

# SEGMENTAÇÃO DA PELE NO ESPAÇO DE COR RGB PARA UTILIZAÇÃO EM AMBIENTES VIRTUAIS

Renato de Sousa GOMIDE<sup>1, 2</sup>; Marcus Fraga VIEIRA<sup>1, 2</sup>

1 – Laboratório de Bioengenharia e Biomecânica da UFG

2 – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e da Computação

Palavras-Chave: Ambiente Virtual, Pele, Segmentação, Visão Computacional

## INTRODUÇÃO

A utilização de ambientes virtuais com interação por meio de câmeras tem sido explorada pela indústria de jogos eletrônicos e também por alguns pesquisadores na área de usabilidade (TREMBLAY, 2011). O objetivo deste estudo foi apresentar o desenvolvimento de uma ferramenta computacional capaz de promover interação com o usuário por meio de *webcam*.

O *software* em desenvolvimento é dividido em duas etapas. A primeira é caracterizada pelo módulo de captura e trajetORIZAÇÃO dos corpos rígidos de interesse (neste caso: cabeça, braço esquerdo e braço direito) e o desenvolvimento de ambientes virtuais para cumprir diversos tipos de aplicação. A abordagem deste artigo refere-se apenas a uma parte da primeira etapa, que é a segmentação da pele na imagem.

## MÉTODOS DE SEGMENTAÇÃO DE PELE HUMANA

Foram avaliados três métodos para segmentação de pele humana na imagem: subtração de background (FREITAS, 2007), filtro por histograma de cores (FREITAS *et al.*, 2007) e normalização de cores (SEDLÁČEK, 2004). Todos estes métodos são fáceis de serem codificados e possuem a complexidade computacional aceitável. Os métodos de segmentação são representados por uma função de binarização  $b(x)$  que tem como resposta valores 0 ou 1 (verdadeiro ou falso), correspondendo a análise pixel a pixel da imagem.

## SUBTRAÇÃO DE BACKGROUND

O método de subtração de background possui uma característica peculiar em relação aos outros métodos avaliados. É necessário que uma variável temporal seja adotada, pois a função de binarização da imagem faz referência aos instantes de tempo anterior e atual. Cada quadro é representado como matrizes de algébricas, no qual o valor de cada elemento da matriz corresponde à intensidade da cor do pixel. A restrição que o algoritmo de subtração de background possui é que o frame anterior ( $t - 1$ ) seja sempre armazenado, pois este faz parte do processo de

binarização. Antes de aplicar a função  $b(x)$ , é realizada a subtração entre as matrizes do quadro atual e do quadro anterior. O resultado desta operação é ilustrado na figura 2:

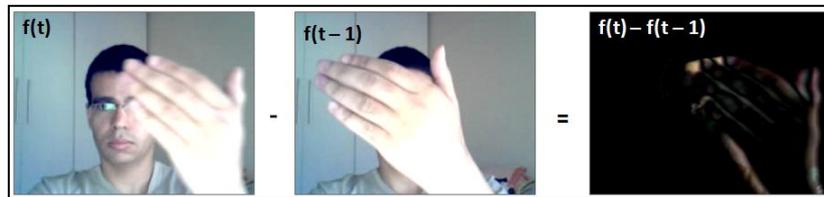


Figura 2. Operação de subtração entre o quadro atual e o quadro anterior.

É possível notar que uma grande parte do ambiente ficou com a coloração preta (representada pelo valor zero), pois os pixels mantiveram com o mesmo valor em algumas partes da imagem. A região que apresenta um rosto é o local onde ocorreu movimento entre o quadro do instante atual e anterior.

A imagem resultante da subtração dos quadros é aplicada na função de binarização  $b(x)$  sugerida por este método:

$$b(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x = 0; \\ 1, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (1)$$

A figura 3 apresenta o resultado da função de binarização (1) aplicada nos pixels da imagem subtraída:



Figura 3. Segmentação da imagem pelo método de subtração de background.

O resultado deste método não satisfaz o objetivo proposto, pois apesar de identificar corretamente onde ocorre a movimentação, ele não serve para identificar objetos estáticos. Foi necessário o estudo de métodos que realizem a segmentação da pele humana mesmo que a imagem não apresente a característica de movimento, ou seja, o indivíduo esteja.

## FILTRO POR HISTOGRAMA DE CORES

O método de segmentação pelo filtro de histograma de cores consiste em calcular o histograma médio da imagem de cada componente da cor (vermelho, verde e azul). Inicialmente é necessário executar o processo de treinamento que consiste em calcular o histograma médio de uma parte do quadro durante três

segundos. A área de treinamento e os histogramas médios são apresentados na figura 4.

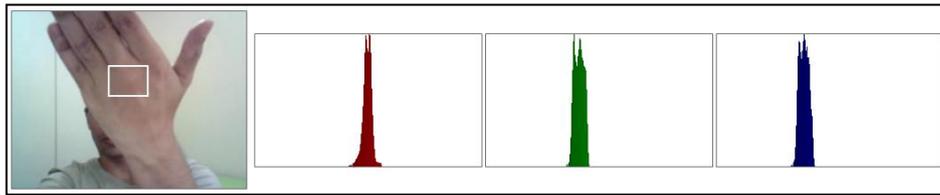


Figura 4. Histograma médio obtido no treinamento.

A partir do histograma médio, é definido um filtro que será utilizado na função  $b(x)$ , onde o valor do pixel é desmembrado em cada componente de cor, obtendo de forma separada a intensidade de cada componente RGB variando de 0 a 255. A função de binarização utilizada neste método define o pico do histograma como uma região central e é parametrizada uma variável de tolerância, onde a “aceitação” do pixel depende se todas as componentes de cor estão inseridas na faixa de tolerância. Este comportamento é descrito pela equação (2):

$$b(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } (R - T) < r < (R + T) \text{ e } (G - T) < g < (G + T) \text{ e } (B - T) < b < (B + T); \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (2)$$

onde  $R$ ,  $G$  e  $B$  correspondem aos valores dos picos do histograma médio obtido no treinamento. As variáveis  $r$ ,  $g$  e  $b$  são as componentes de cor do pixel  $x$ . E a variável  $T$  é a faixa de tolerância do filtro.

A figura 5 apresenta o resultado para esta função de binarização utilizando o histograma médio apresentado na figura 4 e a faixa de tolerância  $T$  igual a 30.



Figura 5. Segmentação efetuada pelo método de filtro por histograma de cores.

Este método consegue executar o processo de segmentação próximo do ideal, pois há a presença de falso positivo na imagem segmentada.

## **NORMALIZAÇÃO DE CORES**

O método de normalização de cores consiste em obter o coeficiente de cada pigmento RGB da cor, tal coeficiente é capaz de abstrair questões do ambiente como variação de iluminação, contraste e brilho mal ajustados de forma incoerente

(SEDLÁČEK, 2004). Os coeficientes são obtidos pelo método descrito na equação de (3) a (5):

$$R' = (r + g + b)/r \quad (3)$$

$$G' = (r + g + b)/g \quad (4)$$

$$B' = (r + g + b)/b \quad (5)$$

onde,  $r$ ,  $g$  e  $b$  correspondem à intensidade de cada pigmento de cor do pixel analisado.

Este método possui o processo de treinamento semelhante ao método de filtragem por histograma de cores, porém, ao invés de obter o histograma médio, são calculados os coeficientes médios de uma determinada região do quadro.

É possível observar que a área marcada no treinamento possui em sua totalidade a tonalidade da pele. Ao efetuar o treinamento em outros ambientes e configurações de contraste e brilho distintas, os valores dos coeficientes médios apresentaram pouca variação. Este comportamento torna-se ideal para a proposta do dispositivo criado neste estudo.

A função de binarização também é semelhante à função do método anterior. São calculados os coeficientes de cada pixel e é verificado se os coeficientes aproximam-se dos coeficientes médios por meio de um parâmetro de tolerância ( $T$ ). a equação (6) mostra como funciona a tomada de decisão para os pixels analisados.

$$b(x) = \begin{cases} 1, se (R' - T) < r' < (R' + T) e (G' - T) < g' < (G' + T) e (B' - T) < b' < (B' + T); \\ 0, caso contrário. \end{cases} \quad (6)$$

onde,  $r'$ ,  $g'$  e  $b'$  são os coeficientes do pixel analisado e  $R'$ ,  $G'$  e  $B'$  são os coeficientes médios calculados no treinamento.

A figura 6 apresenta o resultado do processo de segmentação utilizando o treinamento configurado no exemplo da figura 6 e o parâmetro de tolerância  $T$  igual a 0,03.



Figura 6. Segmentação efetuada pelo método de normalização de cores.

Praticamente não há a presença de ruídos neste método. Analisando a figura 6, é possível ver que por questões de iluminação do ambiente o braço direito

está mais claro que o braço direito. Este resultado comprova o fato de que método abstrai as características de iluminação da imagem analisada. O método de normalização de cores foi escolhido como o padrão. A interface visual programada permite a escolha do método de segmentação.

O próximo passo da construção do dispositivo computacional é realizar a identificação dos *blobs* (regiões conectadas por pixels de mesmo valor (GARCIA *et al.*, 2007)) e gerar eventos que contenham as informações espaciais de cada *blob*.

## **CONCLUSÕES**

O método de segmentação por normalização de cores foi considerado como o ideal para este tipo de aplicação, pois seu comportamento apresentou maior robustez. O método de subtração de *background* não pode ser aplicado neste contexto, geralmente é aplicado em soluções no qual o objetivo principal é identificar a presença de movimento.

Estudos futuros abordarão a modelagem e criação de ambientes virtuais que poderão ser plugados no sistema de forma transparente.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CHEUNG, S. S.; KAMATH, C., Robust techniques for background subtraction in urban traffic vídeo. in **Proc. SPIE Video Communications and Image Processing**, 2004.

FREITAS, R. F. *et al.* Algoritmos para segmentação da pele utilizando modelos de cores RGB em ambiente Matlab/Simulink. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, v. 1, p. 65 – 71, 2007.

GARCIA, R. F. *et al.* Um arcabouço para localização de enxames de robôs. **VIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente**. 2007.

SEDLÁČEK, M., Evaluation of RGB and HSV models in Human Faces Detection. **Central European Seminar on Computer Graphics**. p. 125 – 131, 2004.

TREMBLAY, M. S. *et al.*, Canadian Sedentary Behaviour Guidelines for Children and Youth. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, p. 59 – 64, 2011.