

# **L-systemy 3D**

Gramatyki grafowe

Anna Paszyńska

# Systemy Lindemayera w 3D

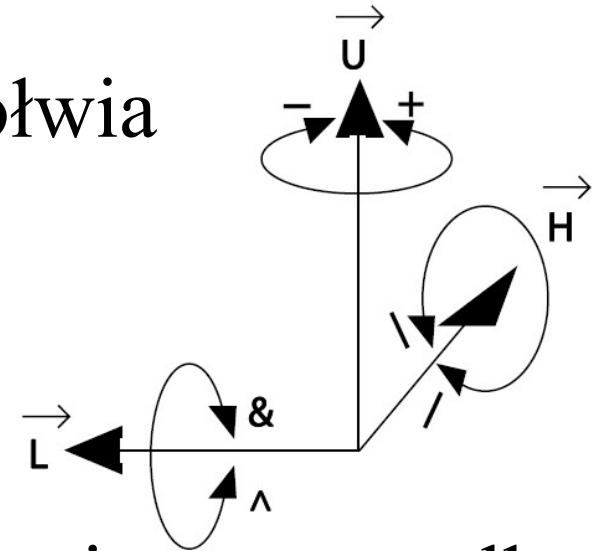
Położenie żółwia w 3D – współrzędne (x,y,z)

„Orientacja żółwia” - trzy wektory: **Heading**, **Left**, **Up**

**Heading** to „kierunek patrzenia” żółwia

**Left** to kierunek jego „lewej ręki”

**Up** to kierunek „do góry”



Wektory są znormalizowane, wzajemnie prostopadłe i spełniają warunek  $H \times L = U$  (iloczyn wektorowy)

# L-systemy w 3D

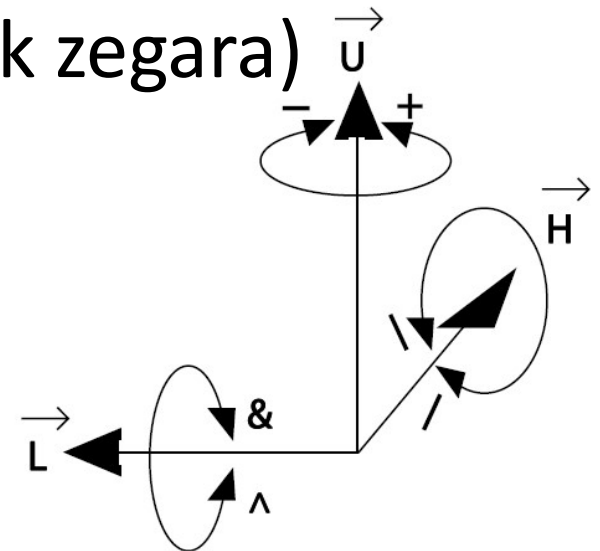
## Rotacja (obrót w lewo/prawo)

$$\begin{bmatrix} \vec{H}' & \vec{L}' & \vec{U}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{H} & \vec{L} & \vec{U} \end{bmatrix} \mathbf{R}$$

+ **angle** (obrót żółtvia wzdłuż wersora **U** o kąt angle, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara)

- **angle** (obrót żółtvia wzdłuż wersora **U** o kąt angle, zgodnie z ruchem wskazówek zegara)

$$\mathbf{R}_U(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



# L-systemy w 3D

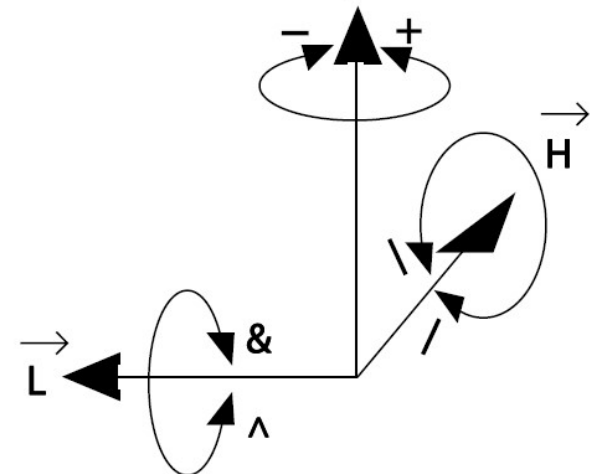
## Rotacja (pochylenie do przodu/do tyłu)

$$\begin{bmatrix} \vec{H}' & \vec{L}' & \vec{U}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{H} & \vec{L} & \vec{U} \end{bmatrix} \mathbf{R}$$

& angle (obrót żółwia wzdłuż wektora **Left** o kąt angle, zgodnie z ruchem wskazówek zegara)

^ angle (obrót żółwia wzdłuż wektora **Left** o kąt angle, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara)

$$\mathbf{R}_L(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{bmatrix}$$



# L-systemy w 3D

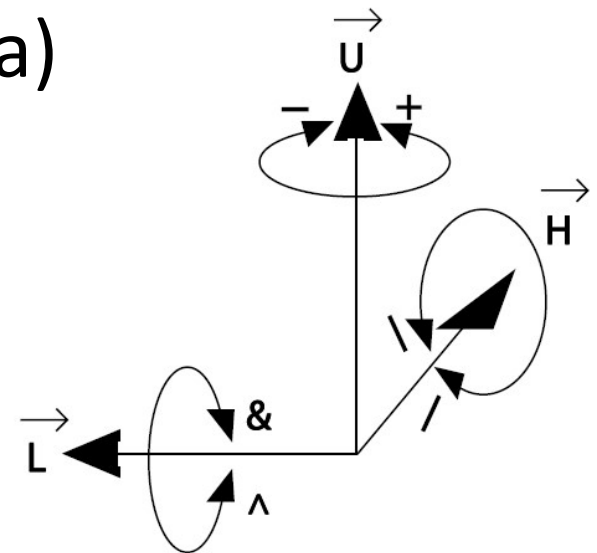
## Rotacja (pochył na lewo/prawo)

$$\begin{bmatrix} \vec{H}' & \vec{L}' & \vec{U}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{H} & \vec{L} & \vec{U} \end{bmatrix} \mathbf{R}$$

\ angle (obrót żółwia wzdłuż wektora **Heading** o kąt angle, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara)

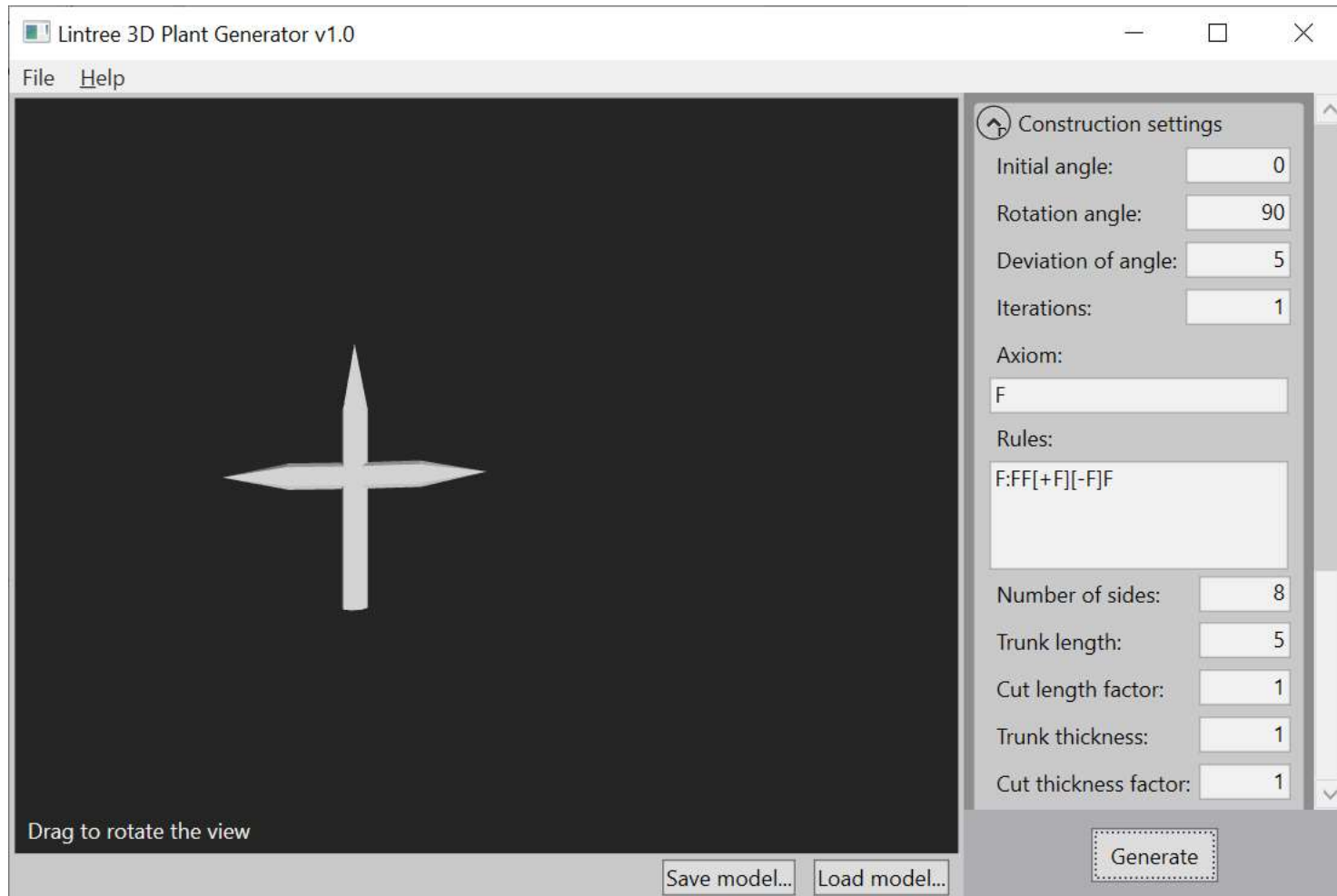
/ angle (obrót żółwia wzdłuż wektora **Heading** o kąt angle, zgodnie z ruchem zegara)

$$\mathbf{R}_H(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$$



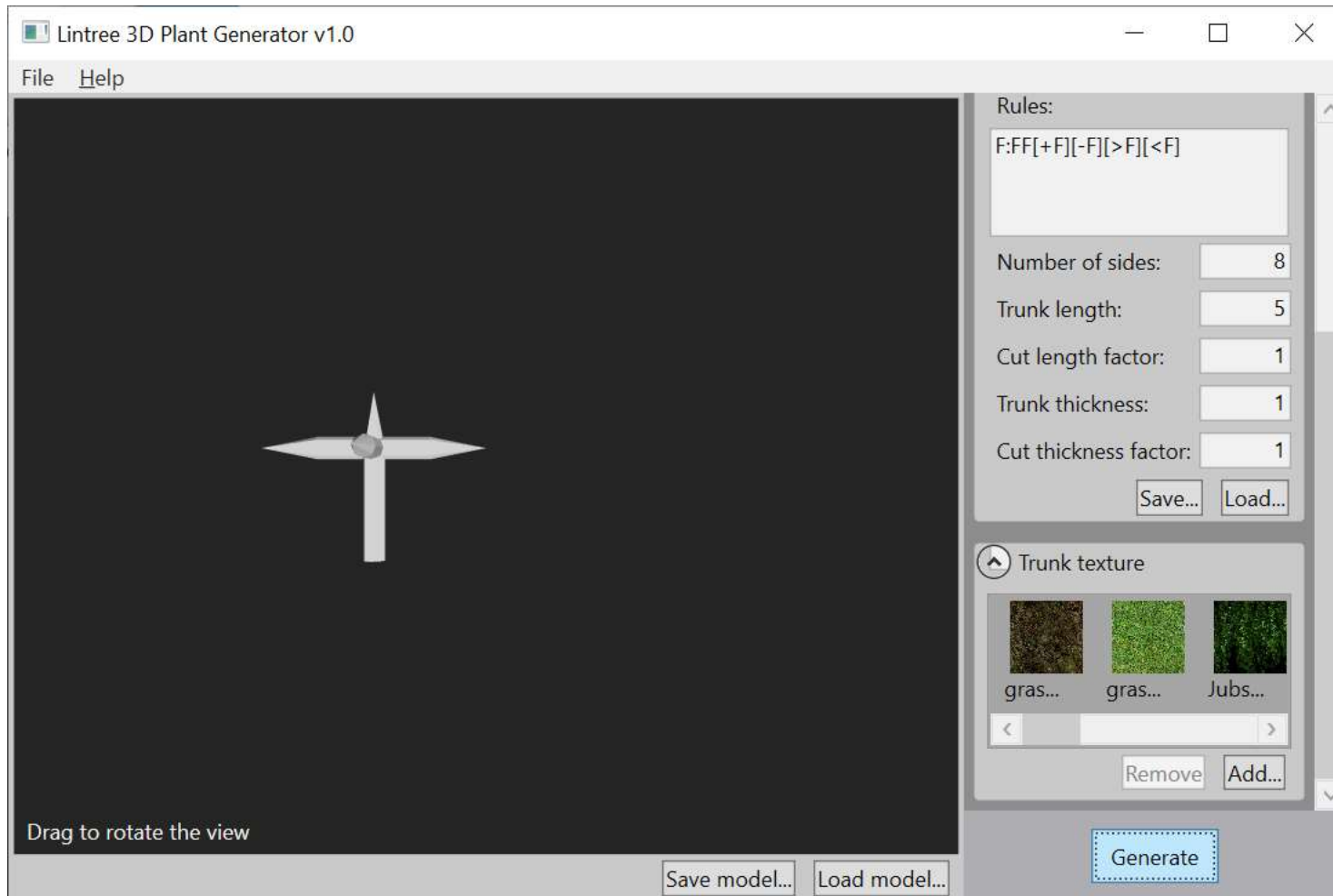
# L-systemy 3D

Obrót prawo i lewo



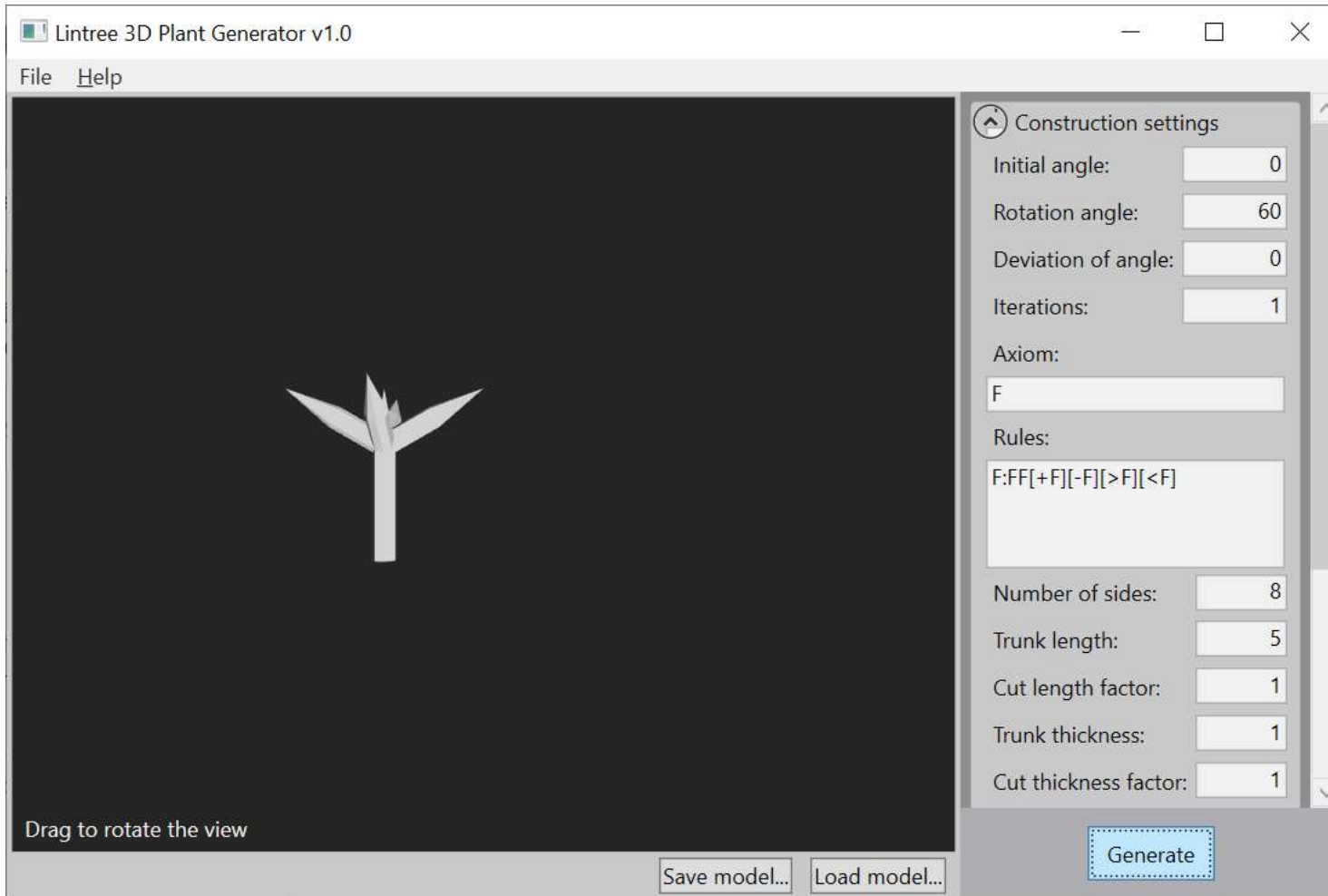
# L-systemy 3D

Pochylenie  
przód, tył: < i >



# L-systemy 3D

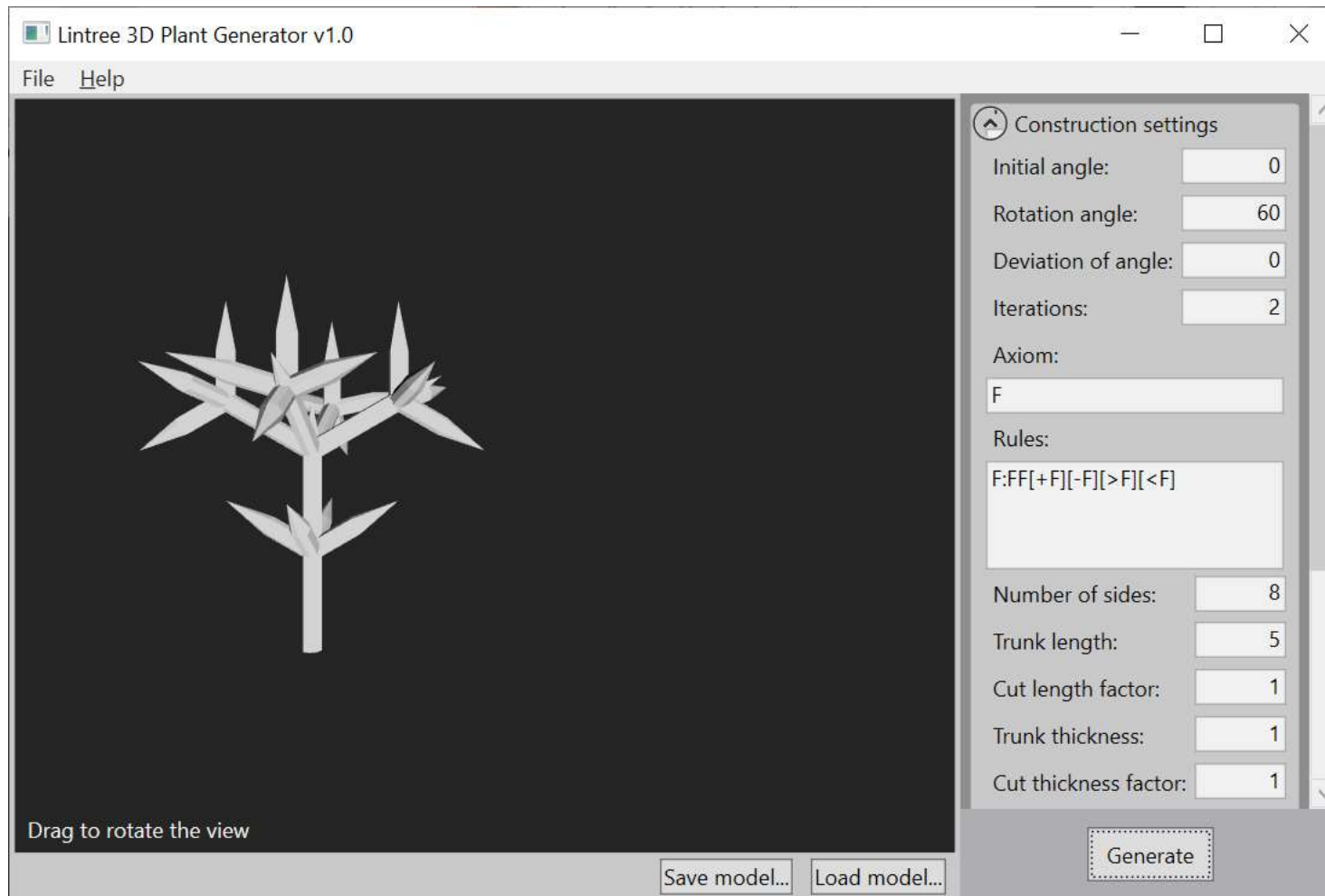
F  
F:FF[+F][-F][>F][<F]





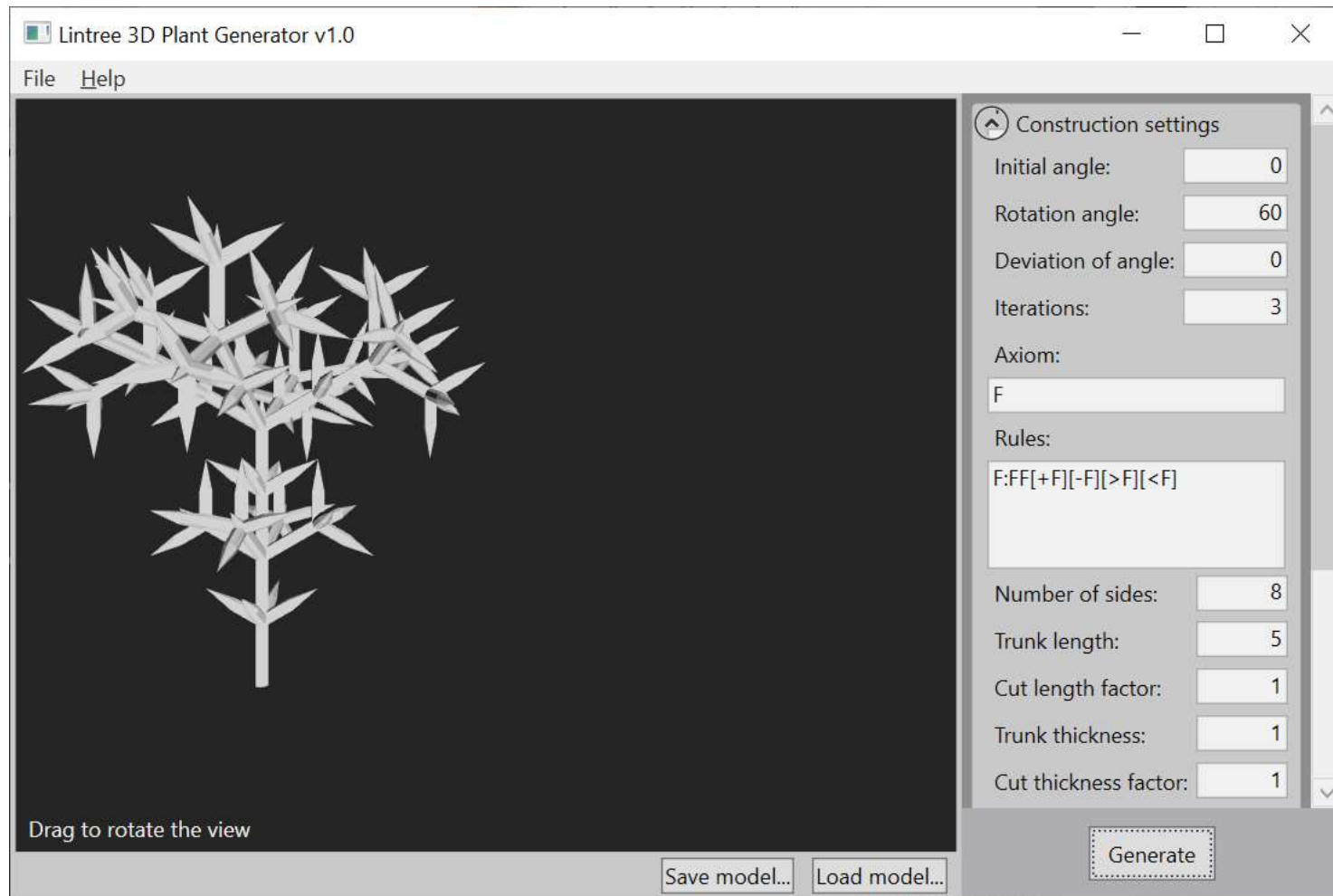
# L-systemy 3D

F  
F:FF[+F][-F][>F][<F]



# L-systemy 3D

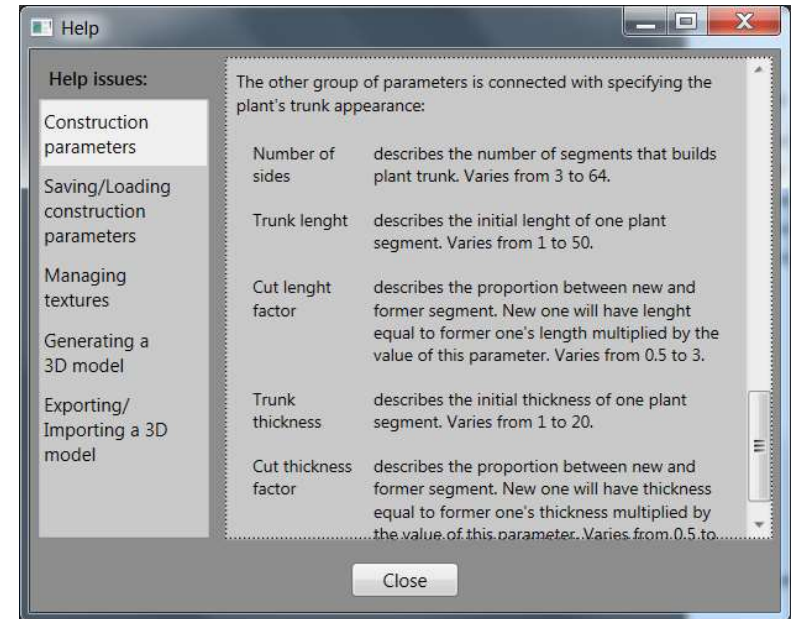
F  
F:FF[+F][-F][>F][<F]



# L-systemy 3D

LinTree 3D plant Generator

Praca licencjacka Katarzyna Sosnowska

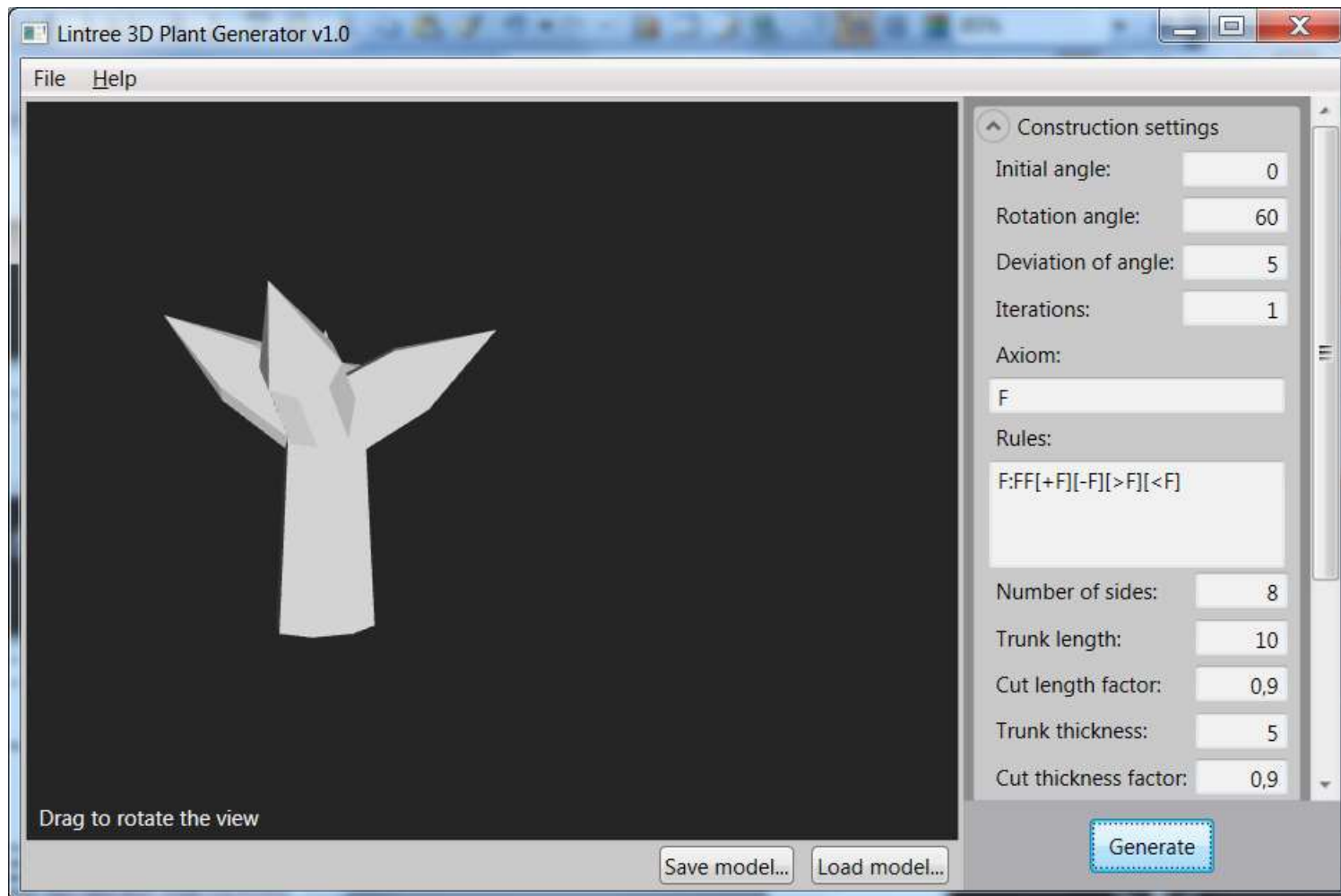


## Dodatkowe parametry dotyczące wizualizacji:

- Liczba krawędzi wielokąta tworzącego podstawę segmentu „łodygi”
- Długość segmentu łodygi
- Proporcja pomiędzy długością kolejnego segmentu i aktualnego (wartość od 0.5 do 3)
- Początkowa grubość segmentu łodygi
- Proporcja pomiędzy grubością kolejnego segmentu i aktualnego (wartość od 0.5 do 3)
- Kąt nachylenia całej rośliny –domyślnie „0” (rysujemy „pionową” roślinę)

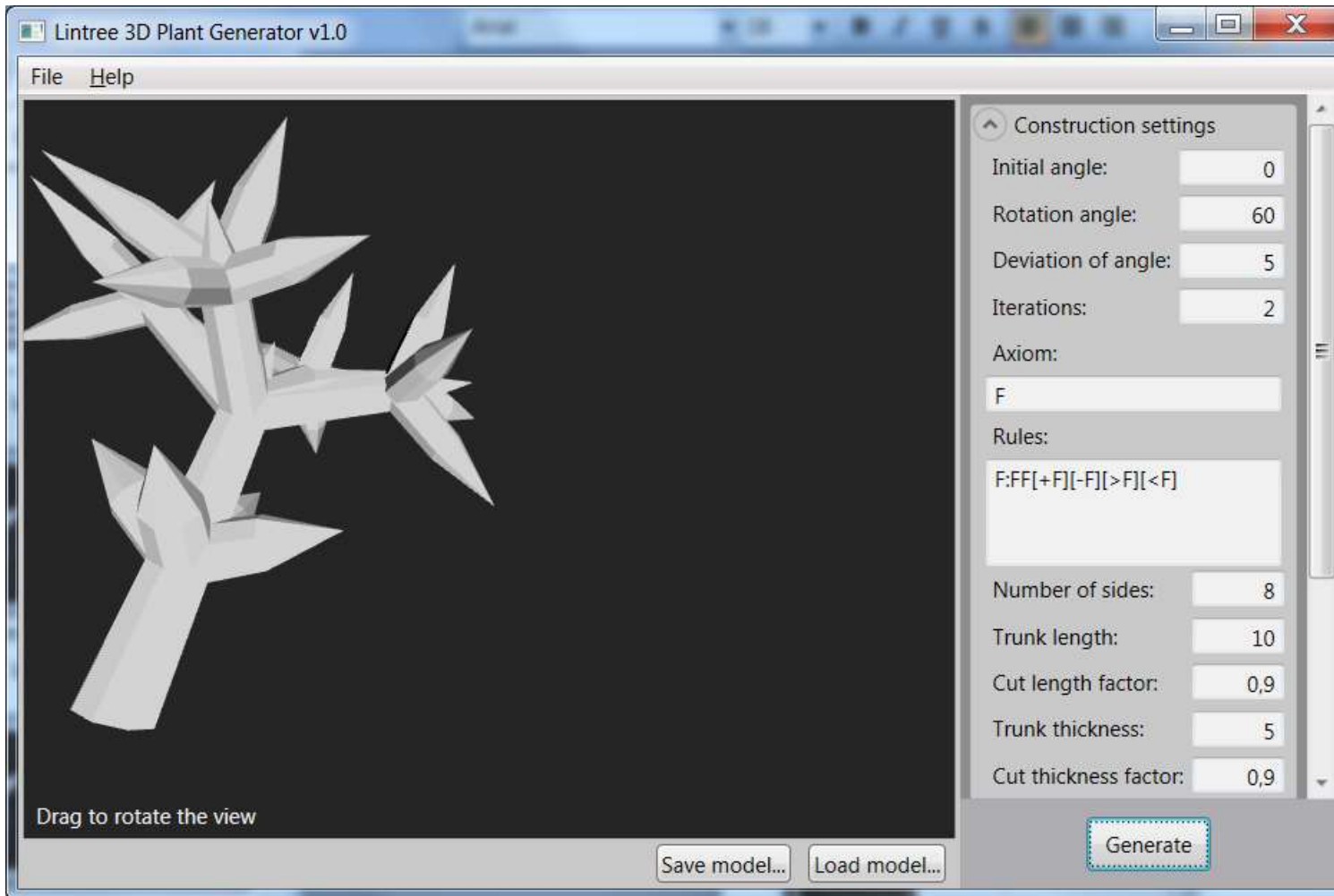
# L-systemy 3D

Grubość pnia 5



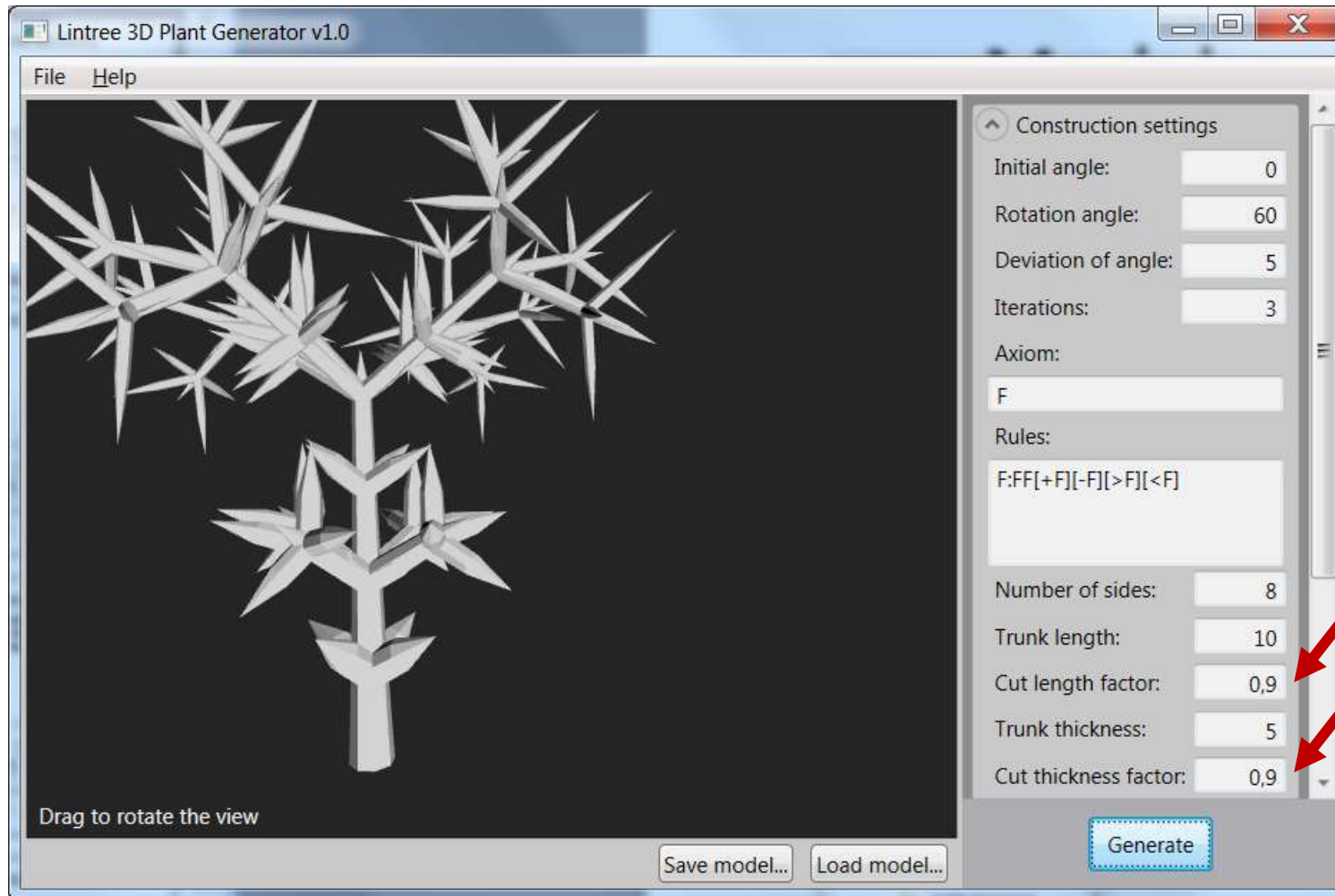
# L-systems 3D

Grubość pnia 5



# L-systemy 3D

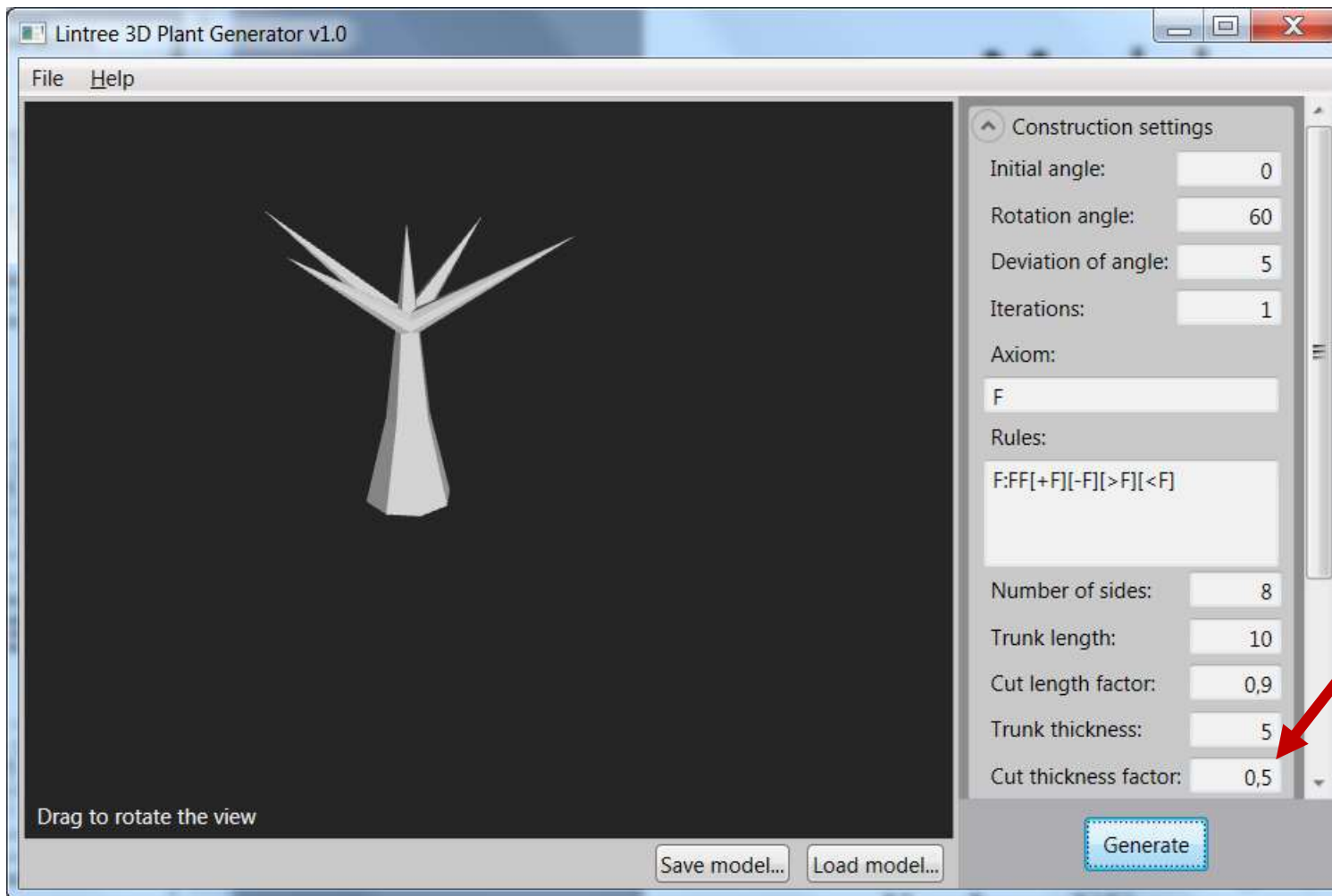
Grubość pnia 5



Gałęzie  
coraz  
krótsze i  
cieńsze

# L-systemy 3D

Proporcja grubości  
segmentów pnia 0.5

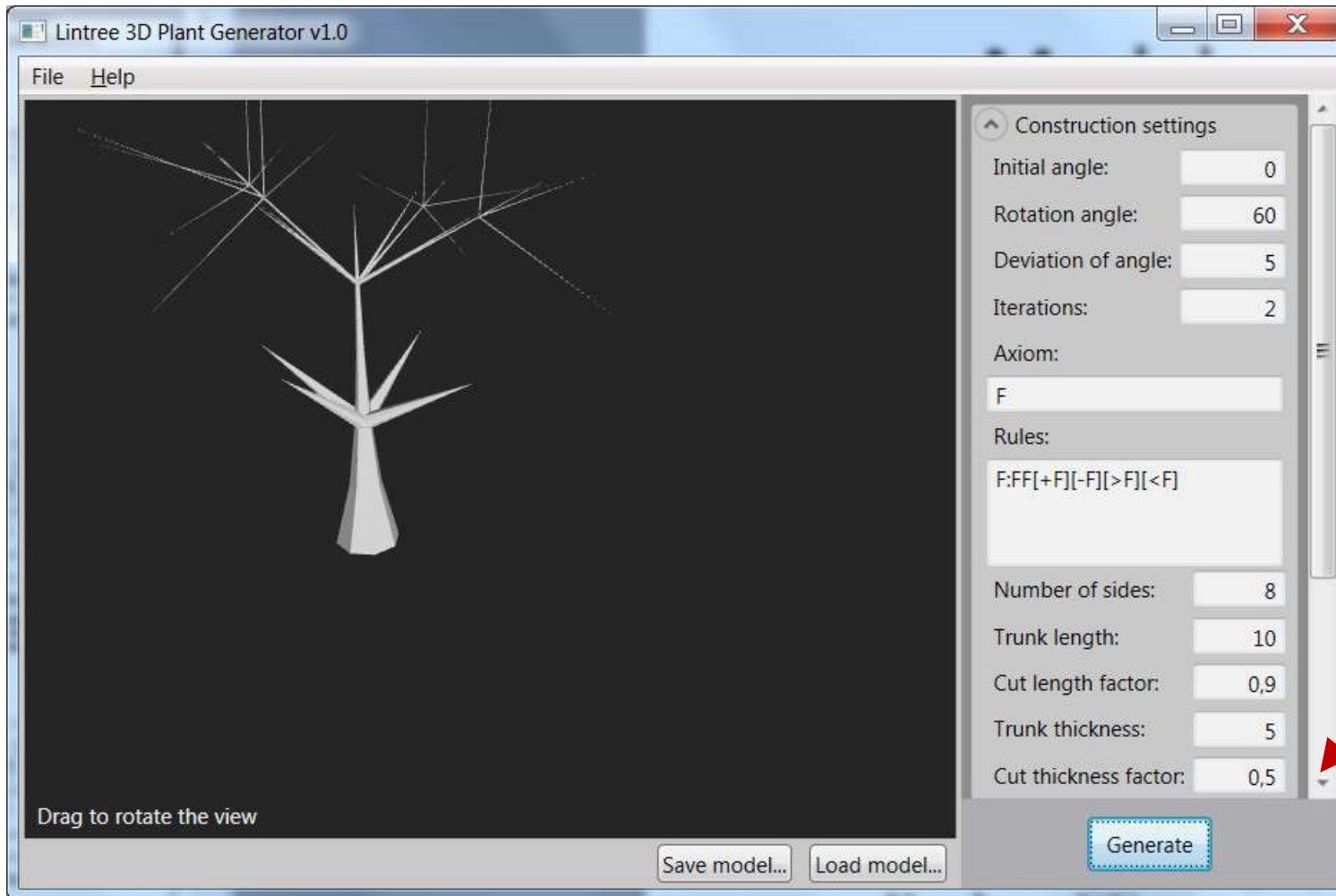


Gałęzie  
dużo  
cieńsze



# L-systemy 3D

Proporcja grubości  
segmentów pnia 0.5

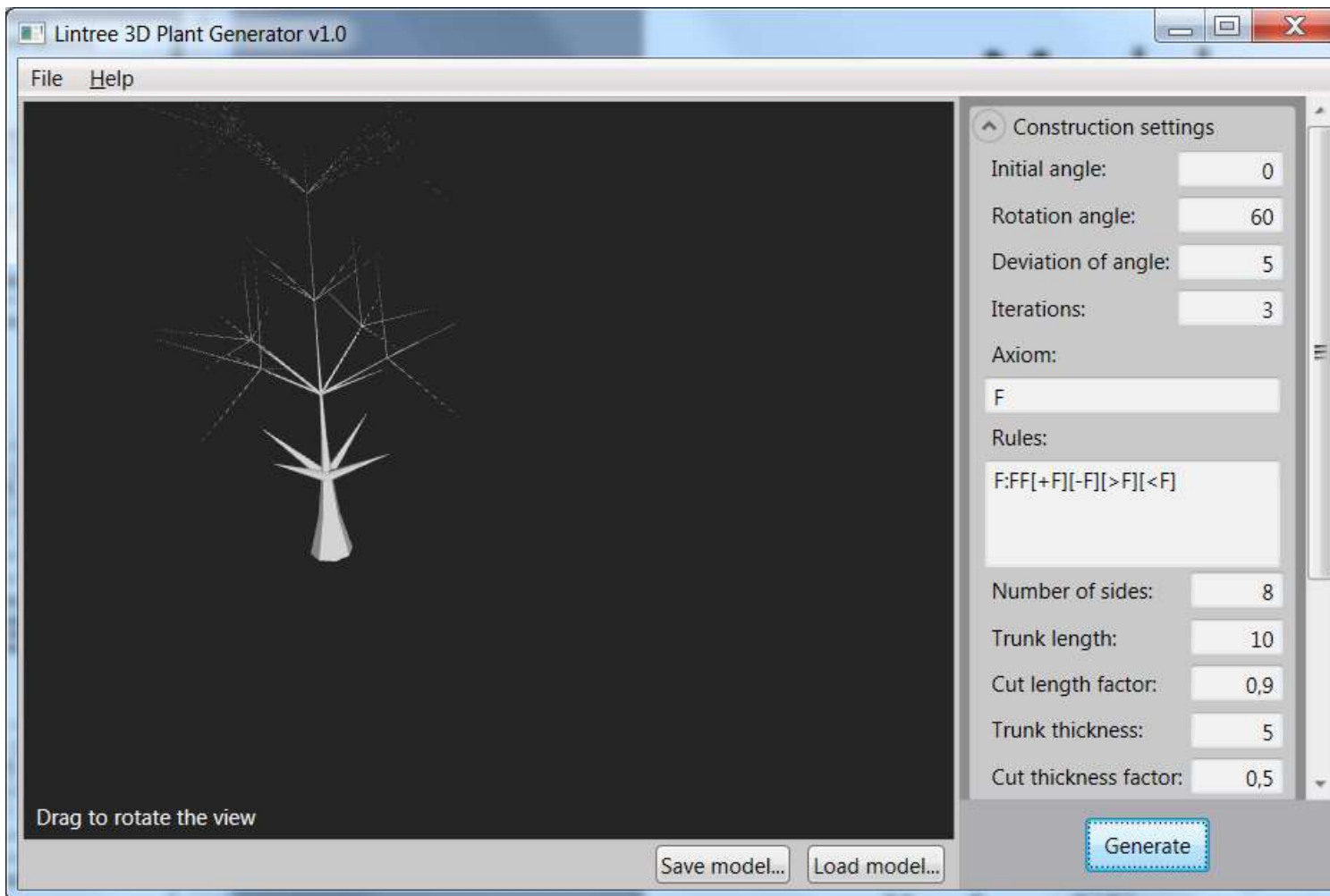


Gałęzie  
dużo  
cieńsze



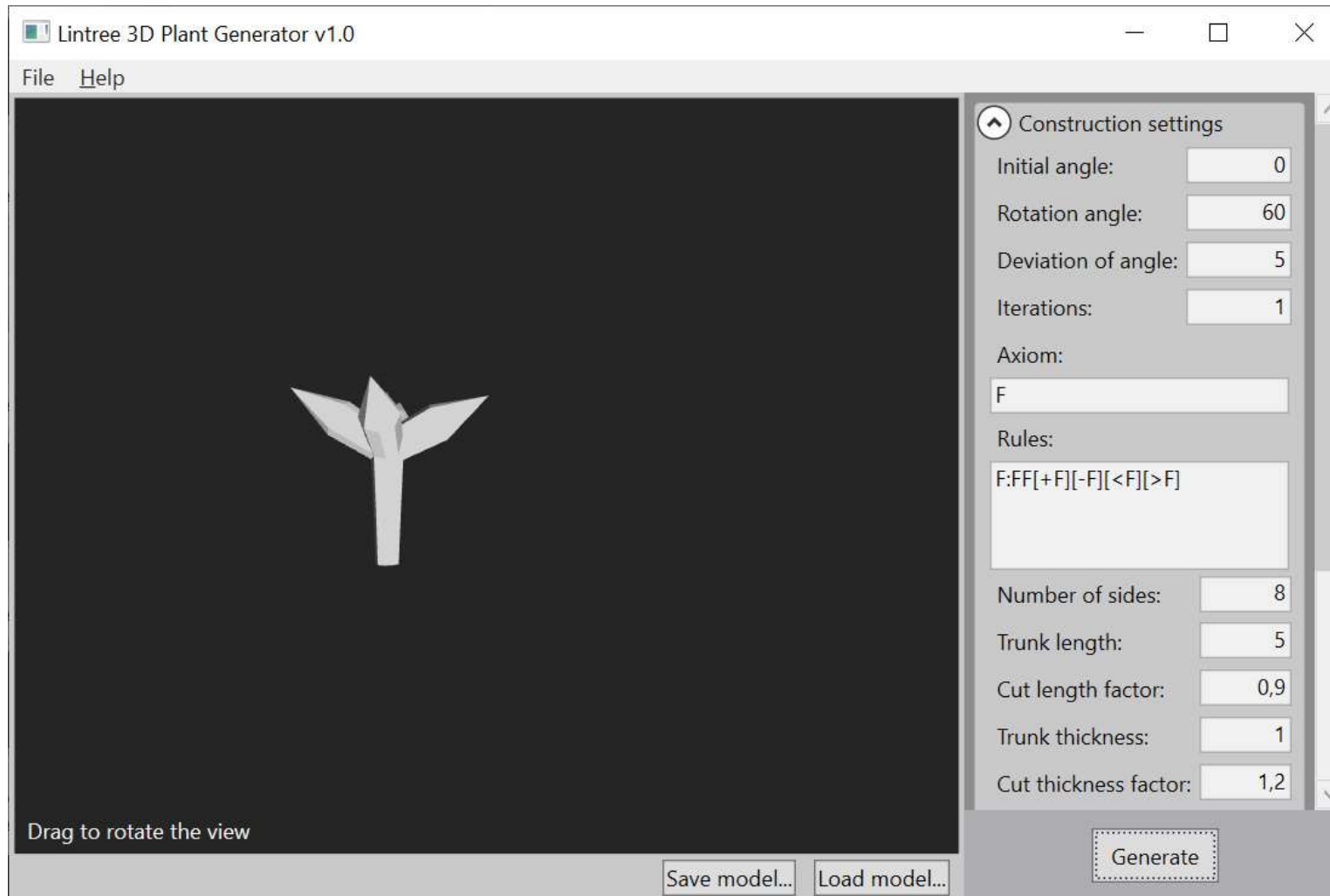
# L-systemy 3D

Proporcja grubości  
segmentów pnia 0.5



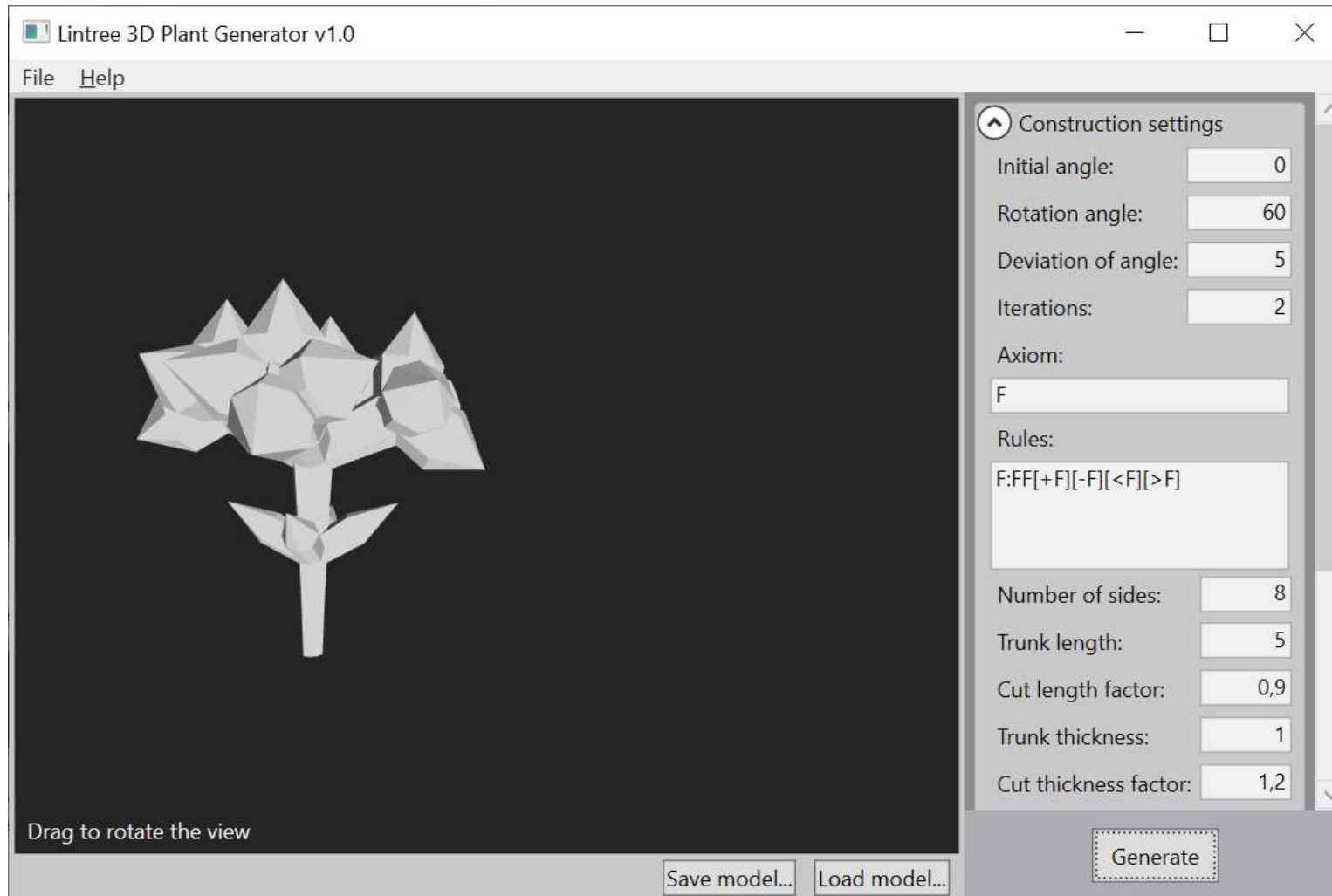
# L-systems 3D

Proporcja grubości  
segmentów pnia 1.2



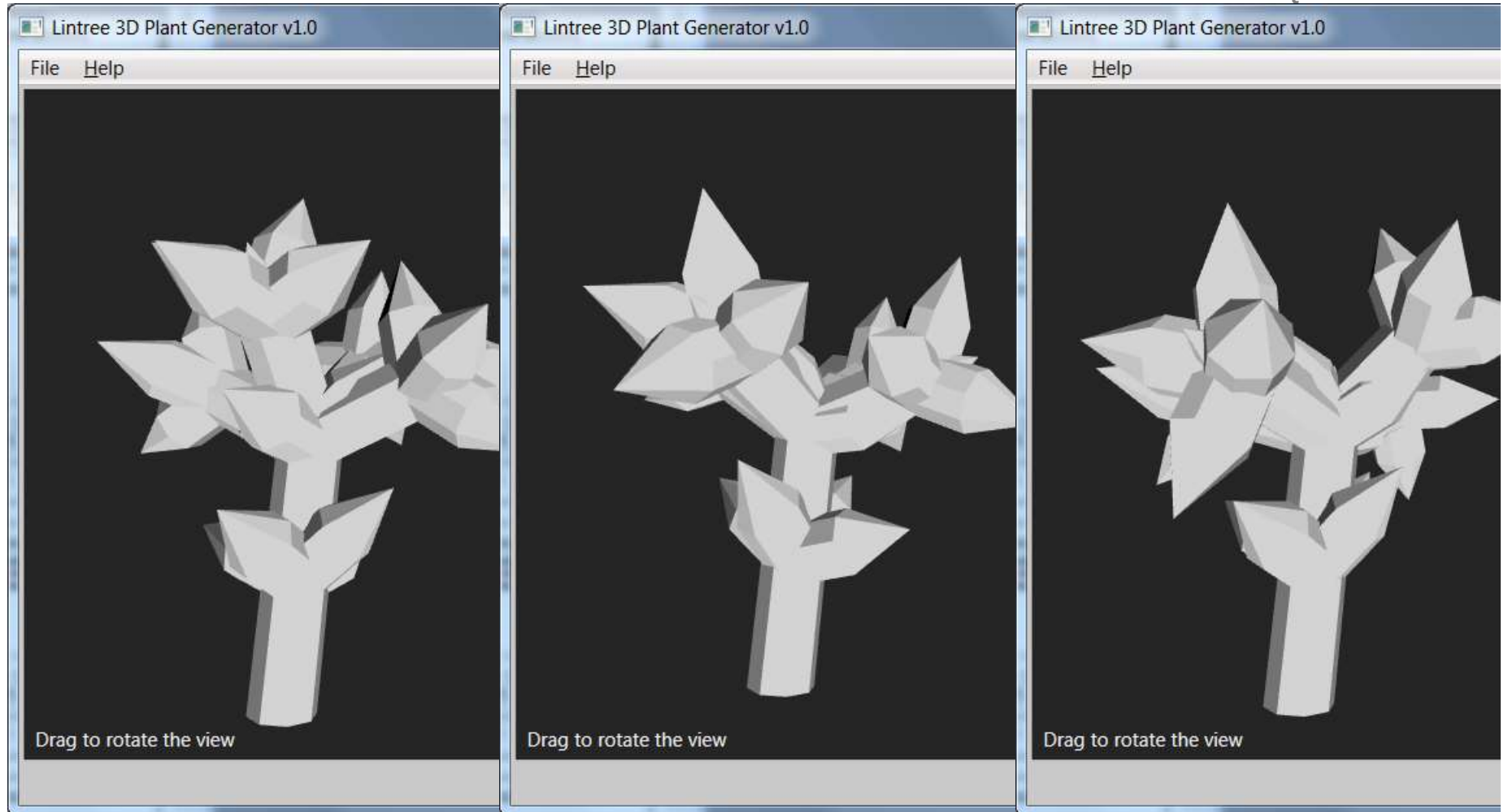
# L-systems 3D

Proporcja grubości  
segmentów pnia 1.2



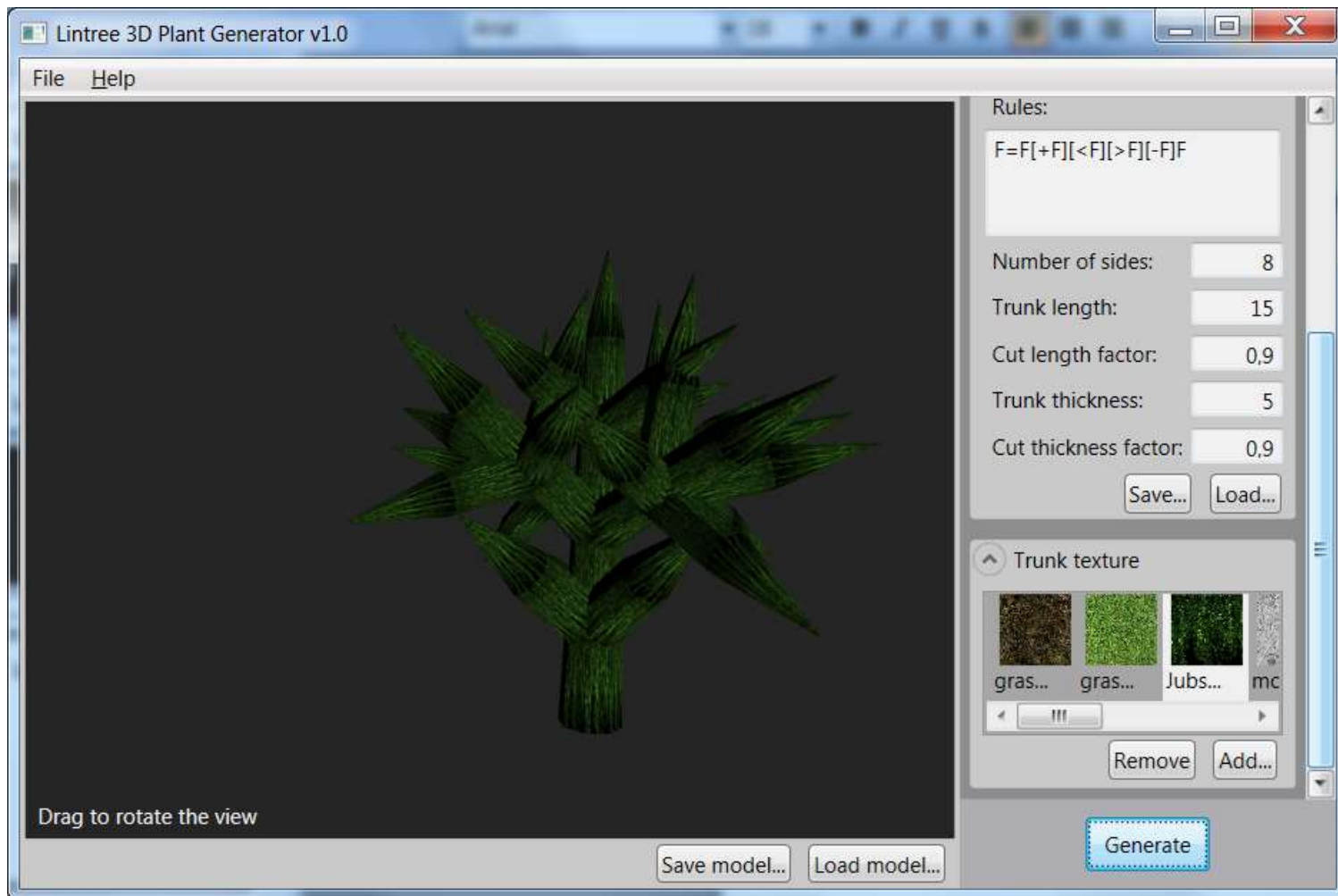
# L-systemy 3D

Wprowadzone  
losowe zmiany  
wartości kąta



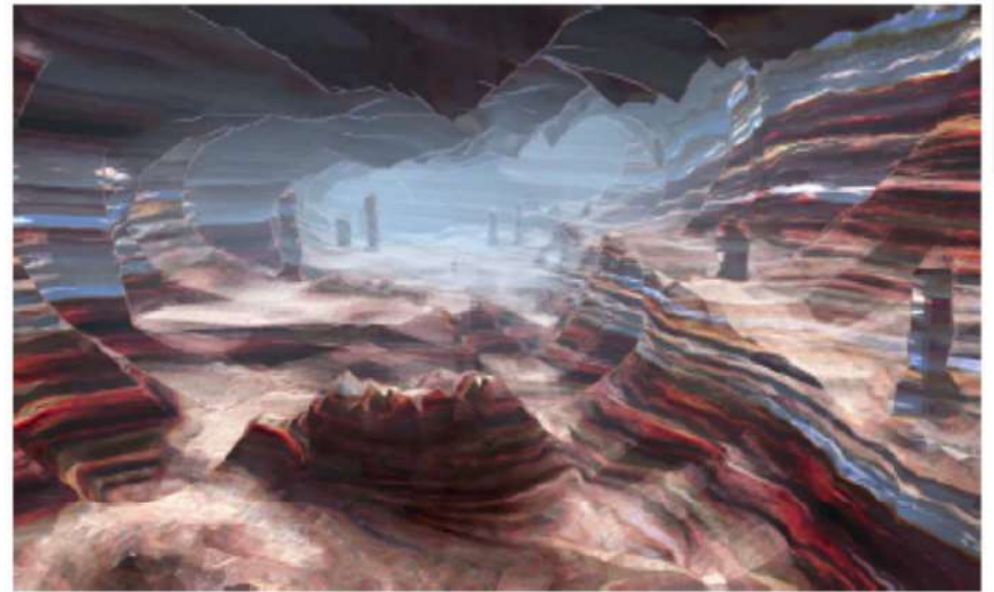
# L-systemy 3D

Nałożenie tekstur

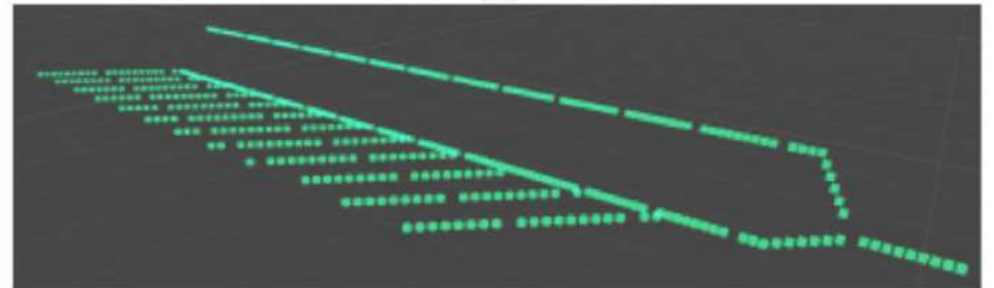


# Zastosowania L-systemów w grach komputerowych

- Generowanie roślin
- Symulowanie wzrostu roślin
- Generowanie jaskiń  
(L-system wyznacza punkty określające układ np. podziemia)



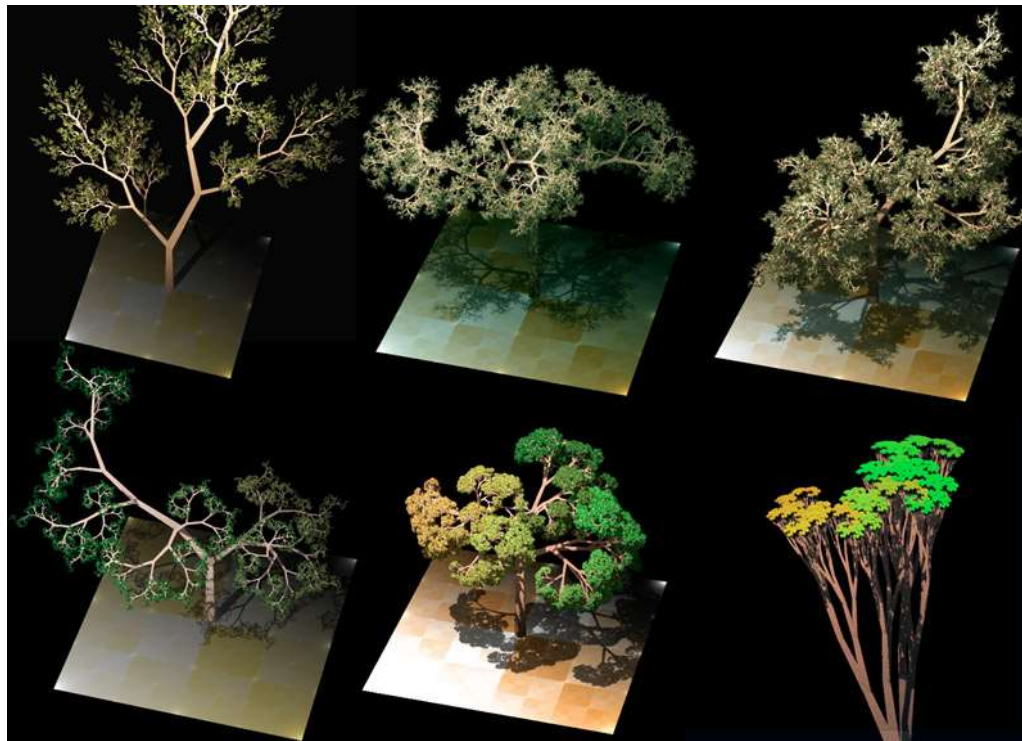
(a)





# L-systemy

**L-systemy** umożliwiają tworzenie w krótkim czasie bardzo realistycznych środowisk w grach komputerowych



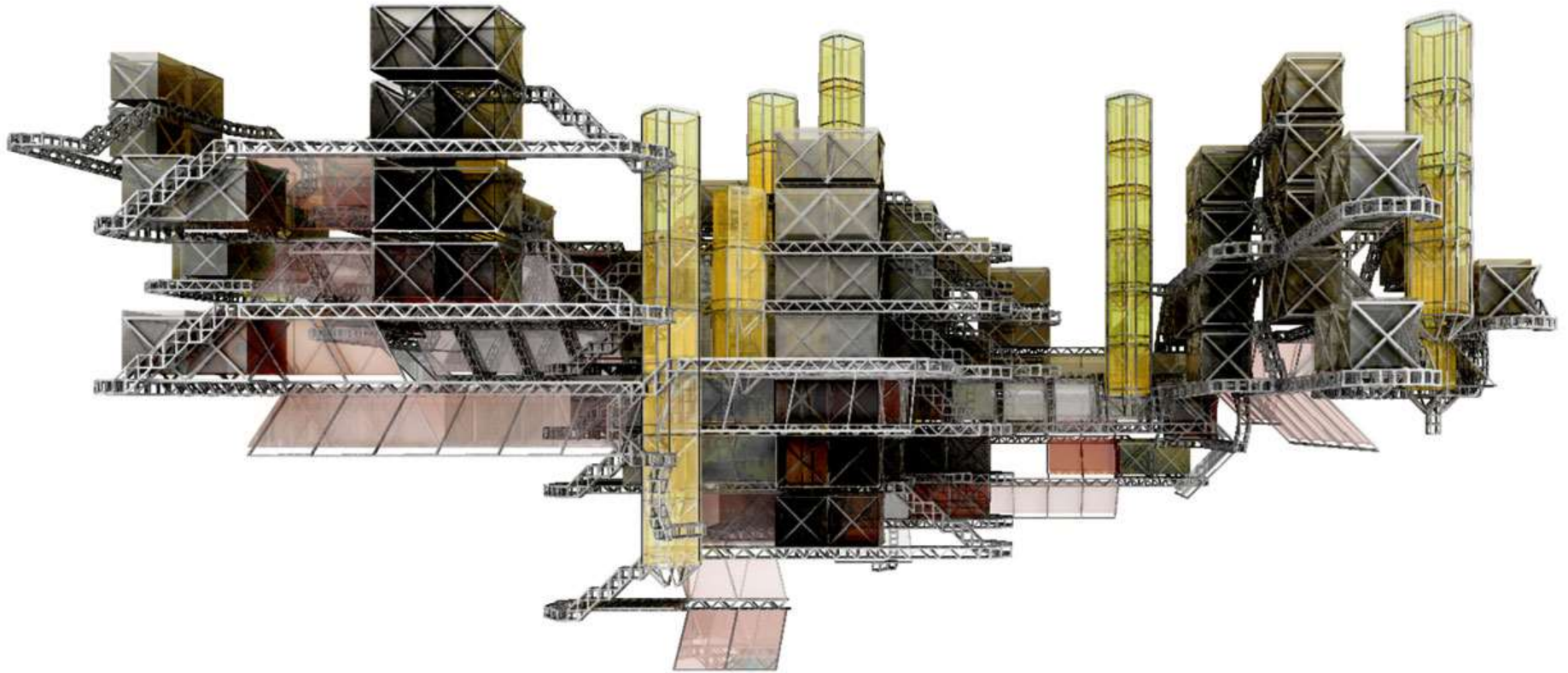
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dragon\\_trees.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dragon_trees.jpg)

- Nakładka na Rhino umożliwiająca definiowanie L-systemów i ich wykorzystanie np. w architekturze
- Rhino (Rhinoceros ) to rozbudowane oprogramowanie do projektowania oraz modelowania obiektów trójwymiarowych
- Rhino łączy w sobie elementy programów CAD z nowoczesną technologią NURBS.



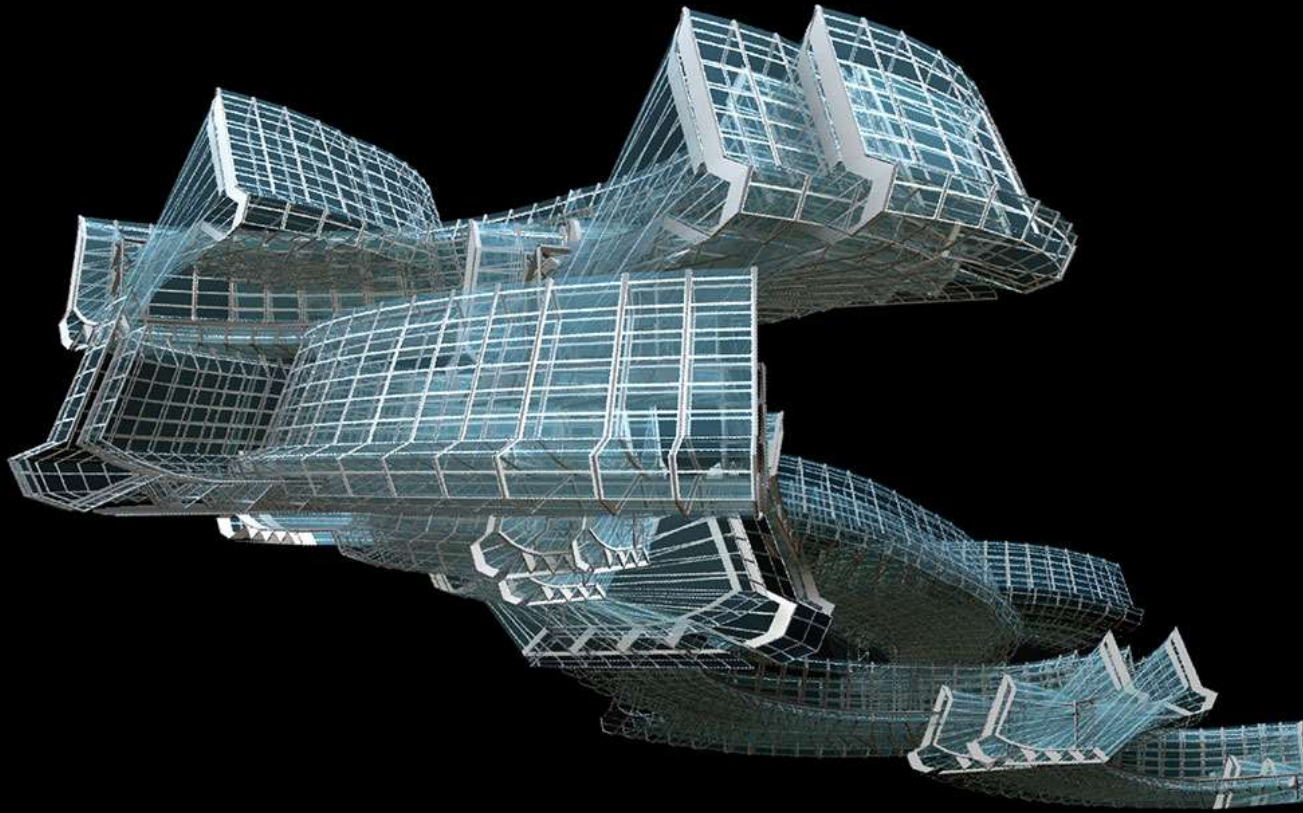
- L-systemy można wykorzystać również w architekturze
- Komendy żółwia „kontrolują rozwój budowli” w przestrzeni 3D.
- Geometria 3D będzie tworzona wzdłuż ścieżki żółwia.
- Stosuje się L-systemy stochastyczne i parametryczne, żeby wygenerować wiele projektów.
- L-system został rozszerzony o interakcje z otoczeniem, dzięki czemu żółw wykonuje różne komendy w zależności od napotkanych warunków przestrzennych.

# L-systemy w architekturze



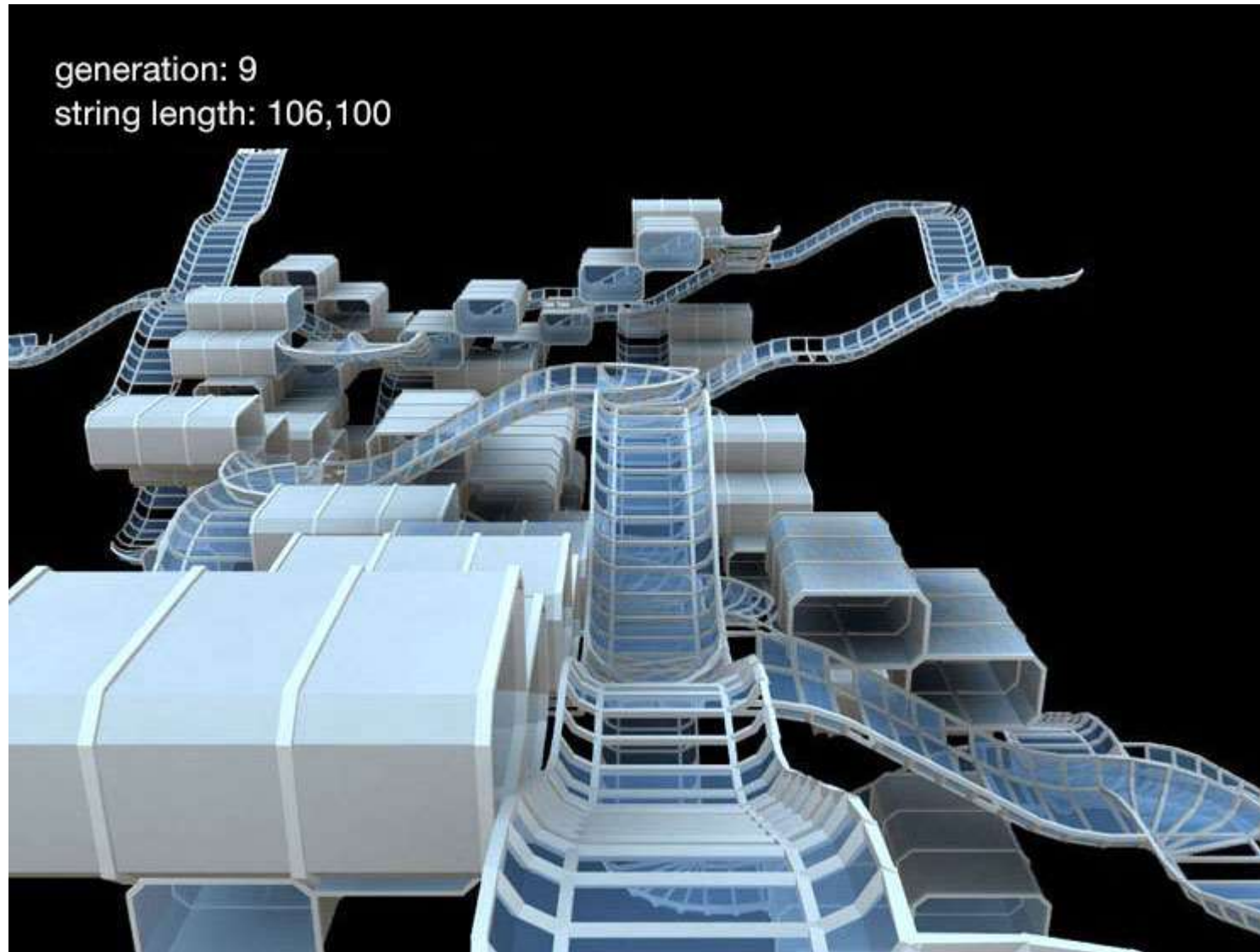
<https://www.michael-hansmeyer.com/l-systems>

# L-systemy w architekturze



<https://www.michael-hansmeyer.com/l-systems>

# L-systemy w architekturze



<https://www.michael-hansmeyer.com/l-systems>