

Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Computação

Revisão Bibliográfica
Fingerprints

Antonio Carlos de Nazaré Júnior
Pedro Ribeiro Mendes Júnior

Professor - David Menotti

Ouro Preto
7 de setembro de 2010

Sumário

1	Introdução	1
2	Pré-Processamento	1
3	Extração de Características	1
4	Classificação	2
5	Alinhamento	2
6	Matching / Recognition	2
7	Conclusão	3

1 Introdução

Uma impressão digital (*fingerprint*), é o desenho formado pelas papilas (elevações da pele), presentes nas polpas dos dedos das mãos. As impressões digitais são únicas em cada indivíduo. Tal característica, chamada unicidade, as fazem serem utilizadas como forma de identificação de pessoas há séculos.

O principal enfoque do estudo das *fingerprints* é o desenvolvimento de sistemas que permitam o reconhecimento, classificação e verificação de padrões presentes em um datilograma (imagem da impressão digital), sendo de extrema importância o tempo de processamento, segurança e confiabilidade destes sistemas.

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão de técnicas computacionais utilizadas em processos de reconhecimento e verificação de impressões digitais.

2 Pré-Processamento

O pré-processamento é a etapa onde a imagem da impressão digital é melhorada afim de facilitar e otimizar os processos seguintes.

As técnicas de pré-processamento mais comuns são:

- **Normalização** [9, 11, 3]: Tem o objetivo de padronizar a variação dos valores de níveis de cinza.
- **Filtro de Gabor** [9, 20, 15]: Utilizado para detecção de bordas e orientação das *ridges*.
- **Segmentação** [9, 3, 15, 6]: Extração das *ridges* do fundo da imagem. Em [3] é realizado apenas uma binarização utilizando um limiar pré-definido, enquanto [9] realizam uma segmentação adaptativa utilizando blocos de tamanhos iguais.

Outra etapa importante de pré-processamento é o *Thinning* [9, 6, 21, 14]. O *Thinning* (Afinamento) é uma operação morfológica utilizada para reduzir o *ridge* à um *pixel*. A importância desta etapa é facilidade de extração de características (minúcias e singularidades [11]) dos *ridges*.

3 Extração de Características

Para o *matching*, reconhecimento, classificação, validação ou autenticação de *fingerprints*, é necessário que haja a extração de características que distiguem uma das outras, tais como minúcias (posição, direção e tipo) [3], poros (necessitam-se de imagens de alta resolução) [21], campos de orientações (orientações das *ridges*) [19] e sentido de posicionamento da *fingerprint* [1].

Quanto à extração de características, são encontrados mais comumente na literatura métodos de *matching* baseados na imagem (*image-based methods*) (baseados em características globais) [12, 21, 1, 15, 19, 13] e método baseados em minúcias [15] (*minutiae-based métodos*) (baseados em características locais) [21, 17, 7, 3, 1, 20, 5]. É comum que métodos que utilizam características globais também utilizam características locais, seja no momento de realizar o alinhamento entre *fingerprints* (para o *matching*), ou seja no próprio *matching*.

A vantagem de métodos que utilizam características globais está no fato de que o método fica robusto contra fraudes, *i.e.*, dificulta a criação de um dedo falso que contém as características necessárias para burlar o sistema [17, 15].

No caso de criação de *templates* para o *matching*, também se é possível realizar a combinação tanto de características globais (*mosaicking*), quanto de locais (*template synthesis*) [18]. Em [18], os autores realizam a criação de um *template* que combina as *fingerprints* baseando-se em minúcias.

4 Classificação

As impressões digitais podem ser divididas em diversas classes de acordo com sua topologia geométrica. Edward Henry propôs a divisão em 5 classes (Arco Plano, Arco Angular, Verticilio, Presilha Esquerda e Presilha Direita), definindo um sistema de classificação designado *Henry System* [11]. Tais desenhos digitais apresentam características próprias chamadas singularidades.

Em [11] é proposto um método de classificação, segundo o Henry System, utilizando aprendizado por *Adaboost* por meio de características singulares. Com o auxílio de diferenciações quadráticas, [5] obteve sucesso na classificação de *fingerprints* com o objetivo de descrever modelos de campos de orientações para o reconhecimento do *fingerprint*.

Com o objetivo de detectar *fingerprints* sintéticos (falsos), [17] desenvolveu um método que classifica em verdadeira ou falsa uma dada *fingerprint*. Tal método também realiza a análise de singularidades.

5 Alinhamento

O alinhamento é um importante passo no reconhecimento de *fingerprints*, ele afeta principalmente a velocidade do reconhecimento e a precisão do *matching*. O alinhamento também resolve o problema de translação que existe na aquisição de diferentes imagens da mesma *fingerprint*, criando assim invariância à translação.

Através de características especiais do *ridge*, [4] propôs um método rápido e robusto para alinhamento de fingerprints. Em [15] é proposto um novo algoritmo de alinhamento como pré-etape do processo de *matching*. [14] utilizam lógica Fuzzy para decisão na etapa de alinhamento em uma nova abordagem de *matching* de *fingerprints* parciais. E por último, [3] realizam a combinação de descritores de minúcias para alinhamento e consequentemente *matching*.

6 Matching / Recognition

Matching é o ato de verificação da presença de um padrão em um conjunto de dados. Em nosso caso, é verificar se dois *fingerprints* seguem o mesmo padrão, isto é, pertencem a mesma pessoa.

Para a tarefa de *matching*, são encontrados métodos na literatura que utilizam redes neuronais [9], algoritmos genéticos [16], *templates* [18], triangulação de Delaunay [18], lógica *fuzzy* [14], funções de distância [15], Minutia Cylinder-Code (MCC) [2], semelhança entre minúcias [1] e métodos que baseiam-se no alinhamento das fingerprints [3], entre outros [7, 10, 8]

7 Conclusão

O objetivo desta revisão bibliográfica foi o estudo dos métodos de *matching*, reconhecimento, autenticação e verificação de *fingerprints*, afim de familiarizar com os conceitos desta área e conhecer o estado da arte.

Outro propósito é o direcionamento à um estudo mais aprofundado de um problema em específico desta área de pesquisa, visando a implementação de métodos, assim como maiores contribuições científicas.

Referências

- [1] Kai Cao, Xin Yang, Xunqiang Tao, Peng Li, Yali Zang, and Jie Tian. Combining features for distorted fingerprint matching. *Journal of Network and Computer Applications*, 33(3):258–267, 2010.
- [2] Raffaele Cappelli, Matteo Ferrara, and Davide Maltoni. Minutia cylinder-code: a new representation and matching technique for fingerprint recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 2010. accepted.
- [3] Jianjiang Feng. Combining minutiae descriptors for fingerprint matching. *Pattern Recognition*, 41(1):342–352, 2008.
- [4] Chunfeng Hu, Jianping Yin, En Zhu, Hui Chen, and Yong Li. Fingerprint alignment using special ridges. pages 1–4, dec. 2008.
- [5] Stephan Huckemann, Thomas Hotz, and Axel Munk. 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, 2008.
- [6] Ramandeep Kaur, Parvinder S. Sandhu, and Amit Kamra. A novel method for fingerprint feature extraction. In *International Conference on Networking and Information Technology*, pages 1–5, 2010.
- [7] Mohammed S. Khalil, Dzulkifli Mohamad, Muhammad Khurram Khan, and Qais Al-Nuzaili. Fingerprint verification using statistical descriptors. *Digital Signal Processing*, 20(4):1264–1273, 2010.
- [8] Jayant V. Kulkarni, Bhushan D. Patil, and Raghunath S. Holambe. Orientation feature for fingerprint matching. *Pattern Recognition*, 39(8):1551–1554, 2006.
- [9] Rajesh Kumar and B. R. Deva Vikram. Fingerprint matching using multi-dimensional ann. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 23(2):222–228, 2010.
- [10] Dongjin Kwon, Il Dong Yun, and Sang Uk Lee. A robust warping method for fingerprint matching. In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 1–6, 2007.
- [11] Manhua Liu. Fingerprint classification based on adaboost learning from singularity features. *Pattern Recognition*, 43(3):1062–1070, 2010.
- [12] Davide Maltoni and Raffaele Cappelli. Advances in fingerprint modeling. *Image and Vision Computing*, 27(3):258–268, 2009.
- [13] Yuan Mei, Huaijiang Sun, and Deshen Xia. A gradient-based combined method for the computation of fingerprints’ orientation field. *Image and Vision Computing*, 27(8):1169–1177, 2009.
- [14] Radu Miron and Tiberiu Letia. Fuzzy logic decision in partial fingerprint recognition. In *IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics*, volume 3, pages 1–6, 2010.

- [15] Loris Nanni and Alessandra Lumini. Descriptors for image-based fingerprint matchers. *Expert Systems with Applications*, 36(10):12414–12422, 2009.
- [16] W. Sheng, G. Howells, M.C. Fairhurst, F. Deravi, and K. Harmer. Consensus fingerprint matching with genetically optimised approach. *Pattern Recognition*, 42(7):1399–1407, 2009.
- [17] Bozhao Tan and Stephanie Schuckers. Spoofing protection for fingerprint scanner by fusing ridge signal and valley noise. *Pattern Recognition*, 43(8):2845–2857, 2010.
- [18] Tamer Uz, George Bebis, Ali Erol, and Salil Prabhakar. Minutiae-based template synthesis and matching for fingerprint authentication. *Computer Vision and Image Understanding*, 113(9):979–992, 2009.
- [19] Yi Wang, Jiankun Hu, and Heiko Schroder. 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, 2005.
- [20] Javier A. Montoya Zegarra, Neucimar J. Leite, and Ricardo da Silva Torres. Wavelet-based fingerprint image retrieval. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 227(2):294–307, 2009.
- [21] Qijun Zhao, David Zhang, Lei Zhang, and Nan Luo. High resolution partial fingerprint alignment using pore-valley descriptors. *Pattern Recognition*, 43(3):1050–1061, 2010.