Estudo para medição de peças através de imagens utilizando Lógica Paraconsistente Anotada

Raquel Galhardo de Carvalho Lopes[1], Maurício Conceição Mario[2]
João Inácio da Silva Filho[2]

[1]Aluna do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica na Universidade Santa Cecília, Santos, BR.
[2] Professor do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica na Universidade Santa Cecília, Santos, BR.

Este artigo descreve o estudo de medição de peças mecânicas por Sistemas de Visão Computacional, onde as medidas são obtidas através de fotografias digitais e as interações feitas pelo o usuário para determinar o trecho a ser medido. O modelo desenvolvido utiliza técnicas de Processamento Digital de Imagens, Análise Digital de Imagens e Lógica Paraconsistente Anotada. Os resultados obtidos através do aplicativo foram comparados com medidas aferidas de instrumentos convencionais. O objetivo desse trabalho é implementar as técnicas mencionadas em um modelo computacional para o auxílio na medição de peças. Aplicativos desse tipo podem auxiliar métodos convencionais na verificação de medidas com o intuito de minimizar possíveis erros.

Palavras chave
Análise digital de imagens, medição de peças, Lógica Paraconsistente Anotada, Metrologia Dimensional Automatizada.

Study for measurement of mechanical parts through images scanned using Paraconsistent Annotated logic

This paper describes the study of measurement of pieces for Computer Vision Systems, where measurements are acquired using digital photography and the interactions made by the user to determine the segment to be measured. The model uses techniques of Digital Image Processing, Digital Image Analysis and Annotated Paraconsistent Logic. The results achieved through the application were compared with measurements acquired from conventional instruments. The goal of this work is to implement the techniques mentioned in a computer model to improve the measurement of parts. Applications of this kind improves the conventional methods of verification the measures in order to minimize possible errors.

Keywords
Digital image analysis, measurement of mechanical parts, Paraconsistent Annotated Logic, Automated Dimensional Metrology.

Introdução

Com base em estudos de medições de objetos através de Sistemas de Visão Computacional, o presente trabalho tem a finalidade de verificar a conformidade de medições em peças. Este tipo de medição está cada vez mais sendo utilizado na área industrial para o auxílio de inspeção visual, pois pode oferecer exatidão e repetitividade em medições sem contato, a fim de eliminar aspectos como subjetividade, fadiga, lentidão e custos associados à inspeção humana (Feliciano et al, 2005).

Sistemas de Visão Computacional utilizam técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e Análise Digital de Imagens (ADI). O PDI consiste em um conjunto de técnicas para capturar, representar e transformar imagens com o auxílio do computador. O emprego dessas técnicas permite extrair e identificar informações das imagens e melhorar a qualidade visual de certos aspectos estruturais, facilitando a percepção humana e a interpretação automática por meio de dispositivos (Leta, 2012). A ADI é, tipicamente, baseada na forma, na textura, nos níveis de cinza ou nas cores dos objetos presentes nas imagens. Uma dificuldade inerente ao processo de análise de imagens é seu caráter multidisciplinar, em que diversos domínios de conhecimento são comumente necessários para solucionar problemas, tais como geometria computacional, visualização científica, estatística, teoria da informação, etc. (Pedrini, Schwartz, 2008).

O objetivo deste artigo é mostrar um método para a criação de um modelo computacional para a aferição de medidas de peças mecânicas através de fotografia digital com o intuito de verificar a exatidão da peça construída a partir de um processo industrial. O aplicativo em questão utiliza técnicas de Processamento Digital de Imagens, Análise de Digital de Imagens e de Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) (Da Silva Filho, 2007). Conforme será visto, a junção destas três técnicas colabora no estudo e na criação de sistema de computação especialmente construído para a obtenção de medidas em peças mecânicas.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do modelo computacional foi utilizada a linguagem de programação *JAVA*, desenvolvida pela *Sun*, que permite desenvolver aplicações em áreas tecnológicas como: aplicações distribuídas em rede e na *Web*, aplicações para dispositivos portáteis, entre outras. (Deitel, 2010). Como o aplicativo trabalha com a aquisição de imagens digitais, foi necessário o uso de uma *API (Application Programming Interfaces)* do *JAVA* chamada *JAVA 2D*. Esta *API* é uma biblioteca de classes que permite, dentre outras aplicações, a manipulação avançada de imagens digitais (Horstman & Cornell, 2003).

As imagens utilizadas no modelo computacional em questão foram registradas com uma câmera da marca *Nikon* modelo D80, que tem a capacidade de capturar imagens em 10.2 *Megapixels*, utilizando uma lente *Nikon DX* (*af-s nikkor* 18-55 mm 1:3.5 – 5.6 *GII ED*). Devida à alta resolução da captura da imagem em 3872 x 2592 *pixels*, houve a necessidade de redimensionar as mesmas para 800 x 600 *pixels*. Assim, pode-se visualizar a imagem dentro campo de análise estabelecido no aplicativo.

O modelo computacional utilizou técnicas de processamento digital de imagens, análise de imagens para a aquisição das fotografias a serem analisadas e fez uso da Lógica Paraconsistente Anotada que mostra-se adequada na construção de algoritmos utilizados em sistemas para tratamento de incertezas (Da Silva Filho, 2006) (Da Silva Filho, 2012).

As peças mecânicas utilizadas como base de testes tiveram suas medidas aferidas primeiramente com os instrumentos de medições convencionais onde, neste caso, foram utilizados dois paquímetros da marca *Mitutoyo* nas seguintes precisões: 0,02 mm e 0.05 mm. As medidas foram convertidas para metros, que é a unidade do aplicativo desenvolvido, como pode ser observado nas tabelas 1 e 2.

Obtenção do padrão de referência

Para a execução do modelo computacional é necessário que o usuário insira a imagem a ser analisada e estabeleça uma medida de referência em metros que servirá de padrão de referência com as quantidades de *pixels* nas medições efetuadas na imagem digitalizada da peca mecânica. Inicialmente, deve-se pressionar a tecla *CTRL* mais o botão esquerdo do *mouse* com o *prompt* sobre a parte superior da imagem digitalizada da peça e, logo em

seguida, pressionar a tecla *SHIFT* mais o botão direito do *mouse*, com o *prompt* sobre a parte inferior da imagem digitalizada da peça. Este processo referencia ao modelo computacional que a medida inserida inicialmente está contida no trecho que foi estabelecido, obtendo uma medida de altura imediata, conforme a equação 1.

$$altura = y_{superior} - y_{inferior} \quad (1)$$

onde: $Y_{superior}$ = ponto vertical situado na parte superior da peça.
$Y_{inferior}$ = ponto vertical situado na parte inferior da peça.

Medições da peça mecânica

Após as configurações iniciais, onde ficou estabelecido uma medida ou padrão de referência com os números de *píxels* da imagem, o usuário deve efetivamente fazer a medição. Para isso deve clicar com o botão direito do *mouse* com o *prompt* na parte superior da peça e o botão esquerdo do mouse com o *prompt* na parte inferior da mesma. Com isso será obtido o valor da medida em metros. Neste processo, cada vez que os botões do *mouse* forem pressionados, as coordenadas de y e a quantidade de vezes que o *mouse* foi pressionado são marcadas. Com essas informações é possível calcular a altura média expressa na equação 2.

$$altura_{média} = \left(\sum \frac{y_{superior}}{n^{o}_{vezes\ botão\ direito\ pressionado}} - \sum \frac{y_{inferior}}{n^{o}_{vezes\ botão\ esquerdo\ pressionado}} \right) \quad (2)$$

Aplicação da LPA

Em busca de uma medição mais confiável e para auxiliar na obtenção de uma medição de altura mais constante, isto é, sem variabilidade nos valores, foi utilizado a CNAPa – Célula Neural Artificial Paraconsistente de aprendizagem. A Lógica Paraconsistente Anotada é uma lógica não-Clássica e possui como principal propriedade a capacidade de fazer tratamento em sinais contraditórios sem causar trivialização. CNPap é basicamente um algoritmo baseado em Lógica Paraconsistente Anotada e pode ser encontrados maiores detalhes de funcionamento em Da Silva Filho, (2007). De forma geral esta célula trata-se de um sistema algorítmico realimentado que age diretamente nas diversas interações efetuadas cada vez que o *mouse* é pressionado. A partir do algoritmo da CNAPa foi possível elaborar a equação 3, que determina um valor denominado de $altura_{consistente}$. Este valor obtido pela equação 3 é considerado um Fator indicador de convergência da medida da altura e quando referenciado ao número de *pixels* é igual à $altura_{parcial}$ obtida no modelo computacional.

$$altura_{consistente} = \frac{\left(\left(\frac{1}{\frac{altura - altura_{média}}{altura}} \right) - (1 - altura_{parcial})\ x\ fa + 1 \right)}{2} \quad (3)$$

O cálculo da altura em metros é feito através da equação 4, onde o *pixel* é a variável inserida na interação com o usuário.

$$altura_{em\ metros} = \frac{valor_{escala\ vertical\ de\ referência\ em\ metros}\ x\ altura}{quatidade\ de\ pixels_{escala\ vertical\ de\ referência}} \quad (4)$$

Resultados

A figura 1 mostra a imagem da peça mecânica utilizada nas medições a qual foi analisada com as devidas referências **A** e **B**, de onde foram extraídas as medições superiores e

inferiores. A tabela 1 representa as medições obtidas com os instrumentos convencionais (1 e 2º linhas) de medidas e os resultados obtidos através do aplicativo criado com fundamentos da LPA (3º e 4º linhas).

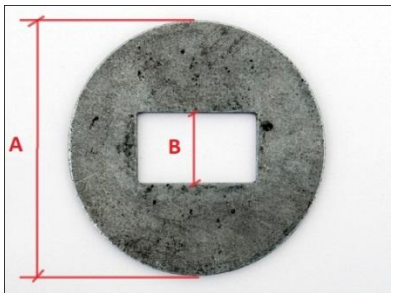


Figura 1: Imagem da peça mecânica utilizada na primeira análise.

Instrumento de medição	A (m)	B (m)
Paquímetro (0,02 mm)	0,07384	0,02020
Paquímetro (0,05 mm)	0,07395	0,02030
Software (ref. 0,07384 m)	0.0735624060150376	0.020403157894736842
Software (ref. 0,07395 m)	0.07381125703564728	0.020533958724202626

Tabela 1: Resultados obtidos da primeira análise.

Na figura 2 e na tabela 2, temos a peça e os resultados obtidos em um segundo teste.

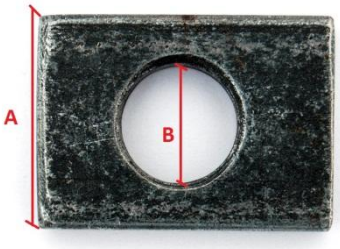


Figura 2: Imagem da peça mecânica utilizada na segunda análise.

Instrumento de medição	A (m)	B (m)
Paquímetro (0,02 mm)	0,03716	0,02020
Paquímetro (0,05 mm)	0.03730	0,02030
Software (ref. 0,03716 m)	0.03707630630630631	0.02017018018018018
Software (ref. 0,03730 m)	0.03738419864559819	0.020291873589164785

Tabela 2: Resultados obtidos na segunda análise.

Discussão

O foco principal deste trabalho foi o estudo de técnicas de medições de peças mecânicas através de imagens digitalizadas considerando a possibilidade de utilização nas análises das medições os algoritmos baseados em Lógica Paraconsistente Anotada.

Nos resultados obtidos, pode-se observar que no primeiro experimento houve um erro percentual de 0,6% e, no segundo um erro percentual de 0,2% nas medições através do modelo computacional em relação as medidas aferidas com o paquímetro descritas nas tabelas 1 e 2. Este resultados podem ser considerados satisfatórios visto que a técnica ainda necessita de ferramentas adequadas para validação dos procedimentos que estão baseados nos algoritmos da LPA.

Conclusão

Atualmente, na área da Automação Industrial, existem setores de análise de conformidades, onde através de análise de imagens digitalizadas é possível verificar erros ou falhas ocorridos no processo de produção. Sabe-se que Sistemas convencionais desse tipo necessitam de um estudo sobre avaliação de incertezas de medições por imagem. De acordo com métodos existentes para a caracterização de conformidade de peças, foi elaborado neste trabalho um estudo inicial sobre a aplicação de lógicas não-clássicas, mais precisamente, a Lógica Paraconsistente, em Metrologia Dimensional, que pode vir a ser utilizado no setor industrial. Devido a esta necessidade de tratamento adequado as incertezas o modelo computacional desenvolvido neste trabalho utilizou técnicas de processamento e análise de imagens agregando ao uso convencional a célula de aprendizagem CNAPa, que trata-se de um algoritmo baseado em LPA, para o auxílio da estabilidade nas medições efetuadas na imagem digitalizada da peça. Os resultados se mostraram promissores e deixa a perspectiva de que o uso conjunto das técnicas abordadas neste trabalho possa, em um futuro próximo, contribuir ativamente no aprimoramento de sistemas que utilizam imagens para definição de padrões em peças mecânicas.

Referências Bibliográficas

DA SILVA FILHO, J. I. Métodos de aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores – LPA2v. Seleção Documental - GLPA, Nº 1 Ed. Paralogike Santos - SP, ISSN 1809-0648 – 2006.

DE SANTO, M.; LIGUORI, C.; PAOTILLO, A.; PIETROSANTO, A. Standard uncertainty evaluation in image-based measurements. Measurement, Vol. 36, p. 347 – 358, 2004.

DEITEL, P.; DEITEL, H. Java como programar. p. 6, 7, 449 a 454. São Paulo – Editora Pearson Prentice Hall – 8ª edição – 2010.

DA SILVA FILHO, J. I. Introdução às Células Neurais Artificiais Paraconsistentes. Seleção Documental - GLPA, Nº 8 Ed. Paralogike Santos - SP, ISSN 1809-0648 – 2007.

DA SILVA FILHO, J. I.; OLIVEIRA, D. B.; AGUIAR, A. L. L.; FERRARA, L. F. P.; GARCIA, D. V.; MÁRIO, M. C. Algoritmos fundamentados em Lógica Paraconsistente Anotada aplicados em Análises de Variáveis Físicas de um Processo Industrial. Seleção Documental - GLPA, Nº 27 Ed. Paralogike Santos - SP, ISSN 1809-0648 – Julho/Agosto/Setembro 2012. p. 19.

FELICIANO, F.F.; SOUZA, I. L.; LETA, F. R. Visão Computacional Aplicada à Metrologia Dimensional Automatizada: Considerações sobre sua Exatidão. ENGEVISTA, v.7, n.2, p.38-50, Dezembro 2005.

HORSTMANN, C. S.; CORNELL, G. Core Java 2 – volume II – Recursos Avançados. p. 466 a 473. São Paulo, Editora Pearson Education do Brasil – 2003.

LETA, F. R. Metrologia por imagens. Laboratório de Metrologia Dimensional & Computacional – Universidade Federal Fluminense. Disponível em: http://www.redetec.org.br/riometrologia/palestras/2005/FabianaRLeta.pdf. Acesso: 19/11/2012.

PEDRINI, H.; SCHWARTZSchwartz, W. R. Análise de imagens digitais: princípios, algoritmos e aplicações. Prefácio, São Paulo – Editora Thomson Learning – 2008.