

INSTITUCIONAL/IFSP	PROJETO DE PESQUISA
--------------------	---------------------

TÍTULO DO PROJETO: “Espectroscopia por Imageamento-Sensoriamento Remoto Hiperespectral - Desenvolvimento de um sistema de análises hiperespectrais utilizando câmeras CCD’s aplicáveis no Monitoramento ambiental”.

Área do Conhecimento (Tabela do CNPq):

3	.	0	4	.	0	5	.	0	2	-	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1. RESUMO

Câmera Hiperespectral é um equipamento que produz imagem hiperespectral. A imagem hiperespectral ilustra a composição química por meio de imagens feitas a partir de informações espectrais coletadas por um espectrômetro. Diferente de um espectrômetro comum, a Câmera capta milhares ou centenas de milhares de espectros, ao invés único espectro.

Os espectros recolhidos são utilizados para formar uma imagem do alvo, de modo que cada pixel de imagem inclui um espectro completo. Ao fazer isso, é possível obter diversas informações, com base na composição química e local definido. Podemos escolher qualquer posição do alvo para obter as informações.

A imagem hiperespectral pode ser feita por meio das espectroscopias: HS, PFD, SCMOS, ENIR, CMOS, NIR, SWIR, MWIR, LWIR. É uma ferramenta de alto potencial para inúmeras aplicações para indústrias, pesquisas e agricultura, por meio de análises não-invasivas.

Neste trabalho pretende-se o desenvolvimento de um sistema de análises hiperespectrais utilizando câmeras CCD’s monocromáticas a serem aplicáveis no monitoramento ambiental. A proposta de construção deste sistema passa pela utilização da câmera CCD’s utilizada como sensor em conjunto com circuitos e controles autônomos embarcados programáveis

e a serem desenvolvidos para a detecção de metais pesados e/ou substâncias poluidoras aplicável no monitoramento ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3. Introdução

O controle ambiental em tempo real de grandes áreas esta sendo um dos grandes desafios da atualidade. O problema resulta mais complexo quando se pretende monitorar grandes áreas de mata florestal em tempo real. Dentro deste cenário, a técnica de monitoração através de imagens hyperspectrais tem-se mostrado atrativa para tal proposito [1-15]. Uma imagem hyperespectral consiste num conjunto de imagens ordenados tridimensionalmente (cubo espectral) onde para cada pixel da imagem (bidimensional) corresponde-lhe um espectro (a terceira dimension) que pode estar associado às características estruturais do material cuja imagem esta relacionado com este pixel [7]. Assim uma imagem hyperespectral é um conjunto de dados que proporciona informação espacial e estrutural da área em analises, este conjunto de dados pode ser representado por uma estrutura tipo cubo como mostrado na Figura 1.

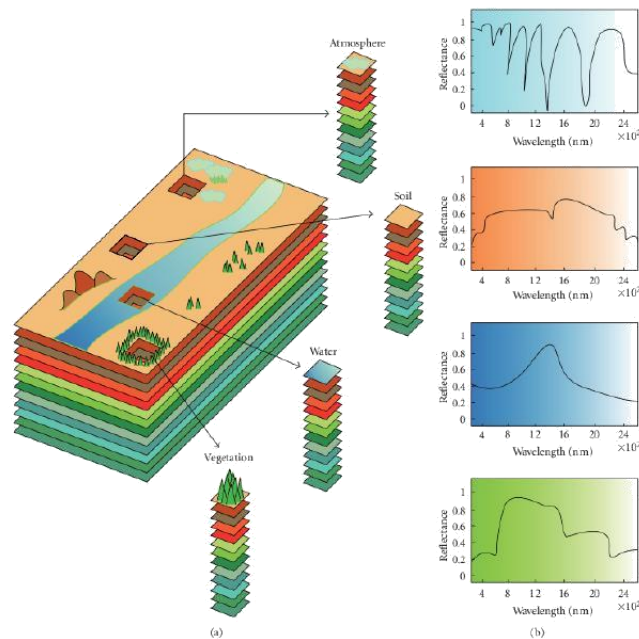


Figura 1. Representação esquemática do conjunto de dados de uma imagem hyperspectral[7].

As imagens hiperespectrais são obtidas na região infravermelho o visível através da técnica de refletância, para tal fim o sistema de aquisição é embarcado numa nave aerea de pequeno porte ou em drones controlados remotamente [15].

As características especiais apresentadas pelos dados das imagens hiperespectrais tem motivado sua aplicação em diversas áreas e sistemas de controle, tais como detecção automática de alvos o anomalias em aplicações de segurança e defesa [7], detecção de minerais raros em geologia [7], detecção de arvores infetados na floresta [15], monitoração de cultivos em agricultura [15], monitoração de fontes de agua [3,4]. Em adição a técnica de analises hyperspectral esta sendo aplicado em áreas medicas [6,8,10], monitorações na evolução de sistemas microbiológicos como cultivos de bactérias utilizando-se técnicas de espectroscopia Raman e infravermelho [8], monitoração da qualidade de carnes vermelhas na indústria alimentícia [11], controle de qualidade em frutos do mar como peixes e outros [2].

Apesar do grande potencial de aplicação da técnica de imagem hiperespectral, existem desafios a serem resolvidos que estão relacionados principalmente à analises dos dados hiperespectrais que permitam uma monitoração espectral e espacial com elevada precisão já que a informação espectral de cada pixel da imagem pode ter uma contribuição de outras partes da área em estudo (espectro difuso), em adição existe a interferência das condições do ar (depende do dia). Nesse sentido diversos métodos matemáticos e estatísticos foram reportados entre as principais podemos mencionar os métodos baseados em processos Bayesianos [7], treinamento de redes neurais utilizando o método “support vector machines” [13], métodos d analises multivariada também foram propostos entre elas podemos mencionar o método regressão multilinear, regressão de componentes principais, regressão parcial de mínimos quadrados, redes neurais artificiais [7]. Por outro o problema de classificação tem sido abordado através de métodos como, analise discriminante linear, analises descriminante parcial linear de mínimos quadrados, analises de componentes principais e redes neurais artificiais [7]. Dentro deste cenário o presente projeto tem por objetivo o controle florestal da mata atlântica da cidade de Cubatão através da técnica de analises hiperespectral.

3. OBJETIVOS

O objetivo principal do presente projeto é o desenvolvimento de um sistema de análises hiperespectral que permita monitorar em tempo real grandes áreas da floresta da cidade de Cubatão com tal propósito os seguintes objetivos específicos são definidos:

Montagem de um sistema de análises hiperespectral utilizando câmeras CCD monocromática para diversos filtros ópticos passa faixa.

Desenvolvimento ou adaptação de um método matemático para análises e classificação dos dados das imagens hiperespectrais obtidas a partir do sistema montado.

Justificativas

A monitorização da floresta resulta de vital importância para a proteção do ecossistema. Podemos considerar que os parâmetros críticos de controle florestal são a quantificação da sua área de extensão, fragmentação e grau de regeneração que podem ser monitorados e quantificados através da análise de parâmetros biológicos, químicos e físicos. Todos estes parâmetros podem ser identificados no conjunto de dados hiperespectrais. No entanto a tarefa de extração de informações a partir destes dados é um desafio científico e técnico que envolve processos matemáticos e estatísticos. Nesse sentido o presente projeto apresenta uma contribuição de caráter social e político (controle ambiental) e científico.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos do presente projeto utilizaremos os seguintes procedimentos:

Montagem do sistema de análises hiperespectral.

O sistema consistirá de uma câmara CCD comercial que poderá ser com pixel coloridos ou preto e branco e resolução de 10 Mp X 10Mp. Para sua aplicação na análise espectral será realizado uma identificação do endereçamento dos seus diferentes pixels de tal forma a armazenar a informação dos pixels numa

matriz $n \times n$. A parte espectral do sistema será implementado por um conjunto de diferentes filtros ópticos passa banda. O endereçamento dos pixels da câmara e a mudança dos filtros ópticos serão controlados por uma placa de aquisição da National utilizando-se o software Lview.

Calibração do sistema hiperespectral.

O sistema de aquisição hiperespectral será calibrado no laboratório utilizando-se para esta finalidade objetos com estruturas químicas completamente conhecidas.

Analises dos dados hiperespectrais.

Como os dados espectrais de cada pixel em geral apresentam correlação de banda com os pixels vizinhos, o procedimento mais adequado para abordar estes sistemas são os métodos de variedades não lineares. Nesse sentido utilizaremos o algoritmo “Graphembedding framework” que considera com muita precisão os problemas de correlação dos pixels vizinhos.

O algoritmo “graphembedding framework” define um grafo $G = \{X, W\}$ onde X representa o conjunto de “n” amostras de treino $X = \{x_i\}$ e W representa uma matriz de similaridade ou afinidade dos x_i assim W é uma matrix $W_{ij} n \times n$ definida por [7].

$$W_{ij} = \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{\gamma_i \gamma_j}\right)$$

Onde γ_i são os parâmetros associados à localidade e podem ser utilizados como parâmetros adaptativos de tal forma que variando estes parâmetros podemos identificar a matriz de afinidade com mais popularidade.

5. PLANO DE TRABALHO

Tabela 5.1 Metas estabelecidas para a pesquisa.

META S	DESCRIÇÃO
1	Levantamento Bibliográfico – Utilização das Bibliotecas OnLine
2	Projeto e Montagem do sistema de análises hiperespectral a partir de câmeras CCD's comerciais;
3	Testes no sistema de Cameras
4	Desenvolvimento do Software em LabView para captação das Imagens
5	Relatório Parcial entregue- até 15/07/18
6	Realização de ensaios do Sistema Sensor para Líquidos e/o gases
7	Análise dos Dados (Imagens) e obtenção de resultados
8	Comparação dos resultados com a literatura levantada.
9	Relatório Final entregue- até 30/11/2018

Tabela 5.2 Cronograma proposta para cumprimento das metas.

Metas	1º. bimestre	2º. bimestre	3º. bimestre	4º. bimestre
Levantamento Bibliográfico		XX		
Projeto, Montagem do sistema de análises hiperespectral		XX	XX	
Escrita do Relatório Parcial		XX		
Análises dos dados hiperespectrais			XX	XX
Escrita do Relatório Final		XX	XX	XX

6. VIABILIDADE DE EXECUÇÃO

O trabalho será realizado no CEPEMA – USP, com todos seus recursos de Laboratório na área de automação e química da unidade.

Atualmente não se possui recursos financeiros para o projeto.

Instituições Parceiras: Grupo de Sensores Integráveis do Laboratório de Microeletrônica da EPUSP e CEPEMA USP que possuem reunidos professores e técnicos para a co orientação dos trabalhos.

7. RESULTADOS ESPERADOS E DISSEMINAÇÃO

Deseja-se no desenvolvimento do projeto a publicação de trabalhos em no TCC do Instituto, bem como em Simpósios Nacionais e Internacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Fernanda Dreccera, Laura R. Barnes, Roger Meder, Quantitative dynamics of stem water soluble carbohydrates in wheat can be monitored in the field using hyperspectral reflectance, *Field Crops Research* 159 (2014) 70–80.
- [2] Jun-Hu Cheng and Da-Wen Sun, imaging as an effective tool for quality analysis and control of fish and other seafoods: Current research and potential applications, *Trends in Food Science & Technology* 37 (2014) 78–91.
- [3] Chunlei Fan, Robert A. Warner, Characterization of Water Reflectance Spectra Variability: Implications for Hyperspectral Remote Sensing in Estuarine Waters, *Marine Science* 2014, 4(1): 1-9
- [4] Darryl J. Keith, Blake A. Schaeffer, Ross S. Lunetta, Richard W. Gould Jr., Kenneth Rocha & Donald J. Cobb, Remote sensing of selected water-quality indicators with the hyperspectral imager for the coastal ocean (HICO) sensor, *International Journal of Remote Sensing*, 2014 Vol. 35, No. 9, 2927–2962.
- [5] Johannes Ofner, Katharina A. Kamilli, Elisabeth Eitenberger, Gernot Friedbacher, Bernhard Lendl, Andreas Held, and Hans Lohninger, Chemometric Analysis of Multisensor Hyperspectral Images of Precipitated Atmospheric Particulate Matter, *Anal. Chem.* 2015, 87, 9413–9420.
- [6] Hong-Ju He, Da-Wen Sun, Hyperspectral imaging technology for rapid detection of various microbial contaminants in agricultural and food products, *Trends in Food Science & Technology* 46 (2015) 99–109.
- [7] Dalton Lungu, Saurabh Prasad, Melba M. Crawford, and Okan Ersoy, Manifold-Learning-Based Feature Extraction for Classification of Hyperspectral Data, *IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE* [55] JANUARY 2014.

- [8] Marena Manley, Near-infrared spectroscopy and hyperspectral imaging: non-destructive analysis of biological materials, *Chem. Soc. Rev.*, 2014, 43, 8200-8214.
- [9] Fernando Sierra-Pajuelo¹, Abel Paz-Gallardo, Antonio Plaza, Performance Optimizations for an Automatic Target Generation Process in Hyperspectral Analysis, ARCS 2015, March 24 – 27, 2015, Porto/Portugal.
- [10] Aoife A., Gowen, Yaoze Feng^d, Edurne Gaston^b, Vasilis Valdramidis, Recent applications of hyperspectral imaging in microbiology, *Talanta* 137(2015)43–54.
- [11] Zhenjie Xiong, Da-Wen Sun, Xin-An Zeng, Anguo Xie, Recent developments of hyperspectral imaging systems and their applications in detecting quality attributes of red meats: A review, *Journal of Food Engineering* 132 (2014) 1–13.
- [12] Jiunn-Lin Wu , Chung-Ru Ho , Chia-Ching Huang , Arun Lal Srivastava, Jing-Hua Tzeng and Yao-Tung Lin, Hyperspectral Sensing for Turbid Water Quality Monitoring in Freshwater Rivers: Empirical Relationship between Reflectance and Turbidity and Total Solids, *Sensors* 2014, 14, 22670-22688.
- [13] Giorgos Mountrakis , Jungholm, Caesar Ogole, Support vector machines in remote sensing: A review, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66 (2011) 247–259.
- [14] Angela Lauscha, , Thomas Blaschke^b, Dagmar Haase^c, Felix Herzog^d, Ralf-Uwe Syrbee, Lutz Tischendorf^f, Ulrich Walz, Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics, *Ecological Modelling* 295 (2015) 31–41.
- [15] Sen Cao, Qiuyan Yu, Arturo Sanchez-Azofeifa, Jilu Feng, Benoit Rivard, Zhujun Gu, Mapping tropical dry forest succession using multiple criteria spectral mixture analysis, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 109 (2015) 17–29.