

## Identificação das Coordenadas Globais de um Objeto utilizando Visão Computacional Estéreo

## Identifying Global Coordinates of an Object Using Stereo Computational Vision

### RESUMO

Este trabalho apresenta uma solução para identificação de objetos circulares em uma área determinada. Foram aplicados conceitos de visão computacional como visão estéreo, calibração de câmera, processamento de imagem e identificação de objetos. O trabalho foi desenvolvido utilizando o software Matlab®. O processo de calibração das câmeras utilizou a *toolbox Computer Vision Systems*. Em uma das etapas do sistema foi realizado um processo aplicação de filtros que melhoram o resultado final do sistema. Na etapa de identificação do objeto foi utilizado um algoritmo baseado na transformada de Hough, utilizada para identificar formas geométricas em imagens. O sistema apresentou resultados aceitáveis, porém com erros de paralaxe. Para trabalhos futuros serão feitas melhorias no algoritmo de identificação de objetos circulares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Visão Computacional. Transformada de Hough. Visão Estéreo.

**Leonardo Zago Ferreira**

[leonardozf@hotmail.com](mailto:leonardozf@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

**Mateus Cabral dos Santos**

[mateuscabralmc@hotmail.com](mailto:mateuscabralmc@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

**Marcio Mendonça**

[mmendonca@utfpr.edu.br](mailto:mmendonca@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



### ABSTRACT

THIS PAPER PRESENTS A SOLUTION FOR THE IDENTIFICATION OF CIRCULAR OBJECTS IN A GIVEN AREA. CONCEPTS OF COMPUTER VISION SUCH AS STEREO VISION, CAMERA CALIBRATION, IMAGE PROCESSING AND OBJECT IDENTIFICATION WERE USED. THE WORK WAS DEVELOPED USING MATLAB® SOFTWARE. THE CAMERA CALIBRATION PROCESS USES A COMPUTER VISION SYSTEMS TOOLBOX. IN ONE OF THE SYSTEM STAGES, A FILTERING PROCESS WAS PERFORMED TO IMPROVE THE FINAL RESULT OF THE SYSTEM. IN THE IDENTIFICATION STEP, AN ALGORITHM BASED ON THE HOUGH TRANSFORM WAS USED TO FIND GEOMETRIC SHAPES IN IMAGES. THE SYSTEM PRESENTED ACCEPTABLE RESULTS, BUT WITH PARALLAX ERRORS. FOR FUTURE WORK IMPROVEMENTS WILL BE MADE IN THE CIRCULAR OBJECT IDENTIFICATION ALGORITHM.

**KEYWORDS:** Computer vision. Hough transform. Stereo vision

## INTRODUÇÃO

A pesquisa no campo da visão tem crescido muito nas últimas décadas e se estende até os dias de hoje. Com isso pode ser aplicada nas áreas de automação industrial, robótica e processamento de documentos (MOLZ,2001).

A visão computacional representa transformar uma imagem do mundo real para um meio digital, para que a mesma possa ser processada com o uso de computador (ZHAO et al., 2005). De tal modo, a ciência da visão computacional estuda e aprimora técnicas de processamento de imagens para extrair e processar características de objetos e ambientes (GONZALEZ; WOODS, 2000).

O intuito do estudo deste trabalho sobre visão computacional é desenvolver um sistema de calibração e detecção de objetos circulares, utilizando câmeras estéreo e o auxílio do software Matlab®.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido seguindo as seguintes etapas: Primeiro ocorreu a calibração das câmeras. Para esse processo foi realizada a comunicação entre câmeras e o software Matlab® para aquisição das imagens. Utilizando a *toolbox, Computer Vision System* foi realizado o processo de calibração onde foram extraídos os parâmetros intrínsecos e extrínsecos. Para realizar o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados um par de câmeras estéreo da marca Logitech, modelo C270, com a resolução das imagens de 720p. A figura 1 mostra um par de imagem utilizado no processo.

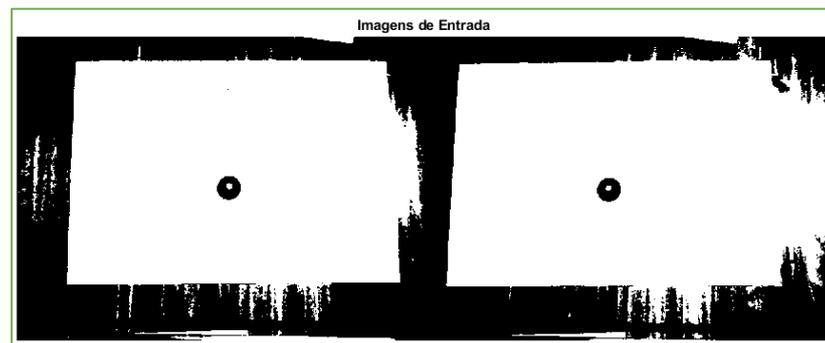
Figura 1 - Par de imagens de entrada



Fonte: Autoria própria (2019)

Com os parâmetros intrínsecos e extrínsecos das câmeras é iniciado o algoritmo de reconhecimento de imagem. Primeiramente ocorreu a captura de imagem, e em seguida foi aplicado um filtro, que utiliza a função *im2bw*. O filtro aplicado converte a imagem em preto e branco e melhora os resultados da etapa de identificação do objeto. A figura 2 mostra a imagem após a aplicação do filtro.

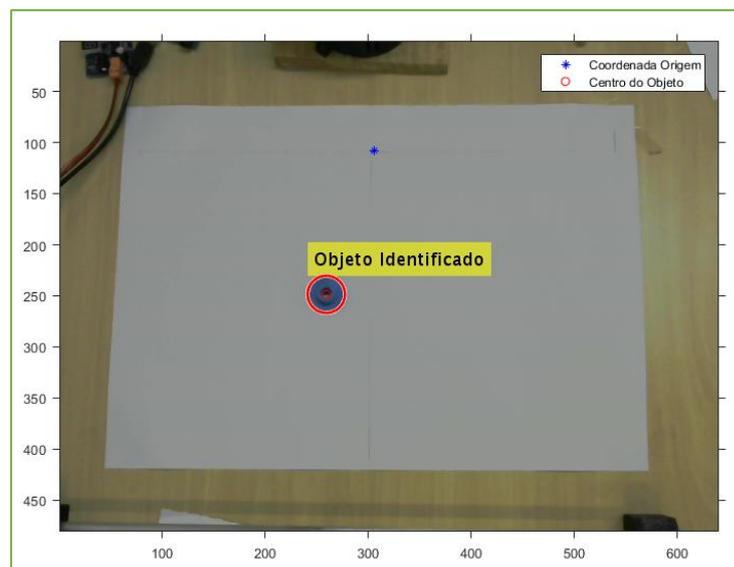
Figura 2 - Imagens após pré-processamento.



Fonte: Autoria própria (2019)

Para identificação do objeto de trabalho foi utilizado a função *imfindcircles*. A função utiliza um algoritmo baseado na transformada circular de Hough, utilizado no processamento de imagens e reconhecimento de padrões como círculos e linhas (LESTRIANDOKO; SADIKIN, 2016). A figura 3 ilustra a identificação do objeto circular na imagem. Na imagem, o ponto identificado como Coordenada de Origem, foi escolhido como referência para cálculo das coordenadas na próxima etapa do sistema.

Figura 3 - Imagem do objeto identificado



Fonte: Autoria própria (2019)

A etapa final do processo é a conversão das coordenadas das câmeras (U, V, W) para coordenadas globais (X, Y, Z). Esta transformação é realizada de maneira algébrica. As formulas (1) e (2) foram utilizadas para fazer o cálculo de transformação.

$$X = \frac{U - U_0}{K} \quad (1)$$

$$Y = \frac{V - V_0}{K} \quad (2)$$

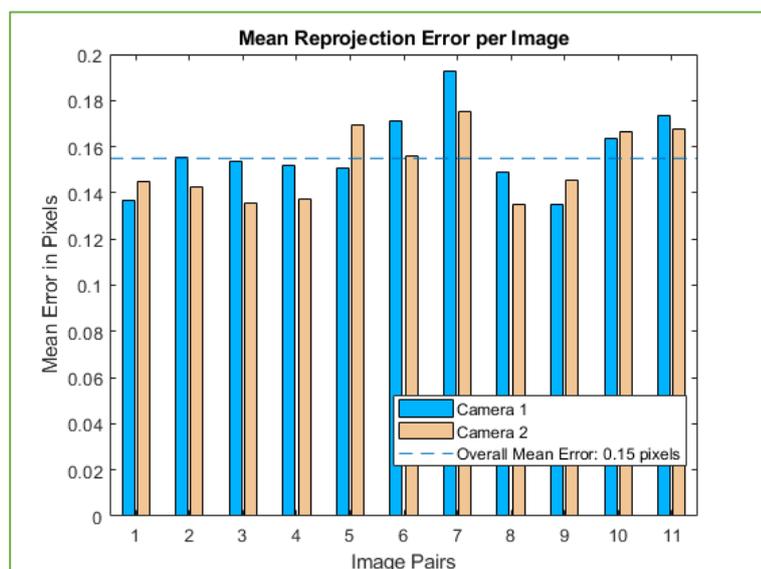
Onde X e Y são coordenadas globais, U, U<sub>0</sub>, V e V<sub>0</sub> são coordenadas da câmera e K é a relação entre pixels e milímetros. O valor de K foi obtido de forma empírica, medindo a quantidade de pixels presente em 1cm da imagem de referência.

Para a coordenada Z foi utilizado a função *triangulate*, presente na *toolbox* utilizada. A função *triangulate*, calcula a distância entre o objeto e a câmera, determinando a coordenada Z.

## RESULTADOS

Para o processo de calibração são utilizados entre 10 e 20 pares imagens. Na calibração final foram utilizados 11 pares de imagens. A figura 4 mostra o erro médio projetado do processo de calibração. O gráfico indica que durante o processo de calibração, houve um erro médio de 0.15 pixels.

Figura 4 - Erro no processo de calibração



Fonte: Autoria própria (2019)

A tabela 1 compara os valores das coordenadas reais e das coordenadas obtidas pelo algoritmo. Também é exibido o erro entre os valores.

Tabela 1 – Comparação entre Coordenadas reais e obtidas.

Coordenada Real			Coordenada Calculada			Erro		
X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
120	0	0	121	-2	0	1	2	0
0	125	0	-4	131	-48	4	6	48
66	57	0	65	60	-20	1	3	20
183	-141	0	188	-152	-5	5	11	5
0	-107	0	-1	-113	-37	1	6	37
119	0	131	81	-14	98	38	14	33
129	0	260	45	-41	188	84	41	72

Fonte: Aatoria Própria (2019).

A partir da análise dos resultados é possível concluir que para objetos localizados próximos a superfície o erro do sistema é baixo, quanto maior a distância entre o objeto e a superfície o erro aumenta devido a presença de erro paralaxe, isso ocorre devido ao posicionamento das câmeras.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos comprovam que o algoritmo de detecção do objeto de trabalho é válido. Porém esses resultados também apontam que é necessário realizar o reposicionamento das câmeras ou o tratamento das coordenadas para retirar o erro de paralaxe.

Em uma próxima etapa do trabalho será realizado uma melhoria no algoritmo de identificação de objeto como a remoção do erro de paralaxe.

## REFERÊNCIAS

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Processamento de Imagens Digitais. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, SP, 2000.

LESTRIANDOKO, N. H.; SADIKIN, R.; Circle Detection Based on Hough Transform and Mexican Hat Filter. In: International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications, p. 153-157, 2016.

MOLZ, R. F. Uma Metodologia para o Desenvolvimento de Aplicações de Visão Computacional utilizando um projeto conjunto de Hardware e Software. 2001. 80 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ZHAO, S.; Li, B.; YUAN, J.; CUI, G.; Research on remote meter automatic reading based on computer vision. In: IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific, p. 1-4, IEEE, 2005.