

Gramatyki grafowe

**Systemy Lindenmayera  
(L-systemy)**

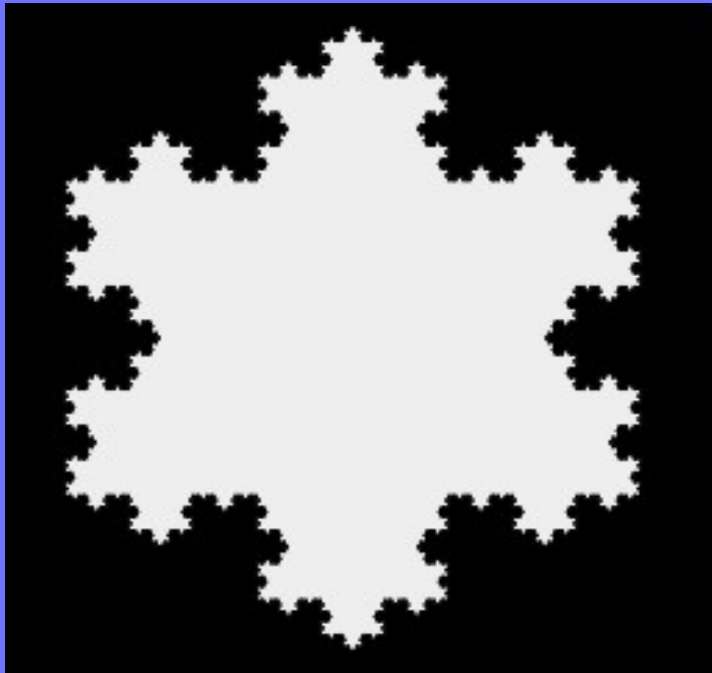
# L-systemy

Zastosowania:

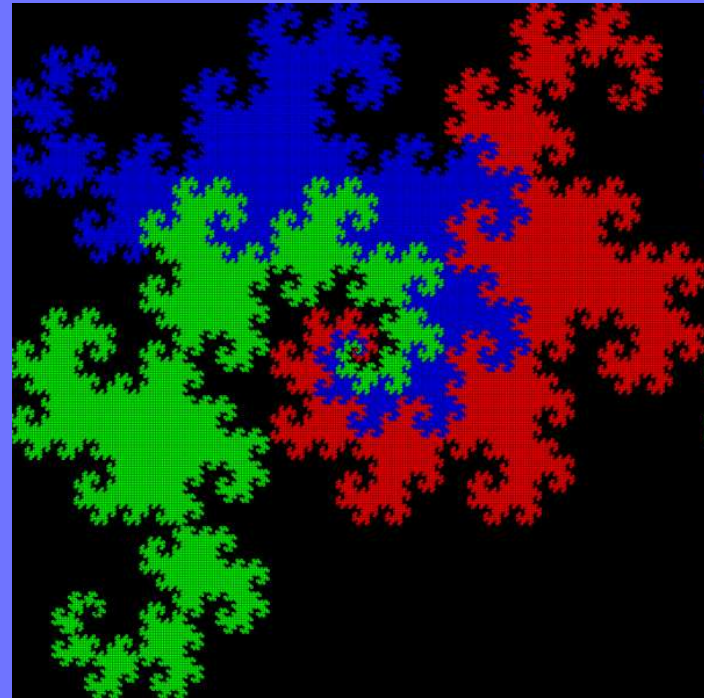
- Generowanie fraktali
- Modelowanie roślin

# L-systemy

Fraktale (łac. *fractus* – złamany, cząstkowy)  
– cechy samopodobieństwa



Krzywa Kocha (płatek śniegu)



Krzywe smocze

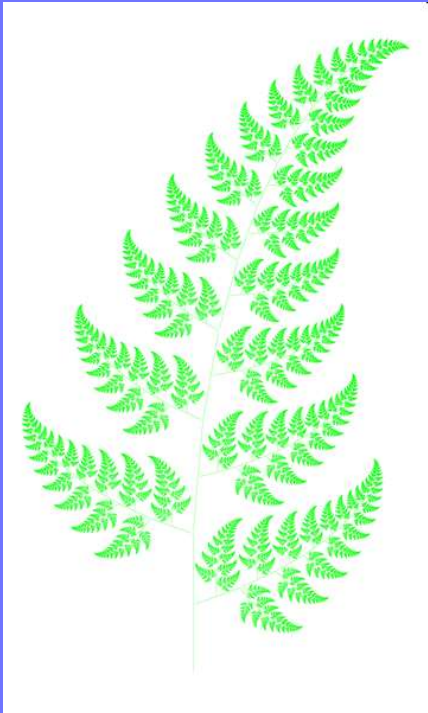
# L-systemy

Fraktal to zbiór, który:

- Ma nietrywialną strukturę w każdej skali,
- struktura ta nie daje się łatwo opisać w języku tradycyjnej geometrii euklidesowej,
- jest samo-podobny,
- ma względnie prostą definicję rekurencyjną,
- ma naturalny ("poszarpany", "kłębiasty" itp.) wygląd.

# L-systemy

## Generowanie roślin



Paproć Bernsleya



# L-systemy

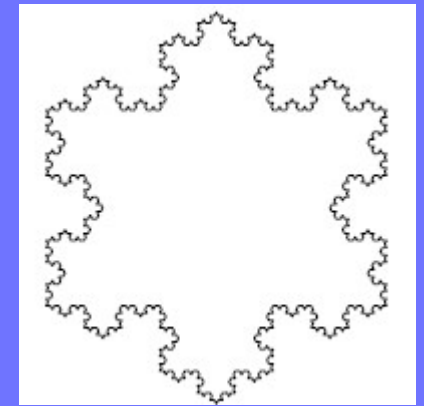
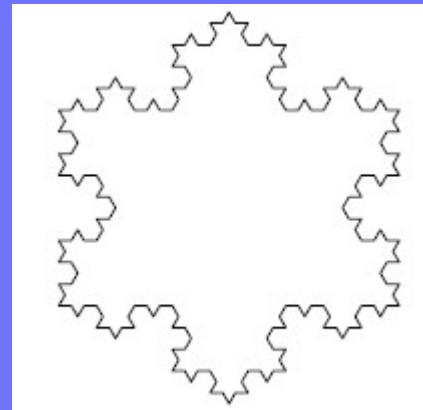
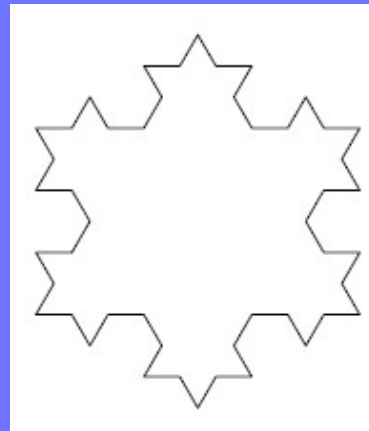
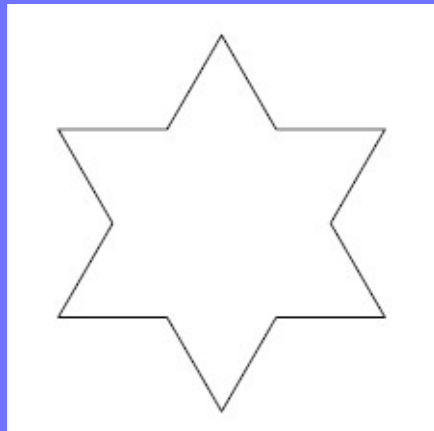
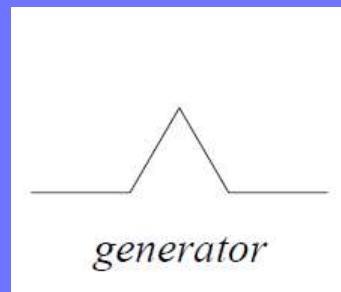
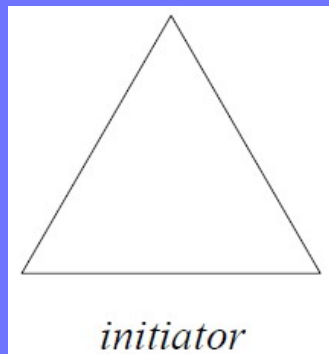
L-system to system przepisujący.

Przepisywanie:

technika definiowania złożonych obiektów przez sukcesywne zastępowanie fragmentów prostszych, początkowych obiektów, fragmentami bardziej złożonymi, za pomocą produkcji przepisujących.

# L-systemy

Przykład – krzywa Kocha



# L-systemy

0L-Systemy (L-systemy bezkontekstowe)

$$G = (V, s, P),$$

gdzie:

$V$  - *alfabet* systemu,

$s \in V^+$  symbol startowy (niepuste słowo),

$P \subset V \times V^*$  - skończony zbiór  
produkcji

Przykład:



# L-systemy

$G=(V, s, P)$  gdzie

$V=\{a, b\},$

$s=b,$

$P=\{a:ab, b:a\}$

# L-systemy

$P = \{a:ab, b:a\}$

Reguła *a: ab* oznacza, że litera **a** ma być zastąpiona sekwencją **ab**.

Reguła *b: a* oznacza, że litera **b** ma zostać zastąpiona literą **a**.

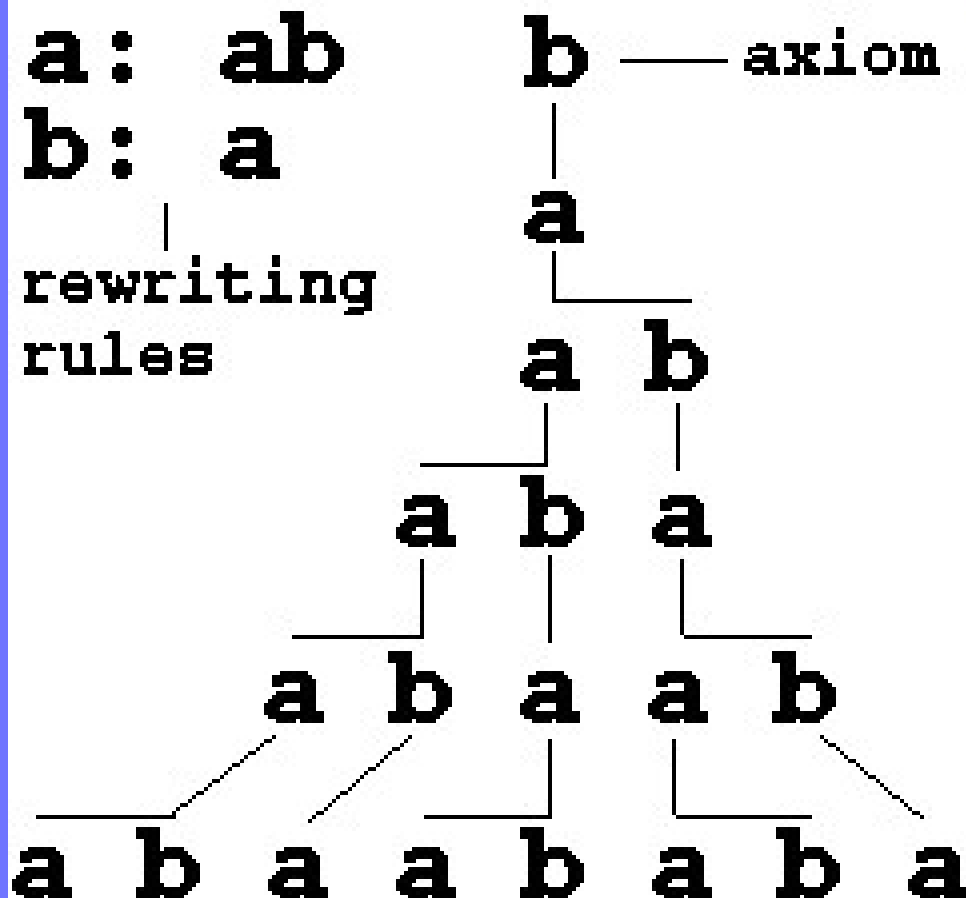
Proces przetwarzania reguł rozpoczyna się od wyróżnionego słowa zwanego aksjomatem - **b**.

# L-systemy

$V = \{a, b\},$

$s = b,$

$P = \{a:ab, b:a\}$



# L-systemy

- Przedstawione L-systemy generują słowa. Dzięki geometrycznej interpretacji tych słów, można wykorzystać L-systemy do generacji obiektów graficznych (generacja fraktali, modelowanie roślin).
- Stosuje się tzw. „grafikę żółwia” (zblizoną do koncepcji wykorzystywanej w języku Logo).
- Każdy symbol w L-systemie jest w takim modelu interpretowany jako określona sekwencja ruchów „żółwia”.

# L-systemy

## IDEA GRAFIKI ŻÓŁWIA

Stan żółwia to trójka  $(x, y, \alpha)$ ,

Gdzie  $(x, y)$ - współrzędne kartezjańskie

$\alpha$ -kąt określający kierunek w jakim patrzy żółw

# L-systemy

Przy zadanej długości kroku  $d$  oraz kącie  $\delta$ , żółw reaguje na komendy reprezentowane przez następujące symbole:

F - zrób krok w przód o długości  $d$

f - zrób krok w przód o długości  $d$  nic nie rysując

+ - obróć się o określony kąt w prawo

- - obróć się określony kąt w lewo

[ - wrzuć bieżący stan na stos.

Zapamiętaj pozycję żółwia, kolor, grubość rysowanej linii itp.

] - bieżącym stanem staje się stan pobrany ze szczytu stosu.

Żółw nie rysuje przy tym żadnych linii, choć jego pozycja może się zmienić

# L-systemy

[www.alife.pl](http://www.alife.pl)

Plant-like structure 1:

F – symbol startowy

F: F[+F]F[-F]F – reguła

Kąt -  $\delta$

Długość kroku – d

Rekursja (ile razy stosujemy regułę)

# L-systemy

**F** - zrób krok w przód o długości d

**f** - zrób krok w przód o długości d nic nie rysując

**+** - obróć się o określony kąt w prawo

**-** - obróć się określony kąt w lewo

**[** - wrzucić bieżący stan na stos.

Zapamiętaj pozycję żółwia, kolor, grubość rysowanej linii itp.

**]** - bieżącym stanem staje się stan pobrany ze szczytu stosu.

Żółw nie rysuje przy tym żadnych linii, choć jego pozycja może się zmienić

F – symbol startowy

F: F[+F]F[-F]F – reguła

Produkcja L-Systemu

Plant-like structure 1

Kąt

Rozmiar kroku

25.7

10

Rekursja

Kolor

1

Czarny



# L-systemy

**F** - zrób krok w przód o długości d

**f** - zrób krok w przód o długości d nic nie rysując

**+** - obróć się o określony kąt w prawo

**-** - obróć się określony kąt w lewo

**[** - wrzucić bieżący stan na stos.

Zapamiętaj pozycję żółwia, kolor, grubość rysowanej linii itp.

**]** - bieżącym stanem staje się stan pobrany ze szczytu stosu.

Żółw nie rysuje przy tym żadnych linii, choć jego pozycja może się zmienić

F – symbol startowy

F: F[+F]F[-F]F – reguła

Produkcja L-Systemu

Plant-like structure 1

Kąt

Rozmiar kroku

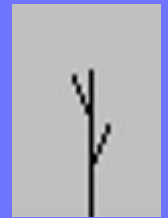
25.7

10

Rekursja

Kolor

# L-systemy



F – symbol startowy

F:  $F[+F]F[-F]F$  – reguła



Prdukcja L-Systemu

Plant-like structure 1

F  
F:  $F[+F]F[-F]F$

Kat

Rozmiar kroku

25.7

10

Rekursja

Kolor

3

Czarny

Rysuj

Wy

# L-systemy



F – symbol startowy

F:  $F[+F]F[-F]F$  – reguła

Pródukcja L-Systemu

Plant-like structure 1

Kąt

25.7

Rozmiar kroku

10

Rekursja

4

Kolor

Czarny

F

F:  $F[+F]F[-F]F$



Rysuj

Wyc

# L-systemy

www.alife.pl

- English
- Polski

- Wydarzenia
- Zachowania grupowe: klucz ptaków
- Ewolucja: kukielki wedle życzenia
- Sztuczny malarz fraktalowy
- **L-Systemy: żółw rysuje rośliny**
- ...rośliny trójkątne

## L-Systemy: żółw rysuje rośliny

Prодукcja L-Systemu

Plant-like structure 1

Kąt

25.7

Rozmiar kroku

6

Rekursja

5

Kolor

Czarny

F

F: F[+F]F[-F]F

Rysuj

Wyczyść

Pomoc

Java Applet Window

każdej litery określmy regułę przepisywania. Reguła **a: ab** oznacza, że litera **a** ma być zastąpiona sekwencją **ab**. Reguła **b: a** oznacza, że litera **b** ma zostać zastąpiona literą **a**. Proces przetw

# L-systemy

## Zadanie: Zbior Cantora

