

Modelagem de Captura de Movimentos para Estudo da Estabilidade Corporal Utilizando Kinect

Givaldo S. de Oliveira¹, Marcos R. T. P. Menuchi², Paulo E. Ambrósio¹

¹Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional em Ciência e Tecnologia
– Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
CEP: 45.680-000 – Ilhéus – BA – Brasil

²Departamento de Ciências da Saúde – Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus – BA, Brasil.

gisoliveira@uesc.br, peambrosio@uesc.br, mrtpmenuchi@uesc.br

Abstract. *The present work aimed to obtain a model of use of the Kinect motion sensor for experimentation and analysis of body kinematics, with a view to the study of postural balance, since the literature provides little information about computational models used in applications with motion capture devices. Therefore, a routine for calculating the CM was developed using the kinematic method and anthropometric data along with the test in orthostatic posture (static test).*

Resumo. *O presente trabalho teve como objetivo obter um modelo de utilização do sensor de movimento Kinect para experimentação e análise da cinemática corporal, com vistas ao estudo das oscilações posturais, uma vez que a literatura traz pouca informação sobre modelos computacionais utilizados na utilização de dispositivos de captura de movimentos. Portanto, uma rotina para o cálculo do CM foi desenvolvida com a utilização do método cinemático e de dados antropométricos para processar os dados em conjunto com os teste em postura ortostática (teste estático).*

1. Introdução

Esforços para descrever e compreender as variações do equilíbrio corporal levaram ao desenvolvimento de diversas técnicas de avaliação postural, que podem ser realizadas tanto do ponto de vista fisiológico quanto funcional [Browne e O'hare 2001]. As oscilações posturais são tradicionalmente representadas pela trajetória do centro de pressão (CP) e do centro de massa (CM) [Latash 2008].

No entanto, enquanto o CP é uma medida cinética facilmente obtida por plataforma de força, o CM é uma medida cinemática de mais difícil acesso, como estimativa do CP ou com o uso de sistemas de captura de movimento ou sensores inerciais, com certa complexidade de operação e disposição espacial [Yeung et al 2014]. Deste modo, a literatura e a prática não trabalham, em geral, com medições diretas do CM para estudos cinemáticos do corpo humano. Nesse sentido, estudos vêm sendo feitos com o objetivo de verificar a confiabilidade dos resultados de captura de movimentos com dispositivos de baixo custo como o Kinect, porém, pouco dos modelos computacionais utilizados nos estudos são divulgados.

O objetivo deste trabalho é desenvolver rotina para estimar a posição do CM usando as coordenadas do dispositivo Kinect e o método cinemático e observar seu comportamento.

2. Materiais e Método

2.1. Dispositivo Kinect

No desenvolvimento deste trabalho foi utilizado o dispositivo Microsoft Kinect (em sua versão 360) que faz uso de uma técnica chamada *Structured-Light 3D Scanning*, bem explicada na referência a seguir [Melgar e Diez 2012]. Com base nessa técnica, o Kinect cria um modelo de esqueleto composto pelas coordenadas dos pontos do corpo.

2.2. Códigos Python e SDK do Kinect

O Kinect 360 v.1 gera 20 pontos. Para capturar as coordenadas dos pontos utilizou-se o SDK (Software Development Kit) v1.8 [Microsoft 2019] juntamente com o módulo Python [Python 2019] chamado pykinect. Assim, codificamos rotinas para iniciar o dispositivo, obter e processar os dados, salvar e exibí-los.

2.3. Método Cinemático

O método cinemático proposto por Zatsiorsky e aprimorado por de Leva consiste basicamente em calcular o centro de massa de cada segmento do corpo humano para então compor o centro de massa total do corpo, sendo cada segmento delimitado por pontos finais, geralmente articulações. Neste trabalho as articulações são geradas pelo modelo de esqueleto do Kinect.

A segmentação do corpo é composta por 14 partes: cabeça, tronco, braços, antebraços, mãos, coxas, pernas e pés, de modo que cada segmento tenha seu próprio CM, denominado CM segmentar. Após segmentar, precisamos localizar todos os CM segmentais, e isso faz parte dos trabalhos de Zatsiorsky et al e de Leva [Zatsiorsky et al 1990; De Leva 1996]. Esses autores estabeleceram uma tabela antropométrica na qual podem ser encontrados os dados dos parâmetros dos segmentos corporais.

Para calcular o CM do corpo usando este método é necessário calcular as posições do CM segmentar com base na tabela antropométrica e nas posições das articulações adquiridas pelo Kinect, colocando o CM segmentar antropométrico como um ponto ao longo da linha que liga os pontos distais e proximais, que delimitam o comprimento do segmento corporal. Uma vez conhecidas todas as posições segmentares do CM nas direções necessárias, estima-se o centro de massa do corpo.

2.4. Procedimento

O procedimento de aquisição de dados é realizado com um sujeito posicionado a cerca de 2,0 m do aparelho Kinect em posição padrão (em pé ereto e mãos relaxadas lado ao lado), com pés fixos e afastados e olhos abertos. O sujeito é instruído a olhar para frente, permanecer em silêncio e permanecer o mais imóvel possível até o final da aquisição. Essa tarefa é realizada por 30 segundos e repetida três vezes.

3. Resultados

Como resultado deste trabalho foi desenvolvida uma aplicação simplificada para melhorar e facilitar a utilização das rotinas desenvolvidas. A Figura 1 mostra a tela inicial da aplicação, onde é realizada a etapa de Captura. É preciso inserir os dados solicitados e clicar em Iniciar para o início da captura.

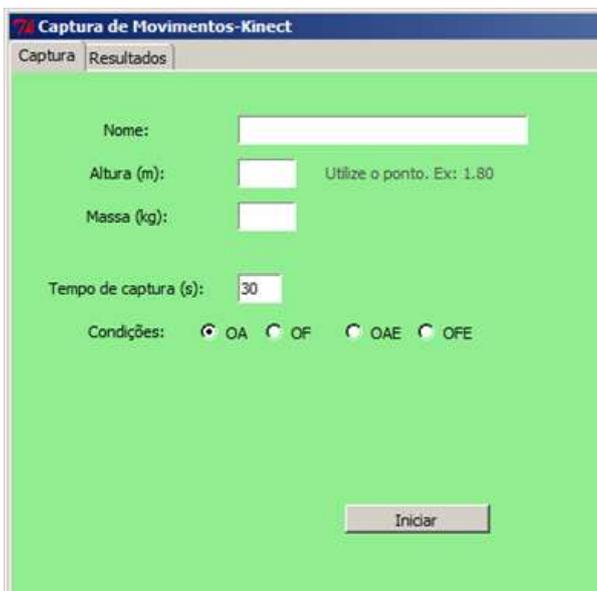


Figura 1. Tela inicial da aplicação

O tempo de captura padrão é de 30 segundos, contudo, esse valor pode ser alterado conforme a necessidade. Esses dados citados até aqui são armazenados em arquivo texto para resgate futuro. As quatro condições existentes indicam como o participante vai realizar a tarefa: se com Olhos Abertos ou Fechados, com ou sem Espuma. Ao clicar no botão Iniciar, duas mensagens poderão ser vistas: a primeira é para início da captura; a segunda é para informar o êxito da captura.

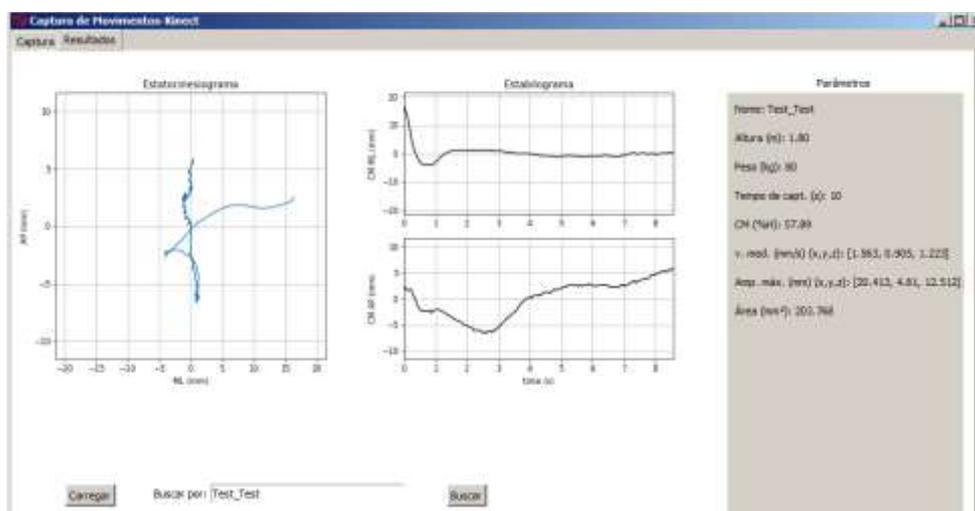


Figura 2. Segunda tela da aplicação

A Figura 2 mostra os resultados que consistem nos gráficos de estatocinesiógrama e estabilógrama, como também nos parâmetros cinemáticos calculados e nos dados do usuário.

O botão Carregar é utilizado para obter os resultados da captura realizada, bastando um clique simples sobre ele. O botão Buscar, como o próprio nome indica, é utilizado para obter os resultados de um arquivo salvo. Dessa forma, digita-se o nome do arquivo e clica-se em Buscar e os resultados serão exibidos conforme a Figura 2.

4. Discussão

Após a implementação do método segmentar para cálculo do CM do corpo humano, foram realizados testes para verificar seu bom funcionamento. A partir de então, os dados foram coletados com um sujeito de acordo com o protocolo descrito no item 2.4 para verificar os dados obtidos e poder analisá-los.

Foi possível calcular e verificar que a estimativa do CM para o sujeito foi $(57,56 \pm 0,10)\%$, comparado ao CM fisiológico, que é 55% da altura, conforme [Narciso et al 2010]. Além da estimativa, obteve-se também sua trajetória, denominada estatocinesiógrama, bem como o estabilógrama, que representa a série temporal da amplitude de oscilação em cada direção (AP e ML). Assim, é possível analisar as métricas como a amplitude de oscilação que é importante para verificar, em termos simples, quanto da área de base é utilizada para a oscilação do CM. Também é possível calcular seu deslocamento e velocidade, entre outras métricas.

No teste realizado, obteve-se uma velocidade média de 0,30 mm/s para a direção AP e 0,11 mm/s para a direção ML e também foi calculada a amplitude de oscilação em ambas as direções, chegando a 8,53 mm e 9,46 mm para ML e AP, respectivamente. A maior parte da literatura encontrada sobre Kinect e análise de estabilidade trata da validação de dispositivos em comparação com outros dispositivos como em [Puh et al 2019], o que dificulta a comparação de dados brutos como os colocados neste trabalho.

A aplicação do Kinect na prática tem sido estudada por muitos pesquisadores devido ao seu potencial de uso em avaliar a estabilidade postural, e muitos dos trabalhos são revisados e comparados na revisão sistemática da referência [Puh et al 2019]. Algumas dessas aplicações são o deslocamento horizontal do CM de apoio simples e duplo e a velocidade de oscilação com os olhos abertos para equilíbrio estático.

A aplicação deste dispositivo pode auxiliar os profissionais de saúde a distinguir grupos de equilíbrio com base nas métricas obtidas em testes, discriminando pacientes em risco de queda e também avaliar protocolos para melhorar a estabilidade postural. Também é possível usá-lo como um aplicativo para ajudar pacientes idosos a fazer exercícios domiciliares para aumentar a estabilidade [Ejupi et al 2016], e ser supervisionado por fisioterapeutas.

5. Conclusão

Com base no que foi mostrado neste trabalho é possível notar que o Kinect tem potencial para ser usado como um dispositivo para análise cinemática de CM devido às suas vantagens, como reconhecimento de esqueleto sem marcadores, flexibilidade, baixo custo e facilidade de ser incorporados em uma rotina computacional.

Embora o Kinect tenha sido descontinuado, este trabalho pode ser uma oportunidade para mostrar que sensores de movimento de baixo custo podem ser usados para fazer tarefas também feitas para dispositivos caros em avaliações de equilíbrio e dar resultados consistentes, mesmo sendo limitados.

Para trabalhos futuros, será desenvolvido um modelo para estimar o erro de medição do Kinect.

Referências

- Browne, J.; O'hare, N. (2001). Review of the Different Methods for Assessing Standing Balance. *Physiotherapy*, v. 87, n. 9, p. 489–495.
- Latash, M. L. (2008). *Neurophysiological Basis of Movement*. 2. ed. Champaign: Human Kinetics.
- Yeung, LF, Cheng KC, Fong CH, Lee WCC, Tong K-Y. (2014). Evaluation of the Microsoft Kinect as a clinical assessment tool of body sway. *Gait & Posture*. 40: 532-538.
- Melgar, E. R., Diez, C. C. (2012). *Arduino and Kinect Projects*. Apress
- SDK Kinect version 1.8 (2019). At: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>.
- Python. (2019). At: www.python.org/
- Zatsiorsky, V. M., Seluyanov, V. N. and Chugunova, L. G. (1990). Methods of determining mass-inertial characteristics of human body segments, *Contemporary Problems of Biomechanics*, (Edited by Chemyi G. G. and Regirer, S. A.), CRC Press, Massachusetts, 272–291.
- De Leva, P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *Journal of Biomechanics*, 29(9), 1223–1230. doi:10.1016/0021-9290(95)00178-6
- Narciso, F. V, Santos, S. S., Ferreira, F., Lemos, V. S., Barauna, M. A., Cheik, N. C., Canto, R. S. T. (2010) Center of gravity height and number of falls in active and sedentary older adults. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2010, 12(4):302-307.
- Puh, U., Hoehlein, B., Deutsch, J. (2019). Validity and Reliability of the Kinect for Assessment of Standardized Transitional Movements and Balance: Systematic Review and Translation into Practice. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 30. 399-422. 10.1016/j.pmr.2018.12.006.
- Lafond, D., Duarte, M., & Prince, F. (2004). Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. *Journal of Biomechanics*, 37(9), 1421–1426. doi:10.1016/s0021-9290(03)00251-3
- Ejupi, A., Gschwind, Y. J., Brodie, M., Zagler, W. L., Lord, S. R., & Delbaere, K. (2016). Kinect-based choice reaching and stepping reaction time tests for clinical and in-home assessment of fall risk in older people: a prospective study. *European Review of Aging and Physical Activity*,