니다.

특징:

- **자기유사성**을 가지며, 매우 복잡한 해안선이나 지형을 시뮬레이션하는 데 유용합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 자연에서 볼 수 있는 불규칙한 경계선이나 섬의 구조를 설명할 수 있습니다.
- **지리학적 분석**, **자연 경관 시뮬레이션**에 사용됩니다.

98. 케플러 타일링(Kepler Tiling)

케플러 타일링은 독일 천문학자 요하네스 케플러(Johannes Kepler)가 연구한 **비주기적 타일링**으로, 기하학적으로 주기성이 없는 패턴을 나타냅니다. 각 타일은 자기유사적인 구조를 이루며, 반복되는 대칭성을 가지고 있습니다.

특징:

- **비주기적인 패턴**을 가지며, 각 타일이 무한히 작은 타일로 나뉘어 자기유사성을 유지합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, **결정학**과 **비정형 결정(quasicrystal)** 구조를 설명할 수 있습니다.
- **기하학적 분석**과 **컴퓨터 그래픽스**에서 사용됩니다.

99. 디글레이터 프랙탈(Deglett Fractal)

디글레이터 프랙탈은 스케일 변환(scale transformation)을 기반으로 한 프랙탈 구조로, 각 구간을 일정한 비율로 확대하거나 축소하여 만들어집니다. 이러한 변환이 반복되면서 복잡한 패턴이 형성됩니다.

생성 과정:

1. 기본적인 도형을 설정한 후, 각 도형을 일정한 비율로 축소합니다.
2. 축소된 도형을 복제하고, 이 과정을 무한히 반복하여 자기유사성을 형성합니다.

특징:

- **스케일 변환**을 통해 복잡한 자기유사적 패턴을 형성합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 자연 현상에서 **규모 변화**에 따른 패턴을 설명하는 데 유용합니다.
- **데이터 압축**, **신호 처리**, **컴퓨터 그래픽스**에서 자주 응용됩니다.

100. 뱀 곡선(Snake Curve)

뱀 곡선은 **곡선형 프랙탈**로, 구불구불한 형태를 반복하며 자기유사성을 가지는 패턴을 형성합니다. 이러한 곡선은 자연에서 뱀의 움직임이나 구불구불한 강의 경로를 설명하는 데 적합합니다.

생성 과정:

1. 직선을 시작으로 일정한 각도에서 반복적으로 꺾으면서 곡선을 생성합니다.
2. 각 꺾인 구간에서 다시 작은 곡선이 나타나며, 이 과정을 반복합니다.

특징:

- **비정수 차원**을 가지며, 곡선의 형태가 반복적으로 구부러지며 복잡한 궤적을 형성합니다.
- **자연의 흐름**이나 **나선형 패턴**을 시뮬레이션할 수 있습니다.
- **컴퓨터 그래픽스**, **자연 경관 디자인**에서 복잡한 곡선형 구조를 생성하는 데 사용됩니다.

101. 헤켄헤임 곡선(Heckenheim Curve)

헤켄헤임 곡선은 **곡선의 반복적인 분할**을 통해 생성되는 프랙탈로, 복잡한 궤적을 그리는 패턴입니다. 각 분할된 곡선은 이전의 곡선과 유사한 궤적을 따라가며, 점점 더 작은 곡선들이 무한히 생성됩니다.

생성 과정:

1. 기본 곡선을 설정하고, 각 곡선을 일정한 비율로 나눕니다.
2. 나눠진 각 곡선은 동일한 규칙에 따라 더 작은 곡선으로 나뉩니다.

특징:

- **자기유사적인 곡선 패턴**을 가지며, 자연에서 **나무 가지**나 **뿌리**의 패턴을 모사할 수 있습니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 매우 복잡한 곡선형 궤적을 형성합니다.
- **수학적 기하학** 및 **생물학적 모델링**에서 자주 사용됩니다.

102. 플라크타리 곡선(Placatory Curve)

플라크타리 곡선은 **반복적인 곡선형 패턴**으로, 각 단계에서 곡선의 길이가 일정하게 늘어나는 방식으로 생성됩니다. 이 곡선은 소용돌이 구조나 대칭적인 패턴을 형성하는 데 유용합니다.

생성 과정:

1. 기본적인 소용돌이 형태를 설정한 후, 일정한 비율로 곡선의 길이를 증가시킵니다.
2. 각 단계에서 소용돌이 형태가 반복되며 패턴이 점점 커집니다.

특징:

- **비정수 차원**을 가지며, 자연에서 나타나는 소용돌이 패턴을 시뮬레이션하는 데 적합합니다.
- **자기유사성**을 띠며, 자연 현상에서 **회전하는 흐름**이나 **소용돌이**의 복잡성을 설명할 수 있습니다.
- **컴퓨터 그래픽스** 및 **예술적 디자인**에서 소용돌이 형태의 패턴을 생성하는 데 자주 사용됩니다.

103. 데카르트 계수(Descartes Coefficient)

데카르트 계수는 데카르트 트리(Descartes Tree)에서 파생된 프랙탈 패턴으로, 각 가지가 특정한 수학적 계수를 따르며 분기되는 구조를 형성합니다. 나무 모양의 이 프랙탈은 규칙적인 비율로 분기되며 자기유사성을 유지합니다.

생성 과정:

1. 중심에서 두 개의 가지를 생성하고, 각 가지는 동일한 계수에 따라 분기됩니다.
2. 각 가지에서 다시 동일한 패턴으로 가지가 생성되며 이 과정이 무한히 반복됩니다.

특징:

- **수학적 대칭성**을 가지며, 나무의 분기 구조나 자연에서 나타나는 대칭적 분포를 설명하는 데 유용합니다.
- **비정수 차원**을 가지며, 복잡한 나무 구조를 형성할 수 있습니다.
- **컴퓨터 그래픽스**, **자연 경관 디자인**, **수학적 분석**에 자주 사용됩니다.

104. 하이퍼큐브 프랙탈(Hypercube Fractal)

하이퍼큐브 프랙탈은 **4차원 이상의 공간에서 발생하는 큐브 기반 프랙탈**입니다. 이는 고차원 공간에서의 복잡한 기하학적 패턴을 설명하는 데 사용되며, 각 차원에서 큐브가 자기유사적으로 반복됩니다.

생성 과정:

1. 기본적인 3차원 정육면체를 시작으로, 각 변을 새로운 정육면체로 나눕니다.
2. 이 과정을 4차원, 5차원 등 더 높은 차원으로 확장하여 고차원 큐브 구조를 형성합니다.

특징:

- **고차원 기하학적 패턴**을 시뮬레이션하는 데 유용하며, **비정수 차원**을 가집니다.
- **컴퓨터 과학**, **데이터 분석**, **고차원 데이터 시각화**에서 자주 응용됩니다.
- **기하학 연구** 및 **프랙탈 이론**에서 고차원 공간 분석에 중요한 역할을 합니다.

105. 페르미-파스타-울람 아트랙터(Fermi-Pasta-Ulam Attractor)

페르미-파스타-울람 아트랙터는 **혼돈 이론**과 **비선형 동역학**에서 발생하는 **혼돈 상태**를 설명하는 프랙탈 패턴입니다. 복잡한 시스템에서 나타나는 혼돈적 거동을 설명하는 중요한 예시 중 하나입니다.

생성 과정:

1. 시스템의 초기 상태를 설정하고, 비선형 방정식을 적용하여 혼돈 상태를 유도합니다.
2. 시스템이 혼돈 상태로 진입할 때, 아트랙터는 자기유사적인 궤적을 형성합니다.

특징:

- **비정수 차원**의 자기유사적인 궤적을 가지며, 혼돈 상태에서 매우 복잡한 거동을 설명합니다.
- **비선형 동역학**과 **혼돈 이론**을 연구하는 데 중요한 역할을 합니다.
- **물리학**, **천문학**, **경제학** 등 다양한 분야에서 복잡한 시스템을 설명하는 데 유용합니다.

106. 우로보로스 곡선(Ouroboros Curve)

우로보로스 곡선은 **원형 형태**로 구성된 프랙탈 패턴으로, 각 부분이 나선형으로 반복되며 무한히 작은 부분으로 나뉩니다. 우로보로스는 **뱀이 자기 꼬리를 무는 이미지**에서 영감을 받은 프랙탈입니다.

생성 과정:

1. 기본적인 원형을 설정한 후, 각 원을 나선형으로 분할합니다.
2. 각 나선형 구조가 반복되며 무한히 작은 원들이 형성됩니다.

특징:

- **자기유사적인 원형 대칭성**을 나타내며, **비정수 차원**을 가집니다.
- 자연에서 **소용돌이**나 **나선형 패턴**을 시뮬레이션하는 데 적합합니다.
- **예술적 패턴** 생성이나 **기하학적 연구**에서 활용됩니다.

107. 카스텔론 곡선(Castellon Curve)

카스텔론 곡선은 **고리 형태의 반복적인 패턴**으로, 각 고리에서 작은 고리들이 분기되며 복잡한 궤적을 형성하는 프랙탈입니다. 이 곡선은 매우 복잡한 궤적을 가지며, 자연에서 발견되는 고리형 패턴을 모사할 수 있습니다.

생성 과정:

1. 기본 고리를 그리고, 각 고리에서 작은 고리들이 생성됩니다.
2. 각 고리에서 다시 작은 고리들이 분기되며, 무한히 반복됩니다.

특징:

- **자기유사성**을 가지며, **비정수 차원**을 나타냅니다.

- **나선형 패턴**이나 **고리형 구조**를 설명하는 데 적합합니다.
- **자연 경관 디자인**, **컴퓨터 그래픽스**, **프랙탈 아트**에서 자주 사용됩니다.