

## 실시간 얼굴인식 시스템

이인성\*, 홍영민\*\*, 송영철\*\*, 김지찬\*\*, 홍정조\*\*  
한국수자원공사\*

### System for Real-time Vissage Certification

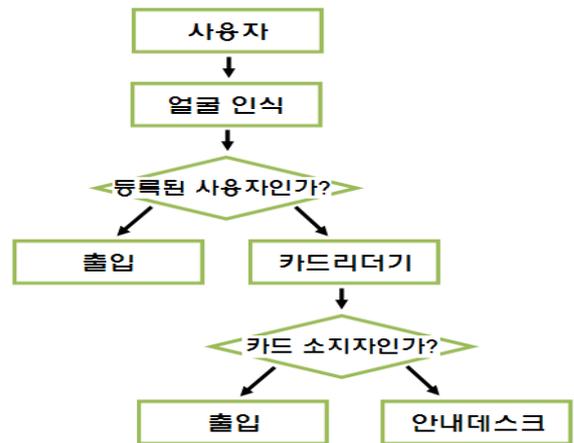
In-Seong Lee\*, Young-Min Hong\*\*, Young-Cheol Song\*\*, Ji-Chan Kim\*\*, Jeongn-Jo Hong\*\*  
Korean Water Resources Corporation\*

**Abstract** - 범용적으로 쓰여지고 있는 id카드를 이용한 출입방식의 경우 카드 분실, 미소지시 또는 손상시 불편함을 초래하며 실질적인 보안의 효과를 기대하기에는 부족한 부분이 많은 실정이다. 또한 전국에 사업장을 가지고 있는 기업의 경우는 보안업체별 소스코드를 공개하지 않음에 따라 id카드를 통일하기 위하여 최초 설치 업체에 종속되는 문제점도 가지고 있다.

그리고 지문인식, 홍채인식 및 정맥인식 등은 출입통제시스템 자체의 단점과 더불어 이용자들의 불편함 그리고 정보수집에 따른 불쾌감을 발생시키는 문제점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복할수 있는 얼굴인식 시스템의 경우 다양한 상황에서의 얼굴 검출 및 정보 처리등에 대한 문제점이 있어 정치화상이나 신분증에 화상데이터를 입력하여 비교하는 방법등에 대한 실용화가 많이 되어지고 있는 실정이나 이 역시 id카드가 없으면 출입이 허가되지 않는다는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 극복하고 자연스러운 상태에서 인증 및 출입이 허가된다면 가장 이상적이고 경제적인 출입통제시스템 구축이 가능하므로 본 논문에서는 위 문제점에 대한 대안을 제시하고 증명을 통하여 현장에서 충분히 적용될 수 있음을 입증하고자 한다.

설정하여 연구하였다.



〈그림 1〉 동화상 출입 통제 시스템 개요

여기서 출입 허가 조건은 관리자가 결정할 수 있으며 등록된 화상 데이터와 일치 정도에 따라 출입, id카드 유도, 안내데스크로 유도할 수 있도록 하며, 미세한 차이는 스스로 학습할 수 있도록 구성한다.

## 1. 서 론

카메라 기술의 급속한 발전은 과거에 제공하지 않았던 다양한 형태의 정보를 제공할 수 있으며 네트워크방식으로 구성이 가능하다. 특히 전송 능력 및 해상도에서 과거와는 비교할 수 없는 ip카메라의 등장은 예전의 단순감시기능을 뛰어넘는 다양한 기능을 제공한다. 과거 산업현장에 제공되기 힘들었던 적외선센서 응용기술의 발전은 감시카메라와 결합할 경우 빛이 거의 없는 공간에서도 화상 제공이 가능하여 더욱 다양한 정보처리가 가능하다.

전국적으로 분포하는 사무용 건물의 경우 통상적으로 id카드를 이용한 출입통제방법을 채택하고 있으며 건물내외부에 다양하게 설치되는 감시 카메라는 감시 외에는 다른 목적으로 사용되지 않는 실정이다. id카드에 의한 출입방식은 몇 가지 단점을 가지고 있어 다양한 형태의 생체인식방법이 연구되어지고 상용화 되고 있으나 지문인식, 홍채인식 및 정맥인식 등 다른 생체인식 역시 시스템 자체의 한계와 더불어 출입자들의 불편감 또는 불편함을 유발하는 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 통상적으로 건물에는 출입문, 비상구, 주차장 및 엘리베이터 등에 설치되는 적외선 감시카메라 가능한 ip카메라로 설치하고 카메라로부터 얻은 정보를 통하여 기존 데이터베이스와 일치할 경우 별도의 카드접촉이 없어도 출입이 가능하도록 하고 변경되는 부분은 스스로 학습할 수 있도록 하며 일정 부분 이하 일치 시는 기존 id카드나 안내데스크 유도를 받아서 출입할 수 있도록 하여 기존 단순 감시용으로 사용하는 건물내부 cctv시스템에 대한 활용도를 높이고 출입인증에 따른 불편함 및 불쾌함을 해소할 수 있다.

## 2. 본 론

### 2.1 동화상 얼굴인식 개요

건물 출입구, 엘리베이터, 비상구 등에 설치되어 있는 ID카드 리더기로 신분을 확인하고 IP카메라로부터 얼굴영상을 입력받아 얼굴구성요소를 추출하고 회전, 조영보정 등 전처리를 통하여 특징을 추출하여 기존 직원에 대한 얼굴을 등록하고 최초 데이터로부터 일정부분 이상 일치 시는 출입을 허가하고 불일치 시는 ID카드나 안내데스크로 출입하는 방법을 구성한다.

#### 2.1.1 얼굴인식의 주요 연구방법

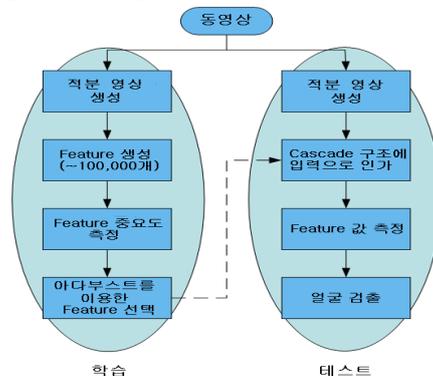
동화상으로 출입통제시스템을 구성하기 위하여 실시간 인식, 적외선 카메라를 이용 조영에 둔감한 시스템 구성, id카드와 조합, 인증실패에 대한 안내 및 인상착의 변화 후 학습과 더불어 목표 인식율을 98%로

#### 2.1.2 얼굴 검출 방법

얼굴검출 방법은 다양한 방법이 있으나 동화상 및 실시간으로 인증되어야 하는 만큼 얼굴의 각 특징에 대한 적분 영상을 생성하여 중요도를 추출하는 비올라 존스 방법을 사용한다. 학습하는 과정은 다음과 같다.

##### (1) 학습 단계

- 적분 영상 생성
- 수많은 Haar 모양 특징을 생성
- 학습 영상으로부터 각각의 특징의 중요도를 측정
- 이 중 최상위 특징들만 이용하여 아다부스트로 학습 후 가장 중요한 특징들만 골라내는 작업 수행



〈그림 2〉 비올라 존스 방법을 이용한 얼굴 검출 방법

(2) 테스트

- 영상으로부터 적분 영상을 생성
- 이 영상을 학습단계에서 미리 뽑아 놓은 특징들의 캐스케이드 구조에 입력으로 인가
- 특징 값을 측정하고 이를 바탕으로 분류를 수행
- 주어진 영상의 어떤 부분이 얼굴인지 검출해 내는 작업을 수행

2.2 얼굴의 인식

얼굴인식 방법은 특징 기반 방법과 영상 기반 방법이 있으며 제안된 시스템의 인식기술은 특징 기반 방법을 사용하였다. 특징 기반 방법은 눈, 코, 입과 같은 얼굴을 구성하는 요소들의 특징점을 찾아서 각 점들 사이의 위치나 모양 등을 측정함으로써 얼굴 이미지들 사이의 유사도를 비교하며, 얼굴 이미지의 크기가 작거나 해상도가 낮을 때 특징점을 찾기가 어려우며, 얼굴의 포즈나 표정 변화에 매우 민감한 특징을 가지고 있다.

(1) 주성분 분석법

다차원 특징 벡터로 이루어진 얼굴 영상에 대하여 해상 영상에 대한 정보를 유지하면서 차원을 축소시키는 데이터 처리 방법 중 하나이다. 얼굴 영상의 주성분을 구하여 특징벡터를 주성분 방향으로 사영(projection) 시키면 차원을 감소할 수 있게 된다.

입력 차원이  $d$ 인  $n$ 개의 데이터  $(x_1, \dots, x_n) \in R^d$  가 있다고 할 때 주성분 분석법의 목적은  $x_i$ 의 재구성 오차인  $J_{d'}$ 을 최소화하면서  $d'$ 의 차원으로 감소시키는 것이다.

$$J_{d'} = \sum_{i=1}^n \left\| \sum_{k=1}^{d'} y_{ik} e_k - x_i \right\|^2 \quad (\text{식 10})$$

여기서  $e_1, \dots, e_{d'}$ 는 bases for the subspace이고,  $y_i$ 는  $x_i$ 를 subspace로 사영한 결과를 나타낸다.

(2) 선형 판별 분석법

클래스간 분산 행렬과 클래스 내 분산 행렬간의 비율을 최대화하는 방법을 통해 데이터에 대한 특징벡터의 차원을 줄이는 방법 즉, 클래스 분리를 최대화 하는 벡터의 방향을 찾아 그 방향으로 사용을 시켜 차원을 감소시키게 된다. 이 경우 같은 클래스내의 데이터들은 서로 가깝게 모여 있고 동시에 다른 클래스의 평균 간의 거리는 최대화하는 방향을 찾게 된다.

$$J(W) = \frac{|\tilde{\mu}_1 - \tilde{\mu}_2|^2}{(S_1^2 + S_2^2)} = \frac{W^T S_B W}{W^T S_W W} \quad (\text{식 19})$$

$J(W)$ 을 최대를 하는 값을 찾아 고유 벡터를 구하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다. 이 식을 Fisher's Linear Discriminant 라 한다. 이 식을 최대화하는 최적화된 변환 행렬  $W$ 을 찾아냄으로써 선형판별 분석법을 수행한다.

$$W^* = \operatorname{argmax} \frac{W^T S_B W}{W^T S_W W} = S_w^{-1}(\mu_1 - \mu_2)$$

(3) 구조적 유사성 방법

SSIM은 두 이미지사이의 유사성을 측정하는 방법이다. SSIM의 결과는 0과 1사이의 값으로 주어진다. 0의 값은 원 영상과의 상관관계가 없다는 것을 의미하고, 1의 값은 원 영상과 동일한 영상임을 의미한다.

SSIM은 원래 신호를  $x$ , 왜곡된 신호를  $y$ 로 표현했을 때 휘도  $l(x,y)$ , 대조  $c(x,y)$ , 그리고 상관도  $s(x,y)$ 의 유사도를 구하고 이들을 서로 곱함으로써 구할 수 있다.

$$l(x,y) = \frac{2\mu_x \mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1}, \quad c(x,y) = \frac{2\sigma_x \sigma_y + C_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2},$$

$$s(x,y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x \sigma_y + C_3}$$

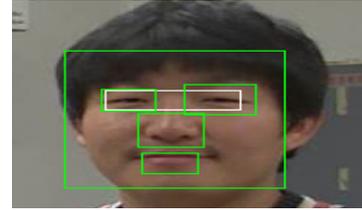
$$SSIM(x,y) = l(x,y)c(x,y)s(x,y)$$

$$SSIM(x,y) = \frac{(2\mu_x \mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (\text{식 21})$$

여기에서  $\mu_x$ 와  $\mu_y$ 는 각각 신호  $x$ 와  $y$ 의 평균값이며 이는 신호의 밝기를 반영한다.  $\sigma_x$ 와  $\sigma_y$ 는 각각 신호  $x$ 와  $y$ 의 분산이며 이는 신호의 대조의 정도를 반영한다.  $\sigma_{xy}$ 는 신호  $x$ 와  $y$ 사이의 공분산이며 이는 두 신호간의 상관도를 반영한다.

4) 멀티 구조적 유사성 방법(Multi-SSIM Multi-Structural Similarity)

Multi-SSIM은 SSIM을 이용되되, 얼굴만 비교하지 않고, 눈, 코 그리고 입을 같이 비교함으로써 인식률을 올리고자 한 방법이다.



<그림 2>. Multi-SSIM 알고리즘 실행결과

먼저, 카메라로 받은 영상으로부터 비올라 존스 방법을 이용하여 얼굴을 검출한다. 검출된 얼굴 영역 내에서 다시 코, 양쪽 눈, 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 입을 찾는다. 코의 경우에는 검출된 얼굴 영역 내에서 가운데 원점을 기준으로 가로 세로로 반씩, 즉 얼굴면적의 1/4의 면적에서 비올라 존스 방법을 이용하여 코를 검출한다. 검출된 얼굴영역을 가로로 4등분 할 때에 위에서 두 번째에 해당하는 영역에 대하여 비올라 존스 방법을 이용하여 양쪽 눈을 검출한다. 그리고 양쪽 눈을 검출한 영역을 좌우로 나눠서 각각의 영역 내에서 비올라 존스 방법을 이용하여 왼쪽 눈과 오른쪽 눈을 검출한다. 마지막으로 입을 검출하기 위하여 검출된 얼굴영역을 가로로 4등분하여 맨 아래쪽 영역의 가운데 영역, 즉 얼굴전체면적의 1/8면적에서 비올라 존스 방법을 이용한다.

2.3 개발 시스템의 장점

본 논문에서 제안된 출입통제 시스템은 기존 시스템에 비하여 다음과 같은 장점을 가진다.

- 출입하는 직원과 방문객들이 자신의 출입을 제어 당한다는 느낌이 없이 자연스러운 상태에서 출입 인증이 가능
- 기존에 설치되어 있는 id카드 보안시스템 및 CCTV와 연동이 가능하여 큰 비용이 없이 시스템 설치가 가능
- 출입자의 출입 이력이 동화상으로 남으며 추적 활용이 가능하여 보다 능동적인 보안업무가 가능

이상의 연구를 통해 아래와 같은 결론을 도출하였다. 얼굴인식시스템은 IP카메라 및 초저조도 카메라를 이용하여 거리제한 없이 인식율을 98%까지 향상시킬 수 있으며 보다 유연하고 강력한 보안체계 구축이 가능하다는 점이다.

3. 결 론

id카드를 이용한 출입통제시스템과 건물 내외부에 설치된 카메라를 이용 출입통제시스템을 구축한다면 내부 종사자들의 편의성과 함께 공사비도 절감할 수 있을 것이다. 하지만 상기 시스템은 더욱 강력한 인증을 하기위하여 조도별 인식율 검토, 카메라 각도별 인식율을 올리는 문제, 최대 200명 정도의 실시간 인식에 따른 문제점 및 3D나 컬러로 구축이 가능토록 개발한다면 더욱 강력한 시스템으로 사용 가능하며 출입통제시스템 구축이 가능할 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

[1] 오재홍 외, "신경회로망을 이용한 화상인식에 관한 연구", 대한전자공학회 학술대회 논문집, 제2권, 1989  
 [2] 이호근 외, "빠른 얼굴 검출을 이용한 실시간 얼굴 인식 시스템", 정보과학회논문지, 제32권, 2005  
 [3] 김용규, "신경회로망과 화상인식", 대한전자공학회 학술대회 논문집, 제20권, 1997