

한가지 안정한 경계검출알고리즘을 리용한 홍채검출방법

리정환, 리철균

우리는 세계적으로 많이 연구되고있는 홍채인식체계의 한 부분인 홍채검출방법에 대하여 연구하였다.

홍채인식은 홍채의 특징을 리용하여 사람들의 신분을 식별하는 생체인증기술이다.

홍채식별은 홍채무늬의 불변성과 독립성으로 하여 다른 생체식별보다 오식별률이 낮으며 이러한 리유로 최근년간 홍채인식에 대한 연구가 심화되고있으며 그 응용분야가 넓어지고있다.

홍채인식체계는 크게 눈화상으로부터 홍채의 검출, 홍채영역에 대한 전처리, 특징추출, 대조부분으로 구성되어있는데 여기서 홍채검출의 안정성과 정확성은 홍채인식체계의 성능을 결정하는 중요한 요소이다.

선행연구[1]에서는 도그만(Daugman)의 방법을 리용한 홍채검출방법을 제기하였으나 이 방법은 연산량이 많고 흐려진 화상에서 홍채를 안정하게 검출하지 못하는 결함을 가지고있다.

선행연구[2]에서는 하프변환을 리용하여 홍채의 경계를 검출하는 방법을, 선행연구[3]에서는 자동턱값결정방법과 형태학적연산에 기초한 동공검출방법과 동공정보를 리용한 도그만의 방법에 기초한 홍채검출방법을 연구하였다. 그러나 이 방법들은 연산속도가 빠른 우점을 가지고있으나 흐려진 화상이거나 안경을 낀 화상, 눈까풀에 의하여 홍채나 동공이 많이 가리워진 화상에 대하여서는 안정하게 검출하지 못하는 결함이 있다.

론문에서는 근적외선홍채화상에 대하여 연산량이 적으면서도 외부빛의 영향에 안정하게 홍채를 검출할수 있는 경계검출알고리즘에 대하여 연구하였다.

1. 홍채영역검출

홍채인식에서 홍채영역검출은 동공경계검출, 홍채경계검출, 우, 아래눈까풀경계검출로 나눈다.

먼저 동공 및 홍채를 검출한다.

I 를 눈화상이라고 하자.

먼저 입력된 눈화상으로부터 다음의 경계검출연산자를 리용하여 동공을 검출한다.

$$\max_{r, x_0, y_0} \left(\oint_{\Gamma} T \langle \text{grad}(I(x, y), n) \rangle ds \cdot T \left(160 - \iint_D I(x, y) dx dy / (\pi r)^2 \right) \right)$$

여기서 $T: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$, $T(x) = \begin{cases} x, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$ 이고 Γ 는 (x_0, y_0) 을 중심으로 하고 r 를 반경으로 하는 원둘레, n 은 단위벡토리며 $D = \{(x, y) | (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \leq r^2\}$ 이다.

우의 연산을 진행하여 화상에서 동공의 중심 $(x_{\text{pupil}}, y_{\text{pupil}})$ 과 반경 r_{pupil} 을 결정한다.
 다음으로 동공의 중심근방에서 홍채의 경계를 검출한다.
 홍채경계검출에 리용하는 연산자는 다음과 같다.

$$\max_{r, x_0, y_0} \frac{\left(\oint_{\Gamma_1} (T \langle \text{grad}(I(x, y), n) \rangle + |n^T H n|) \cdot w_1 ds \cdot \oint_{\Gamma_2} (T \langle \text{grad}(I(x, y), n) \rangle + |n^T H n|) \cdot w_2 ds \right)}{1 + d((x_0, y_0), (x_{\text{pupil}}, y_{\text{pupil}}))}$$

여기서 w_1, w_2 는 무게함수, n 은 단위벡토르이고 $H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial y \partial x} & \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial y^2} \end{pmatrix}$ 이다. 그리고

$d((x_1, y_1), (x_2, y_2))$ 는 두 점 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 사이거리이고 Γ_1, Γ_2 는 각각 (x_0, y_0) 을 중심으로 하고 r 를 반경으로 하는 중심각이 180° 인 왼쪽, 오른쪽 반원둘레이다.

우의 연산을 진행하여 눈화상에서 홍채의 중심 $(x_{\text{iris}}, y_{\text{iris}})$ 와 반경 R_{iris} 를 결정한다.

다음으로 우, 아래눈까풀경계를 검출한다.

눈까풀을 검출하는데 리용하는 연산자는 $\max_{r, x_0, y_0} \left(\oint_{\Gamma} T(|n^T H n|) ds \right)$ 와 같다. 여기서

$$\Gamma = \left\{ (x, y) \left| \begin{array}{l} x = x_0 + r \cos \alpha \\ y = y_0 + r \sin \alpha \end{array} \right., \alpha \in \left[-\arcsin\left(\frac{R_{\text{iris}}}{r}\right) + \frac{\pi}{2}, \arcsin\left(\frac{R_{\text{iris}}}{r}\right) + \frac{\pi}{2} \right] \right\}$$

이다. 이 연산을 진행하여 웃눈까풀의 중심 $(x_{\text{up}}, y_{\text{up}})$ 과 반경 R_{up} 을 구한다.

마찬가지로 $\Gamma = \left\{ (x, y) \left| \begin{array}{l} x = x_0 + r \cos \alpha \\ y = y_0 + r \sin \alpha \end{array} \right., \alpha \in \left[-\arcsin\left(\frac{R_{\text{iris}}}{r}\right) + \frac{3\pi}{2}, \arcsin\left(\frac{R_{\text{iris}}}{r}\right) + \frac{3\pi}{2} \right] \right\}$ 인

경우에 우의 연산을 진행하여 아래눈까풀의 중심 $(x_{\text{down}}, y_{\text{down}})$ 과 반경 R_{down} 을 구한다.

2. 홍채영역검출알고리즘의 구체적인 실현과 실험결과

검출알고리즘의 구성특성상 먼저 동공을 검출하고 그것에 기초하여 홍채 및 눈까풀을 검출하므로 동공을 빠르고 정확하게 검출하여야 한다. 동공검출에서 실시간성을 보장하기 위하여 동공부분이 어둡고 원모양을 가진다는 성질을 리용한다.

먼저 화상의 점 (x_0, y_0) 에 반경 r 인 동공이 있는가를 다음과 같이 판정한다.

그림과 같이 점 (x_0, y_0) 을 중심으로 하는 한변의 길이가 $\sqrt{2}r$ 인 정4각형과 반경이 r 인 원둘레를 따라 한변의 길이가 $r/\sqrt{2}$ 인 8개의 정4각형을 생각한다.

가운데의 4각형의 평균밝기값이 주변의 8개의 정4각형에서의 평균밝기값보다 작은 개수를 세고 그것이 5

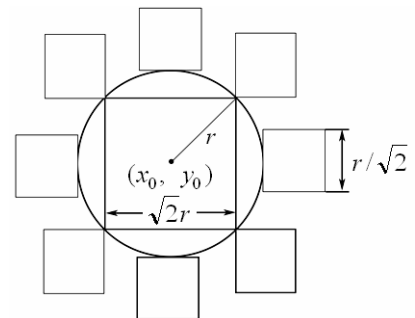


그림. 동공검출모형

보다 작으면 이때 이 점 (x_0, y_0) 에는 반경이 r 인 동공은 존재하지 않는다고 판정한다.

이렇게 5보다 큰 후보 (x_0, y_0, r) 들에 대하여서만 위에서 제기한 동공검출연산을 진행하여 동공검출의 실시간성과 안정성을 보장하였다.

다음으로 홍채의 중심은 검출된 동공의 주변에 있고 반경은 동공반경의 1.2~10배의 범위내에 있다고 보고 홍채를 검출한 다음 그에 기초하여 우, 아래눈꺼풀을 검출한다.

론문에서 제기한 방법으로 홍채를 검출한 결과와 홍채인식결과는 표 1, 2와 같다.

표 1. 640pixel×480pixel 크기의 눈화상에서 평균검출시간

자료기지	방법[1]	방법[3]	제기한 방법
Casia2	323ms	30ms	25ms

표 2. 대조실험결과

자료기지	방법[1]	방법[3]	제기한 방법
Casia2(EER)	0.135%	1.346%	0.017%
Casia3(EER)	0.083%	0.964%	0.005%

특징량과 대조방법은 선행연구[1]에서 제기한 방법을 리용하였다.

표 1, 2에서 보는바와 같이 론문에서 제기한 방법은 홍채검출시간이 상대적으로 빠르고 안정하다.

참 고 문 헌

- [1] P. Verma et al.; International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2, 6, 177, 2012.
- [2] L. Ma et al.; Proc. Fifth Asian Conf. Computer Vision, 1, 279, 2002.
- [3] A. E. Yahya et al.; Information Technology Journal, 7, 6, 924, 2008.

주체107(2018)년 3월 10일 원고접수

A Method of Iris Localization using a Robust Boundary Detection Algorithm

Ri Jong Hwan, Ri Chol Gyun

We propose a detection method of boundaries of pupil, iris and eyelids using a robust boundary detection algorithm. The experiment shows that this method is fast and robust.

Key words: pattern recognition, iris recognition, edge detection