

Negrafické výpočty na GPU v prostředí OpenGL

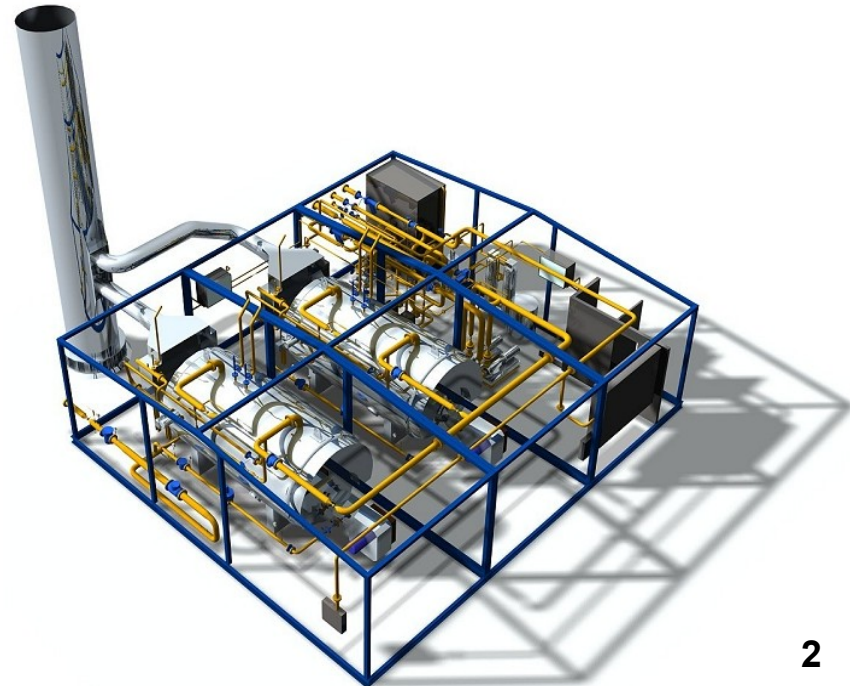
Autor: RNDr. Michal Červeňanský
Školitel: Prof. Ing. Miloš Šrámek, PhD.

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, UK
Odbor: Informatika

16.9.2010

Motivácia

- Grafické karty
 - vysoký výkon
 - veľká dostupnosť
- Využitie
 - počítačové hry
 - priemysel, medicína, ...

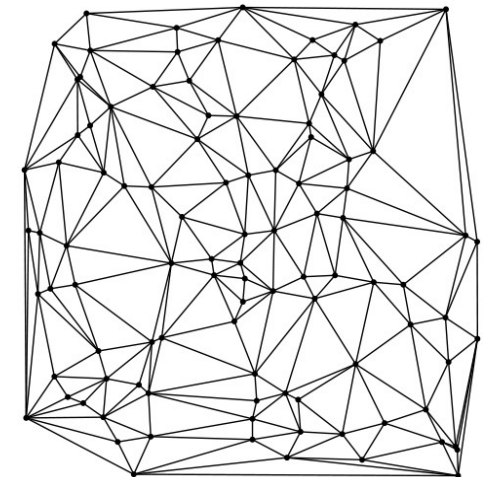


Motivácia (2)

- Grafické karty → GPU (Graphics Processing Unit)
 - funkcionality
 - programovateľnosť
 - OpenGL / DirectX
- GPGPU (General-Purpose Computation on GPU)
 - CUDA, ATI Stream – GPU
 - OpenCL - „multi-systémy“
 - kódovanie videa, PhysX, ...

Obsah

- Prúdové spracovanie objemových dát
- Paralelné dátovo závislé triangulácie a rekonštrukcia obrazu



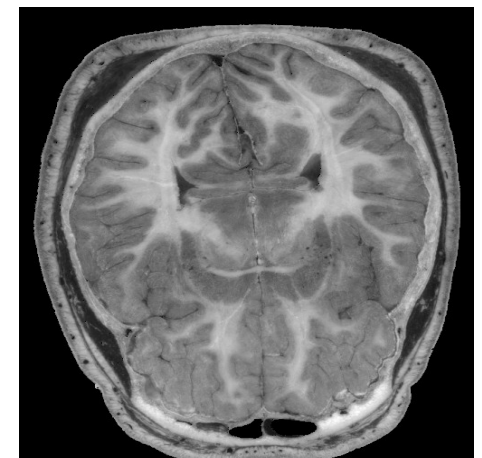
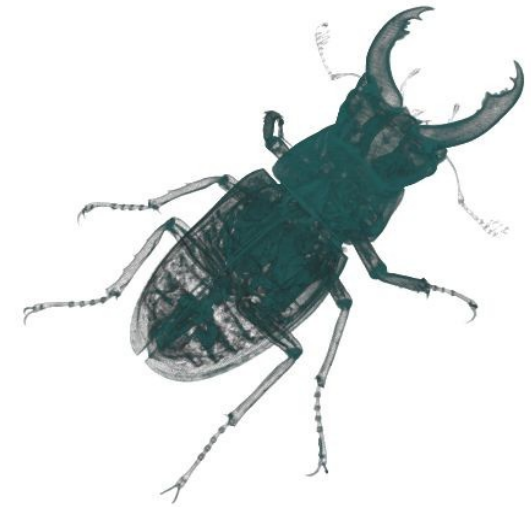
Prúdové spracovanie objemových dát

- Úvod
- Prúdová architektúra
- Využitá GPU funkcionality
- Konkrétne algoritmy
- Výsledky
- Zhrnutie

Úvod

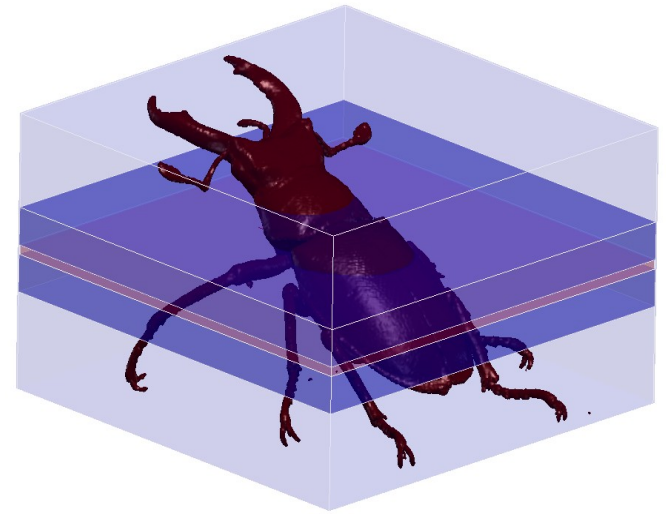
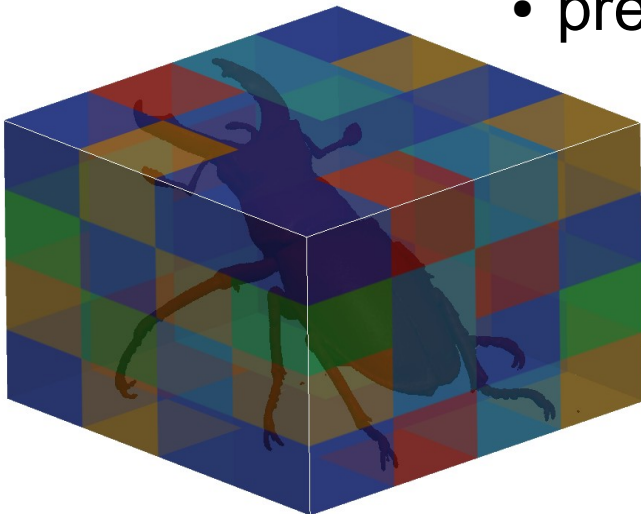
- Objemové zobrazovanie + GPU
 - významná výskumná oblasť

[Parulek 09] [Červeňanský 04]
- Spracovanie dát + GPU
 - málo rozšírené
- Objemové dáta (medicína)
 - veľké rozmery (GB)
 - časové snímky (desiatky GB)



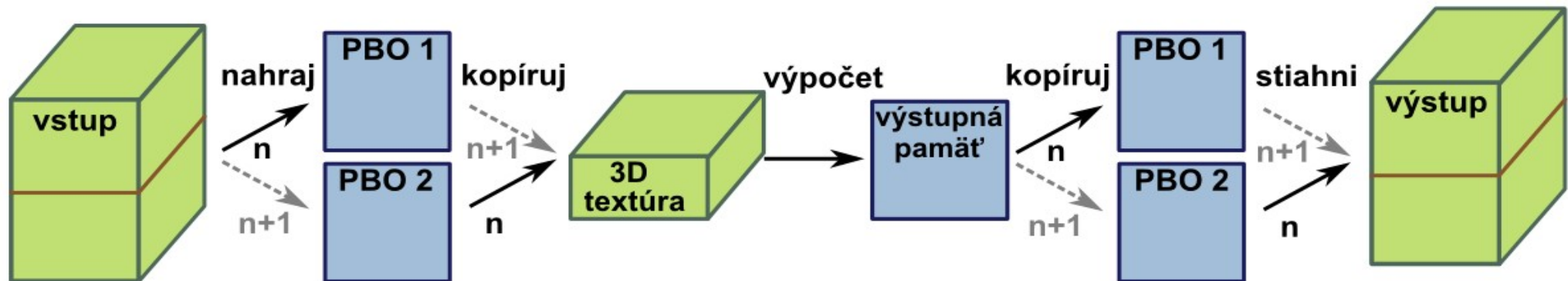
Prúdová architektúra

- Prúdové spracovanie → po častiach
 - bloky
 - náhodný prístup → rendering
 - prekryv → neefektívne
 - rezy
 - sekvenčný prístup → spracovanie
 - prekryv → automaticky



Využitá GPU funkcionality

- Asynchrónny prenos dát
 - spracovanie + načítavanie + ukladanie dát
- Spracovanie viacerých rezov súčasne
 - vektorové inštrukcie
 - počet rezov 1/4/8/16
- Balenie voxelov
 - RGBA textúry
 - vektorové inštrukcie



Konkrétne algoritmy

- Konvolúcia
 - separovateľná / neseparovateľná
 - všeobecný rozmer jadra
- Detekcia tubulárnych štruktúr
 - Frangi et al. Multiscale vessel enhancement filtering

Výsledky – porovnanie GPU techník

- Balík f3d (knižnica f3dfilter) [Šrámek 04]
- Najvýhodnejšie – 4 rezy, balenie voxelov

neseparovateľná konvolúcia

čas (s)		rozmer konvolučného jadra				
		3^3	5^3	9^3	15^3	31^3
rozmer objem. dát	128^3	0,100	0,150	0,250	0,560	3,480
	256^3	0,220	0,360	1,060	2,770	17,770
	512^3	1,030	1,970	7,460	21,170	142,620

balenie + 4 rezy

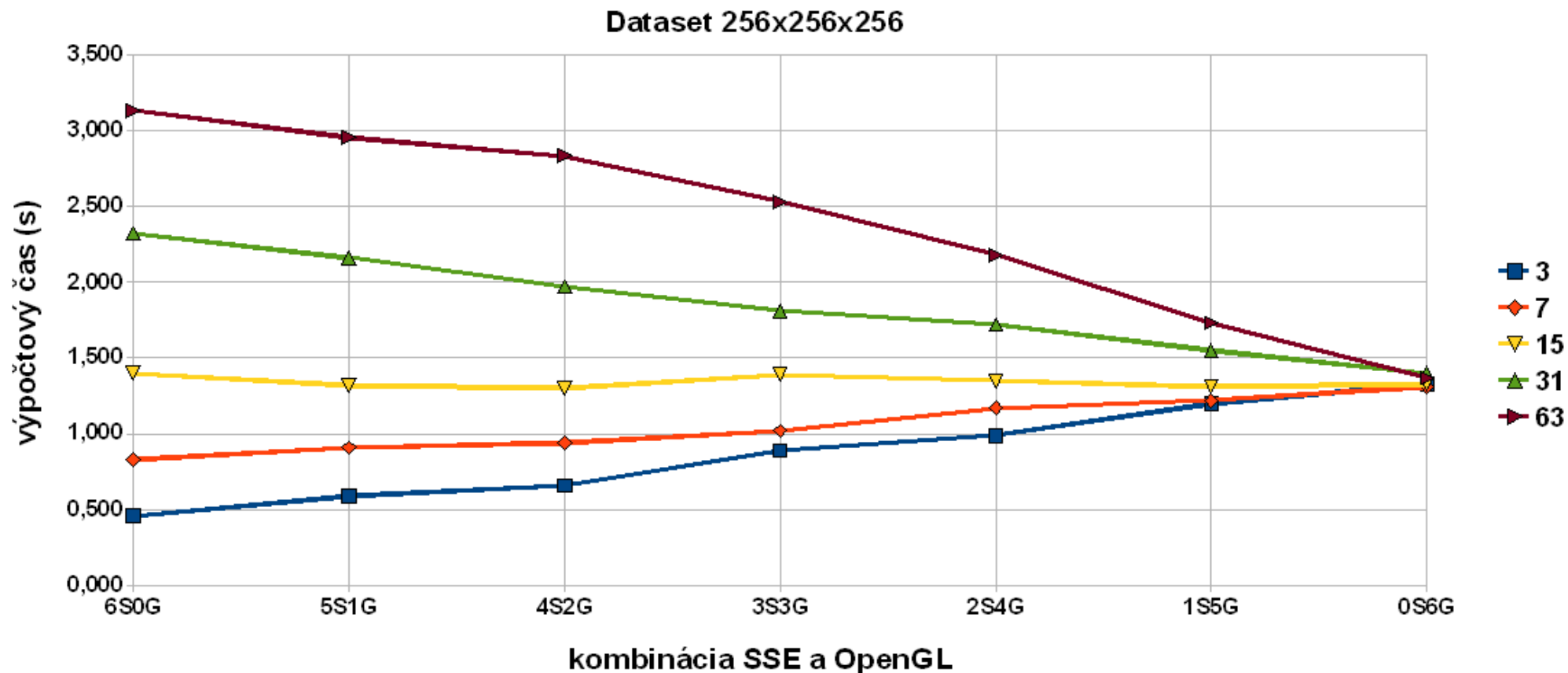
balenie + 1 rez

bez balenia + 1 rez

Výsledky – porovnanie HW riešení

- HW verzie algoritmov v f3d
 - CPU, SSE, CUDA, OpenGL
- Výkonové porovnanie (HW / OpenGL)
 - neseparovateľná konvolúcia
 - 8x (SSE), 275x (CPU)
 - separovateľná konvolúcia
 - 3x (SSE), 20x (CPU), 0.9x(CUDA)

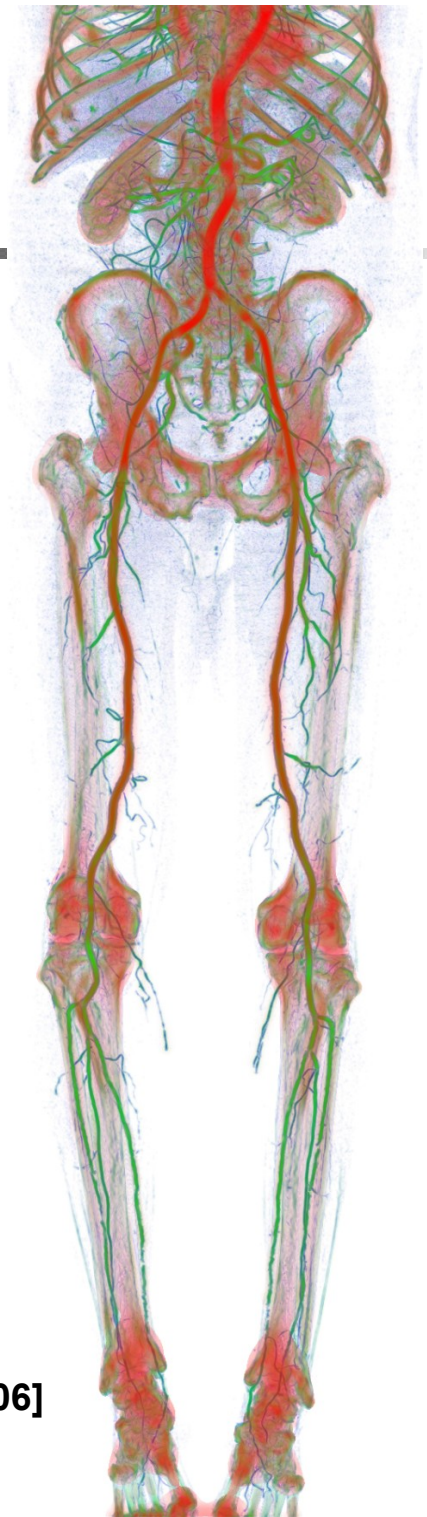
Výsledky – využitie SSE a OpenGL



- Paralelné spracovanie – 1.5x urýchlenie s GPU
 - 10x gauss (9,...,177 pixelov) + tubulárne štruktúry

Zhrnutie

- Prúdová architektúra
- Všeobecné techniky
- Konkrétne algoritmy
- CPU + GPU
- GPU urýchlenie
- Vhodné pre náročné výpočty
 - inicializácia
 - transfer dát



[Červeňanský 06]
[Straka 04]

Paralelné dátovo závislé triangulácie a rekonštrukcia obrazu

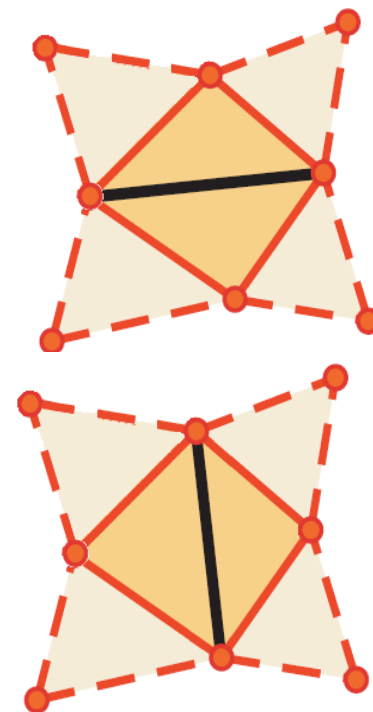
- Dátovo závislé triangulácie
- Paralelný algoritmus
- Vylepšenia
- Kombinačná technika
- Výsledky
- Zhrnutie

Dátovo závislé triangulácie

- Dátovo závislé triangulácie (DDT – data dependent tr.)
 - všeobecná úloha
 - rekonštrukcia obrazu (konvolučné techniky)
 - vektorová reprezentácia
 - výpočtový čas (CPU)
 - C^0 spojitá (viditeľné trojuholníky – 10x)
 - absencia paralelného riešenia

Dátovo závislé triangulácie (2)

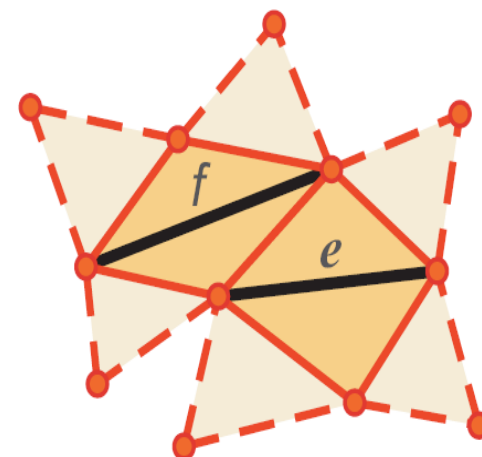
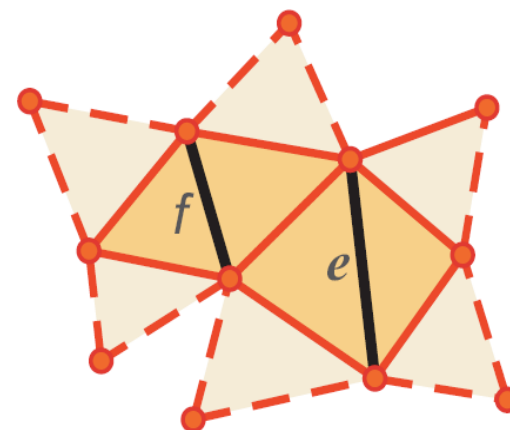
- Pozície vrcholov + dátová zložka
 - Preklopenie hrany
 - Lokálna optimalita hrany
 - Cenová funkcia
-
- Lawsonova metóda
 - univerzálna
 - Delaunayova / lokálne optimálne triangulácie (DDT)
 - optimalizácie (look-ahead, nedeterministické, ...)



Paralelný algoritmus

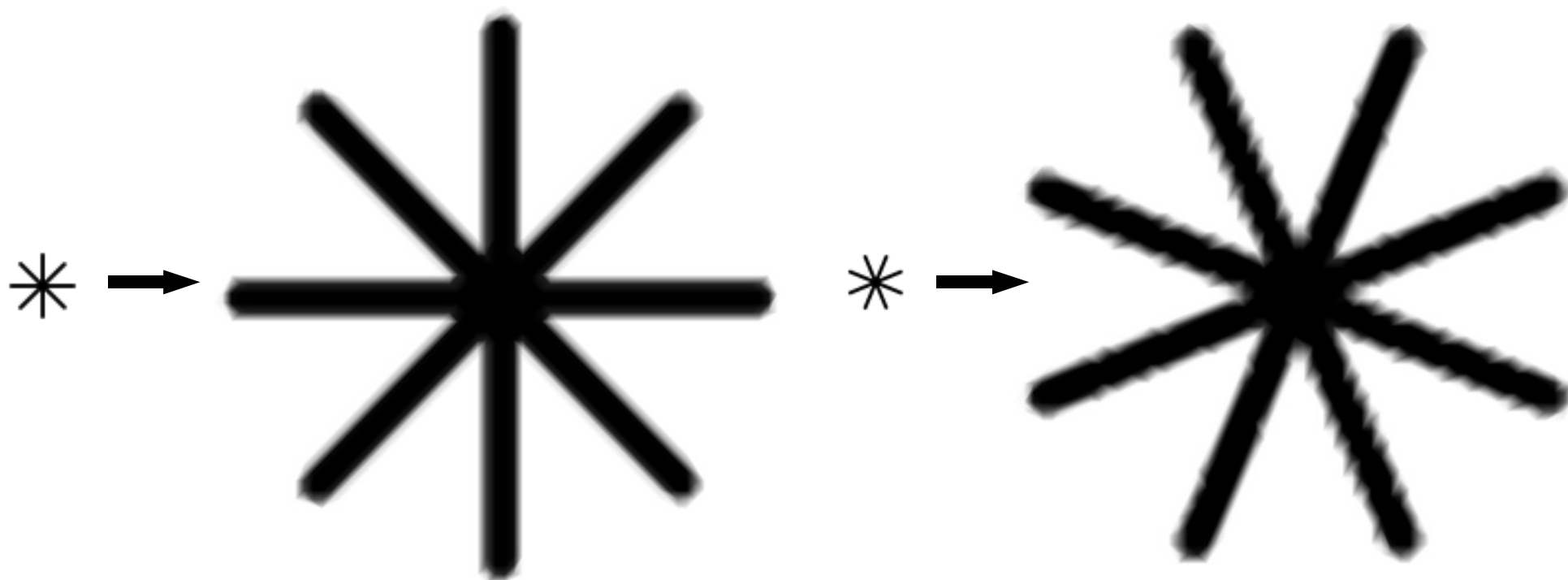
[Červeňanský 10]

- Iniciálna triangulácia
- Iteratívny proces
 - vytváranie kandidátov
 - Lokálne neoptimálne hrany
 - akceptovanie a zamietanie kandidátov
 - riešenie kolízií
 - iteratívny proces
 - výber na základe ID hrany
 - preklápanie hrán
- Výsledok → zobrazit'/uložiť



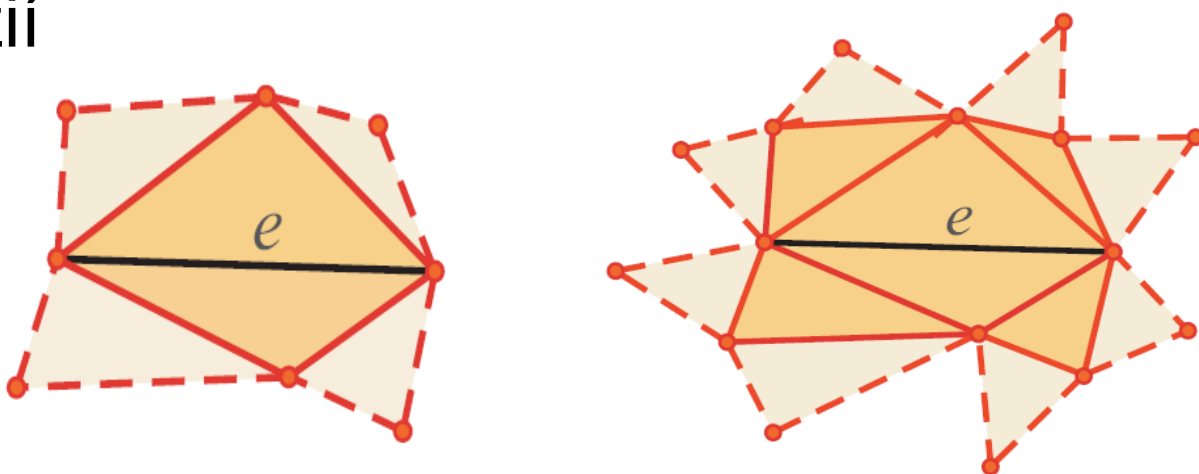
Vylepšenia

- Zväčšovanie obrazu (artefakty)
 - špecifické oblasti ($22,5^\circ$)
 - rovnomerná distribúcia



Vylepšenia (2)

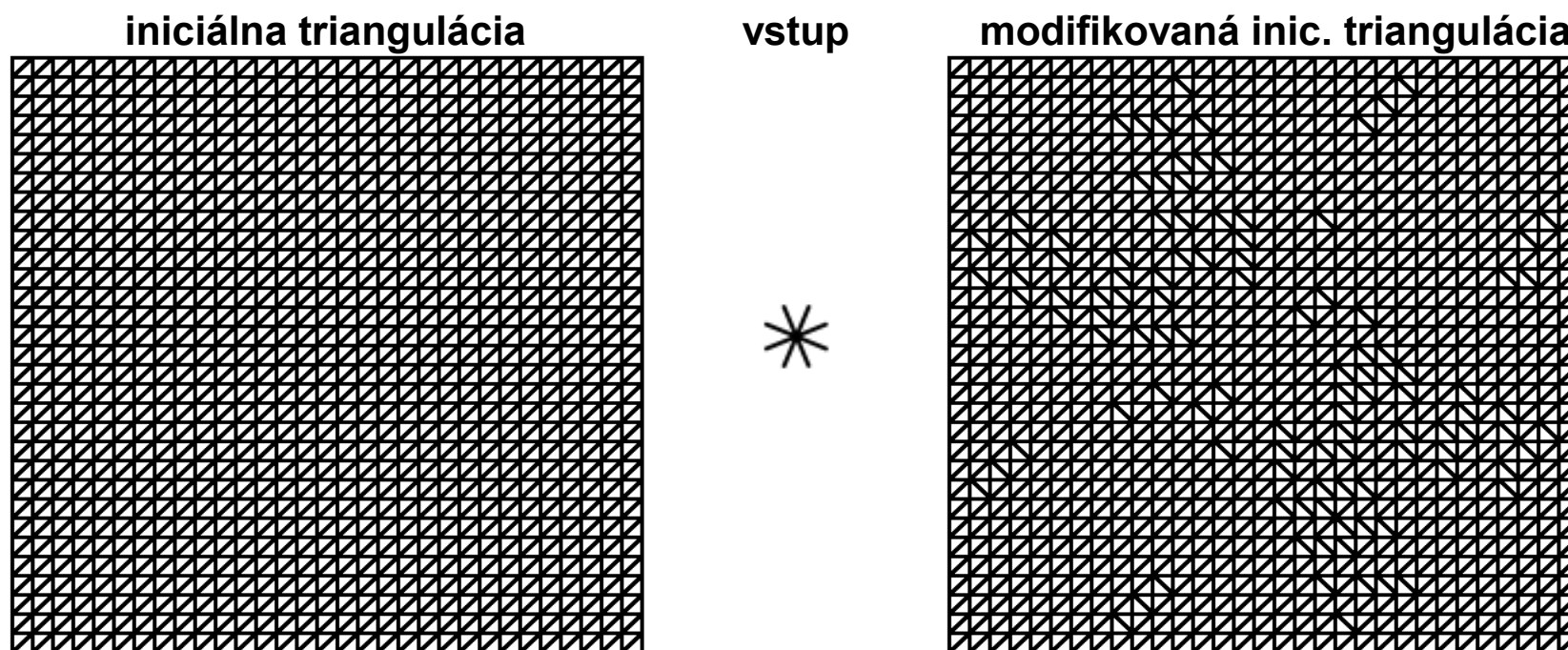
- Expanzia ROI $\rightarrow$ ROI tretieho stupňa (16)
 - riešenie kolízií



- Maximalizácia prírastku
 - prírastok (cena pred prekl. – cena po prekl.)
 - riešenie kolízií (prírastok / ID)

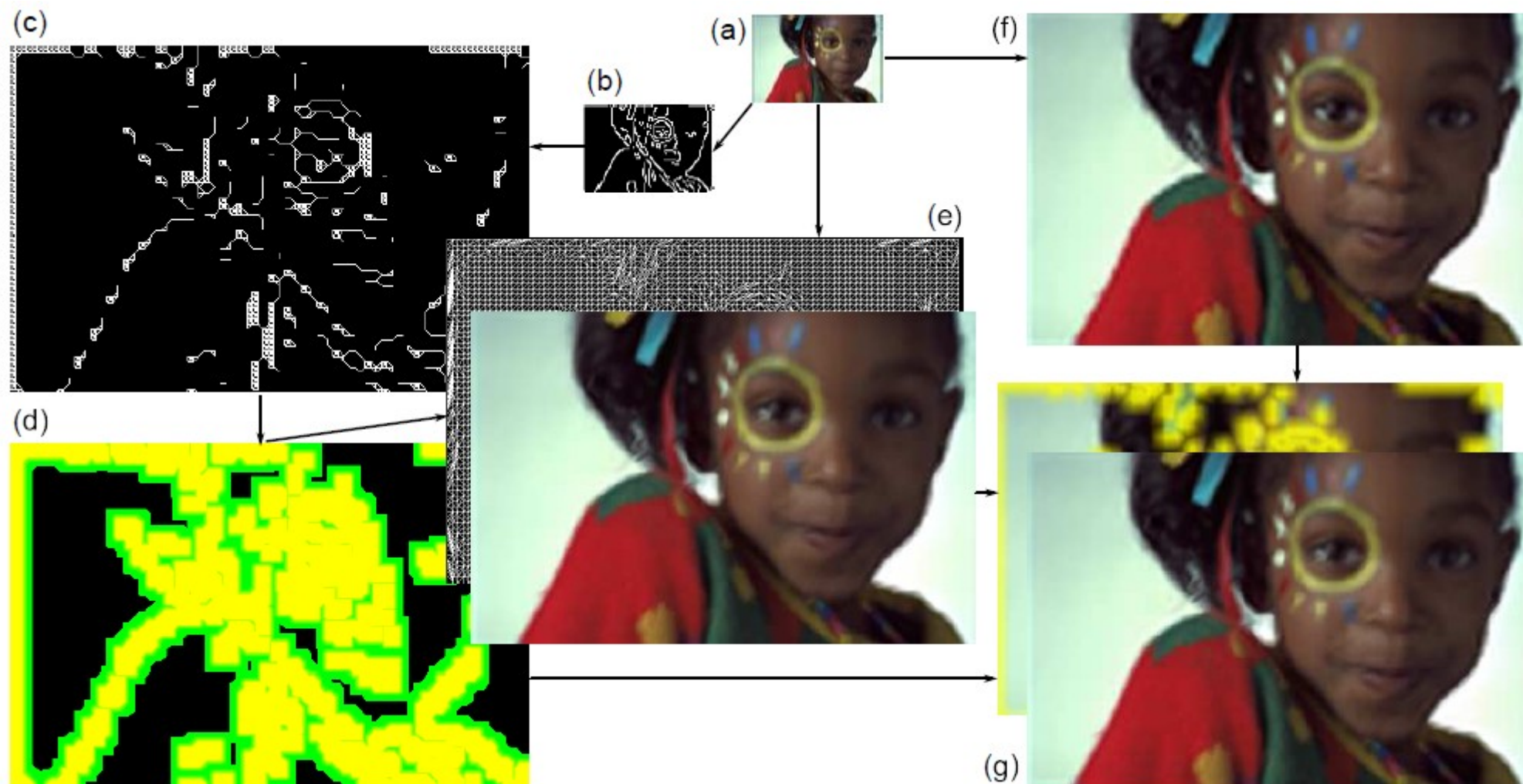
Vylepšenia (3)

- Predspracovanie siete
 - zmena iniciálnej triangulácie
 - hranové detektory



Kombinačná technika

- DDT + Konvolučné techniky



Výsledky

- Reálne (12), vektorové (6) obrázky
 - zmenšené (4/8x) → zväčšené
- Kvalita
 - perceptuálne metriky (MSE, UIQI, Cor., ...)
 - konvolučné techniky (Lanczos), CPU DDT

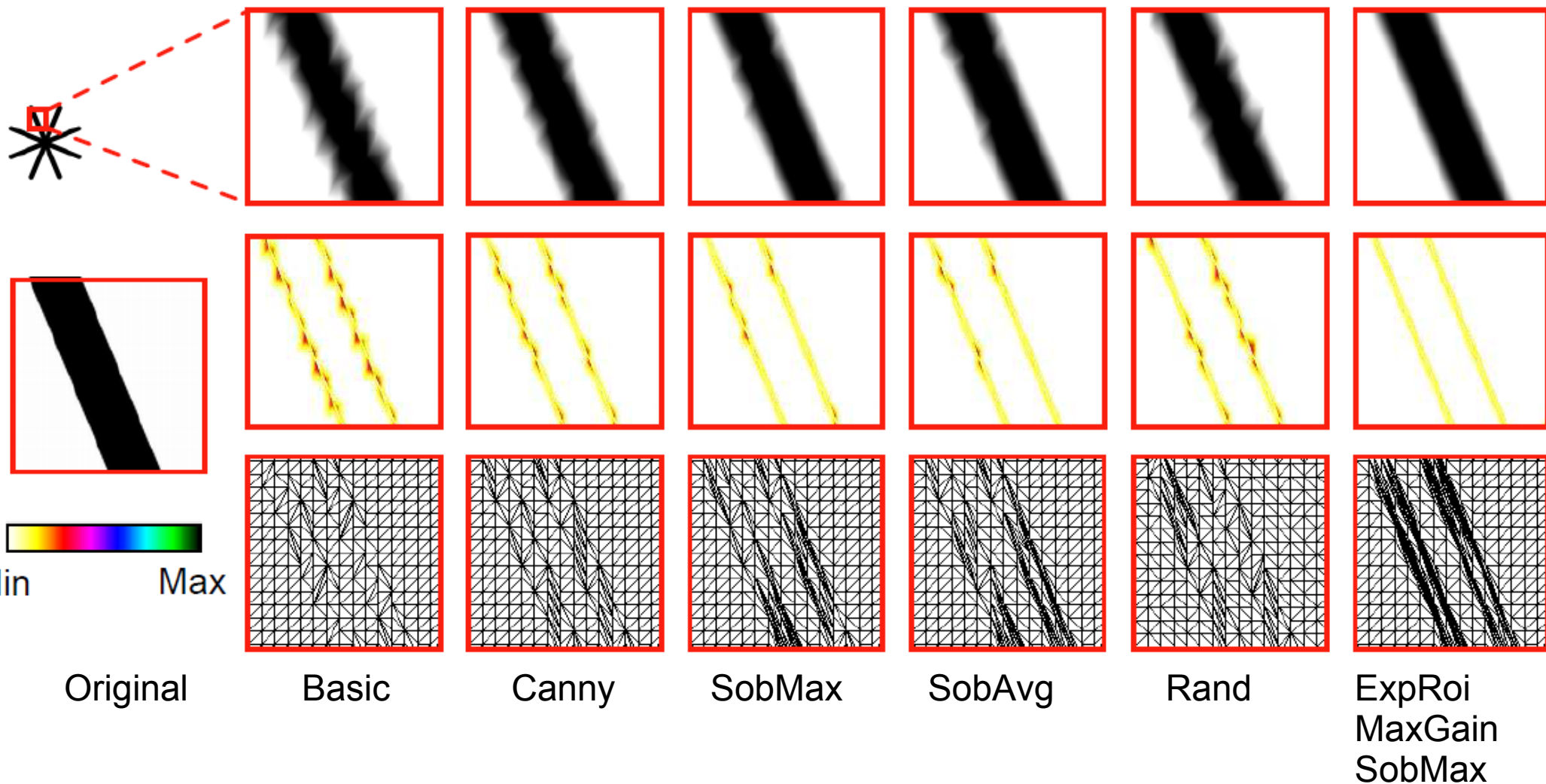
- Čas

- CPU/GPU → 8x urýchlenie

Metóda	čas (s)
CPU	7,27
Basic	0,83
ExpRoi	1,21
MaxGain	0,83
ERMG	1,15
SobMax	0,84
ERMG SobMax	1,13

Výsledky (2)

1000%



Výsledky (3)



bilinear



Lanczos



CPU DDT

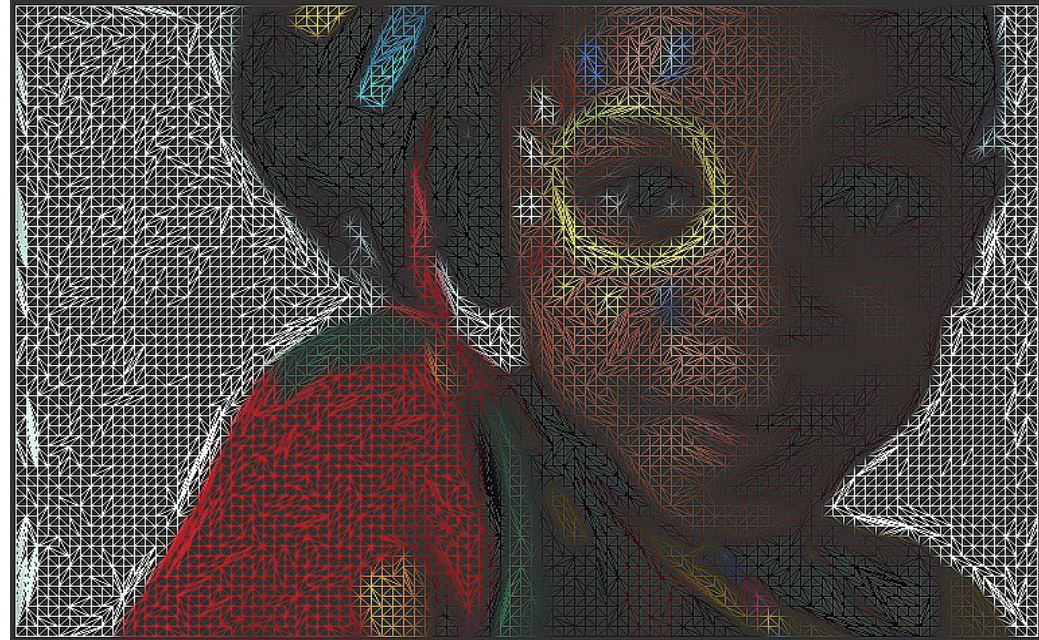
400%



ExpRoi MaxGain SobMax

Zhrnutie

- Nový PDDT algoritmus
- Rôzne vylepšenia
- Kvalita → porovnateľná
- Čas → 8x urýchlenie
- Budúca práca
 - využitie OpenCL
 - iná klasifikácia nezávislých hrán



Záver

- Teoretické výsledky
 - nové algoritmy na spracovania objemových dát
 - efektívne využitie pamäte
 - paralelný algoritmus DDT
- Praktické výsledky
 - implementované filtre pre reálne aplikácie
 - zväčšovanie obrazu pomocou DDT
 - vylepšenia a nové návrhy

Ďakujem za
pozornosť

Ďakujem za
pozornosť

Publikácie

[Červeňanský 10] Michal Červeňanský, Zsolt Tóth, Juraj Starinský, Andrej Ferko, Miloš Šrámek. *Parallel GPU-based data-dependent triangulations*, In Computers & Graphics 34, 2010, pages 125-135, doi:10.1016/j.cag.2010.01.001

[Parulek 09] Július Parulek, Miloš Šrámek, Michal Červeňanský, Marta Novotová, Ivan Zahradník, *A Cell Architecture Modeling System Based on Quantitative Ultrastructural Characteristics*, In the book on "Systems Biology-by Humana Press, Springer Verlag, Series: Methods in Molecular Biology, Vol. 500, Ivan V. Maly (Ed.), ISBN: 978-1-934115-64-0, pages 289–313, c Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009

[Červenanský 06] Michal Červeňanský. *Vybrané techniky objemového zobrazovania s použitím komerčných grafických akcelerátorov . Rigorózna práca*, FMFI UK, Bratislava, 2006

[Šrámek 04] Miloš Šrámek, Leonid I. Dimitrov, Matúš Straka, Michal Červeňanský. *The f3d tools for processing and visualization of volumetric data*. Journal of Medical Informatics and Technologies, pages MIP-71-MIP-79, 2004

[Straka 04] Matúš Straka, Michal Červeňanský, Miloš Šrámek, Alexandra La Cruz, Eduard Gröller, Arnold Köchl, Dominik Fleischmann. *The VesselGlyph: Focus & Context Visualization in CT-Angiography*. IEEE Visualization 2004 Conference Proceedings, Austin, Texas, Oct 2004

[Červenanský 04] Michal Červeňanský. *Využitie komerčných grafických akcelerátorov pre spracovanie a vizualizáciu objemových dát. Diplomová práca*, FMFI UK, Bratislava, 2004