

## Referências Bibliográficas

- [ATSUSHI 02] N. Atsushi, K. Hirokazu, H. Shinsaku and I. Seiji. "Tracking Multiple People Using Distributed Vision Systems". Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation – ICRA 02, 3: 2974-2981, 2002.
- [BAATZ 00] M. Baatz, A. Schäpe. "Multiresolution Segmentation – an Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation". Angewandte Geographische Informations-Verarbeitung XII. Wichmann Verlag, Karlsruhe, 12-23, 2000.
- [BEN 02] C. BenAbdelkader, R. Cutler and L. Davis. "Stride and Cadence as a Biometric in Automatic Person Identification and Verification". Proceedings of the 5<sup>th</sup> IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 357-362, 2002.
- [BOYKOV 98] Y. Boykov, O. Veksler and R. Zabih. "A Variable Window Approach to Early Vision". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20(12): 1283-1294, 1998.
- [BUTLER 03] S. D. Butler and V. M. Bove. "Real-Time Adaptive Background Segmentation". Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing – ICASSP 03, 3: 349-352, 2003.
- [CAI 95] Q. Cai, A. Mitiche and J. K. Aggarwal. "Tracking Human Motion in an Indoor Environment". Proceedings of the International Conference on Image Processing, 1: 215-218, 1995.
- [COLLINS 02] R. T. Collins, R. Gross and J. Shi. "Silhouette-Based Human Identification from Body Shape and Gait". Proceedings of the 5<sup>th</sup> IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 351-356, 2002.
- [CUTLER 00] R. Cutler and L. Davis. "Robust Real-Time Periodic Motion Detection, Analysis and Applications". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(8): 781-796, 2000.
- [FORSYTH 03] D. A. Forsyth and J. Ponce. *Computer Vision – A Modern Approach*, Prentice Hall, 2003.
- [FRIGOLA 03] M. Frigola, J. Fernández and J. Aranda. "Visual Human Machine Interface by Gestures". IEEE International Conference on Robotics and Automation – ICRA 03, 1: 386-391, 2003.

- [GAVRILA 99] D. Gavrila. "The Analysis of Human Motion and its Application for Visual Surveillance", Second IEEE Workshop on Visual Surveillance – VS 99, 3-5, 1999.
- [GONZALE 02] R. G. Gonzalez and R. E. Woods. *Digital Image Processing*. Prentice Hall, 2002.
- [HARITA 00] I. Haritaoglu, D. Harwood and L. S. Davis. "W<sup>4</sup>: Real-Time Surveillance of People and their Activities". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(8): 809-830, 2000.
- [HARITA 01] I. Haritaoglu and M. Flickner. "Attentive Billboards". Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Image Analysis and Processing, 162-167, 2001.
- [HARITA 98] I. Haritaoglu, D. Harwood and L. Davis. "Ghost: A Human Body Part Labeling System Using Silhouettes". Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Pattern Recognition, 1: 77-82, 1998.
- [HARITA 99a] I. Haritaoglu, R. Cutler, D. Harwood and L. S. Davis. "Backpack: Detection of People Carrying Objects Using Silhouettes". Proceedings of the 7<sup>th</sup> IEEE International Conference on Computer Vision, 1: 102-107, 1999.
- [HARITA 99b] I. Haritaoglu, D. Harwood and L. S. Davis. "Hydra: Multiple People Detection and Tracking Using Silhouettes". Proceedings of the International Conference on Image Analysis and Processing, 280-285, 1999.
- [HAYFRON 01] J. B. Hayfron-Acquah, M. S. Nixon and J. N. Carter. "Recognising Human and Animal Movement by Symmetry". Proceedings of the International Conference on Image Processing, 3: 290-293, 2001.
- [HUANG 03] M. Huang and W. Y. Jen. "Head Hunting – Counting and Tracking People in a Room". University of California, San Diego, 2003.
- [ITZIKOW 02] S. Itzikowitz and S. Sheraizin. "Arbitrary Background Picture Segmentation". The 22nd Convention of Electrical and Electronics Engineers in Israel, 72-74, 2002.
- [KAMIJO 02] S. Kamijo, T. Nishida, S. Satoh and M. Sakauchi. "Automated Behavior and Statistical Analyses from Traffic Images Based on Precise Vehicle Tracking Algorithm". The IEEE 5<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Transportation Systems, 920-925, 2002.
- [KAUFHOL 04] J. Kaufhold and A. Hoogs. "Learning to Segment Images Using Region-Based Perceptual Features". Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – CVPR 04, 2: 954-961, 2004.

- [KETTNAK 99] V. Kettmaker and R. Zabih. "Counting People from Multiple Camera". IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, 2: 267-271, 1999.
- [KHAN 01] S. Khan, O. Javed, Z. Rasheed and M. Shah. "Human Tracking in Multiple Cameras". Proceedings of the Eighth IEEE International Conference on Computer Vision – ICCV 01, 1: 331-336, 2001.
- [KUMAR 03] P. Kumar, S. Ranganath and W. Huang. "Queue based Fast Background Modeling and Fast Hysteresis Thresholding for Better Foreground Segmentation". Proceedings of the 2003 Joint Conference of the Fourth International Conference on Information, Communications and Signal Processing, and the Fourth Pacific Rim Conference on Multimedia, 2: 743-747, 2003.
- [LAI 04] C. Lai and C. Chang. "A Hierarchical Genetic Algorithm Based Approach for Image Segmentation". Proceedings of the IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, 2: 1284-1288, 2004.
- [LEE 02] M. W. Lee, I. Cohen and S. K. Jung. "Particle Filter with Analytical Inference for Human Body Tracking". Proceedings of the Workshop on Motion and Video Computing, 159-165, 2002.
- [LEE 03] M. W. Lee and I. Cohen. "Human Body Tracking with Auxiliary Measurements". IEEE International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures – AMFG 03, 112-119, 2003.
- [LIPTON 02] A. Lipton and N. Haering. "ComMode: An Algorithm for Video Background Modeling and Object Segmentation". 7<sup>th</sup> International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision – ICARCV 02, 3: 1603-1608, 2002.
- [LIU 04] Y. Liu and X. Zhou. "Automatic Texture Segmentation for Texture-Based Image Retrieval". Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Multimedia Modelling Conference, 285-290, 2004.
- [LU 01] W. Lu and Y. Tan. "A Color Histogram Based People Tracking System". IEEE International Symposium on Circuits and Systems – ISCAS 01, 2: 137-140, 2001.
- [NESI 98] P. Nesi, F. Innocenti and P. Pezzati. "Retimac: Real-Time Motion Analysis Chip". IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing, 45(3): 361-375, 1998.
- [PARK 00] J. Park, J. Seo, D. Na and S. Chung. "Detection of Human Faces Using Skin Color and Eyes". IEEE International Conference on Multimedia and Expo – ICME 00, 1: 133-136, 2000.
- [PATTERN 00] Pattern Recognition [2000]. *Special Issue on Mathematical Morphology and Nonlinear Image Processing*, vol. 33.

- [PIAU 02] N. K. Piau and S. Ranganath. "Tracking People". Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition, 2: 370-373, 2002.
- [POLAT 01] E. Polat, M. Yeasin and R. Sharma. "Tracking Body Parts of Multiple People: A New Approach". Proceedings of the IEEE Workshop on Multi-Object Tracking, 35-42, 2001.
- [POON 02] E. Poon and D. J. Fleet. "Hybrid Monte Carlo Filtering: Edge-Based People Tracking". Proceedings of the Workshop on Motion and Video Computing, 151-158, 2002.
- [PRATI 01] A. Prati, I. Mikic, C. Grana and M. M. Trivedi. "Shadow Detection Algorithms for Traffic Flow Analysis: A Comparative Study". Proceedings of the 4<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, 340-345, 2001.
- [RAJARAM 03] S. Rajaram, J. Bem-Arie and D. M. Sivalingam. "Labeling of Human Body Parts". 4<sup>th</sup> EURASIP Conference focused on Video/Image Processing and Multimedia Communications, 2: 467-472, 2003
- [RAMANAN 03] D. Ramanan and D. A. Forsyth. "Finding and Tracking People from the Bottom Up". Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2: 467-474, 2003.
- [ROH 00] H. Roh, S. Kang and S. Lee. "Multiple People Tracking Using an Appearance Model Based on Temporal Color". Proceedings of the 15th International Conference on Pattern Recognition, 4: 643-646, 2000.
- [ROSSI 94] M. Rossi and A. Bozzoli. "Tracking and Counting Moving People". Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing – ICIP 94, 3: 212-216, 1994.
- [SEGEN 96] J. Segen and S. (Gopal) Pingali. "A Camera-Based System for Tracking People in Real Time". Proceedings of the 13th International Conference on Pattern Recognition, 3: 63-67, 1996.
- [SHAPIRO 01] L. G. Shapiro and G. C. Stockman. *Computer Vision*. Prentice Hall, 275-285, 2001.
- [SHIO 91] A. Shio and J. Sklansky. "Segmentation of People in Motion". Proceedings of the IEEE Workshop on Visual Motion, pages 325-332, 1991.
- [SOELLI 03] P. Soelli. *Morfological Image Analysis Principles and Applications*. 2<sup>nd</sup> ed. Springer Verlag, NY, 2003.
- [TAI 04] J. C. Tai and K. T. Song. "Background Segmentation and its Application to Traffic Monitoring Using Modified Histogram". IEEE International

- Conference on Networking, Sensing and Control, 1: 13-18, Taiwan, 2004.
- [WOJTASZ 02] D. Wojtaszek and R. Laganière. "Tracking and Recognizing People in Color Using the Earth Mover's Distance". IEEE International Workshop on Haptic Virtual Environments and Their Applications – HAVE 02, 91-96, 2002.
- [WREN 97] C. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell and A. Pentland. "Pfinder: Real-Time Tracking of the Human Body". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 19(7): 780-785, 1997.
- [XIAO 03] Y. Xiao and N. Werghi, P. Siebert. "A Topological Approach for Segmenting Human Body Shape". Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Image Analysis and Processing, 82-87, 2003.

## Apêndice A

Tabela 17: Símbolos utilizados no texto e suas respectivas descrições.

$I_t(x,y)$	Matriz com os valores dos pixels nas coordenadas $(x,y)$ de um quadro da seqüência de imagens capturado no instante $t$ .
$I_t^b(x,y)$	Matriz com os valores dos pixels da componente de brilho nas coordenadas $(x,y)$ de um quadro da seqüência de imagens capturado no instante $t$ .
$I_t^c(x,y)$	Matriz com os valores dos pixels das componentes de crominância nas coordenadas $(x,y)$ de um quadro da seqüência de imagens capturado no instante $t$ .
$B_t(x,y)$	Matriz com os valores dos pixels nas coordenadas $(x,y)$ da estimativa de fundo no instante $t$ .
$B_t^b(x,y)$	Matriz com os valores dos pixels da componente de brilho nas coordenadas $(x,y)$ da estimativa de fundo no instante $t$ .
$B_t^c(x,y)$	Matriz com os valores dos pixels das componentes de crominância nas coordenadas $(x,y)$ da estimativa de fundo no instante $t$ .
$M_t(x,y)$	Matriz lógica cujos pixels de valor "1" representam o fundo e os de valor "0", o primeiro plano.
$T_L$	Parâmetro baixo que caracteriza os pixels do fundo.
$T_H$	Parâmetro alto que caracteriza os pixels do fundo.
$T_C$	Parâmetro que caracteriza os pixels relativos a sombras.
$K_{máx}$	Parâmetro que define o número de quadros consecutivos máximo sem mudanças significativas antes da atualização do fundo.
$K(x,y)$	Matriz que armazena o número de quadros consecutivos sem mudanças significativas para cada pixel.
$p$	Parâmetro que define o peso utilizado para atualização de pixels nas estimativas de fundo.
$e_b$	Parâmetro que caracteriza a similaridade em relação a pixels do primeiro plano.

$A_{máx}$	Parâmetro que define o tamanho máximo para cada segmento originado na segmentação watershed.
$A_{mín}$	Parâmetro que define o tamanho mínimo para cada segmento originado na segmentação watershed.
$H$	Parâmetro que define os marcadores utilizados na segmentação watershed.
$R_{máx}$	Parâmetro que define o deslocamento máximo de um segmento entre quadros consecutivos.
$\pi_i$	Vetor com os valores dos percentis dos módulos das diferenças de cores entre os pares de pixels correspondentes de uma região de interesse e suas possíveis regiões correspondentes.
$\pi_{max}$	Parâmetro que define o percentil máximo admitido para considerar que uma região correspondente foi encontrada.
$mv_i$	Matriz com a magnitude e o ângulo dos vetores de movimento encontrados para cada região de interesse.
$U$	Vetor com todos os segmentos encontrados na segmentação watershed.
$S$	Vetor com os segmentos encontrados na segmentação watershed que ainda não foram agrupados. Tais segmentos são representados por $s_j, s_k$ .
$G_g$	Matriz representativa do g-ésimo grupo formado na etapa de agrupamento de segmentos.
$L_j^A, L_j^C$	Rótulos associados ao segmento $s_j$ no quadro anterior e no quadro atual (corrente), respectivamente.
$D_{máx}$	Parâmetro que define a distância máxima tolerada para considerar dois vetores como coerentes.
$S_{mín}$	Parâmetro que define a área mínima estabelecida para manter na análise um segmento isolado.
$K'_{máx}$	Parâmetro que define o número de quadros consecutivos máximo para que uma alteração no fundo seja considerada como atitude suspeita.

## Apêndice B

Os padrões usados para descrever as cores, como matiz, brilho e intensidade são subjetivos e tornam as comparações difíceis. Em 1931, a Comissão Internacional de Iluminação, conhecida por CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), estudou a percepção do olho humano e desenvolveu um padrão chamado CIE XYZ. Este padrão é definido como um espaço tri-dimensional, onde três valores positivos definem uma cor. Este padrão ainda é muito usado atualmente.

Com o passar do tempo a CIE desenvolveu outros sistemas de cores adicionais com especificações que permitem representações de cores alternativas que se enquadram melhor para determinadas situações do que o sistema CIE XYZ. Um destes sistemas foi o CIE Lab [FORSYTH 03], criado em 1976, com o intuito de obter um sistema de cores uniforme capaz de ser correlacionado com a aparência visual das cores.

Para que seja feita a conversão de RGB para CIE Lab é necessária a passagem pelo sistema de coordenadas de cores CIE XYZ. Ou seja, a conversão é feita, inicialmente, do sistema RGB para o sistema CIE XYZ. Em seguida, converte-se do sistema CIE XYZ para o sistema CIE Lab.

Para a conversão de RGB para CIE XYZ usa-se a seguinte transformação (Figura 26):

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,412453 & 0,357580 & 0,180423 \\ 0,212671 & 0,715160 & 0,072169 \\ 0,019334 & 0,119193 & 0,950227 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Figura 26: Conversão de RGB para CIE XYZ.

Já a conversão de CIE XYZ para CIE Lab é feita segundo o algoritmo apresentado na Figura 27. Nesta conversão as informações de cor estão referenciadas aos valores da cor branca considerada pelo sistema. No algoritmo apresentado acima, tais valores são representados por  $X_n$ ,  $Y_n$  e  $Z_n$ , sendo que no sistema desenvolvido nesta dissertação os valores usados para estas variáveis foram:  $X_n = 238,4422$ ;  $Y_n = 249,8545$  e  $Z_n = 274,0084$ .



<p><b>se</b> <math>\frac{Y}{Y_n} &gt; 0,008856</math></p> $L = 116 \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} - 16$ <p><b>então</b> <math>L = 903,3 \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right)</math></p> $a = 500 \cdot \left(f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right)$ $b = 200 \cdot \left(f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right)$	, onde:	<p><b>se</b> <math>t &gt; 0,008856</math></p> $f(t) = t^{\frac{1}{3}}$ <p><b>então</b> <math>f(t) = 7,787 \cdot t + \frac{16}{116}</math></p>
---	---------	---

Figura 27: Conversão de CIE XYZ para CIE Lab.