

## SISTEMA AUTOMÁTICO DE PULVERIZAÇÃO UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

PERNOMIAN, Viviane Araujo

Departamento de Computação USP- São Carlos/SP

DUARTE, Fernando Vieira

Departamento de Computação – UFSCAR- São Carlos/SP

ISAAC, Flávio

Departamento de Engenharia Elétrica – USP- São Carlos/SP

### RESUMO

Na prática agrícola, a análise da infestação de plantas daninhas, é realizada através da observação em grande escala. Na agricultura de precisão, novos procedimentos de gerenciamento mais pontuais são introduzidos, apresentando as seguintes vantagens: aumento da produtividade, economia de insumos e preservação do meio ambiente.

Este trabalho enfoca o reconhecimento de plantas daninhas em tempo real para o desenvolvimento do sistema automático de pulverização. Para manter o requisito de tempo real, são utilizadas técnicas de processamento digital de imagens, redes neurais e Sistema de Posicionamento Global (GPS); uma arquitetura paralela é proposta. A planta picão-preto (*Bidens pilosa*) foi escolhida para avaliação das técnicas adotadas.

Os resultados foram satisfatórios, demonstrando a viabilidade do desenvolvimento do sistema automático de pulverização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Identificação de plantas daninhas; Sistema de automação agrícola; Processamento Digital de imagens; Sistema em tempo real.

### ABSTRACT

Conventional procedure in agriculture are based on the average level of the problems found in large areas. In precision agriculture, new punctual management procedures, with the follow advantages: productivity increase, economy and environment preservation.

This work focuses on the real time recognition of weeds to development of spray automatic system. To maintain the real time requirement, digital image processing, neural networks and Global Positioning System (GPS) are used; a parallel processing is proposed. Picão-preto (*Bidens pilosa*) was the plant selected for the evaluation of the adapted techniques.

Results enought demonstrated the possibility of the development of spray automatic system.

## 1. INTRODUÇÃO

Na agricultura, a identificação de plantas invasoras constitui uma tarefa bastante difícil, porém, de grande importância. Essa importância está relacionada com a prática convencional agrícola, onde são aplicadas grandes quantidades de herbicidas sem dosagem muito correta, podendo comprometer não só o desenvolvimento da cultura, como também resultar em um aumento do custo.

Plantas invasoras ou daninhas, como são conhecidas por muitos, podem ser vistas de formas diferentes, dependendo das conseqüências de sua existência no local, podendo ser vista como daninha quando sua existência prejudica a cultura em atividade, ou benéfica, quando ela atua na proteção do solo, como, por exemplo, controlando erosão e desequilíbrio de nutrientes. Existe uma grande variedade dessas plantas e inúmeras delas estão associadas à cultura em atividade (GAZZIERO,2001 and PIERRE, 1999).

A partir da identificação das plantas invasoras, pode-se estabelecer o grau de invasão através de mapas digitais que podem ser utilizados no planejamento da compra dos herbicidas necessários e também na dosagem da quantidade necessária para o controle dessas plantas, de acordo com o grau de invasão, resistência e a época de aplicação (JOSE, 1999 and ACCORSI, 2002).

Neste trabalho, o sistema de identificação de plantas invasoras é feito a partir de fotos obtidas por câmeras digitais embarcadas nos tratores que realizam a pulverização de herbicidas. A identificação das plantas invasoras é feita automaticamente, com a aplicação de técnicas de processamento digital de imagens.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi escolhida a planta invasora Picão Preto, que durante a pesquisa apresentou grande infestação. Com câmeras fixadas em máquinas agrícolas, foi possível obter algumas centenas de fotos da lavoura. A figura 1 apresenta a complexidade do problema.

Figura 1 – Complexidade do Problema

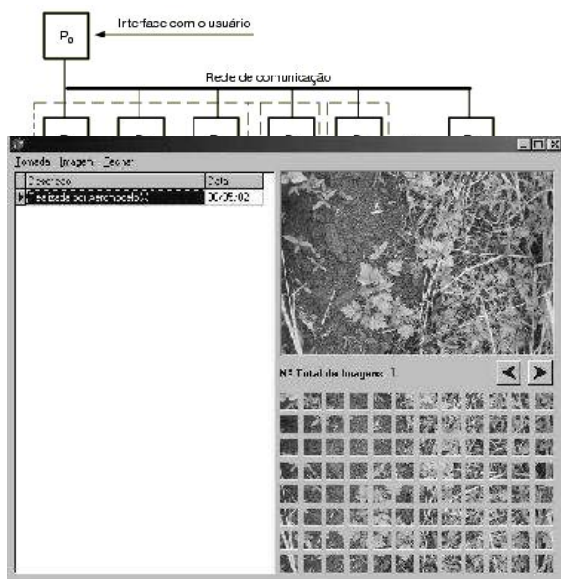


O sistema automático de pulverização inicia com a aquisição das imagens e sua subdivisão em subimagens, reduzindo-se a complexidade de tratamento dessas imagens. A técnica de componentes principais é utilizada, através da transformada de Hotteling (HOTTELING,1933), para reduzir ainda mais a complexidade do problema, uma vez que somente a primeira componente é utilizada das demais que compõem as informações de cores (RGB) e forma.

Para que o processamento seja realizado em tempo real, propõe-se neste trabalho a utilização de redes neurais, modelo MLP (*Multilayer perceptron*) (MEDEIROS,1999). Para acelerar ainda mais o processamento, também é proposta a utilização de vários processadores formando uma arquitetura de processamento paralelo do tipo multicomputador. Cada processador da arquitetura pode ser responsável pelo reconhecimento de uma ou mais plantas invasoras ou de uma ou mais características de uma mesma planta invasora. O que define a estratégia a ser utilizada é a limitação no tempo de processamento imposta pelo requisito de processamento em tempo real. A arquitetura paralela proposta para a identificação de plantas invasoras, pode ser vista na figura 2.

Figura 2 – Arquitetura proposta para identificação de plantas invasoras.

Neste trabalho, os testes foram realizados para uma única planta invasora, o picão, levantando três características consideradas tanto no treinamento quanto nos testes: forma das folhas, flor e picão-seco (semente). A figura 3 mostra o processo de geração de subimagens após a inserção no banco de imagens



para processamento.

Figura 3 – Processo de geração de subimagens para análise.

Para o treinamento foram utilizados os arquivos *Hotteling* extraídos do processo anterior em uma rede neural MLP com algoritmo *backpropagation*, 3 camadas, de entrada de 2500 neurônios (padrão 50x50). Foram considerados 7 casos particulares para o treinamento; o que diferenciava eram os números de padrões utilizados e os tipos combinados. A tabela 1 apresenta um resumo comparativo dos treinamentos.

Tabela 1 – Tabela comparativa de treinamento

Casos	NPT	TP	NPV	PTE	SC	TT
1	70	1	50	10	800	16
2	100	1	70	10	1000	22
3	100	1	70	1	1000	23
4	150	1	100	10	1500	48
5	150	1	100	1	1500	49
6	100	2	70	10	1000	22
7	200	3	120	10	2000	72

NPT: número de padrões utilizados.

TP: tipo de padrão.

NPV: número de padrões utilizados para validação.

PTE: porcentagem de erro (tolerância).

NC: número de ciclos.

TT: média de tempo de treinamento em horas.

Tipos de Padrões:

1:Folha.

2:Flor e semente (picão seco).

3:Folha,flor,semente.

Após os treinamentos foram analisados os resultados com os testes. A tabela 3 apresenta um resumo comparativo entre os testes realizados nos 7 casos.

Tabela 3 – Tabela comparativa dos testes

Casos	NPT	PA	NA	PTE	NTE	NEP	NIP	NEDP	NIDP
1	250	78	195	22	55	15	3	31	6
2	250	84	210	16	40	3	1	33	3
3	250	87	218	13	23	7	2	19	4
4	250	90.4	226	9.6	24	8	2	8	5
5	250	92	230	8	20	6	2	9	3
6	250	91	227	9	23	6	3	10	4
7	250	82.4	206	17.6	44	4	1	34	5

NPT: número de padrões de teste.

PA : porcentagem de acertos.

NA : número total de acertos .

PTE: porcentagem total de erros.

NTE: número total de erros.

NEP: número de erros com padrão da planta picão.

NIP: número de indecisos com padrão da planta picão.

NEDP: número de erros com padrão das demais plantas.

NIDP: número de indecisos com padrão das demais plantas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos resultados descritos, pode-se perceber que um aumento no número de padrões de teste utilizados para treinamento resultou um aumento na taxa de acerto. No caso 7 a rede foi treinada para reconhecer cada um dos padrões testados individualmente nos outros casos. O resultado demonstra a viabilidade dessa alternativa embora a taxa de acertos tenha sido reduzida de forma significativa. Esse resultado é importante, pois permite a adoção dos dois procedimentos conforme a complexidade de reconhecimento de cada espécie de planta invasora no sistema final de reconhecimento.

### 4. CONCLUSÃO

De uma forma geral, os testes demonstram a viabilidade da utilização de redes neurais para o reconhecimento de plantas invasoras em tempo real, embora testes para avaliar o tempo de processamento não tenham sido realizados.

A principal contribuição deste trabalho foi demonstrar a possibilidade prática do desenvolvimento e implementação de um sistema automático de pulverização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GAZZIERO, D.L.P., "*Plantas Daninhas*", Embrapa, 2001.

PIERRE, F.J. and NOWAK, "*Aspects of Precision Agriculture*", *Advances in agronomy*, vol.67, p. 1-67, 1999.

JOSE, P.S. and BARBOSA, A.F., "*Resistência das Plantas Daninhas aos Herbicidas*", Universidade Federal de Lavras- Núcleo de Estudo de Genética, 1999.

ACCORSI, W., "*Enciclopédia das Plantas*", 2002.

HOTTELING, H., "*Analysis of a Statistical Variables into Principal Components*", *Education Psychology*, vol.24, p. 417-441, 498-520, 1933.

MEDEIROS, J.S., "*Banco de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologia de Apoio à Gestão do Território*", Universidade de São Paulo- Departamento de Geografia, Dissertação de Doutorado, Julho, 1999.