

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

Cálculo de volume de objetos utilizando câmeras RGB-D

Servílio Souza de ASSIS^{1,3,4}; Izadora Aparecida RAMOS^{1,3,4}; Bruno Alberto Soares OLIVEIRA^{1,3}; Marlon MARCON^{2,3}

¹Estudante de Engenharia de Computação. ² Professor Orientador. ³Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) campus Bambuí. Rod. Bambuí/Medeiros km 5. CEP: 38900-000. Bambuí-MG. ⁴Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) – CNPq.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal o cálculo de volume de objetos a partir de imagens de profundidade obtidas por sensores RGB-D. As aplicações para esta ferramenta podem ser o cálculo de massa de objetos em uma imagem, reconhecimento, entre outras. A aplicação foi desenvolvida utilizando o sensor Kinect da Microsoft, a biblioteca Kinect SDK, o IDE Visual Studio e a Linguagem C#. Foram obtidos resultados bem precisos para volume de objetos de mesma forma geométrica, porém uma discrepância insatisfatória para com objetos de formas distintas, sendo necessário maiores estudos para a implementação de métodos de calibração mais sofisticados para reduzir a imprecisão no cálculo de volume de objetos com formas geométricas diferentes.

Palavras-Chave: Processamento de imagens, Kinect, Volume de objetos, Câmeras RGB-D.

INTRODUÇÃO

O cálculo de volume e formato de objetos a partir de imagens de profundidade é de relevante importância em estudos de Visão Computacional e pode ser aplicado para vários fins, tais como reconhecimento de objetos, cálculo de massa de objetos presentes em uma imagem a partir de uma densidade pré conhecida, entre outros.

As câmeras RGB-D são tipos especiais que capturam além das imagens no padrão convencional (RGB), a informação de profundidade contida na cena. Enquanto sensores, estas câmeras são utilizadas principalmente na indústria de entretenimento, porém muitas aplicações na visão computacional têm sido realizadas devido à grande capacidade associada às informações capturadas por elas. Apesar disso, estas câmeras possuem algumas limitações no que diz respeito ao mapeamento 3D, entre elas, a distância máxima para captura da profundidade (cerca de 5m), o ângulo visão também é limitado (aproximadamente 60°) e as imagens de profundidade costumam ser ruidosas (HENRY et al, 2012).

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

Segundo LITOMISKY (2012), o lançamento do sensor Kinect RGB-D pela Microsoft em 2010 para sua plataforma de XBOX360 revigorou dramaticamente o interesse nesses sensores e suas aplicações devido a redução do preço em relação aos outros sensores semelhantes na época.

O objetivo deste trabalho foi a partir do conjunto de dados obtidos do dispositivo Kinect, calcular o volume de objetos, utilizando como referência de cálculo um fator de calibração determinado através de um objeto com volume pré conhecido.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido utilizando a biblioteca Kinect SDK associada ao IDE Visual Studio 2012 na linguagem de programação C#, além do próprio sensor da Microsoft.

Primeiramente foi estabelecida uma conexão entre a aplicação e o sensor, visando obter o fluxo de dados relacionados à profundidade. Em seguida foi escolhido um ambiente de fundo homogêneo para os testes. O procedimento foi baseado em quatro estágios.

No primeiro estágio, a aplicação capturava aproximadamente 150 *frames* de profundidade, estes compostos por uma matriz de tamanho 640x480 *pixels* onde cada posição remetia a um valor que representava a distância aproximada entre o sensor e o ponto do *pixel* no mundo real. Então foi criada uma nova matriz contendo os valores médios das distâncias obtidas e então armazenada como padrão de fundo. A média aritmética foi utilizada com objetivo de minimizar os ruídos oriundos da radiação infravermelha emitida e capturada pelo sensor.

No segundo estágio, com o fundo armazenado, foi escolhido um objeto com volume conhecido para a calibragem e este foi colocado à frente do fundo, onde foram capturados mais 150 *frames*, feito a média e então armazenado como uma matriz para calibração.

No terceiro estágio, foi calculada *pixel a pixel* a diferença entre as duas matrizes para obter o *frame* que representa o volume do objeto.

A Figura 1 mostra quatro imagens correspondentes ao primeiro (a) e segundo (b) estágios, citados anteriormente. Estas imagens são uma aproximação em tons de cinza das distâncias capturadas pelo sensor, sendo que cores mais clara correspondem às distâncias maiores e cores mais escuras, menores. Os pontos de cor preta representam distâncias fora da faixa de valores conhecidos.

Ainda na Figura 1 é representada a imagem resultante do processamento do terceiro estágio (c) e esta mesma imagem sendo exibida por meio de um gráfico tridimensional gerado utilizando o software manipulador de imagens ImageJ (RASBAND, 2014), a qual dá a noção de profundidade

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

do objeto na cena. Os eixos de (d) representam em x e y os *pixels* da imagem e z o valor destes, relacionados às profundidades calculadas em cada ponto.

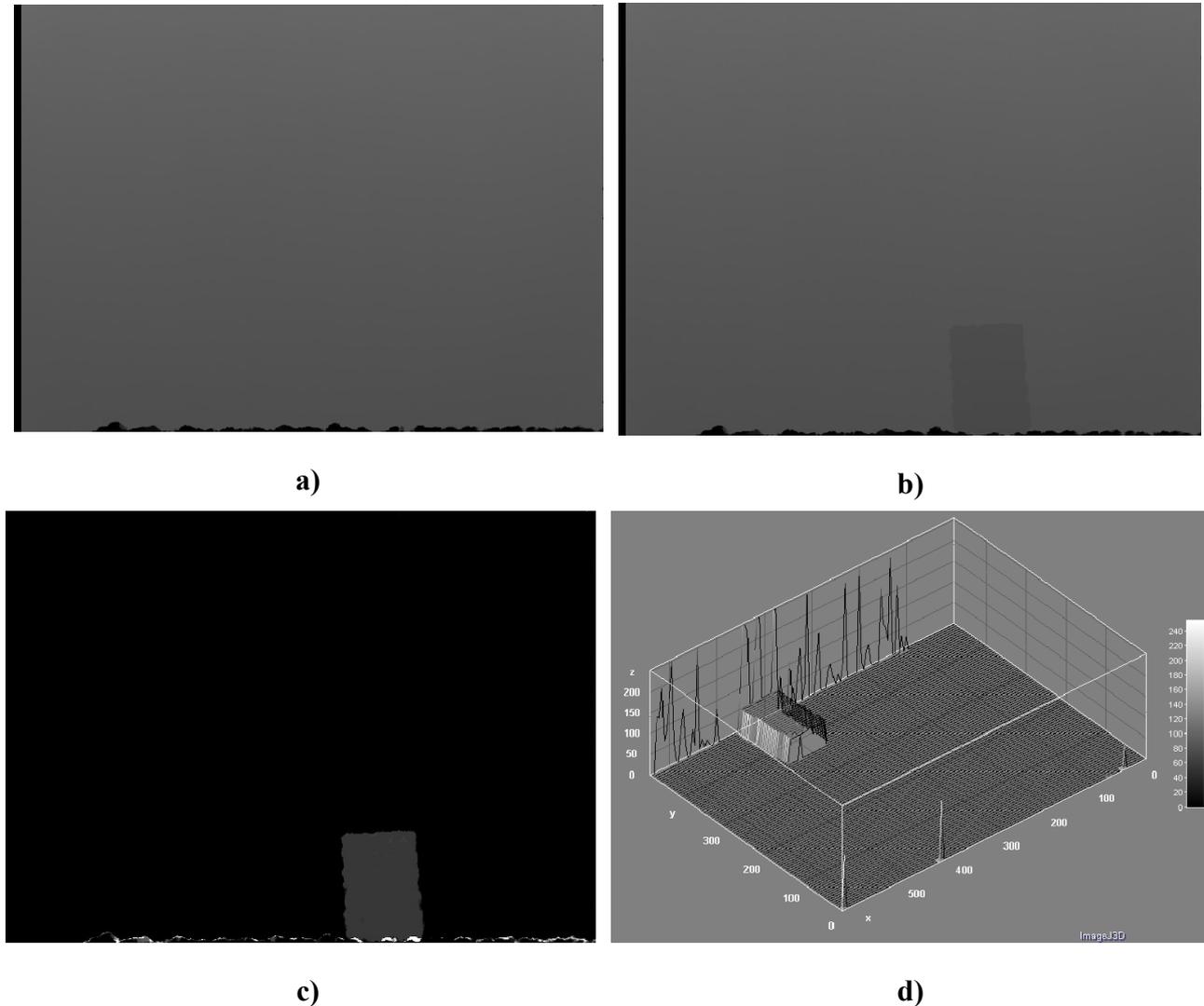


Figura 1. Estágios que ilustram os três primeiros estágios no processamento das imagens de profundidade, para o cálculo do volume.

No quarto estágio da aplicação, foi determinado o fator de calibração, dado pela razão entre o volume real do objeto e o volume representativo obtido na imagem. Este fator possibilita que após a calibração, o volume de outros objetos seja calculado utilizando-o como referência.

Para avaliar a taxa de precisão no volume calculado pelo sistema, foram realizados 4 séries de medidas com objetos de formatos e dimensões diferentes, onde cada um desses objetos era utilizado na calibragem e então o volume do mesmo era medido 10 vezes. Os objetos utilizados foram dois paralelepípedos de dimensões 174 x 121 x 85 mm e 99 x 66 x 66 mm e duas semiesferas de 75 mm e 100 mm de raio. A partir das amostras de dados de volumes obtidos para estes objetos,

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

foram calculados, por meio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), os valores de média, erro padrão e coeficiente de variação.

Após a verificação da precisão foi realizado um experimento no qual utilizou-se a semiesfera maior como referência para testar se com o fator de calibração oriundo desta era possível calcular o volume de outros objetos, de mesmo formato ou diferente. Foram coletados 4 amostras de medidas, cada uma contendo 10 volumes calculados de cada um dos quatro objetos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes para verificar a precisão do volume calculado utilizando a calibração adotada resultaram nos dados presentes na Tabela 1, que mostra para cada objeto, o volume real aproximado (cm^3), o volume médio calculado (cm^3), o erro padrão (cm^3), erro padrão (%), desvio padrão (cm^3) e coeficiente de variação (%).

Tabela 1. Dados das amostras de volume calculados dos objetos utilizando suas calibrações

Objeto	Volume real aproximado (cm^3)	Volume médio calculado (cm^3)	Erro Padrão (cm^3)	Erro Padrão (%)	Desvio Padrão (cm^3)	Coefficiente de Variação (%)
Caixa maior	1790,00	1785,40	1,55	0,09%	4,90	0,27%
Caixa menor	432,00	439,40	0,99	0,23%	3,13	0,71%
Semiesfera maior	2094,00	2104,80	13,18	0,63%	41,67	1,98%
Semiesfera menor	884,00	878,10	3,20	0,36%	10,12	1,15%

Apesar de existir certa imprecisão do sensor na captura das imagens, este problema tende a não comprometer a técnica visto que o erro padrão para os dados testados não excedeu 0,63% do volume calculado, com um coeficiente de variação também baixo, menor que 2% em todos os casos e o volume calculado não distanciou muito quando comparado ao volume real. Isso demonstra que a metodologia de cálculo de volume utilizando câmeras RGB-D proposta neste trabalho é eficiente.

A realização do segundo experimento resultou na Tabela 2, que mostra para cada objeto, o volume real aproximado (cm^3), o volume médio calculado (cm^3), o erro padrão (cm^3), erro padrão (%), desvio padrão (cm^3) e coeficiente de variação (%).

Tabela 2. Dados das amostras de volume calculados para os quatro objetos

Objeto	Volume real aproximado (cm^3)	Volume médio calculado (cm^3)	Erro Padrão (cm^3)	Erro Padrão (%)	Desvio Padrão (cm^3)	Coefficiente de Variação (%)
Caixa maior	1790,00	2225,80	3,26	0,15%	10,29	0,46%
Caixa menor	432,00	528,20	3,20	0,61%	10,12	1,92%
Semiesfera maior	2094,00	2100,00	4,65	0,22%	14,71	0,70%
Semiesfera menor	884,00	885,10	3,63	0,41%	11,48	1,30%

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

A partir da análise da Tabela 2 é possível verificar que o volume calculado para os objetos “Caixa maior” e “Caixa menor” apresentaram discrepância maior que no caso da semiesfera menor. Apesar disso, as colunas de Erro Padrão, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação não diferenciaram tanto dos resultados do experimento 1. Possivelmente esta discrepância se deve ao fato da diferença da forma geométrica entre objeto utilizado para calibração e objeto alvo poder influenciar de maneira relevante nos volumes calculados. Como os resultados apresentados neste trabalho são preliminares, necessita-se de maiores estudos para verificar uma relação entre a forma geométrica e a calibração para a técnica proposta, ou ainda avaliar outras formas geométricas para utilizar na calibração e tentar um resultado mais preciso.

CONCLUSÕES

Com os dados obtidos, foi possível observar que o método possui grande potencial para realização do cálculo de volume, porém mais estudos são necessários para validar a técnica de calibração no caso de formas geométricas diferentes ou mais complexas que as utilizadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais, financiador do projeto, por meio do Edital 139/2013, ao CNPq pelo fornecimento da Bolsa PIBIC aos estudantes envolvidos e ao Grupo de Pesquisa em Sistemas Computacionais – GPSisCom.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HENRY, P., KRAININ, M., HERBST, E., REN, X. & FOX, D. RGB-D mapping: Using Kinect-style depth cameras for dense 3D modeling of indoor environments. **The International Journal of Robotics Research**, v. 31, n. 5, p 647–663, 2012.
- LITOMISKY, K. **Consumer RGB-D Cameras and their Applications**. University of California, Riverside. Ano 2012. Disponível em <<http://alumni.cs.ucr.edu/~klitomis/files/RGBD-intro.pdf>>, Acesso em 14 de setembro de 2014.
- RASBAND, W.S., **ImageJ**, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, 1997-2014. Disponível em <<http://imagej.nih.gov/ij/>>, Acesso em 14 de setembro de 2014.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.