

USO DE IMAGENS DIGITAIS PARA SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE MORANGOS

DANILO C. SILVA¹; JULIANA SANCHES²; ANTÔNIO C. L. LINO³; INACIO M. DAL FABRO⁴

Nº0900013

Resumo: Este trabalho tem por objetivo a aplicação de técnica de processamento de imagem para classificação de morangos por tamanho e forma. O setup experimental incluiu uma câmera digital conectada a um computador. As imagens foram processadas pelo software livre ImageJ de múltiplas plataformas e escrito em Java. O mesmo oferece programas de código aberto, incluindo uma variedade de algoritmos disponíveis capaz de lidar com diversos formatos de arquivos de imagens, detecção de fronteiras, tratamento de imagens, bem como operações morfológicas. Os ensaios experimentais foram realizados no Laboratório de Pós-Colheita no Instituto Agronômico de Campinas, em Jundiaí, SP. Um número de 238 frutos de morango, da cultivar Oso Grande, foram fotografados e processados pelo software para gerar valores de altura, diâmetro, bem como a forma da fruta. Individualmente a altura e diâmetro dos frutos gerados pelo software foram comparados com as medições efetuadas por meio de um paquímetro, obtendo-se fatores de correlação 0,7813 e 0,9313, respectivamente. Quatro medidas de diâmetro foram tomadas, também por meio de paquímetro digital e foram nomeados de W1 em 0,1H, W2 em 0,3H, W3 em 0,5 H e Wmáx que é o diâmetro máximo do morango e através dele foi determinando H e o Ângulo de distorção. Cinco constantes foram encontradas K1, K2, K3, K4, K5 possibilitando, através da metodologia aplicada, a detecção da deformidade dos morangos. As conclusões destacam a confiabilidade, a simplicidade do método proposto.

1. Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP,

✉danilo.silva@feagri.unicamp.br

2. Orientadora: Pesquisadora, CEA/IAC, Jundiaí- SP, ✉jsanches@iac.sp.gov.br

3. Colaborador: Pesquisador, CEA/IAC, Jundiaí- SP

4. Colaborador: Professor, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

Abstract: This research work reports the application of image processing techniques to strawberry classification by size and shape. Experimental setup included a digital camera connected to a PC. The images were processed by the ImageJ free software of multiple platform and written in Java. The above referred software offers open source programs including a variety of algorithm able to handle a broad image archives format, border detection, image improvement as well as morphological operations. Experimental tests were carried in the Postharvest laboratory at Agronomic Institute of Campinas, Jundiaí, SP. A number of 238 strawberry fruits, variety 'Oso Grande' were photographed and processed by the software to generate height and diameter values as well as fruit shape. Individual fruit height and diameter generated by the software were compared with measurements taken by means of a caliper, yielding correlation factors of 0,7813 and 0,9313, respectively. Four diameter measurements were taken by means of digital caliper named W1 at 0,1H, W2 at 0,3H, W3 at 0,5H, W_{máx} where H stands for fruit height and the distortion angle. Five constants were obtained from these values: K1, K2, K3, K4, K5 leading to fruit deformity detection. The conclusions emphasize the reliability, simplicity of the proposed method.

Introdução

No beneficiamento e comercialização de produtos agrícolas, tais como frutas e hortaliças, a qualidade externa é considerada um parâmetro de grande importância. A aparência, constituída por aspectos de forma, tamanho, cor e presença de danos influencia a percepção do consumidor e, portanto, determina o nível de aceitabilidade desses produtos. Normalmente os trabalhos relacionados à qualidade de produtos agrícolas utilizam critérios pré-estabelecidos pelo autor para avaliação da aparência, tanto interno quanto externo (BROSNAN e SUN, 2004). Às vezes, são estabelecidos intervalos para cada nível do critério, na tentativa de uma avaliação mais objetiva. No entanto, tais avaliações são sempre subjetivas, e dificilmente serão realizadas da mesma forma por outro avaliador. Para satisfazer as exigências de qualidade do mercado, sistemas de classificação e caracterização objetiva não-destrutivos estão sendo desenvolvidos, por meio do uso de sensores e dispositivos eletrônicos. Uma das técnicas que tem sido estudada na área agrícola é a visão de máquina, cujo objetivo é promover a objetividade da classificação dos produtos. A técnica de visão de máquina consiste na caracterização

de um dado material utilizando imagens digitais. O processo compreende a captura, processamento e análise das imagens, facilitando a avaliação objetiva e não-destrutiva das características de qualidade do produto (BALLARD e BROWN 1982; SONKA, HLAVAC, BOYLE, 1999). Dentre outras aplicações, esta técnica vem sendo utilizada com êxito na indústria de alimentos para avaliação de cor e textura durante as etapas de processamento (BROSNAN e SUN, 2004; KLEYNEN, LEEMANS, DESTAIN, 2005; GUNASEKARAN, 1996; TAO et al., 1995). Dentro deste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a possibilidade de classificação por tamanho e formato em morangos 'Oso Grande' por meio do uso de imagens digitais. A avaliação de características de qualidade de produtos agrícolas por meio de técnicas objetivas e não destrutivas se faz necessária para promover uma classificação mais precisa e rápida, atendendo as necessidades de mercado e exigências do consumidor.

Material E Métodos

Foram utilizados frutos de morangueiro da cultivar Oso Grande. Os frutos foram colhidos em Socorro, SP e imediatamente transportados para o Laboratório de Pós-colheita do Centro de Engenharia e Automação / IAC, Jundiaí, SP. Em frutos de doze embalagens foram realizadas medições de comprimento e largura (mm) por meio de paquímetro e fotos digitais. Foi realizada a comparação das medições reais e na imagem através do cálculo do coeficiente R^2 . Em outros países, como o Japão, este tipo de classificação já é considerada uma rotina. Para tal, foi tomado como base teórica, um estudo sobre classificação de morangos e pimentões realizada por NAGATA e CAO (1998). O setup experimental (Figura 1A) foi composto por uma câmera CCD e um computador com o software ImageJ. Na figura 1B encontra-se o sistema de iluminação utilizado para a captura das imagens e consistiu de quatro lâmpadas incandescentes, posicionadas nos cantos e um difusor de luz, onde um losango feito com papel sulfite foi colocado para inibir a luz direta das lâmpadas e evitar a formação de reflexos. Por meio de um algoritmo desenvolvido em Java, foi possível processar a fruta na imagem. O Algoritmo trabalhou com uma quantidade de até 24 morangos por fotografia, adequadamente confeccionada e utilizou combinações de estruturas de repetições relacionadas com a geometria do morango analisado individualmente, tendo como base comparações e aproximações em pixels feitas a partir das imagens capturadas. A imagem foi tratada por meio de filtros e

por limiarizações, até se reduzir a escala cromática a uma escala binária, evidenciando assim o objeto e sua forma. Como padrão foi utilizado um papelão preto, de 50x50mm, para a correção das distorções das imagens dos morangos (Figura 1C).

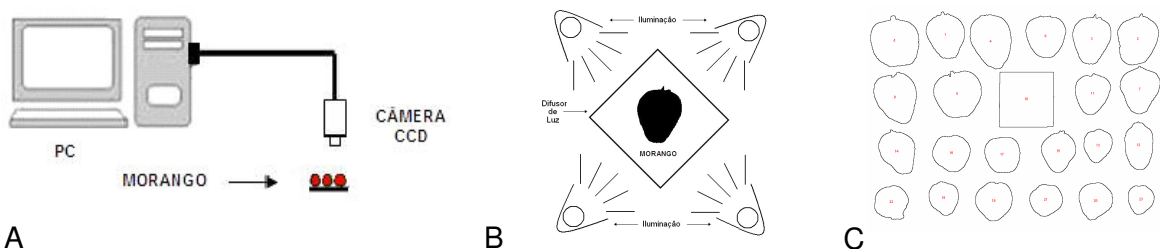


FIGURA 1. (A) Setup Experimental; (B) Sistema de Iluminação usado para diminuir as distorções por sombra e luz; (C) Imagem tratada para a realização das medições.

Resultados e Discussão

Na Figura 2A encontraram-se as correlações do comprimento e largura (em mm) dos morangos na imagem e real. Observa-se que o coeficiente R^2 do comprimento na imagem e real foi de 0,7813 e o coeficiente R^2 da largura na imagem e real apresentou alta correlação ($R^2 = 0,9313$), conforme mostrado na Figura 2B.

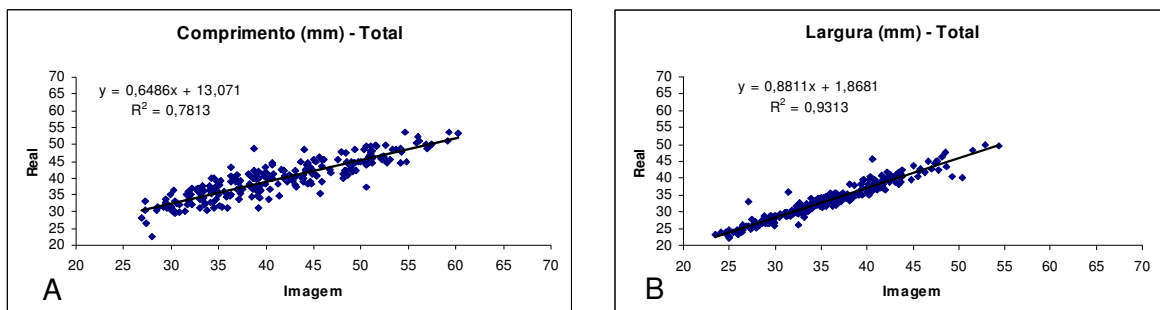


FIGURA 2. (A) Comprimento (mm) dos morangos na imagem e real, através do paquímetro; (B) Largura (mm) dos morangos na imagem e real, através do paquímetro.

Para a determinação do formato realizou-se uma metodologia aonde o sistema encontra o maior comprimento da fruta e, a partir disso encontraram-se os demais parâmetros para a análise, que foram as referências W_1 , W_2 , W_3 e $W_{\text{máx}}$, (4 linhas horizontais), uma linha vertical (H) e uma linha (L) que conectam os pontos W_1 e $W_{\text{máx}}$, pela mediana de cada linha e o ângulo de distorção (C). Foi encontrada a altura do morango e também a distância entre o $W_{\text{máx}}$ até a extremidade inferior que foi chamada de Y_m . Posteriormente encontrou-se $Y_{\text{ef}} = \text{altura} - Y_m$, assim como os demais parâmetros: $W_1 = \text{altura} - 0,1 \cdot Y_{\text{ef}}$; $W_2 = \text{altura} - 0,3 \cdot Y_{\text{ef}}$; $W_3 = \text{altura} - 0,5 \cdot Y_{\text{ef}}$. A linha H se refere a distância da maior linha horizontal ($W_{\text{máx}}$) encontrada na imagem com W_1 , enquanto que W_2 , W_3 são 0,3 e 0,5,

respectivamente, da maior linha encontrada na imagem (Figura 3). Para auxiliar na detecção das deformidades e na comparação foram obtidas as constantes $K_1 = W_1 / W_{\text{máx}}$; $K_2 = W_2 / W_{\text{máx}}$; $K_3 = W_3 / W_{\text{máx}}$; $K_4 = H / W_{\text{máx}}$; e $K_5 = L / H$. A Tabela 1 apresenta alguns dados obtidos de alguns morangos selecionados de uma determinada amostragem, destacando-se a precisão das medidas. Dados como estes foram compilados pelo algoritmo a fim de se fazer à seleção priorizando a forma desejada. Até o momento foi possível indicar um padrão na forma dos morangos estudados, por meio de desvio padrão, e médias aplicadas aos dados. Com isso foi desenvolvido um segundo algoritmo por meio de comparações de imagens e dados fornecidos pelo processamento onde os morangos podem ser separados em duas categorias (aceitos ou negados) quanto ao formato (Tabela 2).

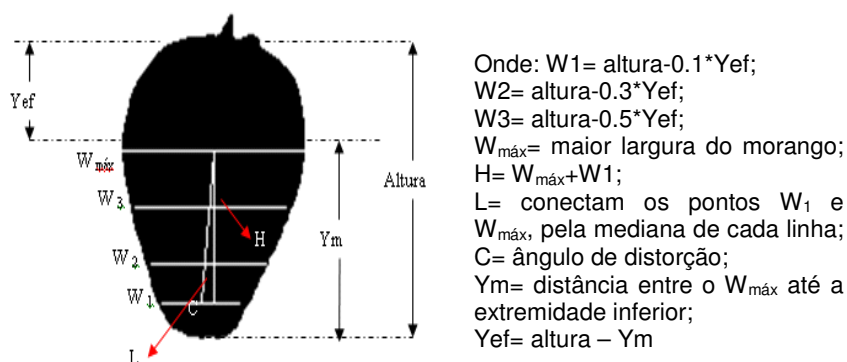


FIGURA 3. Medições do formato do Morango através de algoritmos.

TABELA 1. Referências encontradas pelas imagens processadas (mm).

Morango	K	K1	K2	K3	K4	Ângulo
2	0,9005	0,432692	0,538462	0,701923	0,903846	1,9053
6	0,9	0,444444	0,583333	0,796296	0,953704	0
11	0,9019	0,4	0,536842	0,747368	0,947368	3,7153
13	0,9035	0,337662	0,493506	0,714286	0,948052	5,0572
Morango	Altura	Wmax	W1	W2	W3	W4
2	28,20946	35,13514	15,2027	18,91892	24,66216	31,75676
6	26,68919	36,48649	16,21622	21,28378	29,05405	34,7973
11	26,01351	32,09459	12,83784	17,22973	23,98649	30,40541
13	19,08784	26,01351	8,783784	12,83784	18,58108	24,66216

TABELA 2. Classificação encontrada por meio de comparações através do algoritmo

Morango	Ângulo	K	K4	K3	K2	K1	Situação
1	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Aceito
2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Aceito
4	ok	ok	no	ok	ok	ok	Recusado
5	ok	no	ok	ok	no	no	Recusado

Agradecimentos: Ao CNPq, pela bolsa PIBIC ao primeiro autor.

Conclusões

A seleção e classificação de morangos em formato, largura e comprimento são possíveis por meio do uso de imagens digitais. A técnica óptica pode ser uma saída para problemas relacionados a seleção de frutas, fornecendo maior agilidade e confiabilidade devido a sua precisão na seleção. Outros estudos devem ser incentivados para validação deste desse sistema de seleção.

Referências

- BALLARD, D.H.; BROWN, C.M. **Computer Vision**. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1st ed., 1982, 523p.
- BROSNAN, T.; SUN, D.W. Improving quality inspection of food products by computer vision - a review. **Journal of Food Engineering**, Davis, v.61, n.1, p. 3-16, 2004.
- GUNASEKARAN, S. Computer vision technology for food quality assurance. Trends in **Food Science and Technology**, Colney, v.7, n.8, p. 245-256, 1996.
- KLEYNEN, O.; LEEMANS, V.; DESTAIN, M.F. Development of a multi-spectral vision system for the detection of defects on apples. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 69, p.41-49, 2005.
- NAGATA, M.; CAO, Q. Study on grade judgment of fruit and vegetables using machine vision. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v. 32, n. 4, 1998.
- SONKA, M.; HLAVAC, V; BOYLE, R. **Image Processing, Analysis and Machine Vision**. Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company, 2nd ed., 1999, 770p.
- TAO, Y.; HEINEMANN, P. H.; VARGHESE, Z.; MORROW, C. T.; SOMMER, H. J. Machine vision for colour inspection of potatoes and apples. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.38, n.5, p.1555–1561, 1995.