

DESENVOLVIMENTO DE UMA CONFIGURAÇÃO EXPERIMENTAL UTILIZANDO LUZ ESTRUTURADA E VISÃO MONOCULAR

ELISÂNGELA RIBERIO¹, BIANCA BATISTA BARRETO², FERNANDO PUJAICO
RIVERA³, ROBERTO ALVES BRAGA JUNIOR⁴, MARCO ANTÔNIO GOMES
BARBOSA⁵, ELLEM W. N. F. CONTADO⁶

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 3829 1210, elismar1952@hotmail.com

² Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFLA, (35)3829 1210, biabarreto89@gmail.com

³ Pós-doutorado em Engenharia Agrícola, UFLA, 03538261210, fernando.pujaico.rivera@gmail.com

⁴ Professor Doutor do Departamento de Engenharia, UFLA, 03538261210, robbraga@gmail.com

⁵ Professor Doutor do Departamento de Educação Física, UFLA, (35) 3829-1697, marco.fisioedu@def.ufla.br

⁶ Pós-doutorado em Engenharia Agrícola, UFLA, 03538261210, ellem.waleska@gmail.com

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Pretendeu-se, neste trabalho, demonstrar a importância de desenvolvimento de um novo método para identificação do eixo z de um objeto, utilizando de luz estruturada por meio da visão monocular atuante e participativo no alcance dos objetivos. Para tal, a pesquisa valeu-se do método do estudo qualitativo. Buscando o êxito deste propósito, definiu-se, primeiramente, uma configuração experimental de baixo custo, utilizando apenas uma câmera WebCan e um projetor multimídia para realizar a análises, logo após, desenvolver algoritmos baseados em modelos matemáticos com objetivo de identificar o perfil em 3 dimensões do objeto digitalizado. Espera-se que a pesquisa possa prover subsídios à proposição de novos estudos, com o enfoque em soluções para o problema apresentado que é identificar o perfil do objeto proposto neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Luz estruturada, 3D, Visão Monocular

USE AN EXPERIMENTAL CONFIGURATION USING STRUCTURED LIGHT AND MONOCULAR VISION

ABSTRACT: The aim of this work was to demonstrate the importance of developing a new method for identifying the z axis of an object, using structured light through the monocular vision that is active and participatory in achieving objectives. To this end, the research used the qualitative study method. Seeking the success of this purpose, it was defined, first, a low-cost experimental configuration, using only a WebCan camera and a multimedia projector to carry out the analysis, soon after, develop algorithms based on mathematical models in order to identify the profile in 3 dimensions of the scanned object. It is hoped that the research can provide support for the proposal of new studies, with a focus on solutions to the problem presented, which is to identify the profile of the object proposed in this work.

KEYWORDS: Structured light, 3D, Monocular Vision

INTRODUÇÃO:

O desenvolver deste projeto foi baseado no princípio da luz estruturada o qual utiliza a fonte luminosa, como projetor multimídia, por meio da visão monocular, que utiliza apenas uma câmera webcam, ambas dispostas em ângulos em relação um ao outro e ao indivíduo.

Foram desenvolvidos vários algoritmos baseados em cálculos matemáticos para corrigir as deformações de perspectiva da visão relativa do observador em relação à forma real do objeto (COSTA et al., 2012; FERNANDES et al., 2003). Foi um objeto de altura conhecida para realizar a calibração do arranjo experimental, pelo qual foram tiradas várias fotos das linhas horizontais projetadas sobre o objeto de forma que percorresse todo seu espaço (FGOMES et al., 2002). Essas imagens foram submetidas a algoritmos desenvolvidos, de forma a resultar em uma imagem em três dimensões, de forma que o pesquisador identificasse a profundidade do objeto. Assim, o objetivo da pesquisa foi identificar uma configuração experimental utilizando luz estruturada por meio da visão monocular que realize a digitalização de um objeto e com algoritmos apresente o seu perfil em 3D a um custo acessível.

MATERIAL E MÉTODOS:

Todo o experimento foi realizado nas dependências da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no laboratório nº 7 do Centro de Desenvolvimento à Instrumentação aplicado à Agropecuária (CEDIA), ligado ao Departamento de Automática. Este projeto utilizou-se da técnica “scanning” que é representada por luz estruturada e o princípio de triangulação para corrigir as deformações de ângulos, que foram compostos pela configuração experimental (RIBEIRO, 2014) formando um sistema. Este possuiu parâmetros da geometria, que foram obtidos de forma imprecisa devido a medição ser manual. Para sanar o erro da medição, um modelo baseado no menor erro quadrado foi desenvolvido para validação dos parâmetros.

Para a configuração experimental do sistema utilizando luz estruturada os seguintes procedimentos foram seguidos: a) Identificação dos equipamentos necessários na montagem; b) Medição da disposição entre equipamentos; c) Identificação de cada variável na configuração experimental; d) Seleção do objeto a serem digitalizados para calibração; e) Digitalização do objeto e identificação da altura na imagem confirmando a altura real do objeto. Para a configuração do sistema, utilizou-se de uma fonte de luz como o projetor e apenas uma câmera, ambos dispostos em ângulos em relação ao objeto, conhecido também como luz estruturada por meio da visão monocular. Os equipamentos utilizados na configuração experimental foram: uma câmera 2 Web Cam 3.0 Mb Hd Usb Logitech C270 960-000691, um projetor multimídia Benq Mx525b 3200 Lumens/Xga/Hdmi/3d Ready/Bndes, um computador portátil Sony Vaio Core i3. Como objeto de corpo de prova foi utilizado uma calota de isopor de 10 cm de raio.

Com a utilização de um computador portátil conectado ao projetor, projetou-se linhas sobre o objeto. Com a câmera fixada em um tripé capturou-se uma foto da projeção da linha sobre o objeto. Em seguida, removeu-se o objeto, e o mesmo procedimento foi repetido para a captura da imagem do plano, conhecida como imagem referência. Em seguida foram medidos com o auxílio de uma trena, cada variável composta nesta configuração, são elas: distâncias entre projetor, câmera, objeto e plano, porém foram medidos manualmente cada variável com objetivo de identificar seus respectivos parâmetros que formaram o sistema. Porém, estes parâmetros foram coletados de forma manual, obtendo-se desta forma dados imprecisos.

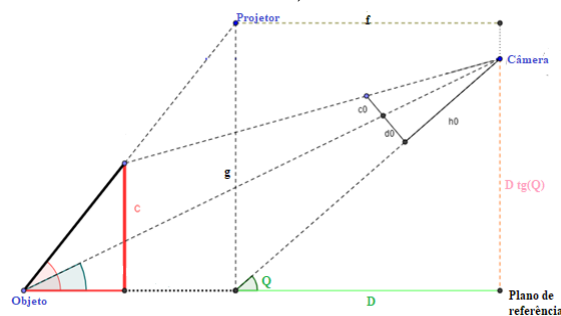


FIGURA 1. Geometria de reconstrução do sistema por luz estruturada.

em que,

g: Medida em centímetros a altura do projetor em relação ao plano de referência;

f: Distância em centímetro entre o projetor até o plano;

Para identificar a variável D que representa o eixo x da imagem da Figura 8, uma equação foi desenvolvida para identificar o valor da variável.

$$D = ((D \tan(Q) - C) * c_0) / h_0 \quad \text{Equação 1}$$

em que,

Q : Ângulo formado do projetor sobre o plano. Identificado pela seguinte equação;

$$Q = \text{atg}(x/D) \quad \text{Equação 2}$$

em que,

h_0 : Valor aleatório referente ao dado intrínseco da câmera;

C : Altura real do objeto;

c_0 : Altura relativa em pixels do objeto na imagem digitalizada;

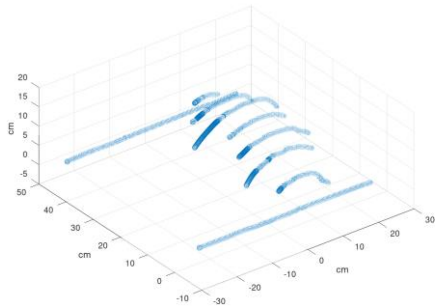
d_0 : Diferença em pixels entre o ponto central real da imagem até a linha horizontal projetada, sendo que esses dados estão em referência da fotografia digitalizada.

Para solucionar este problema, foi desenvolvido um sistema para corrigir os erros da geometria, este teve como princípio a elaboração de uma função que incluiu como seus parâmetros os dados medidos manualmente e as duas imagens digitalizadas (imagem objeto e imagem referência). Sendo as variáveis de entrada c_0 e d_0 obtidos das imagens digitalizadas (imagem objeto e imagem referência) e as variáveis h_0 , D , Q , f , g obtidas manualmente na configuração do experimento. Baseado nos estudos de Bastian e Almouloud (2003) uma função foi desenvolvida com esses parâmetros utilizando cálculos trigonométricos.

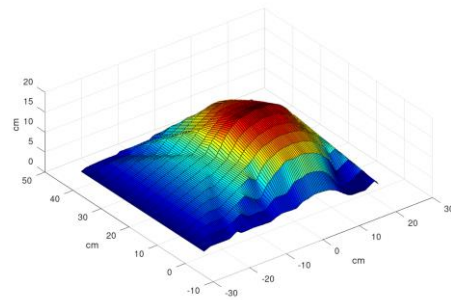
A fim de identificar a variável C , ou seja, a altura verdadeira do objeto digitalizado, foi adicionado uma variável E ao sistema, com objetivo de identificar o grau de erro ocorrido no processo de validação do sistema. Essa foi responsável para quantificar o grau de erro identificado na configuração experimental que foram levados em conta em todas as digitalizações futuras realizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Como resultados das medidas da configuração experimental, a fonte de luz ficou fixado a uma distância de 1,71 cm do objeto e a uma altura de 1,12 cm em relação a superfície. A câmera ficou fixada a uma altura de 0,75 cm da superfície e a uma distância de 1,36 cm do objeto. Logo foi digitalizado o objeto somando 18 imagens, destas 9 foram imagens objeto e 9 referências. Em seguida foram processadas nos algoritmos desenvolvidos com objetivo de identificar a altura que correspondente a altura real do objeto, como ilustra a Figura 2 a seguir.



(a)



(b)

FIGURA 2. a) Perfil em 3d do objeto digitalizado b) Imagem 3d resultante do processamento

CONCLUSÕES:

Com o desenvolvimento deste projeto foi possível identificar os melhores parâmetros na configuração experimental para digitalizar um objeto conhecido e identificar a sua altura real em uma imagem em 3d. Outro avanço neste trabalho foi relacionado ao algoritmo desenvolvido, pois foi possível por meio de modelos matemáticos identificar uma função que tenha todas as variáveis possíveis do arranjo experimental.

AGRADECIMENTOS:

CAPES, CNPq, FAPEMIG, UFLA.

REFERÊNCIAS:

- BASTIAN, Irma Verri; ALMOULOU, Saddo Ag. O teorema de Pitágoras: uma abordagem enfatizando o caráter necessário/suficiente. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo: SBEM, n. 14, p. 45-53, 2003.
- COSTA, A. G. et al. Measurement of volume of macaw palm fruit using traditional and the digital *Moiré* techniques. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 2, p. 152-157, 2016.
- FERNANDES, L. F. R. M. et al. Utilização da técnica de *Moiré* para detectar alterações posturais. **Revista Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 16-23, 2003.
- GOMES, T. S. et al. "Calibration method applied to a *Moiré* technique in experiments of mechanical archetypes." **Ciência e Agrotecnologia**. p 574-579, 2002.
- LINO, A. C. L. Técnica óptica de *Moiré* visando à aplicação no estudo de superfícies irregulares. 85 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- RIBEIRO, E.; Correção digital das distorções em imagens provenientes de digitalização tridimensional. 98p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Sistemas) – Universidade Federal de Lavras, 2014.