

Autenticação de *fingerprints*

Pedro R. Mendes Júnior
Antônio Carlos Nazaré Júnior

19 de novembro de 2010

Introdução

- Uma impressão digital (*fingerprint*) é o desenho formado pelas papilas (elevações da pele), presente nos dedos da mão.



Introdução

- Uma impressão digital (*fingerprint*) é o desenho formado pelas papilas (elevações da pele), presente nos dedos da mão.
- As *fingerprints* são únicas em cada indivíduo.



Introdução

- Uma impressão digital (*fingerprint*) é o desenho formado pelas papilas (elevações da pele), presente nos dedos da mão.
- As *fingerprints* são únicas em cada indivíduo.
- Tal característica, chamada individualidade, as fazem serem utilizadas como forma de identificação de pessoas há séculos.



Introdução

- Uma impressão digital (*fingerprint*) é o desenho formado pelas papilas (elevações da pele), presente nos dedos da mão.
- As *fingerprints* são únicas em cada indivíduo.
- Tal característica, chamada individualidade, as fazem serem utilizadas como forma de identificação de pessoas há séculos.
- O estudo de *fingerprints* visa o desenvolvimento de sistemas que permitam reconhecimento, classificação e autenticação.



Introdução

Principais etapas de um sistema automático de identificação de *fingerprints* (*Automated Fingerprint Identification System - AFIS*):

- Pré-processamento;

Introdução

Principais etapas de um sistema automático de identificação de *fingerprints* (*Automated Fingerprint Identification System - AFIS*):

- Pré-processamento;
- Extração de Características;

Introdução

Principais etapas de um sistema automático de identificação de *fingerprints* (*Automated Fingerprint Identification System - AFIS*):

- Pré-processamento;
- Extração de Características;
- Classificação;

Introdução

Principais etapas de um sistema automático de identificação de *fingerprints* (*Automated Fingerprint Identification System - AFIS*):

- Pré-processamento;
- Extração de Características;
- Classificação;
- Alinhamento;

Introdução

Principais etapas de um sistema automático de identificação de *fingerprints* (*Automated Fingerprint Identification System - AFIS*):

- Pré-processamento;
- Extração de Características;
- Classificação;
- Alinhamento;
- *Mathcing* / Reconhecimento.

Introdução

Principais etapas de um sistema automático de identificação de *fingerprints* (*Automated Fingerprint Identification System - AFIS*):

- Pré-processamento;
- Extração de Características;
- Classificação;
- Alinhamento;
- *Mathcing* / Reconhecimento.

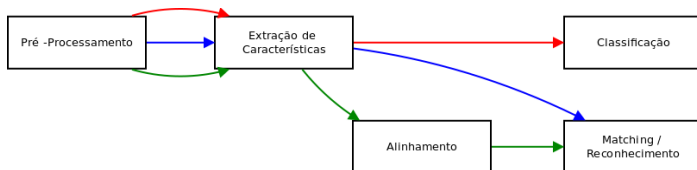


Figura: Ilustração dos AFIS.

Pré-processamento

Uma equalização de histograma é a etapa inicial do método.

Pré-processamento

Uma equalização de histograma é a etapa inicial do método.

$$B_i = \left(\sum_{j=0}^i N_j \right) \cdot \frac{\textit{intensidade_max}}{\textit{quantidade_pixels}}, i = 0, \dots, 255 ,$$

Segmentação

Segmentação: extração do “corpo” da *fingerprint* e exclusão do *background*;



Figura: Segmentação.

Filtro de Gabor

Filtro de Gabor: utilizado para realçar e emendar as cristas;

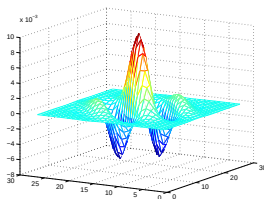
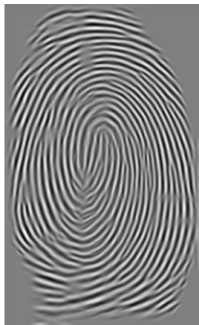


Figura: Aplicação do filtro de Gabor e filtro de gabor com os parâmetros $\theta = 3\pi/4$, $f = 1/8$, $\sigma_x = 4$ e $\sigma_y = 4$.

Cálculo da orientação

A orientação de cada bloco pode ser calculada com [Wang et al., 2007]:

$$\Theta_B = \frac{1}{2} \text{atan} \left(\frac{\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^w 2g_x(i,j)g_y(i,j)}{\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^w (g_x^2(i,j) - g_y^2(i,j))} \right) + \frac{\pi}{2} ,$$



Figura: Exemplos de aquisição das orientações.



Cálculo da frequência

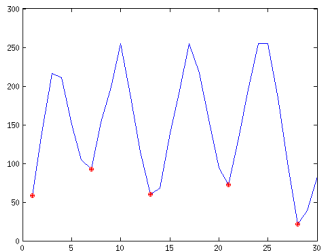


Figura: Aquisição da frequência local.

Aplicação do filtro de Gabor

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x_\theta^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_\theta^2}{\sigma_y^2}\right)\right) \cos(2\pi x_\theta f) ,$$

onde

$$x_\theta = x \cos(\theta) + y \sin(\theta) \text{ e}$$

$$y_\theta = -x \sin(\theta) + y \cos(\theta) .$$

Aqui, σ_x e σ_y são escolhidos em função da frequência [Thai, 2003]:

$$\sigma_x = \frac{k_x}{f}, \sigma_y = \frac{k_y}{f} ,$$

e o tamanho do filtro em função de σ_x e σ_y [Thai, 2003]:

$$w_x = 4.5\sigma_x, w_y = 4.5\sigma_y .$$

Binarização e Afinamento

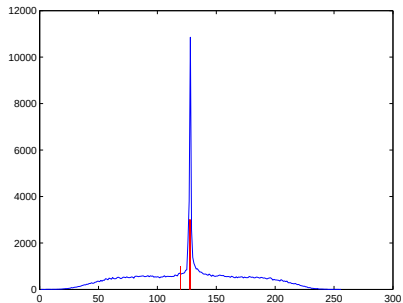
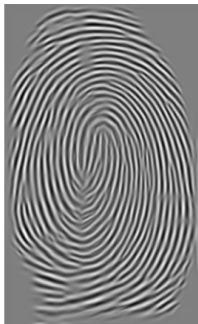


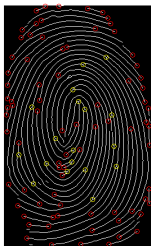
Figura: Detecção do limiar

$$T = \mu - \sigma^2$$

Binarização e Afinamento



Figura: Binarização e afinamento.



$$C_N = \frac{\sum_{k=1}^8 |\Gamma(k+1) - \Gamma(k)|}{2}$$

onde

$$\Gamma(9) = \Gamma(1)$$

$$\Gamma(p) = \begin{cases} 1 & \text{se } p \text{ pertence ao ridge} \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

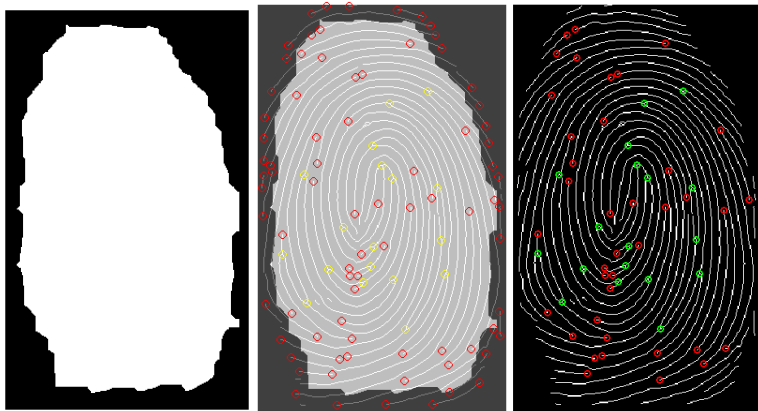


Figura: Exemplo da filtragem de falsas minúcias.

Matching

$$output = A_w(1) + \sum_{j=2}^n A_w(j) \times$$

$$\left(\frac{2}{1 + \exp((S_{j1} \times I(i) \times S_{j2}) + A_b(j))} - 1 \right)$$

$$output = A_w(1) + \sum_{j=2}^n A_w(j) \times$$

$$\left(\frac{2}{1 + \exp(-(S_{j1} \times I(i) \times S_{j2}) + A_b(j))} - 1 \right)$$

Matching

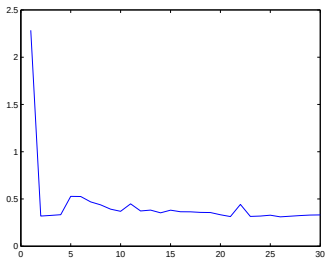


Figura: Número de épocas por MSE para $\alpha = 0,5$.

O principal estendimento deste trabalho está em uma análise mais aprofundada do método MDANN, de modo à descobrir o motivo pelo qual o método apresenta tão alta taxa de erro na aprendizagem (MSE).

Além disso, dada a etapa de pré-processamento descrita neste trabalho, objetiva-se estudar outros métodos de casamento de *fingerprints* que a utiliza e destacar seus prós e contras, assim como aperfeiçoar tal pré-processamento.

Perguntas?



Cao, K., Yang, X., Tao, X., Li, P., Zang, Y., and Tian, J. (2010).

Combining features for distorted fingerprint matching.
Journal of Network and Computer Applications,
33(3):258–267.



Cappelli, R., Ferrara, M., and Maltoni, D. (2010).

Minutia cylinder-code: a new representation and matching
technique for fingerprint recognition.
*IEEE Transactions on Pattern Analysis And Machine
Intelligence*.
accepted.



Feng, J. (2008).

Combining minutiae descriptors for fingerprint matching.
Pattern Recognition, 41(1):342–352.



Hu, C., Yin, J., Zhu, E., Chen, H., and Li, Y. (2008).
Fingerprint alignment using special ridges.

In *19th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, pages 1–4.



Huckemann, S., Hotz, T., and Munk, A. (2008).

Global models for the orientation field of fingerprints: An approach based on quadratic differentials.

IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, 30(9):1507–1519.



Kaur, R., Sandhu, P. S., and Kamra, A. (2010).

A novel method for fingerprint feature extraction.

In *International Conference on Networking and Information Technology*, pages 1–5.



Khalil, M. S., Mohamad, D., Khan, M. K., and Al-Nuzaili, Q. (2010).

Fingerprint verification using statistical descriptors.

Digital Signal Processing, 20(4):1264–1273.



Kulkarni, J. V., Patil, B. D., and Holambe, R. S. (2006).

Orientation feature for fingerprint matching.

Pattern Recognition, 39(8):1551–1554.



Kumar, R. and Vikram, B. R. D. (2010).
Fingerprint matching using multi-dimensional ann.
Engineering Applications of Artificial Intelligence,
23(2):222–228.



Kwon, D., Yun, I. D., and Lee, S. U. (2007).
A robust warping method for fingerprint matching.
In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern
Recognition*, pages 1–6.



Liu, M. (2010).
Fingerprint classification based on adaboost learning from
singularity features.
Pattern Recognition, 43(3):1062–1070.



Maltoni, D. and Cappelli, R. (2009).
Advances in fingerprint modeling.
Image and Vision Computing, 27(3):258–268.



Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K., and Prabhakar, S. (2009).

Handbook of Fingerprint Recognition.

Springer, 2 edition.



Mei, Y., Sun, H., and Xia, D. (2009).

A gradient-based combined method for the computation of fingerprints' orientation field.

Image and Vision Computing, 27(8):1169–1177.



Miron, R. and Letia, T. (2010).

Fuzzy logic decision in partial fingerprint recognition.

In *IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics*, volume 3, pages 1–6.



Nanni, L. and Lumini, A. (2009).

Descriptors for image-based fingerprint matchers.

Expert Systems with Applications, 36(10):12414–12422.



Sheng, W., Howells, G., Fairhurst, M., Deravi, F., and Harmer, K. (2009).

Consensus fingerprint matching with genetically optimised approach.

Pattern Recognition, 42(7):1399–1407.



Tan, B. and Schuckers, S. (2010).

Spoofing protection for fingerprint scanner by fusing ridge signal and valley noise.

Pattern Recognition, 43(8):2845–2857.



Thai, R. (2003).

Fingerprint image enhancement and minutiae extractions.
Technical report.



The MathWorks (2010).

Image processing toolbox user's guide.



Uz, T., Bebis, G., Erol, A., and Prabhakar, S. (2009).

Minutiae-based template synthesis and matching for
fingerprint authentication.

Computer Vision and Image Understanding,
113(9):979–992.



Wang, Y., Hu, J., and Han, F. (2007).

Enhanced gradient-based algorithm for the estimation of fingerprint orientation fields.

Applied Mathematics and Computations, 185:823–833.



Wang, Y., Hu, J., and Schroder, H. (2005).

A gradient based weighted averaging method for estimation of fingerprint orientation fields.

In Proceedings of the Digital Imaging Computing: Techniques and Applications, pages 29–29.



Zegarra, J. A. M., Leite, N. J., and da Silva Torres, R. (2009).

Wavelet-based fingerprint image retrieval.

Journal of Computational and Applied Mathematics, 227(2):294–307.



Zhao, Q., Zhang, D., Zhang, L., and Luo, N. (2010).

High resolution partial fingerprint alignment using pore-valley descriptors.

Autenticação
de *fingerprints*

Pedro R.
Mendes Júnior
Antônio
Carlos Nazaré
Júnior

Introdução

Pré-
processamento

Extração de
Características

Matchig