

Audio - zaujímavosti

- Palindróm = text čítaný odzadu má rovnaký význam (znie rovnako), ako keď sa číta odpredu.
 - <https://sk.wikipedia.org/wiki/Palindróm>
 - Čo keď ale otočíme audio signal, vzorku po vzorke?
 - [02_PALINDROMY] (otočme audio v matlabe)
- Audioknihy – ako si vytvoriť audioknihu?
 - [03_AUDIOBOOK]
 - audioknihy vzniknuté za pár sekúnd – počítač prečítal text čeština / slovenčina
 - napr. pomocou cmdline príkazu „say -o 2052.m4a -f audiobook.txt“ na macOS

Audio – prenos

- rádio: analógovo (FM rádio), digitálne (DAB, DAB+), internetom
- internet - prenosové protokoly
 - nad IP (UDP) -> RTP, rtsp, ...
 - Slovensko má cca 100 internetových rádii
- DAB
 - **DAB** používa MP2 (MPeg-1 Audio Layer2)
 - MP2 používa 32 pásmovú BF s malým oneskorením
 - **DAB+** používa audio kodek HE-AAC (High Efficient Advanced Audio Coding)
 - Na Slovensku bol spustený 15.12.2015, dátový tok 128kpbs,
- Audio v domácnosti / aute
 - **DLNA** - Digital Living Network Alliance, balík protokolov, podporovaných kontajnerov, kodekov, služieb na domáce zdieľanie multimediálneho obsahu
 - **Airplay**: Wifi Reprodukory, TV, tablety, ... proprietárna sada Apple protokolov
 - **Bluetooth**: reproduktory, slúchadlá, handsfree, ... prečo ešte nevyrábajú BT centrály?

Audio – využitie

- reálny čas (videokonverencie)
 - kodeky s nízkou latenciou
- streaming (streamovanie – môžu byť veľké buffery a viacprechodové kódovanie)
- na archiváciu (súborové formáty, databázy)
- na prácu (32 bit floating point vzorky), prípadne 64 bitov

Audio -Formáty (pre záujemcov [\[wiki porovnanie\]](#) [\[zvuk\]](#)[\[zvuk2\]](#))

- bezstratové (formáty: wav(nekomprimované), flac(4.), MPEG-4 ALS/SLS(2-3.), IEEE 1857.2(1.))
 - porovnanie [\[hdg\]](#), [\[sem\]](#)
 - väčšinou sa používa predikčné kódovanie s kódovaním rezidua (na kódovanie rezidua väčšinou používajú aritmetické a Golomb-Rice kódy [\[gol\]](#))
- stratové (formáty: mp3, ogg, wma, aac, ra)

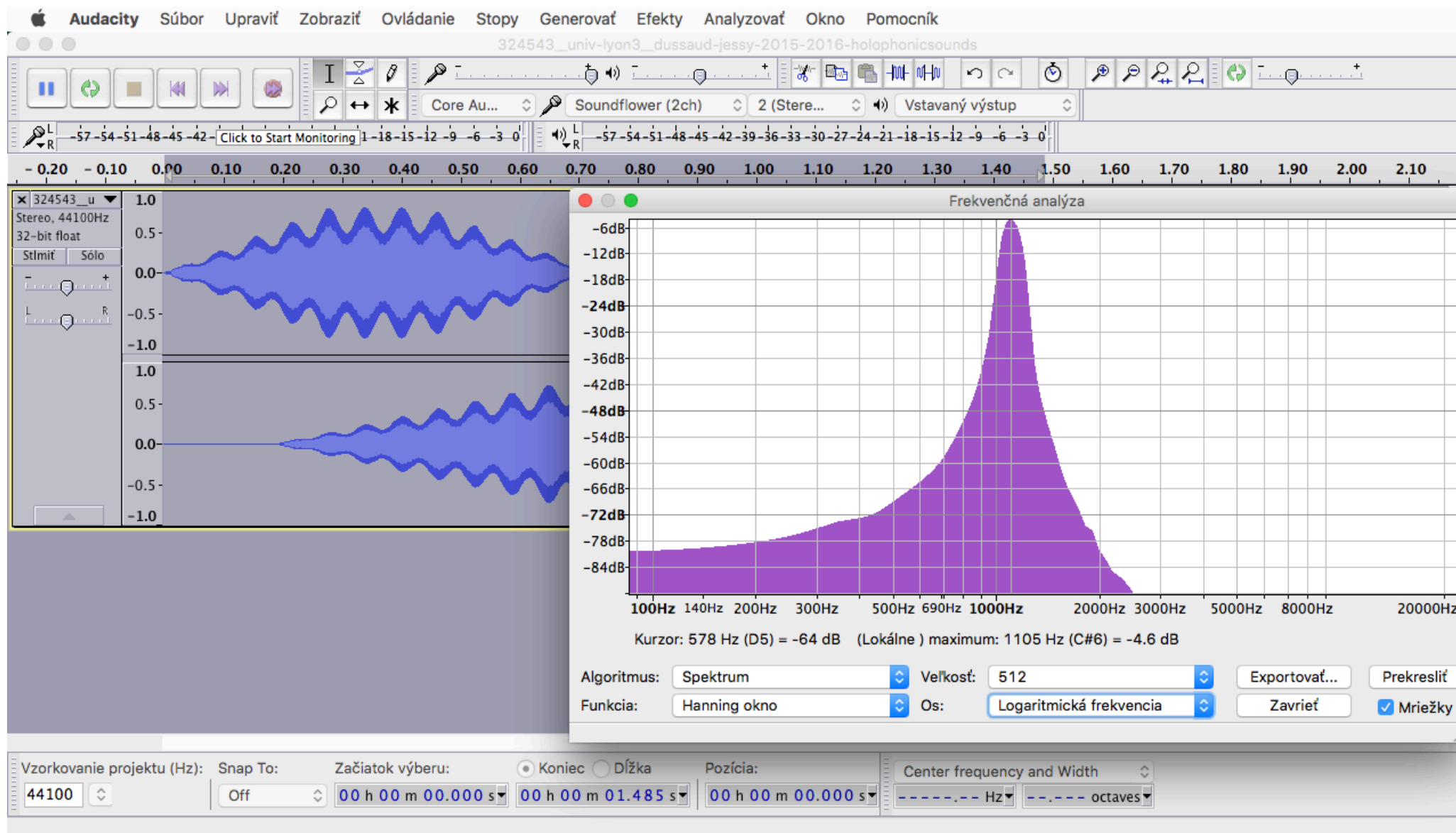
Formáty pre priestorový zvuk

- Dolby Pro logic 5.1 (Dolby pro logic II)
- Dolby Pro logic 7.1 (Dolby pro logic IIx)
- Dolby Digital (5.1), (Adaptive Transform Coder 3 – AC3)
- Dolby Digital EX (6.1)
- Dolby Digital Plus (DD+, AC3+) má 13.1 (povinné pre HD DVD prehrávače, nepovinné pre BD)
- DTS (njmä pre filmy v kinách) od 1993, Firma Digital Theater Systems (DTS)
- DTS-ES
- DTS-HD Master Audio – až neobmedzený počet kanálov, škľovateľná kompresia, ...

Štandardy pre 3D efekty v stereo zvuku

- EAX (enviromental Audio Extensions)
- MPEG Surround [frauenhofer]
 - postranné informácie o polohe zdroja sú prenášané 16kbps signálom
 - prehrávače ich môžu ignorovať
 - napr. divx toto podporuje

Audacity – obrazovka

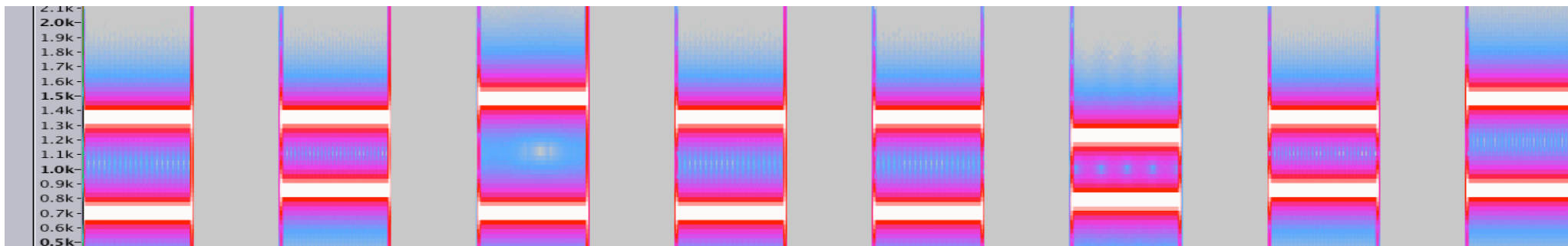


Audacity možnosti

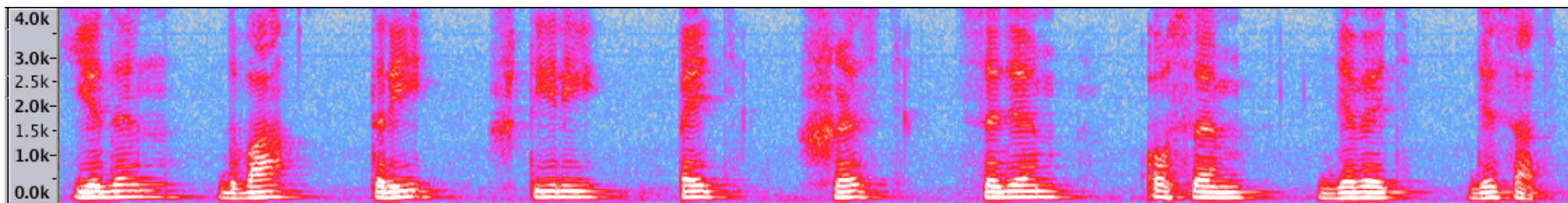
- Vytvorenie signálu v internej reprezentácii
 - import/otvorenie súboru (wav, flac, mp3, ...)
 - nasnímanie mikrofónom, z digitálneho zariadenia (presmerovanie s jeho ovládača)
 - Generovanie audio signálov (Generovať->tón(sínu, píla, ..), chirp(...),
- Analýza signálu
 - Vizualizácia
 - Hľadanie črt (orezané vzorky, ticho, zvuk, rytmus, ...)
- Úpravy v audacity
 - zmena vzorkovacej frekvencie (vľavo dole, potom export ...)
 - efekty v audacity, napr.
 - zmeniť tempo bez zmeny frekvencie
 - zmeniť frekvenciu bez zmeny tempa
 - obrátenie v čase
 - reverb, AUMatrixReverb, ...
 - vylepšenie: napr. odstránenie šumu, odstránenie praskania
- export do rôznych formátov
 - kompresia (stratová-MP3, ..., bezstratová-FLAC (na cca 50-60%))

Príklady spektrogramov - audacity

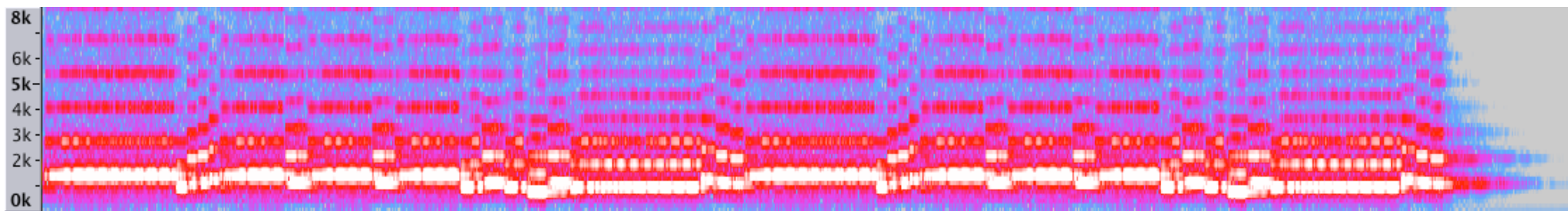
Multifrekvenčná voľba



Reč – číslice 1-10



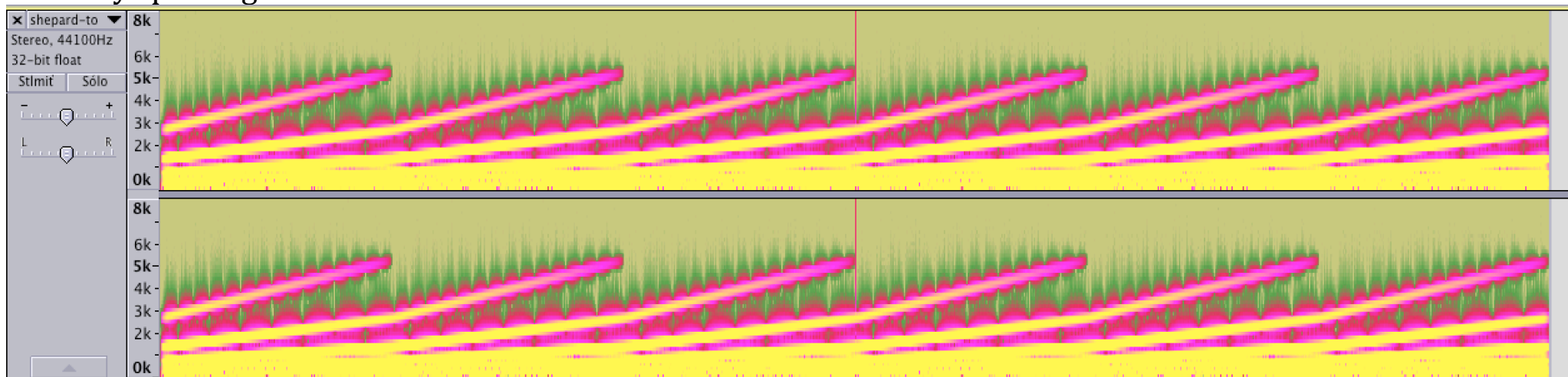
Melódia zahraná na flaute



Stále rastúci zvuk? (ilúzia)

[shepard-tone.wav]

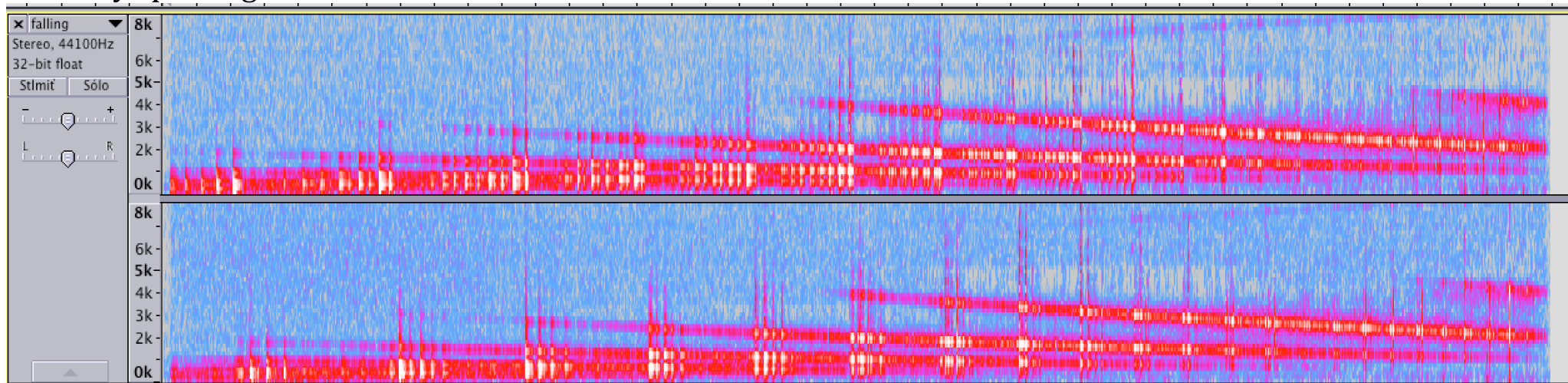
Audacity spectrogram:



Padajúce zvony – znižuje sa zvuk?

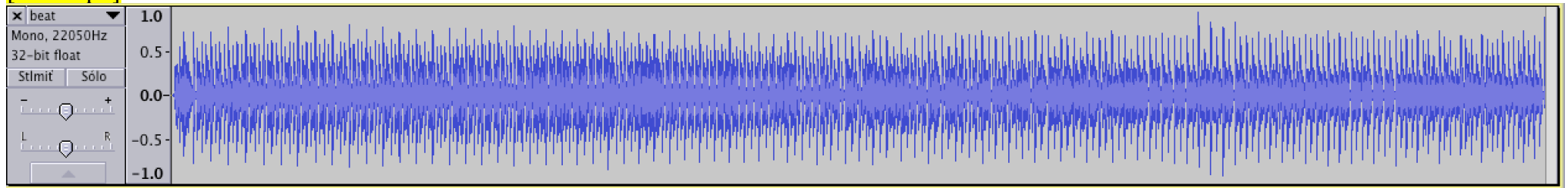
[falling.mp3]

Audacity spectrogram:



Zrýchľuje sa rytmus?

[beat.mp3]



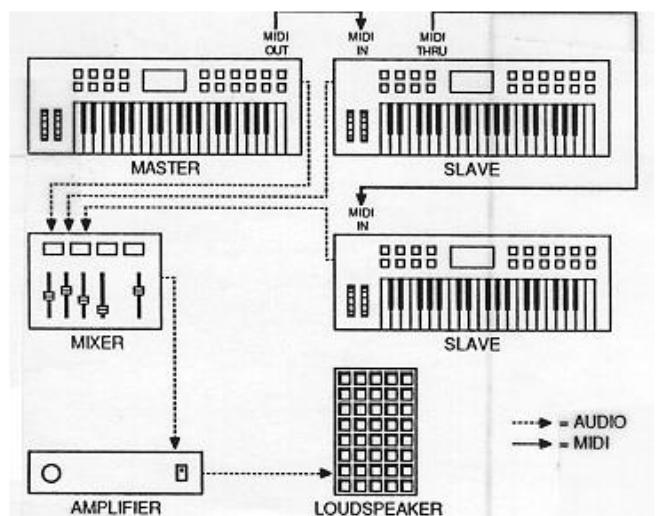
Elektronická hudba

- sú na to špecializované sw na tvorbu hudby ako napr. „Logic Pro X“, Garage band, ...



MIDI [\[https://www.midi.org/specifications\]](https://www.midi.org/specifications)

- Musical Instrument Digital Interface = Digitálne rozhranie pre hudobné nástroje
- Protokol/formát na prenos, archiváciu, reprodukciu hudobných riadiacich informácií medzi hudobným nástrojom a počítačom
- Štandard navrhnutý od 1981
- MIDI dáva zmysel od éry digitálnych hudobných nástrojov
 - syntetizátorov (syntetizujú si zvuk sami)
 - samplerov (nahrávajú, pracujú s reálnymi vzorkami, tie upravujú, vedia prehrávať)
 - často zariadenia obsahujú funkcie oboch, hranica nie je jasná ...

Midi konektor	Sampler/ROMplery	Midi klávesnica / nástroj	Príklad zapojenia midi zariadení
			

- SMF – standard midi file (binárny súborový formát) (čo je v ňom? Otvorí/hrá napr. Musescore+_04/MIDI/...)

- Midi formát (v 1.0)
 - 8 bitové slová, rýchlosťou 31.25 kbps
 - 16 nezávislých kanálov naraz
 - prenášajú sa MIDI správy
 - kanálové správy
 - channel voice (note-on, note-off)
 - channel mode
 - system exclusive (proprietárne správy výrobcov – pre to MIDI prežíva, lebo umožnil výrobcom sem implementovať všetky nové, potrebné veci)
 - systémové správy (pre všetky zariadenia)
 - system Common
 - system real-time (synchronizačné správy)
- General MIDI
 - Dohoda/štandard z.r. 1991, o mapovaní/číslovaní nástrojov podľa druhu
 - umožňuje, aby ten istý MIDI súbor znel na dvoch zariadeniach podobne
 - špecifikuje 128 základných nástrojov
 - perkusie – sú napr. na kanáli 10 a jednotlivé noty sú mapované na jednotlivé perkusné nástroje
 - GM kompatibilné zariadenia musia zvládať aspoň 24 notový polyfóniu
 - novší štandard je GM2 (1999), okrem neho existujú proprietárne ako GS (yamaha), XG (Roland)
- RTP MIDI [<https://en.wikipedia.org/wiki/RTP-MIDI>] – prenos MIDI nad RTP
- MIDI2.0/HD MIDI (2005)

Notový záznam a MuseScore [_05_MUSESCORE/...]

- Keď máte aspoň trochu hudobné základy tak pomocou MuseScore môžete vytvoriť zaujímavé veci ...

The screenshot displays the MuseScore 3.10.2 interface. The main window shows a musical score titled "Medved'ku, daj labku". The score is written in 4/4 time and features three staves. The first staff contains a melody with various dynamics and articulations. The second and third staves are currently empty. The interface includes a top toolbar with standard music notation symbols, a left sidebar with a "Palety" (Palettes) section containing dynamic markings (e.g., *ppp*, *pp*, *p*, *mp*, *mf*, *f*, *ff*, *fff*, *fp*, *sf*, *sfz*, *sff*, *sfz*, *sfp*, *sfp*, *rfz*, *rf*, *fz*, *m*, *r*, *s*, *z*, *n*) and a "Prstoklad" (Fingering) section with a grid of numbers (0-5) and a "Piano Keyboard" section. A right sidebar titled "Kontrola" (Control) shows settings for the selected element, including "Viditeľná" (Visible), "Farba" (Color), "Horizontal offset", "Vertical offset", and "Text" style. The status bar at the bottom indicates "Prstoklad: 1; Measure: 2; Beat: 3; Staff 1" and the time "9:01:00".

MuseScore: Medved'ku, daj labku

100% Page View

Koncertné ladenie

My_First_Score x rado* x Medved'ku, daj labku* x

Medved'ku, daj labku

8

25

Prstoklad: 1; Measure: 2; Beat: 3; Staff 1

9:01:00

DLS

- DLS = downloadable sound
- Štandard pre syntetizátory a výmenu zvukov pre banky zvukov
- Podporované Windows a OSX

SoundFont

- Niečo podobné (Creative Labs) – Sound Blaster AWE32
- MIDI+SOUNDFONT (ukážka) [\[http://johannes.rousseau.free.fr/music/soundfonts.htm\]](http://johannes.rousseau.free.fr/music/soundfonts.htm)
- existujú voľné soundfont editory
 - Soundfont má úrovně: sample -> instrument -> preset
 - polyphone (windows, OsX) [_06_SOUNDFONTS] [_07_MIDI+SOUNDFONT]
 - Príklad: JR_schurch.SF2 ako, preset vyskladaný pre rôzne tóny rôzne
 - Príklad: JR_analog.sf2 -> instrument 11, sú z neho poskladané presety 10, 19,20,21 (rôznymi nastaveniami diametrálne odlišný výsledný tón)

RIFF

- Resource interchange File format (RIFF) – generický kontajner pre označované dátové objekty (chunks)
- Primárne sa používa na ukladanie multimediálnych signálov, ako video, hoci môže obsahovať ľubovoľné data
- Vytvorený v r. 1991 (Microsoft, IBM)
- Wav, AVI, CDR (corelDRAW vector graphics), DLS, WebP (obrazový formát Google) ... používajú RIFF ako základ

XMF [\[http://wiki.multimedia.cx/index.php?title=Extensible_Music_Format_\(XMF\)\]](http://wiki.multimedia.cx/index.php?title=Extensible_Music_Format_(XMF))

- Extensible music format – kontajner so stromovou štruktúrou
- Napr. MIDI+DLS môžu byť v jednom súbore

Polyphone obrazovka

The screenshot displays the Polyphone software interface, which is used for creating and editing polyphonic audio. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Contains icons for file operations (new, open, save, undo, redo), a waveform icon, a speaker icon, a musical note icon, and a close icon. It also includes a keyboard layout for key and velocity assignment.
- Tree Panel (Left):** Shows a hierarchical view of the project. The 'analog' section is expanded, showing 'Samples' (carre, carre3, carre2) and 'Instruments' (Instrument9 through Instrument19, each with a 'carre3' sample). Presets include '000:000 Oboe' and '000:001 Falling square'.
- Main Display:** A large waveform view showing the audio signal. The text above the waveform reads: 'Sample linked to the instruments: Instrument18, Instrument16, Instrument15, Instrument14, Instrument13, Instrument12, Instrument11, Instrument10, Instrument9'.
- Information Panel (Bottom Left):** Displays various parameters:
 - Size: 31512 - 0.715s
 - Loop: 125 to 31504
 - Root Key: 60
 - Correction (cents): 0
 - Sample rate: 44100
 - Type: mono
 - Link: -
- Frequency Panel (Bottom Middle):** Shows a frequency spectrum plot. A table of frequencies is displayed:

Amplitude	Frequency (Hz)	Octave
1.00	520.85	72
0.82	1043.05	84
0.44	524.89	72
0.36	1565.24	91
0.29	2087.44	96
0.28	2609.63	100
0.23	515.47	72
0.20	527.68	72
0.16	2082.06	96
0.15	2092.82	96
- Equalizer Panel (Bottom Right):** Features a frequency response curve and a table of frequencies. Below the table are sliders for frequency response, ranging from 32 to 16k Hz. The table shows the following data:

Amplitude	Frequency (Hz)	Octave
1.00	520.85	72
0.82	1043.05	84
0.44	524.89	72
0.36	1565.24	91
0.29	2087.44	96
0.28	2609.63	100
0.23	515.47	72
0.20	527.68	72
0.16	2082.06	96
0.15	2092.82	96

Experiment

Zvuk

Tu: [_08_POMOC] je soundfont vytvorený za par minút ako príklad

1. Vytvorte vlastný soundfont
 - a. Vzorku nahrajte v Audacity
 - b. Načítajte v polyphone
 - c. Dotvorte nástroj
 - d. Dotvorte preset
2. Neimportujte soundfont do musescore (view->synthetizer)
3. Použite nástroj z vášho soundfontu ako hudobný nástroj (view->mixpult)

Tóny skladby

- Stvorte aspoň pesničku kohútik jarabý v Musescore
 - tony zadávajte pomocou návodu:
 - <https://musescore.org/en/handbook/note-input#note-input-mode>
- Vyexportujte do MIDI, ogg

Tvorba a prehrávanie audia vo WWW prehliadačoch

- Použité HTML5 a javascript
- Generovanie audia – pomocou javascriptu – napr. oscilátory [_09_WWW_JAVASCRIPT/01...]
- API na prácu s audiom je popísané napr. tu <https://www.w3.org/TR/webaudio/> ...
 - pozor na podporu v jednotlivých prehliadačoch a platformách ...

Audio streaming a WEB

- Ak nepotrebujeme reálnosť a môžeme používať aj väčšie buffre -> HTTP/TCP + HTML5
- HTML5 podporuje streaming, stačí si trochu poprogramovať v HTML/JavaScripte
 - Jednoduché streamovanie audia z jedného súboru [_09_WWW_JAVASCRIPT/02...]
 - streamovanie cez HTTP server [_09_WWW_JAVASCRIPT/full_app treba nasadiť na lokálny HTTP server]

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <body>
    <h2>Demo aplikacia na HTML5 Audio Streaming</h2>
    <audio src="http://localhost/audio_stream/mis_mas.mp3" autoplay> </audio>
  </body>
</html>
```

Ako vyzerajú HTTP PDU vo wiresharku?

15	REQ	GET /audio_stream/2052.m4a HTTP/1.1\r\n	Range: bytes=0-1 HTTP request 1/2 X-Playback-Session-Id: 7F686099-93D3-...\r\n
17	RSP	HTTP/1.1 206 Partial Content\r\n	Content-Range: bytes 0-1/17603688\r\n Media type: audio/mp4a-latm (2 bytes)
19	REQ	GET /audio_stream/2052.m4a HTTP/1.1\r\n	Range: bytes=0-17603687\r\n HTTP request 2/2 X-Playback-Session-Id: 7F686099-93D3-...\r\n
		Atd' ...	

Obraz – Fyzikálna podstata

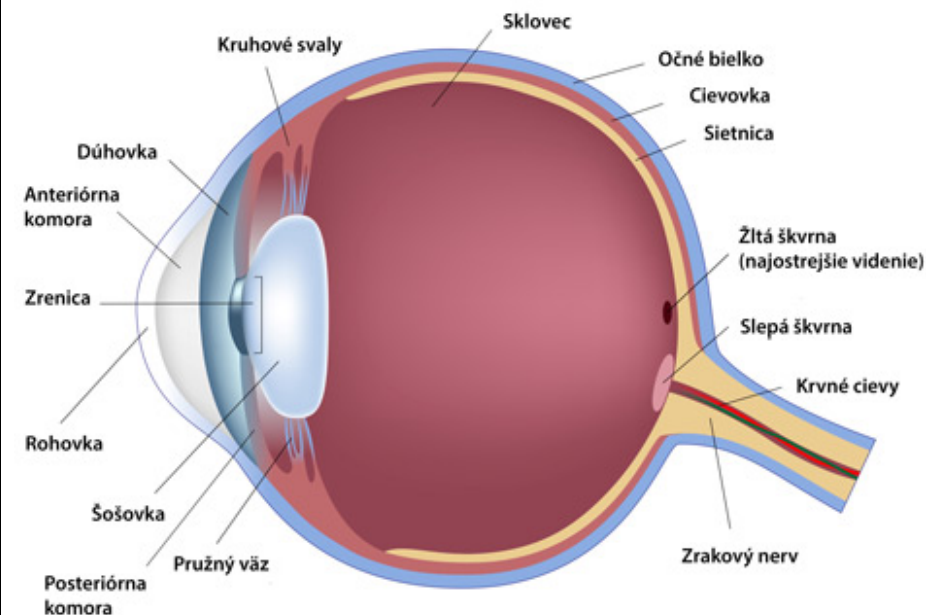
- Čo je obraz?
 - zvuk – chvenie vzduchu
 - obraz – zväzok svetelných lúčov (fotónov)
 - fotóny majú
 - priestorové rozloženie
 - frekvenciu(farbu)
 - upravený tak, že sú viditeľné pre ľudský vizuálny systém (LVS)
 - dôležité je, aký obraz vznikne na sietnici oka.
 - celé elektromagnetické spektrum môže tvoriť „obraz“
 - ľubovoľný iný signál transformovaný do podoby vnímateľnej pre LVS je „obraz“
 - video – to isté čo obraz, len sa mení s časom
- oblasti využívania obrazov
 - astronómia, meteorológia, seizmológia, navigácia, dozor, mikroskopia, vizualizácia ultrazvuku, rádiológia,
- typy obrazov
 - reflexné – odraz fotónov od nejakého predmetu
 - emisné obrazy – objekt sám emituje žiarenie
 - absorpčné obrazy – vnímame čo prešlo cez nejaký objekt (vidno jeho vnútorné štruktúry)
- mierka (od mikroskopických po astronomické resp. štruktúry od $10^{-10}m$ po $10^{30}m$)

Obraz je analógový alebo digitálny signal?

- Snímajme fotóny pomocou snímača v tvare mriežky
 - Ich poloha je spojitá veličina (teoretický limit rozlíšiteľnosti je pravdepodobne Planckova dĺžka cca 10^{-35}m)
 - ich frekvencia je spojitá, energia je spojitá $E = h * f$
 - čas dopadu je spojitá veličina (teoretický limit rozlíšiteľnosti je pravdepodobne planckov čas cca 10^{-44}s)

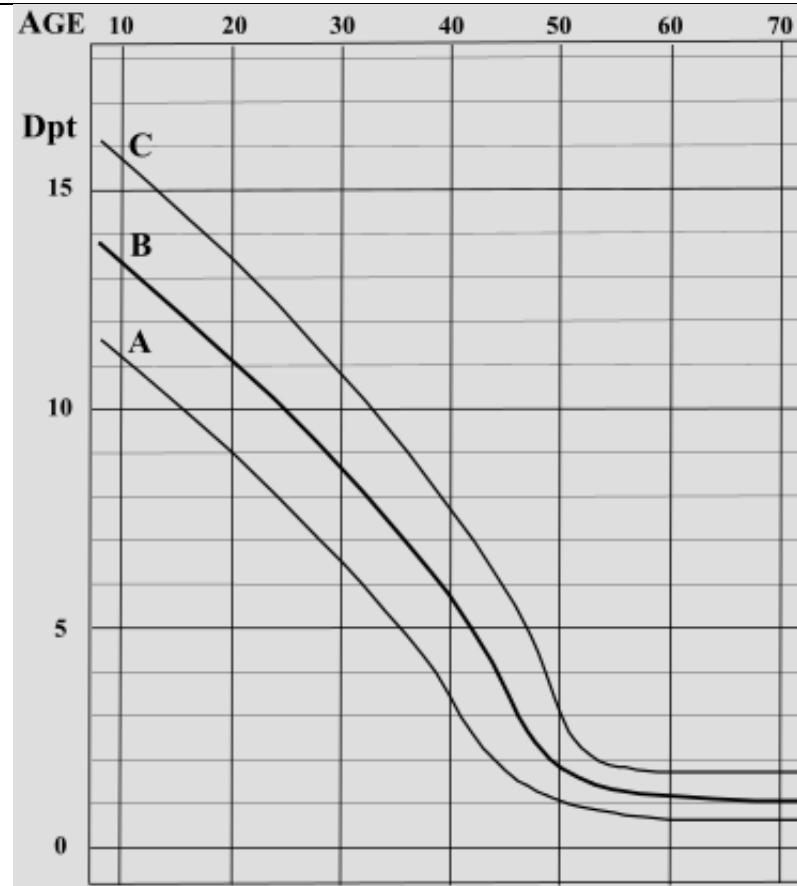
Ľudský snímač – OKO

- Rozlišuje cca 10mil farieb
- Zorné pole 130-135° vertikálne, 200°horizontálne
- Dynamický rozsah sietnice: 100 000:1
- Po adaptácii (až pol hodina) – vie oko rozlíšiť rozsah luminancie od $10^{-6}cd/m^2$ do $10^8cd/m^2$, t.j. 14 rádov (obedné slnko má $10^9cd/m^2$)
- Sietnica – svetlo citlivé zrkové bunky
 - Tyčinky (cca 130 mil, rozlišujú odtiene sivej, citlivšie)
 - Čapíky 3 druhy, cca 7 miliónov (L-červené-650nm, M-zelené-530nm, S-modré-430nm)
 - existujú „tetrachromati“? (majú 4 druhy čapíkov) v zvieracej ríši určite, pri ľuďoch výnimočné
- vzdialenosť čapíkov – cca 0.0025mm
- rozlišovacia schopnosť oka - 1 uhlová minúta (1/60 stupňa)



Oko – akomodácia

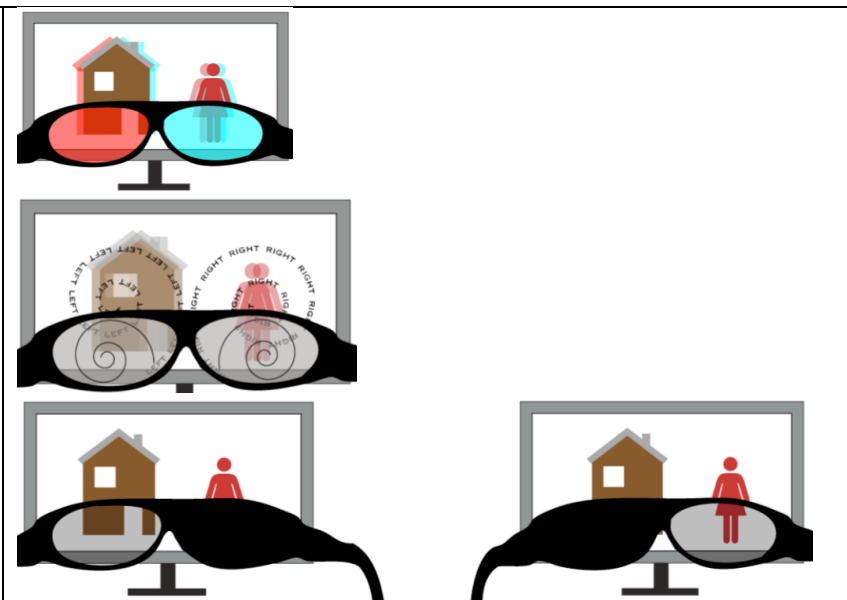
- rozsah u ľudí 15 dioptrií
 - čo je to 1 dioptria? Dioptria N zaostrí rovnobežný zväzok lúčov do vzdialenosti $1/N$ metra
 - Merania v dioptriách je výhodné, kvôli aditívnosti (ak tesne za seba dáme šošovky s 1 a 2 dioptriami, výsledok bude 3 dioptrie)
- mladý človek – je schopný zaostriť z nekonečna na 25 cm vzdialený predmet za 350ms
- rozsah akomodácie sa vekom znižuje ($B = \bar{x}$, $A/C = \bar{x} \pm \sigma$) (patrí sem cca 68%)



Čo vnímame klasicky?

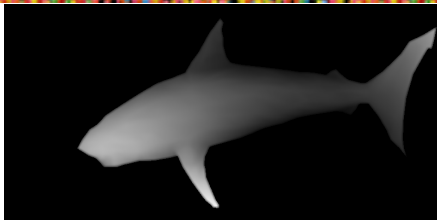
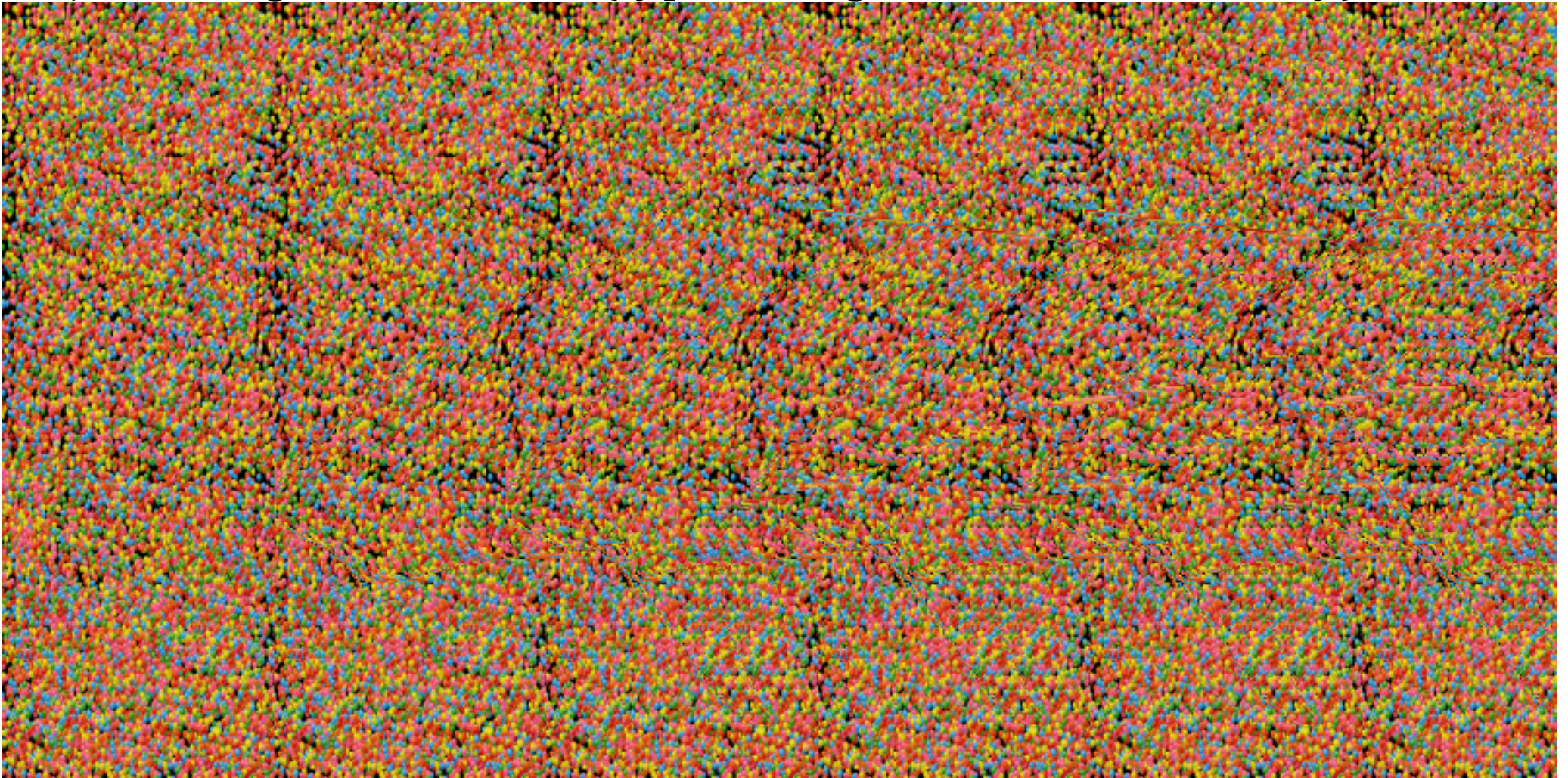
- 3D scénu – reflexne
- Ako to vieme popísať? Ako:
 - 2D signál
 - Stereoskopický – 2x2D signál (pre každé oko zvlášť obraz)
 - Máme normálny papier
 - Obrazy zmixované cez seba -> stereogram!
 - Máme špeciálne okuliare/premietačku

- Pasívne okuliare
 - Červené/zelené sklíčko (anaglyf)
 - Kruhovo polarizované okuliare (každé sklíčko opačným smerom) / špeciálna premietačka
- Aktívne okuliare
 - 3SD – aktívne okuliare (s batériou) a LCD displejmi, ktoré synchronizovane púšťajú obraz raz pre jedno a raz pre druhé oko



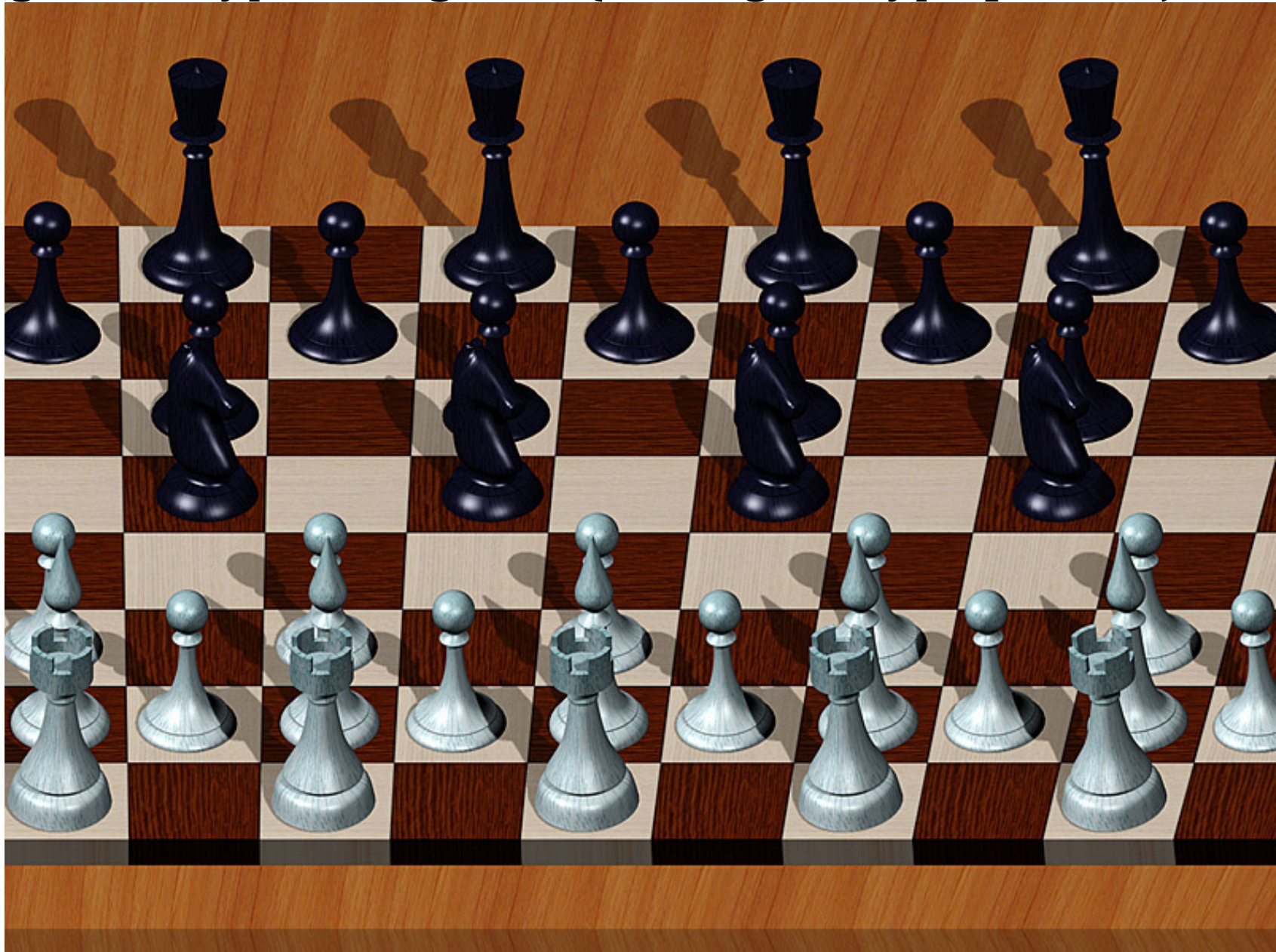
- Prenos zvyčajne SBS (side-by-side) - dva obrázky vedľa seba, je na zariadení, ako ich bude renderovať

Čo je stereogram? Príklad (typ stereogramu **náhodné body**):



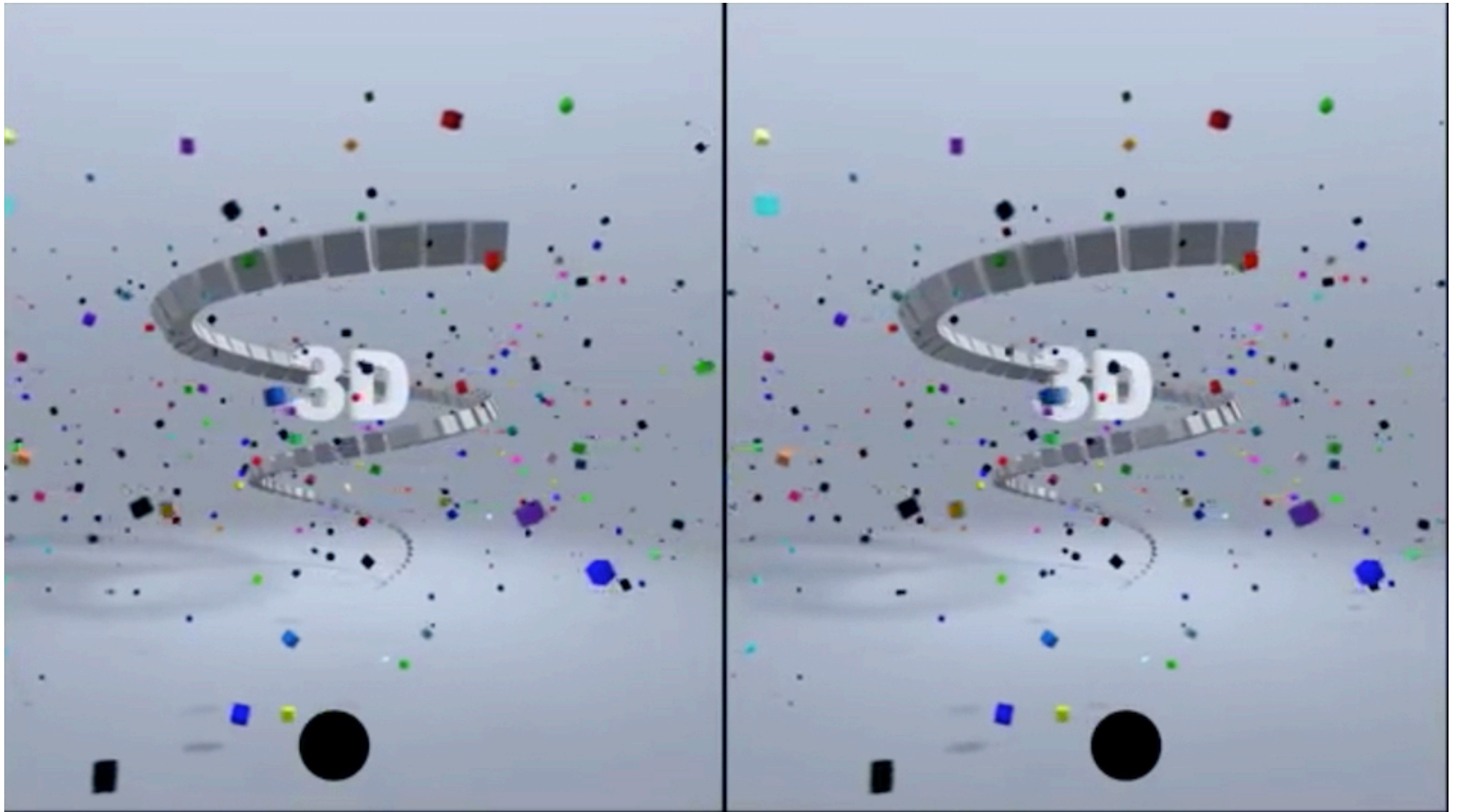
+ príklad že existujú aj podobné videá [10_snowman]

Stereogram2 – typ stereogramu (stereogram typu **pole objektov**)



3D obrázky (aj videá) – pre každé oko je zdroj zvlášť (side by side)

[<https://www.youtube.com/watch?v=zBa-bCxsZDk>]



Druhy obrazov

- Farebnosť / hĺbka informácie
 - Farebné -> v akom „farebnom priestore“
 - 256 farieb
 - $256 \times 256 \times 256$ farebné (24 bitov)
 - Šedotónové
 - 8 bitov (bežne), 12 bitov (medicínske obrazy)
 - Čierno/biele (1 bitová farebná hĺbka)
 - Z/bez ditheringu (čo to je? Pamätáte na ADSS1)
- Z hľadiska tvorby obrazu sa rozlišuje (prienik s počítačovou grafikou)
 - zosnímané (cez nejaký snímač)
 - vytvorené / upravené (v počítači)
 - Raster/vektor
 - 2D/3D
 - 2D grafika
 - vrstvy ich priehľadnosť, alfa kanál
 - 3D grafika
 - scény, osvetlenie, priehľadnosť materiály,
 - 3D obraz – rezy mozgu, tkanív, ...