

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

THYAGO PEREIRA DA SILVA

**Uma revisão sistemática de algoritmos de sensoriamento remoto para
monitoramento ambiental**

Trabalho de Conclusão Curso apresentado ao
Curso Bacharelado em Ciência da Computação da
Universidade Federal de Campina Grande, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Thiago Emmanuel da Silva

Campina Grande
2023

RESUMO

A crescente preocupação com questões ambientais, torna o sensoriamento remoto uma ferramenta indispensável para monitoramento e compreensão das mudanças ocorridas no ambiente. Este estudo visa aprofundar a análise crítica de algoritmos chave no sensoriamento remoto, com foco nos algoritmos NDVI, LAI, EVI, Radiância e Reflectância.

À medida que o mundo enfrenta desafios ambientais cada vez mais complexos, a eficácia dos algoritmos de sensoriamento remoto desempenha um papel crucial na coleta de dados precisos e interpretação das mudanças ambientais.

Este estudo se propõe a fornecer uma visão abrangente das pesquisas realizadas até o momento, identificando áreas em que os algoritmos podem ser otimizados, com ênfase nas possibilidades oferecidas por técnicas de programação concorrente com GPUs.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 PROGRAMAÇÃO EM GPU	5
2.2 CUDA E OPENCL	6
3. REVISÃO DA LITERATURA	6
3.1 NDVI	6
3.2 LAI	6
3.3 EVI	6
3.4 RADIÂNCIA	6
3.5 REFLECTANCIA	7
4. ABORDAGEM PROPOSTA	7
4.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	7
4.2 COLETA DA LITERATURA	7
4.3 ESTRUTURA DE REVISÃO	7
5. CRONOGRAMA MENSAL DE ATIVIDADES	8
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8

1. INTRODUÇÃO

A preocupação global com questões ambientais e o monitoramento das mudanças no ecossistema terrestre nunca esteve tão presente quanto nos dias atuais.

O sensoriamento remoto é o processo de aquisição de informações sobre a superfície da terra sem a presença física no local de estudo. Ele envolve coleta de dados, como imagens e informações espectrais, usando sensores especializados. Estes dados são posteriormente processados e analisados para obter uma visão detalhada do ambiente, que vai desde a detecção de alterações na cobertura vegetal até o monitoramento de mudanças climáticas e impactos ambientais.

Os algoritmos em foco, NDVI, LAI, EVI, Radiância e Reflectância, desempenham um papel vital no monitoramento ambiental, fornecendo insights essenciais sobre a saúde do ecossistema. No entanto, à medida que o volume de dados e a complexidade das análises aumentam, faz-se necessário otimizar esses algoritmos, a fim de assegurar eficiência na obtenção de resultados e o uso mais eficaz dos recursos computacionais disponíveis.

Nesse contexto, este survey se propõe a realizar uma revisão sistemática dos algoritmos de sensoriamento remoto utilizados no monitoramento ambiental, com ênfase em identificar pontos de melhoria e otimização. A revisão fornecerá uma visão abrangente das pesquisas realizadas até o momento, identificando as áreas onde os algoritmos podem ser otimizados, considerando as possibilidades oferecidas pelas técnicas de programação concorrente com GPUs. A análise crítica dos estudos existentes servirá como base para direcionar futuras pesquisas que busquem melhorar a eficiência das ferramentas de sensoriamento remoto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PROGRAMAÇÃO EM GPU

As GPUs, embora sejam originalmente projetadas para manipular gráficos e renderização 3D, demonstram grande capacidade computacional em cálculos de propósito geral, incluindo processamento de imagens, e análise de dados.

Uma das características mais marcantes de uma GPU é sua capacidade de processamento paralelo. Em vez de executar tarefas sequencialmente, GPUs são projetadas para processar muitos dados em paralelo. Para tomar vantagem dessa feature, é preciso que o problema seja dividido em pequenos subproblemas independentes. O que é particularmente benéfico no contexto dos algoritmos aqui discutidos, onde a análise de cada pixel de uma imagem, pode ser realizada separadamente.

2.2. CUDA E OPENCL

Cuda desenvolvida pela NVIDIA, e o OpenCL um padrão de código aberto suportado por várias empresas, são as principais plataformas de programação utilizando GPU.

2.2.1. CUDA

Segundo o artigo por Yang, Zhu [1] o CUDA (Compute Unified Device Architecture) é uma tecnologia desenvolvida pela NVIDIA que torna possível o desenvolvimento de aplicações capazes de utilizar as vantagens presentes na GPU por meio de um ambiente de desenvolvimento Clike que faz uso a linguagem de programação C e seu compilador.

2.2.2. OPENCL

De acordo com a especificação do OpenCL [2] o OpenCL (Open Computing Language) é um padrão aberto para uso de computação paralela, em CPUs, GPUs e outro processadores, fornecendo aos desenvolvedores acesso portátil e eficiente ao poder dessas plataformas heterogêneas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. NDVI

O NDVI (Índice de vegetação por diferença normalizada) é uma métrica que avalia a saúde e a densidade da vegetação de determinada área pela análise da diferença entre a luz visível que as plantas absorvem para a fotossíntese e a luz infravermelha próxima que elas refletem [5].

Nesse sentido, o papel do NDVI é fornecer uma janela para compreender a saúde das plantas, a produtividade da vegetação e as mudanças ambientais. É uma ferramenta importante para monitorar ecossistemas, terras agrícolas e florestas.

3.2. LAI

O LAI (Índice de Área Foliar) é um índice utilizado no sensoriamento remoto para fornecer informações quantitativas sobre a extensão das folhas nas copas das árvores e plantas [3]. O LAI é calculado a partir de medições espectrais, que capturam a reflectância da vegetação em diferentes comprimento de onda, e tem sido amplamente utilizado para avaliar a saúde e vitalidade da cobertura vegetal em ecossistemas terrestres. O LAI também representa uma ferramenta importante em estudos relacionados ao ciclo do carbono, biodiversidade, detecção de alterações e impactos ambientais [4].

3.3. EVI

O EVI (Índice de vegetação melhorado) foi desenvolvido para superar as limitações do NDVI ao levar em consideração fatores como o dossel vegetal e a presença de aerossóis atmosféricos [7]. O EVI é calculado a partir de medições espectrais que capturam a reflectância da vegetação em múltiplos comprimentos de onda, tornando-o uma ferramenta poderosa na avaliação da saúde da cobertura vegetal [6]. Além disso, o EVI desempenha um papel crucial em pesquisas que abrangem desde o monitoramento de florestas e áreas agrícolas até a detecção de incêndios, análise de mudanças climáticas e identificação de impactos ambientais.

3.4. RADIÂNCIA

A radiância desempenha um papel importante no sensoriamento remoto, pois é a medida da energia eletromagnética refletida ou emitida pela superfície da Terra e capturada pelos sensores remotos. A radiância é calculada a partir da energia radiante total, que inclui a radiação refletida ou emitida pela superfície e a radiação emitida pela atmosfera. Essa medida envolve a conversão de valores de níveis de cinza ou digitais das imagens [8] de

sensoriamento remoto em valores absolutos de energia radiante. Compreender o cálculo da Radiância é essencial para quantificar com precisão as informações espectrais capturadas, permitindo a interpretação correta dos dados e sua aplicação em diversas áreas, incluindo monitoramento de recursos naturais, agricultura e análise de mudanças ambientais.

3.5. REFLECTÂNCIA

A reflectância é um conceito central no sensoriamento remoto e na análise de dados espectrais. Ela representa a fração da radiação eletromagnética que é refletida pela superfície da terra e capturada pelos sensores remotos. O cálculo da reflectância envolve a medição da energia refletida em diferentes comprimentos de onda e a conversão dessas medições em valores padronizados que permitem a comparação precisa entre diferentes locais e momentos. Entender como a Reflectância é calculada é fundamental para interpretar corretamente os dados coletados por sensores remotos e sua aplicação em situações diversas.

4. ABORDAGEM PROPOSTA

O estudo será guiado por um processo de revisão da literatura, projetado para fornecer uma visão abrangente do estado da pesquisa nos algoritmos de sensoriamento remoto no contexto de monitoramento ambiental.

4.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Para garantir que a revisão seja sistemática e abrangente, os critérios de inclusão e exclusão devem ser claros. Os estudos a serem revisados devem atender os seguintes critérios:

- Estudos em que se concentram em um ou mais dos algoritmos NDVI, LAI, EVI, Radiância ou Reflectância.
- Estudos que abordam a otimização desses algoritmos, com foco nas técnicas de programação concorrente com GPUs.
- Estudos revisados por pares, incluindo artigos em revistas científicas, conferências e teses de doutorado.

4.2. COLETA DA LITERATURA

A busca de literatura será realizada em bases de dados acadêmicas, como IEE e google scholar.

4.3. ESTRUTURA DA REVISÃO

A revisão da literatura será organizada em seções temáticas, cada uma dedicada a um dos algoritmos em foco. Cada seção incluirá uma

análise crítica dos estudos identificados, destacando resultados e oportunidades de melhoria utilizando programação concorrente com GPUs.

5. CRONOGRAMA MENSAL DE ATIVIDADES

Atividade/Mês	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Coleta da literatura				
Processo de revisão				
Escrita				

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Yang, Z., Zhu, Y., & Pu, Y. (2008). Parallel Image Processing Based on CUDA. 2008 International

[2] Munshi, A. (2009). The OpenCL specification. 2009 IEEE Hot Chips 21 Symposium (HCS).

[3] Price, J. (1995). Leaf area index estimation from visible and near-infrared reflectance data. *Remote Sensing of Environment*, 52(1), 55–65.
doi:10.1016/0034-4257(94)00111-y

[4] *Journal of Experimental Botany*, Vol. 54, No. 392, pp. 2403±2417, November 2003, Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies

[5] Juan, W., & Jianchao, S. (2013). A New Type of NDVI Algorithm Based on GPU Dividing Block Technology. 2013 International Conference on Computational and Information Sciences. doi:10.1109/iccis.2013.192

[6] Roy, B. (2021). Optimum machine learning algorithm selection for forecasting vegetation indices: MODIS NDVI & EVI. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100582. doi:10.1016/j.rsase.2021.100582

[7] Son, N. T., Chen, C. F., Chen, C. R., Minh, V. Q., & Trung, N. H. (2014). A comparative analysis of multitemporal MODIS EVI and NDVI data for large-scale rice yield estimation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 197, 52–64.
doi:10.1016/j.agrformet.2014.06.

[8] McGuire, M., & Luebke, D. (2009). Hardware-accelerated global illumination by image space photon mapping. Proceedings of the 1st ACM Conference on High Performance Graphics - HPG '09. doi:10.1145/1572769.1572783

[9] Yusoff, M. N. S., & Jaafar, M. S. (2012). Performance of CUDA GPU in Monte Carlo simulation of light-skin diffuse reflectance spectra. 2012 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences. doi:10.1109/iecbes.2012.6498056