

Identificação biométrica de recém-nascidos através da superfície palmar

Rubisley P. Lemes¹, Olga R.P. Bellon¹, Luciano Silva¹, Monica N.L. Cat¹

¹IMAGO Research Group – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

{rubisley,olga,luciano,monica_lima}@ufpr.br

Abstract. *We present results on newborn identification through automatic matching of high-resolution images of palmar surfaces. The use of friction ridge patterns for newborns is challenging due to both the small size of newborn's papillary ridges and their fragility. In this context we present our main contributions: a protocol for image acquisition, and algorithms for image processing and recognition. Experiments were performed on images collected from 250 newborns at a university hospital. For good quality palmar images, the results show that the proposed approach is promising.*

Resumo. *Apresentamos resultados em identificação automática de recém-nascidos através de imagens de alta-resolução da superfície palmar. Devido as cristas papilares em recém-nascidos serem mais finas, o problema da identificação é um grande desafio, agravado pela fragilidade dessas cristas. Neste contexto apresentamos nossas principais contribuições envolvendo: um protocolo de coleta de imagens, algoritmos de processamento e de identificação de imagens. Experimentos foram realizados em imagens coletadas de 250 bebês da maternidade de nosso Hospital das Clínicas (HC). Analisando imagens de boa qualidade, os resultados mostram que o método proposto é promissor.*

1. Introdução

Identificação de recém-nascidos é crucial para evitar troca em hospitais, tráfico e adoções ilegais. Dados estatísticos mostram que dentre os 3 milhões de nascimentos ocorridos anualmente no Brasil, existe uma troca de bebê a cada 6000 nascimentos¹. A identificação é um problema desafiador devido tanto à reduzida espessura das cristas palmares quanto à sua fragilidade, tornando-as suscetíveis à deformação. Práticas manuais em todo o mundo utilizam pulseiras e/ou impressões plantares (coletadas através de tinta e papel) que não apresentam uma solução efetiva para o problema [Weingaertner et al. 2008].

Apesar do grande avanço das tecnologias biométricas [Bolle et al. 2003], até o momento nenhum sistema foi desenvolvido para identificação neonatal, pois as biometrias usuais são de difícil aplicação em bebês. Outra limitação é que tais características (e.g., face) mudam durante o desenvolvimento infantil dificultando uma identificação futura. Portanto, este trabalho apresenta uma nova abordagem para o problema desafiador da identificação de recém-nascidos. Nosso trabalho se baseia em imagens de alta-resolução da superfície palmar e tem como principais contribuições o desenvolvimento de técnicas apropriadas para aquisição, processamento e reconhecimento destas imagens.

¹Ministério da Saúde do Brasil - <http://portal.saude.gov.br/portal/>

2. Aquisição das Imagens

Utilizamos um sensor comercialmente disponível (*CrossMatch LSCAN 1000P* - 1000 dpi). Coletamos 1.221 impressões palmares e 1.221 impressões plantares de 250 bebês da maternidade do HC-UFPR. As imagens foram coletadas entre 1 e 48 horas após o nascimento e o número de coletas por bebê varia entre 3 e 15. Para automaticamente aferir a qualidade das imagens, utilizamos o método proposto por [Wu et al. 2006] para classificá-las em cinco níveis de qualidade: (1) boa, (2) normal, (3) seca, (4) úmida e (5) borrada. Somente 5% das impressões palmares e somente 1,5% das impressões plantares possuem qualidade suficiente (nível 1) para executar o reconhecimento automático.

Considerando um sistema capaz de assegurar a identificação dos bebês (imagens nível 1), apresentamos uma de nossas principais contribuições: desenvolvimento de um protocolo eficaz de coleta de imagens com boa qualidade. Determinamos que a melhor abordagem envolve: (I) usar álcool para remover a substância oleosa da palma da mão; (II) segundo estágio de limpeza utilizando água e sabão; (III) secar utilizando papel toalha; (IV) rápido tempo de exposição e aplicação de pressão média entre a mão e o sensor.

3. Processamento das Imagens

O processamento das impressões palmares possui os seguintes estágios: (1) correção da orientação da imagem, (2) remoção dos dedos, (3) segmentação da Região de Interesse (RI), (4) Short Time Fourier Transform (STFT) [Chikkerur et al. 2007], (5) estimação do Campo Direcional (CD), (6) estimação da frequência, (7) detecção de cristas recuperáveis, (8) Filtro de Gabor (FG) e (9) detecção dos trirrádios.

No estágio 1, estimamos um ângulo de rotação para retificar a orientação da imagem, similar a [Silva et al. 2006]. No estágio 2, removemos os dedos como feito por [Silva et al. 2006], utilizando uma parábola que menos intercepta a palma da mão (Fig. 1a - parábola verde). Em seguida, toda a imagem abaixo e a esquerda do ponto f é eliminada, extraindo a RI abaixo dos dedos (Fig. 1a,b).

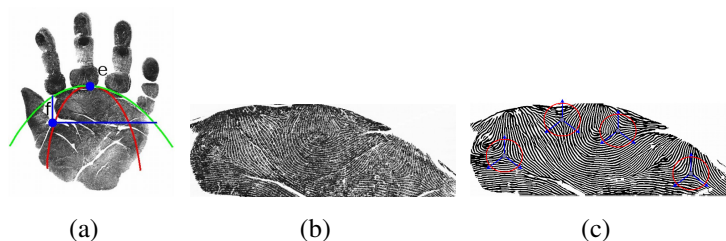


Figure 1. Processamento: (a) remoção dos dedos, (b) RI e (c) FG e trirrádios.

Uma operação de reconstrução da imagem baseada em STFT [Chikkerur et al. 2007] é executada no estágio 4. Os estágios 5, 6, 7 e 8 são baseados em [Hong et al. 1998]. Nos estágios 5 e 6, a imagem é dividida em um conjunto de blocos não sobrepostos de tamanho 16×16 pixels [Hong et al. 1998] para se estimar localmente a orientação e frequência de cada bloco. No estágio 7, as regiões da imagem são classificadas como: recuperáveis e não recuperáveis para evitar a extração de falsas informações em áreas muito ruidosas/borradas. O FG no estágio 8 utiliza as informações mais robustas de orientação e frequência obtidas no STFT em conjunto com aquelas obtidas nos estágios 5 e 6 para melhorar a visibilidade da estrutura de cristas na imagem

reconstruída (Fig. 1c). Finalmente, no estágio 9, o algoritmo conhecido como Índice de Poincare [Bolle et al. 2003] é utilizado para extrair os trirrádios (Fig. 1c).

4. Algoritmos de Identificação

Propomos uma abordagem híbrida baseada em registro de imagem utilizando Simulated Annealing (SA) [Kirkpatrick et al. 1983] e campos de textura orientada (FingerCode - FC) [Jain et al. 2000]. Para criar o molde de autenticação, um algoritmo de esqueletização é executado na imagem reconstruída para extrair as cristas e minúcias [Hong et al. 1998]. Os moldes incluem $(n + C_{(n,2)})$ sub-moldes (pontos de referência), onde n é o número de trirrádios detectados e $C_{(n,2)}$ é o número de possíveis combinações de n trirrádios tomados 2 a 2 (Regiões Médias - RM, média das coordenadas entre dois trirrádios).

Cada sub-molde inclui todas as informações de orientação, coordenadas e distância radial dos pontos de cristas, minúcias e ponto de referência dentro de uma região com raio de 200 pixels em torno do ponto de referência. Complementando, 8 componentes orientados ($0^\circ, 22.5^\circ, 45^\circ, 67.5^\circ, 90^\circ, 112.5^\circ, 135^\circ$ e 157.5°) são extraídos utilizando-se um banco direcional de Filtros Gabor na região setorizada em torno do ponto de referência, gerando um vetor de características (VC) com 640 características [Jain et al. 2000].

Tanto na abordagem FC quanto SA, a palma da mão é dividida em quatro regiões de igual tamanho. Teoricamente, existe um trirrádio abaixo de cada dedo [Weingaertner et al. 2008]. O cálculo de similaridade é executado somente entre sub-moldes do mesmo tipo (trirrádios ou RM) e pertencentes a mesma região, resultando em $(n + C_{(n,2)})$ possíveis valores de teste, sendo o menor deles selecionado no caso do FC e o maior no caso do SA.

Partindo de um pré-alinhamento obtido através do registro dos pontos de referência (Fig. 2a), o SA analisa soluções vizinhas buscando o melhor alinhamento, que é computado como sendo a taxa de pontos e minúcias sobrepostas com as seguintes propriedades: devem estar dentro de uma região circular com raio $r_P = 1$ para pontos e $r_M = 10$ para minúcias; devem possuir direções equivalentes ($\theta_1 - \theta_2 < \theta = 10^\circ$); devem possuir distâncias radiais equivalentes ($rad_1 - rad_2 < rad_dist = 10$). Estes limiares foram selecionados empiricamente. Fig. 2 exemplifica a abordagem proposta.

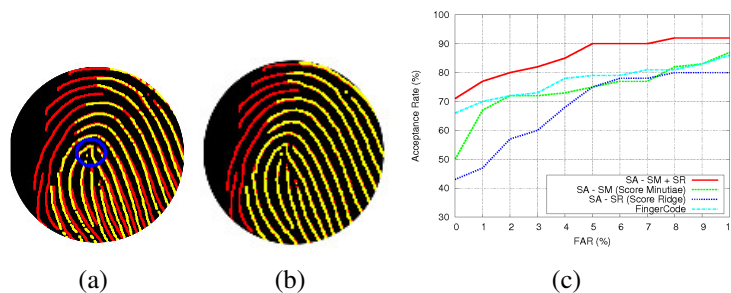


Figure 2. SA: (a) pré-alinhamento, (b) alinhamento final e (c) resultados.

Após o registro, a similaridade entre dois sub-moldes é definida através da combinação do número de pontos sobrepostos S_R e o número de minúcias sobrepostas S_M . Estes escores (S_R e S_M) são combinados em um escore final $S_{R+M} = \alpha_1 S_M + \alpha_2 S_R$, onde α_1 e $\alpha_2 \in [0, 0; 1, 0]$. Fig. 2e mostra os resultados do SA combinando-se S_M e S_R . Maiores detalhes técnicos foram omitidos devido a limitação do número de páginas.

5. Resultados Experimentais

Devido a problemas de ilegibilidade das imagens, usamos apenas impressões palmares de 20 bebês. Estas impressões totalizam 60 imagens com informações de cristas/minúcias suficientes para executar o reconhecimento e foram classificadas como boas pelo algoritmo de classificação. A Tab. 1 mostra os resultados de verificação (FAR) e identificação (Rank) [Bolle et al. 2003] combinando-se triarrádios (DP - delta points) e RM.

Table 1. Resultados do reconhecimento em impressões palmares.

	FC (DP + RM)	FC DP	FC RM	SA (DP + RM)	SA DP	SA RM
0% FAR	66%	55%	49%	71%	58%	62%
Rank1	84%	72%	67%	95%	93%	85%
Rank5	94%	83%	86%	98%	98%	97%

O SA apresentou os melhores resultados em ambos os experimentos, mas é computacionalmente mais caro do que o FC. Assim, o FC procura pelas cinco amostras mais parecidas (Rank5) com a amostra de entrada (filtragem). Então, o SA atesta se uma das amostras refere-se ao par da amostra de entrada. Considerando Rank5 para o FC e 0% FAR para o SA, obtivemos (81%) de taxa correta de reconhecimento combinado.

6. Conclusão

Resultados preliminares em impressões datiloscópicas com alta-resolução de 20 recém-nascidos mostram que o processo de identificação automática é viável, embora difícil, pois dois requisitos devem ser seguidos: (1) as imagens devem possuir resolução apropriada (1500 dpi ou superior), e (2) um protocolo de coleta de imagens apropriado deve ser seguido. Entretanto, não há equipamento comercialmente disponível capaz de atender ao primeiro requisito. Como trabalho futuro, começaremos uma nova fase de coleta de imagens de mais de 100 bebês em uma das maiores maternidades de nossa cidade. O processo de coleta fará uso do melhor protocolo de aquisição desenvolvido nesta pesquisa.

References

- Bolle, R. M., Connell, J. H., Pankanti, S., Ratha, N. K., and Senior, A. W. (2003). *Guide to Biometrics*. Springer.
- Chikkerur, S., Cartwright, A. N., and V., G. (2007). Fingerprint enhancement using STFT analysis. *Pattern Recognition*, 40(1):198–211.
- Hong, L., Wan, Y., and Jain, A. K. (1998). Fingerprint image enhancement: Algorithm and performance evaluation. *IEEE TPAMI*, 20(8):777–789.
- Jain, A. K., Prabhakar, S., Hong, L., and Pankanti, S. (2000). Filterbank-based fingerprint matching. *IEEE TIP*, 9(5):846–859.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C., and Vecchi, M. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, 220:671–680.
- Silva, L., Bellon, O. R. P., Lemes, R. P., and et al. (2006). An image processing tool to support gestational age determination. In *Proc. CBMS*, pages 867–874.
- Weingaertner, D., Bellon, O., Silva, L., and Cat, M. (2008). Newborn’s biometric identification: can it be done? In *Proc. VISAPP*, pages 200–205.
- Wu, C., Tulyakov, S., and Govindaraju, V. (2006). Image quality measures for fingerprint image enhancement. *Lecture Notes in Computer Science*, 4105:215–222.