

*Palavras-chave/Keywords:* mgb hydrological model, numerical methods, high performance computing, parallel programming, hardware counters

---

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE AGRUPAMENTO  
APLICADO NA SELEÇÃO AUTOMÁTICA DE  
MARCOS PARA A NAVEGAÇÃO AÉREA  
AUTÔNOMA BASEADA NO  
RECONHECIMENTO DE MARCOS**

Leonardo Vieira (Instituto Nacional de Pesquisas  
Espaciais (INPE))

Elcio Hideiti Shiguemori (Instituto de Estudos  
Avançados (IEAv))

Lamartine Nogueira Frutuoso Guimarães (Instituto de  
Estudos Avançados (IEAv))

O reconhecimento de marcos é uma técnica amplamente utilizada na navegação aérea autônoma por imagens. A técnica consiste na identificação de marcos georreferenciados em imagens capturadas em voo para determinar a latitude e longitude do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). Um marco pode ser compreendido como um objeto de destaque em uma determinada região da imagem. Para a realização deste tipo de técnica, a priori é necessário selecionar um conjunto de objetos representativos (marcos) em imagens aéreas da região do voo. A qualidade do conjunto marcos selecionado terá relação direta com a qualidade do reconhecimento em voo. Em muitos casos, a seleção do conjunto de marcos que farão parte da rota é realizada de forma empírica baseada na experiência dos planejadores de voo. Porém, o modo como os seres humanos selecionam este conjunto nem sempre reflete nos melhores marcos para o modelo de reconhecimento. Mas como utilizar métodos de agrupamentos para seleção automática dos marcos? A ideia central foi extrair um conjunto de pontos característicos na imagem para explorar a relação espacial entre eles. Ou seja, foi considerado que os pontos característicos mais próximos pertencem a um marco específico na imagem. Adotando esta relação, foi possível agrupar os pontos característicos e selecionar diferentes marcos dentro da imagem. Para realizar a extração de pontos característicos foi utilizado o algoritmo Oriented Fast and Rotated Brief (ORB) devido ao seu baixo custo computacional. Na literatura existem diferentes algoritmos de agrupamento, baseados em diferentes métodos: particionais, hierárquicos, baseado em grafos, baseado em redes neurais, etc. Desta forma, o intuito do trabalho foi avaliar diferentes técnicas de agrupamento para a extração de marcos em imagens aéreas. Ao todo foram testados 12 algoritmos: K-Means, X-Means, Affinity Propagation, X-Means Adaptado, Ward, Agglomerative Clustering, Birch, Mean-Shift,

DBSCAN, Spectral Clustering, Gaussian Mixture e Self-Organized Mapping. A análise foi realizada considerando três métricas: silhueta, Calinski-Harabasz e a sobreposição dos grupos. Silhueta e Calinski-Harabasz são métricas para avaliar agrupamentos que utilizam o próprio modelo para qualificar o resultado. Já a terceira métrica quantifica o número de sobreposições dos elementos nos agrupamentos considerando a região de cada grupo. A métrica Calinski-Harabasz foi utilizada para para configurar os parâmetros dos algoritmos testados. Enquanto as outras duas métricas foram utilizadas para avaliar o conjunto de algoritmos como um todo. Os algoritmos MeanShift e Affinity Propagation obtiveram os melhores resultados considerando as duas métricas avaliadas. Os algoritmos geram automaticamente o número de grupos. O que é uma vantagem em relação aos outros algoritmos que obtiveram resultados semelhantes. Porém, o algoritmo Affinity Propagation possui um custo computacional muito maior que o MeanShift. O que deve ser levado em consideração em aplicações reais. Um próximo passo a ser realizado é avaliar as técnicas considerando a qualidade dos marcos selecionados. Ou seja, testar o conjunto de marcos gerado em situações reais de voo.

*Palavras-chave/Keywords:* clustering, landmark recognition, uavs

---

**APROXIMAÇÃO DE DINÂMICAS FAST E  
SLOW EM SISTEMAS CAÓTICOS COM  
MÚLTIPLAS ESCALAS DE TEMPO**

Luciano Magrini (Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de São Paulo)

Margarete Domingues (Instituto Nacional de Pesquisas  
Espaciais)

Elbert Macau (Instituto Nacional de Pesquisas  
Espaciais)

Sistemas dinâmicos caóticos com múltiplas escalas de tempo constituem a adequada formulação matemática para diversos fenômenos em áreas fundamentais como a Física, a Química, a Biologia e a Neurociência. Em todas estas áreas é relativamente comum encontrar modelos em que as diferentes variáveis presentes apresentam diferentes taxas de variação em relação à variável independente. Estas diferentes taxas de variação permitem, no caso mais simples, identificar no sistema duas subdinâmicas, chamadas de fast e slow, cujas caracterizações é relativamente simples em modelos teóricos, uma vez que é possível neste caso analisar as equações diferenciais envolvidas e seus parâmetros numéricos, mas se mostra desafiadora no caso experimental em que geralmente só se dispõe de uma série temporal na qual tais dinâmicas evoluem juntas ao longo do tempo. Neste trabalho apresenta-se uma

metodologia, baseada na análise de wavelets, para obter aproximações multiescala das dinâmicas fast e slow no caso em que as duas evoluem conjuntamente em uma mesma série temporal e exemplificamos seu uso em dados experimentais.

**Palavras-chave/Keywords:** sistemas com múltiplas escalas de tempo, dinâmicas fast e slow, análise de wavelets

---

#### **DEEP LEARNING: REDES CONVOLUTIVAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE FASES EM SUPERNOVAS DO TIPO IA**

Luis Ricardo Arantes Filho (National Institute for Space Research)

Lamartine Nogueira Frutuoso Guimarães (Instituto de Estudos Avançados)

Reinaldo Roberto Rosa (National Institute for Space Research)

A análise evolutiva das explosões de supernovas Ia é destaque de diversos estudos que implicam em identificar, classificar e separar estas fontes de luminosidades para aplicações que lidam com os cálculos da expansão cósmica do universo. Supernovas Ia são explosões termonucleares geradas pelo colapso de estrelas anãs brancas, por ser um fenômeno causado por condições bem definidas, a análise da curva de luz e do espectro providenciam uma identificação homogênea do fenômeno. Avaliação espectral para identificar as supernovas Ia pode ser feita com acurácia quando o espectro atinge a luz máxima (fase espectral máxima = 0.0), este período tem uma variação de aproximadamente -2.5 a +2.5 dias em relação a luz máxima. Neste sentido, com o objetivo de analisar as supernovas Ia pelo espectro fora do máximo foi desenvolvido um modelo em Deep Learning com redes neurais convolutivas para identificar as fases espectrais. Este modelo buscou categorizar as fases em: fase inicial (-7 dias, antes do máximo), fase máxima (entre -3 a +3 dias, em relação ao máximo), fase pós-máximo (de +3 a +10 dias) e fase nebular (de +10 dias a +45 dias). Os espectros foram normalizados [1], para a extração de características. As características utilizadas foram os coeficientes MFCCs (mel-frequency cepstrum coefficients), este coeficiente revela representação do espectro de potência do sinal. A estrutura foi definida como: camada de entrada (MFCCs dos espectros), camada convolucional, camada de pooling e camada totalmente conectada. A ativação das camadas foi dada pela função não linear 'ReLU'. O treinamento foi feito para uma amostra de 3082 espectros em 3000 épocas. Foi obtido o MSE de 0.0833 com a acurácia de 87% para cada uma das quatro fases definidas. Espera-se com este modelo inicial ampliar a análise espectral de supernovas a

ponto de identificar melhor as características de cada fase.

**Palavras-chave/Keywords:** supernovas ia, deep learning, redes convolutivas, fases espectrais

---

#### **DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA AUXILIAR NA ANÁLISE DO CONTEÚDO ELETRÔNICO TOTAL (TEC) SOBRE O TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Mateus de Oliveira Arcanjo (IP&D)

Valdir Gil Pillat (IP&D)

A investigação da eletrodinâmica da ionosfera pode ser realizada utilizando equipamentos ópticos e de rádio sondagem, atualmente receptores de GPS são amplamente utilizados neste estudo. A rede de RBMC (IBGE) tem aproximadamente 130 receptores GPS, distribuído em uma ampla faixa territorial brasileira. Com o avanço das novas tecnologias, os receptores de GPS de duas frequências são capazes de processar uma grande quantidade de informação. Geralmente os receptores armazenam informações a cada 15 segundos e operam 24h por dia, gerando assim uma grande quantidade de dados. Estes dados podem ser processados com a finalidade de investigar a variabilidade espaço-temporal da ionosfera, durante períodos geomagneticamente calmos e perturbados. Utilizando os arquivos no formato Rinex o TEC é inferido com uma resolução temporal de 1 minuto, utilizando o programa GPS-TEC desenvolvido por Gopi Krishna Seemala. Assim, cada receptor de GPS gera 1440 TEC's por dia. Para agilizar o processo de organização, visualização, análise e interpretação de uma grande quantidade de dados de TEC, distribuído em uma faixa de aproximadamente 30 x 30 graus de latitude e longitude foi desenvolvida uma ferramenta computacional para visualizar a variação diurna do TEC para cada uma das estações, comparar a variação de um período específico com a média mensal e gerar mapas da distribuição espacial do TEC no território brasileiro para um horário desejado.

**Palavras-chave/Keywords:** tec, ionosfera, gráficos

---

#### **DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA AUXÍLIO NO PROJETO E ANÁLISE DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS**

Matheus De Castro Bachega (Universidade Estadual de Campinas)

Raquel Jahara Lobosco (Universidade Federal do Rio de Janeiro)