

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FATEC PROFESSOR JESSEN VIDAL**

CAUANE EMANUELA ANDRADE DOS SANTOS

**PROCESSAMENTO DE IMAGEM APLICADA A DETECÇÃO
DE MUDANÇA NO USO DA TERRA**

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Galende Marques de Carvalho

São José dos Campos
2021

SUMÁRIO

1	Introdução	3
1.1	Definição do problema	3
1.2	Objetivo	5
2	Desenvolvimento	6
2.1	Arquitetura	7
2.2	Modelo de Dados	Erro! Indicador não definido.
2.3	Detalhes	8
3	Resultados e Discussão	8

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2019, a humanidade utiliza mais de 70% da Terra sem gelo, e as atividades primárias, como agricultura, pecuária, extrativismo vegetal e mineral, são responsáveis por quase um quarto das emissões de gases de efeito estufa. Ainda, a utilização da superfície terrestre não coberta por gelo para fins de extração de madeira em florestas manejadas representa 20% do uso total.

Dessa forma, é possível observar a influência do ser humano nas constantes mudanças no solo e o impacto socioeconômico.

As diversas formas de uso da terra e a crescente necessidade de melhoria da sua eficiência são respostas à evolução natural e às atividades do homem. A percepção dessas modificações na paisagem permite a compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação e dinâmica desses objetos.

Diversos estudos buscam caracterizar e descrever a relação entre o homem e o meio ambiente, os resultados desses trabalhos refletem um diagnóstico da paisagem e esquematizam o entendimento sobre essa causalidade, que se mostra um componente básico da própria existência humana. Como no trabalho “Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso”, Florenzano destaca que as tecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) estão cada vez mais interligadas e suas aplicações nos diferentes campos da ciência têm aumentado.

A utilização de dados geográficos, cada vez mais utilizado no setor comercial, consolida o uso dos Sistemas Geográficos como instrumento de apoio à tomada de decisão, mostrando-se urgente em frente as demandas sociais e geracionais.

Dessa forma, destaca-se a importância dos SIGs no processo de monitoramento, processamento e análise dos dados espaciais e geográficos para controle de uso de solo, potencializando a redução dos impactos ambientais da utilização inadequada da superfície terrestre e auxílio na tomada de decisão. Fitz em “Geoprocessamento sem complicação” de 2008, classifica o SIG como sistema computacional, o qual integra dados com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados em um sistema de coordenadas.

No Sensoriamento Remoto, aplica-se técnicas de coleta de dados acerca de uma área de forma remota utilizando sensores. Sensores são sistemas optoeletrônico utilizados para gerar imagens ou outro tipo de informações sobre objetos distantes. Esses sistemas podem ser instalados em satélites artificiais, que orbitam em torno da Terra, e pela sua altitude permite que sejam obtidas imagens de grandes extensões da superfície terrestre de forma repetitiva e a um custo baixo.

Os satélites artificiais são plataformas estruturadas para suportar o funcionamento de diversos instrumentos e, por isso, são equipadas com sistemas de suprimento de energia, de controle de temperatura, de estabilização, de transmissão de dados e outros sistemas eletrônicos.

Satélite de observação terrestre contém sensores capazes de produzir imagens da superfície da Terra em várias bandas simultâneas, sendo a banda espectral o intervalo entre dois comprimentos de onda. As informações podem ser obtidas através de radiação

eletromagnéticas, gerada por fontes naturais, classificados como sensor passivo, como o Sol, ou por fontes artificiais como o radar, definidos como sensores ativos. Tais imagens da superfície terrestres permitem desenvolver aplicações para diferentes contextos, como o mapeamento e a atualização de dados cartográficos e temáticos, a produção de dados meteorológicos e a avaliação de impactos ambientais.

Deste modo, as imagens geradas utilizando a técnica de sensoriamento remoto podem ser processadas de forma a auxiliar na identificação de áreas modificadas durante um período, pois agrega uma medida temporal à análise das informações contidas nas imagens. Este processo pode ser aprimorado através da automatização, que contribui de modo expressivo para a rapidez da detecção de mudança na utilização do solo, além de possibilitar mais confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, fiscalização dos recursos florestais, bem como outros elementos que podem ocasionar mudanças no solo e, portanto, impactar o desenvolvimento econômico e social de uma região.

Este método se baseia em identificar alterações no solo através da utilização de dados geográficos em diferentes períodos e escalas temporais e espaciais, e fornece como *output* informações geográficas sobre a ocupação do solo e as suas alterações.

1.1 Definição do problema

A aceleração dos processos de urbanização, industrialização e as demais utilizações do solo impactam a cobertura da terra, potencializando a degradação e a alteração do ecossistema ambiental, social e econômico de determinada região.

Tais mudanças são causadas e acentuadas pelo interesse na instalação de atividades socioeconômicas que utilizam recursos naturais e geram impactos sobre o meio ambiente. O uso inadequado da terra provoca a deterioração dos recursos naturais causando prejuízos sociais, econômicos e ambientais que, em alguns níveis, são quase inconversíveis, este fato pode ser refletido tanto na queda dos rendimentos da produtividade agropecuária quanto na qualidade do meio ambiente. A persistência na situação de mudanças da cobertura e uso do solo é uma preocupação de nível local e até mesmo global.

Assim, a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para avaliação do uso da terra é fundamental, pois fornece informações acerca dos diversos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, sendo essencial na compreensão das dinâmicas dos processos de mudanças no uso e na cobertura da terra. Tais informações atualizadas acerca de seu uso e cobertura servem como subsídio ao poder público e privado para o gerenciamento, planejamento e na execução de projetos de desenvolvimento econômico no âmbito global, continental, nacional, estadual e municipal.

Ainda, segundo a revista Pesquisa FAPESP, em sua edição 221, automatizar softwares para análise temporal de imagens é uma exigência da área de sensoriamento remoto. A detecção automática pode ser feita por meio da verificação de mudanças dos padrões espectrais das áreas geográficas ao longo do tempo. Os produtos orbitais a partir de imageamentos em diferentes períodos permitem a discriminação e quantificação das mudanças ocorridas nas classes de cobertura e uso da terra.

Isto posto, a criação de softwares que auxiliam no processo de análise de imagens mostra-se de interesse social, econômico e ambiental.

1.2 Objetivo

O processo de detecção de alterações da cobertura e uso do solo consiste em identificar, localizar e qualificar as transformações que ocorreram na área de interesse em determinados espaços físicos e temporais, através das respostas espectrais registradas nos pares de pixels correspondentes, estes possibilitam a distinção entre a mudança e a não modificação de uma localidade.

Visando fornecer uma ferramenta de auxílio na detecção automatizada deste processo, neste trabalho será utilizado processamento de imagens, para comparar imagens em diferentes datas e segmentá-la a fim de fornecer uma imagem binária, que represente a alteração na cobertura.

Os resultados deste processamento de regiões delimitadas ou sobre um ambiente mais abrangente, permitem relatórios eficientes, propõem soluções de baixo custo e criam alternativas para os desafios enfrentados face às mudanças expressivas que se pode observar na Terra.

Assim, o objetivo deste trabalho consiste em automatizar o processo de detecção de mudança no uso da terra, buscando facilitar o processamento e análise dos dados espaciais e geográficos para fiscalização de uso de solo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentos do Processamento de Imagens

A área de Processamento de Imagens, de forma resumida, abrange operações realizadas sobre imagens matriciais e que resultam em novas imagens. Ainda, a área de Visão inclui operações de análise dos objetos presentes em uma imagem e o modelo matemático deste objetos.

Ambas as áreas são parte da ciência da Computação Gráfica e a escolha pelo seu uso varia de acordo com o objetivo. Esta diferença de objetivos requer modelos de trabalhos diferentes. Em Processamento de Imagens utiliza-se o modelo raster, também identificado como modelo matricial.

Neste tipo de imagem o armazenamento dos objetos ocorre a partir das coordenadas de seus vértices, independente da dimensão (espacial ou planar). Para isto utiliza-se o plano Cartesiano, uma grade de números inteiros que descrevem a posição do objeto na matrix, sendo o pixel a unidade mínima da imagem.

O modelo raster utiliza matrizes de dados para armazenar a informação de cor de cada pixel. Do ponto de vista físico, a cor se refere a Luz, que percorre o espaço, ora se comportando com onda, ora como partícula. Para este estudo será considerado a luz como uma onda, uma radiação eletromagnética que possui uma Distribuição Espectral de Potência para cada comprimento de onda.

Neste modelo matricial não há diferenciação de objetos presentes na imagem. Dessa forma, é possível escalar, rotacionar e deslocar sem causar distorções na imagem. Por outro lado, o armazenamento de uma matriz que contém a cena, em geral, requer muito espaço de memória em comparação a uma imagem vetorial.

Para se representar uma cena do mundo real do tipo contínua para um computador, é preciso discretizar a imagem, pois o um computador armazena apenas bits, que pode ser 0 ou 1. Então, o computador opera sempre com números inteiros ou, em alguns casos, com uma aproximação de um número real. Dessa forma, não é possível representar imagens contínuas no computador.

Para realizar a discretização da imagem, aplica-se funções matemáticas, que quando aplicadas no eixo do domínio é chamada de Amostragem, quando no contradomínio é chamada de Quantização. Neste processo, ao ser digitalizada, a imagem assume tamanho em pixels e desta forma para conhecer a Resolução, basta saber a razão entre o número de pixels e o tamanho real da imagem.

Para a aquisição da imagem pode-se utilizar sistemas de captura, para este estudo utilizou-se imagens de satélites. Os satélites de observação terrestre possuem sensores capazes de produzir imagens da superfície da Terra em várias bandas simultâneas. Após este processo, aplica-se métodos de realce e filtragem para compensar distorções específicas, geralmente geradas no momento da aquisição.

Neste contexto, para se obter dados sobre os objetos presentes na imagem são necessárias as operações de Segmentação, que ocorre a partir do isolamento dos pixels. Neste estudo utilizou-se a limiarização por um tom de corte. Definido um tom de cor, aplica-se a regra para o que estiver acima do tom vire branco e abaixo vire preto, gerando uma nova imagem binária.

Feito a segmentação pode-se aplicar técnicas para classificação e reconhecimento de objetos contidos na imagem. Isto pode ser feito através de operações pontuais, onde um pixel da imagem segmentada depende do mesmo pixel na imagem original, a fim de detectar uma alteração.

A comparação entre duas imagens requer as etapas de Registro e o Casamento de Padrões. Na operação de registro busca-se alinhar as imagens que serão comparadas, através de uma operação pontual que verifica em quais coordenadas de seus vértices são compatíveis, delimitando a área de comparação. Para o casamento dos pixels

2.2 Arquitetura

A partir da imagem matricial é possível fazer operações para extrair dados e informações sobre uma área de específica. Para a detecção de mudança no uso e cobertura da terra, busca-se identificar as possíveis alterações em um período.

Neste processo, define-se um ponto de interesse e imagens multitemporais para realizar a comparação e gerar uma nova imagem que represente a diferença detectada. Dessa forma, o sistema desenvolvido realiza as operações de identificação da série histórica, este recebe 3 imagens como entrada. O primeiro parâmetro é a imagem da área em que se busca realizar a análise, a referência. Os outros parâmetros são as cenas em períodos distintos, o qual a imagem de referência deve abranger.

Após, um algoritmo para tornar as imagens temporais em escala de cinza é aplicado, a fim de tornar a imagem binária, este processo é feito pela ponderação da soma dos valores dos canais do pixel, o RGB (*red, green, blue*). Assim, realizar a médias das intensidades em cada faixa de frequência para transformá-la em monocromática. Ainda, na segmentação definiu-se níveis para alterar a cor do pixel, para cores abaixo de 0.3 torna-se preto e acima branco.

Em seguida, é realizado a etapa de identificação da área de interesse nas imagens da comparação, em um processo chamado de Casamento de Modelo (*Template Matching*). Para esta operação, assume-se que não há distorções nas imagens. O cálculo com base no número de linhas e colunas da imagem matricial retorna as coordenadas no plano cartesiano do deslocamento, que é usado para alinhá-las.

Por fim, com o alinhamento das imagens com a área de referência, realiza-se a comparação pixel a pixel das duas imagens temporais, destacando as diferenças entre os pixels e gerando uma nova imagem a partir disso. O resultado da comparação é uma imagem binarizada referenciada em um plano.

2.3 Detalhes

Apresente nesta Seção diagramas e trechos de código importantes para o entendimento do produto desenvolvido. Apresente pelo menos um trecho de código exemplificando cada tecnologia utilizada.

Todo trecho de código deve ser comentado (use marcações ou numeração de linhas para facilitar a explicação). É altamente recomendada a utilização de listas nas explicações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresente neste Capítulo uma discussão sobre cada uma das tecnologias utilizadas no desenvolvimento do produto. Indique a motivação para utilização da tecnologia e como ela auxiliou no desenvolvimento. Apresente também que problemas foram encontrados e como foram solucionados.

Se há um cliente, indique se a solução foi implantada e qual a opinião dos usuários.