

CAGID: Classificação Automática em Grupo de Impressões Digitais

JACQUES FACON ¹

¹ CEFET-PR - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
CPGEI - Curso de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial
Av. 7 de setembro, 3165
80230-901 Curitiba, PR, Brasil
cefetpr@brfapesp.bitnet subject:Jacques

Abstract. This paper describes an Automatic Fingerprint Classification System developed from the Brazilian Norms. This system transforms the actual slow handly into an quick automatical process. The classification into one of the four fundamental families is carried out from thinned fingerprint images. The group recognition is realized by statistical interpretation of the topological relief from edge following tool. We demonstrate the results of this process from previously thinned binary images.

1 Introdução

As impressões digitais têm sido usadas como meio de identificação há muito tempo. Sabe-se que os antigos egípcios e chineses as utilizavam para identificar criminosos e registrar transações comerciais. Na atualidade, é no trabalho policial, entretanto, que as impressões digitais são intensivamente utilizadas.

Com o rápido aumento do índice de criminalidade, os arquivos policiais de impressões digitais aumentam de tal maneira que seu controle se faz cada dia mais difícil [Adminis.(1984)]. Os métodos manuais utilizados para comparar as impressões das fichas datiloscópicas arquivadas com as latentes, recolhidas no local do delito, são extremamente lentos e sujeitos à subjetividade do técnico.

Dentro deste contexto apresentamos um sistema de auxílio à classificação automática de impressões digitais em grupo. Segundo as normas em vigor [SESP(1985)] baseadas no relevo topológico das linhas que constituem uma impressão digital, existem quatro famílias que são o arco, a presilha externa, a presilha interna e o verticilo (ver Figura 1). O estudo detalhado de várias impressões de cada família [Kamesawa(1980)], [Kawagoe(1983)], [Ayala(1991)] demonstra a possibilidade de elaboração de critérios de reconhecimento, baseados na repetitividade do comportamento geométrico das linhas principais. Esses serão apresentados na parte 3 deste artigo. O estudo de cada linha será efetuado a partir do processo de perseguição de linhas na parte 2, e a elaboração dos critérios retidos para a classificação em família na parte 4.

2 Perseguição de linhas

A classificação de impressões digitais é baseada na análise topológica das linhas datiloscópicas. O método consiste em perseguir essas linhas [Pugh(1983)] de tal maneira a descobrir os seus início, fim e possíveis voltas. Ao descobrir uma linha, o processo de perseguição, baseado na codificação de Freeman [Freeman(1961)] localiza, em uma primeira etapa, uma de suas extremidades e percorre, em uma segunda etapa, a totalidade da linha até localizar a outra extremidade.

A falta de qualidade devido à utilização de imagens reais binárias afinadas não previamente realçadas e a presença de minúcias são fatores que prejudicam o estudo da orientação local da linha. O processo de perseguição é elaborado de tal maneira a resolver as dúvidas surgidas com a presença de bifurcações, interrupções e descontinuidades. O processamento consiste em armazenar a trajetória do trecho da linha já processado, calcular as orientações locais dos últimos pontos e determinar a orientação da trajetória futura provável na posição onde surgiu a dúvida. Por dar melhores resultados, a determinação da orientação provável é baseada na aproximação linear. A equação da regressão linear foi modificado de tal maneira a permitir a determinação das duas coordenadas desconhecidas do provável próximo ponto da linha.

3 Critérios básicos da classificação automática em família de impressões digitais

Sabemos que a classificação manual, baseada no relevo topológico das linhas, destaca quatro famílias.



Arco



Verticilo



Presilha interna



Presilha Externa

Figure 1: A classificação em famílias

O estudo da repetitividade do comportamento geométrico das linhas principais de cada família mostra que as famílias Presilha externa e Presilha interna têm um comportamento parecido, caracterizado pelo fato que a maioria das linhas nascem e acabam no mesmo lado, a esquerda para a Presilha interna e a direita para a Presilha externa. As linhas principais das impressões do grupo Arco aparecem e somem em lados opostos e a família Verticilo caracteriza-se pelo fato de conter algumas linhas concêntricas. Esta análise permite definir uma classificação automática por quantização dessas características através dos parâmetros *ângulo.início*, *ângulo.fim* e *número.voltas*. Estes últimos representam, respectivamente, os ângulos de início e de fim de linha e o número de voltas de uma linha em relação a um sistema de referência cartesiano centrado na área significativa da impressão.

Podemos constatar que os critérios de ângulos de início e de fim de linha permitem diferenciar o arco das Presilhas externa e interna enquanto o Verticilo diferencia-se das outras famílias pelo número de voltas (ver Figura 2).

4 Classificação automática em famílias

Dada a complexidade das linhas de uma impressão digital, concluir a respeito da família de pertença implica tratar um grande número de linhas. A seleção das linhas é realizada por acesso a sementes através de uma grade permitindo sua repartição uniforme e controlada. O estudo de cada linha fornece, a partir da avaliação dos três parâmetros citados anteriormente (*ângulo.início*, *ângulo.fim* e *número.voltas*) uma conclusão parcial quanto à família de pertença. A decisão final é então tomada por interpretação estatística dos resultados obtidos para cada semente. Esta interpretação consiste em descobrir nos dados obtidos uma maioria suficientemente relevante.

O desempenho deste método de classificação foi avaliado a partir de um grupo de 40 imagens de impressões originais de cada família e de qualidade média obtidas de exemplos existentes em manuais de identificação de impressões digitais. Agrupamos, na Fig 3, os resultados da classificação para cada família.

Podemos notar a eficiência da classificação automática considerando os grupos Arco, Presilha Interna e Externa. No caso da classificação das impressões na família Verticilo, a obtenção de resultados médios (20 % de erro) pode ser analisada a partir

Família	tg(ângulo_início)	tg(ângulo_fim)	número_voltas
ARCO	POSITIVA	NEGATIVA	INFERIOR A 3
PRESILHA INTERNA	POSITIVA	POSITIVA	INFERIOR A 3
PRESILHA EXTERNA	NEGATIVA	NEGATIVA	INFERIOR A 3
VERTICILLO			SUPERIOR A 3

Figure 2: Critérios de classificação automática em famílias

Família	Número de imagens	Resultados em número	Resultados em por cento
ARCO	40	40	100%
PRESILHA INTERNA	40	36	90%
PRESILHA EXTERNA	40	36	90%
VERTICILLO	40	32	80%

Figure 3: Resultados dos testes de desempenho

das seguintes observações:

- acontece algumas vezes que algumas linhas, em número restrito, ocupam a totalidade da área processável. Cada semente, por escolher as mesmas linhas, fornece entanto resultados repetidos tornando incompleta a interpretação estatística,
- a qualidade às vezes precária das impressões digitais torna extremamente complexo o tratamento das bifurcações e das descontinuidades nas linhas circulares, causa erros na determinação da trajetória futura da mesma e resulta em uma escolha errada da linha a seguir, gerando assim resultados estatísticos sem interesse.

5 Conclusão geral

Apesar de apresentar limitações devido ao uso de imagens binárias não filtradas, demonstramos a viabilidade da classificação automática em famílias de impressões digitais. Esse sistema apresenta vantagens indiscutíveis sobre sistema manual:

- Ganho em termos de eficiência: enquanto a análise manual obriga o uso de lupas para trabalhar sobre imagens de pequeno tamanho e demora em média 3 a 4 minutos, o sistema apresentado permite que o trabalho repetitivo e desgastante para o operador passa a ser auxiliado pelo computador, fornece imagens automaticamente ampliadas e dá uma resposta em um tempo médio de 15 segundos com uma versão não otimizada,
- Aumento de confiabilidade: testes realizados com técnicos datiloscopistas mostram que, em média, os erros na classificação manual são da ordem de 30% enquanto no processo automático eles atingem no pior dos casos 20%.
- Objetividade do processo: a finalidade da classificação reside na facilidade e na rapidez de recuperação de uma impressão digital. Outros testes efetuados destacam a grande subjetividade da análise humana na apresentação de uma mesma impressão enquanto o sistema apresentado devolve resultados idênticos.

Pelas razões citadas anteriormente, o sistema se mostrou ineficiente a 20% no caso da classificação da família VERTICILLO. Uma próxima etapa será tornar o processo de classificação mais confiável estudando a possibilidade de desenvolver um processo de perseguição menos sensível às descontinuidades e usando imagens digitalizadas com níveis de cinza, permitindo assim o uso prévio de filtros adequados.

6 Referências bibliográficas

- Identificação de Impressões Digitais, *Informática e Administração*, 1984.
- Manual do Arquivo Monodátilar, *SESP, Dep. Polícia Civil - Instituto de Identificação do Paraná. Imprensa Oficial*, Curitiba - 1985.
- H. L. Ayala, ACID: Análise e Classificação de Impressões Digitais, *tese de Mestrado, Curitiba*, Dezembro 1991.
- H. Freeman; On the encoding of arbitrary geometric configurations, *IRE Trans. on Eletronics Computer* Junho 1961.
- R. Kamesawa e C.V. Balck, Type Classification of Fingerprints, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence Vol PAMI 2, No 3* 1980.
- M. Kawagoe e A. Tojo Fingerprint Pattern Classification, *Pattern Recognition Vol 17, No 3* Outubro 1983.
- A. Pugh, Robot Vision, *IFS Publication UK, Springer Verlag* 1983.