

논문 2009-5-16

지능을 이용한 영상 감시 시스템

Image Surveillance System using Intelligence

윤병주*, 안태기**, 이원재***, 송영준****, 홍유식*****

Byeong-Ju Yun, Tae-ki An, Won-Jae Lee, Young-Jun Song, You-Sik Hong

요 약 요즈음, 지능형 감시 시스템을 이용해서 철도역사에서 발생하는 범인을 쉽게 검색하는 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 철도역 부근에서 범죄가 발생하였을 경우에, 1차로 DB에 저장된 전과자 (위험 인물군 DB)를 검색해서 범인을 검색하는 시스템을 모의실험 하였다. 뿐만 아니라, 2차로 현장에서 범인의 옷 색깔을 입력하면 역사부근 범죄현장에서 범인의 옷 색깔과 같은 사람을 검색할 수 있는 모의실험을 개발하였다.

Abstract Today, many studies are conducted on searching for criminals in railroad stations using intelligent surveillance system. In the 1st stage, this study conducted a simulation of the system which searches for a criminal using a DB containing information on former convicts (DB on high risk former convicts), when a crime has taken place in a railroad station. Then, in the 2nd stage, this study has developed a simulation that can search for people who is wearing the same color clothes as the criminal and are found near the station, once the color of clothes of the criminal has been entered.

Key Words : 얼굴 인식, PCA, LDA, 기하학적 특징

I. 서 론

지능형 종합감시시스템 연구개발의 목적은 수동적 체계의 기존 도시철도 서비스 구간 내 각종 사고를 예방하고, 사고 및 재난발생시 긴급 및 위험 상태를 지능적으로 감시하여, 신속한 상황 파악 및 대처를 가능하게 하는 능동적인 지능형 종합감시시스템을 개발하는 것이다. 뿐만 아니라, 지능형 종합감시시스템은 감시카메라의 영상정보를 디지털화 하여 시스템이 스스로 사물의 위치 및 패턴을 분석하고 위험 상황이 발생할 경우 경보 및 출입 차단 시스템을 작동하거나 보안담당자에게 즉각 현황을 알

려 사람의 관리로 인해 발생하는 취약점을 대체/보완 할 수 있게 해준다. 본 논문에서는 철도역 부근에서 범죄가 발생 하였을 경우에 범인을 검색하기위해서 1차 범인 위험군으로 저장된 범인 얼굴의 기하학적인 특징과 웨이브릿 변환을 사용한 PCA/LDA 복합 방법으로 범인을 검색 할 수 있는 방법을 제안하였다. 특히, 얼굴 인식 시스템을 이용하여 사진 또는 카메라로 입력되는 정지 영상 및 동영상 분석하고 얼굴을 특징화하여, 기존 데이터베이스에서 철도역 침입자 및 범인으로 추정되는 가장 유사한 얼굴을 찾아내는 기술을 제안하였다. 얼굴 인식에 대한 연구는 1970년대에 시작하여 1990년대 이후 본격적인 발전이 있었고, 1990년대 후반에 들어와서 상품화에 성공하여, 현재 전 세계적으로 그 결과물이 제품에 적용되고 있다[1]. 개발된 제품으로는 Humanscan의 BioID[2], Viisage의 FacePass, Face Explorer 등[3]의 국외 제품과 (주)퍼스텍의 비전 리콘[4], 그리고 (주)위치비전의

*정회원, (주) 비즈로시스

**정회원, 한국철도기술연구원

***정회원, (주) 비즈로시스

****정회원, 충북대학교 BIT연구중심대학육성사업단

*****중신회원, 교신저자, 상지대학교 컴퓨터 정보공학부

접수일자 2009.07.21, 수정완료.2009.09.30

FaceSurveillance, FaceCard 등[5]과 같은 국내 상용 제품이 있다. 얼굴 인식에 사용되는 알고리즘은 초기에는 얼굴의 국부적인 기하학적 특징을 이용하거나, 템플릿 매칭을 적용하는 방법[6]이 있었으나, 조명 변화나 표정 변화를 갖는 얼굴 영상을 인식하기 위해서는 많은 훈련 영상으로 인한 메모리양과 계산 시간이 문제가 되어 왔다. 이를 극복하기 위해 하나의 얼굴 영상을 벡터 공간상의 하나의 특징 벡터들로 변환하여 입력 얼굴 영상의 특징 벡터와 인식 대상 얼굴의 특징 벡터들을 비교함으로써 얼굴을 인식하는 방법이 연구되어 왔으며, 대표적인 방법으로 PCA[7]와 LDA[8]가 사용되고 있다. 본논문에서 제안하는 얼굴 인식 방법은 얼굴 전체에 대한 대수적인 특징으로 1차 유사 얼굴을 찾은 후, 찾아진 유사 영상의 상위 10개 영상에 대해 기하학적인 특징을 적용시켜 인식률을 개선시키고자 한다. ORL 데이터베이스 영상들 [9-12]에 대하여 제안된 얼굴 인식 방법을 실험하여 그 결과를 기존의 PCA, LDA의 성능과 비교하였다. 본 논문의 구성은 2장에서 기하학적 특징 추출에 대해 설명한 후, 3장에서 PCA/LDA의 대수적인 특징 추출 방법을 설명한다. 4장에서 모의실험결과를 설명하고 5장에서는 마지막 결론을 맺는다.

II. PCA/LDA의 대수적인 특징 추출

2.1 PCA

PCA의 적용 과정은 2차원의 학습 영상을 1차원의 벡터로 변환하는 것이 우선이다. 1차원으로 변환된 N개의 학습 영상에 대하여 학습 영상의 집합을 $\Phi = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N]$ 로 표기하고 각 영상으로부터 평균 영상 벡터 $\bar{\Phi}$ 를 뺀 영상의 집합을 $X = [\Phi_1 - \bar{\Phi}, \Phi_2 - \bar{\Phi}, \dots, \Phi_N - \bar{\Phi}]$ 으로 표기한다. 이 식에서 $x_N = \Phi_N - \bar{\Phi}$ 라 하고 X의 집합을 다시 기술하면, 식 (1)과 같다.

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_N] \quad (1)$$

scale factor 1/N을 생략하면 공분산은 식 (2)와 같이 주어진다.

$$\sum x = \sum_{i=1}^N x_i x_i^t = X X^t \quad (2)$$

$\sum x$ 의 고유값과 고유벡터인 Λ 와 Ψ 는 식 (3)과 같은 관계를 갖는다.

$$(X X^t) \Psi = \Psi \Lambda \quad (3)$$

식 (3)의 양변에 X^t 를 곱하고, 행렬 $X^t X$ 의 고유값과 고유벡터를 Λ' 와 V 라 하면 식 (4)와 같이 된다.

$$(X^t X) V = V \Lambda' \quad (4)$$

이 식의 양변에 X 를 곱하면 식 (5)와 같다.

$$X(X^t X) V = (X X^t)(X V) = (X V) \Lambda' \quad (5)$$

고유값의 크기가 큰 순으로 정렬했을 때, p 개의 고유벡터로 구성된 식 (6)에 의해 구할 수 있다.

$$W_{PCA} = [X V_1, X V_2, \dots, X V_p] \quad (6)$$

2.2 PCA/LDA

LDA는 클래스 정보를 사용하여 동일 부류에 속한 데이터는 서로 모이고, 다른 부류에 속한 데이터는 되도록 분리가 잘 되도록 저차원 공간으로 축소하는 데 목적을 두고 있다. LDA를 수행하기 위해 먼저 클래스 내부 분산 행렬(within-class scatter matrix; S_w) 및 클래스간 분산 행렬(between-class scatter matrix; S_b)을 각각 식 (7)과 식 (8)로 정의한다.

$$S_w = \sum_{j=1}^{N_c} \sum_{i=1}^{N_j} \Pr(C_j) E[(x_i^j - \mu_j)(x_i^j - \mu_j)^t] \quad (7)$$

$$S_b = \sum_{j=1}^{N_c} \Pr(C_j) E[(\mu_j - \mu)(\mu_j - \mu)^t] \quad (8)$$

여기서, x_i^j 는 식 (6)에서 구해진 j 번째 클래스에 있는 i 번째 영상의 PCA에 의한 투영 벡터를 의미한다. μ 는 PCA에서 구해진 P차원 투영 벡터의 전체 평균 벡터를

나타내고, μ_j 는 P차원 투영 벡터의 j 번째 클래스의 평균 벡터를 나타낸다. 결국 식 (9)에서 $J(W)$ 의 값을 최대로 하는 투영 행렬 W 를 구해 클래스간 분산은 최대로, 클래스내 분산은 최소로 한다.

$$J(W) = \frac{|W^t S_b W|}{|W^t S_w W|} \quad (9)$$

여기서, 고유값을 구하는 식으로 변환하면 식 (10)을 얻는다.

$$S_b \mu_i = \lambda_i S_w \mu_i \quad (10)$$

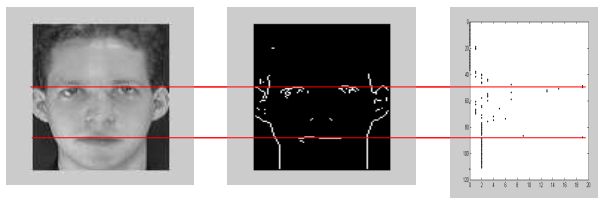
고유값의 크기가 큰 순서부터 정렬했을 때 q개의 고유 벡터로 구성된 행렬을 식 (11)과 같이 구할 수 있다.

$$W_{LDA} = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_q] \quad (11)$$

III. 기하학적 특징과 PCA/LDA 특징 추출 및 얼굴 인식 적용

3.1 기하학적 특징 추출

얼굴의 윤곽선은 주변 화소와의 명암차에 의해 뚜렷하게 구분된다. 즉, 얼굴 특징들의 윤곽선은 얼굴 영역내에 있어서 각기 다른 요소들을 구분하는 부분이 될 수 있다. 얼굴 특징들은 각기 다른 명암값을 가지고 있으며, 이는 각 특징들을 구분 지을 수 있는 윤곽선이 될 수 있다. 또한 사람의 얼굴 내에 존재하는 특징인 눈, 코, 입은 세로 방향으로 밝은 곳에서 어두운 곳으로 이동하는 지점에서 윤곽선을 보여주고 있다. 본 논문에서는 윤곽선 검출기 중에서 가장 간단하고 널리 사용되고 있는 소벨 연산자를 사용하였다.



(a) 입력 영상 (b) 수평/수직 에지 (c) 수평 투영
그림 1. 수평 투영 방법에 의한 눈과 입의 검출

Fig. 1 Detection of eyes and mouth by horizontal projecting method

그림 1은 눈과 입의 검출을 보여주고 있다. 눈과 입의 거리는 대수적인 방법으로 1차 유사 영상을 취한 후 인식을 개선하기 위한 기하학적 특징 비교의 기준 척도가 된다. 얼굴 영상에 소벨 수평/수직 연산자를 사용한 에지 검출기에 대해 수평 투영을 한 후, 히스토그램 그래프에서 최대가 되는 지점을 표시하면 눈과 입의 정확한 위치가 표시된다. 얼굴내의 눈, 코, 입의 기하학적인 구조를 살펴보면, 눈은 얼굴의 1/2를 기준으로 하여 상단 부분에 있으며 수평 성분을 많이 포함하고 있는 특징을 가지고 있다. 코는 얼굴의 중앙 지점을 기점으로 하여 상하로 전체 얼굴 높이의 약 1/3의 크기로 영역을 차지하고 있으며 수직 성분이 많이 포함되어 있다. 또한 입은 전체 얼굴에서 하단부 1/3 지점으로부터 최하단까지의 영역내에 위치하고 있고 턱의 위치는 입이 위치한 영역에 자리잡게 된다. 턱과 입 사이의 안면각은 대각선 방향의 에지 성분을 가지고 있다. 그림 2는 얼굴 영상을 눈, 코, 입, 턱의 위치에 따라서 구분된 영역을 보여주고 있다.

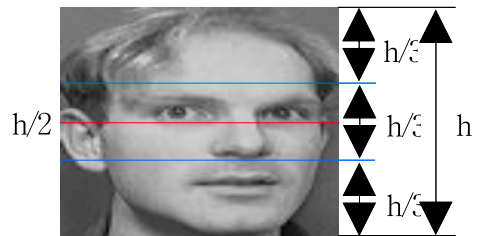


그림 2. 얼굴 구성 요소 영역
Fig.2 Area of face component

따라서, 각 영역은 웨이블릿 영역의 대역별 특성으로 판정될 수 있다. 즉, 웨이블릿 영역의 LH 대역은 수평 성분이 많으므로 눈의 특성이 많이 포함되어 있다고 할 수 있고, HL 대역은 수직 성분이 많으므로, 코의 특성이 많이 내포되어 있다. HH 대역은 대각 성분으로서, 턱의 윤곽선 등을 추출할 것으로 기대된다. 따라서, 눈의 성분은 LH 대역의 상위 1/2 영역에 대한 에너지 값을 특징으로 삼는다. 코의 성분은 HL 대역의 중간 1/3 영역에 대한 에너지 값을 특징으로 삼는다. 마지막으로 턱의 성분은 HH 대역의 하단 1/3 영역에 대한 에너지 값을 특징으로 삼는다. 각 대역별 에너지값을 각 계수값의 제곱값으로 구해 주며, 각 특징 영역에 대한 웨이블릿 대역에서의 에너지 값은 식 (12)를 이용하여 구한다.

$$E(B) = \sum_{(i,j) \in B} c^2(i,j) \quad (12)$$

여기에서, $B \in \{LH_{eye}, HL_{nose}, HH_{chin}\}$ 이고 $c^2(i,j)$ 는 (i,j) 좌표에서의 화소 값의 제곱이다. LH_{eye} 는 LH 대역의 상위 1/2 영역에 속하는 화소들의 좌표이고, HL_{nose} 는 HL 대역의 중앙 1/3 영역에 속하는 화소들의 좌표이다. HH_{chin} 은 HH 대역의 하위 1/3 영역에 속하는 화소들의 좌표를 나타낸다.

표 1. 얼굴 인식 성능 비교
Table 1. Face recognition performance comparison

| 얼굴 인식 방법(차원) | | 인식률 (%) |
|--------------|--------------------------|---------|
| 기존방법 | PCA(40) 전체 영상 | 88.5 |
| | PCA+LDA(40/20) 전체 영상 | 89 |
| | PCA+LDA(40/20) 웨이브릿 적용 | 90 |
| | PCA+LDA(40/20) + 에너지 특징 | 89 |
| 제안방법 | PCA+LDA(40/20) + 기하학적 특징 | 94 |

3.2 기하학적 특징과 대수적인 특징의 혼합 방법

본 논문에서는 얼굴의 기하학적인 특징과 대수적인 특징을 혼합하여 얼굴을 인식하는 방법을 제안하였다. 대수적인 특징은 PCA/LDA 방법을 사용하고, 눈과 입의 거리를 특징으로 하여 혼련 영상과 질의 영상간의 기하학적 특징 적용 유무를 결정하였다. 마지막으로 기하학적 특징으로는 웨이브릿 변환을 적용하여 LH, HL, HH 대역의 얼굴 요소 영역별 에너지값으로 구성된 에너지 벡터를 사용하였다.

표1은 얼굴인식 성능비교 및 인식율을 설명하고 있다. 입력 영상에 대해, PCA/LDA 방법은 9/7탭 웨이브릿 변환을 3 레벨까지 적용된 LL 대역에 대하여 적용하였다. 특징 추출 과정은 먼저, 입력 영상을 2의 멱제곱 형태로 k 레벨까지 웨이브릿 변환을 하기 위해 제로 패딩을 한다. 제로 패딩 기법은 웨이브릿 변환이 2의 멱제곱 형태의 크기로 다운샘플링됨으로써, 이 크기에 맞지 않으면 손실이 발생하게 된다. 따라서 가로 세로의 크기가 2의 멱제곱 형태가 되지 않을 경우 부족한 데이터를 0으로 채워 다운샘플링 하는 기법을 말한다. 제로 패딩된 입력

영상은 k 레벨까지 9/7탭 웨이브릿 변환을 한다. 본 논문에서 사용된 웨이브릿의 변환 레벨은 3-레벨이고, 3-레벨 LL 대역의 제로 패딩된 영상의 크기는 14x14가 되지만, 실험을 위해 제로 패딩된 부분을 제외시킨다. 따라서 실험 영상으로 사용되는 것은 14x11의 3-레벨 LL 부대역 영상이다.

3-레벨 웨이브릿 변환된 LL 대역의 영상은 PCA를 적용하여 고유 얼굴을 구하여 값이 큰 순으로 40개의 고유 얼굴을 배열한다. 40개의 고유 얼굴에 대해 LDA를 적용하여 피셔얼굴(fisherface)을 구하고 크기순으로 정렬한다. 그리고 정렬된 피셔얼굴에서 20개를 추출하여 데이터베이스에 저장한다. 또한 LH, HL, HH 대역은 각각 눈, 코, 입의 얼굴 영역별로 에너지 벡터를 구하여 3개의 에너지 벡터 값을 데이터베이스에 저장한다. 이와는 별도로, 입력 영상에 대해 소벨 변환과 수평/수직 투영 기법을 사용하여 눈과 입을 검출한 후, 검출된 눈과 입의 거리를 계산하여 데이터베이스에 저장한다. 따라서 데이터베이스에 저장되는 특징 벡터는 24개로서, 눈과 입의 거리 1개와 얼굴 영역별 에너지 벡터 3개, 그리고 PCA/LDA의 피셔얼굴 20개를 말한다.

V. 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 철도역사 주변에서 범주가 발생했을 경우에, 1차로 DB에 저장된 전과자 (위험 인물군 DB)를 검색해서 범인을 검색하는 시스템을 모의실험하였다. 뿐만 아니라, 현장에서 범인의 옷색깔을 입력하면 역사부근 범죠헌장에서 범인의 옷색깔과 같은 사람을 검색할 수 있는 모의실험을 개발하였다. 그림 4 및 그림 5에서는 프로그램 실행 화면으로, 실시간 동영상 영역에는 USB 카메라로부터 입력되는 실시간 영상을 보여주고 있다. 색상 선택은 8가지로 하여 실시간 동영상에 대하여 검색을 하고, 이는 동영상 각 프레임에 대하여 하나의 화면을 16 분할하여 각 분할 영역의 색상이 어느 색이 가장 많은가를 검사하여 그결과를 검색 결과 창에 보여주게 되어 있다. 1회 검색과 연속 검색으로 옵션을 두어 한번만 검색을 할 것인지 실시간으로 연속해서 하나의 색을 지정하여 그 색상을 입은 용의자가 있는 영역을 찾을 것인지를 결정한다.



그림 3. 모의실험 결과
Fig. 3 Simulation result

그림3에서는 범인 옷을 파란색으로 선택을 하였을 경우, 파란색 영역이 제일 많으므로 배경화면 16개의 분할 영역 중 파란색이 있는 영역이 선택되어진 결과이며, 검은색을 선택할경우에 범인이 사용한 검은색 스피커를 검색한 결과를 표시하고 있다.

뿐만 아니라, 본 논문에서는 Networked Embedded 보드를 이용하여서 얼굴인식 및 암호 인증을 하여서 철도 역사에서 주요시설을 관리하는 통제(보안)구역에 출입을 할 경우에 출입문을 열라는 명령이나 출입문을 닫으라는 명령을 받으면, 해당명령을 UART를 통해 RFID 리더로 전송하는 역할을 수행하는 모의실험을 하였다. Networked Embedded 보드는 얼굴인식 및 액티브패지를 이용해서 암호인증을 거친후에 RFID로부터 UART를 통해 받아들인 태그의 ID 정보를 원격지에 있는 PC로 Ethernet을 통하여 전송한다. 이때 전송프로토콜로는 TCP/IP를 사용한다. DS80C400 CPU는 자체 네트워크가 가능한 TCP/IP 스택을 포함하고 있으며, Networked Embedded 보드는 RFID 리더에 시리얼 포트 0를 사용하여 데이터를 전송한다. 이때 프로토콜로는 '0x30' 과 '0x31'이라는 각 한바이트의 데이터를 이용하여 'OpenDoor', 'Close Door' 라는 명령 포맷을 만들었다. 본 논문에서는 Windows 환경에서 실행가능한 TCP/IP 소켓프로그램 및 RFID 리더 제어용 어플리케이션을 작

성하기 위하여, 배우기 쉽고 사용하기 간편한 Visual Basic 6.0 버전을 사용하여 프로그램 하였다.

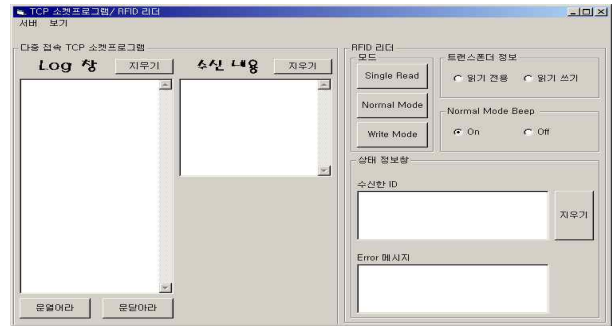


그림 4. RFID reader 프로그램
Fig. 4 RFID reader Program

Log 창은 출입한 사람의 이름과 시각이 저장되고, 수신내용에는 Embedded Networked 보드로부터 수신한 데이터를 그대로 가공하지 않고 나타내며, 수신한 ID에는 현재 인식된 태그의 ID 값 128비트가 아스키 문자 형태로 나타나며, Error 메시지 창에는 에러내용이 표시된다. 그림 4에서는 얼굴인식 및 사용자 인증을 거친후에 TCP/IP 소켓프로그램/ RFID 리더프로그램을 실행함으로써 RFID 리더를 동작화면을 보여주고 있다. 작동 원리는 0.5초 간격으로 동작되는 리더는 인식되는 태그를 수신 할 경우에, 그 태그의 ID를 Reader기 화면창에 수신 ID에 나타내면서, 등록된 ID 일 경우 ID에 해당하는 사람의 사진을 보여준다. 또한 Log 창에 ID에 해당하는 사람의 이름과 출입 날짜와 시각이 표시된다. 이때, 등록되지 않은 ID일 때는 Default 사진이 나타난다. 또한 등록된 ID가 인식되었을 경우 스텝모터 구동드라이버로 'Open Door' 명령을 내려보낸다. 스텝모터는 Open Loop로 제어되며, 정확한 길이만큼 문을 열기 위해 미리 실험하여 얻은 수치만큼 스텝모터를 회전시킨다. 더 이상 같은 ID가 인식되지 않는다면, TCP/IP 소켓프로그램/ RFID 리더프로그램은 스텝모터 구동드라이버로 'Close Door' 라는 명령을 내려보내고, 문은 닫히게 된다.

다음 그림은 TCP/IP 소켓프로그램/ RFID 리더프로그램의 시작 모습이다. 프로그램을 시작하려면, 먼저 상단의 메뉴 중에 [서버]-[시작]을 클릭하고, Networked Embedded 보드의 전원을 인가하며, RFID 리더부분의 Normal Mode 버튼을 클릭한다. 이 버튼의 기능은, RFID로부터 0.5초 간격으로 RFID 태그를 감지하는 RF파를 전파하도록 하였다.

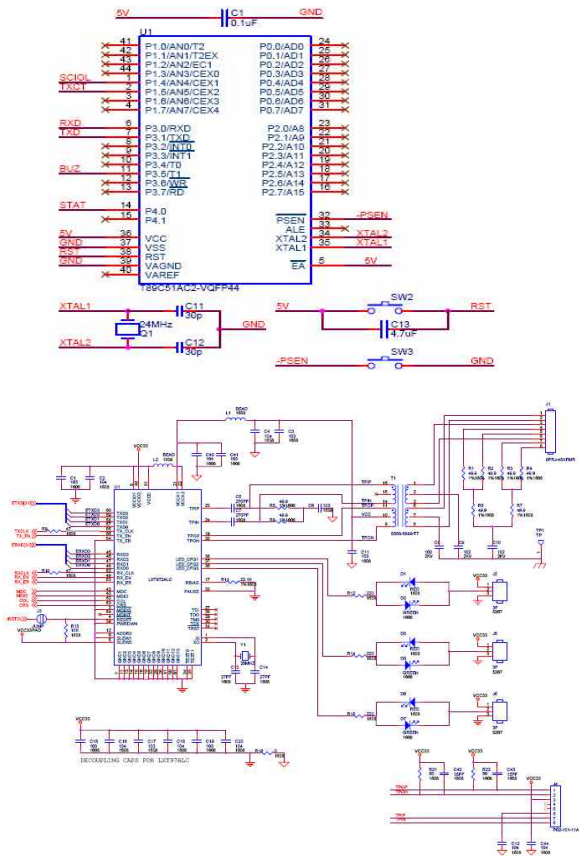


그림 5. RFID 리더기 회로도
Fig. 5 RFID reader circuit

그림 5에서는 RFID 리더기 회로를 설명하고 있으며, RFID 리더의 전원부는 직접 파워서플라이어나 아답터를 사용할 수 있게 만들었으며 극성 때문에 생길 수 있는 쇼트를 방지하기 위해 브릿지 다이오드 DF04를 사용하여 방지해 주었다. 78M05를 사용하여 보드에 공급될 5V의 전원을 만들어 주었다.

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 철도역 부근에서 범죄가 발생하였을 경우에, 1차로 DB에 저장된 전과자 (위험 인물군 DB)를 검색해서 범인을 검색하는 시스템을 모의실험하였다. 뿐만 아니라, 2차로 현장에서 범인의 옷색깔을 입력하면 역 사부근 범죄현장에서 범인의 옷색깔과 같은 사람을 검색할 수 있는 모의실험을 개발하였다. 범인의 얼굴을 보다 정확하게 검색하기 위해서, 얼굴의 기하학적인 특징과 웨이브릿 변환을 사용한 PCA/LDA 복합 방법을 제안하였다. 특히, 얼굴 인식 시스템을 이용하여 사진 또는 카메라

로 입력되는 정지 영상 및 동영상 분석하고 얼굴을 특징화하여, 기존 데이터베이스에서 철도역 침입자 및 범인으로 추정되는 가장 유사한 얼굴을 찾아내는 기술을 제안하였다. 그러나, 얼굴 인식의 경우에는 명암의 극심한 변화와 포즈의 많은 변화가 있는 얼굴 데이터베이스를 구축하지 않으면 오인식이 많았다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 RFID TAG를 철도를 이용하는 승객에게 부착하고 CCD 카메라와 연동하여 범인을 추적하는 기술을 개발하면 보다 효율적으로 범죄예방을 할 수 있을 것으로 생각된다. 특히, 본 논문에서는 얼굴인식 및 암호화 인증을 한 후에 철도역사 제한(보안)구역에서 출입문이 개폐 되는 연구를 하였다.

참고문헌

- [1] 김 근수, "VisionRicon," 퍼스텍(주), "http://www.firsteccom.co.kr/face/fc7_index.html," 2002.
- [2] 천성민, "CAMSHIFT를 활용한 실시간 인지 및 행동 장애 재활 시스템 구현," 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 시각 영상 미디어 전공 학위논문, 2005년 12월.
- [3] 고현남, "복잡한 윤곽을 위한 동적윤곽기반의 객체 추적 알고리즘에 관한 연구," 배재대학교 대학원 정보통신공학과 정보통신공학 전공 학위논문, 2006년 6월.
- [4] 김용진, "능동 카메라 환경에서 차영상을 이용한 이동물체 탐지 및 추적," 연세대학교 대학원 컴퓨터학과 학위논문, 2006년 12월.
- [5] 고흥승, "Particle Filter를 이용한 실시간 물체 추적 알고리즘에 관한 연구," 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 소프트웨어 컴퓨팅 & 3D 시스템 전공 학위논문, 2004년 12월.
- [6] 박구만, 정철준, 강인구, 이홍중, "양방향 움직임 추정에 의한 GMM 기반 객체 검출 성능 향상" 한국음향학회 신초처리합동학술대회 논문집 2008년 9월.
- [7] Chellappa, Wilson, and Sirohey, "Human and Machine Recognition of Faces : A Survey," Proceedings of IEEE, Vol. 83, no. 5, pp. 704-740, 1995.
- [8] Robert Frischholz, "BioID," HumanScan Inc., "<http://www.human-scan.de/products/bioID/bioID31.php>," 2003.

[9] Bernard C. Bailey, "FaceExplorer," Viisage Inc., "http://www.viisage.com/ww/en/pub/viisage_products/faceexplorer.htm," 2004.

[10] 김 근수, "VisionRicon," 퍼스텍(주), "http://www.firsteccom.co.kr/face/fc7_index.html," 2002.

※ 본 연구는 국토해양부 도시철도표준화2단계연구개발사업의 연구비지원(07도시철도표준화A01)에 의해 수행되었습니다.

저자 소개

윤 병 주(정회원)



- 1986년 경북대학교 전자공학과 (학사)
- 1988년 경북대학교 전자공학과 (석사)
- 2003년 건국대학교 전자정보통신공학과 (박사 수료)
- 1988년 - 현재 (주)비즈로시스 연구소 연구소장
- 2004년 -2008 대한전자공학회 통신소

사이티 이사

- 2007년 -현재 유비쿼터스학회 이사
- 2009년 - 현재 한국인터넷방송통신·TV학회 협동이사
- <관심분야> : 지능형 영상감시, u-City, ITS, 디지털 신호처리

안 태 기(정회원)



- 1993년 경북대학교 전자공학과 (학사)
- 1996년 경북대학교 전자공학과 (석사)
- 2008년 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 (박사 수료)
- 1996년-현재 한국철도기술연구원 선임연구원
- <관심분야>: 멀티미디어 통신, 영상분석, 인공지능

석, 인공지능

이 원 재(정회원)



- 2002년 한양대학교 전자공학과 (학사)
- 2002년 - 현재 (주)비즈로시스 연구소 선임연구원
- 2008년 - 현재 유비쿼터스학회 심사위원

<관심분야> : 지능형 영상감시, 영상 분석

홍 유 식(중신회원)



- 1984년 경희대학교 전자공학과 (학사)
- 1989년 뉴욕공과대학교 전산학과 (석사)
- 1997년 경희대학교 전자공학과 (박사)
- 1985년-1987년 대한항공(N.Y.지점 근무)

- 1989년-1990년 삼성전자 종합기술원 연구원
- 1991년-현재 상지대학교 컴퓨터공학부 교수
- 2000년-현재 한국 퍼지 및 지능시스템학회 이사
- 2004년-2008 대한 전자 공학회 ITS 분과위원장
- 2001년-2003 한국 정보과학회 편집위원
- 2001년-2003 한국 컴퓨터 교육산업협회 이사, 편집위원
- 2004-현재: 건설교통부 ITS 전문심사위원
- 2004-현재: 원주 시 인공지능신호등 심사위원
- 2005-현재: 정보처리학회 이사
- 2005-현재: 인터넷 정보학회 이사
- 2005-현재: 지능시스템학회 강원지부 회장
- 2006-현재: 인터넷 방송통신 TV학회 부회장
- 2006-현재: 대한전자공학회 컴퓨터소사이티 부회장
- <관심분야>: 퍼지 시스템, 전문가시스템, 신경망, 교통제어

송 영 준(정회원)



- 1994:충북대학교 공학사(학사)
- 1996:충북대학교 공학사(석사)
- 2004:충북대학교 공학사(박사)
- 2004-현재: 충북대학교 연구교수
- 2007-현재: 유비쿼터스학회 이사
- 2007-현재: 전자공학회 심사위원