

Aceleração de Algoritmos de Visão Computacional com GPGPU

Resumo:

A inteligência de máquina e visão computacional estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas com o advento de eletrônicos "vestíveis" (óculos inteligentes, smartwatches, smartphones), veículos capazes de reconhecer sinais de trânsito e semáforos, sistemas biométricos e muitos outros. Essas tecnologias aumentam segurança e conforto no uso desses aparelhos e têm sido foco de pesquisa em laboratórios de ponta nos últimos anos. No entanto, persistem como principais desafios o desenvolvimento de melhores algoritmos, a possibilidade de executá-los nos dispositivos móveis em tempos aceitáveis e a redução do consumo de energia com conseqüente aumento de tempo de vida de bateria.

O foco desta apresentação é demonstrar como as técnicas de processamento paralelo em GPU permitem melhorar a performance e a eficiência energética para a execução de algoritmos cujas entradas sejam imagens. Acelerações de até 800x podem ser obtidas pelo uso inteligente de algoritmos paralelizados apropriados para a estrutura SIMD, controle explícito de cache e uso de texture samplers.

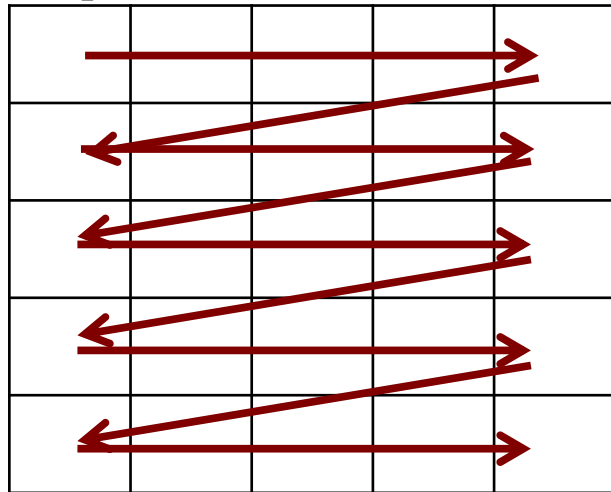
Tópicos

- Paralelo vs sequencial;
- Processamento paralelo e GPGPU;
- Arquitetura da GPU e Visão Computacional;
- Pensando paralelo;
- Demonstrações;
- Sugestões de pesquisa;
- Conclusão.

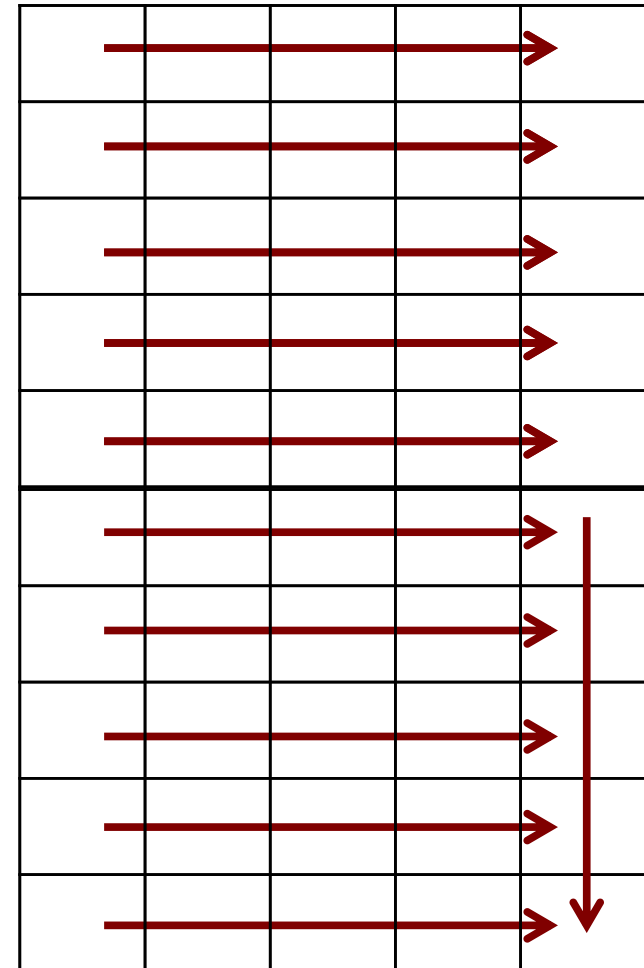
Paralelo vs Sequencial

•Ex: Soma de elementos de um vetor

Sequencial



Paralelo



Vantagens:

•Uso de toda a capacidade disponível (?)

•Escalabilidade

•Implementações:

•MIT Cilk (agora Intel Cilk);

•OpenMPI

•Cuidados

•Race conditions

•Bank conflict

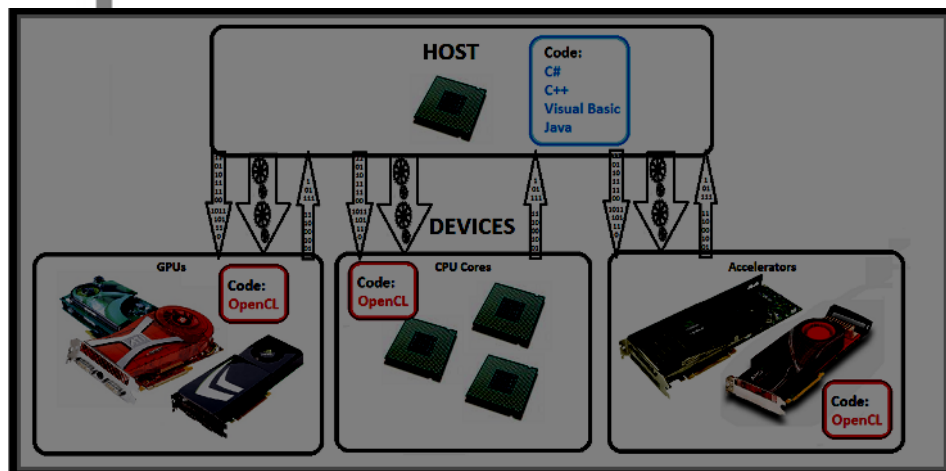
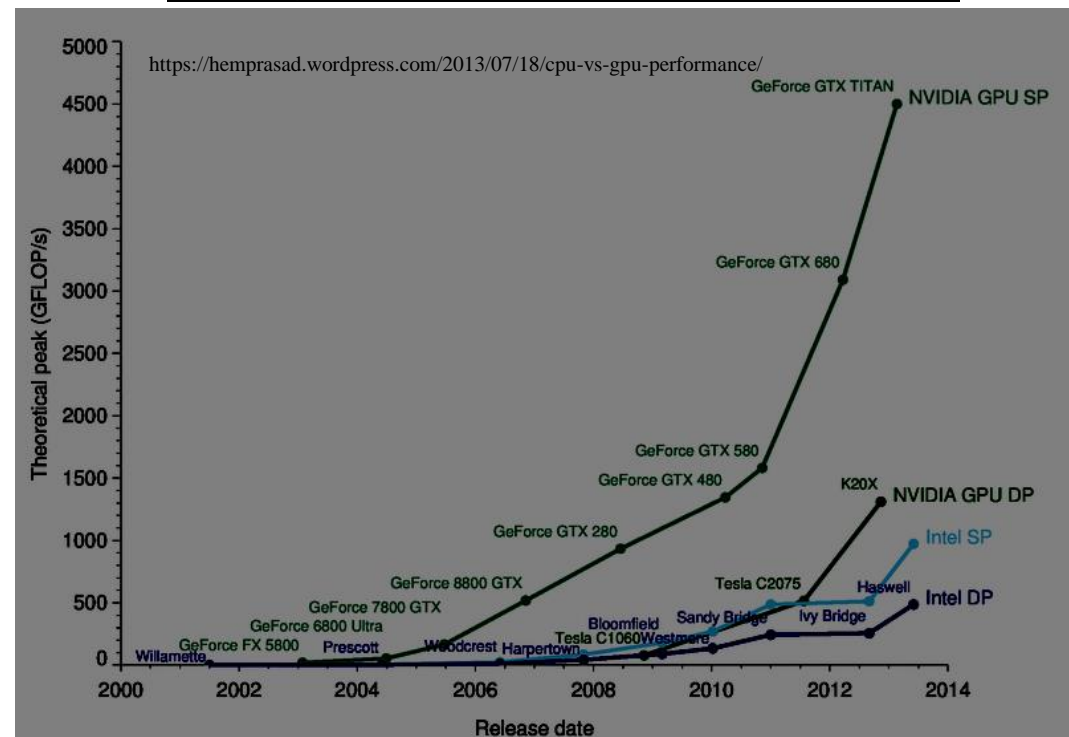
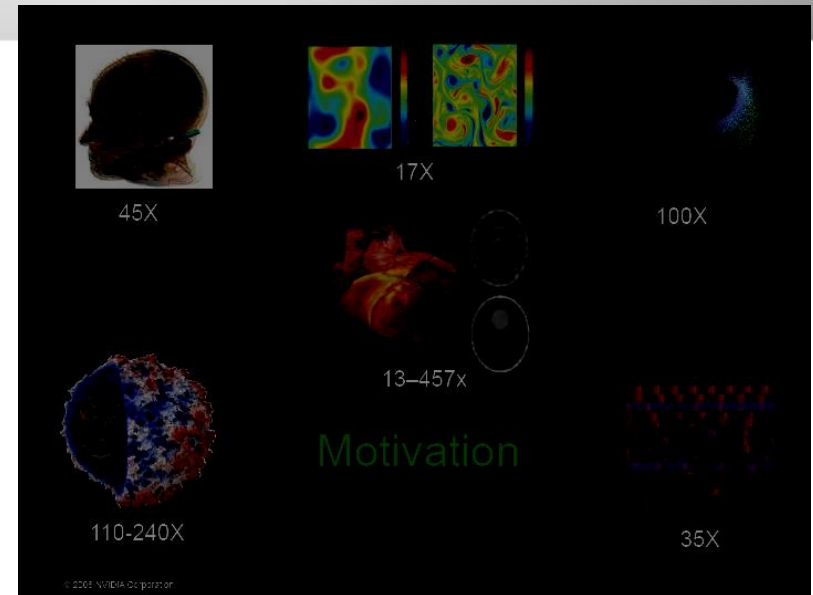
•Deadlock

•etc

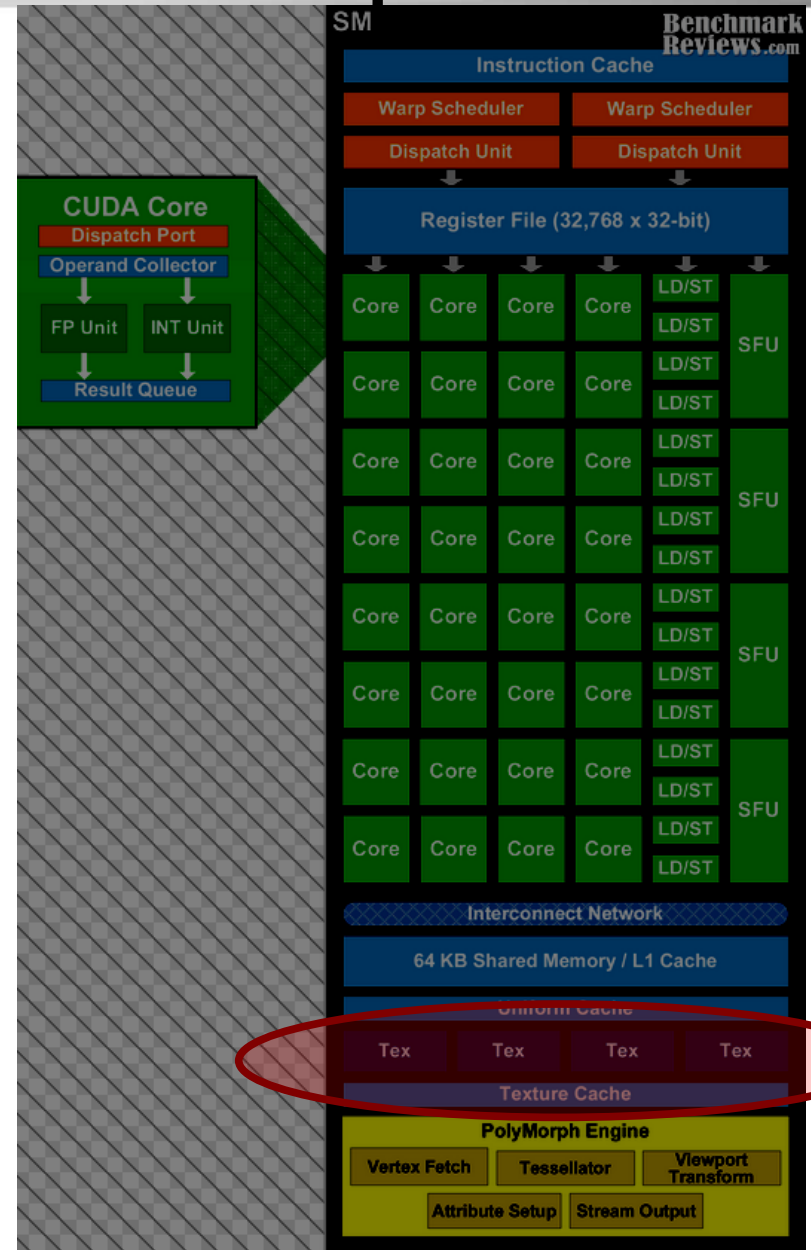
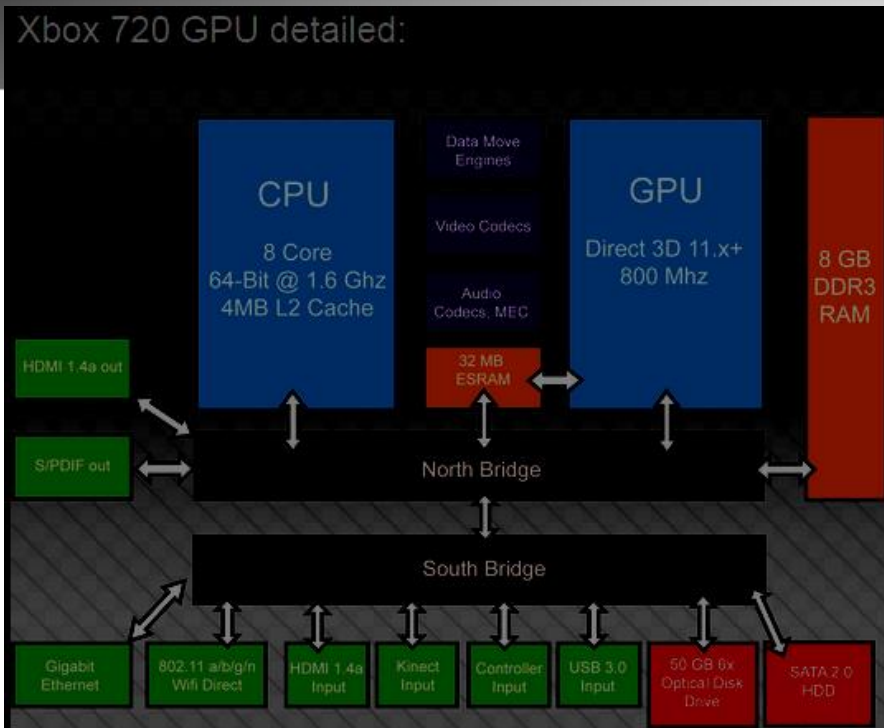
Processamento Paralelo e GPGPU

- O que é?
- OpenCL vs CUDA;
- Acelerações esperadas;
- “Lei” de Moore;
- “Lei” de Amdahl – frações não paralelizáveis;

$$\lim_{P \rightarrow \infty} \frac{1}{\frac{1-\alpha}{P} + \alpha} = \frac{1}{\alpha}$$



Arquitetura da GPU e Visão Computacional



Algoritmos convencionais:

- “Ingênuos”;
- *Cache-aware*;
- *Cache-oblivious*.

OpenCL:

- Controle explícito do cache;
- Texture sampler;
- CLGL Interop;
- Processamento muito mais rápido;
- Economia de energia.

Pensando Paralelo

Como fazer para:

- .Somar elementos de um vetor?
- .Calcular integral de imagem?
- .Fazer SSDs de imagens com janelas de tamanhos arbitrários?
- .Calcular mapas de votação de Hough?
- .Calcular distância entre um pixel e um conjunto de pixels?

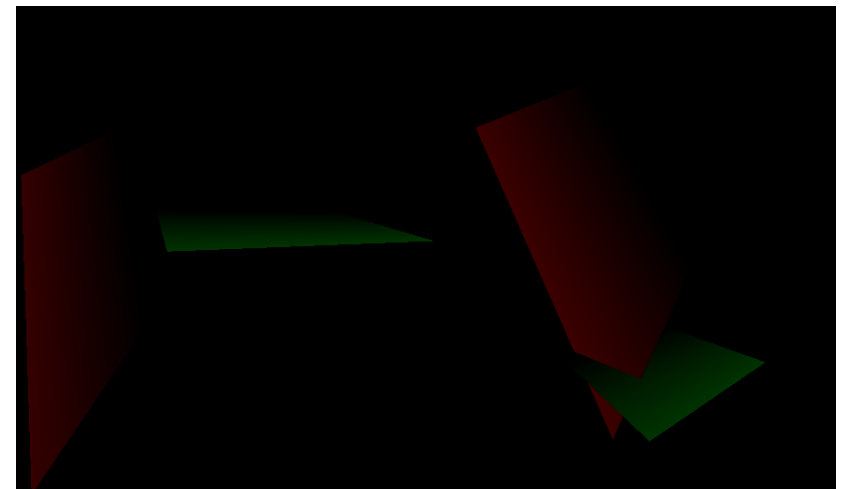
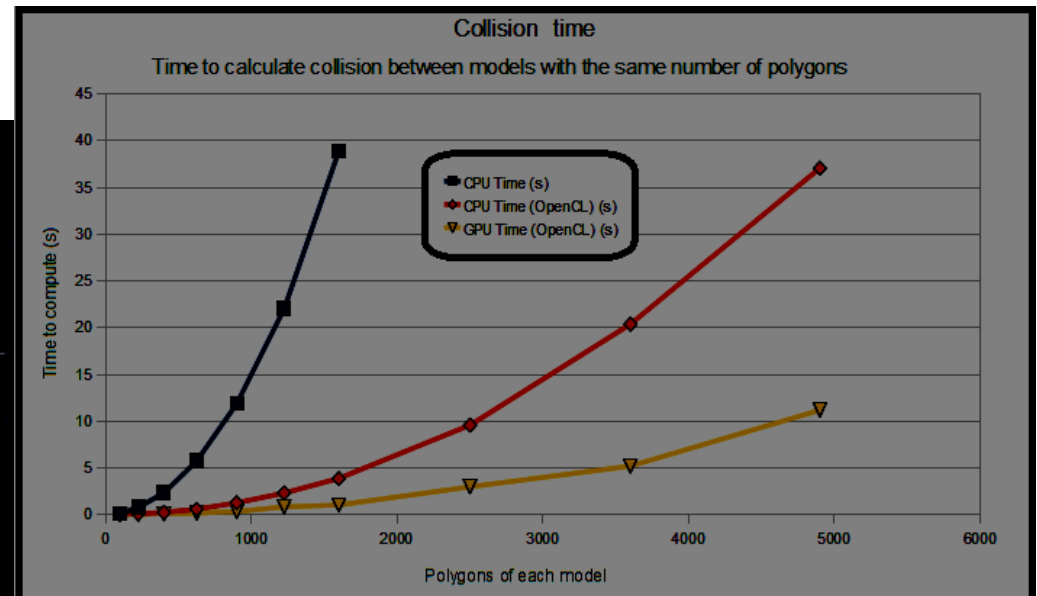
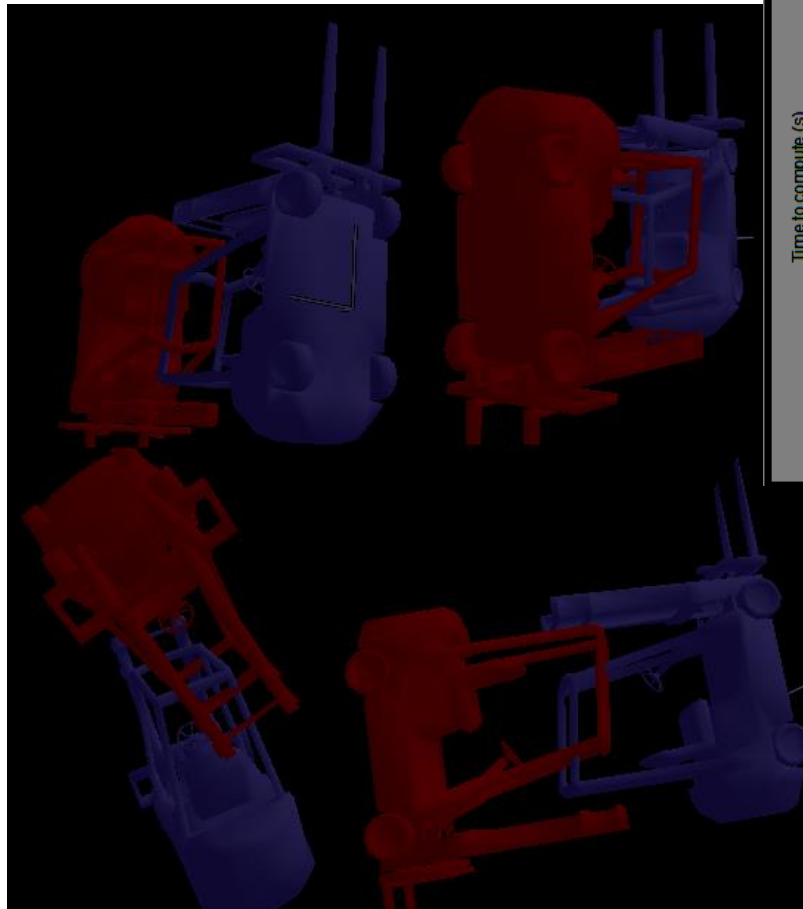
Sugestões de pesquisa com GPGPU

- Planejamento logístico de construção e montagem (BIM – building information model) - construtoras;
- Reconstrução 3D: pontos estruturados, múltiplas câmeras, múltiplos Kinect;
- Parsing* e reconhecimento de voz em pt-BR - teleatendimento;
- Síntese musical de voz e instrumentos – criação musical;
- Aritmética módulo N – bancos, cartões de crédito;
- Integração com microcontroladores e sensores – desenvolvimento integrado de produtos;
- Filtros de partículas e localização robótica;
- Força bruta: problemas não convexos;

OpenCL e colisão

• Colisão 2D e 3D – muitas aplicações práticas;

• Lab3D

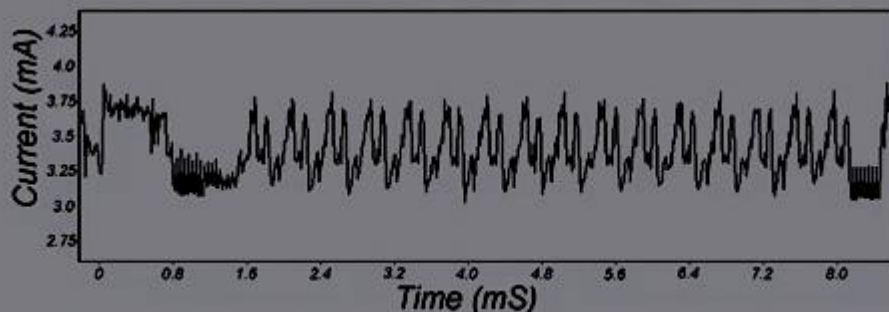


OpenCL e Criptografia

- Enormes oportunidades e desafios!!!
- Multiplicação da capacidade dos servidores de bancos com uma peça barata (GPU);
- AES paralelo: resistente a side channel attack?
- +, *, $\exp() \bmod N$, $D \log$ muito paralelizáveis;
- Precisão arbitrária;
- Único trabalho? Cryptography in GPUs (Univ. Coimbra - CUDA);

1. Side channel attacks:

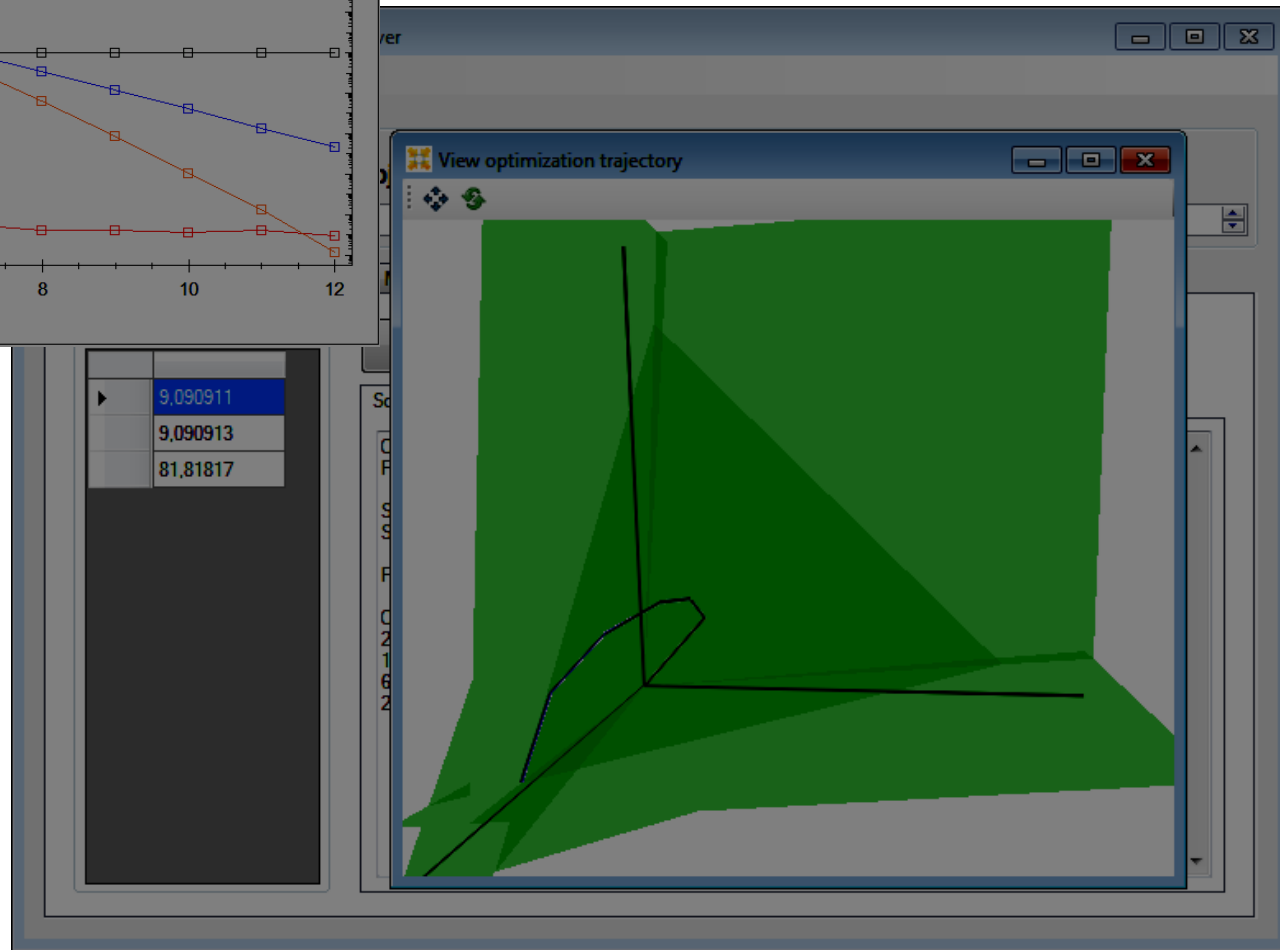
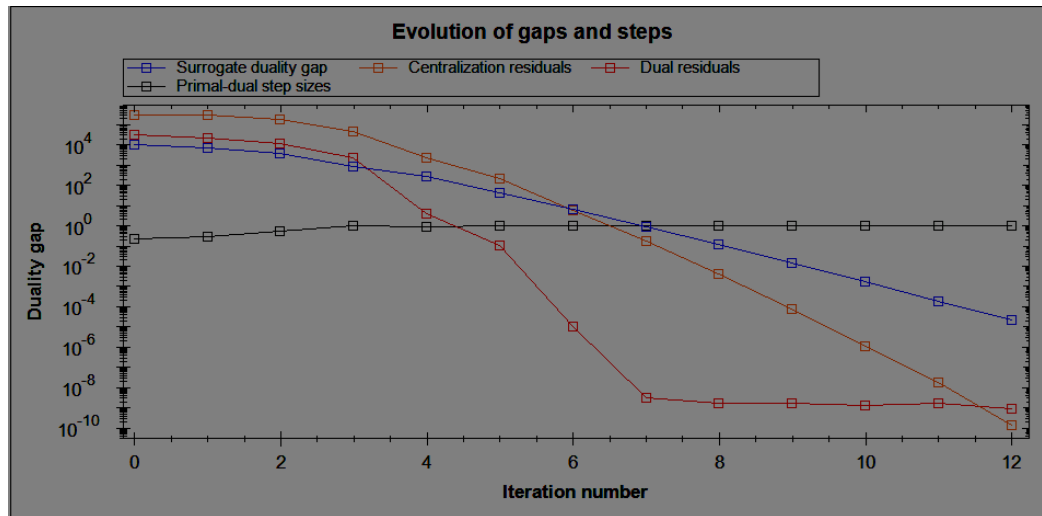
- Measure **time** to do enc/dec, measure **power** for enc/dec



[Kocher, Jaffe, Jun, 1998]

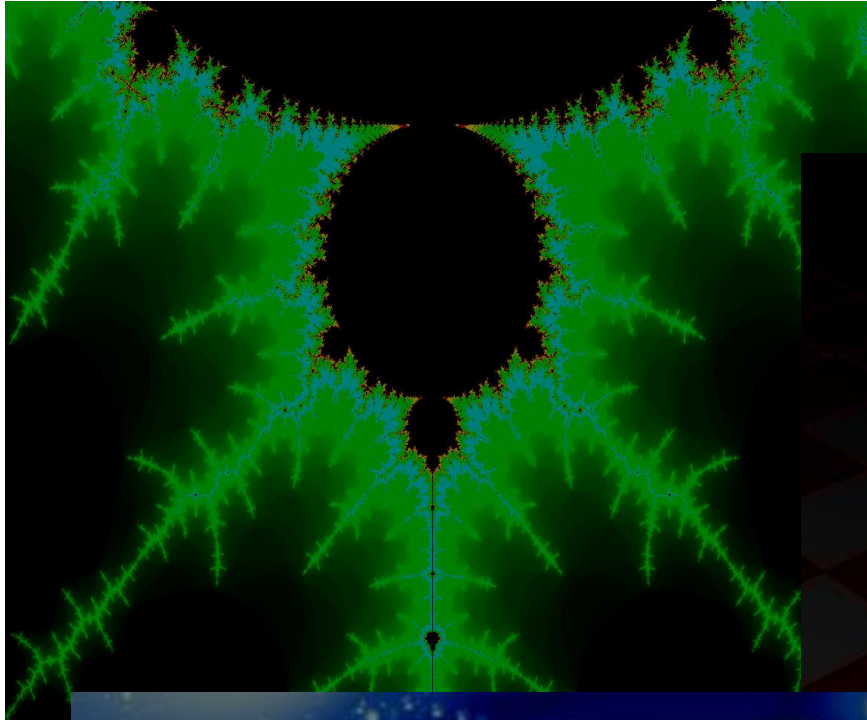
OpenCL e QP

.Otimização convexa e programação quadrática



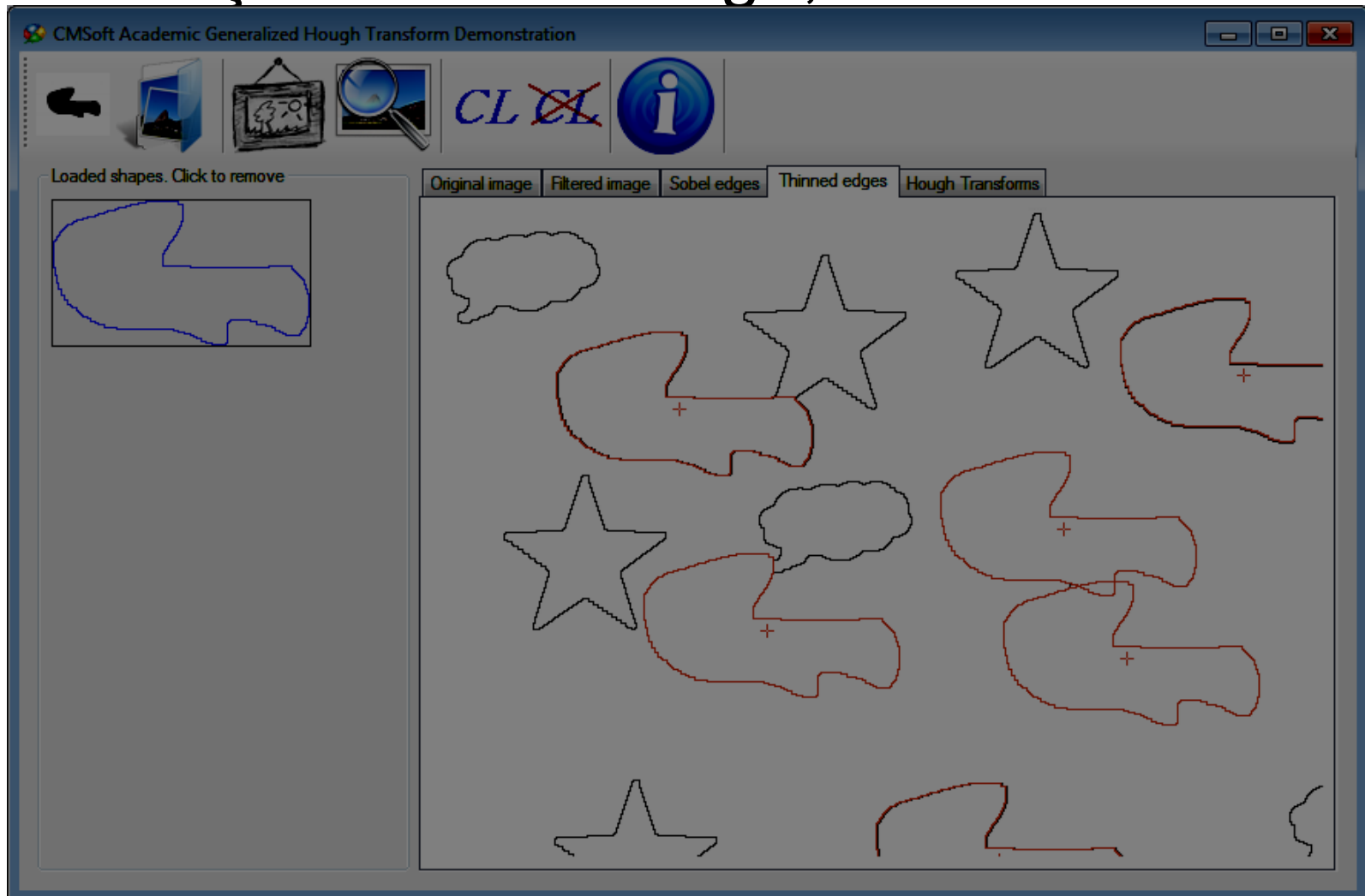
OpenCL e fractais

•Mandelbrot e outros (CMSOft, Luxrender)



OpenCL e reconhecimento

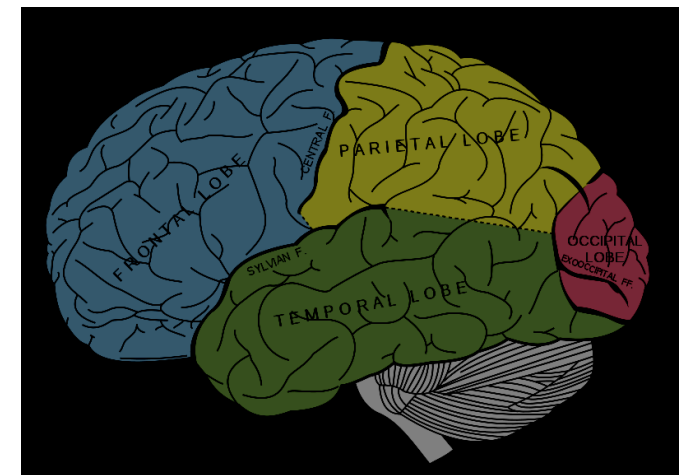
• Demonstração CLGenHough;



Conclusão

- Hoje já fazemos o impensável há 3 anos;
- Economia em hardware e energia: \$\$
- Muitas oportunidades de pesquisa;
- Mundo de aplicações em processamento paralelo

Vídeo: visualização de tomografia computadorizada
CMSOft CTVis



Obrigado!

.Perguntas?

