ABORDAGENS PARA A MEDICAO DE RAÍZES LAVADAS EM IMAGENS DIGITAIS

Bruna Neves Machado(CNPq), Rosane Falate (Orientadora), e-mail: rfalate@gmail.com
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Informática.

Área: Ciência da Computação / Subárea: Metodologia e Técnicas da Computação

Palavras-chave: Medidas de precisão; análise de imagens; comprimento; morfologia matemática

Resumo

O processamento digital de imagens é uma área da computação que tem como objetivo identificar e obter informações das imagens, por meio de análises e técnicas matemáticas. Com isso, o processamento digital de imagens vem sendo utilizado para auxiliar na identificação de doenças, inspeção industrial, controle de tráfego, reconhecimento facial e na medição de raízes. A medição do comprimento de raízes é utilizada para indicar a disponibilidade de água e de nutrientes no solo que irão afetar diretamente na produção da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio do processamento digital de imagens, a capacidade de diferentes metodologias de medição de objetos presentes em imagens digitais para aumentar a precisão na mensuração do comprimento de raízes de plantas. Para tanto, foram utilizadas imagens de fios de cobre com comprimento conhecido e posicionados em diferentes ângulos, e foram abordadas duas metodologias que utilizam a estratégias chamadas subpixel. Os algoritmos foram capazes de medir os objetos nas imagens com baixa variação quanto ao ângulo de posicionamento, porém não foi possível comparar quantitativamente os dois métodos avaliados, uma vez que não foi atingido o valor medido com método considerado tracional, ou seja, com a limiarização.

Introdução

O processamento digital de imagens (PDI) é uma área da computação que pode auxiliar processos em diferentes campos de conhecimento, como na identificação de doenças, inspeção industrial, controle de tráfego, reconhecimento facial e na medição de raízes (GONZALEZ e WOODS, 2000; SMIT et al., 2000).

Este trabalho teve como objetivo avaliar, por meio do processamento digital de imagens, a capacidade de diferentes metodologias de medição de objetos presentes em imagens digitais para aumentar a precisão na mensuração do comprimento de raízes de plantas. A abordagem de sub-pixel é o processo responsável por estimar a nova coordenada do pixel com o intuito de aumentar a precisão em um sistema de medição, mesmo que a imagem tenha sido originalmente amostrada em um espaço inteiro quantificado em pixels (FISHER, 1996). Para utilizar o algoritmo, entretanto, foi primeiramente usado o algoritmo de afinamento KWK, sigla proveniente de cada um dos sobrenomes dos desenvolvedores do algoritmo Jun-Sik Know, Jun-Woong Gi e Eung-Kwan Kang, nas imagens em tons cinzas, que conecta os pixels uns aos outros e preserva o ponto final (KNOW, GI e KANG, 2001). O afinamento, também conhecido como *thinning* é uma técnica que pode ser usada para remover pontos isolados no fundo da imagem

e ângulos retos ao longo de bordas dos objetos (MEHTRE, 1993). Em uma imagem binária aplica-se o afinamento percorrendo o objeto marcando os pixels que serão removidos. Esse passo é repetido até que não existam mais pixels redundantes, sobrando apenas os pixels que pertencem ao esqueleto do objeto. Portanto, com o esqueleto é possível realizar o cálculo do comprimento utilizando o subpixel.

Materiais e Métodos

Para a realização deste trabalho foi utilizada a linguagem de programação orientada à objetos, Java e a biblioteca de processamento de imagens OpenCV na versão 2.3.1. OpenCV é uma biblioteca de código aberto para visão computacional, mantida pela Intel Corporation, foi escrita nas linguagens C e C++, e tem suporte para diferentes sistemas operacionais e linguagens (BRADSKY; KAEHLER; 2008; SUGANO; MIYAMOTO, 2010), entretanto, é otimizada para plataformas Intel®. O plugin JavaCV 0.1 foi utilizado para possibilitar a manipulação das rotinas da biblioteca OpenCV na linguagem Java. Para a implementação dos algoritmos, bem como suas avaliações, foi utilizado um computador com processador Intel i5, com memória RAM de 6GB e sistema operacional Windows 10-64 bits.

Para conhecimento das ferramentas computacionais listadas, inicialmente foi implementado um algoritmo que calcula o histograma de imagens obtidas no espaço de cor RGB (*red*/*green*/*blue* – vermelho/verde/azul). Para a implementação do algoritmo, as imagens foram divididas nos canais de cor e foi construído um gráfico que mostra os histogramas dos canais R, G e B utilizando a biblioteca Java2D.

Para implementar o algoritmo do subpixel, primeiramente, a imagem contendo o objeto a ser medido foi convertida para a escala de cinza. Em seguida, foi calculada as médias dos tons de cinza da imagem. As médias dos tons de cinza foram então subtraídas dos tons de cinza da imagem original. Com isso obteve-se uma imagem da diferença entre as médias e as intensidades de tons de cinza, na qual os tons mais claros representam as bordas e os mais escuros as áreas do objeto. Em seguida os valores de intensidade de cinza da imagem resultante são normalizados. Esse segundo procedimento foi adotado para reduzir as influências da variação de luminosidade da imagem na determinação dos subpixels. Finalmente, os valores de subpixels foram calculados utilizando os pixels de borda anteriormente detectados e os respectivos pixels vizinhos. Para calcular a posição em subpixels utilizou-se a coordenada do pixel de borda mais um valor delta. O valor delta pode ser calculado por meio da Equação 1:

$$\delta = \frac{2f(x) - f(x-1) - f(x+1)}{2\left(f\left(x-1\right) - f\left(x+1\right)\right)} \quad (1)$$

onde δ são os valores calculados, x são os valores dos pixels de uma imagem, e $f(x)$ é a posição da borda.

O procedimento do segundo algoritmo do subpixel implementado seguiu rotinas similares ao primeiro, porém o cálculo da posição do subpixels foi obtido a partir do centro do ponto do pixel, conforme:

$$\hat{x} = \frac{\sum_{(x,y)\in N} xg(x,y)}{\sum_{(x,y)\in N} g(x,y)} \quad (2)$$

onde $\hat{x}$ são os valores calculados, (*x,y*) são os valores dos pixels de uma imagem, e *g*(*x,y*) são níveis de cinza.

Para a avaliação dos algoritmos, quanto ao cálculo comprimento utilizando a técnica de subpixel, foram consideradas imagens de fio de cobre com comprimentos conhecidos e com ângulos de inclinação de 0 a 90º, variando de um em um grau. Assim como em Lebowitz (1988), Kimura e Yamasaki (2001), e Kimura e Yamasaki (2003), foi escolhido o fio de cobre, de 10 mm de comprimento, como objeto para as avaliações de comprimento, considerando a facilidade em saber o valor do comprimento real com o auxílio de um paquímetro com resolução de 0,05 mm, e o formato cilindrico similar ao das raízes das plantas.

Resultados e Discussão

Para as imagens de fio de cobre foram obtidos os intervalos de erro relativo pelo método do subpixel com 90,42% e pelo método do subpixel de integração com 97,60%. O erro relativo foi calculado relacionando o valor de comprimento obtido pelos métodos computacionais com o comprimento real, 10 milímetros. As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos com o método do subpixel e o método do subpixel de integração em relação ao comprimento e com o ângulo de inclinação da imagem.

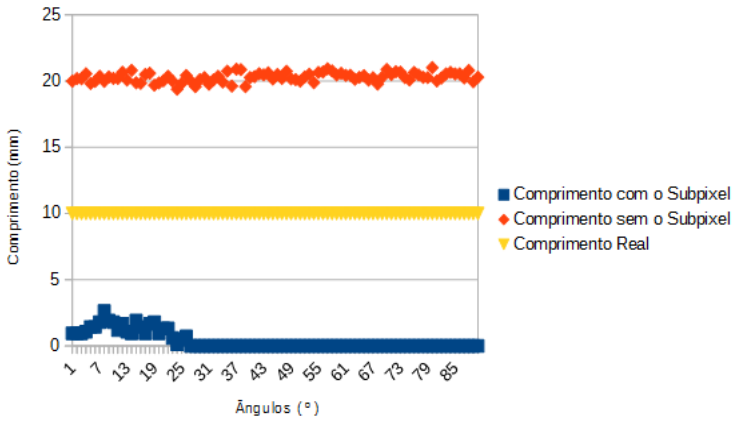


Figura 1 - Método do subpixel.

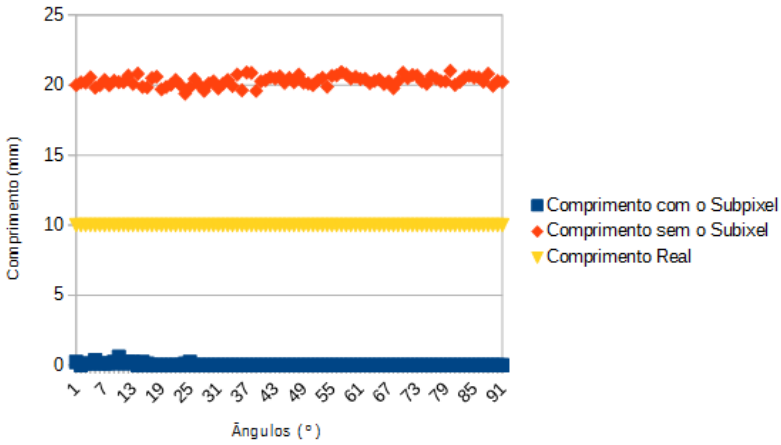


Figura 2 - Método do subpixel de integração.

Pode-se observar que os valores obtidos de comprimento com os métodos implementados estão distantes daquele esperado (valor real) e que há uma menor dependência do valor do comprimento do objeto com relação a variação do ângulo do objeto com o uso de técnicas de subpixel .

Conclusões

Considerando os resultados obtidos, método do subpixel é o que apresentou a maior precisão durante a medição do comprimento de fios de cobre, com menor variação quanto aos diferentes ângulos que o método sem a técnica do subpixel. Porém não foi possível quantificar adequadamente a eficiência dos algoritmos por não se ter conseguido atingir valores de comprimento próximos aos reais.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) pela oportunidade e por disponibilizar toda a sua estrutura. Agradeço o financiamento parcial deste trabalho pelas agências brasileiras CAPES e CNPq.

Referências

FISHER, R. B.; NAIDU, D. K.. **A Comparison of Algorithms for Subpixel Peak Detection**. in J. Sanz (ed.), Advances in Image Processing, Multimedia and Machine Vision, Springer-Verlag, 1996.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2000.

KIMURA, K.; YAMASAKI, S. Root length and diameter measurement using NIH Image: application of the line-intercept principle for diameter estimation. **Plant and Soil**, v. 234, p. 37–46, 2001.

KIMURA, K.; YAMASAKI, S. Accurate root length and diameter measurement using NIH Image: use of Pythagorean distance for diameter estimation. **Plant and Soil**, v. 254, p. 305–315, 2003.

KWON, J.; GI, J.; KANG, E. **An enhanced thinning algorithm using parallel processing**. Korea, 2001.

LEBOWITZ, R. J. Digital Image Analysis Measurement of Root Length and Diameter. **Environmental and Experimental Botany**, v. 28, p. 267-273, 1988.

MEHTRE, B. M. **Fingerprint image analysis for automatic identification**. Machine Vision and Aplicattions, 1993.

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.