

UTILIZANDO O MICROSOFT KINECT NA OBTENÇÃO DE PARÂMETROS CINEMÁTICOS PARA BIOMETRIA ATRAVÉS DO CAMINHAR HUMANO

VIRGINIA O. ANDERSSON¹; GUSTAVO GRAÑA²; RICARDO M. ARAÚJO¹

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

¹{vandersson; ricardo}@inf.ufpel.edu.br ²gustavoggs@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Biometria é um termo empregado para designar o uso de características biológicas físicas e comportamentais para a distinção e identificação de indivíduos. Essas características devem qualificar-se de acordo com os seguintes critérios (i) universalidade: todas as pessoas devem possuir essa característica, (ii) peculiaridade: duas pessoas quaisquer devem possuir essa característica suficientemente diferente e (iii) é mensurável: essa característica pode ser medida de alguma forma. As características podem ser estáticas: a informação obtida da característica biológica não muda com o tempo, ou dinâmicas: a informação varia durante o tempo. Íris, digitais e face são algumas características biológicas estáticas que podem ser usadas na biometria. Grande parte dos sistemas biométricos existentes utilizam características físicas estáticas, que são mais fáceis de serem forjadas do que características comportamentais dinâmicas, como a voz, por exemplo (JAIN et al., 2004).

Uma característica complexa e dinâmica, que também pode ser utilizada como biometria é o caminhar humano (*gait*). A palavra em inglês “*gait*” significa marcha, andadura, e pode ser aplicada não somente ao caminhar, mas também a ação de correr (NANDINI et al., 2011). Existem evidências que cada indivíduo possui seu próprio padrão de caminhar e de que é possível identificá-lo pela maneira que caminha (CUNADO; NIXON; CARTER, 2003). Por ser não-invasivo e não exigir proximidade dos sensores, o caminhar humano apresenta vantagens em relação à outras biometrias que exigem contato ou proximidade com o indivíduo (YOO; NIXON, 2011). O reconhecimento de pessoas através do caminhar possui inúmeras aplicações: restrição de acesso a residências e condomínios, por exemplo, e monitoramento de lugares públicos, como aeroportos e estações, na busca de indivíduos específicos.

O caminhar humano possui características periódicas. Possui inclusive, um espectro de frequência associado a ele que atinge no máximo, em um caminhar normal, a frequência de 6Hz. Segundo CUNADO, NIXON e CARTER (2003) e MURRAY et al. (1964), existem em torno de 20 componentes distintos, chamados parâmetros espaço-temporais e cinemáticos, no caminhar humano, mas apenas alguns são passíveis de medição e formam um padrão se forem observados em diferentes experimentos para um mesmo indivíduo.

As abordagens envolvidas na extração e análise do caminhar humano podem ser classificadas como (i) baseada em modelo: onde o caminhar é descrito pela teoria, e é reconstruído através de um modelo que é encaixado à pessoa em cada quadro da sequência de caminhada; os parâmetros espaço-temporais e cinemáticos, então, são extraídos desse modelo durante a caminhada; e (ii) livre de modelo, onde são usadas características baseadas no comportamento do movimento, forma e silhueta do indivíduo, sem considerar as estruturas teóricas presentes no caminhar (YOO; NIXON, 2011) (NG et al., 2011).

O trabalho de CUNADO, NIXON e CARTER (2003) se restringiu à análise dos ângulos descritos pelos quadris e joelhos durante o ciclo de caminhada, que

apresentaram o padrão mais distintivo em relação a outros componentes cinemáticos do caminhar. O modelo proposto pelos autores pode ser observado na Figura 1, e remete à ideia de que o fêmur e a perna inferior são pêndulos ligados serialmente através do joelho, e cada um descreve um ângulo durante o caminhar.

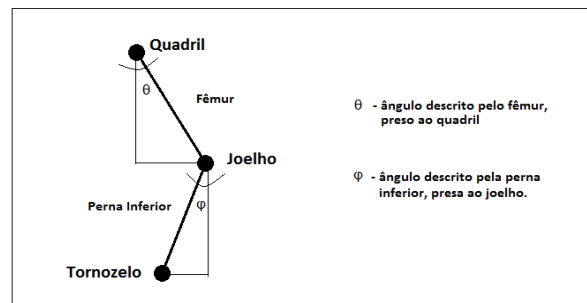


Figura 1. Modelo baseado em pêndulo para extração de parâmetros cinemáticos do caminhar humano.

Apesar da complexidade envolvida na análise do movimento humano, a tecnologia atual de sensores que capturam e pré-processam imagens podem simplificar etapas de processamento na análise de vídeos. Uma dessas tecnologias é o Microsoft Kinect (MICROSOFT, 2011); um periférico composto por uma câmera RGB (*Red, Green, Blue*) um sensor de profundidade, e um conjunto de interfaces de programação de software específicas (APIs) podem capturar os movimentos de corpo inteiro em 3D, reconhecer gestos entre outras funções (CHANG et al., 2011), além de fornecer um modelo de esqueleto composto por pontos que representam as articulações humanas.

O presente artigo mostra a utilização do Kinect para rastrear indivíduos caminhando e a partir dos pontos fornecidos pelo software do sensor, extrair parâmetros cinemáticos, ou ângulos descritos pelo quadril-fêmur, joelho-perna e tornozelo-dedo, de um ciclo de caminhar. Mostra também os resultados obtidos da submissão de parâmetros extraídos destes ângulos a uma rede neural (MITCHELL, 1997) com o propósito de classificar indivíduos a partir de atributos derivados dos ângulos extraídos durante o caminhar dos indivíduos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram capturados 8 indivíduos caminhando em frente ao sensor Kinect, seguindo as trajetórias apresentadas na Figura 2a, que aproveitam o espaço restrito de alcance do sensor no sentido horizontal. Os indivíduos caminharam 10 vezes em cada tipo de trajeto, e 1 indivíduo caminhou 5 vezes no trajeto perpendicular (Figura 2a, trajetória ii). O Kinect e seu software de captura rastreou e forneceu, em tempo real, a posição de cada articulação do corpo humano no espaço tridimensional, 30 quadros por segundo, como mostra a Figura 2b, para cada caminhada realizada pelos indivíduos. No presente experimento, as articulações dos quadris, joelhos, tornozelos e dedos foram utilizadas para calcular os ângulos descritos por esses pontos e seus respectivos segmentos durante o caminhar. Cada ângulo foi obtido através das equações trigonométricas fundamentais aplicadas ao modelo apresentado na Figura 2c.

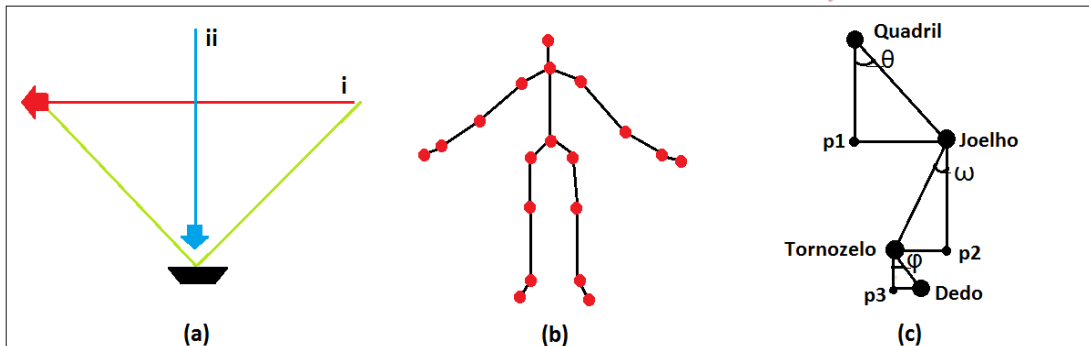


Figura 2. (a-i) Trajetória paralela, (a-ii) trajetória perpendicular, (b) pontos capturados pelo sensor Kinect, (c) cálculo dos ângulos θ , ω e φ descritos durante o caminhar pelos segmentos entre quadril, joelho, tornozelo e dedo.

Os ângulos descritos por cada articulação podem ser visualizados como uma curva periódica ao longo dos quadros capturados. Durante a captura, alguns erros de rastreamento ocorreram, como a perda de pontos e oclusão momentânea. Os ângulos gerados por esses pontos foram filtrados, eliminando-se todos os ângulos maiores que a média dos picos mais dois desvios padrão e ângulos menores que a média dos vales menos dois desvios padrão. Nessas curvas, foram extraídos como atributos a média dos picos e média dos vales de cada articulação (direita e esquerda). Vetores com esses atributos foram submetidos a uma rede neural com a finalidade de classificar as pessoas que participaram do experimento através dos ângulos descritos durante o seu caminhar. Foi utilizado o software *Weka* com a técnica de *cross-validation* com 10 *folds*, que divide o mesmo conjunto de vetores em conjunto de treino e teste para a rede neural.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Cada vetor (instância) de atributos é composto pela média dos picos e vales dos quadris, joelhos e tornozelos de cada caminhada realizada pela pessoa, e um rótulo de identificação do indivíduo, totalizando 12 atributos. A classificação pela rede neural foi feita considerando os trajetos de forma independente: caminhadas paralelas ao Kinect foram submetidas ao algoritmo como um conjunto separado das caminhadas perpendiculares.

A Tabela 1 apresenta o percentual de instâncias classificadas corretamente (ICC) pela rede neural para todos os ângulos capturados e aqueles que resultaram da aplicação do filtro por média de picos e vales. Houve uma melhora na classificação após a utilização do filtro, que eliminou ruídos que interferiam nos picos e vales periódicos dos ângulos das articulações durante o caminhar.

Até o momento, esses resultados mostram que é possível utilizar parâmetros cinemáticos do caminhar (ângulos) resultantes dos pontos capturados pelo sensor Kinect para o reconhecimento de indivíduos. Se o algoritmo classificasse todas as instâncias com o mesmo rótulo teria uma taxa de acerto de 12,5%. Futuramente outros atributos serão extraídos também desses ângulos e utilizados juntamente com informações de antropometria, como altura e tamanho dos segmentos do corpo dos indivíduos.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um experimento que capturou indivíduos caminhando, utilizando o sensor Microsoft Kinect.

Tabela 1. Resultados obtidos para cada tipo de trajeto utilizando a rede neural.

Trajeto	ICC de todos os ângulos capturados	ICC de ângulos remanescentes da aplicação do filtro	Total de Instâncias
Paralelo	31 – 38,75%	47 – 58,75%	80
Perpendicular	21 – 28%	40 – 53,33%	75

A partir dos pontos retornados pelo sensor foi possível calcular os ângulos descritos durante o caminhar de cada indivíduo. Esses ângulos formam ondas periódicas, cujas médias dos picos e vales foram utilizadas como atributos em uma rede neural com o objetivo de reconhecer os indivíduos a partir destes parâmetros cinemáticos do caminhar.

Até o presente momento, a maior contribuição deste trabalho é a utilização do sensor Kinect, que permite rastrear pontos das articulações humanas em tempo real, simplificando etapas de processamento de imagens e classificação por algoritmos de visão computacional. Trabalhos futuros explorarão mais parâmetros do caminhar humano com o objetivo de reconhecer, também em tempo real, indivíduos através da maneira que caminham.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHANG, Y. et al. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, Elsevier. Julho 2011.

CUNADO, D.; NIXON, M. S.; CARTER, J. N. Automatic Extraction and Description of Human Gait Models for Recognition Purposes. **Computer Vision and Image Understanding**, Elsevier, 90, (1), 1-41. 2003.

JAIN, A. K. et al. An Introduction to Biometric Recognition. **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Special Issue on Image- and Video-Based Biometrics**, Vol. 14, No. 1, Janeiro 2004.

MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. Boston, Massachusetts: McGraw-Hill, 1997.

MICROSOFT RESEARCH. **Kinect for Windows SDK beta – Programming Guide**. Beta 1 Draft Version 1.1. Julho 2011.

MURRAY, P. M. Walking Patterns of Normal Men. **The Journal of Bone & Joint Surgery**. 46:335-360. 1964.

NANDINI, C. et al. An Efficient Human Identification Using Gait Analysis. **International Journal of Research and Reviews in Computing Engineering (IJRRCE)** Vol. 1, No. 2, Junho 2011.

NG, H. et al. Improved Gait Classification with Different Smoothing Techniques. **Proceeding of the International Conference on Advanced Science, Engineering and Information Technology**. 2011.