
SADGNA – SISTEMAS AUTOMATIZADO DE ANÁLISE DO VOLUME DE GOTAS DE CHUVA COM PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS

Paulo Estevão Cruvinel

Email: cruvinel@cnpdia.embrapa.br

Vínculo: Embrapa – Instrumentação Agropecuária

Endereço: Rua XV de Novembro, 1452 – S. Carlos – SP – Brasil – CEP13560-970

Telefone: (16) 2742477

Sidney Rosa Vieira

Vínculo: Instituto Agronômico de Campinas

Endereço: Av. Barão de Itapura, 1481 – Campinas – SP – Brasil – CEP13100-970

Edson Roberto Minatel

Email: minatel@cnpdia.embrapa.br

Vínculo: UFSCar – Depto de Computação

Endereço: Rod. Washington Luiz, Km 235, São Carlos - SP – Brasil - CEP13565-905

Telefone: (16) 2742477

Resumo

Nesse trabalho é apresentado um software que utiliza um método rápido para avaliação da distribuição de gotas. Este método foi baseado em processamento de imagens digitais com técnicas de análise por correlação no domínio da frequência, morfologia matemática e transformadas Wavelets [Minatel (1993, 1994) – Cruvinel (1996,1999)]. Esta técnica tem como vantagem medir e contar gotas de forma automática integrada em um ambiente Windows de fácil operação e produtivo. Ele é aplicado na análise de gotas de chuva, pulverização ou irrigação obtidas por técnicas como a do óleo em placas de Petri ou com uso de papéis hidrossensíveis.

Abstract

This paper presents a software that uses a rapid method for evaluating drop size distribution. It is based on image processing with correlation analysis in frequency domain, mathematical morphology and Wavelets transform [Minatel (1993, 1994) – Cruvinel (1996,1999)]. This technique has the advantage of being a direct measurement method that automatically identifies and counts drops and it was integrated under a Windows environment that allow an easy and productive functionality. This software is applied for drop distribution analysis from rain, spraying or irrigation systems using several techniques like Petri dishes with Oil and hydro-sensitive papers.

Palavras Chaves

Processamento de Imagens Digitais, Pulverização, Irrigação, Chuva, Papéis hidrossensíveis.

1. INTRODUÇÃO

O SADGNA (INPI 99001064), Sistema para Análise da Distribuição de Gotas de Chuva Natural e Artificial, é um software desenvolvido a partir de tecnologia desenvolvida pela Embrapa o qual é aplicado na automação do processo de análise visual da distribuição de gotas. Por meio de avançadas técnicas de Processamento de Imagens Digitais o SADGNA contabiliza a quantidade de gotas contida em superfície expostas a chuva, irrigação ou pulverização. Os cálculos fornecidos por essa análise auxiliam o agrônomo na determinação do melhor bico aspersor, no ajuste da pressão, na determinação da energia cinética da chuva e o conseqüente impacto na erosão. Uma outra aplicação do SADGNA é na aferição da aplicação de defensivos agrícolas, permitindo que se constate áreas com excesso ou falta de aplicação e se a pulverização foi eficiente no que tange a área coberta.

O software foi especialmente desenvolvido para atender aos Agrônomos, que prestam serviços para produtores rurais, às Indústrias fabricantes de máquinas e implementos para pulverização e irrigação que precisam de um controle de qualidade eficiente de seus produtos e para Institutos de Pesquisa e Ensino que demandam dados precisos sem subjetividade. Esse software permite um ótimo controle do aproveitamento dos produtos químicos ou biológicos aplicados, evitando o desperdício ou sub-utilização por isso também é indicado para os produtores rurais que aumejam aplicar a Agricultura de Precisão.

O SADGNA pode ainda ser usado para comprovar a qualidade de prestação de serviços de pulverização mecanizada, aérea ou por aplicadores manuais.

O sistema é composto por módulos os quais são descritos nesse trabalho.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

2.1 - ENGENHARIA DE SOFTWARE

O algoritmo básico referente ao processo de reconhecimento de padrões e processamento de imagens implementado no SADGNA foi inicialmente desenvolvido em uma estação de trabalho Silicon Graphics em sistema operacional UNIX com processador RISC. No entanto, visando tornar o software disponível para usuários fora dos institutos de pesquisa, esse algoritmo foi reescrito para microcomputadores do tipo PC em ambiente Windows e uma interface com o usuário produtiva e simples de utilizar foi aplicada.

Tópicos importantes de Engenharia de Software foram aplicados de forma a se obter um processamento rápido, usando recursos de multitarefa e programação concorrente além de processos de gerenciamento de memória otimizados para se evitar ou ao menos minimizar “swap” em disco.

A linguagem de programação utilizada foi a C++ orientada a objetos e a eventos com uso do compilador Inprise C++ Builder.

Recomenda-se o uso de, no mínimo um processador Pentium 200Mhz, com 32Mb de memória com Windows 95 e placa de vídeo que suporte 16bits de cor com resolução espacial de 800x600 pixels.

2.2 - PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Visando contabilizar a distribuição de gotas em métodos como o do óleo em placas de Petri e de papéis hidrossensíveis, foi implementado um algoritmo composto por avançadas técnicas de reconhecimento de padrões com uso de correlação por Transformadas Rápidas de Fourier, Morfologia Matemática e Transformadas Wavelets. Foram implementados também filtros para classificação das gotas, ou seja, discriminar o que é gota e o que é fundo otimizados para a aplicação e editor de imagens que permite ao usuário eliminar “corpos estranhos” das imagens em análise.

2.3 - INTEFACE COM O USUÁRIO

Usando os recursos de programação inerentes ao sistema operacional Windows (95 e mais recente) foi desenvolvida uma interface com o usuário amigável e produtiva. Essa interface permite uma rápida visualização do status da análise disciplinando o usuário passo a passo de forma a se evitar erros na sua utilização. Todo o software possui ainda extensa documentação na forma de Help On Line. Na Figura 1, pode-se observar a tela principal do software contendo os passos que o usuário deve seguir.

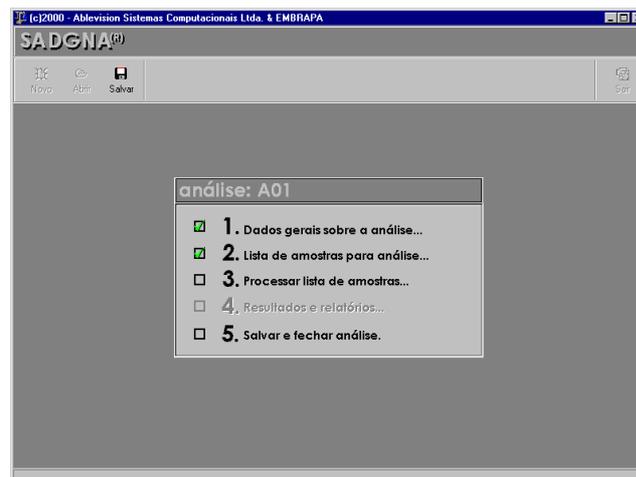


Figura 1 – Exemplo de configuração da tela principal do programa. O nome da análise é A01 e os passos 1 e 2 já foram executados. A interface habilita que o passo 3 para que esse seja executado.

2.4 - MÓDULOS

Na implementação do SADGNA, foram criados módulos de processamento os quais, apesar de serem desenvolvidos separadamente, se fundem em uma única interface de maneira transparente ao usuário.

Módulo de aquisição de imagens

Existem vários métodos e dispositivos para aquisição de imagens disponíveis no mercado tornando impossível a implementação de um sistema que cubra todos esse mecanismos. No entanto, para a implementação do SADGNA foram adotados alguns padrões como o TWAIN, e o Video for Windows, além do suporte aos formatos mais conhecidos de arquivos de imagens como o BMP e o JPG. Conseguiu-se assim

que o sistema controle, de maneira rápida e simples de usar, a maioria dos Scanners digitais disponíveis, câmeras de vídeo digitais ou analógicas com placas digitalizadoras de imagens.

Na Figura 2 observa-se a janela onde o usuário deve optar pelo método de aquisição das imagens.



Figura 2 – tela de acesso às opções de aquisição de imagens.

Módulo de tratamento/edição de imagens

Amostras provenientes do campo podem conter respingos ou manchas ocasionadas por insetos ou manuseio. Para solucionar esses problemas visando garantir a correta obtenção dos resultados, o módulo de edição e tratamento de imagens disponibiliza filtros manuais e automáticos além de ferramentas como uma caneta e uma borracha digitais para retocar detalhes das imagens.

Outro atributo importante do sistema é a possibilidade de se selecionar áreas de interesse dentro de cada amostra (papel hidrossensível, ou imagem de placa de Petri). O usuário fica livre em visualizar e colher dentro da amostra a área para processamento.

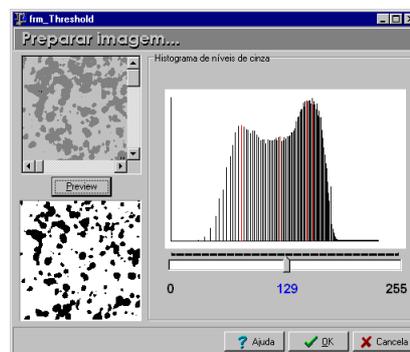


Figura 3 – Exemplo de tela do módulo de tratamento de imagens onde pode-se observar de forma interativa o processo de binarização das imagens de entrada.

Na Figura 3 é apresentada uma tela onde o software mostra automaticamente o limiar a ser aplicado na imagem original para transformá-la em imagem binária. Nessa tela o usuário pode ajustar manualmente esse limiar, observando em tempo real o resultado de sua aplicação através de uma janela de visualização. A Figura 4 mostra a tela do seletor de imagens que permite ao usuário selecionar áreas de interesse para análise, alterar escala de visualização e efetuar a calibração manual.

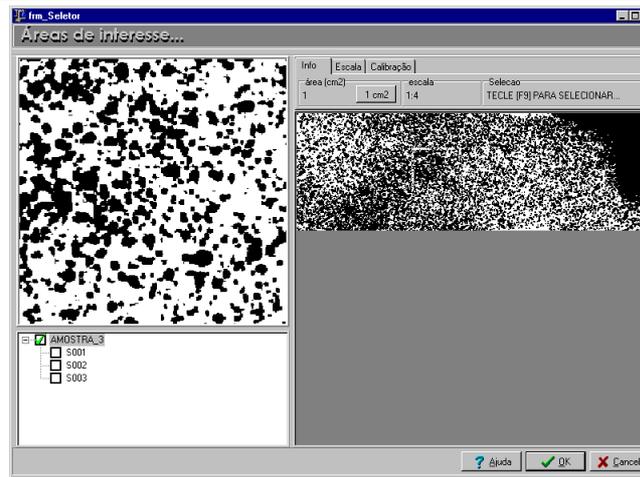


Figura 4 – Tela do seletor de áreas de interesse. Nesse módulo estão disponíveis recursos de visualização como zoom e de definição da área a ser selecionada.

Módulo de calibração

As informações sobre a relação pixels/unidade métrica é obtida de forma automática quando as imagens são provenientes de scanners flat bed ou manualmente quando obtidas por câmeras de vídeo analógicas, digitais ou de fotografia convencional.

Módulo de reconhecimento de padrões

No módulo de reconhecimento de padrões as imagens das gotas são processadas. O algoritmo implementado em Cruvinel (1996 e 1999) permite que gotas adjacentes sejam separadas dentro de uma tolerância pré-definida. As imagens devem estar no formato binário (0 – preto/gotas, 1 – branco/fundo). Na Figura 5 observa-se uma imagem processada, com as gotas reconhecidas marcas por círculos com seus respectivos raios. Observa-se também que as gotas cortadas pelas bordas foram propositalmente eliminadas da análise para não influenciarem de forma errada no resultado final.

Modúlo de banco de dados

Os dados são organizados e armazenados em disco na forma de projeto. Cada projeto possui várias amostras as quais podem conter várias seleções (áreas de interesse). Após processado, cada projeto conterà os dados da distribuição de gotas em pixels/unidade de medida na forma de histogramas. Adicionalmente, são armazenados dados relevantes com endereço e responsável pela coleta, posição geo-referenciada e espaço para observações do usuário.

Módulo de cálculo

Os histogramas arquivados em disco servem para a determinação de vários parâmetros importantes para a análise agrônômica. Nesse módulo de cálculo são processados valores como o VMD (volume mediano distribuído), VMN (volume mediano numérico), porcentagem de área coberta, entre outros.

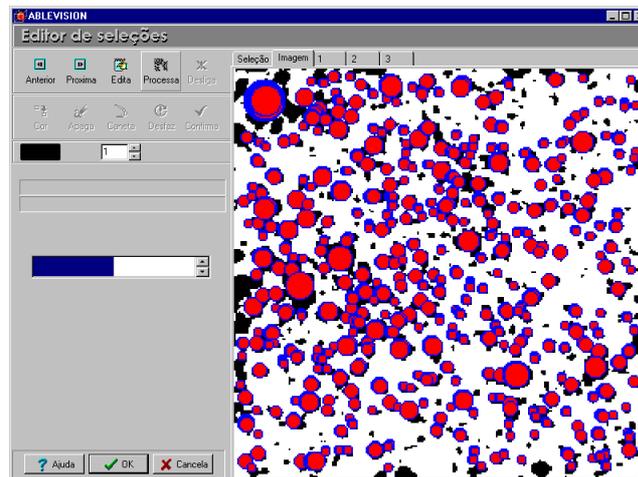


Figura 5 – Exemplo de imagem com as gotas reconhecidas marcadas por círculos.

Módulo de visualização de resultados

Nesse módulo, os dados são visualizados de forma organizada em relatórios, gráfico de barras, tabelas, e geo-referenciados.

3. CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi apresentada uma visão geral do sistema SADGNA que mostra-se como uma ferramenta de extrema utilidade na automação do processo de contagem de gotas de chuva, irrigação ou pulverização eliminando a subjetividade da análise convencional.

4. REFERÊNCIAS

- Cruvinel, P.E., Minatel, E.R., Mucheroni, M.L. Vieira, S., and S.R., Crestana (1996) An Automatic Method Based on Image Processing for Measurements of Drop Size Distribution from Agricultural Sprinklers, in *IX SIBGRAPI – Brazilian Symposium about Computer Graphics and Image Processing*, p.39-46, Caxambú, MG, Brazil.
- Cruvinel, P.E., Vieira, S.R., Crestana, S., Minatel, E.R., Mucheroni, M.L. and Torre Neto, A. (1999) Image processing in automated measurements of raindrops size distribution, in *Computers and electronics in agriculture*, (ed. Elsevier Science B.V.) p.205-217, England.
- Minatel, E.R. and Cruvinel, P.E. (1994) Use of Convolution and Correlation Algorithm for Lipid Droplets Recognition, in *College on Medical Physics*, Trieste, Italy.

-
- Minatel, E.R., Mucheroni, M.L. and Cruvinel, P.E. (1993) Algorithm Development for 2D Fast Fourier Transform on Silicon Graphics Workstation, in *First Congress of Scientific Initiation of the Federal University at São Carlos*, São Carlos, SP, Brazil.