

ORDO AB CHAO

...quod est inferius est sicut quod est superius,
et quod est superius est sicut quod est inferius,
ad perpetranda miracula rei unius...



Ordo

znamená řád-pořádek nebo organizovanost (organon–nástroj) a je mírou uspořádanosti systému. V psychologii a fyzice se toto označení používá v odlišných souvislostech. Tento termín také nachází využití v evoluční biologii ve věci teorií vzniku komplexity v živých systémech - oproti komplexitě však nepopisuje složitost systému, přestože v obou jsou prvky systému vzájemně propojeny.

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Organizovanost>

Chao

obecně zahrnuje neuspořádanost respektive zmatení. Chaos je v řecké mytologii prvotní stav před stvořením světa, někdy označovaný jako nejstarší z prvotních božstev, často ztotožňovaný s propastí, prázdnotou případně s temnotou. V chaosu se objevuje stvořitelské božstvo či božstva, kosmický obr či kosmické vejce, jejichž činnost vede ke vzniku světa.

Motiv prvotního chaosu se objevuje například v několika indoevropských mytologiích. Nejstarším doklad se nachází v rgvédském hymnu, který hovoří o počáteční absenci existence, temnotě a vodách, v kterých se zrodila touha a došlo tak ke vzniku světa.

Chaos je také počátkem světa v nejznámějším řeckém kosmogonickém mýtu – Hésiodově Theogonii, a v přepracované formě se vyprávění objevuje i v Proměnách římského básníka Ovidia.

V severské mytologii je zase znám Ginnungagap „zející jícen“, který představuje stav prvotní prázdnoty předcházející existenci světa.

V biblické tradici představuje prvotní vody či chaos propast zvaná hebrejsky tehom, zmiňovaná hned na počátku knihy Genesis. Fráze do češtiny překládaná jako „pustá a prázdná“, může být přeložena také jako „beztvará prázdnota“ a narážet tak na stav přecházející stvoření.

Ve staré čínské literatuře se objevuje motiv chaosu v taoistickém textu Huainanzi z období dynastie Chan, podle kterého bylo nebe ani země na počátku beztvaré a tao se nacházelo v prázdnotě.

Mayský mytologický text Popol Vuh zase zmiňuje stav kdy na počátku, než bohové Tepeu a Gucumatz stvořili svět, bylo vše tiché a nepohyblivé a existovalo jen moře a nebesa a z tohoto počátečního stavu.

Motiv prvotní nicoty, prázdnoty či temnoty je také běžný v mytologii polynéských náboženství, například podle Maorů prvotní nicota (kore) dala vzniknout temnotě (po) a ta zase nebesům (rangi).

*Nebylo jsoucna ani nejsoucna tehdy,
nebylo vzdušného prostoru ani nebe nad ním.
Co se hýbalo? Kde? Kdo k ochraně bděl?
Byla to voda, hluboká, nesmírná?
Nebylo smrti, nesmrtelnosti v onen čas,
nebylo stopy po noci a dni.
Samo sebou jen to bez dechu dýchalo.
Mimo to nic nebylo jiného ...
Tma byla na počátku, pokrytá tmou,
v ní toto vše jako nerozlišená spousta vod.
Tam zárodek zahalen v prázdnotu hluchou -
to jediné povstalo mocí tvůrčího vznícení.
Rgvéd 10.129*

*Než bylo moře a země a nebe, jež nad vším se klene,
příroda na celém světě jen jedinou podobu měla,
jejíž jméno byl chaos: změť surová, bez ladu a skladu
nic než beztvará hmota, shluk zárodků v hromadě jedné
nestejnorodých to prvků, jež k sobě náhodou lnuly.
Ovidius, Proměny, kapitola I.*

*Na počátku Bůh stvořil nebe a zemi. Země pak byla pustá a prázdná,
nad propastí byla tma a nad vodami se vznášel Boží Duch.
Bůh řekl: „Ať je světlo!“ – a bylo světlo. Bůh viděl, že světlo je dobré,
a Bůh oddělil světlo od tmy.
Starý zákon, Genesis*

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Chaos>

Chaos a věda

*Jednoduché systémy umožňují složité chování.
Složité systémy umožňují jednoduché chování.
A co je nejdůležitější, zákony složitosti platí univerzálně,
detaily atomů tvořících systém je nezajímají.*

Chaotické systémy v přirozeném světě

*Mraky nejsou koule, říká s oblibou Mandelbrot.
Hory nejsou kužele. Blesk se nešíří po přímce.
Nová geometrie je odrazem vesmíru, který je hrbolatý,
nikoli rovný, a podřobaný, nikoli hladký.*

Chaos a duše

*Nechod' na náměstí, v tobě hovořím, pravda sídlí v lidském nitru.
(sv. Augustin)*

Chaos a společnost

*Pro mne je duchovní krize vždy znamením zdraví,
je pokusem najít sebe sama, získat novou víru.
(Andrej Tarkovskij)*

Sborník příspěvků: Chaos, věda a filosofie, Filosofia, Praha 1999.

Ordo ab Chao

tento latinský výraz tím pádem označuje řád vzniklý z chaosu. Je však jen výsledkem pozorování světa a tahání souvislostí z pozorovaného. Je to život takový jaký je. Věda však sama o sobě je kruhem neustálého boje chaosu s řádem, protože žádný vědecký poznatek ze samotné podstaty vědy nebývá uchráněn před změnou v konfrontaci s novými poznatky. To je nejen výsledek vědy, ale je to odedávna ukotveno už v lidské mytologii.

Nyní zde pro srovnání historicky uvedu tři přístupy k dané problematice:

Nejprve filozofickou esej Viléma Flussera nazvanou Příběh ďábla, viz. přiložený soubor *Příběh ďábla (úvod).pdf*

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vil%C3%A9m_Flusser

Dále práci fyzikálního chemika Ilji Prigogina: Řád z chaosu s podtitulem Nový dialog mezi člověkem a přírodou, viz. přiložený soubor *Řád z chaosu (úvod).pdf*

https://cs.wikipedia.org/wiki/Ilja_Prigogine

A nakonec rozsáhlou práci matematického fyzika Stephena Wolframa: Nový druh vědy. K té se ještě vrátíme, vybaveni příslušným výpočetním prostředím (Processing). Viz. přiložený soubor *Nový druh vědy (úvod).pdf*

https://cs.wikipedia.org/wiki/Stephen_Wolfram

A ještě je třeba alespoň zmínit základní pojmy z *Fraktální geometrie a Teorie Chaosu*.

Fraktál

Fraktál je podle původní Mandelbrotovy definice množina, jejíž Hausdorffova dimenze je větší než dimenze topologická. Lze jej též definovat jednoduše jako geometrický objekt, který má následující vlastnosti:

- je soběpodobný, což znamená, že pokud daný útvar pozorujeme v jakémkoliv měřítku či rozlišení, pozorujeme stále opakující se určitý charakteristický tvar (motiv);
- má na první pohled velmi složitý tvar, ale je generován opakovaným použitím jednoduchých pravidel.

Fraktály se jeví jako velmi složité geometrické objekty, mají však často překvapivě jednoduchou matematickou strukturu.

Termín fraktál použil poprvé matematik Benoit Mandelbrot v roce 1975. Pochází z latinského *fractus*, tj. rozbitý. Podobné objekty byly známy v matematice již dlouho předtím.

Základní druhy fraktálních útvarů:

L-systém <https://cs.wikipedia.org/wiki/L-syst%C3%A9m>

Systém iterovaných funkcí https://cs.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A9m_iterovan%C3%BDch_funk%C3%AD

Teorie chaosu

Až do 60. let se mnohým jevilo jako přirozené věřit, že dynamický systém popsaný jednoduchými rovnicemi by se měl chovat relativně jednoduše. V 80. letech však matematici a přírodovědci zjistili, že chaos je všudypřítomný. Pojem chaosu nebyl explicitně formulován až v šedesátých letech, ale jeho původ lze vysledovat až do posledního desetiletí 19. století, kdy byla oceněna práce francouzského matematika A. Poincarého o pohybu Sluneční soustavy. V letech 1926-1927 holandský inženýr B. Van der Pol zkonstruoval elektronický obvod odpovídající matematickému modelu srdeční frekvence. Zjistil, že za určitých podmínek oscilace vznikající v tomto obvodu nebyly periodické, jako při normálním tepu srdce, ale nepravidelné. Na začátku 60. let se matematik S. Smale pokusil zkonstruovat vyčerpávající klasifikaci typických typů chování dynamických systémů, ale brzy si uvědomil, že je možné mnohem komplexnější chování. Dokázal, že systém vykazuje určité znaky náhodného chování. Další příklady podobných jevů byly vyvinuty v teorii dynamických systémů a přínos V.I. Arnolda byl obzvlášť důležitý. Takto se začala objevovat obecná teorie chaosu. Samotný pojem představili J. Yorke a T. Lee v roce 1975. Citlivost na počáteční údaje vede k chaosu, který si uvědomil meteorolog Edward Lorenz v roce 1963. Zajímalo ho, proč rychlé vylepšení počítačů nevedlo k realizaci snu meteorologů, tj. spolehlivé střednědobé předpovědi počasí. Lorenz vytvořil model proudění v atmosféře a zjistil, že pokud se počáteční hodnoty proměnných mírně změní, odchylky se budou zvyšovat, dokud se ukáže, že nové řešení není zcela odlišné od původního. Jeho popis tohoto fenoménu vedl k dnes populárnímu výrazu motýlí efekt, protože dokonce i mávnutí motýlího křídla na jednom místě může vyvolat značnou změnu počasí na zcela jiném místě.

https://cs.wikipedia.org/wiki/Teorie_chaosu

Zlatý řez

Geometrie má dva poklady: Pythagorovu větu a zlatý řez. První má cenu zlata, druhý připomíná spíše drahocenný kámen.

— Johannes Kepler

Jako zlatý řez (sectio aurea) se označuje poměr o hodnotě přibližně 1,618 : 1 (resp. 1 : 0,618). V umění a fotografii je pokládán za ideální proporci mezi různými délkami. Zlatý řez vznikne rozdělením úsečky na dvě části tak, že poměr větší části k menší je stejný jako poměr celé úsečky k větší části. Zlatý řez se vyskytuje v přírodě ve formě Fibonacciho posloupnosti.

https://cs.wikipedia.org/wiki/Zlat%C3%BD_%C5%99ez

Jako Fibonacciho posloupnost je v matematice označována nekonečná posloupnost přirozených čísel, začínající 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ... , kde každé číslo je součtem dvou předchozích.

https://cs.wikipedia.org/wiki/Fibonacciho_posloupnost

Algoritmus je přesný návod či postup, kterým lze vyřešit daný typ úlohy. Pojem algoritmu se nejčastěji objevuje při programování, kdy se jím myslí teoretický princip řešení problému. Obecně se ale algoritmus může objevit v jakémkoli jiném odvětví. Jako jistý druh algoritmu se může chápat např. kuchařský recept. Zpravidla však na algoritmy klademe určitá omezení.

V užším smyslu se slovem algoritmus označují takové postupy, u kterých lze zajistit:

Elementárnost

Univerzálnost

Konečnost

Určenost

Výstup

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Algoritmus>

Rekurze je stav, kdy je určitý objekt v nějakém smyslu součástí sebe samotného. V oblasti algoritmů můžeme pomocí rekurze nalézt řešení obecných úloh rozkladem na dílčí úlohy stejného typu.

fibonacci(N):

pokud $N < 2$, potom:

pokud $N < 1$, potom: výsledek = 0;

jinak: výsledek = 1;

jinak:

výsledek = fibonacci(N-1) + fibonacci(N-2);

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Rekurze_\(programov%C3%A1n%C3%AD\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rekurze_(programov%C3%A1n%C3%AD))

Algoritmizace a skriptování

Nyní potřebujeme nástroj, s jehož pomocí budeme moci, pokud možno uživatelsky přívětivě, vizuálně zobrazovat výpočetní řešení a který nám umožní navrhovat vlastní artefakty v rámci generativního přístupu.

Obecně lze použít různá programovací prostředí, založená na různých programovacích jazycích. V našem případě budeme používat open source framework Processing. V rámci tohoto kurzu je předpoklad základní znalosti práce s tímto prostředím.

<https://processing.org/>

Témata k osvojení si základů jazyka naleznete rovněž v přiložených publikacích:

Processing Beta, NAMU, 2013.pdf
Getting Started with Processing.pdf
případně na <https://funprogramming.org/>

A nyní se dostáváme k samotnému tématu procedurální tvorby samoorganizujících se generativních systémů z pohledu skriptování.

Přehled některých z nich naleznete v přiložené publikaci nazvané:

Generative Art.pdf

plus zdrojové kódy příkladů ke stažení
generative art code.zip

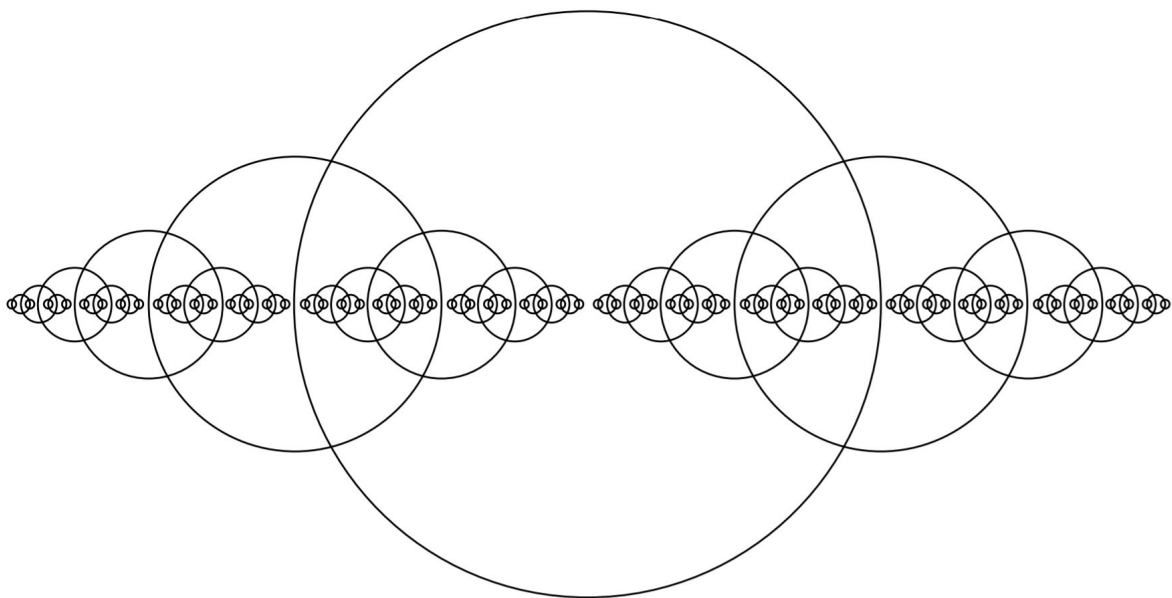
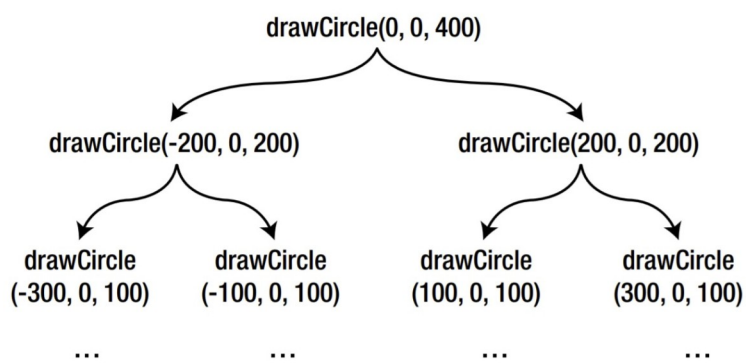
Dále budeme pokračovat několika jednoduchými algoritmy, v jejichž rámci se vrátíme k tématu rekurze a sice její implementace do kódu v prostředí Processing:

```
// Rekurzivní kruh
```

```
void setup() {  
  size(800, 800);  
  background(255);  
  smooth();  
  noFill();  
  translate(width/2, height/2);  
  drawCircle(0, 0, width/2);  
}  
  
void drawCircle(int x, int y, int s) {  
  if (s>2) {  
    ellipse(x, y, s, s);  
  }  
}
```

do předchozího kódu pro vykreslení kružnice přidáme rekursivní volání funkce drawCircle() viz. tučně zdůrazněné

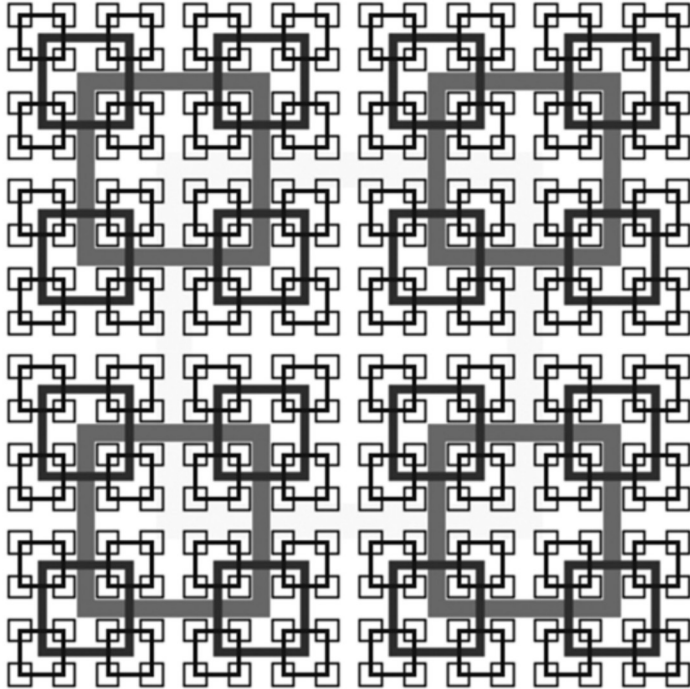
```
void drawCircle(int x, int y, int s) {  
  if (s>2) {  
    ellipse(x, y, s, s);  
    drawCircle(x-s/2, y, s/2);  
    drawCircle(x+s/2, y, s/2);  
  }  
}
```




```
// Rekurzivní čtverec
```

```
void setup() {  
  size(500, 500);  
  background(255);  
  rectMode(CENTER);  
  noFill();  
  stroke(0);  
  drawBox(width/2, height/2, width/2);  
}
```

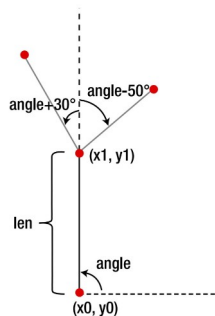
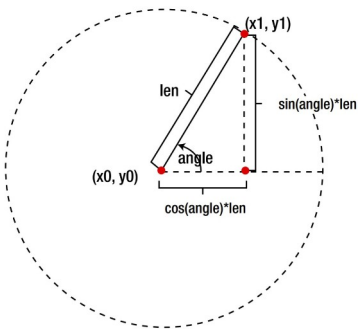
```
void drawBox(float cx, float cy, float d) {  
  strokeWeight(0.1*d);  
  stroke(d);  
  rect(cx, cy, d, d);  
  if (d < 20) return;  
  //rekurzivní volání funkce  
  drawBox(cx-d/2, cy-d/2, d/2);  
  drawBox(cx+d/2, cy-d/2, d/2);  
  drawBox(cx-d/2, cy+d/2, d/2);  
  drawBox(cx+d/2, cy+d/2, d/2);  
}
```

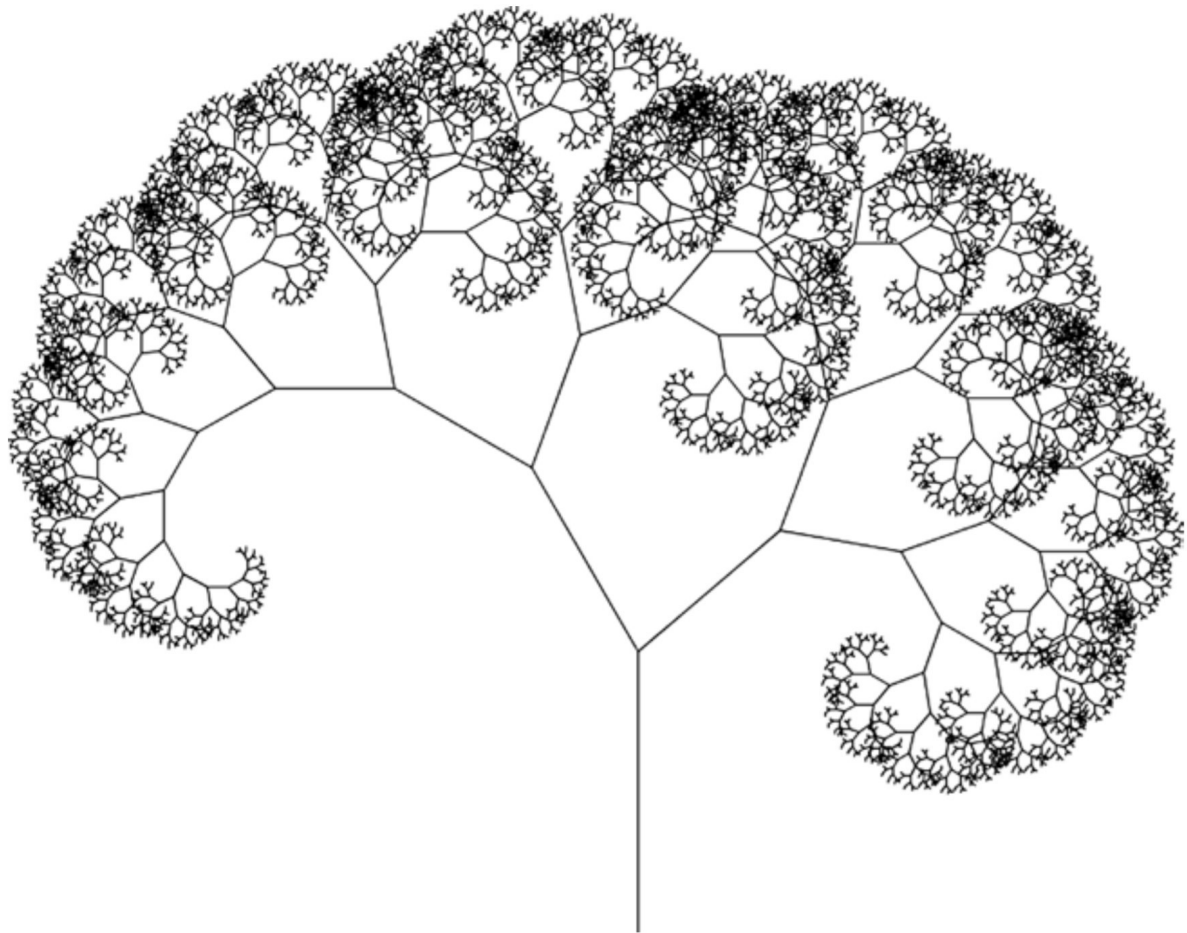


```
// Rekurzivní strom - Goniometrie
```

```
void setup() {  
  size(800, 800);  
  background(255);  
  drawTree(width/2, height, 175, 90);  
}
```

```
void drawTree(float x0, float y0, float len, float angle) {  
  if (len > 2) {  
    float x1 = x0 + cos(radians(angle))*len;  
    float y1 = y0 - sin(radians(angle))*len;  
    line(x0, y0, x1, y1);  
    drawTree(x1, y1, len*0.75, angle + 30);  
    drawTree(x1, y1, len*0.66, angle - 50);  
  }  
}
```

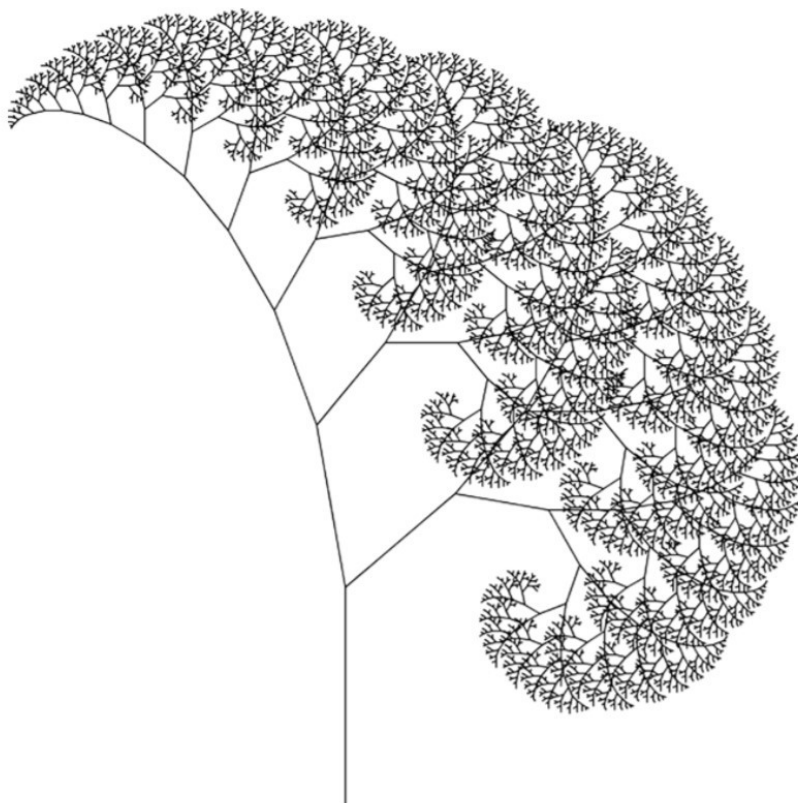




```
// Rekurzivní strom - Transformace
```

```
void setup() {  
  size(800, 800);  
  background(255);  
  translate(width/2, height);  
  drawTree(175, -90);  
}
```

```
void drawTree(float len, float angle) {  
  if (len > 2) {  
    rotate(radians(angle));  
    line(0, 0, len, 0);  
    translate(len, 0);  
    pushMatrix();  
    drawTree(len*0.75, -30);  
    popMatrix();  
    pushMatrix();  
    drawTree(len*0.66, 50);  
    popMatrix();  
  }  
}
```



A ještě již zmíněný Lindenmayerův systém.

L-systém je varianta formální gramatiky, vyvinutá pro modelování růstu rostlin. Udává pravidla pro vývoj rostliny, která se opakovaně aplikují na vznikající model. Tato pravidla mohou např. popisovat, za jakých podmínek se stonek rostliny rozdvojí, zda má vzniknout list nebo zda má část rostliny uhynout. L-systémy se také dají použít pro generování různých křivek, fraktálů nebo pro modelování buněčných organismů.

Iterativní vývoj L-systému

L-systém se vytváří po iteracích, někdy zvaných též generace. N-tá generace je definována rekurzivními pravidly:

nultá iterace je samotný axiom

n-tá iterace (pro $n > 0$) vznikne paralelní aplikací přepisovacích pravidel na výsledek iterace n-1

Paralelní aplikace je nahrazení všech symbolů „najednou“. Paralelní přepsání se dá provést i sériově, a sice tak, že se postupně přepisují symboly zleva doprava, ale výsledek se ukládá na jiné místo (nekládá se jako náhrada přepisovaného symbolu). Tak se docílí toho, že symboly vzniklé přepsáním se nepřepíší podruhé.

Např. pro generování Fibonacciho posloupnosti:

gramatika

abeceda: A B

axiom: A

přepis. pravidla: A → B

 B → AB

iterace

i = 0 : A

i = 1 : B

i = 2 : AB

i = 3 : BAB

i = 4 : ABBAB

i = 5 : BABABBAB

$i = 6$: ABBABBABABBAB

$i = 7$: BABABBABABBABBABABBAB

délka výsledného řetězce v i -té iteraci je rovna i -tému číslu ve Fibonaccioho posloupnosti

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...

A pro generování rostlin:

gramatika

abeceda: F

axiom: F

pravidla: $F \rightarrow F[-F]F[+F]F$

nebo sofistikovaněji ..

gramatika

abeceda: FX

axiom: X

pravidla: $X \rightarrow XF-[[X]+X]+F[+FX]-X$, $F \rightarrow FF$



Případně toto témata najdete na webu *The Nature of Code*

<https://natureofcode.com/book/chapter-8-fractals/>

https://github.com/nature-of-code/noc-examples-processing/tree/master/chp08_fractals

Na tomto místě nastal čas se spolu s dalším tématem vrátit k práci Stephena Wolframa. Jde o implementaci mechanismu buněčných automatů do kódu v prostředí Processing

1D CA – 1D CCA – 2D CA (GOL)

kterou naleznete v přiložené publikaci

Processing for Flash Developers (Hacking Life).pdf

plus zdrojové kódy vybraných příkladů ke stažení

processing for flash developers (hacking life) code.zip

Případně toto témata najdete na webu *The Nature of Code*

<https://natureofcode.com/book/chapter-7-cellular-automata/>

https://github.com/nature-of-code/noc-examples-processing/tree/master/chp07_CA

Dále pro doplnění uvádím ještě další zdroj ohledně definice a implementace tématu

Cellular Automata - Autonomous Agents

který naleznete v přiložené publikaci

Programming Handbook for Visual Designers and Artists (Simulate 1).pdf

plus zdrojové kódy příkladů ke stažení

programming handbook for visual designers and artists (simulate 1) code.zip

Na závěr ještě ukázka implementace konceptu pro generování vizuálních struktur, tentokrát inspirovaná pracemi Wall Drawings umělce Sol LeWitta.

„Je historie konceptuálního umění relevantní pro myšlenku softwaru jako umění?“

<https://artport.whitney.org/commissions/softwarestructures/map.html>

a přiložený soubor

Proměny řádu, 2000, Národní galerie Praha, sborník a katalog.pdf