

눈 검출을 이용한 얼굴인식 알고리즘에 관한 연구

박병준, 김기영*, 김선집

Study on Face recognition algorithm using the eye detection

Byung-Joon Park, Ki-young Kim*, Sun-jib Kim

요약 클라우드 컴퓨팅은 서버의 추가 구축에 대한 비용절감, 데이터 스토리지 확대에 대한 비용 절감, 컴퓨터 자원에 대한 공유, 새로운 기술의 적용에 대한 편의성 등의 장점을 가지고 있다. 그러나 서비스 모델의 다양성으로 인하여 새로운 보안의 우려사항이 높아지고 있어, 이용자가 서비스를 이용 시 안전한 사용자 인증방법이 요구되고 있다. 이에 본 논문에서는 클라우드 보안 영역 접근시 향상된 에이다부스트 알고리즘을 활용한다. 에이다부스트는 20도 이상 기울어진 얼굴을 인식 못 한다는 단점에도 불구하고, 속도와 신뢰성이 높다는 장점 때문에 많이 사용되고 있다. 제안된 방법을 이용하면, 실험결과에서 보듯 20도 이상 기울어진 얼굴도 인식함을 확인하였다. 연구용으로 이용할 수 있는 FEI Face Database를 이용하여 알고리즘 수행 결과 98%의 성공률을 얻었다. 실패한 2%는 안경을 쓴 사진이나 다른 객체로 인하여 인식이 제대로 안된 경우이다.

Abstract Cloud computing has emerged with promise to decrease the cost of server additional cost and expanding the data storage and ease for computer resource sharing and apply the new technologies. However, Cloud computing also raises many new security concerns due to the new structure of the cloud service models. Therefore, the secure user authentication is required when the user is using cloud computing. This paper, we propose the enhanced AdaBoost algorithm for access cloud security zone. The AdaBoost algorithm despite the disadvantage of not detect a face inclined at least 20, is widely used because of speed and responsibility. In the experimental results confirm that a face inclined at least 20 degrees tilted face was recognized. Using the FEI Face Database that can be used in research to obtain a result of 98% success rate of the algorithm perform. The 2% failed rate is due to eye detection error which is the people wearing glasses in the picture.

Key Words : Face cognition, Eye Detection, Haar Feature, Rotation Transform, Image Processing

1. 서론

클라우드(Cloud) 컴퓨팅은 IT자원을 사용자의 단말기에 직접 설치하지 않고 ‘원격으로 빌려 사용하는’ 새로운 형태의 컴퓨팅 패러다임이다.

기존 IT 환경은 컴퓨터의 자원이 중앙 집중적으로 회사의 자산으로 구매되어 구축함에 따라 돈, 시간, 노력이 집중되는 형태였으나 산업의 변화와 IT를 기반으로 다양한 산업의 융·복합이 가

능해짐에 따라, 클라우드 컴퓨팅은 서버의 추가 구축 및 데이터 스토리지 확대의 비용 절감, 컴퓨터 자원에 대한 공유, 새로운 기술의 적용의 편의성 등의 장점을 보유하고 있어 그 활용도가 증가되고 있다.

클라우드 컴퓨팅의 인증 기술에는 사용자가 사이트와 서비스를 통합 인증하는 SSO 형태의 인증 기술이 많이 연구되고 있고, 이를 위해 대부분의 클라

*Corresponding Author : Department of Computer Software, Seoil University (ganet89@seoil.ac.kr)

Received November 29, 2015

Revised December 7, 2015

Accepted December 15, 2012

우드 컴퓨팅 환경에서는 패스워드와 OTP를 활용한 2 Factor 인증을 수행하고 있다. 그러나 이러한 인증은 복잡한 패스워드에 대한 사용자의 인지 부족에 대한 서비스 지연, 보안 서비스를 클라우드 서비스의 형태로 제공하는 SecaaS(Security as a Service)에서 접근통제 관리의 인지 부분에 있어 사용자와 서비스의 분리된 인증을 제공하지 못한다.

이에 본 논문에서는 2 Level 인증을 통해 1단계에서 기존의 패스워드와 OTP를 활용하여 사용자 인증을 통해 사용자가 선택한 가상화 환경으로 접근을 허용하고 2단계에서 본 논문에서 제시하는 얼굴인식 알고리즘을 활용하여 서비스 환경으로의 접근을 통제하기 위해 얼굴인식 알고리즘을 제안한다[1].

얼굴 인식은 생체를 인식하는 방식으로 생리적, 행동적 특성을 자동화된 장치를 이용하여 측정함으로써 개인을 식별하는 기술이다. 지문, 얼굴, 눈, 귀 등 생체 인식 시스템들이 시장에 광범위하게 등장하고 있다. 카메라를 이용한 인식은 비 접촉 방식으로 사용자들에게 거부감이 없이 자연스럽게 인식할 수 있어 영상 보안이나 감시 같은 기능에 많이 이용되고 있다. 또한 국내 생체 인식 시장 규모는 한국 인터넷 진흥원에 따르면 2015년 약 5,000억 원 이상으로 보고 있다. 또한 IT나 보안 업체에서 생체 인식 기술을 채택하고 있으며 특히 얼굴인식을 통한 시스템들은 계속 성장하고 있는 추세이다. 공항에서는 출입국 심사에 얼굴인식 시스템을 도입할 것이며 또한 얼굴인식을 통해 나이, 성별 등 여러 가지 데이터를 획득할 수 있다. 본 논문에서는 회전 얼굴의 인식을 하지 못하는 에이다부스트의 단점을 보완하기 위한 눈 검출을 이용한 알고리즘을 소개한다[2, 3].

2장에서는 본 논문에서 제안하는 얼굴인식 알고리즘 설명, 3장에서는 구현 및 실험결과를 제시하며 4장에서는 결론과 향후연구에 대해 기술한다.

2. 알고리즘

실시간 얼굴 인식을 위해 얼굴의 특징을 찾는

기법인 Haar-like Feature는 사각형 영역에서 픽셀 값의 평균의 차에 의한 임 계치를 구분하여 특징을 판단하는 기법으로 연산과정이 빠른 얼굴 인식에 많이 이용되고 있다. Haar Feature는 기본적으로 영상에서의 영역과 영역의 밝기 차를 이용해 다양한 형태의 Elementary Feature를 조합하여 객체의 특징을 추출하는 방법이다[4].

각 Elementary Feature에 그레이 레벨에 따라 흰색에 해당하는 영상 픽셀들의 레벨 값에서 검은색 부분의 픽셀 레벨 밝기의 합을 뺀 차로 계산된다. Feature를 이용한 대상의 식별은 계산된 영역의 밝기 차이가 Feature에 부여된 임계 값(Threshold)보다 큰지 작은지 여부를 여러 개의 Feature를 조합하여 비교한다. Feature가 f_1, f_2, \dots, f_n 으로 여러 개 있을 때 일정 조건을 만족하면(예 : $f_1 < t_1, f_2 < t_2, f_3 > t_3, \dots, f_n < t_n$) 대상 객체이고 그렇지 않을 경우 원하는 객체가 아니라고 판단하는 이진 분류 의사 결정 트리노드를 생성한다.

각 노드는 얼굴인지 감지하고 각 경로는 최종 결정의 결과를 나타내며 얼굴인지 아닌지를 표현하여. 모든 계산 후 통과한 영상을 얼굴로 인식한다.

Haar feature는 물체의 기하학적 정보를 유지하며 원하는 영역(ROI) 단위의 그레이 레벨의 차를 이용하기 때문에 물체의 형태변화 및 위치변화를 어느 정도 커버할 수 있다. 하지만 영상의 Contrast 변화, 광원의 방향 변화에 따른 영상 밝기 변화에 영향을 받으며 객체가 20도 이상 회전된 경우 인식이 힘든 문제점이 있다.

얼굴 인식은 크게 세 단계로 첫째는 눈 영역을 추출하고, 둘째는 추출된 두 눈의 기울기를 이용하여 얼굴 보정 한 후 세 번째로 각도가 보정된 이미지에서 얼굴을 인식한다.

본 논문에서는 HAAR 방식은 20도 이상의 기울기의 영상을 인식할 수 없기에 기울어진 각도와 무관한 얼굴영상을 인식하기 위하여 눈의 기울기를 정상적으로 회전한다.

특징은 각도의 특징을 10도씩 들어가며 얼굴의 기울었을 때의 특징도 같이 의사 결정 트리노드에 적용하였다[5].

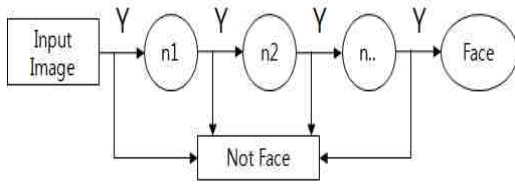


그림 1 의사결정 노드
Fig. 1. The Decision Node

단일 분류로는 원하는 객체를 찾을 수 없기에 여러 단계씩 거치며 보다 복잡하면서도 강력하게 분류하며 [그림 1]과 같이 최종 결정을 내린다.

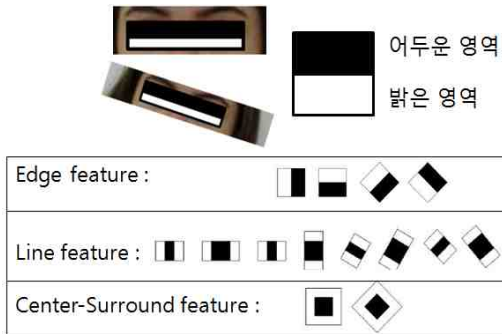


그림 2 눈 검출 특징 템플릿
Fig. 2. Eye Detection Feature Templates

(식 1)과 같이 반복단계에서 새로운 분류가 학습되고 누적된다. 영상에서 눈과 비율이 비슷한 후보 영역을 찾고 영역 안에서 눈의 영상을 이용한 일정 영역만으로 학습한 정보를 만들어 분류기를 통해 눈 영역을 검출한다.



그림 3. Haar 에 의한 얼굴 인식
Fig. 3. Face Detection with Haar

$$Feature = Sign(c_1f_1 + c_2f_2 + c_3f_3 \cdots c_nf_n) \quad (1)$$

하나의 이미지에 여러 개의 눈 후보영역이 있을 수 있으며 실제 눈 영역만 추출하기 위해 두

가지 방식을 이용한다[6].

첫 번째 방식은 후보 눈 객체를 (식 2)와 같이 검사를 한다.

$$EYE_{object} = L_{eye} - R_{eye} = \frac{(L_{eye} \cap R_{eye}^c) + (L_{eye}^c \cap R_{eye})}{L_{object} \cap R_{object}}$$

$$EYE(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{L_y - R_y}{L_x - R_x} \right)$$

$$EYE_{statistics} = (L_{gray} - R_{gray}) + (L_{\sigma} - R_{\sigma}) \quad (2)$$

EYE_{object} 는 두 개의 눈 영역의 면적이 유사하다는 것으로 두 영역 사이의 면적의 유사성 측정이고 $EYE(x, y)$ 는 눈 영역 픽셀의 유사성 측정이다. $EYE_{statistics}$ 는 눈 영역이 다른 영역에 비해 다른 명암 분포를 가지고 있기에 두 영역 사이의 평균 명암도와 표준편차의 값으로 유사성을 측정한다. 찾아낸 눈의 영역은 히스토그램을 이용하여 동공의 중심 위치를 찾아 각도를 구한다[6, 7].



그림 4 히스토그램을 이용한 눈 검출
Fig. 4. Eye detection using a Histogram

히스토그램의 표시된 부분은 빛의 반사 등으로 인하여 히스토그램의 다봉성이 많아 분석하기 어려운 문제가 있다. 이를 해결하기 위하여 256단계의 히스토그램을 4개씩 평균을 내어 64단계의 히스토그램으로 변화 하였으며 갑자기 높거나 낮은 레벨은 필터를 이용하여 [그림 5]와 같이 완화 하였다. 64레벨의 히스토그램은 임계 치와 눈의 검출을 위한 것이다. 검출된 눈은 256레벨의 히스토그램을 이용하여 검증 절차를 거친다.

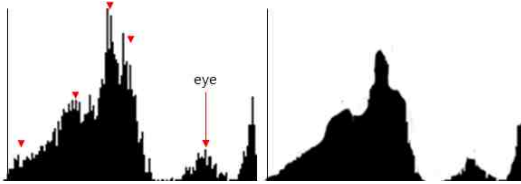


그림 5 256레벨 과 64레벨 히스토그램
Fig. 5. 256Level and 64Level Histogram

눈의 기울기를 이용하여 기울기를 보정하면 모든 각도에서 얼굴검출이 가능하다. 회전 알고리즘은 일반적으로 발생하지 않는 90도 이상의 기울기도 검출을 하기에 이를 제거하여 오 연산률과 연산량을 줄였다[8, 9].

얼굴 인식은 크게 세 단계로 첫째는 눈 영역을 추출하고, 둘째는 추출된 두 눈의 기울기를 이용하여 얼굴을 회전 보정(Rotation Transform) 한다. 얼굴 회전 보정 알고리즘은 회전 각도를 이용해 객체 면적의 중심화소를 중심으로 영상을 회전한다. 회전 보정으로 만들어진 영상을 얼굴 검출에 이용함으로써 회전된 얼굴의 검출이 가능하다[10].

얼굴 눈은 [그림 6]과 같이 쌍으로 구성되어 있어 하나의 눈을 찾은 후 대응되는 다른 하나의 눈을 찾음으로써 추출의 성공률을 높일 수 있다.



그림 6 두 쌍의 눈을 이용한 각도 검출
Fig. 6. Two pairs of Eye and angle detection

3. 실험결과

얼굴 눈은 두 개의 쌍으로 구성되어 있다고 보고 실험을 하였다. 하나의 눈을 찾은 후 대응되는 다른 하나의 눈을 찾음으로써 눈 검출의 성공률을 높일 수 있다.

영상의 회전은 검출된 눈의 기울기를 이용하여 4개의 좌표를 가져온 후 보간법으로 영상을 회전한다. 회전 영상인 $Source(x, y)$ 를 목적영상인

$Destination(x, y)$ 으로 변환은 전체 얼굴 영상의 중점인 $Center(x, y)$ 를 기준으로 회전한다.

$$\begin{aligned} Source(x, y) &= \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \\ Destination(x, y) &+ Center(x, y) \end{aligned} \quad (3)$$



그림 7 회전 검출 이미지
Fig. 7. Image rotation detection

[그림 7]의 회전 영상에서 인식되지 못한 얼굴은 안경에 의해서 오른쪽 눈이 가리어 검출되지 않아 정상적으로 인식하지 못한 영상이다[11].

얼굴 인식에 사용된 얼굴 영상은 연구용으로 이용할 수 있는 FEI Face Database를 이용하였다. FEI Face Database의 100명의 정상 각도와 서로 다른 각도 방향의 얼굴 이미지로 실험을 하였다.

[그림 8]은 검출되지 않은 얼굴 이미지로, 실험 1은 정상적인 얼굴이나 얼굴과 눈의 색의 분리가 되지 않아 생긴 오류이고 실험2에서 검출되지 못한 얼굴은 털이 많아 눈의 검출이 제대로 되지 못한 얼굴과 안경에 의해서 오른쪽 눈이 가리어져 검출되지 못한 얼굴이다.



그림 8 검출 되지 않는 이미지
Fig. 8. Not detection Image

표 1. 얼굴 영상 실험

Table 1. Face imaging experiments

experiments	Input Image	Error	Search Hit Ratio
experiments 1	100	2	98%
experiments 2	20	5	75%

얼굴의 검출 시간은 평균 20ms 로 동영상을 이용한 실시간 처리도 가능하다.

4. 결론

본 논문은 사람의 특징 정보인 눈의 위치와 기울어짐 정보를 이용하여 눈의 영역을 정의하고 영역 내에서 눈이 존재함을 인식하여 얼굴임을 정의 하였다.

눈 이미지 추출 알고리즘은 피부의 색과 히스토그램을 이용함으로 써 민감하지 않으면서도 독립된 영역 기반으로 추출을 하여 배경 영상에 관계없이 사람의 얼굴을 검출할 수 있다.

실험결과 100개의 입력된 얼굴 이미지 중에서 3개의 얼굴을 제외한 97개의 기술기 영상을 자체 보정하여 인식을 하였다.

하지만 얼굴의 색과 털이 많아 눈이 제대로 검출 되지 못한 부분과 안경 등으로 가려진 상태에서는 눈을 제대로 검출하지 못하였다.

향후 눈이나 안경 등 얼굴에 있는 다른 객체의 검출을 통하여 검출을 함으로써 얼굴 검출률의 향상을 기대할 수 있을 것이며 눈이 가려진 상태에서 다른 특징을 이용하여 얼굴 검출이 가능하도록 개선하면 모든 각도와 방향에서 얼굴 검출이 가능할 것이다.

REFERENCES

[1] S. J. Kim, K. Y. Kim, "A Study of Security Risk Analysis for Public IaaS Cloud Certification," *Convergence Security Journal*, Vol. 15, No. 5, pp. 9-15, Sep 2015.

[2] W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips, "Face recognition: A literature survey," *ACM Computing Surveys*, 35(1), pp. 399-459, Dec

2003.

[3] S. H. Koh, "A Software Architecture Life Cycle Model Based on the Program Management Perspective: The Expanded Spiral Model," *Journal of information technology application & management*, Vol. 20, No. 2, pp.69-87, 2013.

[4] P. Viola, M. Jones, "Robust Real-Time Face Detection," *International Journal of Computer Vision*, 57(2), pp.137-154, May 2004.

[5] P. Aishwarya, K. Marcus, "Face recognition using multiple eigenface subspaces". *Journal of Engineering and Technology Research*, 2(8), pp139-143. 2010.

[6] S. Choi, "TV Audience Flow and Channel Dynamics: Analysis of Audience Duplication with Panel Data of 2009 and 2012," *Korean Journal of Broadcasting and Telecommunication Studies*, Vol. 27, No. 5, pp.39-56, 2013.

[7] J. S. Lee, "Face region detection algorithm of natural-image", *Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology*, 7(1), pp55-60, Jan 2014.

[8] J. K Lee, H. Y. Kim, S. K. Lee, G. W Lee, Y. R. Park, K. N. An, C. S. Bae, Y. C. Park, "A Study on Recognition of Both of PCA and LAD Using Types of Vehicle Plate", 6(1), pp6-17, Jan 2013.

[9] S. Hongtao, D. D. Feng, Z. Rong-Chun, "Face Recognition using Multi-feature and Radial Basis Function Network," *Conferences in Research and Practice in Information Technology*, Vol. 22, pp. 51-57, 2003.

[10] J. Suo, J. Wu, T. Zhu, S. Shan. X. Chen. X. Gao, "Design Sparse Features for Age Estimation using Hierarchical Face Model", *Automatic Face & Gesture Recognition, FG '08. 8th IEEE International Conference on*,

pp.1-6, 2008.

[11] P. Viola, M. J. Jones, "Robust Real-Time Face Detection," International Journal of Computer Vision, Vol. 57, No. 2, pp.137-154, May. 2004.

저자약력

박 병 준(Byung-Joon Park)

[정회원]



- 2000년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학부 (공학사)
- 2002년 8월 : 고려대학교 정보기기학과 (공학석사)
- 2010년 2월: 국민대학교 전산학과 (이학박사)
- 2013년 3월~현재 : 서일대학교 컴퓨터소프트웨어과 조교수

<관심분야>

영상처리, 패턴인식, 인공지능

김 기 영(Ki-Young Kim)

[정회원]



- 1996년 2월 : 상지대학교 전자계산학과(이학사)
- 1995년~1997년 2월 : 삼보정보통신기술연구소 연구원
- 1999년 2월 : 송실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
- 2003년 8월 : 송실대학교 컴퓨터학과(공학박사)
- 2004년 3월~현재 : 서일대학교 컴퓨터소프트웨어과 부교수

<관심분야>

모바일 컴퓨팅, 사물인터넷, ITS, 네트워크보안

김 선 집 (Sun-Jib Kim)

[정회원]



- 1999년 2월 강남대학교 전자계산학과 공학사
- 2001년 2월 송실대학교 컴퓨터학과 공학석사
- 2010년 2월 한세대학교 IT학과 공학박사
- 2012년 9월 ~ 현재 : 한세대학교 IT학부 정보통신공학과 조교수

<관심분야>

네트워크, IoT, 정보보안