제33회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제17권 제1호 (2010. 4)

Java로 구현한 피부색 추출 기반 ATM 안면 인식 보안 시스템의 설계 및 구현

강보경*, 배석찬*
*군산대학교 컴퓨터공학과
le2090@hanmail.net*, scbae@kunsan.ac.kr*

Design and Implementation of Face Recognition Security System for ATM based on extracting skin color using Java

Bo-Gyung Kang*, Seok Chan Bae*
*Dept of Computer Engineering, Kunsan University

요 약

요즘 현금카드나 신용카드를 훔치고 비밀번호를 알아내 ATM(현금자동지급기)에서 현금을 인출하는 범죄가 늘고 있는데 범인들은 대부분 선글라스, 안경, 마스크, 모자 등으로 얼굴을 가리고 인출을 함으로 은행의 CCTV는 범인색출에 거의 도움이 되지 않는다. 본 논문에서의 영상처리는 모두 Java언어를 사용하였으며 피부색을 사전 추출하는 과정을 거쳐 구현된 분류기능을 이용해 얼굴의 이목구비들의 위치를 인식하도록 한다. 이는 ATM이용자가 선글라스, 안경, 마스크 등으로 얼굴을 가리면 기기에서 애초에 서비스 받는 것을 불가능 하게 하여, 범죄를 예방할 수 있게 한다. 또한 카드의 사용자 정보와 서비스를 시도했던 시간과 캡쳐 이미지를 저장해 놓음으로써 범인의 인상착의, 알리바이 등을 확인하는데 크게 도움을 주는 ATM 안면 인식 보안 시스템의 가능성을 제안하고자 한다.

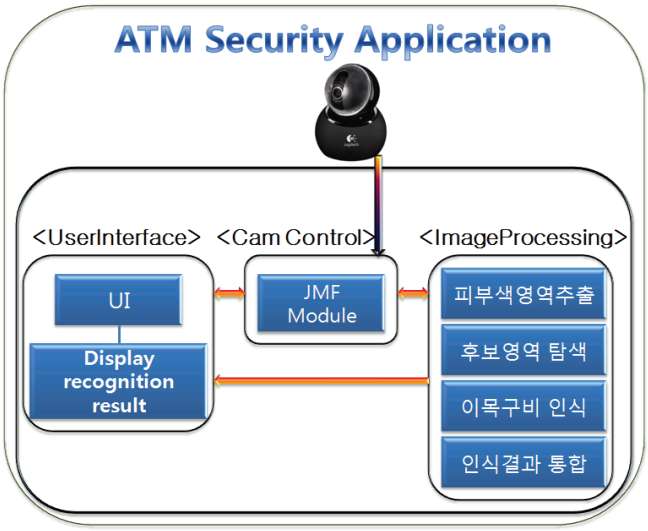
1. 서론

최근 범죄와 관련된 ATM서비스 인출이 사회적으로 문제가 되고 있다. 실제로 신문과 인터넷뉴스에서 현재 ATM기기의 유일한 보안시스템인 CCTV가 범죄 예방에 전혀 도움이 되지 않는다는 기사가 잇따라 보도 되었다. 이는 범죄자가 선글라스, 마스크, 테가 두꺼운 안경, 모자, 심지어 헬멧 등으로 얼굴을 가리고 ATM기기에서 인출을 시도하면 CCTV의 기록은 무용지물이 되어버리기 때문이다. 실제로 지난 해 초 다음(Daum) 아고라에서 얼굴을 가리면 서비스를 받을 수 없는 ATM기기를 개발하자는 청원이 올라와 목표 서명 수 2000명의 두 배가 넘는 4000명의 서명을 한달 반 만에 받아 낸 적이 있다. 이는 많은 사람들이 현재의 ATM보안시스템의 문제점을 인지하고 있으며 개선되어야 한다는데 많은 부분 동의한다고 볼 수 있다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 현재의 ATM기기의 보안시스템을 개선할 수 있는 여러 가지 방법들 중 하나인 얼굴 인식을 통한 영상 보안 필터링을 구축하는데 개발 목표를 두었다.

얼굴 인식을 포함한 생체 인식 보안프로그램에 대한 연구 활동이 과거부터 활발히 진행되었고 현재의 놀라운 하드웨어발전 속도에 힘입어 많은 응용 사례들이 산업 전반에 나타나고 있다. 특히 요즘 신종플루등이 이슈화 되면서 사회공공위생에 대해 많은 주의를 기울이고 있는 상황에서 영상처리 보안시스템은 지문인식기술과 같은 기기와의 접촉이 필요 없으므로 위생적인 측면에서도 상대적인 강점이 존재한다.

대부분의 영상처리 어플리케이션들은 C++/OpenCV를 이용하여 개발된 프로그램인데 비해 본 논문의 시스템은 플랫폼 독립적 언어인 JAVA만을 이용하여 개발하였으며, 별도의 영상인식관련 API없이 분류함수와 대부분의 영상처리 메서드와 로직을 직접 구현하였다. 하드웨어스펙의 빠른 발전에 힘입어 이미 외국에서 JAVA언어를 이용한 여러 영상처리 프로젝트들이 나오고 있으며 국내에서도 이와 관련된 프로젝트들이 진행 중이다. 그리고 호환성이라는 측면에서 플랫폼 독립적인 JAVA만의 특색이 많은 장점요인으로 작용할 것이라고 생각한다.

얼굴인식은 크게 얼굴 영역 추출, 특징 추출, 결과 통합과정으로 구성되는데 특징을 추출하기 위해 사용할 얼굴 영역 추출과정은 매우 중요하며 전체 인식률과 검출 속도에 큰 영향을 줄 수 있다. 이 부분에서 HSI, YCrCb같은 색공간 표현 방식에 기반한 얼굴 영역 추출에 관한 연구가 진행 중이며 이를 이용해 칼라영상에서 피부색 영역을 효과적으로 구분해 얼굴 영역을 효과적으로 추출할 수 있게 한다. 본 논문에서는 RGB영상을 YCrCb영상으로 변환하여 피부색 영역을 구분하여 얼굴 영역을 추출한다.



(그림 1) 전체 시스템의 구성도

2.. 시스템 아키텍처

본 논문의 시스템은 위의 (그림 1)과 같이 JMF Module을 사용하여 Cam을 Java어플리케이션과 자유롭게 연동하였으며, Java플랫폼 상에서 보다 빠르고 풍부한 사용자 인터페이스 경험을 제공하기 위해 AWT와 Swing보다는 이클립스의 핵심 GUI컴포넌트인 SWT(Standard Widget Toolkit)를 사용하여 UI를 구현하였다. 하지만 JMF는 Swing과 결합되지만 SWT와 직접적으로 호환이 되지 않기 때문에 약간의 우회적인 방법이 필요하다. 이에 국내 자료가 없어 방법을 찾던 중 해결책을 구하게 되었고 JMF와 SWT를 호환시키기 위한 방법은 일단 SWT의 SWT_AWT.new_Frame메서드로 AWT의 Frame을 하나 생성하고 영상을 표시하는 Swing의 JFrame에서 JRootPane을 구하고(getRootPane메서드 이용) 리턴 된 JRootPane에서 다시 Container를 구해(getContentPane메서드 이용) 리턴 된 Container인스턴스를 앞에서 생성된 Frame의 add메서드의 매개변수로 넘겨주면 SWT Composite에 Swing의 JFrame을 넣게 된다. JMF로 얻은 이미지의 영상처리 로직 부분에서는 (그림 1)과 같이 피부색 영역 추출, 후보 영역 탐색, 이목구비 인식, 인식 결과 통합 이 4단계의 과정을 거치게 되며 인식결과는 다시 이미지와 텍스트, 음성정보로 사용자에게 전달된다.

3. 피부색 기반 메서드

(그림 2) YCrCb변환을 통한 피부영역 검출

피부색 영역 추출을 위해 흔히 사용되는 Gausian distribution 피부색 모델을 이용할 경우 다양한 환경에서의 사진과 다양한 인종에서의 살색영역을 찾아내기가 어렵다. 피부영역을 효과적으로 찾기 위하여 RGB영상을 YCrCb영역으로 변환하였으며 RGB채널 각 값들을 이용하여 YCrCb채널 값들을 구하는 수식은 아래와 같다.

$$Y = 0.299 * r + 0.587 * g + 0.114 * b$$

$$Cr = ((r - Y) * 0.713 + 128)$$

$$Cb = ((b - Y) * 0.564 + 128)$$

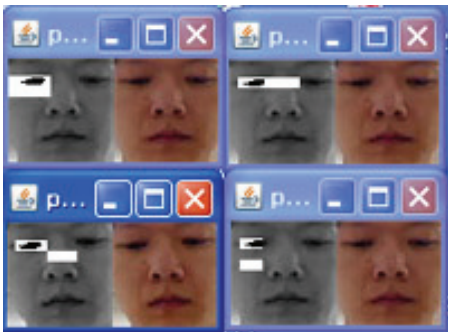
다음으로 YCrCb영상 각 채널들에 구간 값을 적용하여 2진화 하는데 실험과 학습을 통해 얻어진 구간 값은 아래와 같다.

Y : 전역구간

Cr : 136~169

Cb : 85~150

캠으로부터 입력된 이미지의 피부영역을 제외한 영역을 검정색으로 바꾸면 피부영역을 추출한 것을 직접 눈으로 확인할 수 있으며 실제 분류 메서드들로 얼굴의 이목구비들을 찾아낼 때 피부 영역 근처에서만 얼굴 탐색을 하게 하면 얼굴인식의 정확도를 높일 수 있다. 이는 만약 사람의 피부색과 다르지만 사람얼굴의 특징과 유사한 배경들이 있을 때 이를 검정색 픽셀들로 변환함으로써 오검출률을 낮추게 하기 때문이다.



(그림 3) 왼쪽 눈 검출 예

이렇게 구하게 된 피부색 영역에서 왼쪽 눈, 코, 입, 오른쪽 눈을 순서대로 검출하는 알고리즘을 시행하는데 예를 들어 왼쪽 눈을 검출 할 때는 눈 영역의 픽셀들의 평균값을 구하여 그 평균값에 여러번의 실험으로 구해진 일정한 가중치(0.6~0.8)를 곱하여 값을 조금 작게 만들고(값이 작아질수록 어두운 색) 그 작아진 값을 기준으로 눈 후보 영역을 다시 이진화(그림2 좌상단)하면 왼쪽 눈 부위만이 검은색 픽셀값으로 변하게 되는데 이영역의 평균값을 (값1)이라고 지정하고 이때 눈과 인접한 영역(눈 밑, 미간, 콧등, 광대뼈부분 등)의 픽셀들의 평균값에 가중치를 곱하여 얻은 값을 기준으로 이진화한 영역의 픽셀들의 평균 값을 (값1)과 비교하는 방법을 사용하였다. 즉, 가중치를 적용하여 이진화한 눈의 픽셀 값 합은 동일한 가중치를 적용하여 이진화한 눈 밑, 미간, 콧등, 광대뼈부분등과 비교하여 반드시 더 어두운 색을 지닐 것이다.

(그림 4) 얼굴 이목구비들 간의 거리계산

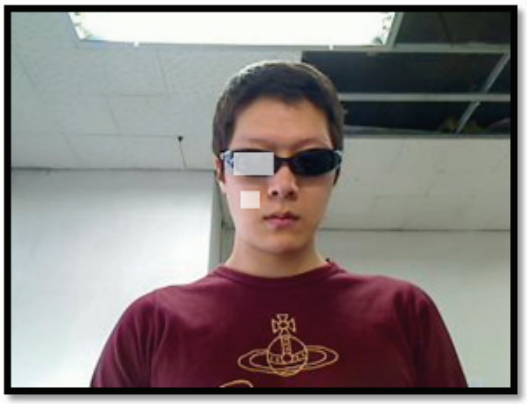
같은 방법으로 코와 입술영역을 검출하며, 각각의 이목구비 요소들을 검출할 때 이전에 검출된 요소의 무게중심(가중치를 적용하여 이진화된 특징부분에서 검은색 픽셀들의 평균좌표 값)을 기준으로 다음 이목구비 요소의 검출을 시행하므로 작은 얼굴, 큰 얼굴, 기울인 얼굴 등의 검출에도 유연하게 기능할 수 있다. 이러한 일련의 이목구비 요소들을 인식하는 과정을 거치게 되면 자연스럽게 이목구비들의 위치를 쉽게 계산할 수 있는데, 이를 이용하여 (그림 4)처럼 이목구비들 간의 거리를 구할 수가 있다.

두 점간의 거리계산은 아래와 같이 아주 간단하게 구현할 수 있다.

Math.pow((x2-x1),2) + Math.pow((y1-y2), 2)

만약 눈과 눈사이 거리가 눈과 입의 거리보다 지나치게 멀다든지 왼쪽 눈과 입의 거리가 오른쪽 눈과 입의 거리보다 너무 많이 차이 나는 등 사람의 이목구비 배치비율과 상이한 얼굴 후보 영역이 있다면 이를 최종 검출에서 제외시킬 수 있다. 위의 이목구비 검출과정과 이목구비들 간의 거리 비율 조사를 통해 마스크를 착용하거나 얼굴이 화면에 잘 드러나지 않는 이용자의 서비스를 차단시킬 수 있다. 하지만 굵은 뿔테 안경이나 선글라스등을 착용해 양쪽 눈의 검출에서 오검출률이 있을 수 있기 때문에 이를 보강하기 위한 별도의 “선글라스 검출 과정”을 구현해야 했다.

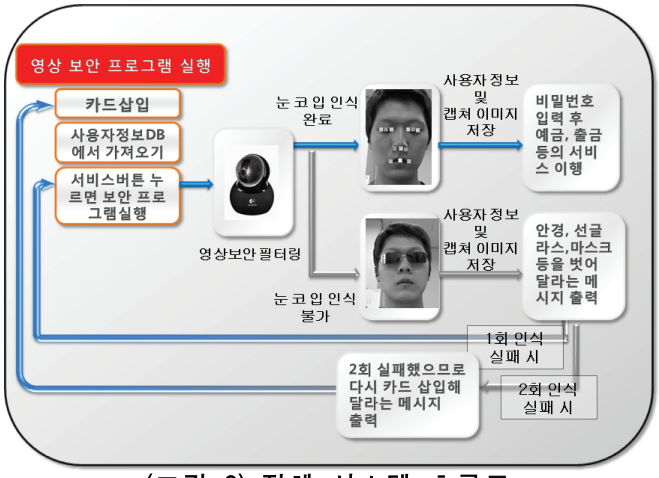
4. 선글라스 검출 메서드



(그림 5) 평균 피부톤 값과 선글라스영역 값 비교

ATM서비스 이용자가 선글라스를 착용하였는지 여부를 알아내기 위해 이용자의 평균 피부톤 값을 조사하여 눈부위의 픽셀의 평균값과 비교하게 되는데, 평균 피부톤 값으로 고정된 값을 사용할 수 없는 이유는 인종별로 피부밝기가 다르며 또한 같은 인종이어도 선천적 요인, 썬탠, 화장등의 이유로 피부밝기가 천차만별이기 때문에 서비스 이용자의 평균 피부톤을 실시간으로 계산하는 방법을 사용하였다. 사용자의 얼굴에서 가장 안정적으로 평균 피부톤을 검출하기 위한 영역으로 코 옆의 광대뼈 아랫부분에 임의의 사각영역을 설정하였다. 그 이유는 이 영역이 안경으로 인한 그림자의 영향이나 코의 그림자 , 입 주위 어두운 픽셀 값들에 영향을 가장 덜 받는 영역이기 때문이다. 평균 피부톤 값은 피부톤을 구하기 위한 사각영역의 픽셀 값들의 합을 구하고 다시 픽셀수로 나눠 평균 픽셀 값을 구하며 같은 방식으로 구해진 선글라스 영역의 평균값과 비교하여 선글라스 영역값이 평균 피부톤 값 보다 42%이상 어둡다면 선글라스나 눈 검출에 심각한 장애를 주는 뿔테 안경을 착용한 것으로 간주한다. 이외에도 값을 보정하기 위한 추가적인 분류 메서드들이 필수적이며 분류메서드별로 가중치를 적용하여 분류확률이 높은 분류메서드에는 높은 가중치를, 분류확률이 낮은 분류메서드에는 낮은 가중치를 적용하여 얼굴 후보 영역을 탐색 중에 누적된 가중치가 일정 값 이상을 넘어가면 연산중이던 영역을 후보 영역에서 탈락시키는 개념을 도입하였으며, 이를 이용하여 오검출률을 좀 더 줄일 수 있었다.

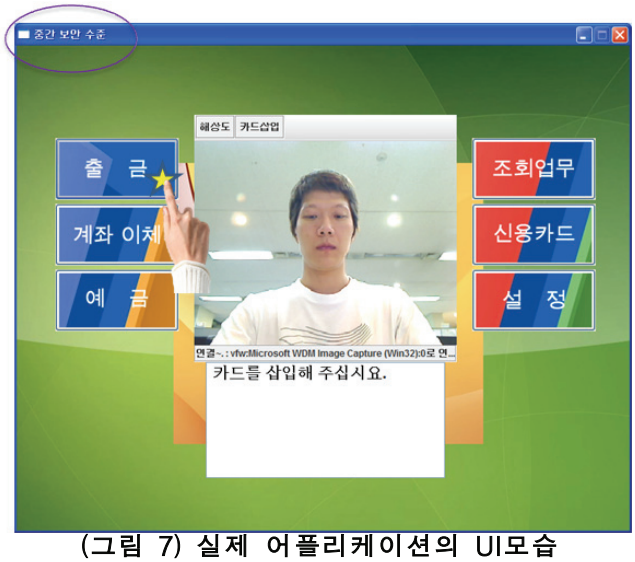
5. ATM영상 보안 필터링의 전체 시스템



(그림 6) 전체 시스템 흐름도

(그림 6)은 시스템의 전체 흐름을 한눈에 보여준다. 먼저, 사용자가 현금카드나 신용카드, 체크카드 등을 ATM기기에 삽입하면 잠시 후에 “원하시는 서비스 버튼을 눌러 주십시오.” 라는 안내 음성이 나온다. 이때 이용자가 예금, 인출, 조회 등의 버튼을 누르면 그 즉시 사용자의 영상을 캡쳐하고 영상보안 필터링이 실시되며, 안면인식에 걸리는 시간은 1초 내외 이므로 사용자는 영상처리가 끝날 때까지 기다려야 되는 불편함을 느끼지 못 할 것이다. 캡쳐된

이미지는 카드정보와 현재시간과 함께 자동 저장되며, 이목구비가 인식이 됐을 때에는 “비밀번호를 입력해 주십시오.” 라는 안내음성과 함께 사용자가 원하는 서비스를 받을 수 있게 되며, 선글라스나 마스크착용으로 인해 이목구비 인식이 안 되었을 경우에는 선글라스, 마스크를 벗어 달라는 메시지를 출력하고 초기화면으로 돌아간다. 이때 한 사용자가 연속 2회 안면인식에 실패할 경우 카드삽입부터 다시 해야 하며, 1회 인식 실패했을 경우에는 서비스 버튼을 다시 누르는 화면으로 돌아가 원하는 서비스 버튼을 눌렀을 때 다시 영상 보안 필터링을 시작하게 된다.



(그림 7) 실제 어플리케이션의 UI모습

(그림 7)의 좌상단에 보이는 것처럼 본 논문의 시스템에는 분류메서드의 가중치와 확률등을 조정한 3가지 보안 모드가 존재하며 “약한 보안 모드“의 경우, 기존의 ATM기기와 동일하게 영상 필터링 과정 없이 서비스 받을 수 있으며 나머지 2가지 보안 모드별 필터링 강도는 아래의 (그림 8)과 같다.

(그림 8) 보안 모드별 필터링 강도 조절

5. 결론

본 논문에서는 Java언어를 기반으로 은행의 ATM기기를 위한 영상보안 필터링 시스템을 만드는 여러 영상처리 구현 방식을 제안하고 있다. 이 중 피부 영역 추출을 위해 YCrCb 색모델을 사용하여 전처리를 하였으며 원본 Gray 영상에 대해 바로 분류메서드를 적용하는 것 보다. 검출률을 높인다는 것을 확인하였고 이목구비 위치인식을 위한 분류메서드의 구현에 대해 살펴보았다. 최적의 성능을 구현하기 위해 다양한 테이터 학습 알고리즘이 적용된다면 보다 신뢰성 있고 얼굴 검출률을 높이는 시스템이 될 것이라고 생각한다.

본 논문의 시스템은 현재 무방비라고 볼 수 있는 은행 ATM기기의 보안 문제를 해결할 수 있는 하나의 강력한 방안이 될 수 있을 거라고 생각하며 지문인식등과 같은 다른 생체 인식 보안 프로그램과 다르게 서비스를 시도하는 사람과 은행 DB에 등록된 카드사용자 정보를 비교하는 과정이 없으므로 절차가 보다 단순하여 빠른 보안필터링이 가능하다. 또한 요즘 신종플루와 같은 질병과 관련하여 공공장소에서의 위생문제가 중요한 시점인데 지문인식의 경우 손을 직접적으로 기기에 접촉시킴으로써 위생청결을 유지하기 위한 별도의 해결책이 필요한 반면 본 영상보안 필터링 시스템은 보안필터링을 하기위한 기기와의 일체의 접촉이 불필요하므로 위생적인 측면에서도 더 나은 이점이 있다고 볼 수 있다.

범죄와 관련된 사용자의 서비스 시도를 애초에 막음으로써 납치, 강도, 보이스피싱 등과 같은 범죄의 피해를 줄이고 저장된 사용자의 이미지와 카드, 서비스정보 등을 이용하여 ATM기기와 관련이 없는 범죄에서도 알리바이 증명, 용의자 인상착의 대조 등에 이용될 수 있다.

참고문헌

[1] 정성환, 이문호, JAVA를 이용한 디지털 영상처리, 정익사, 2005

[2] 조성민, 피부색에 기반한 Cascade of Boosted Classifier working with Haar-like feature를 이용한 얼굴검출, 전남대

[3] 이우주, 김진철, 이배호, AdaBoost 알고리즘을 이용한 실시간 얼굴 검출 및 추적, 멀티미디어 학회 논문지, v.9 no.10 ,2006 ,pp.1266-1275