

Jak **mě** fraktály a grafy a vzorce a texty **učily** létat

Pavel Stríž, OSSConf 2019, Žilina



Jevišťe

Motto

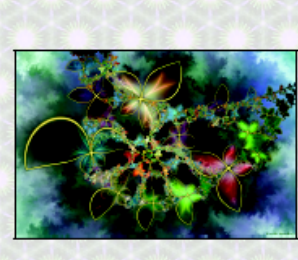
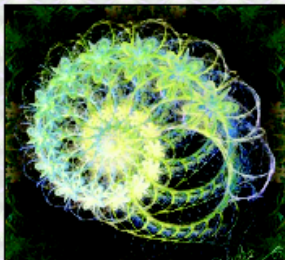
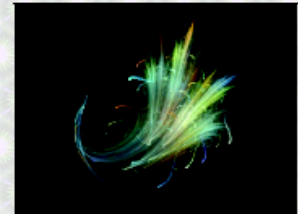
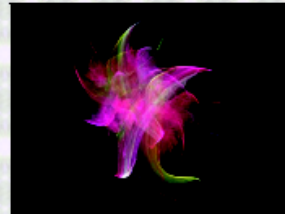
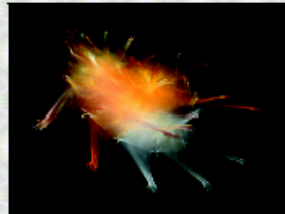
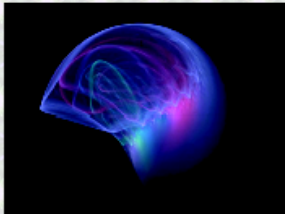
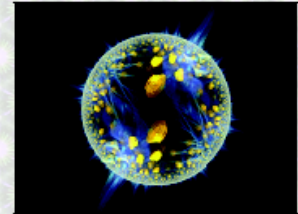
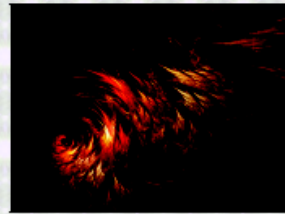
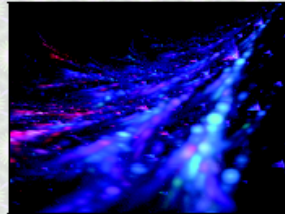
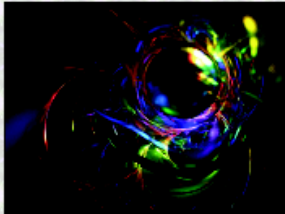
Létat = nehladká sazba, např. sazba mimo účaří
= sazba čehokoliv kamkoliv (neodborně)
= skákání a poletování radostí
= rotování zoufalstvím

Fraktálové začátky

- Tu a tam zmíním české přínosy. Fraktály se u nás zabýval profesor Drahoš, kandidát na prezidenta. Skončil v pořadí druhý.
- Jsem odkojen na programu POV-Ray.
- Nejdřív jsem testoval program ContextFree.
- Přešel jsem na programy Apophysis (3D), ApoMap, Incendia, HexQuilts a Geometrica.
- Zaujal mě web <http://bridgesmathart.org>
- Pro OSSConf 2012 vznikla výstava, 5 stran.

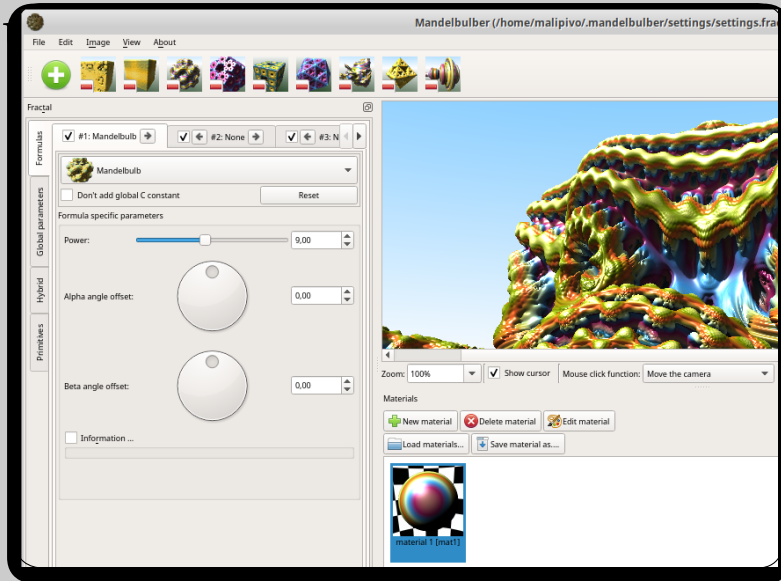
Apophysis &

Rendered by www.storia.ca, updated by Pavel Štíhl for CGSConf2011



Rodina Mandelbulb*

Z novějších mě zaujaly Mandelbulber(2) (včetně Linuxu) a Mandelbulb 3D. Občas se tam video urodí, spíš běh variacemi jednoho fraktálu. Zko



Současné pokusy

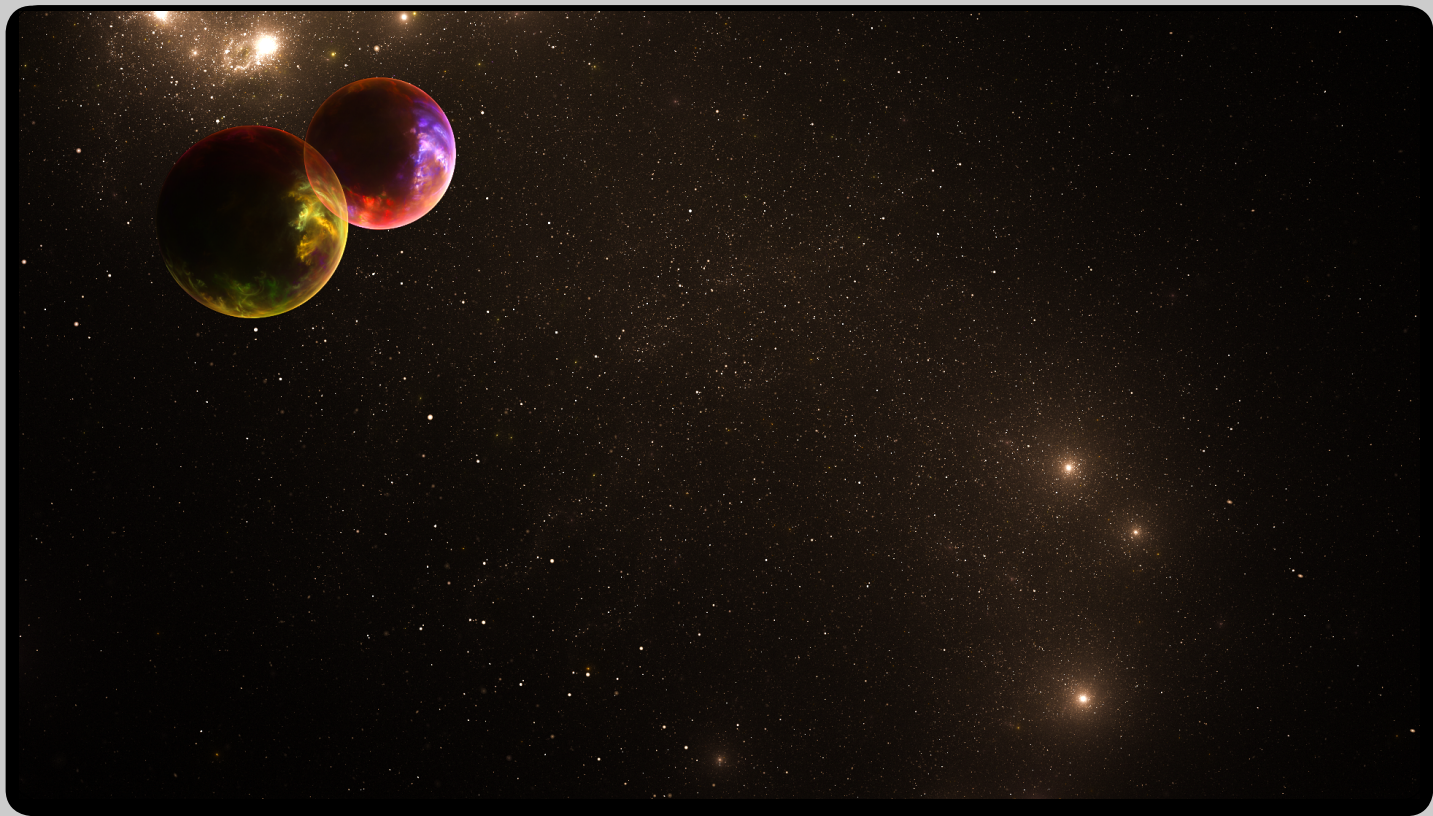
- Čistě na 2D animace jsem zkusil SynFig.

Ukázka

- Vyzkoušel jsem program Qosmic.
- Následoval pokus s programem Chaotica.
- Prozkoumal jsem současný stav starších programů a objevil Apophysis-j-28.jar.
- U diskuzí jsem zahlédl název jWildfire.

jWildfire

- Rozšiřuje transformační možnosti flam3 (má příponu souborů flame a jwfmovie).
- Možnost statického fraktálu, animování (zapíná se 3D) i přechodů (Movies).
- Lze použít texty (text_wf), načíst si SVG (svg_wf), IFLAME (iflames_wf) či OBJ (obj_mesh_wf). Vše je řízeno přes Transformations – Nonlinear.
- Nastavitelné rozlišení, výstup lze i do HDR.
- Komunita rozšiřuje možnosti skripty v Javě. Po pár kliknutích jsem získal pozadí do Linuxu (HB 2 planetoid smooth). Nový obrázek přes Run.



Příprava podkladu

```
#!/bin/bash
echo "LaTeXuji..."
lualatex texty.tex 1>/dev/null 2>/dev/null
echo "Konvertuji..."
gm convert -density 100 -fuzz 100%
    -transparent white texty.pdf texty.png
inkscape --export-plain-svg=texty.svg
    -T texty.pdf
```

Pozn.: -T Convert text object to paths on

První vzorky

- jWildfire+Kdenlive. **Ukázka**
- jWildfire+Flowblade. **Ukázka**
- Ikonka rozpořádání parametrů: Create/edit a motion curve.  curve.
- Klíčový problém je přechod mezi fraktály. **Ukázka**

Přechod mezi fraktály

Ten na základě úprav parametrů řeší `flam3`. Ale funguje to jen, když jsou geneticky zpřízněné, jinak vzniká neostrý obraz, de facto šum.

Ukázka

Co s tím?

Flam3

- Ukázky, historie: <https://flam3.com/>
- Matematické pozadí, http://flam3.com/flame_draves.pdf
- Pro žáky: představa přechodu z úsečky na část paraboly.
- Představa sítě bodů: v Blenderu přechod z krychle na kouli a obráceně.
- Github: <https://github.com/scottdraves/flam3/wiki>
- High Fidelity Demo, místy napojené, místy nikoliv.

Flam3-genome

- Soubor flam3 je textový XML soubor s parametry.
- Klíčový je flam3-genome: generuje z aktuálního fraktálu nový (Genetic Algorithm). Lze se dostat do původního fraktálu.

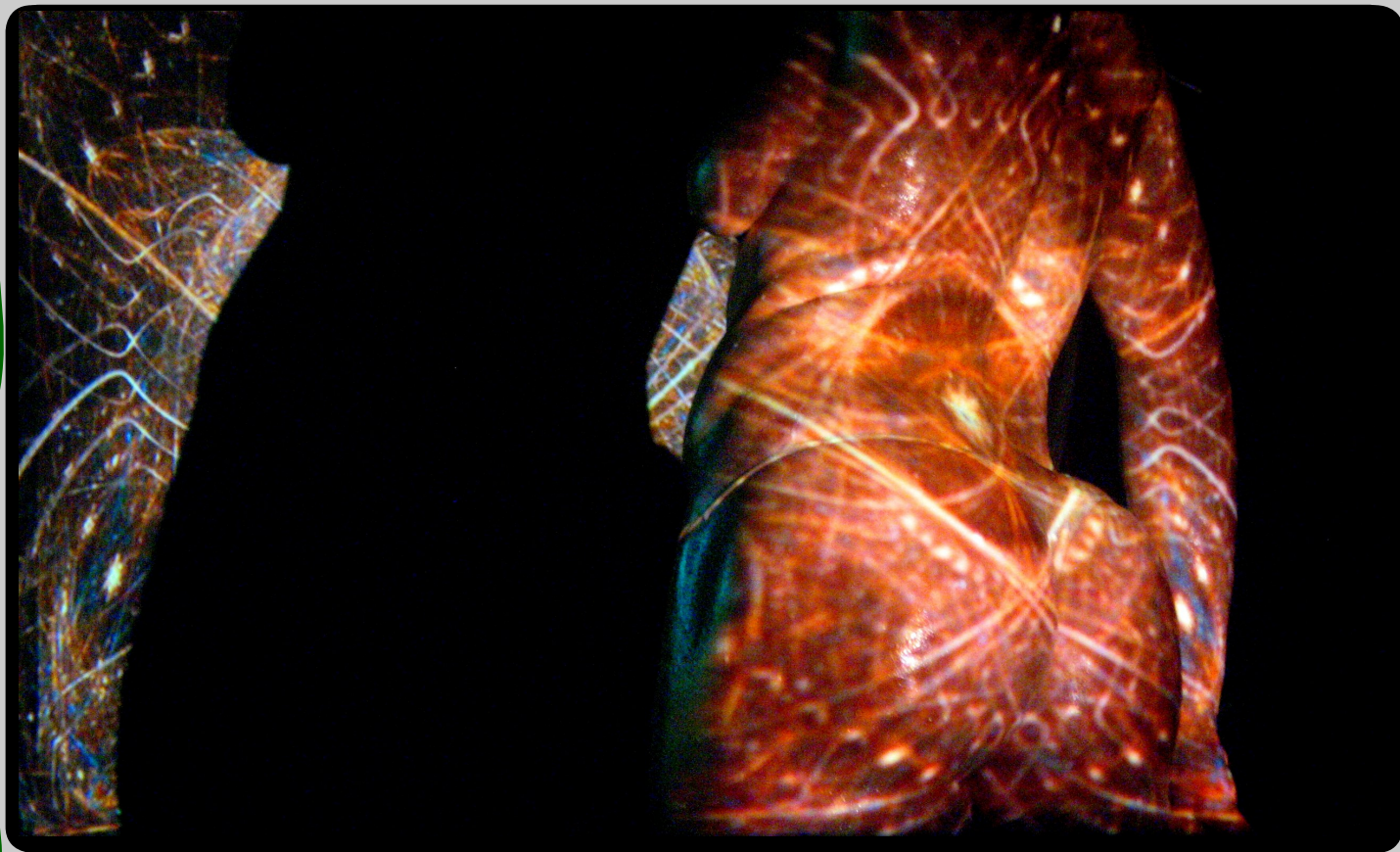
```
env sequence=ABC.flame nframes=30 flam3-genome >  
ABC_anim.flame
```

Flam3-animate

- Poté flam3-animate vezme dva fraktály a vytvoří sekvenci. Navíc hlídá ostrost obrazu (Density Estimation) a přechod mezi snímky (Motion Blur).

```
env prefix=ABC format=png flam3-animate < ABC_anim.
```

- Následuje spojení obrázků do videa čímkoliv (ffmpeg, mencoder)

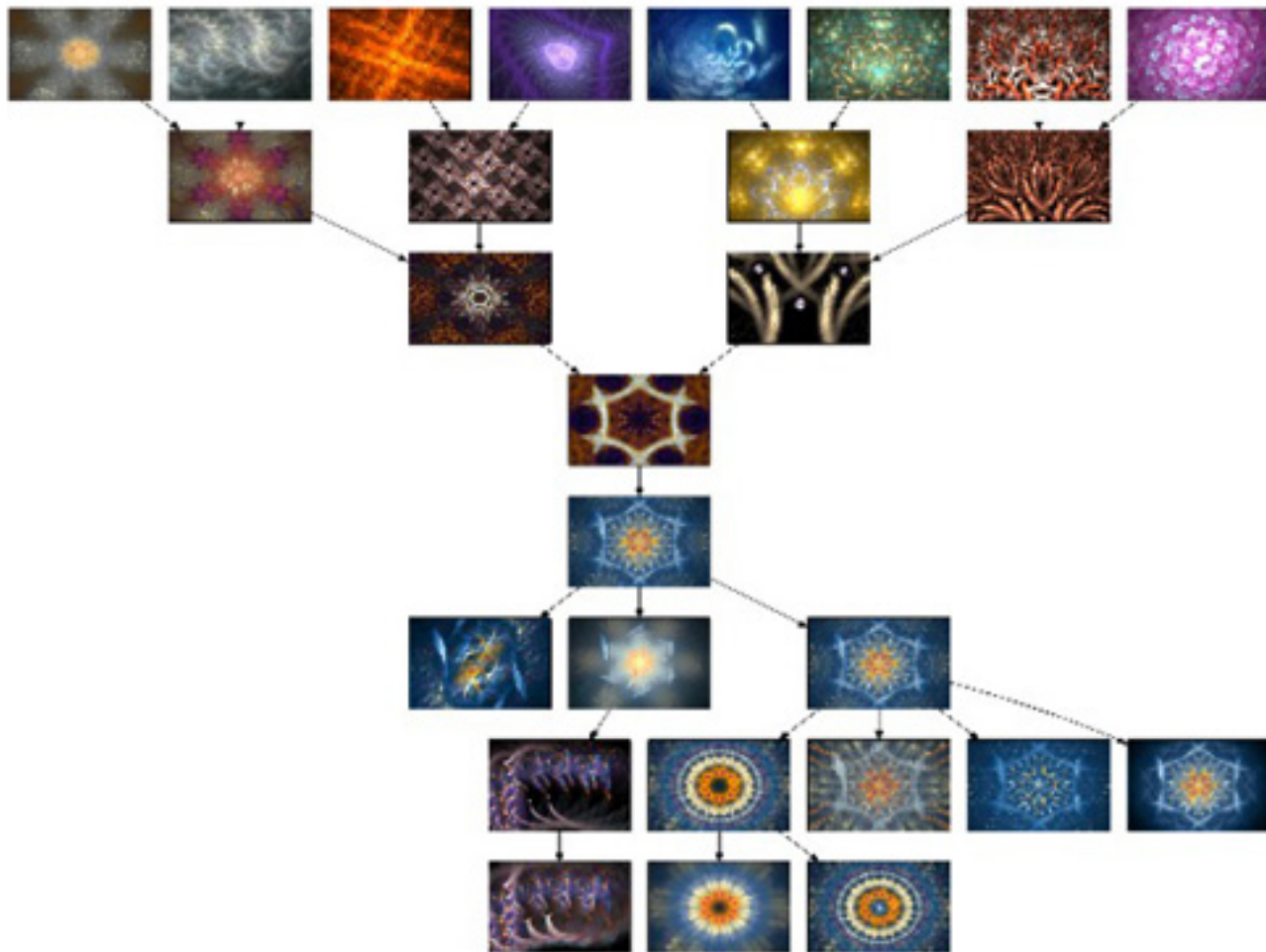


Electric Sheep (ES)

- Výpočetních prostředí je hodně: IBM, Google, Amazon.
- Tohle generuje snímky jako spořič obrazovky.
- Bohužel na pevný disk se stahuje jen poslední vypočtené.
- Problém při kompilaci: `make CXXFLAGS+=-DGL_GLEXT_PROTOTYPES` místo `make`, vyřešeno však v Arch Linuxu, Manjaru aj.

Aktuální generace

- <http://v3d0.sheepserver.net/cgi/status.cgi>
- Zde si lze stáhnout fraktály (icons, faces), přechod do sebe sama (loops) a přechod mezi dvěma fraktály (edges).
- Pod konkrétním fraktálem v sekci genome si lze stáhnout flam3.
- O pokračování výpočtů rozhoduje hlasování. Některé větve se dál nevyvíjí, vzniká jistý strom z párů.



Free vs Gold

Na Electric Sheep se můžete stát zlatým členem (150 USD na celý život). Rozdíly jsou následující:

Ukazatel	Free	Gold
Resolution	800×598	1280×720
Frames/Sheep	160	320
Bandwidth	4.7mbps	12.3mbps
Server	archive.org	Amazon Cloudfront

Délka jednoho videa (typ loop či edge) je 6,7 vteřin.

Počítat to?

- Nereálné!
- Přidal jsem se do FB skupiny <https://www.facebook.com/>
- Jeden z členů ta spojení stahoval víc jak 10 let. Dal své sbírky na archive.org. Cca 200 GB.
- Lze užít jen metadata (názvy souborů), není tam však délka. Mám rád metadata (poprvé v životě)!
- Pozn. Když už, tak je lepší zjišťovat počet snímků (ffmpeg -i) než čas videa.

Stahování

- `wget --limit-rate ...`
- Ideál ze sf.net: `curl -C -O -L --limit-rate ...`
- `youtube-dl --limit-rate ...`
- Bez CLI v Javě: FreeRapid Downloader (od Čecha, Vity)
- `transmission-cli --downlimit ...`
- Konfigurovatelný `aria2c`

Vstupní prohlídka

Flock	Souborů	ZIP (GB)	Částí	H×W (px)
00004	1342	8,9	2	1280×720
00202	12846	55,6	10	640×480
00243	2930	7,5	1	800×592
00244	15662	36,9	8	800×592
00245	2853	5,8	1	800×592
00247	5356	10,6	2	800×592

Název souboru

Přes metadata z archive.org či přes výpis souborů po stažení (ls), získáváme tisíce souborů tohoto typu:

00202=09556=09503=08806.avi

- 00202 je generace, flock, generation, sheep,
- 09556 je pořadové číslo výpočtu,
- 09503 je číslo/ID počátečního fraktálu a
- 08806 je číslo/ID konečného fraktálu.

Tvorba grafu

- Poslední dvě pětímístná čísla mohou být stejná: video začíná a končí ve stejném fraktálu.
- Pokud pustíme video pozpátku, virtuálně prohazujeme tato dvě pětímístná čísla.
- Každé video utváří orientovanou hranu. Jednu reálnou a jednu potenciální.

Soutěžní programování

- Následují algoritmy a úvahy spadající pod soutěžní programování
- Nepočítáme-li TAOCP, tak komplexní kniha je Competitive Programming, 3. vydání (4. vydání se čeká v květnu 2020). Problémy z UVa a Kattisu.
- Bioinformatické problémy: <http://rosalind.info>
- Bioinformatická soutěž: <https://bioinf.me/en/contest>
- Praktické problémy: <https://www.topcoder.com/>

Rekurze

- Vnořování voláním funkce sebe sama.
- Občas lze rekurzi přepsat na cyklus (faktoriál).
- Výhodné je využití paměti, např. Fibonnacciho řada.
- Využíváme alfa* u her typu bridž či šachy, hlouběji M. L. Ginsberg o GIBu a Artificial Intelligence od S. Russella a P. Norviga.
- Google DeepMind porazil světovou jedničku ve hře Go (kombinace metod).

Rekurze (pokr.)

- V Pythonu jsem zvyšovat hloubku přes:

```
import sys  
sys.setrecursionlimit(50000)
```

- Zastavení programu: kompletní projití možností; dosažení určité délky cesty, nastavením limitu běhu programu (knihovna `time`) či do stisknutí klávesy (knihovna `pynpu.keyboard`).
- **OpenProblem:** Pozastavení programu s rekurzí a jeho znovuspu

Nalézt největší graf

Zápis by byl

Největší grafy

Flock	Skupiny: počet fraktálů (opakování)
00004	246(1), 9(1), 5(1), 4(1), 3(4), 2(8), 1(185)
00202	3194(1), 222(1), ..., 3(156), 2(181), 1(3394)
00243	377(1), 184(1), ..., 3(24), 2(58), 1(717)
00244	4089(1), 329(1), ..., 3(6), 2(17), 1(3949)
00245	806(1), 78(1), 4(1), 3(2), 2(1), 1(738)
00247	1648(1), 46(1), 3(3), 2(4), 1(1651)

Nalezení cyklů

a

Zápis by byl

Nalezení cyklů (pokr.)

- Startovní bod viz <https://www.geeksforgeeks.org/print-all-the-cycles-in-an-undirected-graph/>
- Proveden pokus o ořez (s možností všech možných ořezů), ale přichází se o to nejužitečnější v grafu, tedy možnost si snadno navázat cestu dál.
- Není-li v grafu cyklus, algoritmy jsou známe (DFS z každého uzlu; Floyd-Warshall; Streaming). Víc Algorithms (4. vyd.), Sedgewick, Wayne. <https://stackoverflow.com/questions/all-cycles-in-undirected-graphs>

Rychlé řešení

- Krok 1: Užít DFS (Depth-First Search).
- Krok 2: Navázat nalezením nejdelší cesty v orientovaném grafu (DAG).
- Rychlé na naprogramování, ale mizerné najít nejdelší cestu.
- V Pythonu např. přes knihovnu networkx.

Nejdelší cesta

- Máme před sebou neorientovaný graf (původní video a přehrané pozpátku)
- Klasická rekurze se zacyklí. Je nutnost použít proměnnou na navštívené cesty.
- Nahlédneme na randomized depth-first traversal/search z <https://bost.ocks.org/mike/algorithms/>
Video algoritmu (bez)
resp.
Video algoritmu (s)

D3.js: replikace dat/grafiky

- **OpenProblem:** Vytažení dat / PNG / SVG.
- Aplikace na stahování získávají tak 5 snímků/vteřinu.
- Nahrávání obrazovky jako video. Občas lze animaci zpomalit.
- `console.log`, nenašel jsem to však v `__transitions__` jak to na fórech radí
- NodeJS + knihovna FS
- Uložení pozice myši: `xev`, `xsel`, `xdotool`, např.
`watch -ptn 0 "xdotool getmouselocation"`
- **OpenProblem:** Uložit si i stav tlačítek myši.
- **OpenProblem:** Kde to funguje? Kde ne?
Nefunguje mi to v ooop (`npm install`; `npm start`; `npm run build`), neuloží se letadla. Užití vrstev?

D3.js (řešení 1, pseudo)

```
<div id="pajovo">foo</div>
<script>
var x = new XMLSerializer();
function outputToConsole() {
  console.log(x.serializeToString(document.
    getElementById("pajovo")));
  console.log(document.getElementsByTagName
    ("div")[0].getAttribute("style"));
  if(n++ >= 100) return; // ulož 100 snímků a přestaň
  setTimeout(outputToConsole,33);
  // 30 snímků za vteřinu
}
outputToConsole();
```

D3.js (řešení 2, pseudo)

```
<canvas id="moje" width="60" height="30"></canvas>
<script>
var posledni="";
posledni=document.getElementById("moje")
    .toDataURL("image/png");
console.log(posledni);
```

Uložení do cele.txt, po řádcích do posledni.txt a python

```
import base64
newpng = open("posledni.txt","rb").read()
kam = open("posledni.png","wb")
kam.write(base64.decodestring(newpng))
kam.close()
```

uDnAG

- Výmysl: unDirected nonAcyclic Graph, hledání nejdelší cesty v neorientovaném grafu s cykly.
- Výmysl: trimmed stack.
- Uzel, ze kterého jsem již šel, tak při cestě zpět jej už nikdy nenavštěvuj.
- Výhody: rychlá cesta zpět při velkém grafu; snadnější možnost pozastavení programu při užití typu stack (máme původní graf a tuto proměnnou); rychlá možnost si ukládat víc řešení.

Srovnání rekurze s uDnAG

Nastaveny vždy 2 minuty.

Flock	Rekurze	Stack s ořezem	Rozdíl
00004	830	646	+184
00202	4868	4983	−115
00243	590	607	−17
00244	7853	8084	−231
00245	1313	1380	−67
00247	2398	2543	−145

Spojení AVI

- Nelze vzít soubory jak jsou; nelze mpv pouštět pozpátku a dopředu či po sobě; extended playlist EDL nepomohl.
- Lepší bude CLI než Kdenlive, Flowblade, ...
- ffmpeg (ideál libx265) přes -vf reverse.
- ffmpeg (-c copy) nezabralo; mencoder (neumí AVI); mkvmerge z balíku mkvtoolnix (v34) max. 1024 souborů? Sekané. Do PNG a pak spojovat? Šílenství. Přes filtr huffyuv, ffv1 či qtrle? Obří velikost jako při -crf 0 či -qp 0.

Spojení AVI (pokr.)

- Zabrala mi konverze do MPEG (`-lossless 1`), parametr je z formátu WEBM a `-bufsize 4M -maxrate 30M`.
- Plus `-loglevel error -hide_banner -n`.
- Spojování MPEGů do jednoho pak přes `-c copy` (MKV).
- Plus `-fflags +genpts -y -safe 0`.
- Vizuální kontrola `mpv --pause`, případně tečka a čárka na posun po snímcích. Past: při malém rozlišení to zlobí. Zkusit `-codec png` (MOV).
- U malých souborů ideál s `--scale=nearest`. Viz <https://github.com/mpv-player/mpv/wiki/Upscaling>
- **ClosedProblem**: Srovnej dva obrázky. Např. OpenCV. Tip <https://www.pyimagesearch.com/> a vznikající třídílná kniha *Raspberry Pi for Computer Vision*, osnova viz <https://www.pyimagesearch.com/2018/01/01/contents-raspberry-pi-for-computer-vision/>

Externí výpočetní síla

- ssh; ssh -X; x11vnc, teamviewer
- sshpass, ideál pro připojení bez hesla ssh-copy-id (profil bez passphrase, jinak řve keyring)
- nohup <skript> &
- Nebo po spuštění a zachování běhu po odlogování: ctrl+z; bg; disown -a.
- Výpis pak přes `cat nohup.out | tail -n 3`. Zabití procesu obvykle přes `kill -9 (ps -es)`.
- Uspání notebooku přes pm-suspend-hybrid
- Probuzení přes ethernet: wakeonline/etherwake. Stroj mám přes wifi+ethernet. Lze přes appky poslat signál.
- Užití telnetd-ssl nedoporučeno.

Stínové sshd

```
sudo cp /etc/systemd/system/sshd.service  
      /lib/systemd/system/sshd_paja.service  
sudo cp /usr/sbin/sshd /usr/sbin/sshd_paja  
sudo cp /etc/pam.d/sshd /etc/pam.d/sshd_paja  
sudo cp /etc/ssh/sshd_config /etc/ssh/sshd_config_paja
```

Zásahy v sshd_paja.service

Description # ExecStartPre # ExecStart

+ v ExecStart přidat: -f /etc/ssh/sshd_config_paja

ExecReload # RuntimeDirectory # Alias

Zásahy v sshd_config_paja

Port # GatewayPorts yes # ClientAliveInterval 60 # PidFile

```
sudo systemctl enable sshd_paja
```

```
sudo systemctl start sshd_paja
```

Kopírování souborů

- scp (lze limit přes -l); sshfs s -o reconnect, ServerAliveInterval; příprava vlastní služby v Linuxu systemd vs. init.d.
- Bez omezení jsem si schodil domácí wifi.
- sudo iftop -i <wifi síť>
- Test nakopírování souboru: rsync -P -e ssh soubor soubor; omezení přes --bwlimit; umí Tab rozbalování.
- Obarvil jsem si PROMPT na různých strojích přes PS1.
- Testy po nakopírování: md5, sha{1,224,256,384,512}, crc32.
- Komplettnost videa: ffmpeg s/bez -sseof -f null - 2>error.log; ffprobe; mediainfo.
- Zaujal mě parametr -err__detect ignore__err, možnost spojit soubory i při poškození.

Spouštění

- mpv, vlc, ...
- Alternativa. Na spuštění nelze použít mpv *, potřebujeme `--playlist`, nevíme však celkovou spouštěnou délku, nelze snadno skákat v čase. Artefakt při přechodu videí tam však není.
- Na RPi3B mi nejelo mpv ani vlc, jen omxplayer.
- RPi4B ještě nemám.
- **OpenProblem:** Lze mpv na RPi rozjet? Vypadá to, že ano.
<https://nwgat.ninja/installing-mpv-with-hardware-decoding-on-raspberry-pi-1-2-3-zero/>

Zveřejnění videí

- Na uloz.to, <https://uloz.to/m/malipivo/fractals>. Mají manažer, lze přes Wine. Max. 19900MB na soubor; 300 KB/s stahování bez poplatků. Soubory jsem rozdělil přes `split -b`; spojení přes `cat * >video`. Teoreticky lze klikání zvažovat přes `pyautogui` či `xdotool`.
- Dostal jsem to na archive.org. 86 GB MKV. Zkontrolovali na malware. Přidali mi během několika dní náhledy (thumbs; jpg), mp4, ogv, metadata (xml, sqlite), torrent a manifest.
- Mají manažer i a /ajej nebo česky íá/. <https://archive.org/s>
- Sledovatelné přímo na archive.org (JW Player 8.8.2).

Zveřejnění videí (pokr.)

- Zveřejněno 12. 6. 2019. Mám první lajk (~28. 6. 2019).
- **OpenProblem:** Pokud stahuji soubor po bajtech (nikoliv torrent), některé MP4 lze spustit, některé nespustím.
- Poděkování ve FB skupině:
Bonus (Seamless "Flock" Videos from Paul Shearing) (These are to be played with a video player, not the ES client):
<https://archive.org/download/mega-collection-1>

Výstupní prohlídka

Flock	Velikost (GB)	Doba (h:m:s)	Počet AVI
00004	10,9	2:52:22	1544
00202	20,1	11:43:49	9746
00243	2,6	1:43:44	1167
00244	36,8	23:26:56	15839
00245	5,2	4:00:15	2703
00247	10,6	7:33:55	5046