Adaboost and multi-orientation 2D Gabor-based noisy iris recognition

Resumo por:
Vinícius M. de Almeida e Vinícius Queiroz

Sobre o artigo

- **Autores:** Qi Wang, Xiangde Zhang, Mingqi Li, Xiaopeng Dong, Qunhua Zhou, Yu Yin.
- **Publicação:** 2012 Pattern Recognition Letters (A1)
- **Citações:** 24
- Segundo lugar na competição NICE:II, dentre 67 participantes

Introdução

- Apresenta uma método de reconhecimento de íris em imagens com ruídos utilizando Adaboost e 2D Gabor-based;
- Sistema dividido em 4 fases:
  - segmentação e normalização
  - divisão da iris
  - extração de caracteristicas (2D Gabor-based)
  - reconhecimento (Adaboost);
- Foi utilizada a base de dados UBIRIS v2;

Método proposto (Resumo)

- Segmentação da iris e pupila
  - Segmentação Iris
  - Avaliação da pupila para segmentação;
  - Normalização Iris;
    - Rubber sheet para normalização da AS-Iris;
    - Rubber sheet simplificado para normalização da IAS-Iris;
- Construção do conjunto de Caracteristicas
  - Verificando divergencia de textura;
  - Divisão da iris;
  - Construção do conjunto de caracteristicas;
- Aprendizado Adaboost
- Processo de reconhecimento
- Decidability

Segmentação da Iris (1º)

- Para estimar as bordas foi usando uma mascara passada pela competição;
- Decteção de ruidos pelo algoritmo circular de Gabor;
- Segmentação das palpebras por RANSAC;
- Por final a pupila e as bordas foram detectadas pelo operador íntegro-diferencial (Daugman)

Avaliação da segmentação da pupila

- A função para cálculo do *error* utilizada é:

$$Err = \sum_i \sum_j O(i,j) \cdot C(i,j) \Big/ \sum_i \sum_j O(i,j)$$

$$O(i,j) = \begin{cases} 1, & (i,j) \text{ lies in pupil and } I(i,j) \text{ is not noise} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Onde O é o limiar encontrado na operação anterior, e C e a mascara classificada manualmente

- Compara o *error* com constante T_{Err};
- Classifica em dois tipos:
  - AS-Iris : Error menor que T_{Err};
  - IAS-Iris : Error maior que T_{Err};

Normalização da Iris

Transforma as coordenadas da Imagem X(r,0) e Y(r,0) segundo a classificação com as formulas abaixo:

- **Rubber sheet para normalização da AS-Iris**

$$x(r,\theta) = (1-r)x_{pupil}(\theta) + rx_{outer}(\theta)$$

$$y(r,\theta) = (1-r)y_{pupil}(\theta) + ry_{outer}(\theta)$$

Coordenadas das pupilas (pupil) e dos limites externos(outer)

- **Rubber sheet simplificado para normalização da IAS-Iris**

Devido ao error desconsidera as coordenadas das pupilas

$$x(r,\theta) = rx_{outer}(\theta)$$

$$y(r,\theta) = ry_{outer}(\theta)$$

Verificando divergencia da textura

- A textura e codificada pelo em um plano 2D pelo filtro multidirecional de Gabor.

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\delta_x\delta_y} exp^{\left(-\frac{1}{2}((x')^2\delta_x^2+(y')^2)\right)} \times exp^{\left(\sqrt{-1}\times 2\times\pi\times w\times x'\right)}$$

Onde x'=xcosθ+ysenθ, y'=-xsenθ+ycosθ na direção de gabor, e σx σy e a variação de altura e largura

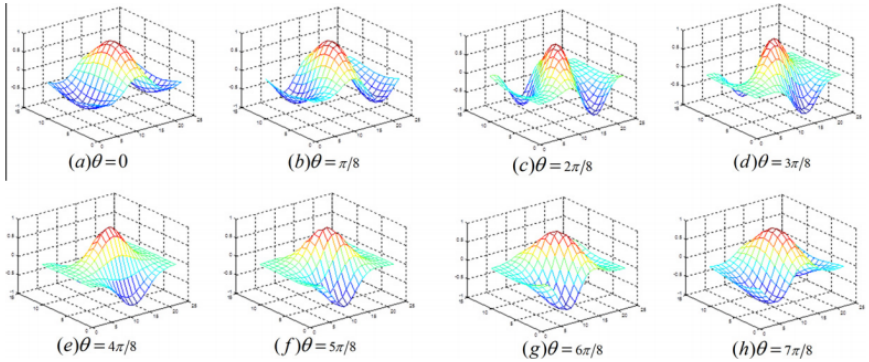

Fig. 1. Gabor filters with $\theta = i\pi/8$, $i = 0,1,2,\ldots,7$.

Verificando divergencia da textura

- Após codificado o resultado e normalizado com a seguinte formula:

$$C_{(Re,Im)}(x,y) = sgn_{(Re,Im)}[I(x,y) * G(x,y)] \qquad sgn(x) = \begin{cases} 1, & x \geqslant 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

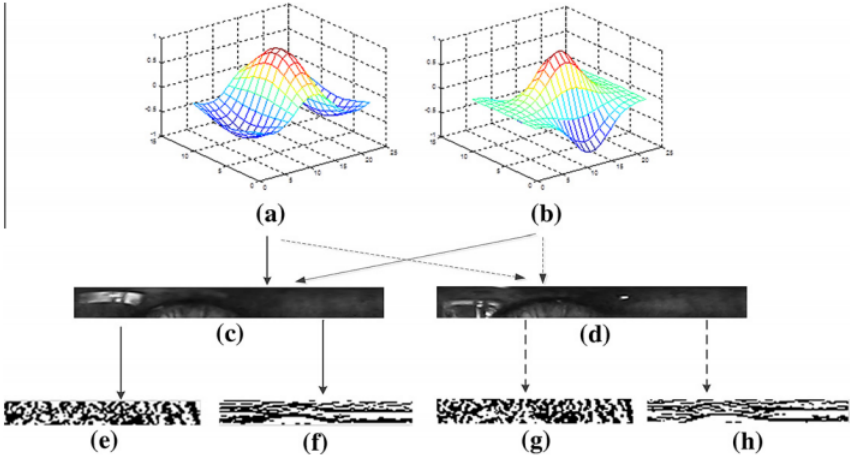

Fig. 2. Examples of Gabor filters with $\theta = 0, \pi/2$ and codes of normalized iris.

Verificando divergência da textura

- Mede a divergencia de cada parte da iris
- Por final é feito um uma verificação da divergencia sobre a seguinte formula:

$$HD = \frac{\|XOR(code_A, code_B) \cap mask_A \cap mask_B\|}{\|mask_A \cap mask_B\|}$$

Onde $code_A$ e $code_B$ são os codigos binarios das iris A e B, e mask A e B suas mascaras de ruidos

Divisão da Iris

- Regiões internas são mais detalhadas que externas;
- Divide a iris em MxN partes;
- A partir da normalização rubber sheet.

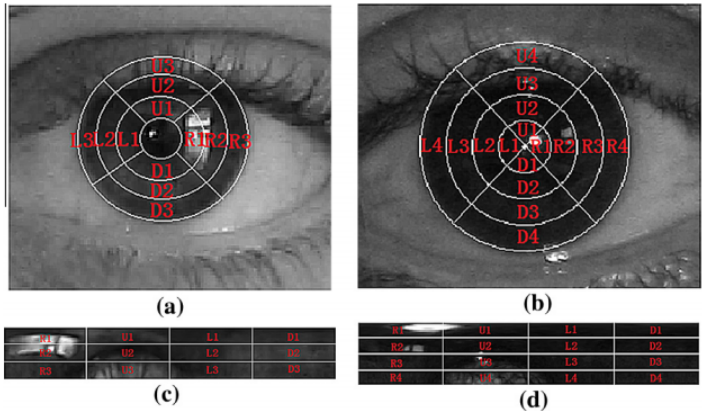

Fig. 3. Examples of iris division. (a) Division of AS-Iris, (b) normalization of (a), (c) division of IAS-Iris, and (d) normalization of (c).

Construção do conjunto de características

- Utiliza o dados caludados pelo formula HD;
- feitos varias orientações diferentes da iris θ =ip/L, i=0, 1,2,...,L1, como demostrado na figura;
- Apos isto computa HD para cada divisão;

$$\text{Let} \quad F_{patch} = \{HD_1^0, HD_1^1, \ldots, HD_1^{L-1}, \ldots, HD_{MN}^0, HD_{MN}^1, \ldots, HD_{MN}^{L-1}\}$$

- Para cada orientação $|F_{patch}|$=MxNxL;
- A caracteristica é F_{WP}= F_{Whole} U F_{patch}
- Onde a caracteristica F_{WP} e composta por (MxN+1)xL HDs.

Aprendizagem por Adaboost

- Seleciona um subconjunto de características
- Conjunto de treinamento rotulado em intra-classe ou inter-classe.
- Retorna a dissimilaridade entre as duas entradas.

Dissimilaridade e decidibilidade

$$\sum_{t=1}^{t=T} \alpha_t h_t(x) \in [-1, 1] \qquad S(x) = 0.5 * \left(1 - \sum_{t=1}^{t=T} \alpha_t h_t(x)\right) \in [0, 1]$$

$$d' = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2}}}$$

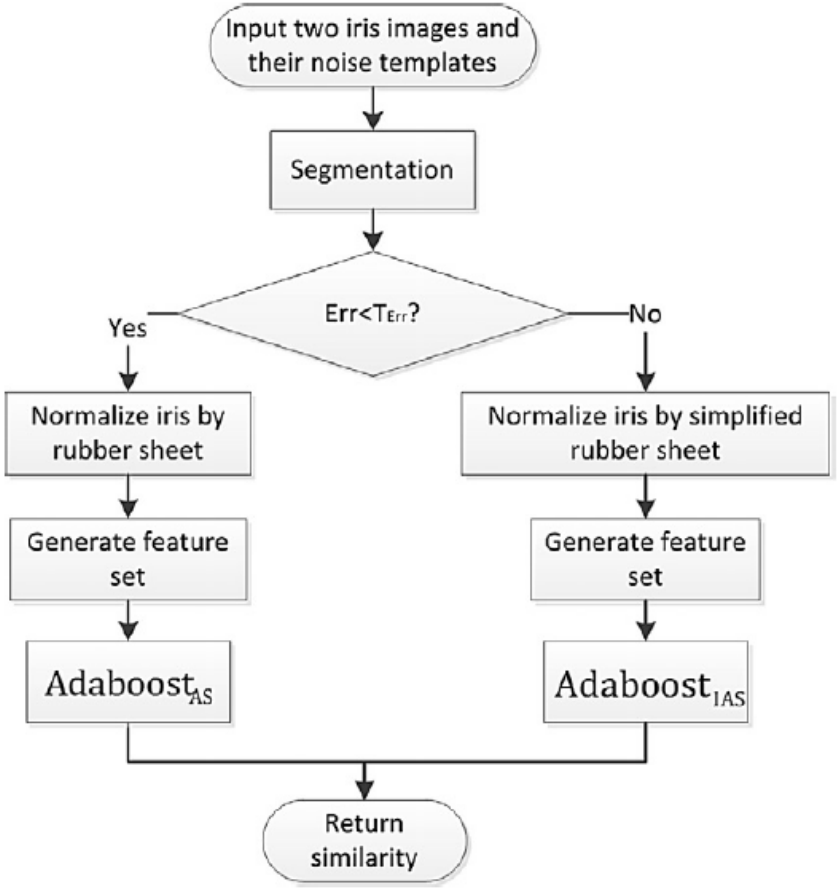

Fig. 4. Flow chart of recognition process of propose method.

Experimentos

- Adaboost$_{AS}$
  - Da base de treino contendo 1000 imagens, foram selecionadas 810, com pupilas bem segmentadas.
  - Rubbersheet com M=3, N=4, L=8.
  - Selecionou-se 2325 pares de intra-classe e 2075 pares de inter-classe para treinamento

- Adaboost$_{IAS}$
  - Utilizaram as mesmas 810 imagens para treino.
  - Mas aplicou rubbersheet com M=4, N=4, L=8.
  - Selecionou a mesma quantidade de pares de intra-classe e inter-classe.

Resultados

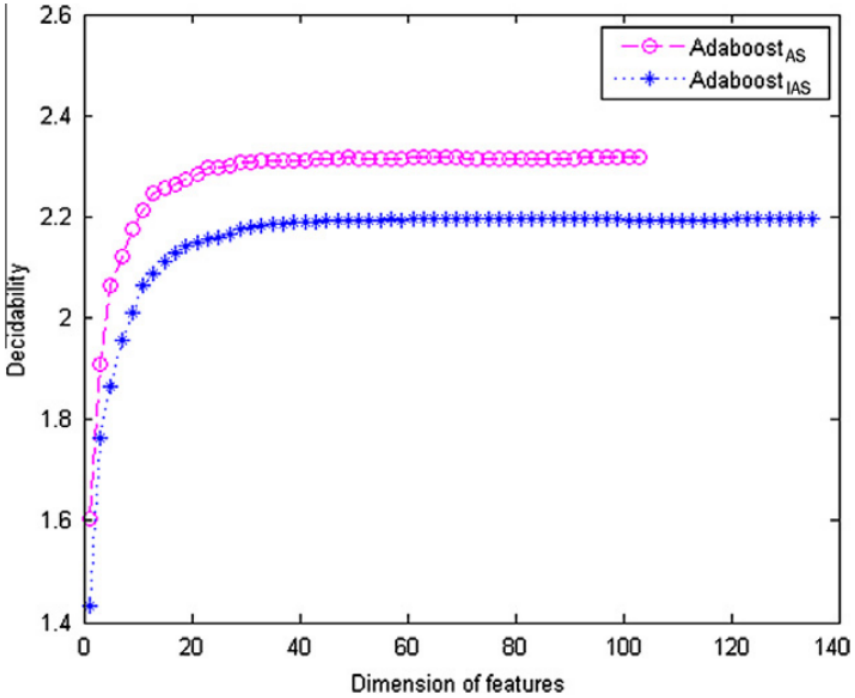

Fig. 5. Decidability curve with an increasing dimension of feature.

Resultados

Table 1
The four most discriminative features selected by $\text{Adaboost}_{\text{AS}}$.

Rank of feature	Region	Orientation of Gabor
1	Whole	$\theta = 0$
2	D2	$\theta = 7\pi/8$
3	D3	$\theta = 0$
4	L3	$\theta = 7\pi/8$

Table 2
The 4 most discriminative features selected by $\text{Adaboost}_{\text{IAS}}$.

Rank of feature	Region	Orientation of Gabor
1	D3	$\theta = 0$
2	Whole	$\theta = 0$
3	D3	$\theta = \pi/4$
4	L4	$\theta = 3\pi/4$

Resultados

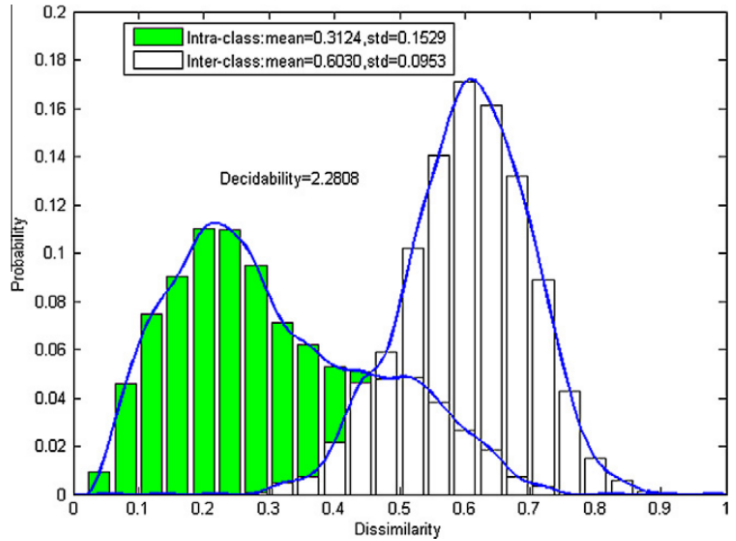

Fig. 6. Distribution of dissimilarity of Adaboost$_{AS}$ on the selected 810 images from NICE:II training database.

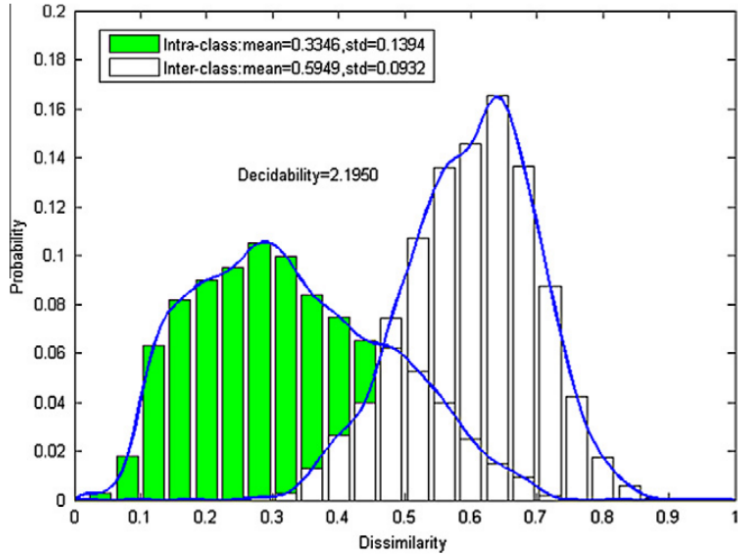

Fig. 7. Distribution of dissimilarity of Adaboost$_{IAS}$ on the selected 810 images from NICE:II training database.

Obrigado!

Dúvidas?

Referências

[1] - Q. Wang, X. Zhang, M. Li et al., Adaboost and multi-orientation 2D Gabor-based noisy iris recognition [J], Pattern Recognition Letters, 33(8), 2012, 978-983