

Reconhecimento de tipos de movimento humano baseado no método GMM

Leandro Alex Leira Pereira
Mestrando em Engenharia Elétrica - USP
Professor da Faculdade Politécnica de Jundiaí
e-mail: lalpereira@yahoo.com.br

Marcela Sagioro Oliveira
Desenvolvedora CRM Siebel - IBM
Professora da Faculdade Politécnica de Jundiaí
e-mail: celasagi@yahoo.com.br

Adilson Gonzaga
Doutor em Física Aplicada - USP
Livre Docente - EESC - USP
e-mail: agonzaga@sc.usp.br

José Carlos Pizolato Jr.
Doutor em Engenharia Elétrica - USP
e-mail: jcpizolato@yahoo.com.br

Cristhiane Gonçalves
Mestranda em Engenharia Elétrica - USP
e-mail: cristhg@sel.eesc.usp.br

Resumo

Reconhecer os tipos de movimentos dos humanos por meio de um Sistema Computacional abrange um conceito atual. É utilizado na indústria moderna em diversos sistemas. Este trabalho apresenta um método para identificar imagens de movimento, usando o algoritmo Gaussian Mixture Model(GMM). Esse método ajuda no reconhecimento do tipo de movimento humano que ocorre, calculando o centro de massa da pessoa que está movendo-se, sua posição e velocidade. As imagens dos movimentos humanos foram capturadas em meio digital e armazenadas para processamento. Nesse processamento foi extraído o background e aplicou-se o método GMM. Após aplicação do método GMM, foi feita a separação das imagens e cálculo do centro de massa das pessoas em cada movimento. Três tipos de movimentos foram escolhidos: caminhada, corrida e abaixando-se. Os resultados obtidos mostram que o método GMM pode ser usado para identificar os tipos de movimentos, utilizados nessa pesquisa, com boa precisão.

Palavras-chave: Reconhecimento de Movimento Humano, algoritmo GMM.

Introdução

O reconhecimento de movimento humano através de sistemas de visão computacional oferece um moderno tipo de comunicação homem-máquina. Na literatura, são descritas técnicas de reconhecimento de movimentos humanos baseadas em semelhança, comunicação entre

Abstract

This project presents a method for working with movement images, using GMM (Gaussian Mixture Model) algorithm. This method is useful to recognize wich kind of movement occurs, by calculating the mass center of the person who is in movement, his position and velocity. Three kinds of movement were chosen: walking, running and copping. The results showed that method can be used to identify those kinds of movement with good precision.

Key-words: Human Motion Recognition, GMM algorithm.

máquinas e outros campos.

Há algumas maneiras de classificar trabalhos que identificam movimentos humanos^[1-2]. Estes podem ser classificados em modelos baseados em métodos bidimensionais ou tridimensionais, e métodos baseados na aparência. A maioria desses métodos é baseada em modelos e propõe uma estimativa ou sobreposição de

posturas humanas.

Geralmente, métodos baseados em modelos necessitam de um grande custo computacional para a estimativa da pose humana, ou necessita de algumas considerações, como que a cor da pele seja conhecida, a fim de reduzir esse custo computacional.

Por outro lado, há ainda o método baseado na aparência para reconhecimento de movimento humano, que não utiliza estimativa da pose. Nesse caso, o reconhecimento de movimento pertence a um tipo de problema de reconhecimento padrão. A técnica HMM (Hidden Markov Model)^[3] é uma delas. Entretanto, é difícil construir este algoritmo manualmente.

O objetivo desse artigo é a identificação do tipo de movimento humano, aplicando uma técnica mais rápida e objetiva do ponto de vista computacional. Inicialmente utilizou-se o algoritmo GMM (Gaussian Mixture Model)^[4] e na seqüência, foi calculado e analisado o Centro de Massa da imagem das pessoas. Uma melhor definição de como foi utilizado o método GMM e cálculo do Centro de Massa está descrita nos tópicos: Metodologia Utilizada e Resultados.

Calculando-se o deslocamento do centro de massa da pessoa que está movendo-se e sua velocidade, pôde-se determinar o tipo de movimento analisado. O uso deste modelo implementado através do software Microsoft Visual C++[®] oferece vantagens, como a extração do background com rapidez de processamento e obtenção de bons resultados.

Metodologia utilizada

O material utilizado para o desenvolvimento desse trabalho está apresentado abaixo na tabela I:

Tabela I - Material utilizado

▪ Câmera CCD Toshiba modelo IK - 64WDA [®]
▪ 1 PC – 200 GB de memória
▪ Software VirtualDub 1.6.12 [®]
▪ Software Microsoft Visual C++ [®]
▪ Software Matlab 7.0 [®]
▪ Placa de aquisição Pinnacle

Na figura 1 a seguir, temos o diagrama esquemático do algoritmo do processamento das imagens.

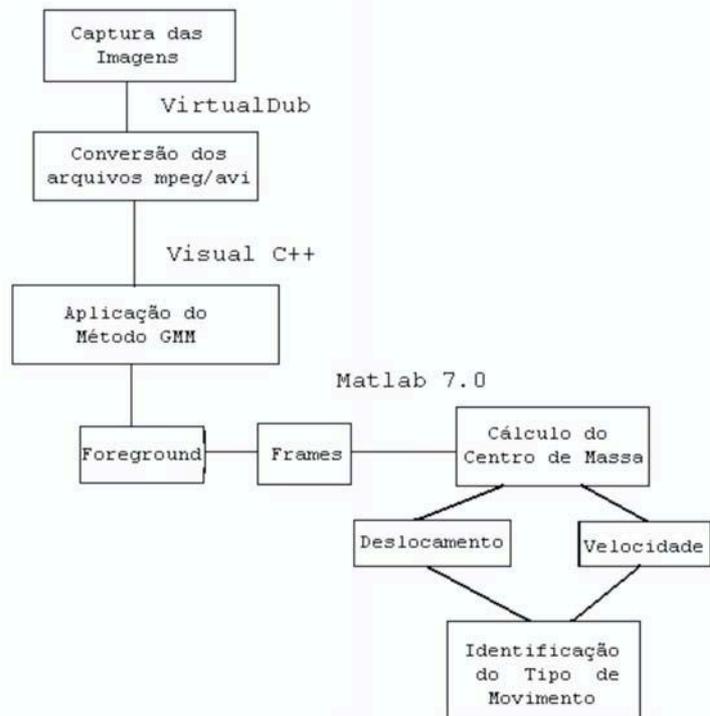


Figura 1 - Algoritmo para processamento das imagens de movimento utilizando o modelo GMM.

A captura dessas imagens foi feita em laboratório, em ambiente com baixa luminosidade e condições não preparadas, para que não houvesse resultados favoráveis aos resultados esperados pela pesquisa. Esse ambiente também foi propício para que, havendo sucesso nos resultados, o método pudesse ser aplicado em ambientes com condições próximas às utilizadas na pesquisa ou com maiores índices de luminosidade e variação no *background* (fundo da imagem) no local a ser aplicado.

A câmera utilizada é do tipo CCD, que recebe esse nome por possuir um chip de computador interno chamado Charged-Coupled Device ou Dispositivo de Carga Acoplado. O coração de uma câmera de vídeo é o seu dispositivo de formação de imagem. Atualmente, a maioria das câmeras utilizam CCDs, e os tamanhos da área no centro dos CCDs mais comuns são: 1/3", 1/2" e 2/3". A luz que entra na lente vai direto para o dispositivo de imagem - CCD ou é redirecionada por um prisma para dois ou 3 CCDs. Quanto mais *pixels* (pontos sensíveis à luz) existirem na área do *target* (matriz onde é formada a imagem), maior será a resolução ou claridade dos CCDs. Por possuir características favoráveis e constituir de um material moderno, custo reduzido e com boa resolução, essa foi escolhida para utilização na pesquisa.

Posterior à escolha do ambiente de captura, da câmera e modo de processamento das imagens, foi necessário dividir essas imagens em *frames* (pedaços), pois a câmera escolhida captura as imagens à taxa de 25 *frames* por segundo e dimensões de 320x240 *pixels*.

Para cada captura de imagem foram selecionados e separados os *frames* correspondentes à mesma. Dentro dos conjuntos de *frames* de cada captura, alguns eram descartados por não possuírem características adequadas para o processamento. Foi utilizado o software Virtual Dub 1.6.12 para ajudar na seleção dos *frames* a serem utilizados no processamento e aplicação do Método GMM para Cálculo do Centro de Massa das pessoas nas imagens capturadas.

A aplicação do tradicional modelo de misturas de Gaussianas(GMM) foi utilizada na forma de algoritmo, para facilitar a extração do *background* do *frame* a ser analisado. Para melhor entender esse processo, inicia-se essa análise a partir da captura da imagem, que de acordo com a câmera escolhida, obtemos as imagens a uma taxa de 25 *frames* / segundo. Assim pode-se notar que a cada captura, ou movimentações a ser analisada, têm-se um conjunto de *frames* da mesma. E desse conjunto de *frames*, utilizam-se alguns, para o processamento das imagens.

Logo, a cada captura, tem-se uma “fila” de frames que são analisados um-a-um, e extraídos desses apenas dados necessários para o processamento da imagem e identificação dos movimentos. Inserido nesse processo, o algoritmo GMM analisa frame-a-frame, os movimentos contidos nesses. Essa movimentação é detectada, pelo algoritmo, que identifica os *pixels* que se altera(mudam de localização de um frame para outro). De acordo com esse contexto, pode-se concluir que os pixels que mais se alteram nos frames analisados são os do corpo humano em movimentação. Assim o Método GMM, auxilia a extração do *background* e separação do “conjunto” de pixels(corpo) que se movimenta de um frame a outro.

Foram escolhidos 3 tipos de movimento, caminhada, corrida e abaixando-se, executados por 5 pessoas, os quais foram capturados, pela câmera descrita anteriormente, à taxa de 25 frames /segundo. Essas imagens foram submetidas a esse procedimento anteriormente citado, cujos resultados são apresentados a seguir.

Resultados

As imagens foram selecionadas através do software Virtual Dub1.6.12. Essas imagens foram processadas utilizando o software, Microsoft Visual C++, separadas em frames, e posteriormente submetidas à aplicação do modelo GMM, etapa na qual o *background* é extraído, como mostrado na figura 2 a seguir.

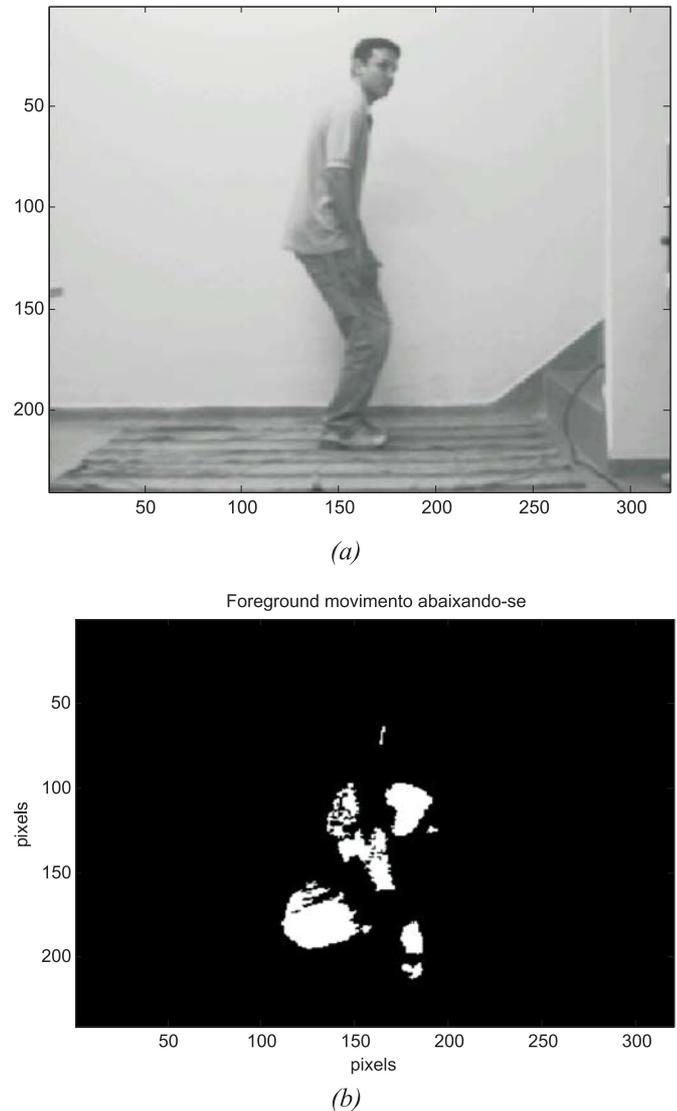


Figura 2 - (a) Frame de um filme: movimento: abaixando-se; (b) extração do background.

Após a extração do *background* e aplicação do método GMM nos frames das imagens capturadas, resultou-se apenas o *foreground* (primeiro plano), conforme figura 2.b. Esse *foreground* foi submetido a um processamento, sendo que esse foi implementado no Matlab7.0®, assim foi criado um algoritmo para calcular o centro de massa do corpo humano resultante, nas imagens capturadas dos tipos de movimentos. Esse cálculo foi feito para frames consecutivos, de tal forma que foi possível calcular a velocidade do centro de massa dos indivíduos, nos sentidos vertical e horizontal. A partir dessa análise, é possível determinar o tipo de movimento que o indivíduo realizou de acordo com o gráfico do centro de massa, conforme Figura 3. Se o centro de massa se move significativamente somente no sentido vertical, esse está abaixando-se ou levantando-se.

Portanto se há grande variação de movimento do centro de massa somente no sentido horizontal, e esse está se movendo em trajetória aproximadamente retilínea,

então, o mesmo, está se deslocando em linha reta, que é o caso do movimento de caminhada. Na figura 3, são vistos os gráficos do deslocamento do centro de massa em função do tempo nos sentidos vertical(a) e horizontal(b).

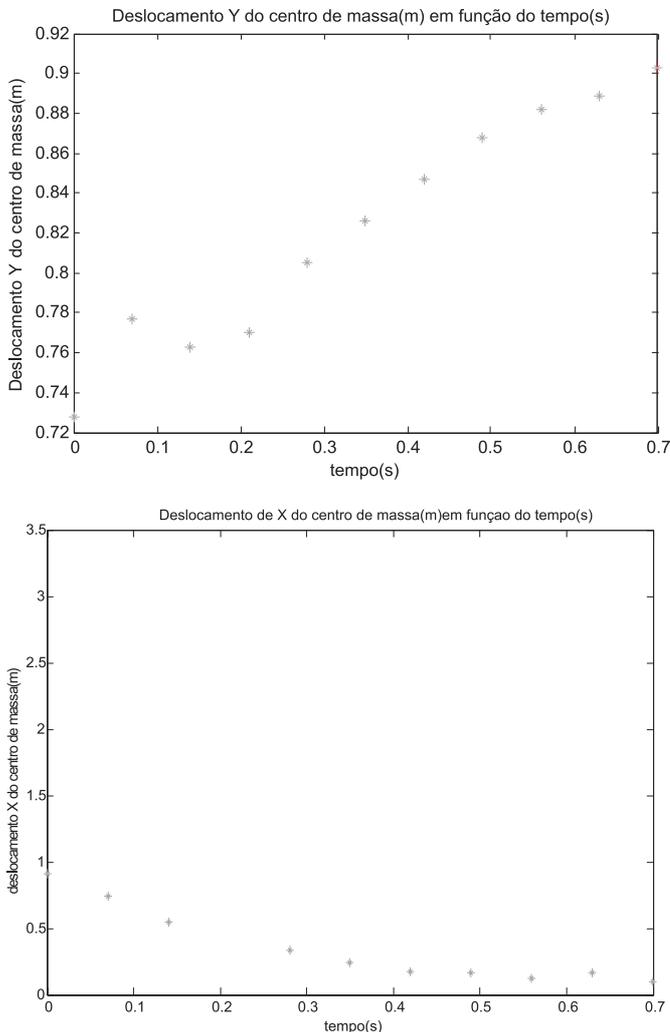


Figura 3 - Deslocamento do centro de massa em função do tempo nos sentidos: (a) vertical e (b) horizontal.

Na caminhada e corrida, a velocidade obteve valor significativo somente no sentido horizontal, enquanto que, no movimento de abaixar-se, a velocidade foi predominantemente no sentido vertical e no outro sentido foi muito pequeno, o que se observou nos experimentos.

A velocidade média calculada no sentido vertical, para o movimento de agachamento foi de 0,458 m/s, enquanto que no sentido horizontal foi de 0.0577m/s. Da mesma forma, a velocidade obtida para o movimento caminhada foi de 1,355 m/s no sentido horizontal, enquanto que, no sentido vertical foi de apenas 0,017 m/s.

E finalmente, a velocidade média calculada para a corrida foi de 2,588 m/s no sentido horizontal, e de apenas 0,041 m/s no sentido vertical. Isto se deve às oscilações naturais do centro de massa dos indivíduos

no momento da troca de apoios próprio do movimento.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos através dos gráficos de velocidade do centro de massa nos sentidos vertical e horizontal, é possível fazer uma análise do tipo de movimento realizado pelos indivíduos, com grande porcentagem de acerto, isto é, porque esses tipos de movimentos são relativamente simples.

Conclui-se que o uso desse algoritmo e técnica para reconhecer esses tipos de movimento, pode ser indicado, com grande possibilidade de acerto, além de ser um método de alta confiabilidade, sendo determinado por meio de cálculos e práticas levantadas em laboratório. Soma-se a esses fatos a possibilidade de implantação desse sistema de maneira expressiva por utilizar recursos e equipamentos de custos não elevados e rápida implementação, comparados aos métodos existentes.

Referências Bibliográficas

- AGGARVAL, J.K., e CAI, Q. "Human motion analysis: A review", *Comput. Visi. Image underst.*, vol73, no 3, pp 428-440, Mar 1999.
- GAVRILA, D.M. "The visual analysis of human movement: A survey", *Comput. Visi. Image underst.*, vol73, no 1, pp 82-98, Jan 1999.
- YAMATO, J., OHYA, J., ISHII, K. "Recognizing human action in time-sequential images using Hidden Markov Model", *Proc. IEEE Conf on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp 379-385, Jun 1992.
- ZHOU, D.X., ZHANG, H. "2D shape measurement of multiple moving objects by GMM background modeling and optical flow" *Image Analysis and Recognition Lecture Notes in Computer Science 3656: 789-795, 2005*.

Recebido em 18 de julho de 2007 e aprovado em 14 de agosto de 2007.