

현금인출기 보안 시스템을 위한 안면 인식 알고리즘 구현

김세희^{*}, 오희국^{*}, 이원주^{**}
^{*}한양대학교 컴퓨터공학과,
^{**}인하공업전문대학 컴퓨터정보과
e-mail: kaiser38@naver.com,
hkoh@hanyang.ac.kr,
wonjoo2@inhac.ac.kr

A Implementation of Face Recognition Algorithm for Automatic Teller Machine(ATM) Security System

Se-Hoe Kim^{*}, Hee-Kuck Oh^{*}, Won-Joo Lee^{**}
^{*}Dept. of Computer Science & Engineering, Hanyang University,
^{**}Dept. of Computer Science, Inha Technical College

요 약

최근 현금인출기의 설치가 증가하면서 그에 따른 범죄도 증가하는 추세이다. 현금인출기와 관련한 지능형 범죄가 증가하고 있지만 보안 시스템은 CCTV나 감시카메라를 이용하고 있어 취약한 면이 많다. 특히 감시 카메라는 실제 상황을 단순하게 녹화하는 기능만을 제공하기 때문에 모자나 마스크, 선글라스 등으로 안면을 가리고 현금인출기를 이용하면 범죄 사건 발생 후에 범인의 신원을 확인할 수 없는 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 효과적인 현금인출기 보안 시스템을 위한 안면 인식 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 현금인출기의 감시 카메라를 이용하여 사용자의 안면을 인식하고, 그 영상에서 장신구 착용 유무 판별함으로써 정상적인 얼굴과 비정상적인 얼굴을 구별한다. 성능평가에서는 정상적인 얼굴, 선글라스 착용 상태, 마스크 착용 상태, 선글라스와 마스크를 모두 착용한 상태에 대하여 안면 인식률을 비교 평가한다.

키워드 : ATM(Automatic Teller Machine), 안면 인식

1. 서론

최근 현금인출기와 현금카드의 대량 보급으로 은행 이외의 곳에서도 예금을 쉽게 인출 할 수 있다. 따라서 타인의 카드와 비밀번호를 이용하여 현금인출기에서 예금을 인출하는 범죄가 급격히 증가하였다. 현재 이를 해결하기 위해 현금인출기에 감시 카메라를 설치하였지만 단순히 화면을 녹화하는 기능만 있기 때문에 범죄자가 자신의 얼굴이 드러나지 않도록 모자나 마스크, 선글라스 등으로 얼굴을 가리고 현금인출기를 이용하는 경우에는 신원을 식별하기가 어려운 문제점이 발생한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 효과적인 현금인출기 보안 시스템을 위한 안면 인식 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 전처리과정에서 감시 카메라의 입력 영

상을 보정하고, CBCH 알고리즘을 이용하여 안면 영역을 검출한다. 그리고 검출된 안면 영역에서 안면 비율을 이용하여 눈과 입 영역을 분리한 후, 각 영역에 대한 음영 비율을 이용하여 정상적인 사용자와 비정상적인 사용자를 구별한다. 비정상적인 사용자는 모자나 마스크, 선글라스 등과 같은 장신구를 이용하여 안면을 가린 사용자를 의미한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 현재 사용 중인 현금인출기의 보안시스템과 안면 인식 기법에 대하여 설명한다. 3장에서는 제안하는 안면 인식 알고리즘에 대해 자세하게 설명한다. 4장에서는 성능 평가 및 결과를 분석하고, 5장에서 결론 및 향후 추가 연구 방향에 대하여 설명한다.

II. 관련 연구

2.1 현금인출기 보안 시스템

현재 널리 사용되는 현금인출기의 보안 시스템은 감시카메라를 이용한 현장 녹화 방식이다. 현금인출기에 장착된 접근 센서에서 사용자 접근을 감지하면 감시카메라를 동작시켜서 상황을 녹화한다. 이 방식의 문제점은 단순히 현장 상황만을 녹화하기 때문에 사용자가 모자나 마스크, 선글라스 등으로 안면을 가리고 현금인출기를 이용하는 경우에는 신원 확인이 어렵다는 문제점이 있다. 또 다른 방식으로는 Shuffling 키패드를 장착하여 비밀번호를 입력할 때마다 키패드 숫자의 위치를 변경하여 사용자의 비밀번호 노출을 방지 하는 것이다. 하지만 이 방식은 범죄자가 사용자의 비밀번호를 알고 있다면 효과가 없다는 문제점이 있다.

최근에는 사용자의 지문이나 홍채 등의 신체 특성을 감지하여 신원을 판별하는 기술들이 개발되고 있다. 홍채 인식 기술은 각 은행이 디지털 카메라로 촬영한 고객의 홍채를 데이터베이스로 저장, 카드 이용 고객이 현금인출기로 현금서비스를 받을 경우 인출기에 장착된 디지털 카메라로 고객의 홍채를 판독한 후 현금서비스를 제공하는 방식이다. 지문 인식 방식도 홍채 인식 방식과 유사하다. 두 방식 모두 기존의 비밀번호 입력 대신 간단하게 사용자의 신원을 판별할 수 있고 또한 인식률도 높다는 장점이 있다[1]. 하지만 두 기술 모두 기존의 현금인출기에 추가적으로 인식 장비를 설치해야 되므로 비용이 많이 들고 인식하는 과정에서 처리 시간이 길어 질 수 있다는 문제점이 있다.

2.2 안면 인식 기법

안면 인식을 위한 기존의 연구 방법에는 지식 기반 방법(knowledge-based approach), 특징 기반 방법(feature-based approach), 외형 기반 방법(appearance-based approach), 형판 정합(template matching) 방법 등이 있다[2]. 본 논문에서는 외형 기반 방법 중에서 CBCH (cascade of boosted classifier working with haar-like feature) 알고리즘[3]을 기반 기술로 사용한다. 이 CBCH 알고리즘을 이용하여 검출된 얼굴 영역에서 모자나 마스크, 선글라스 등을 착용하였는지 판별한다. 그리고 안면의 비율을 고려하여 눈과 입을 분리한 다음, 각 영역에서 명암의 비율을 계산한다.

2.3 CBCH 알고리즘

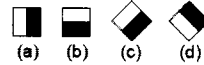
CBCH 알고리즘은 gray-color 영역 기반 알고리즘으로 연산이 단순하여 동영상에 적용하기가 매우 쉬우며, 검출 속도가 빠르고 인식률이 높다.

2.3.1 Haar-like feature

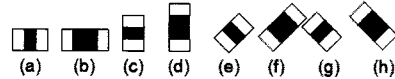
Haar-like feature는 Viola가 안면 인식에 적용한 것으로 단순 합 이미지를 이용하여 특징값을 표현하는 것이다

(4). 입력 영상에서 윈도우를 이동시키면서 특징값들을 얻어 내는데 이는 <그림 1>과 같이 위치, 모양, 크기에 따라서 수 많은 형태를 가질 수 있다. 이 특징값은 연산이 단순하여 안면 인식률은 높지 않지만 이러한 특징 값을 100개 혹은 1000개 이상 적절히 조합함으로써 분류기(classifier)의 성능을 높일 수 있다.

1. Edge features



2. Line features



3. Center-surround features



<그림 1> haar-like feature 모형

2.3.2 Adaboost 학습 알고리즘

Freund와 Schapire에 의해 소개된 알고리즘으로서 t개의 약한 분류기(weak classifier)의 선형적인 결합을 통하여 최종적으로 높은 검출 성능을 가지는 강한 분류기(strong classifier)를 생성하는 기법이다[5]. 약한 분류기를 이용하여 샘플들을 인식하고, 정확히 인식된 샘플에 대해서는 가중치를 감소시키고, 오인식된 샘플에 대해서는 가중치를 증가시켜서 다음 약한 분류기에 반영시킨다. 최종적인 강한 분류기는 각 단계에서 생성된 약한 분류기들의 조합으로 구성된다. 여기서 적절한 분류기의 조합을 찾기 위해서 수백 내지 수천 장의 샘플 얼굴 영상을 가지고 분류기를 학습(training) 시킨다.

2.3.3 Cascade 구조

1000개의 분류기를 사용한다고 했을 때도 한번에 1000개 모두를 비교하는 것이 아니라 점차적으로 개수를 증가시키면서 차례로 비교하는 방법을 사용하는데 이처럼 단계를 나누어서 비교하는 것을 cascade라고 하며 얼굴 검출 속도를 가속화 시킬 수 있다[6]. 예를 들어 얼굴 영상이 아닌 것을 판단하기 위해 1000개를 한꺼번에 비교한다면 연산량이 1000번이 될 것이다. 그러나 Adaboost 알고리즘을 통해 얻어진 높은 검출 성능을 가지는 분류기 순서대로 단계를 나누어서 비교하면 처음 1개에서 얼굴이 아니라고 판단되면 나머지 연산을 하지 않아도 되므로 검출 속도를 높일 수 있게 되는 이점이 있다.

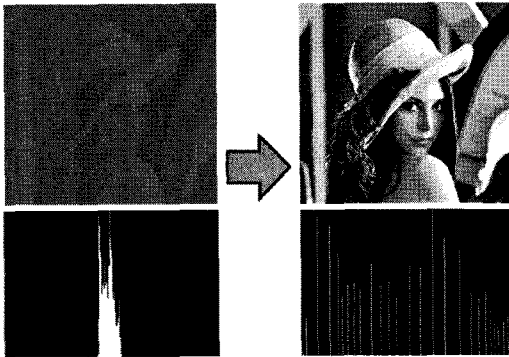
본 논문에서는 CBCH 안면 인식 알고리즘을 적용한 현금인출기 보안 시스템을 제안한다. 이 알고리즘은 현금인출기에 이미 설치되어 있는 감시카메라를 이용하기 때문에 추가 비용이 필요 없고, 처리시간이 짧으며 사용자의 편의를 제약하지 않는다는 장점이 있다.

III. 안면 인식 알고리즘

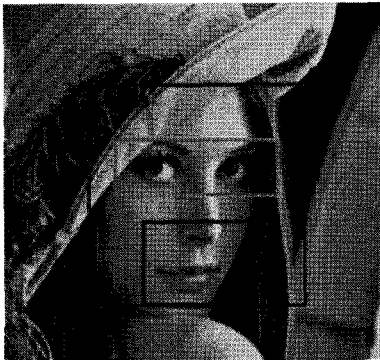
본 논문에서 제안하는 안면 인식 알고리즘은 전처리과정, 안면 인식과정, 장신구 착용 유무 판별 과정으로 구성된다.

3.1 전처리 과정

전처리과정에서는 CBCH 알고리즘을 사용하여 gray-color 영역 기반으로 칼라 영상을 흑백 영상으로 변환한다. 그리고 흑백 영상을 대상으로 인식률을 향상시키기 위한 히스토그램 평활화(histogram equalization) 처리를 수행한다. 히스토그램 평활화는 명암 값의 분포가 잘 펼쳐지지 않은 영상을 보다 균등한 분포의 히스토그램을 가지도록 넓은 영역으로 명암 값을 균일하게 재분배하여 영상의 가시도를 개선시키는 것이다. 흑백 영상에 대하여 히스토그램 평활화를 수행한 결과는 <그림 2> 같다.



(a)원시 영상 (b)결과 영상
<그림 2> 히스토그램 평활화 처리 결과



<그림 3> 안면 비율을 이용한 특징점 추출

3.2 안면 인식과정

CBCH 알고리즘을 통해서 인식된 안면 영역에서 눈, 입과 같은 특징점을 추출하기 위해 안면 비율을 이용한다.

<그림 3>과 같이 인식된 안면 영역에서 눈과 입 영역을 지정된 안면 비율을 이용하여 추출한 것을 볼 수 있다. 이렇게

추출된 눈과 입 영역은 후에 장신구 착용 유무 판별 알고리즘에서 각각 선글라스, 마스크 등을 착용하였는가를 판별할 때 쓰이게 된다.

3.3 장신구 착용 유무 판별 과정

장신구 착용 유무 판별 과정은 이진화 모듈과 명암 비율 계산 모듈로 나누어진다. 먼저 이진화 모듈에서는 영상을 임계값(threshold)을 기준으로 0과 1의 값만을 가지는 2 레벨 영상으로 변환한다. 영상의 이진화 임계값 설정 방법은 전역적 임계값(global threshold), 블록 이진화 기법, 적응적 임계값(adaptive threshold) 설정, 보간적 임계값(iterative threshold) 설정 등이 있다.

본 논문에서는 영상의 내용을 기준으로 자동적으로 적절한 임계값을 찾아주는 적응적 임계값 설정 방법을 사용한다. 이에 대한 알고리즘은 <그림 4>와 같다.

```

for x = 0 to Nx {
  for y = 0 to Ny {
    mean = 0, count = 0;
    for i = 0 to size
      for j = 0 to size {
        mean += I[ x + i - (size/2)][y + j - (size/2) ];
        count++;
      }
    mean=(mean/count) - con;
    if(I[x][y] > mean)
      B[x][y] = 255;
    else
      B[x][y] = 0;
    endif
  }
}
    
```

<그림 4> 이진화 알고리즘

<그림 4>에서는 입력영상에 대해서 size*size의 크기를 갖는 블록을 잡아서 화소값의 평균값(mean)을 구하여 그 부분에서의 임계값으로 설정한다. 그리고 이 값을 기준으로 이진화를 진행한다.

```

for x=0 to Nx {
  for y=0 to Ny {
    if(I[x][y]=0)
      count++;
    endif
  }
}
rate=count/(Nx * Ny);
    
```

<그림 5>입과 눈의 이진화 알고리즘

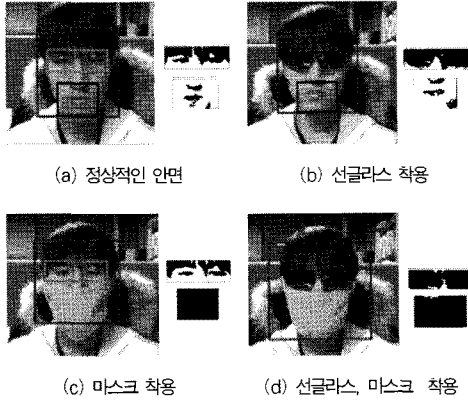
명암 비율 계산 모듈은 정상적인 얼굴과 비정상적인 얼굴을 구별하기 위해 추출된 입과 눈 영역에 대해 이진화 모듈을 실행하여 각각 2 레벨 영상으로 변환한다. 이에 대한 알고리즘은 <그림 5>와 같다.

<그림 5>에서는 이진화된 눈과 입 영역 각각에 대해서 명암값을 누적하여 전체 영역의 화소값으로 나누어 명암 비율

을 계산하고 실험을 통해 미리 설정한 임계값과 비교하여 장신구 착용 유무를 판별하게 된다.

IV. 성능 평가

본 논문에서 제안한 안면 인식 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 정상적인 얼굴과 선글라스를 착용한 상태, 마스크를 착용한 상태, 선글라스와 마스크를 모두 착용한 상태를 대상으로 인식률을 측정한다.



〈그림 6〉 안면 분류

먼저 얼굴 영역이 인식되면 눈과 입 영역을 추출하고 추출된 영역의 명암 비율을 조사하여 선글라스, 마스크 착용 유무를 판별하였다. 밝은 곳에서 측정하였을 때의 〈그림 6〉의 (a)~(d) 각각의 경우에 대한 인식률은 〈표 1〉과 같다.

〈표 1〉 인식률

착용 상황	인식률
정상적인 안면	94.7%
선글라스	92.8%
마스크	93.5%
선글라스, 마스크	91.4%

〈표 1〉을 살펴보면 정상적인 안면 인식률은 94.7%로 가장 높다. 하지만 선글라스와 마스크를 착용한 안면은 91.4%로 가장 낮음을 볼 수 있다. 이것은 선글라스와 마스크를 착용으로 인해 안면 영상이 복잡해짐에 따라 인식률이 낮아진 것이다.

V. 결론

최근 현금인출기 관련 범죄가 급격히 증가하고 있다. 하지만 현금인출기의 보안 시스템은 단순히 화면을 녹화하는 기능만 있기 때문에 범죄자가 자신의 얼굴을 드러내지 않도록 모자나 마스크, 선글라스 등으로 얼굴을 가리고 현금인출기를 이용하는 경우에는 신원을 식별하기가 어려운 문제점이 발생한다.

따라서 본 논문에서는 현금인출기 보안시스템을 위한 안면 인식 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘을 이용하면 기존의 현금인출기 보안 시스템에서 추가적인 장비 설치 없이 사건 발생 후에 범인의 신원 확인이 가능하다. 하지만 전반적으로 조명의 영향에 민감하기 때문에 현금인출기가 설치된 장소의 조명에 따라서 성능에 차이를 보이는 것이 단점이다. 따라서 조명의 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 알고리즘 개발에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 한다.

제안한 안면 인식 알고리즘은 현금인출기 보안 시스템 뿐만 아니라 다양한 분야에 적용시킬 수 있다. 기본적으로 카메라를 이용하기 때문에 감시 시스템, 출입관리 시스템, 게임, 핸드폰 애플리케이션, 디지털 카메라 애플리케이션 등 다양한 분야에 적용 가능하다.

참고문헌

- [1] 홍정오, "생체인식기술을 이용한 은행인증시스템 설계에 관한 연구," 한양대 산업대학원 석사논문, 2000년 6월.
- [2] Ming-Hsuan Yang, David Kriegman and Narendra Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No. 1, pp. 34-58, Jan. 2002.
- [3] Paul Viola and Michael J. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features," IEEE CVPR, 2001.
- [4] Paul Viola and Michael J. Jones, "Robust Real-time Object Detection," Technical Report Series, Compaq Cambridge research Laboratory, CRL 2001/01, Feb. 2001.
- [5] Y. Freund and R. E. Schapire, "A decision-theoretic Generalization of on-line Learning and an Application to Boosting," Proc. Second European Conference on Computational Learning Theory, LNCS, March 1995.
- [6] Alexander Kuranov, Rainer Lienhart and Vadim Pisarevsky, "An Empirical Analysis of Boosting Algorithms for Rapid Object With an Extended Set of Haar-like Features," Intel Technical Report MRL-TR-02-01, July 2002.