

자세에 강인한 홍채 영역 추출

The Robust Iris Extraction for various pose

김수린, 김재민, 조성원, 김대환

홍익대학교 전자전기공학부 지능정보처리 연구실

Soolin Kim, Jaemin Kim, Seongwon Cho, Daehwan Kim

Dept. of Electronic and Electric Engineering, AI Lab

Hongik University

E-mail : soolinkim@gmail.com

요 약

본 논문에서는 홍채 인식을 할 때 여러 가지 자세 변화에 민감한 홍채 패턴을 일정한 기준에 따라 항상 고정된 형태로 추출하기 위해 눈꺼풀의 윤곽을 검출하여 눈의 모양을 바로잡는 방법을 소개한다. 이와 더불어 효과적인 홍채 영역 검출을 위한 정확한 동공의 경계 측정과 공막 경계 측정을 위한 새로운 방법을 제시한다. Template Matching과 Mean Shape을 이용하여 여러 가지 다양한 눈의 형태와 눈썹의 영향 때문에 판단이 까다로운 눈꺼풀의 경계를 검출하였다. 동공 경계의 자세한 검출은 Hough Transform을 이용하였고 공막의 경계는 최소 자승법을 이용하였다.

I. 서론

최근 정보화 시대에 발맞추어 보안에 관한 중요성이 증가하고 있다. 따라서 지문, 장문, 서명, 홍채 인식과 같은 생체 인식시스템에 대한 관심이 급증하고 있고, 그중에서 가장 신뢰성과 보안성에서 뛰어난 홍채 인식에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.[1],[2]

이전의 홍채 인식 시스템들은 양질의 입력 영상을 필요로 하는 동시에 눈의 회전 이동 결과에 민감하게 반응한다는 단점을 가지고 있다. 홍채 인식의 기초는 Daugman과 Wildes등에 의해 세워졌는데[3], [4], 이 두 시스템 역시 성공적인 인식을 위해서는 좋은 화질의 영상을 얻어야하기 때문에 이를 위해서 정교한 영상을 획득할 수 있는 시스템을 필요로 한다. 하지만, 이러한 조건들은 실제적인 시스템의 응용을 위해서는 극복되어

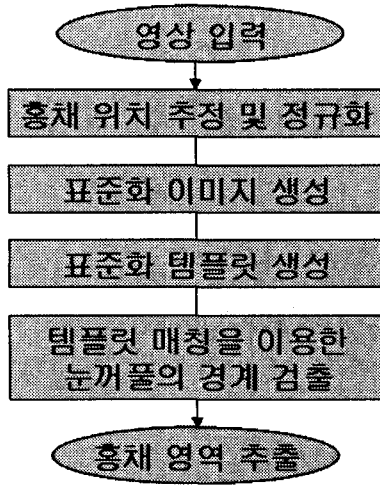
야할 과제이다.

일반적으로, 홍채 인식 시스템은 다음의 네 가지 단계 Image acquisition, Preprocessing, Feature extraction, Verification을 가지고 있다. 본 논문에서는 눈의 회전에 강인한 새로운 Preprocessing 방법에 관하여 제시한다.

눈의 양끝 점을 검출하여 회전된 눈을 보정하여 어떠한 자세에서 입력된 홍채 영상도 똑바른 자세에서 입력된 홍채 영상과 같은 홍채 패턴을 얻을 수 있도록 하여 눈이 회전되면 특징이 달라지는 기존의 시스템을 보완하였다.

정확한 눈꺼풀의 경계 검출을 통해 보다 많은 홍채 영역을 확보하고 원형 이미지를 그대로 사용함으로써 기존의 임의의 홍채 영역 결정과 평활화 과정으로 인한 홍채 특징 패턴의 왜곡도 줄일 수 있게 되었다.

II. 제안하는 홍채 영역 추출 방법



2.1 홍채 위치 추정

눈의 양끝점 및 눈꺼풀의 정확한 경계를 검출하기 위해서는 입력되는 영상에서 눈의 위치가 일정한 지점에 오도록 조정하는 것이 필요하다. 그렇게 하지 않으면 Template Matching을 할 때에 Search 영역이 커지면서 연산량도 많아지고 결과의 정확도도 떨어지기 때문이다. 이 논문에서는 눈의 위치 고정을 위해 동공의 중심을 기준점으로 잡았다. 입력된 영상에서 동공의 중심을 측정한 후 중심을 일정한 위치에 두게 함으로써 영상을 전체적으로 이동시키는 방법을 사용하였다. 동공의 중심은 그림 1과 같이 Gaussian Mixture Model을 이용하여 영역을 분리하여 Search 영역을 결정한 후 Sobel Mask를 이용하여 edge성분만 남긴 후 아래 식 Circular Hough Transform을 이용하여 동공의 위치를 측정한다.

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 - r^2 < threshold$$

(x_c, y_c) : 중심 r : 반지름 $threshold$: 임계값

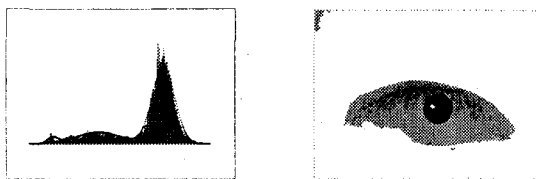


그림 1 Gaussian Mixture Model을 이용한 영역 분할



그림 2 Hough Transform을 이용하여 동공 찾기

동공의 위치 측정과 함께 동공의 중심을 알게 되면 영상에서 동공의 중심을 고정된 점에 맞추어 이미지를 옮긴다.

2.2 표준화 영상 및 표준화 템플릿

위치를 정규화한 이미지에서 조명과 속눈썹의 영향을 줄이기 위해서 illumination normalization을 해준다. 그런 후 특징점들을 찾아 표준화 영상(Mean Shape)을 만들어 준다. 표준화 영상을 만들 때 사용된 영상들에서 특징점들을 중심으로 일정 영역을 추출하여 표준화된 Template를 만들어 준다. 표준화 영상은 원 영상에서 추출할 경우 눈썹이나 눈꼬리 모양등 영향을 받는 요소들이 많아지기 때문에 이런 노이즈 요소들을 줄이기 위해 Down Sampling한 영상을 이용하였다. Down Sampling한 영상을 분석한 결과 눈의 형태가 크게 두 종류로 분류되는 점을 감안하여 두 가지 표준화 영상을 만들어 Template Matching에 이용하였다..

2.3 눈 양끝점 및 눈꺼풀 경계 검출

템플릿 매칭(Template Matching)은 찾고자 하는 영역의 평균적인 형판(Template)을 만들어 이 형판과 입력 영상과의 상관관계(Correlation)를 이용한 정합(Matching)을 사용하는 방식이다. 그러나 이것은 눈의 크기나 회전에 영향을 받지 않는 방법이 요구된다. 이를 해결하고 눈의 양끝점과 눈꺼풀의 정확한 경계 검출을 위해서 feature에 대한 변형 가능한 Deformable Template Matching을 이용하였다. 이 변형 가능한 template를 구성하는 요소는 scale과 위치 그리고 회전 각도이다. 사람의 눈은 일반적으로 평균의 눈이 약간 변형된 형태를 가지고 있어서 좌우 폭과 위아래 높이를 동시에 조절하면 가장 비슷한 형태를 찾을 수 있다. 유사도는 Template와 입력된 영상과의 상관관계(C)를 다음 식을 사용하여 계산한다.[5]

$$C(x, y) = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (T(i, j) - \mu_T)(I(x+i, y+j) - \mu_I)}{M \cdot N \cdot \sigma_T \cdot \sigma_I}$$

$T(i, j)$: M*N Template Window

$I(x, y)$: 실제 입력 영상

μ_T, μ_I : Template와 영상의 평균

σ_T, σ_I : Template과 영상의 분산

위 식을 이용하여 입력된 영상과 template를 직접 비교하여 correlation 결과 가장 큰 값을 가지는 눈의 형태를 찾아가는 것이다.

Mean Shape의 크기요소를 조정해 주면 표준 눈에서 크기가 커지기도 작아지기도 하며 길이가 긴 눈과 폭이 좁은 눈 등 다양한 형태의 눈을 만들 수 있고 이런 다양한 크기의 눈을 가로방향과 세로방향으로 위치를 이동시켜 주면서 입력된 영상의 눈과 근사한 형태를 찾고 또 그와 더불어 각도를 조절해주면 회전된 눈의 경계도 찾을 수 있다.[6][7] 템플릿 매칭을 이용하여 눈꺼풀의 경계를 찾은 결과는 그림 3과 같다.

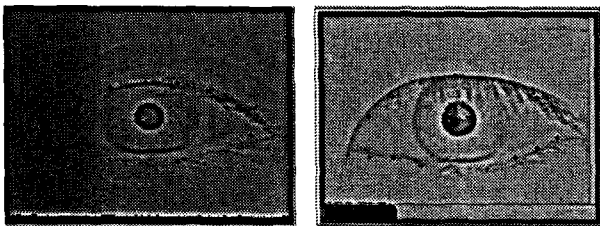


그림 3 Deformable Template Matching을 이용한 눈꺼풀 경계 찾기

2.4 홍채 영역 추출

홍채 인식을 위한 전처리의 마지막 단계로 눈꺼풀 경계와 동공 위치 획득을 바탕으로 홍채 영역을 검출한다. 홍채 영역을 추출할 때에 동공의 경계부분부터 공막 경계부분만 추출하고 위, 아래 경계는 눈꺼풀의 경계로 정한다. 본 논문에서 공막의 경계 검출을 위해 가장 많이 쓰이는 방법인 원형 검출 기법을 이용한 최소 자승법을 사용하였다. 홍채 외부 경계 검출 영역을 좌측과 우측의 일정 각도로 좁히고 각각의 영역 안에서 에너지를 크기 순으로 정렬하여 중간 에너지들의 합이 가장 작아지는 경계를 검출하는 방법을 이용하였다. 동공의 경계와 공막의 경계는 그림 4와 같이 추출할 수 있다.



그림 4. 동공과 공막의 경계 추출

홍채 영역만 추출한 결과 그림은 아래 그림 5와 같다.

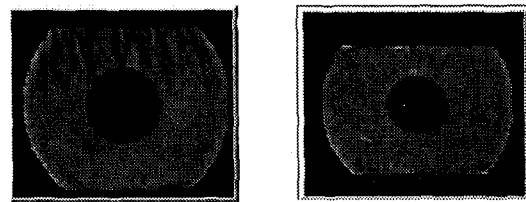


그림 5. 홍채 영역 추출

III. 결론 및 향후과제

제안하는 시스템은 기존의 시스템과 비교해 볼 때 성능을 향상시켰다. 기존의 시스템에서는 눈꺼풀의 경계 검출 과정 없이 동공에서 일정 거리까지 만을 추출하는 방법은 홍채 정보를 많이 잃을 수 있었다. 그리고 대략적인 홍채 영역 추출 후 원형 이미지를 사각형으로 평활화 하여 홍채 패턴의 왜곡을 가져올 수 있었다. 반면 제안하는 시스템에서는 원형 이미지를 특징 추출에 바로 사용함으로써 그런 왜곡을 줄일 수 있고 선명한 특징점들을 사용할 수 있게 되었다. 또 기존의 시스템의 경우 회전과 위치 이동을 특징 추출 단계에서 고려함으로써 연산량이 많았지만 제안하는 시스템에서는 위치이동과 회전을 홍채 추출 단계에서 고려해줌으로써 연산량을 줄이고 시간도 단축할 수 있게 되었다. 앞으로의 연구에서는 눈썹의 영향을 고려한 눈꺼풀의 경계 추출과 눈꺼풀의 특징점 사이의 보다 세밀한 경계 추출이 요구된다.

IV. 참고문헌

- [1] Gray Roethenbaugh : 'The Biometrics Industry', ICSA, Inc. 1999.
- [2] M. Negin, et al., : 'An Iris Biometrics System for Public and Personal use'. IEEE Computer, pp.70-75, Feb. 2000
- [3] J. Daugman : 'High Confidence Visual Recognition of Person by a Test of Statistical

Independence', IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1993. Nov. vol. 15, pp. 1148-1161

[4] R.P. Wildes : 'Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology'. Proceedings of the IEEE, 1997, Sept. vol.85 pp.1348-1363

[5] Robert T. Collins, Alan J. Lipton, Takeo Kanade, Hironobu Fujiyoshi, David Duggins, Yanghai Tsin, David Toliver, Nobuyoshi Enonoto, Osamu Hasegawa, Peter Burt and Lambert Wixson : 'A System for Video Surveillance and Monitoring'. The Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh PA, The Sarnoff Corporation, Princeton, NJ

[6] Yuwen Wu, Hong Lui, Hongbin : 'A new method of detecting human eyelids based on deformable templates', Systems, Man and Cybermetrics, 2004 IEEE International Conference on Volume 1, 10-13 Oct. 2004 pp. 604-609 vol 1.

[7] A. L. Yullie, D. S. Coben and P. W.Hallinan : 'Feature Extraction from Faces using Deformable Templates', Proc. CVPR, pp. 104-109