

Živé prenosi 360° videa



Martin Piatka

- Implementácia 360° videa pre program UltraGrid
- UltraGrid
 - Nástroj na živé prenosy
 - Vysoké rozlíšenia a kvalita – až po 8k (7680 x 4320)
 - Nízke end-to-end oneskorenie (~40ms)



- Zaznamenáva priestor okolo kamerovej súpravy na všetky strany
- Záznam pomocou viacerých kamier súčasne
- Špeciálne techniky zobrazovania
 - Užívateľ môže ovládať smer pohľadu



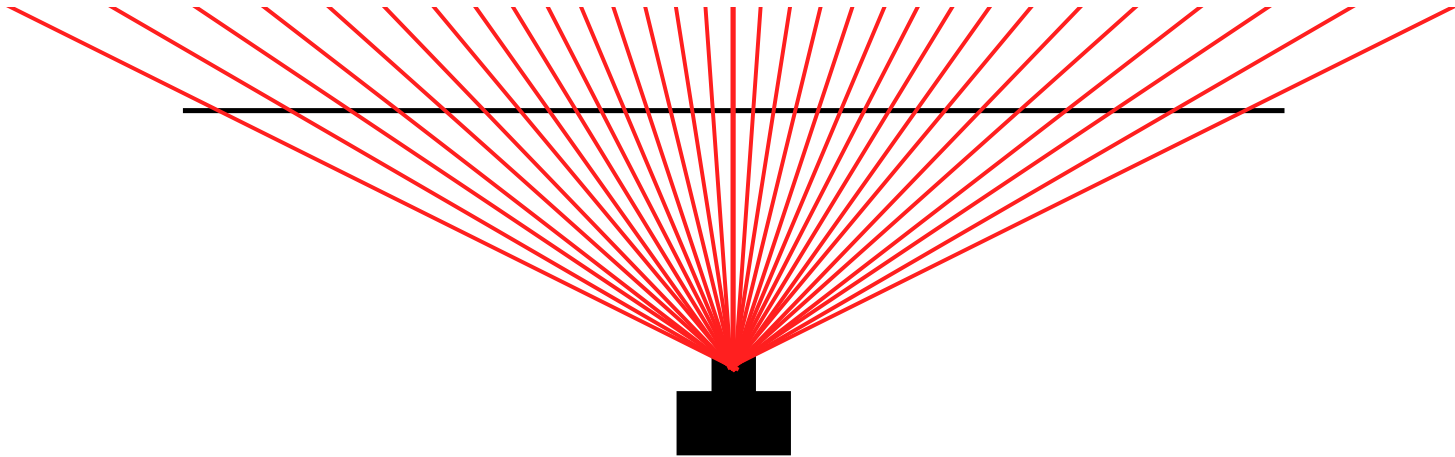
- Knižnica na skladanie 360° videa od NVIDIE
- Problémy s kalibráciou
- Closed-source



The VRWorks 360 video SDK is no longer in development and will cease to be downloadable on Feb 29 2020. Support, updates and bug fixes are no longer provided. Users who have previously downloaded the SDK can continue to use it on supported hardware and CUDA versions.



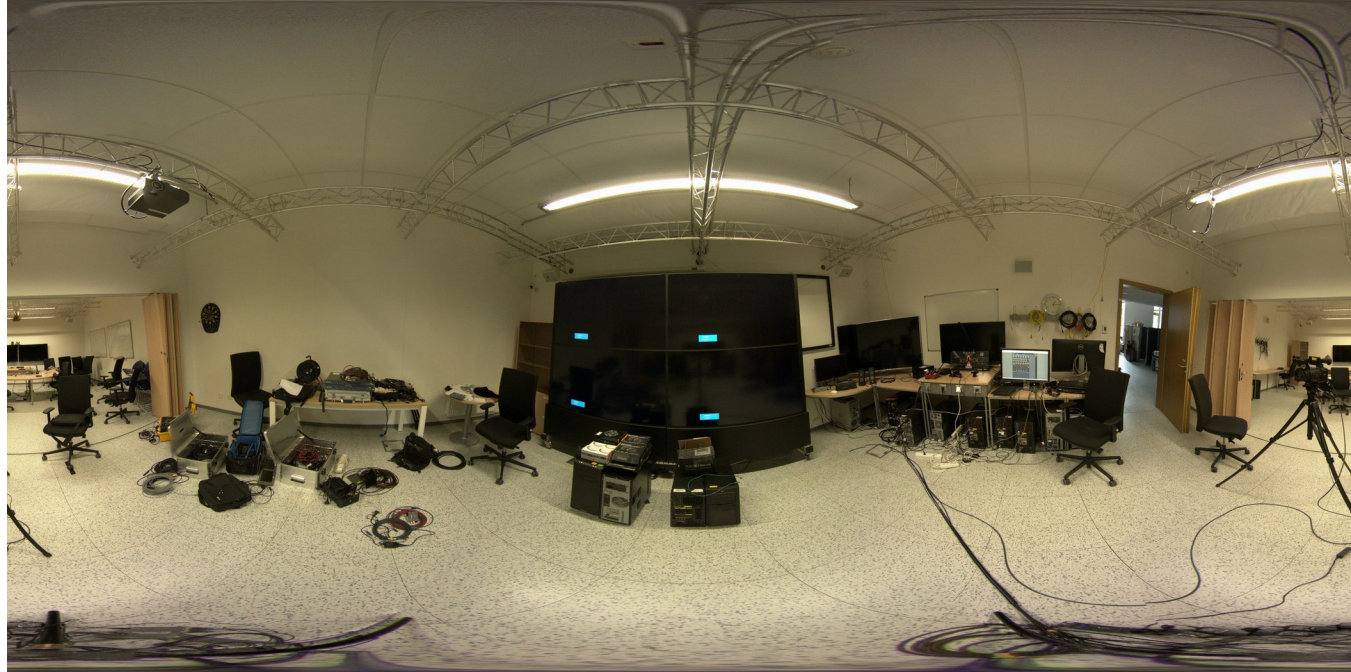
- Klasická projekcia s ktorou sa bežne stretávame
- Nefunguje pre vysoké šírky pohľadu
- $R = f \times \tan \theta$



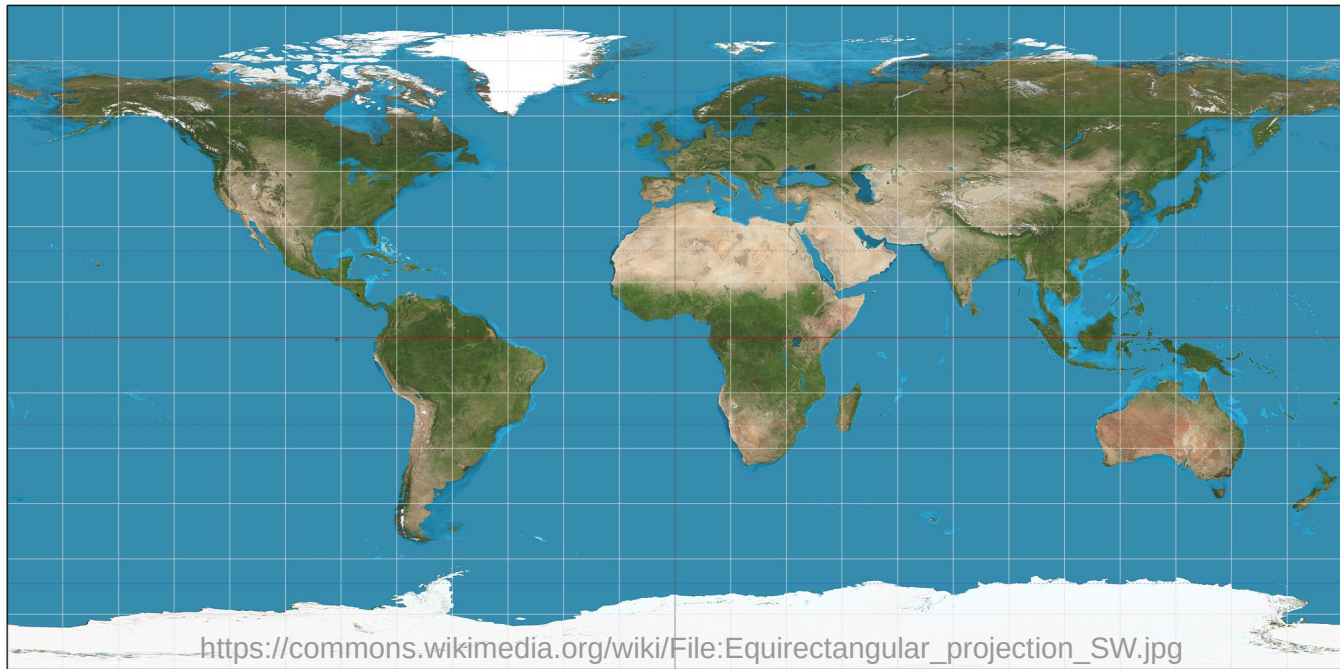
- Širokokuhlé kamery
- $R = f \times \theta$



- Často používaná pre 360° video
- $x = (\lambda/\pi + 1) \times w/2$
- $y = (2\phi/\pi + 1) \times h/2$



- Často používaná pre 360° video
- $x = (\lambda/\pi + 1) \times w/2$
- $y = (2\phi/\pi + 1) \times h/2$



- Vstup – 4 snímky s projekciou rybie oko
- Výstup – 1 snímok s ekvirektangalárnou projekciou
- Pri skladaní teda potrebujeme:
 - 1) Transformovať vstupné snímky do výslednej projekcie
 - 2) Snímky skombinovať do jedného

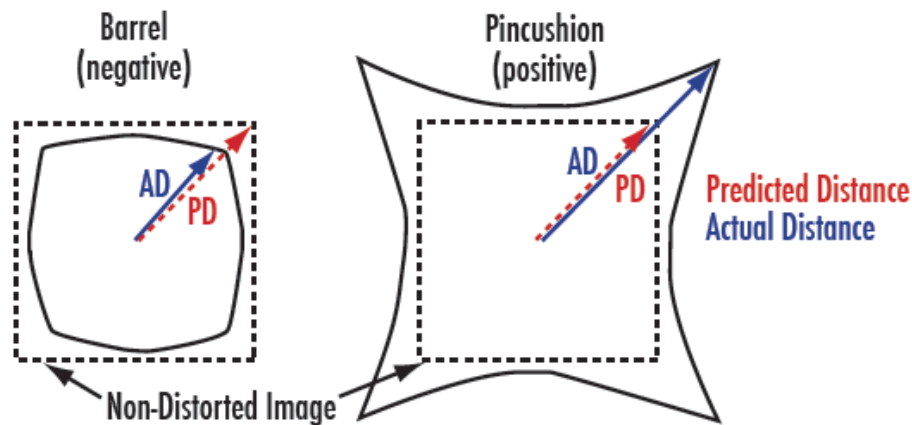


- Pre každý bod výstupného snímku nájsť bod vo vstupnom snímku, ktorý mu prislúcha
- Používajú sa rovnice projekcií
- $\lambda = (x / (w/2)) \times \pi$
- $\varphi = (y / (h/2)) \times \pi/2$
- $R = f \times \theta$



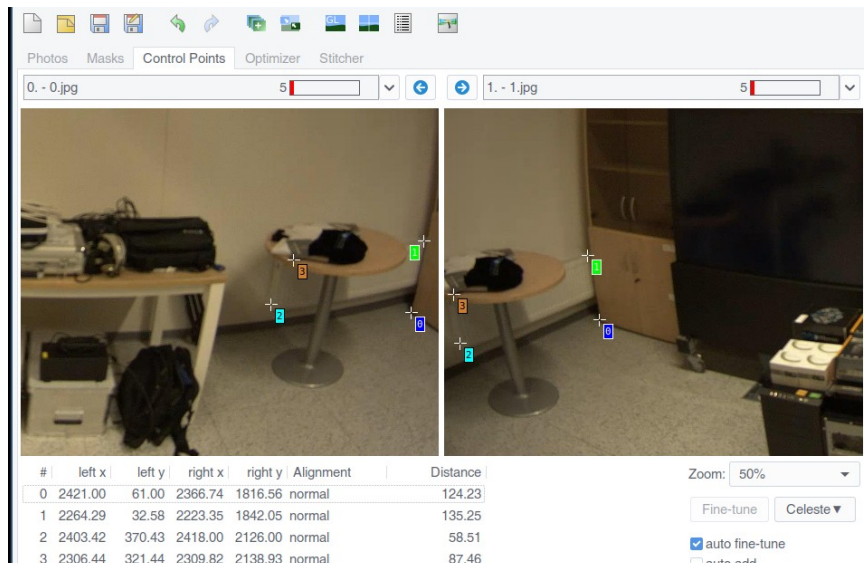
- Rovnica projekcie popisuje ideálne šošovky
- Reálne šošovky nie sú ideálne
- Na korekciu je možné použiť polynóm

$$R_{\text{corrected}} = (aR_{\text{ideal}}^3 + bR_{\text{ideal}}^2 + cR_{\text{ideal}} + d)R_{\text{ideal}}$$



<https://www.edmundoptics.eu/knowledge-center/application-notes/imaging/distortion/>

- Potrebujeme presné rotácie kamier a koeficienty skreslenia
- Použitý je Panotools¹ model skreslenia
- Na kalibráciu možné použiť GUI nástroj Hugin²



¹<http://panotools.sourceforge.net/>

²<http://hugin.sourceforge.net/>

- 8K video pri 50fps = ~ 1500 miliónov obrazových bodov $\cdot s^{-1}$
- Výpočet pre každý obr. bod nezávislý
- Triviálne paralelizovateľá úloha
- Výpočet pomocou CUDA na grafickej karte



Výsledok transformácie

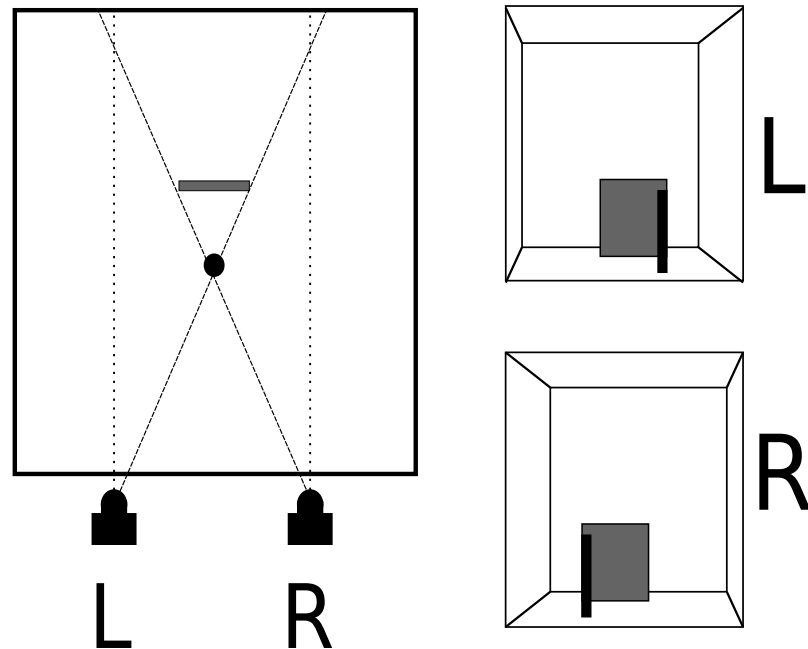


Výsledok transformácie

- Jednotlivé snímky sú zarovnané
- Už stačí len skombinovať



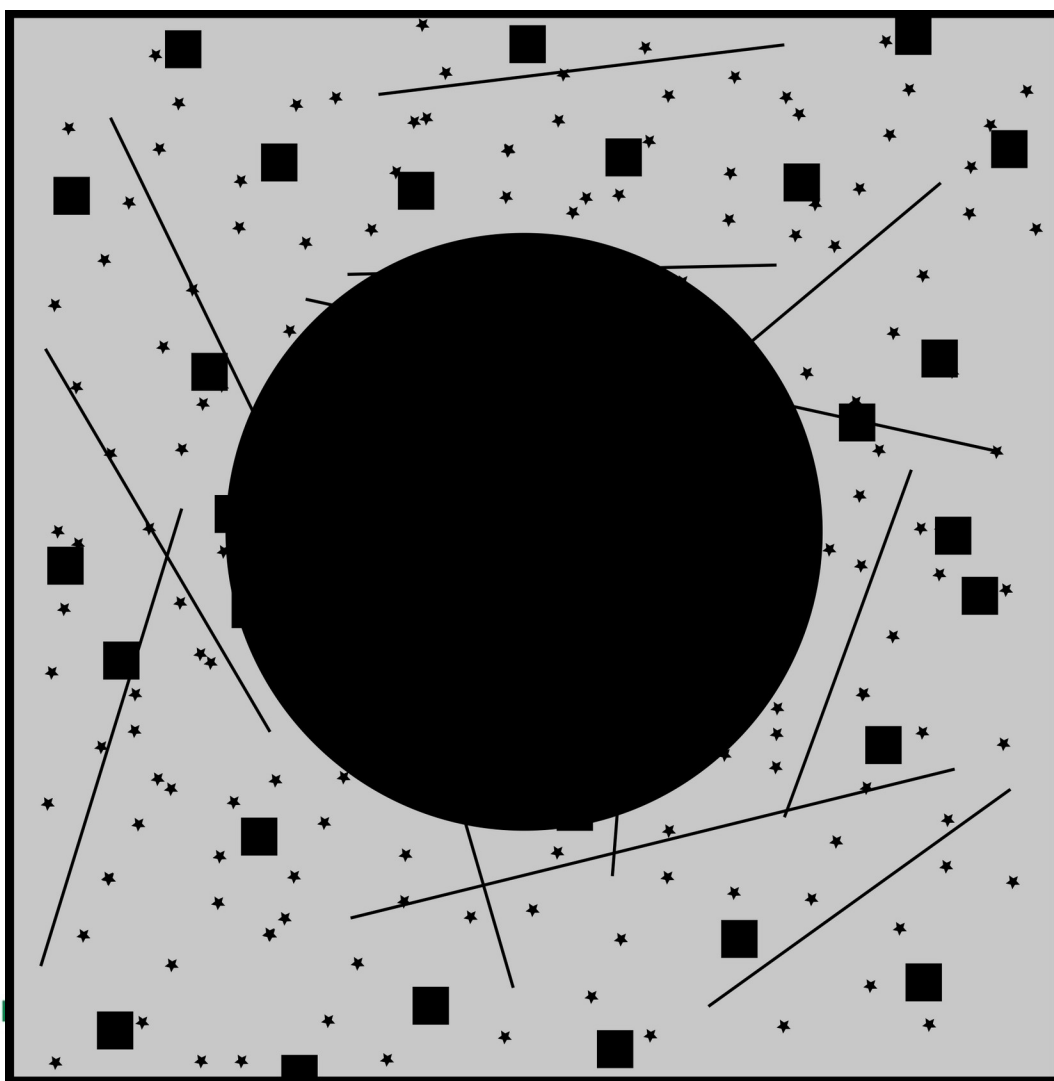
- V oblasti prekrytia budú vždy aspoň malé rozdiely
- Ten istý jav prečo ľavým okom vidíme trochu niečo iné ako pravým



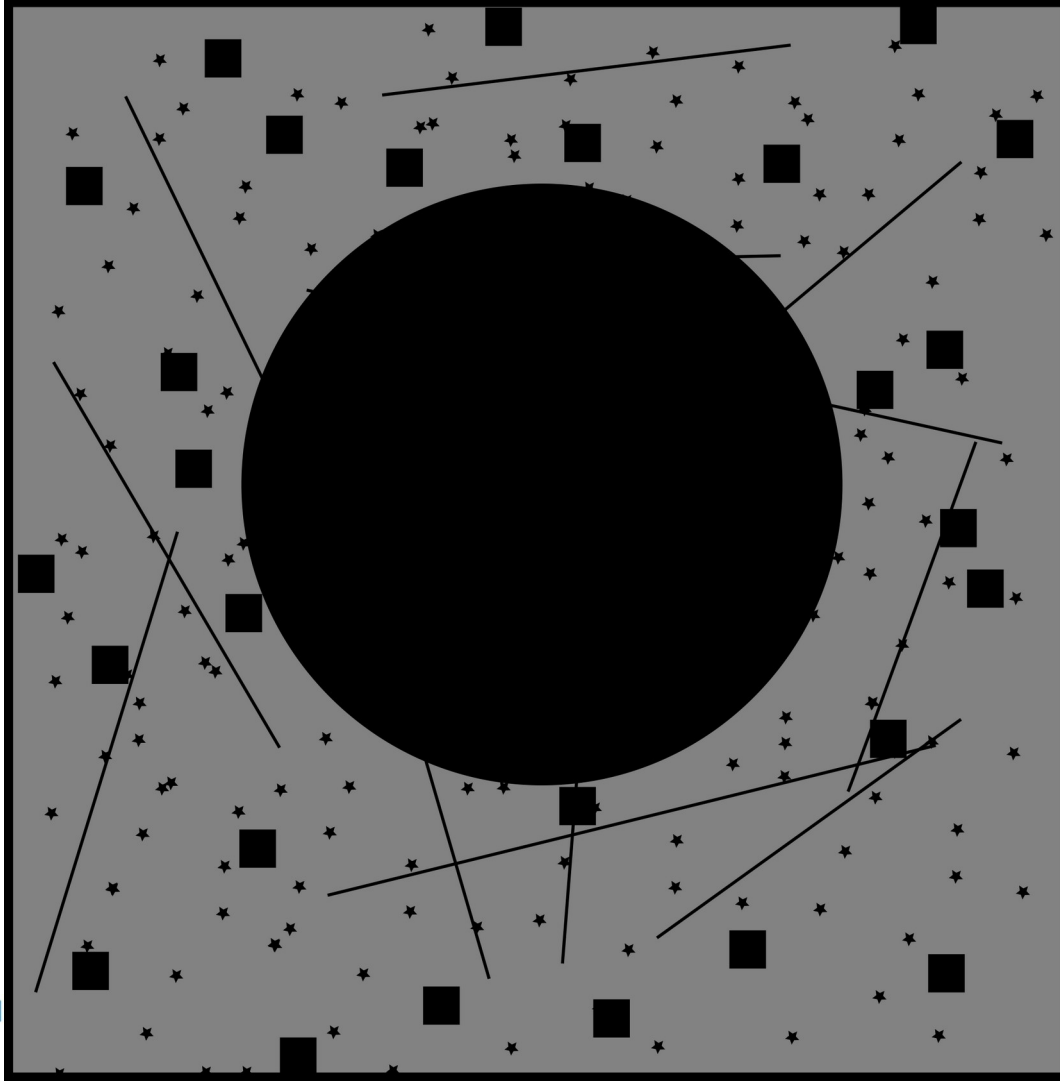
- Pri kombinácii chceme rozdiely zamaskovať
- Musí byť rýchlo vypočítateľné na GPU
- Jednoduchý lineárny prechod?
 - $\text{výsledok} = x * \text{ľavý} + (1 - x) * \text{pravý}$
- Ako zvolíme šírku prechodu?



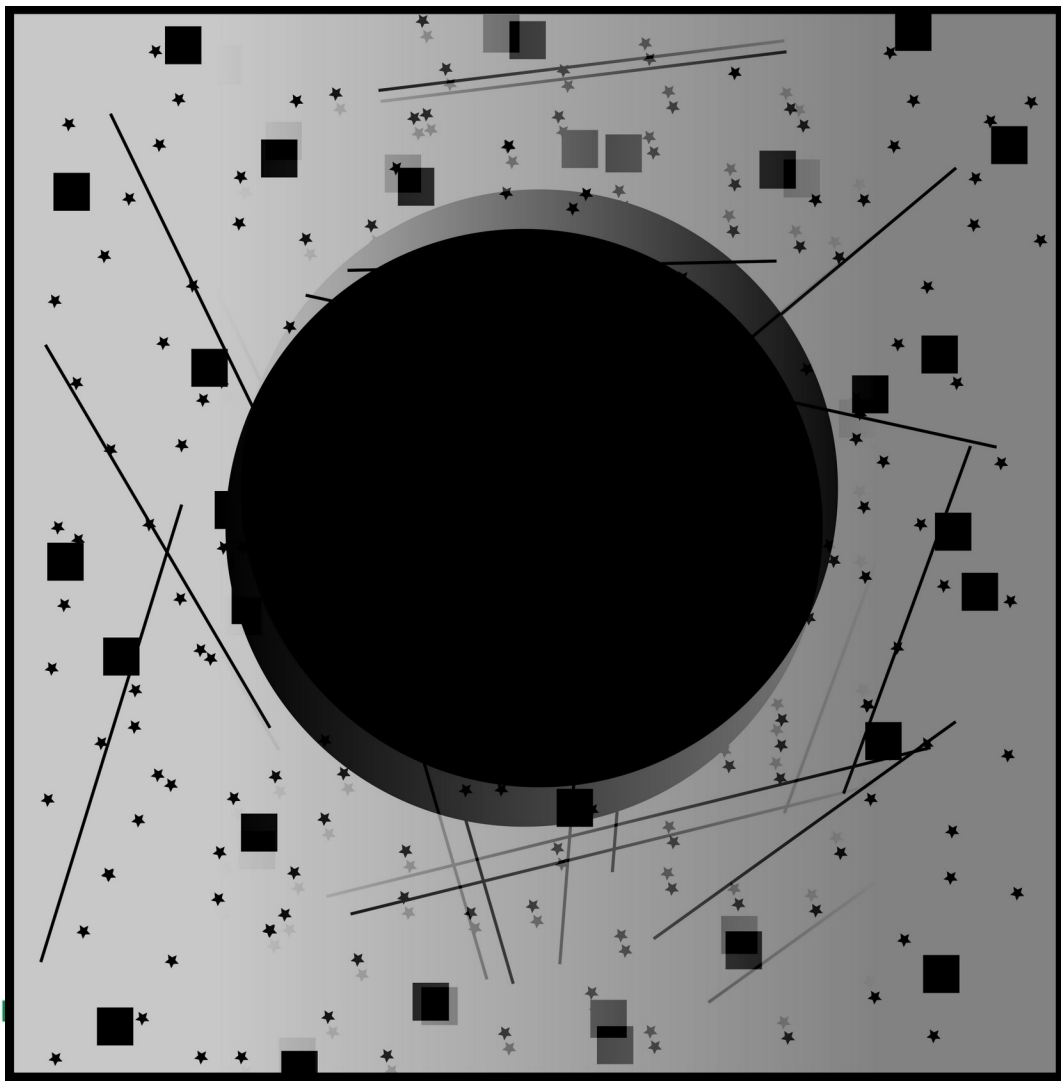
Ľavý obrázok



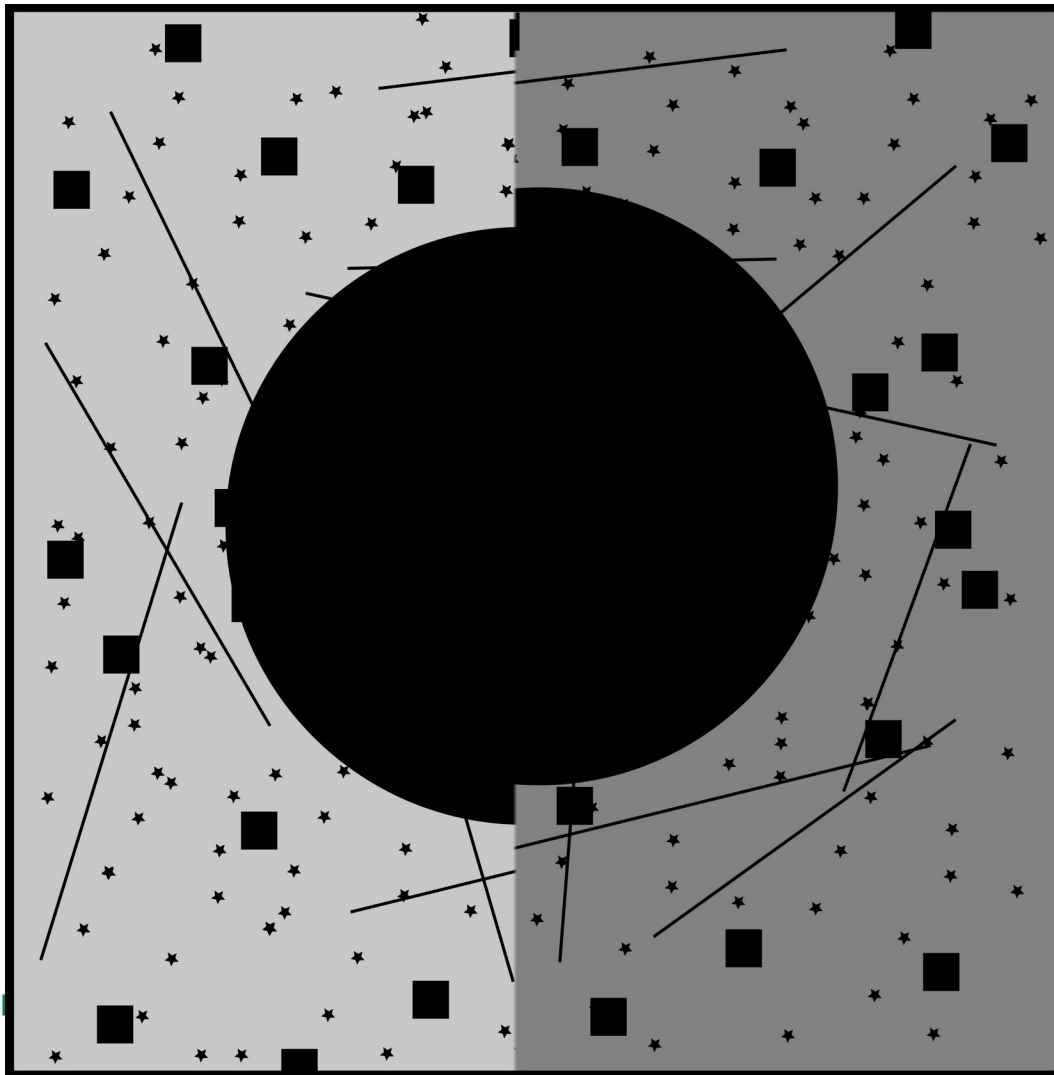
Pravý obrázok



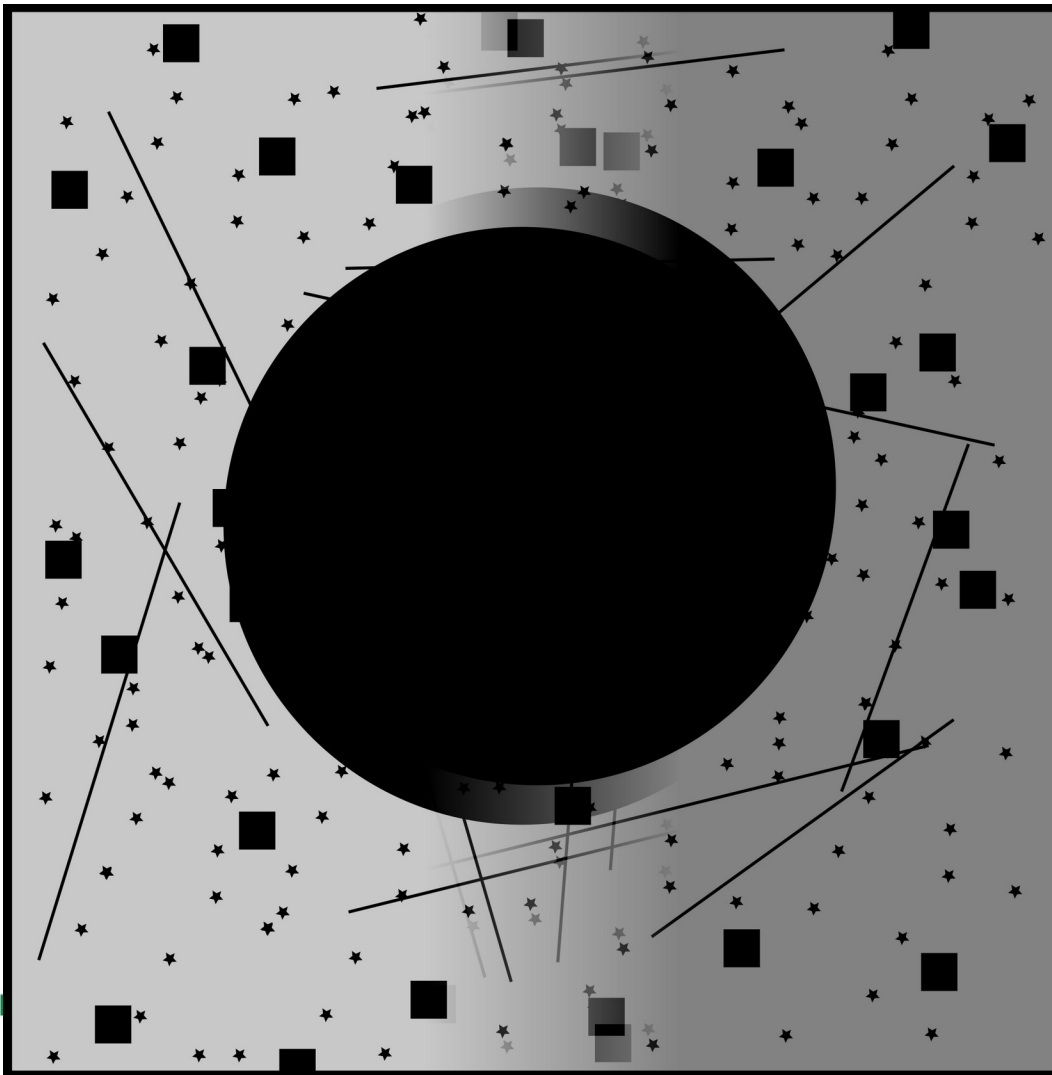
Veľká šírka



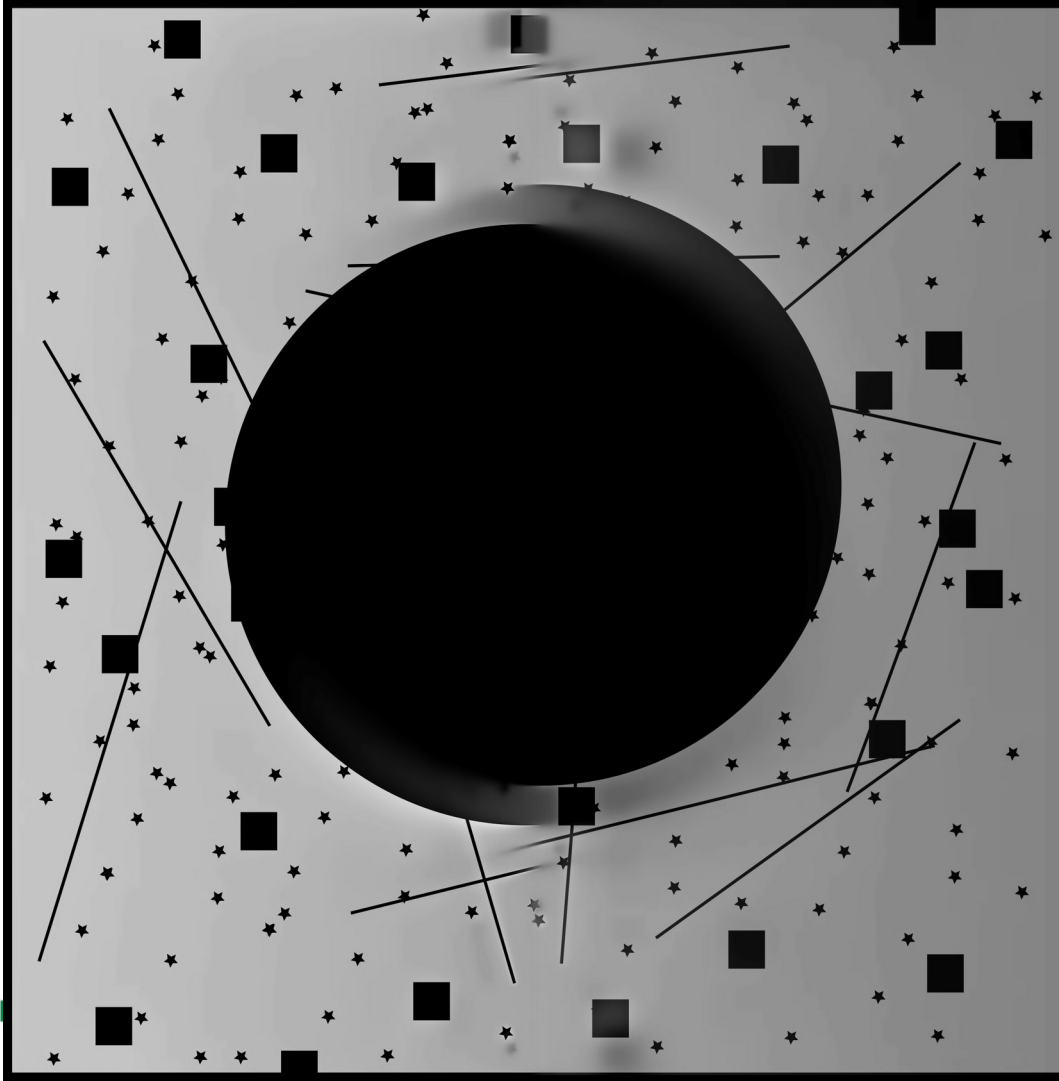
Malá šířka



Středná šířka



Multi-band blending



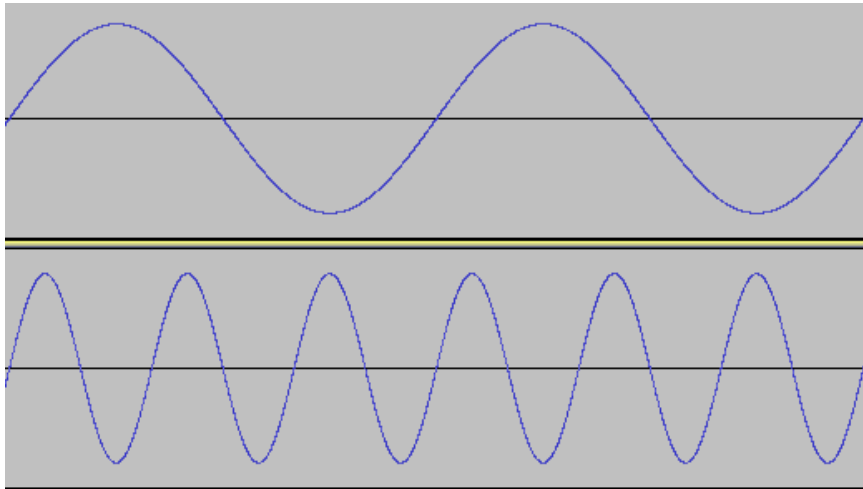
- Urobiť prechod pre veľké a malé objekty oddelene s rôznymi šírkami
- Malé objekty musia mať ostrejšie hrany
- Ostrejšie hrany = vyššia frekvencia



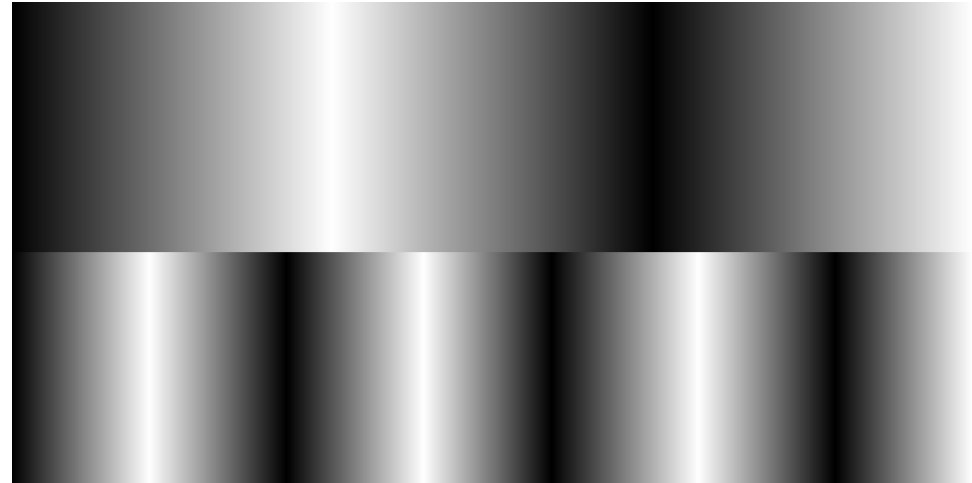
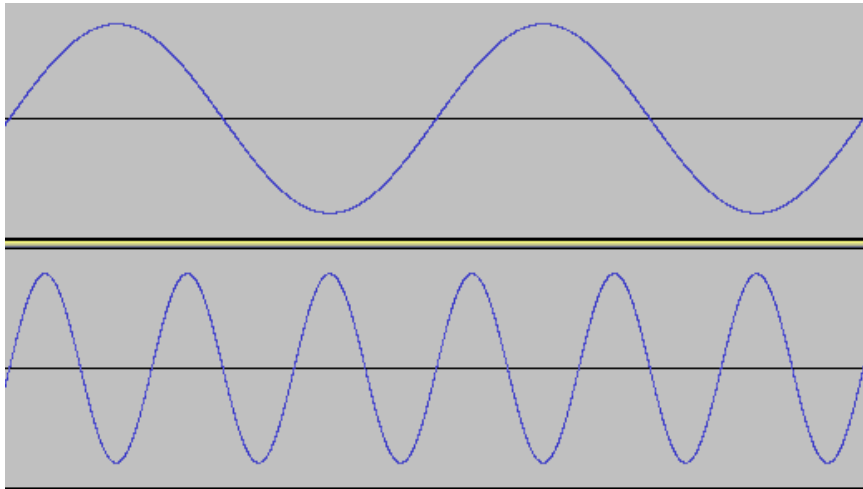
- Frekvencia = počet periodických opakovaní za nejakú jednotku



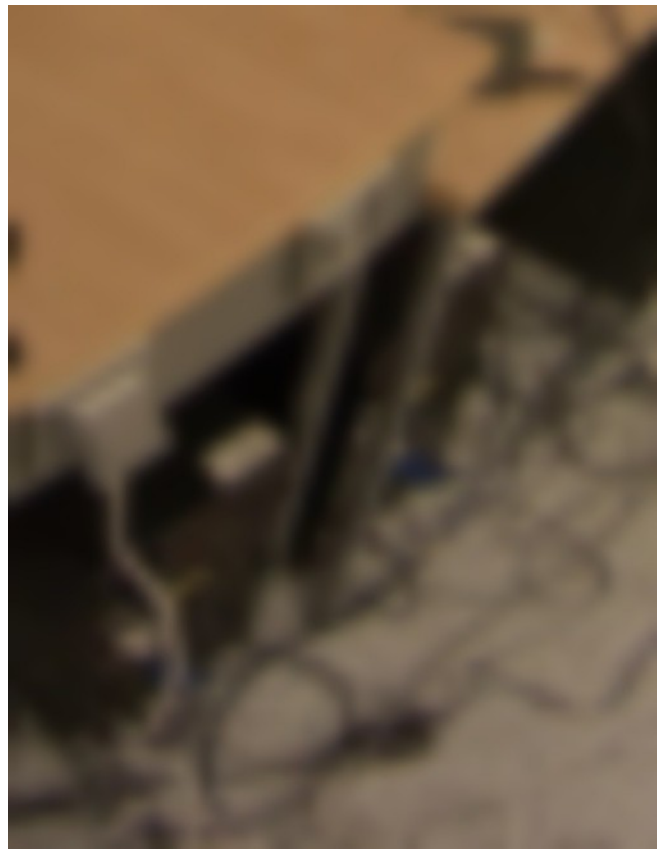
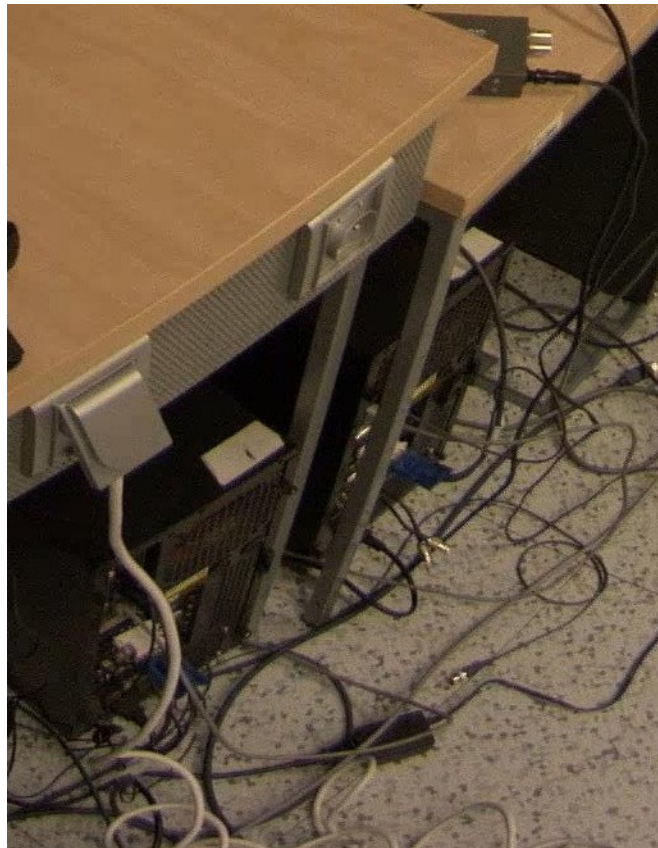
- Frekvencia = počet periodických opakovaní za nejakú jednotku
- Pri zvuku – opakovanie v čase



- Frekvencia = počet periodických opakovaní za nejakú jednotku
- Pri zvuku – opakovanie v čase
- Pri obraze – opakovanie v priestore



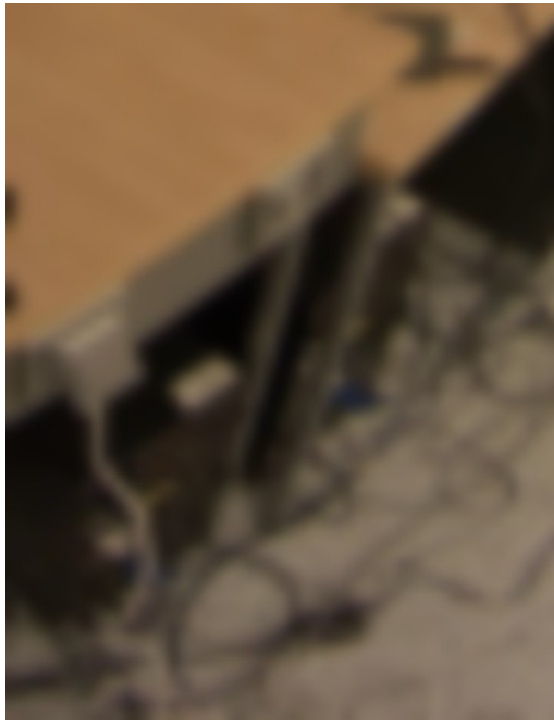
Multi-band blending



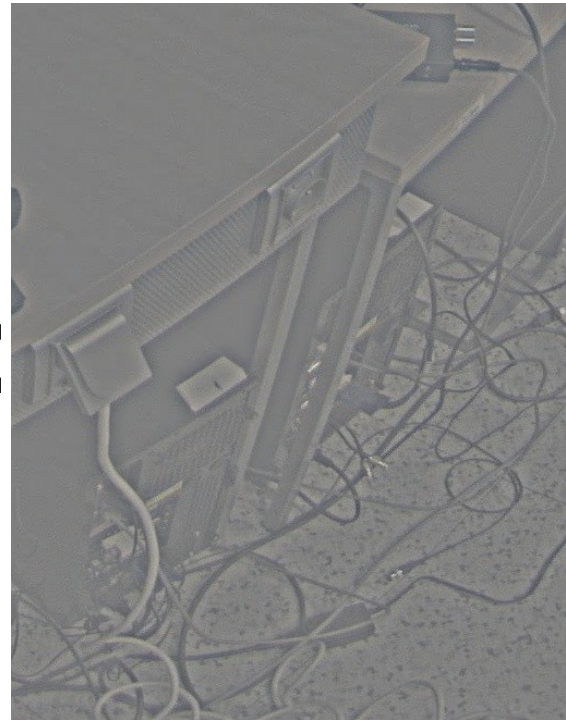
Multi-band blending



-



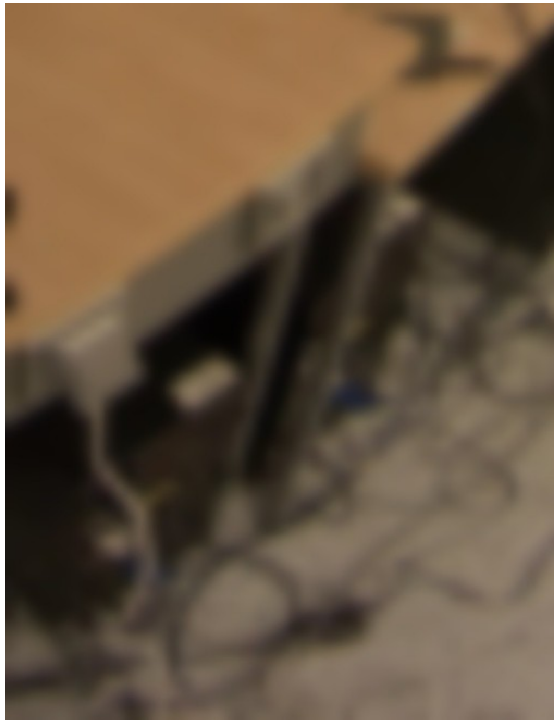
=



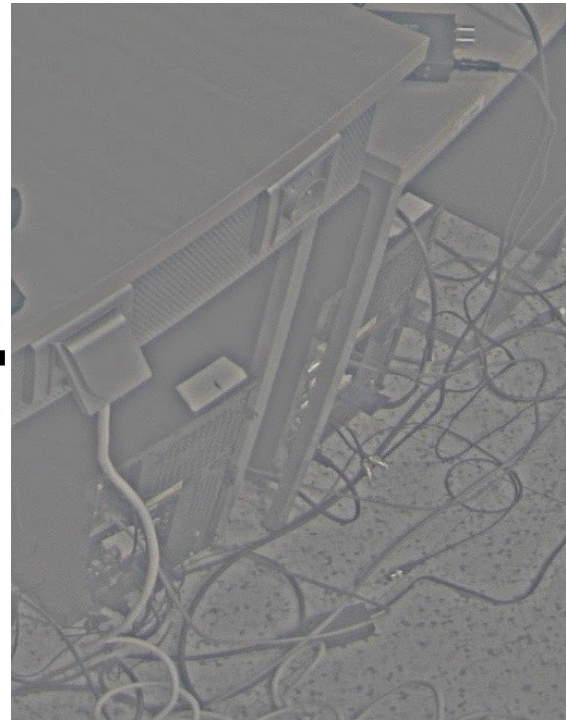
Multi-band blending



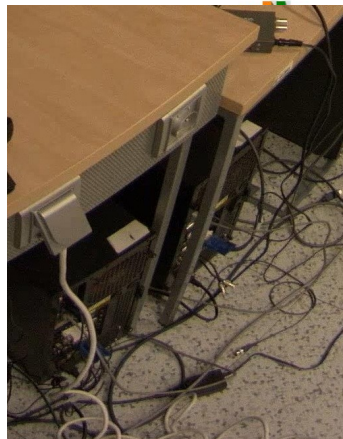
=



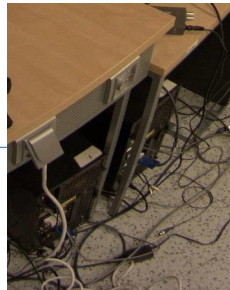
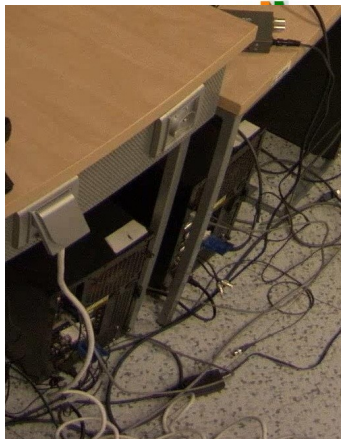
+



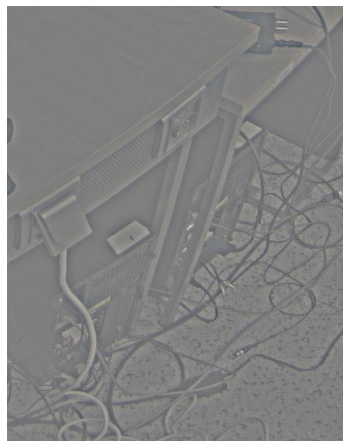
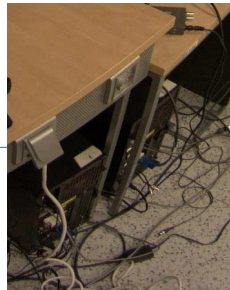
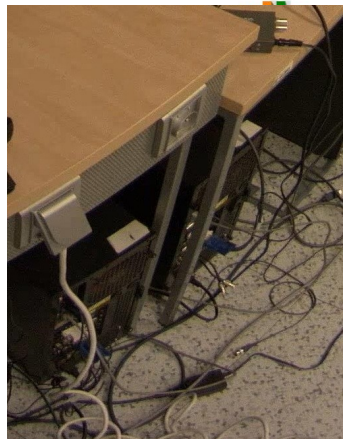
Laplacova pyramída



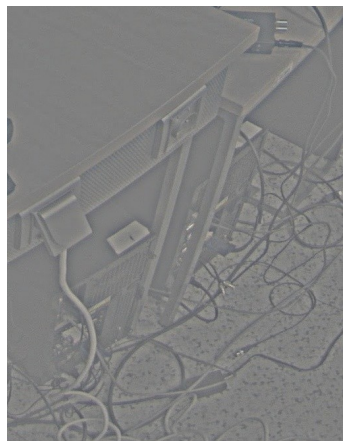
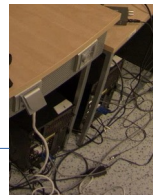
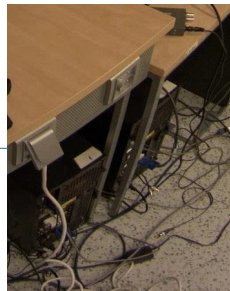
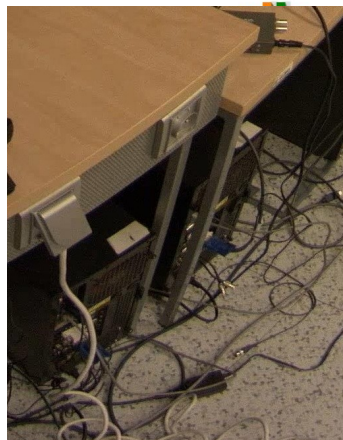
Laplacova pyramída



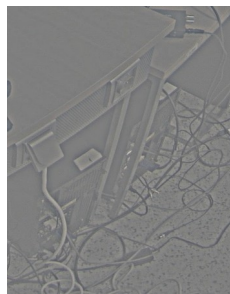
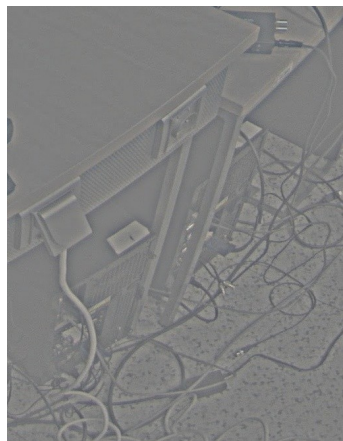
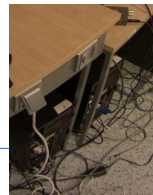
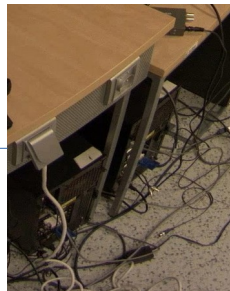
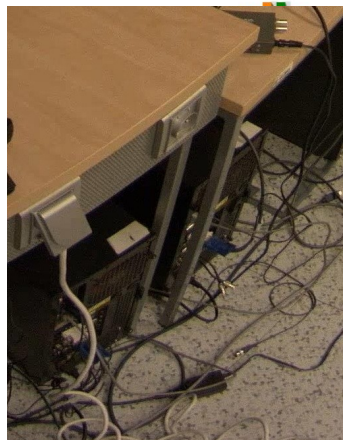
Laplacova pyramída



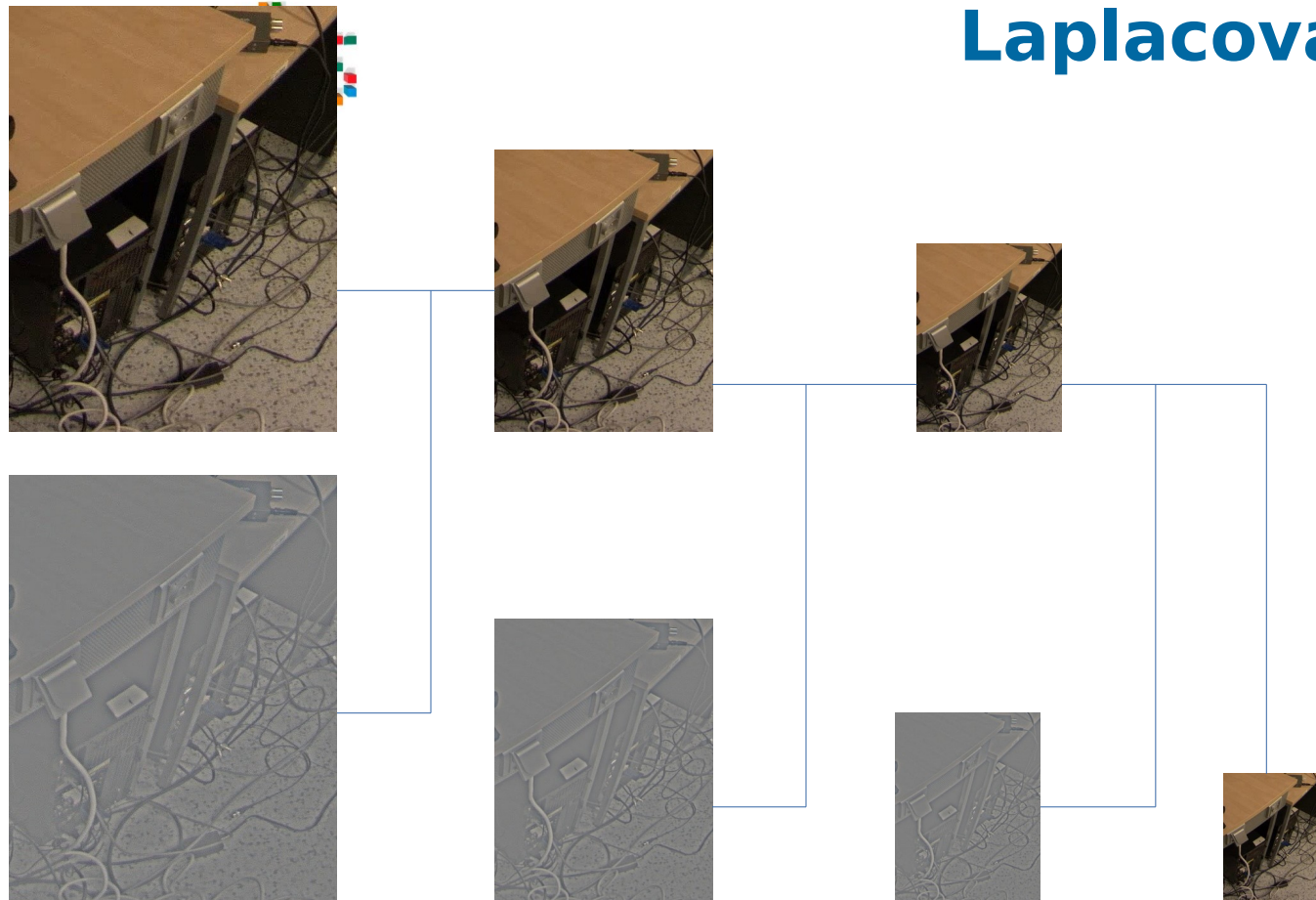
Laplacova pyramída

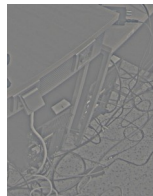
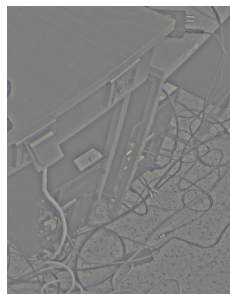
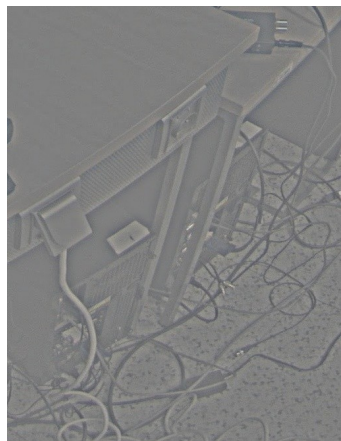


Laplacova pyramída

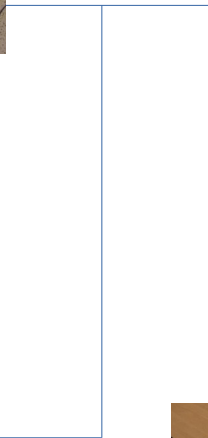
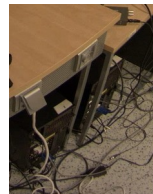
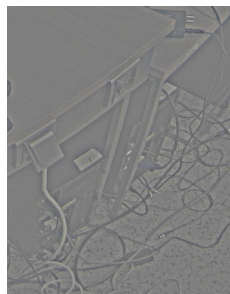
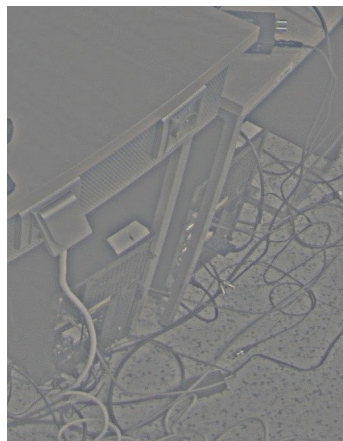


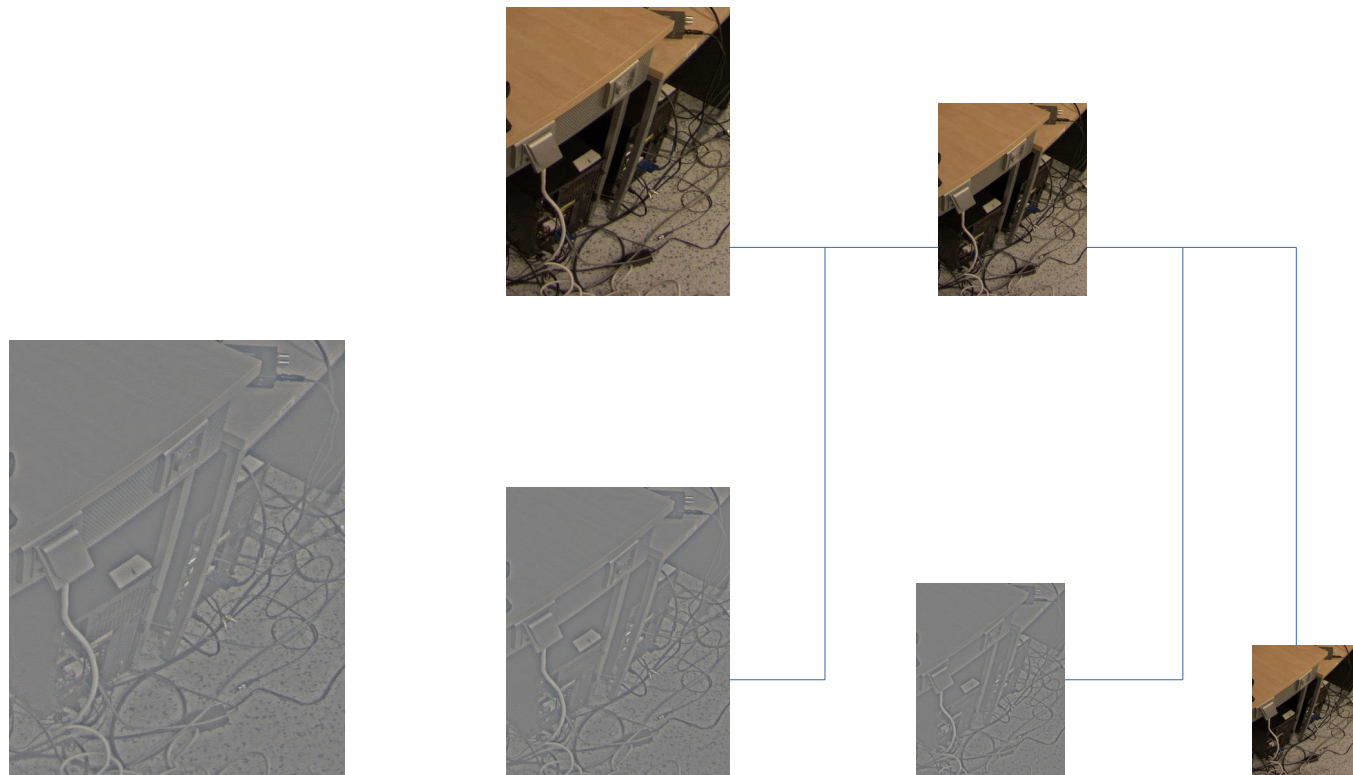
Laplacova pyramída



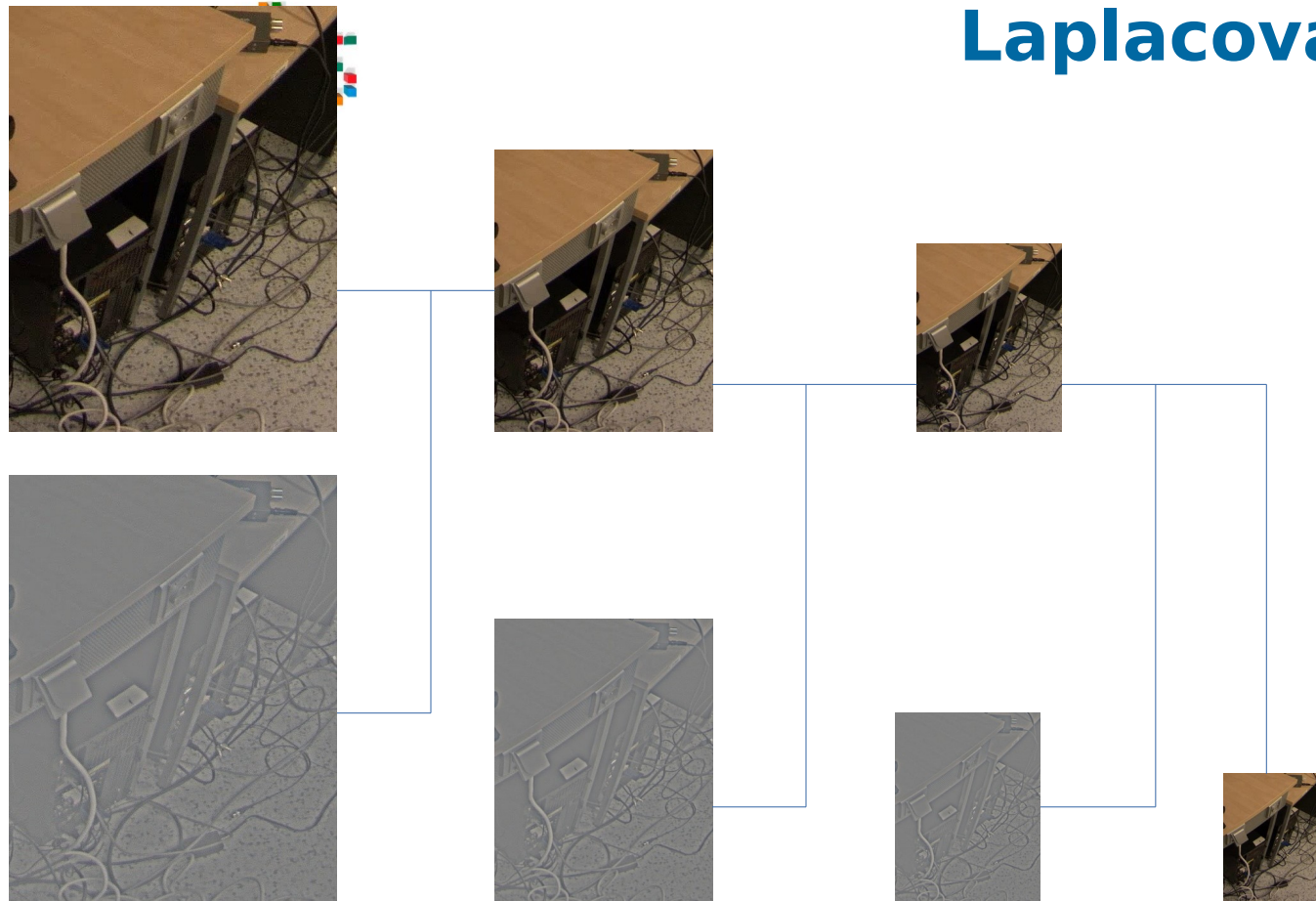


Laplacova pyramída





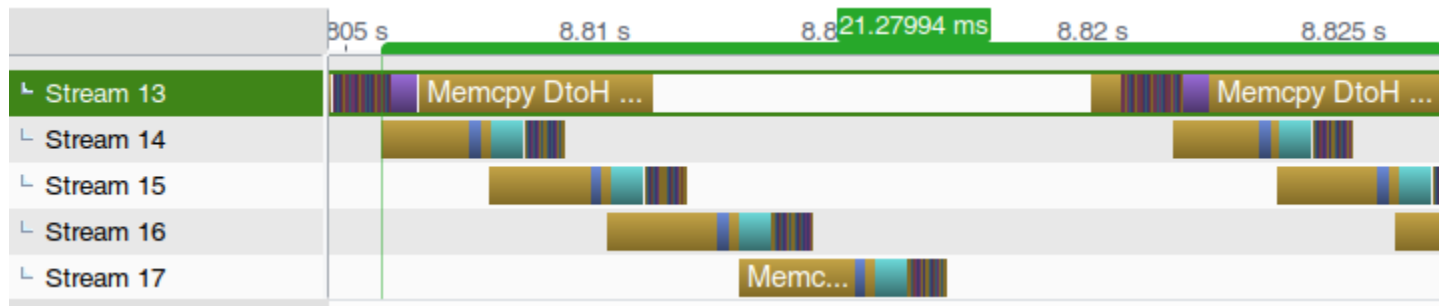
Laplacova pyramída



- Vypočítame Laplacove pyramídy pre oba snímky prekryvu
- Levely pyramíd miešame jednoduchým lineárnym prechodom
- Rekonštrukciou z pyramídy dostávame výsledok



- NVIDIA RTX 2070
- Vstup: 4 × 4K (3840×2160)
- Výstup: 8K (7680×3840)
- 66 snímkov za sekundu



- Prevod výseku 360° snímku do štandardnej projekcie
- Ekvirektangulárna projekcia – svetová mapa
- Techniky na vykresľovanie zemegule
- 3D model guľe
- textúra mapovaná podľa „zemepisnej“ šírky a dĺžky

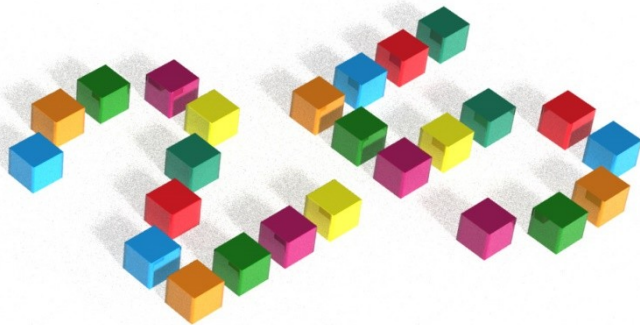


- OpenGL
- Tradične v okne, ovládanie – myš
- VR headset, ovládanie – pohyb hlavy



- Komunikácia s headsetom:
 - Čítanie rotácie
 - Posielanie vykreslených snímok
- Spočiatku každý výrobca mal svoje rozhranie
- OpenXR - Khronos





Ďakujem za pozornosť!



Živé prenosy 360° videa