

ANÁLISE DE IMAGENS DE FOLHAS PARA ESTIMATIVA DE SEVERIDADE DE DOENÇAS EM PLANTAS

Elvis Canteri de Andrade

Email: ecanteri@convoy.com.br
 Vínculo: UEPG – CNPq – PIBIC
 Endereço: Rua Caneleira, 253 – Bairro Contorno
 CEP: 84061-420
 Telefone: (42) 227-9262

José Carlos Ferreira da Rocha

Email: jrocha@uepg.br
Vínculo: Prof. do Departamento de Informática – UEPG
Endereço: Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. Av. Carlos Cavalcante, 4748. CEP: 84030-000, Ponta Grossa, PR.

Marcelo Giovanetti Canteri

Email: mgcanter@uepg.br
Vínculo: Prof. Doutor do Departamento de Informática - UEPG
Endereço: Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. Av. Carlos Cavalcante, 4748. CEP: 84030-000, Ponta Grossa, PR.
Telefone: (42)220-3097

Resumo

Estimativas de severidade de doenças em plantas são essenciais para o manejo das mesmas. O software WinCombrosimula a ocorrência de lesões de doenças em imagens de folhas de milho e cana-de-açúcar e serviu de base para o desenvolvimento de outro software para analisar imagens de folhas de feijoeiro doentes. O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo das técnicas de análise e processamento de imagens que propiciem melhores resultados na avaliação da porcentagem de área doente em imagens de folhas de cana-de-açúcar. Como ferramenta de estudo utilizou-se a linguagem de programação Delphi e os métodos de classificação de imagens de forma supervisionada (Single Table & Table Lockup) e métodos de classificação de imagens de forma não-supervisionada (Clustering e Teorema de Bayes). Utilizou-se algoritmos que trabalham com aproximadamente 16 milhões de cores (fator RGB-XY) em fotos de folhas em diversas situações de iluminação e contraste. O resultado do estudo foi a implantação de algoritmo para realizar estimativa de porcentagem de área doente em folhas de cana-de-açúcar, bem como a implantação da mesma técnica para uso em outras culturas. Estes resultados permitem o desenvolvimento de softwares para realizar diagnósticos de doenças em várias culturas.

Abstract

ANALYSIS OF IMAGES OF LEAVES FOR ESTIMATE DISEASE SEVERITY IN PLANTS

Disease severity estimatives in plants are essential for the handling of the same ones. The software WinCombrosimulates the occurrence of diseases lesions in images of corn and sugar-cane leaves and it served as base for the development of another software to analyze digital images of bean diseased leaves. The objective of the

present work is to accomplish a study of the techniques of image processing that propitiate better results to evaluate percentage of diseased area in images of sugar-cane leaves. It was used the programming language Delphi and the methods of classification of images in a supervised way (Single Table & Table Lockup) and methods of classification of images in a no-supervised way (Clustering and Theorem of Bayes) as study tools. It was used algorithms that work with approximately 16 million colors (factor RGB-XY) in pictures of leaves in several illumination and contrast situations. The result of the study was the algorithm implantation to accomplish estimates of disease percentage in leaves of sugar-cane, as well the implantation of the same technique for use in other cultures. These results allow the development of software to accomplish diagnoses of diseases in several cultures.

Palavras Chaves

Processamento de Imagens; Segmentação de Imagens; Quantificação de Doenças em Plantas; AgroInformática.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do software WinCombpro para simular a ocorrência de lesões de doenças em imagens de folhas de milho e cana-de-açúcar para treinamento de avaliadores (Andrade & Canteri, 1999) estimulou o desenvolvimento do projeto atual, intitulado “Sistemas de informação para Manejo Ecológico de pragas e doenças em Cana-de-Açúcar”. Consiste de um estudo para o desenvolvimento de um software que possa realizar a análise de imagens de folhas doentes “digitalizadas”, ou seja, quantificar o percentual de área doente em situações reais, agilizando e aperfeiçoando o processo de diagnose e quantificação de doenças em plantas.

O trabalho, contemplado com bolsa de iniciação científica, envolveu o processo de estudo, melhoramento e implantação de algoritmos destinados à análise de imagens, adaptando-os para a realização da quantificação de doenças para auxiliar no manejo ecológico de diversas culturas, como a da cana-de-açúcar e de feijão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A avaliação da intensidade de doença em plantas é uma das principais atividades da fitopatologia. É usada no desenvolvimento de novas cultivares, na estimativa de danos ocasionados pelas doenças e no monitoramento do progresso das epidemias visando o manejo integrado das doenças. Avaliações precisas e acuradas são essenciais para definir as estratégias de manejo das doenças, para quantificar e modelar o progresso da doença no tempo e no espaço, para prever a intensidade das doenças no futuro e para elucidar a relação entre injúria e dano (Madden & Nutter, 1995; Nutter & Schutz, 1995). Pesquisadores, agrônomos, técnicos agrícolas e agricultores geralmente necessitam estimar níveis de doença, entretanto com frequência se observam erros nestas estimativas. Vários estudos demonstram que há grandes variações nas estimativas de severidade de doenças realizadas por diferentes avaliadores para uma mesma amostra (Canteri & Gigliotti, 1996); Andrade & Canteri, 1999). Por estas razões, é de extrema valia uma quantificação precisa de doenças de plantas. Atualmente, há uma tendência geral em se desenvolverem softwares para ambientes gráficos, isto é, ambiente Windows na maioria dos casos. Utilizam-se

linguagens orientadas à objeto, com uma lógica mais próxima do mundo real (Champeaux, 1997). Estes novos métodos de desenvolvimento de software permitem a obtenção de produtos finais com uma maior interação com o usuário através de um ambiente totalmente gráfico. As novas metodologias permitem um maior reaproveitamento das rotinas desenvolvidas e uma maior qualidade do produto final (Marick, 1995).

Entre as vantagens do uso do computador em relação aos métodos tradicionais pode-se citar a ampla gama de formatos de lesões que podem ser reconhecidos, a facilidade e rapidez de execução da quantificação e principalmente a precisão da estatística realizada.

Sendo a Computação Gráfica a área da ciência da computação que estuda a geração, manipulação e interpretação de modelos e imagens de objetos utilizando computador, esta serviu de base de nossos estudos para viabilizar o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa, que consistiu de um estudo para a criação de softwares para análise e segmentação de imagens voltados ao agronegócio, que possam analisar imagens de folhas doentes “digitalizadas”, quantificado o percentual de área doente em situações reais, agilizando e aperfeiçoando o processo de diagnose e quantificação de doenças em plantas, auxiliando no manejo ecológico de diversas culturas, como a da cana-de-açúcar e de feijão, trazendo inúmeros benefícios àqueles que tenham contato com a fitopatologia, bem como a outras áreas de similar interesse.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O processo de desenvolvimento do software de processamento de imagens está sendo baseado no software WinCombrio (Andrade & Canteri, 1999) que foi desenvolvido em uma linguagem baseada na POO, para sistema operacional com ambiente gráfico (Sistema Windows 95/98). destinado a avaliadores das doenças da cana-de-açúcar.

O objeto de trabalho constante da planilha de trabalho é o software experimental “Canalisys”, destinado ao processamento de imagens de doenças da cana-de-açúcar. Como ferramenta de trabalho para a realização dos respectivos testes de algoritmos de processamento de imagens, fez-se uso da linguagem de programação Delphi 5 Professional, da Borland, uma linguagem baseada em POO, destinada ao desenvolvimento de softwares para sistemas operacionais Microsoft Windows. Para alcançar a máxima precisão algorítmica nos modelos de quantificação de doenças foram realizados estudos sobre fractais, sobre manipulação das coordenadas de posicionamento dos objetos, e sobre a análise e processamento de imagens para se realizar a quantificação de área doente em plantas. Consultou-se obras sobre programação avançada e programação gráfica em linguagem Delphi (Cornell, 1995) visando melhorar o processo de instanciação dos respectivos algoritmos com o objetivo de melhorar o desempenho do software com relação à análise e ao processamento das imagens.

Dentre vários métodos existentes para o processamento de imagens optou-se por selecionar métodos de processamento e classificação de imagens de forma supervisionada (Single Look-up & Table Look-up) e métodos de classificação de imagens de forma não-supervisionada (Clustering e Redes Bayesianas), todos estes pertencentes à área de segmentação de imagens.

O procedimento de experimentação do software incluiu baterias de testes para verificar se as rotinas desenvolvidas corresponderam realmente aos objetivos intencionalmente no trabalho. Tais rotinas englobaram, primeiramente, a análise espectral da imagem das folhas das doenças selecionadas por definição prévia de bandas espectrais que definem o domínio de cada classe, conhecido também como método de “Table Lockup” e, em segundo plano, o processo de análise da folha como um todo, enquadrando-os em uma determinada classe, que é dada pelo desvio de cada ponto com relação ao centróide de cada classe (cálculo do desvio padrão de pixels em RGB), o já discutido sistema “K-means” em método de clustering. Para tanto, foram utilizadas imagens base fornecendo os dados a respeito de cor, tamanho, formato e frequência de aparecimento de lesões da doença. Estes dados foram fornecidos pelo programa de melhoramento da cana de açúcar da UFSCar.

O processo de validação das rotinas do software envolveu o confronto entre os algoritmos onde foram utilizadas imagens digitalizadas como material de trabalho. Foram medidos o tempo gasto em cada avaliação e o desempenho do processamento de cada algoritmo. Foram realizadas análises não paramétricas dos resultados das avaliações. Após a realização dos testes, analisou-se a avaliação dos algoritmos nos parâmetros de qualidade gráfica, rapidez e qualidade geral, qualidade e velocidade no processamento, funcionalidade, possibilitando assim determinar se o software cumpre com os objetivos propostos em nosso trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os algoritmos desenvolvidos geraram como produto final um software para processamento de imagens que analisa e classifica a imagem, dividindo-a em classes distintas. A configuração mínima necessária para execução do programa é um computador com processador Pentium 100 MHz, com 16 MB de memória RAM, um monitor padrão SVGA e o Sistema Operacional Windows 95, resolução de vídeo de 800X600 pixels, High Color (16 bits), utilizando-se uma placa de vídeo com 2MB de memória e um driver de aceleração gráfica.

Os estudos sobre fractais e sobre manipulação das coordenadas de posicionamento dos objetos possibilitaram a viabilização do projeto. As lesões e a imagem base são resultantes de folhas reais digitalizadas. Isto resultou na maximização do desempenho dos algoritmos, ocasionando maior rendimento no processamento e análise de imagens e maior confiabilidade no processo de classificação dos mesmos.

Nos testes dos algoritmos foi utilizada uma imagem previamente definida como “folha ideal”. A imagem possuía em seu canto superior esquerdo uma prévia tabulação das classes que poderiam ser adotadas. No método de Table Lockup as classes foram definidas como: Fundo, Lesão, Caule, Folha. No método K-means as quatro classes espectrais foram definidas com cores aleatórias, que não foram previamente nomeadas, devido ao fato de que o método de classificação é não supervisionado e cada uma era definida pela cor de seu centróide.

O processo de validação das rotinas desenvolvidas para o software permitiu verificar que os testes não supervisionados foram menos eficientes no processamento de imagens e também indicou que a estrutura dos algoritmos dos modelos originais de métodos de Table Lockup necessitava de modificações.

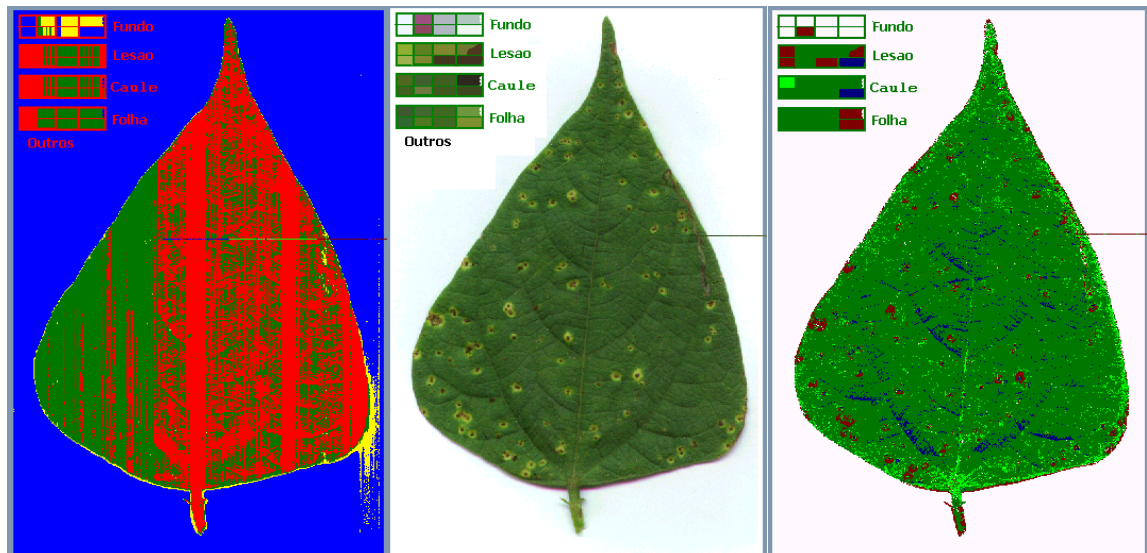


Figura 1. Resultado obtido após processamento da imagem base (centro) pelo método Table Lockup (direita) e K-means (esquerda).

Em função destas constatações utilizou-se a definição de classes juntamente com a definição de centróides. No algoritmo original de clustering (k-means), primeiramente se definiam os centróides e somente depois encontrava-se a classe pela redução do centróide. Posteriormente dividia-se este resultado pelo número total de ocorrências para cada centróide. Atualmente, o algoritmo encontra a classe ao mesmo tempo em que se está trabalhando com o ponto. A fórmula utilizada é a redução do centróide pelo ponto em questão com posterior divisão deste resultado por dois, obtendo a média aritmética simples, que forma o novo centróide. Outra variação utilizada no método K-Means foi de o uso de um bitmap auxiliar ao invés de se agrupar os dados em uma matriz. Obtendo-se assim um bitmap composto pela divisão das classes em questão. Isto permite questionar a validade da análise posterior da imagem com base nos desvios, pois as imagens geradas no bitmap auxiliar e bitmap resultante apresentaram grande semelhança.

5. CONCLUSÕES

Os resultados da verificação e confrontação entre os algoritmos indicam que o algoritmo Single Lookup apresentou resultados poucos satisfatórios, devido a limitação das três classes previamente instanciadas. Isto impossibilitou um avanço em sua estrutura para aplicação do mesmo em segmentação de área doente em plantas.

O processo de classificação de imagens pelo método de Table Lockup permite melhores resultados quando se utiliza um pequeno número de classes e quando se tem uma base sólida no processo de identificação de regiões dentro de uma imagem complexa.

O processo de classificação de imagens pelo método K-means, em sistema de classificação não supervisionada, por clustering, forneceu uma grande flexibilidade no processo de identificação de regiões dentro de uma imagem. Entretanto, quando utilizou-se imagens complexas necessita-se um maior número de classes para se

obter um resultado aceitável. Portanto, necessita-se maiores estudos para viabilizar a aplicação desta técnica na análise de folhas doentes. Novos estudos estão sendo realizados para implementação de um algoritmo que utilize Redes de Bayes para a resolução deste problema.

Os estudos realizados abrem campo para a criação de novos softwares, com uso de segmentação de imagens, que permitam maior confiabilidade nos resultados.

6. REFERÊNCIAS

- Andrade, E. C. & Canteri, M.G. Melhoramentos e validação de softwares para avaliadores das principais doenças da cana-de-açúcar e do milho. In: 7º EVINCI-Evento de iniciação científica da UFPR, Curitiba, PR. Anais do 7º Evinci. Curitiba, PR, UFPR. v.2. p.338-338, 1999
- Canteri, M.G. & Giglioti, E.A. Software para seleção e treinamento de avaliadores de severidade de doenças em cana-de-açúcar. Publicatio, 2(1):57-70, 1996.
- CHAMPEAUX, D. **Object-oriented development process and metrics**. Prentice Hall, New Jersey, 1997.
- Cornell, G. Delphi nuts & bolts: for experienced programmers. McGraw-Hill, California, 1995.
- Cowell, J. Essential Delphi 2.0 fast how to develop applications in Delphi 2.0. Springer, New York, 1996.
- Madden, L.V. & Nutter, F.W. Jr. Modeling crop losses at the field scale. Canadian Journal of Plant Pathology, 17:154-166, 1995.
- MARICK, B. **The craft of software testing**. Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- Nutter, F.W. Jr. & Schultz, P.M. Improving the accuracy and precision of diseases assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. Canadian Journal of plant pathology, 17:174-184, 1995.