

Aplicação do Diagrama de Voronoi no Reconhecimento de Impressões Digitais

Felipe Aparecido Moreira Batista

Graduando em Ciência de Computação, FCT/UNESP
19060-900, Presidente Prudente, SP
felipeapmb@gmail.com

Marco A. Piteri, Aylton Pagamisse

Departamento de Matemática, Estatística e Computação, FCT/UNESP
19060-900, Presidente Prudente, SP
{piteri, aylton}@fct.unesp.br

RESUMO

O uso de padrões biométricos associados aos indivíduos, permite que sejam elaborados esquemas automáticos de identificação, que facilitam acessos a locais restritos, realização de *login* em sistemas computacionais, identificação de suspeitos de delitos, transações eletrônicas e controle de pontos, entre outros.

Tradicionalmente, as características biométricas são categorizadas em dois grupos, as de natureza fisiológica, como: face, orelha, mão, impressões digitais, íris, retina, padrão venoso da região da face ou da palma da mão, DNA, e, as de natureza comportamental, como: assinatura, voz, ritmo de escrita e modo de andar.

Dentre todas as diferentes características enumeradas acima, indiscutivelmente, as impressões digitais são as mais utilizadas e o seu uso remonta a mais de um século. Impressões digitais são de fácil aquisição, provém de inúmeras fontes (dez dedos), é prática, segura, pode ser implementada em equipamentos de baixo custo e seu uso tem se intensificado a cada dia.

Entre os principais usuários destas técnicas podemos citar algumas instituições públicas brasileiras, como a Polícia Federal, os Departamentos Estaduais de Trânsito e o Instituto Nacional de Identificação, além de instituições privadas como a cooperativa de planos de saúde UNIMED, entre outros. No âmbito internacional, o FBI (*Federal Bureau of Investigation*) é um dos exemplos mais significativos.

Com o advento dos computadores digitais e a diminuição do custo de seus componentes ao longo do tempo, as impressões digitais que antes eram armazenadas em fichas de papel em volumosos armários, passaram a ser arquivadas na forma digital (imagens) em bancos de dados. A partir desse momento e com o auxílio de técnicas computacionais tornou-se possível identificar e recuperar uma determinada impressão digital em tempo real e com um alto nível de confiabilidade.

Tradicionalmente, os métodos mais empregados com o propósito de reconhecimento de impressões digitais são baseados na extração de conteúdos da imagem associada à impressão digital, em geral, utilizando-se técnicas clássicas da área de processamento de imagens, tais como: orientação, segmentação, filtro de Gabor e binarização [5].

O presente projeto de pesquisa, que se encontra em sua fase inicial e está integrado no âmbito de um Trabalho de Conclusão de Curso, tem como propósito explorar uma técnica muito recente na literatura, que explora a estrutura do diagrama de Voronoi [2].

Formalmente, dado um conjunto de pontos $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\} \subseteq \mathbb{R}^2$ denominados *geradores*, existe uma subdivisão desse espaço, tal que, cada ponto $p_i \in P$ esteja associado a uma região convexa (finita, semi-infinita) $V(p_i)$, satisfazendo a equação (1), em que $d(p, q)$ é a métrica euclidiana [1].

$$V(p_i) = \{\forall x \in \mathbb{R}^2 \mid d(p_i, x) \leq d(p_j, x), 1 \leq i \neq j \leq n\} \quad (1)$$

O conjunto de pontos do plano que são igualmente próximos a dois ou mais geradores de P constitui o diagrama de Voronoi. Em outras palavras, dentre as infinitas subdivisões planares induzidas por um conjunto de pontos P , o diagrama de Voronoi consegue capturar relações de proximidade, influência, ou ainda, de dominância dos pontos originais pertencentes ao conjunto P , em relação a todos os outros pontos do plano. A aplicação dessa subdivisão na temática de biometria, em particular no reconhecimento de impressões digitais, pressupõe um pré-processamento na imagem de uma impressão digital, de modo a extrair dessa um subconjunto de minúcias que passam a ser interpretadas como pontos. Há técnicas bem estabelecidas na literatura que permitem extrair essas informações [5].

Na sequência, algumas medidas associadas à estrutura topológica do diagrama de Voronoi do subconjunto de pontos são usadas para realizar a indexação da impressão digital numa base de dados, para posterior recuperação.

O dual do diagrama de Voronoi, que é a triangulação de Delaunay também tem sido muito utilizada para esse mesmo propósito [4], [7], já que sob determinadas condições, ambas as subdivisões planares relativas associadas ao mesmo conjunto de pontos, são únicas. Uma outra técnica envolvendo algoritmos geométricos, explora o conjunto de *onion-layers* associados a um conjunto de pontos [3] e também será objeto de estudo no futuro.

O desenvolvimento do sistema será realizado com o apoio do MATLAB R2009a [6], que é um ambiente de programação que possui uma série de facilidades para a manipulação de imagens, incluindo uma ferramenta para a elaboração de interfaces gráficas.

Uma análise de resultados, principalmente em relação ao desempenho do sistema e os índices de acertos obtidos, comparativamente as principais bases de impressões digitais existentes na Internet, permitirá mostrar a consistência do sistema a ser implementado.

Palavras-chave: Diagrama de Voronoi, Biometria, Reconhecimento de Impressões Digitais
Referências

- [1] F. Aurenhammer, Voronoi diagrams – a survey of a fundamental geometric data structure. ACM Computing Surveys, vol. 23, n.3, pp. 345-405, (1991).
- [2] H. Khazaei, A. Mohades, Fingerprint matching algorithm based on Voronoi diagram, em “International conference on computational sciences and its applications”, pp. 433-440, Washington, 2008.
- [3] H. Khazaei, A. Mohades, Fingerprint matching and classification using an onion layer algorithm of computational geometry, International Journal of mathematics and computers in simulation, vol. 1, n. 1, pp. 26-32 (2007).
- [4] N. Liu, Y. Yin, H. Zhang, H. A Fingerprint matching algorithm based on Delaunay triangulation net, In: Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Computer and Information Technology, pp. 591-595, 2005.
- [5] M. D. Maltoni, A. K. Jain, S. Prabhakar, “Handbook of fingerprint recognition”, Springer-Verlag, 2003.
- [6] MATLAB R2009a, Disponível em: <<http://www.mathworks.com>>. Acessado em 25 de maio de 2009.
- [7] C. Wang, M. L. Gavrilova, Delaunay triangulation algorithm for fingerprint matching, In: Proceedings of the 3rd IEEE International Symposium on Voronoi Diagrams in Science and Engineering (ISVD'06), pp. 208-216, 2006.