

Speciální přenosy obrazu a zvuku

Miloš Liška

Laboratoř pokročilých síťových technologií FI MU

<liska@fi.muni.cz>



SITOLA



2015-04-27



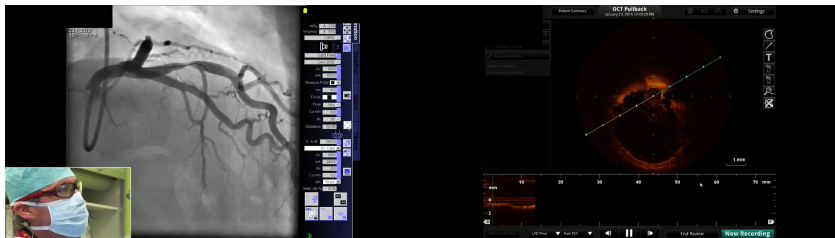
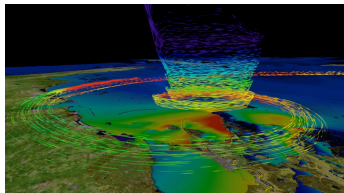
Speciální přenosy

- Přenosy obrazu s vysokým rozlišením (HD, 2K, 4K, 8K), vysoce kvalitním zvukem a velmi nízkým zpožděním
 - Detaily, imerze
 - Interaktivita, vzdáleně ovládané aplikace
 - Zachycení rychlých pohybů



Příklady použití

- Vědecké vizualizace
- Medicína
 - Kardiologie, chirurgie, endoskopie



Příklady použití

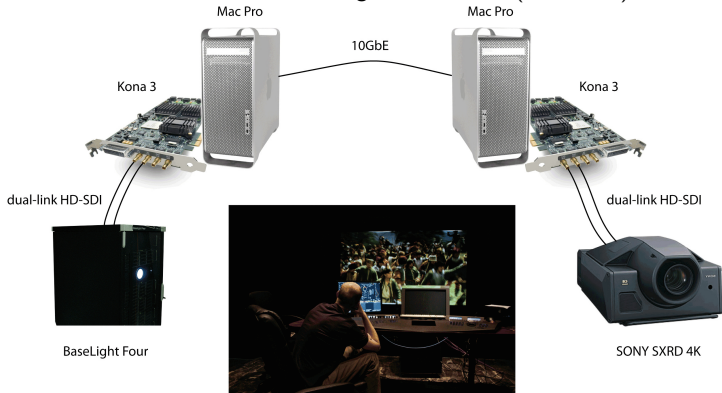
- Výuka
 - výuka na dálku s vysokým stupněm imerze



Příklady použití

- Televizní a filmový průmysl
 - vzdálená produkce a postprodukce
 - restaurování filmového materiálu

Vzdálená konzole BaseLight v CinePostu (Barrandov)



Příklady použití

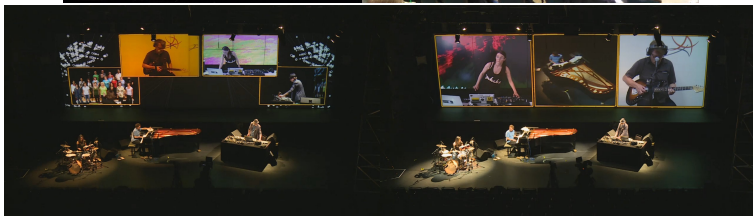
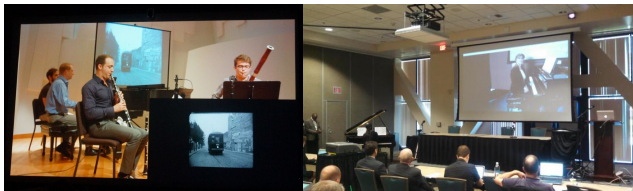
- Aplikace pro spolupráci na dálku
 - sdílení a kombinování různých druhů médií
- Vzdálené ovládání přístrojů
 - Telemikroskopie na University of Southern California
- Řada dalších aplikací

- Ale celé to není jen o velikosti obrazu a jeho rozlišení...



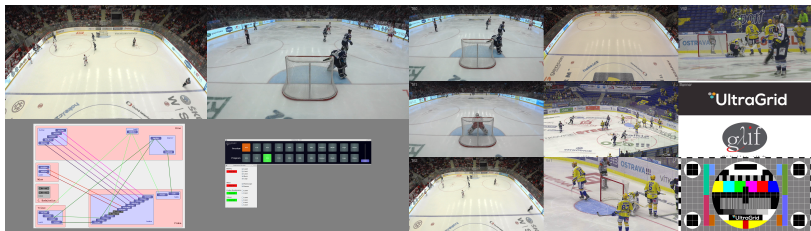
Příklady použití

- Umění
 - distribuovaná představení: hudba, tanec, divadlo



Příklady použití

- Aplikace s vysokou snímkovou frekvencí



- Aplikace s velkou barevnou hloubkou
 - např. 16 b na barevný kanál
 - aplikace ve filmovém průmyslu nebo v např. v patologii



Několik úvah, než se posuneme dál

- Co znamená vysoká kvalita přenosů na síti?
 - Datové toky pro nekomprimované video [Gb/s]

<i>Rozlišení</i>	<i>30fps, 8b</i>	<i>60fps, 10b</i>	<i>120fps, 16b</i>
HD - 1080p (1920×1080)	1.4	3.5	11.1
4K - 2160p (3840×2160)	5.6	13.9	44.5
8K - 4320p (7680×4320)	22.2	55.6	177.9

- Sub-sampling barevného prostoru
 - ◆ 4:2:2 = 2/3 datového toku
 - ◆ 4:1:1 or 4:2:0 - 1/2 datového toku



Několik úvah, než se posuneme dál

- Potřebujeme nekomprimované video?
 - Ve většině případů samozřejmě ne!
 - ◆ lidský zrak má omezené schopnosti
 - ◆ pro archivní účely lze použít bezztrátovou kompresi (ta ale poskytuje jen omezené kompresní poměry)
 - Nízkolatenní aplikace
 - ◆ cílem je minimalizovat end-to-end zpoždění při zachování kvality obrazu
 - ◆ dostatečná propustnost (de)komprese
 - ◆ typicky pouze intra-frame komprese (nebo inter-frame komprese s jednosměrnou predikcí)



Několik úvah, než se posuneme dál

- Co jsou interaktivní aplikace?
 - Streaming vs. interaktivní aplikace v reálném čase
 - Typická omezení jsou daná lidským vnímáním zpoždění
 - ◆ ITU-T G.115: 150 ms zpoždění jednosměrné audio komunikace přes telefonní linku
 - ◆ v případě některých aplikací lze tolerovat 400ms RTT (experimenty se vzdáleným ovládáním robotů na operačních)
 - ◆ jiné aplikace jsou mnohem citlivější, např. vzdálené, distribuované koncerty vyžadují <35ms
 - Otázky synchronizace obrazu a zvuku
 - ◆ většina lidí pozná desynchronizaci obrazu a zvuku o 100 ms a více (lip-sync)
 - ◆ hudebníci jsou mnohem citlivější



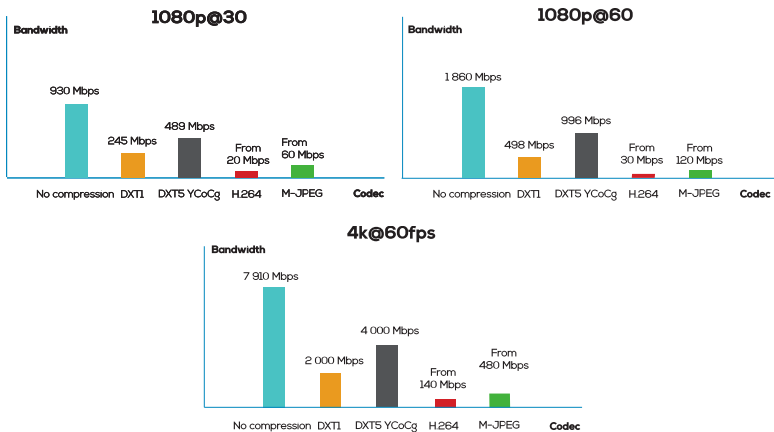
UltraGrid

- Technologie

- dostupná platforma pro vysoce kvalitní, interaktivní přenosy obrazu a zvuku vyvíjená i v laboratoři Sitola na FI MU
- švýcarský nůž pro vysoce kvalitní přenosy videa a audia
- postavená na běžně dostupném (herním) HW
 - ◆ podpora Linuxu, MacOS X a Windows
 - ◆ běžně dostupné karty pro zahytávání obrazu a zvuku
 - ◆ běžné grafické karty
 - ◆ 10GE síť je výhoda, ale určitě není nutná
- co nejnižší zpoždění na běžně dostupném HW
- open-source software, BSD (GPL) licence



Požadavky na šířku pásma



Výkon komprese

- Propustnost implementace kompresních mechanismů v UltraGridu (Intel[®] Core[™] i7-4960X CPU @ 3.6GHz (6 jader), NVIDIA GeForce GTX 960 GPU)

<i>Kompresce</i>	Nejvyšší dosažený výkon
RTDXT:DXT1	4K 60 fps
RTDXT:DXT5	4K 60 fps
GPU DXT	4K 60 fps
GPU JPEG:90	4K 120 fps nebo 8K 60 fps
H.264 (ffmpeg)	4K 30 fps
H.265 (ffmpeg)	4K 24 fps (skoro)
H.264 a H.265 (NVENC)	4K 60 fps



Zpoždění

- End-to-end zpoždění (od akvizice po přehrávání) v lokální síti
 - <150 ms pro interaktivitu: ITU-T doporučení G.114
- Video
 - závisí na HW pro akvizici/přehrávání (a kompresi): 1.75–5.5 snímku videa (58–183 ms)
 - např. cca 2 snímky:
 - ◆ BlackMagic Decklink HD Extreme → OpenGL na MacOS X
- Audio
 - embedded spolu s videem: synchronizované
 - nezávislý zdroj/přehrávání: 20 ms nebo méně
 - ◆ lze manuálně upravit, tak aby zpoždění audia odpovídalo zpoždění videa



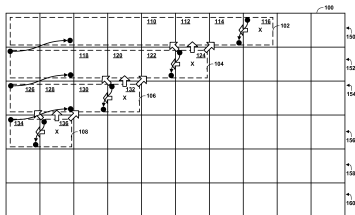
Paralelní GPU JPEG

- Paralelizace enkódování GPU JPEG přes více fyzických GPU
- 2x Nvidia Titan X, výkon 12.1 TFLOPS
- Nvidia M60, výkon až 9.6 TFLOPS
- Výkon GPU JPEG komprese
 - až 8K, 80 fps



H.265/HEVC

- nástupce H.264/AVC, libx265/ffmpeg
- vysoká míra paralelismu na CPU (Wavefront parallelism a frame parallelism)



- komprese více snímků naráz na úkor zpoždění
- 2 × Intel Xeon CPU E5-2660 v2 @ 2.20GHz
- 1080p – 60 fps nebo 4K – 24 fps



Nvidia NVENC SDK

- Akcelerace enkódování H.264/H.265 na GPU
- GPU Nvidia s jádry (Kepler) a Maxwell
- NVidia GTX 9xx – 2x 4K, 60 fps - uměle limitovaný výkon
- Bitrate handling



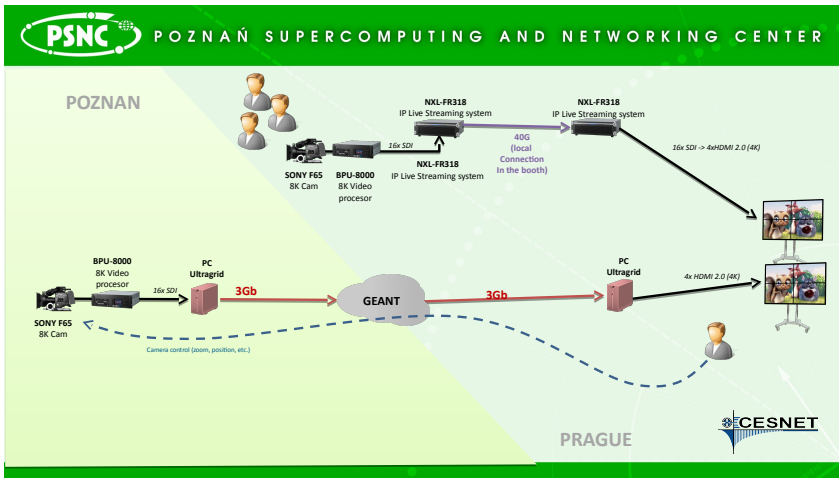
Live 8K přenosy

- 2012 - přenosy 8K videa z předem komprimovaných snímků čtených z diskového pole
- Aktuální výzva
 - 8K video, 60 fps, 8b, 4:2:2 subsampling = 29.66 Gbps
 - aktuální 12G-SDI rozhraní pro přenos videa – 12 Gbps
 - 24G-SDI ve vývoji – 24 Gbps
 - akvizice 8K obrazu z existující 8K kamery na komoditním HW
 - architektura PC a zejména PCI-E sběrnice



Streaming živého 8K obrazu

- Demo na TNC'16



Akvizice a odesílání videa

- 2x AJA CoVid88 (dohromady 16x 3G-SDI)
- Nvidia M60 accelerator (výkon >9 TFLOPS)
- Myricom Myri10GE

- Základní deska vs. fyzická konfigurace PCI-E slotů vs. fyzická velikost karet vs. požadavky karet na počet PCI-E lanes



Akvizice a odesílání videa



- Akvizice, zpracování a odesílání ve 4 4K, 60 fps dlaždicích
- Paralelní GPU JPEG komprese na Nvidida M60
- Výsledný datový tok cca 3 Gbps



Příjem a zobrazování videa

- Myricom Myri10GE
- 2x Nvida Titan X
- 4 komoditní 4K TV

- Zobrazování 2x4K 60 fps přes OpenGL spotřebuje >50% výkonu GPU



Nekomprimované 4K video/komprimované 8K video

- Nekomprimované 4K, 60 fps video – téměř 8 Gbps
- Komprimované 8K, 60 fps video – cca 3 Gbps
- vs. komoditní 10GE síťové karty

- Návrat k myšlence paketového zrcadla přímo v síti
- Na komoditním HW 1x 10GE NIC = 1 - 2 streamy

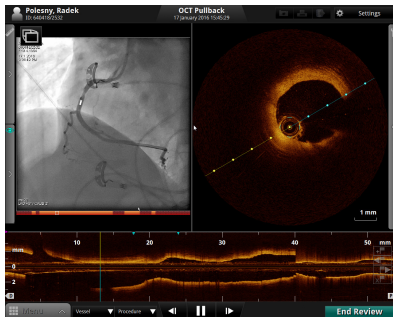
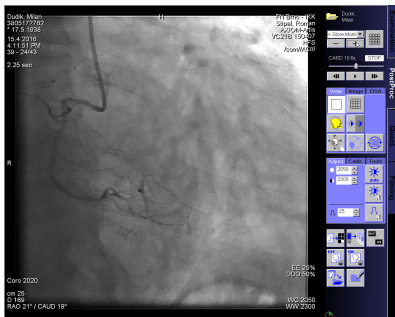


Zrcadlo na COMBO-100G2 kartě

- Spolupráce s oddělením 707 na CESNETu/VUT (Viktor Puš et. al.)
- PCI-E 3.0 16x, FPGA Virtex-7 H580T, 2x 100GE
- Bez transkódování kompletně v režii FPGA, transkódování v SW (přes SZE2, DPDK, PCAP)
- Již hotové IP cores, které se jinak používají pro monitoring provozu



Příště... Automatická anonymizace modalit



Děkuji za pozornost!

`<milos.liska@cesnet.cz>`

`<ultragrid-dev@cesnet.cz>`

`http://www.sitola.cz/`

`http://www.ultragrid.cz/`

