COMPARAÇÃO DE MEDIDAS DE COMPRIMENTO ENTRE ALGORITMO BASEADO EM SUBPIXEL E O SISTEMA WINRHIZO

Dericson Pablo Calari Nunes (PIBIC/CNPq), Jaqueline Rissá Franco, Rosane Falate (Orientador), e-mail: rfalate@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Informática.

Engenharia Elétrica; Medidas Elétricas, Magnéticas e Eletrônicas; Instrumentação

Palavras-chave: Medição de raízes lavadas; Subpixel; Processamento digital de imagens; Medição de comprimento e diâmetro.

Resumo

Buscando maior controle de produção, em muitas culturas, é analisado o desenvolvimento das plantas por meio de medidas de comprimento e diâmetro das raízes das plantas, que podem ser obtidos utilizando sistemas de processamento digital de imagens. Este projeto pretende comparar e avaliar os resultados de medidas de comprimento provenientes de um método baseado em subpixel com o sistema comercial para medição de raízes lavadas WHINRHIZO^{TM}. Os resultados obtidos com sistema WINRHIZO e com o algoritmo do subpixel para as medidas de comprimento apresentaram erros percentuais que não ultrapassaram 2,13% e 2,66%, respectivamente, sendo que as medidas de comprimento obtidas com subpixel são sempre maiores que o valor real do objeto.

Introdução

O processamento digital de imagens (PDI) pode ser entendido com um conjunto de etapas que buscam melhorar a qualidade das imagens e extrair informações, ou características. Um tipo de extração de características muito utilizado é a extração de características geométricas de objetos, como altura, largura, comprimento, entre outros, sendo esse processo chamado de medição (JÄHNE, 2004).

Na agricultura, a medição de atributos geométricos pode auxiliar no controle da produção, como para determinar o potencial de germinação de sementes (MARCOS FILHO, 2010). Outra aplicação desse processo está na medição do comprimento e diâmetro de raízes, que é usado como indicativo de desenvolvimento de plantas (SMIT, 2000).

Esse trabalho tem como objetivo adquirir imagens de amostras de fios de náilon, utilizar o sistema WINRHIZO^{TM} e o algoritmo proposto com base em subpixel para obter a medição de comprimento e diâmetro das amostras, e comparar os valores de comprimentos obtidos para determinação de acurácia dos mesmos.

Material e Métodos

Existem diferentes técnicas que objetivam identificar e medir objetos em uma imagem, como a estimação por subpixel, utilizada por Jia, Yang e Li (2010). Especificamente para imagens de raízes, muitos dos trabalhos consideram como parâmetro de medidas de comprimento e de diâmetro os resultados obtidos pelo sistema comercial WINRHIZO^{TM} .

Composto por um scanner de mesa e um sistema de processamento das imagens, o WINRHIZO^{TM} foi projetado especificamente para a medição de raízes em

diferentes formas. No entanto, muitos trabalhos como MARUYAMA (2016) objetivam o desenvolvimento de alternativas sem o uso desse sistema comercial, buscando superar a acuracidade dos resultados e o desenvolvimento de tecnologias abertas e de menor custo.

O presente trabalho teve por objetivo desenvolver um algoritmo para medição de comprimento de raízes baseado em subpixel. Para o desenvolvimento do software utilizou-se da biblioteca OpenCV (*Open Source Computer Vision* – Biblioteca de Código Aberto de Visão Computacional) (LICENSE, 2019).

No entanto, foi necessária a utilização de um *plugin*, para que suas funções fossem acessadas por códigos em linguagem Java: o JavaCV (BYTEDECO, 2019). O *plugin* implementa diversas funções já existentes no OpenCV, as quais são acessadas via JNI (*Java Native Interface* – Interface Nativa Java).

As amostras utilizadas neste trabalho são fios de náilon, de diferentes espessuras e comprimentos (Maruyama, 2016). Mais especificamente, neste trabalho, utilizaram-se imagens com fios de náilon de diâmetros de 0,35 mm, e de quatro comprimentos diferentes, 1000 mm, 2000 mm, 3000 mm e 4000 mm.

A aquisição das amostras usadas foi feita diretamente através do software do sistema WINRHIZO, e com os seguintes parâmetros de aquisição: prioridade em velocidade (*speed priority*), imagens em tons de cinza, resolução de 300 dpi e sistema de posicionamento via bandeja (*tray*) de 20 cm (Mayer et al., 2018).

Para cada imagem foi separada a região de análise, com imagens das amostras de fios de náilon (Maruyama, 2016), das áreas em branco, ou seja, das áreas digitalizadas que não possuíam imagens de amostras. Então, utilizou-se do software WINRHIZO para realização da análise de cada imagem. Para isso, foi utilizada a opção de análise baseada em tons de cinza, assim como a opção de imagem de fundo branco e raízes escuras em conformidade com as imagens produzidas (Mayer et al., 2018).

Para a segmentação das imagens foi selecionado o limiar 236, por meio do software do sistema WINRHIZO, com limiarização manual (Mayer et al., 2018).

Para a segmentação das imagens e aplicação do algoritmo subpixel foi selecionado o limiar 30, que foi o que se mostrou o mais preciso no levantamento dos dados.

Resultados e Discussão

As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, as medidas de comprimento e de diâmetro realizadas pelo sistema comercial e as obtidas pelo algoritmo subpixel, juntamente com o erro percentual.

Os resultados obtidos através do sistema WINRHIZO podem ser considerados satisfatórios para as medidas de comprimento, uma vez que os erros percentuais não ultrapassaram 2,13% e foi possível realizar a análise de todas as imagens. O mesmo pode ser ponderado para as medidas com o algoritmo do subpixel, pois o maior valor obtido para o erro percentual foi de 2,66%. Nota-se ainda que as medidas de comprimento obtidas com esse algoritmo sempre são maiores que o valor real do objeto.

Quanto às medidas do diâmetro, Tabela 2, percebe-se que o sistema WINRHIZO tenta fazer uma estimativa do valor, mas os erros percentuais podem ser considerados grandes, com valores medidos iguais e acima de 6%.

ISSN 1676-0093

Tabela 1 – Comprimentos obtidos com o sistema WINRHIZO e o algoritmo baseado em subpixel.

	Medido	WINRHIZO		SUBPIXEL	
Amostra	Comprimento (mm)	Comprimento (mm)	Erro (%)	Comprimento (mm)	Erro (%)
2U_300dpi	1000	1009,231	0,92%	1010,476	1,05%
2U2_300dpi	2000	2035,098	1,75%	2008,823	0,44%
2U3_300dpi	3000	3063,761	2,13%	3071,521	2,38%
2U4_300dpi	4000	4054,535	1,36%	4043,774	1,09%
3U_300dpi	1000	1011,667	1,17%	1026,629	2,66%
3U2_300dpi	2000	1999,642	-0,02%	2010,176	0,51%
3U3_300dpi	3000	3026,514	0,88%	3056,674	1,89%
3U4_300dpi	4000	3988,273	-0,29%	4009,216	0,23%

Fonte: O autor

Tabela 2 – Diâmetros obtidos com o sistema WINRHIZO e o algoritmo baseado em subpixel.

	Medido	WINRHIZO		SUBPIXEL	
Amostra	Diâmetro (mm)	Diâmetro (mm)	Erro (%)	Diâmetro (mm)	Erro (%)
2U_300dpi	0,35	0,431	23,14%	0,661	88,86%
2U2_300dpi	0,35	0,307	-12,29%	0,685	95,71%
2U3_300dpi	0,35	0,321	-8,29%	0,975	178,57%
2U4_300dpi	0,35	0,371	6,00%	0,664	89,71%
3U_300dpi	0,35	0,412	17,71%	0,452	29,14%
3U2_300dpi	0,35	0,386	10,29%	0,442	26,29%
3U3_300dpi	0,35	0,411	17,43%	0,447	27,71%
3U4_300dpi	0,35	0,391	11,71%	0,582	66,29%

Fonte: O autor

O algoritmo de subpixel superestimou os valores de diâmetro. Isso se deve ao fato de que muitos pontos das raízes da imagem formada com base em subpixel podem ter sido arredondados, o que pode ter causado um aumento na espessura da raiz, alterando assim, o resultado da medida de diâmetro. Dessa forma, pelas medidas apresentadas, a técnica do subpixel não é recomendada para auxiliar nesse tipo de medida.

Conclusão

Este trabalho realizou a comparação entre um sistema comercial de medidas de parâmetros do sistema radicular plantas, o WINRHIZO, e um algoritmo em desenvolvimento na UEPG para medição de raízes baseado em subpixel. A partir dos resultados obtidos com amostras de fios de náilon, verificou-se que o algoritmo desenvolvido possui limitações computacionais menores devido ao fato de fazer cálculos simples e aplicações de filtros, mas ela apresenta, em sua maioria, maiores taxas de erro em comparação com o software comercial. Porém, o algoritmo da UEPG baseado em subpixel, para medidas de comprimento, tem como meta não ter custo para o usuário. O sistema WINRHIZO utilizado, por outro lado, possui justamente no custo sua maior limitação de acesso, com valor em torno de R$ 15.000,00.

Agradecimentos
Agradeço à Profª. Drª. Rosane Falate pela orientação e incentivo, assim como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial do projeto.

Referências

JÄHNE, B. **Practical handbook on image processing scientific and technical applications**. 2 Ed. CRC Press, 2004.

JIA, H., YANG, J., LI, X. Minimum variance unbiased subpixel centroid estimation of point image limited by photon shot noise. **J. Optical Soc. of America**, vol. 27, n. 9, p. 2038-2045, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Sistema computadorizado de análise de imagens de plântulas (SVIS®) para avaliação do vigor de sementes**. Informativo Abrates, vol. 20, n. 3, pp. 40-44, 2010.

MARUYAMA, T. M. **Avaliação de comprimento e diâmetro radicular do milho por técnicas de processamento digital de imagens**. 2016, 113 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada – Área de Concentração: Computação para Tecnologias em Agricultura) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016.

MAYER, J. D.; GARCIA, A. F. C.; FRANCO, J. R.; FONSECA, Z. P.; FALATE, R. Estimando e comparando comprimentos de objetos cilíndricos por meio dos sistemas winrhizo e safira. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia 2018 - CONTECC'2018. Maceió – AL, 2018. Disponível em: <http://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/118_eeccdocp.pdf>. Acesso em: 14/08/2019.

SMIT, A. L.; BENGOUGH, A. G.; ENGELS, C.; VAN NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; VAN DE GEIJIN, S. C. **Root Methods: A Handbook**. Berlim: Springer-Verlag, 2000.