

6 Conclusão

O principal objetivo deste trabalho foi propor um algoritmo paralelo de segmentação de imagens por crescimento de regiões para execução em GPUs.

Especificamente, o trabalho apresenta duas versões paralelas para GPUs de um algoritmo de segmentação amplamente utilizado pela comunidade de sensoriamento remoto. Neste algoritmo, o critério de homogeneidade que controla o crescimento de regiões é formulado em termos de atributos tanto espectrais quanto de forma dos segmentos.

Cada versão é baseada numa diferente heurística de decisão para fusão de segmentos. A primeira é baseada na fusão do melhor vizinho e a segunda baseada na fusão do melhor vizinho mútuo.

O algoritmo paralelo apresentado baseia-se no tratamento de cada *pixel* em diferentes *threads* de forma a explorar o processamento da arquitetura das unidades de processamento gráfico.

O algoritmo paralelo proposto nesta dissertação sugere a utilização de novos atributos de forma para comporem o critério de heterogeneidade, de modo a propiciar um maior aproveitamento da capacidade computacional disponível nas GPUs.

Experimentos para avaliação de desempenho indicaram o potencial da utilização da GPU para acelerar esta aplicação. Para um *hardware* mais simples (GeForce 9600 GT), as versões paralelas atingiram uma aceleração máxima de 4,97 para a primeira variante e de 5,13 para a segunda variante. Com uma GPU mais poderosa (TESLA) foram obtidos 7,63 de aceleração para a variante de melhor vizinho e 6,11 para a de melhor vizinho mútuo.

Considerando que a segmentação é responsável por parcela importante do tempo de execução em muitas aplicações, especialmente na análise orientada a objeto de imagens de sensoriamento remoto, os valores de aceleração observados experimentalmente são expressivos. Cabe também ressaltar que estes ganhos de desempenho podem ser realizados com baixo investimento em *hardware*, tendo

em vista o baixo preço das GPUs mais simples e levando em conta que estas estão disponíveis na maioria dos computadores atualmente no mercado.

Verificou-se nos experimentos realizados que a substituição dos atributos de forma que compõem o critério de heterogeneidade não implicou em alteração significativa nos resultados da segmentação, desde que os parâmetros do algoritmo fossem convenientemente ajustados. Testes com maiores massas de dados se fazem necessários para verificar a generalidade desta afirmativa.

6.1. Trabalhos futuros

Os resultados encontrados encorajam o desenvolvimento de versões para GPUs de outros segmentadores não apenas os baseados em crescimento de regiões como, por exemplo, o SPRING (SPRING, 2011), mantido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), mas também em outras técnicas de segmentação como os métodos *split and merge* (divisão e união) e *watershed* (divisor de águas).

Outro tema de interesse é a elaboração de uma diferente estratégia a fim de se utilizar *clusters* e *grids* para processamento paralelo dos algoritmos de segmentação de imagens.

6.2. Considerações finais

O processo de segmentação consiste em uma etapa de suma importância na análise de imagens. Quando se trata de imagens de sensoriamento remoto, este processo tende a ser bastante oneroso computacionalmente devido à quantidade de dados envolvida. É possível encontrar na literatura alguns trabalhos que visam à melhoria de desempenho e aceleração deste procedimento.

Através da apresentação da solução presente neste trabalho e de seus respectivos resultados, espera-se contribuir com as pesquisas na área de interpretação automática de imagens, trazendo à luz um segmentador que explore a capacidade de processamento paralelo disponível atualmente e alcance um maior ganho em termos de desempenho computacional.

Um artigo baseado nos resultados do presente trabalho foi submetido ao XV SBSR (Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto) e aceito para publicação (Happ et al., 2011).

As versões paralelas desenvolvidas nesta dissertação serão incorporadas como operadores de segmentação externos ao sistema InterIMAGE (InterIMAGE, 2011) e permitirão o processamento seqüencial ou paralelo dependendo do *hardware* disponível para o usuário.