

2차원가보르웨블레트를 리용한 한가지 홍채화상질평가방법

리정환, 원영준

홍채인식은 홍채의 특징을 리용하여 사람들의 신분을 식별하는 생체인증기술이다.

홍채무늬에 기초하여 사람의 신분을 인식하는 홍채식별체계는 사람의 눈화상을 촬영하고 그로부터 홍채의 특징을 추출하여 인식을 진행한다. 그러므로 홍채화상의 질이 좋을수록 홍채인식체계의 성능이 올라간다. 그러나 촬영기로부터 홍채화상을 받아들일 때 초점흐려짐, 움직임흐려짐, 강한 외부빛, 눈까풀과 속눈섭에 의한 홍채의 가려짐 등에 의하여 일반적으로 홍채인식체계의 성능이 떨어진다. 그러므로 홍채인식체계의 성능에 영향을 미치는 인자들에 대한 정보를 정확히 평가하며 질이 대단히 나쁜 화상에 대해서는 식별을 하지 말고 그렇지 않은 화상에 대해서는 홍채인식결과에 화상의 질을 반영하여 식별을 진행하여야 홍채인식체계의 안정성을 담보할수 있다.

선행연구[1]에서는 들어온 눈화상에 대하여 푸리에변환을 진행하고 그것의 고주파성분의 세기를 리용하여 화상의 질을 평가하였다. 이 방법은 들어온 눈화상 그자체의 선명도를 평가함으로써 흐려짐에 관한 정보는 반영하지만 실지 인식에 필요한 홍채무늬의 질을 정확히 평가하지 못하는 결함을 가지고있다.

선행연구[2]에서는 동공, 홍채, 눈까풀이 정확히 검출되었다고 가정하고 그것을 리용하여 홍채식별체계에 영향을 주는 여러가지 인자들 실효로 홍채의 수축성정도, 홍채의 가리워짐정도, 신호 대 잡음의 비 등을 평가하고 종합하여 홍채화상의 질을 평가하였다. 이 방법은 초점흐려짐이나 움직임흐려짐에 의한 홍채정보의 분실정도에 대해서는 반영하지 못하는 결함이 있다.

론문에서는 2차원가보르웨블레트변환을 리용하여 인식에 필요한 홍채영역에서 무늬의 선명도를 평가하고 여기에 홍채인식체계에 영향을 주는 몇가지 홍채영역의 정보들을 결합한 한가지 안정한 홍채화상의 질평가방법에 대하여 논의한다.

먼저 홍채화상에서 도그만(Daugman)의 방법을 리용하여 홍채의 중심과 반경, 동공의 중심과 반경, 웃눈까풀 및 아래눈까풀의 중심과 반경을 결정하고 홍채영역을 512×64 크기의 화상으로 정규화한다.

다음으로 홍채영역에서 속눈섭을 검출하여 제거하고 턱값방법으로 홍채안의 반사영역을 검출하여 제거한다.

512×64 화상에서 64×8 개의 고정된 점에 대하여 홍채무늬의 고주파정보를 반영하는 2개의 주파수와 8개 방향에 대하여 2차원가보르웨블레트결수를 계산한다.

점 (x_0, y_0) 에서 가보르결수계산공식은 다음과 같다.

$$\text{coef}_{\theta, f}(x_0, y_0) = \int I(x, y) G_{\theta, f}(x_0 - x, y_0 - y) dx dy$$

여기서 가보르핵함수는

$$G_{\theta, f}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp(-(x^2 + y^2)/(2\sigma^2)) \cdot (\exp(i(x \cos \theta + y \sin \theta)f) - \exp(-f^2 \sigma^2 / 2))$$

이며 (x, y) 는 화상에서 점의 자리표, θ 는 가보르핵함수의 방향, f 는 주파수, σ 는 분산이다. σ 와 f 사이에는 $W_i = \sqrt{2}\sigma \approx \sqrt{2}\pi/f$ 의 관계가 성립된다. W_i 는 가보르핵함수의 창문크기이다.

이 공식을 리용하여 화상위의 64×8 개의 고정된 점에 대하여 홍채무늬를 반영하는 고주파에 해당하는 2개의 주파수와 8개 방향에 대한 2차원가보르웨블레트결수를 계산하면 16개의 복소수 $\text{Re}_1 + i\text{Im}_1, \text{Re}_2 + i\text{Im}_2, \dots, \text{Re}_{16} + i\text{Im}_{16}$ 이 나온다.

다음 매 복소수에 대하여 절대값을 계산하고 매개 주파수의 8개 방향에 대한 가보르웨블레트결수들의 평균값을 계산한다.

$$c_1 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 (\text{Re}_i^2 + \text{Im}_i^2)^{1/2}, \quad c_2 = \frac{1}{8} \sum_{i=9}^{16} (\text{Re}_i^2 + \text{Im}_i^2)^{1/2}$$

계산된 값 c_1, c_2 는 홍채영역의 해당한 점에서 그 주파수성분이 얼마만큼 들어있는가를 나타내는 량으로 볼수 있다.

$c = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_{1024}\}$ 와 같은 특징벡토르를 생각하자. 여기서 $c_{(i-1) \cdot 2+1}, c_{(i-1) \cdot 2+2}$ 는 i 번째 점에서 우와 같이 계산된 값이다. 계산된 벡토르 c 는 홍채영역에 들어있는 고주파 성분 즉 홍채무늬가 얼마나 선명한가를 특징짓는 벡토르이다.

다음 수동적으로 선정한 선명한 홍채화상 2 000장과 흐려짐이 있는 홍채화상 2 000장에 대하여 우에서 서술한 특징벡토르를 계산한다.

다음으로 선명한 홍채화상에서의 특징벡토르들의 평균 $a_1 = \{a_1^1, a_1^2, \dots, a_1^{1024}\}$ 와 분산 $v_1 = \{v_1^1, v_1^2, \dots, v_1^{1024}\}$ 를 계산하고 흐려짐이 있는 홍채화상에서의 특징벡토르들의 평균 $a_2 = \{a_2^1, a_2^2, \dots, a_2^{1024}\}$ 와 분산 $v_2 = \{v_2^1, v_2^2, \dots, v_2^{1024}\}$ 를 계산한다. 여기서 분산을 계산할 때 특징벡토르의 매개 성분들은 독립이라고 가정한다.

최종적으로 홍채무늬의 선명정도를 평가하는 식은 다음과 같다.

$$q_{H,i} = \begin{cases} 1, & c_i \geq a_1^i \\ \exp(-(c_i - a_1^i)^2 / (v_1^i)^2), & c_i < a_1^i \end{cases}, \quad q_{L,i} = \begin{cases} 1, & c_i \leq a_2^i \\ \exp(-(c_i - a_2^i)^2 / (v_2^i)^2), & c_i > a_2^i \end{cases}$$

$$Q_f = \left[\left(\sum_{i=1}^{1024} (q_{H,i} + (1 - q_{L,i})) \right) \right] / 1024 \times 100$$

다음으로 웃눈까풀, 아래눈까풀, 속눈썹 등에 의하여 홍채영역이 가리워진 정도는 다음과 같이 계산된다.

$$Q_o = \left[\iint_D dx dy / (\pi R_f^2) \times 100 \right]$$

여기서 D 는 실지 입력된 홍채화상의 대조에 필요한 영역으로서 다음과 같이 표시된다.

$$D = \left\{ (x, y) \left| \begin{array}{l} d((x, y), (cx_l, cy_l)) \leq R_l^2, \quad d((x, y), (cx_p, cy_p)) \leq R_p^2 \\ d((x, y), (cx_u, cy_u)) \leq R_u^2, \quad d((x, y), (cx_b, cy_b)) \leq R_b^2 \end{array} \right. \right\}$$

여기서 d 는 두점사이의 유클리드거리, (cx_l, cy_l) 는 홍채의 중심, R_l 는 홍채의 반경, (cx_p, cy_p) 는 동공의 중심, R_p 는 동공의 반경, $(cx_u, cy_u), (cx_b, cy_b)$ 는 각각 웃눈까풀 및 아래눈까

풀의 중심, R_u , R_b 는 웃눈까풀 및 아래눈까풀의 반경이다.

또한 동공의 시선에 의한 홍채의 이지러짐정도를 반영하는 특징은 다음과 같이 계산한다.

$$Q_a = \left| \left(\arctan \left(\frac{cy_u - cy_l}{cx_u - cx_l} \right) + \arctan \left(\frac{cy_b - cy_l}{cx_b - cx_l} \right) + \pi \right) / \pi \cdot 50 \right|$$

우에서 계산된 홍채무늬의 선명도지표 Q_f 와 홍채령역의 가리워짐정도를 나타내는 량 Q_o 와 눈의 시선에 관한 정보를 반영하는 량 Q_a 를 결합하여 다음과 같이 최종적으로 홍채의 질을 평가한다.

$$Q = \min(Q_f, Q_o, Q_a)$$

이렇게 평가된 홍채령역의 질을 리용하여 CASIA자료기지에서 홍채식별체계의 성능을 등오유틸로 평가한 결과는 표와 같다. 여기서 리용한 홍채검출과 특징량추출, 대조방법은 Daugman의 방법을 리용하였다.

표. CASIA자료기지에서 홍채식별체계의 성능을 등오유틸로 평가한 결과

자료기지	방법 [1]	방법 [2]	제기한 방법
CASIA2	0.135% ($Q \geq 60$)	0.121% ($Q \geq 60$)	0.097% ($Q \geq 50$)
	0.082% ($Q \geq 80$)	0.073% ($Q \geq 75$)	0.034% ($Q \geq 75$)
CASIA3	0.103% ($Q \geq 60$)	0.089% ($Q \geq 60$)	0.049% ($Q \geq 50$)
	0.083% ($Q \geq 80$)	0.067% ($Q \geq 75$)	0.024% ($Q \geq 75$)

이상의 실험결과는 선행한 방법보다 논문에서 제기한 방법으로 홍채의 질을 평가한 것이 더 안정하다는것을 보여준다.

참 고 문 헌

[1] Wei Z. et al.; LNCS, 3832, 464, 2005.

[2] U. M. Chaskar et al.; International Journal of Computer Science Issues, 9, 3, 474, 2012.

주체107(2018)년 9월 8일 원고접수

A Method of Iris Quality Assessment using 2D Gabor Wavelet

Ri Jong Hwan, Won Yong Jun

We propose a robust method that assesses the quality of iris region using 2D Gabor wavelet. The experiment shows that this method assesses the quality of iris region robustly.

Key words: iris recognition, quality of iris region