디지털산업정보학회 논문지 제4권 제4호 - 2008년 12월

얼굴 인식과 RFID를 이용한 실시간 객체 추적 및 인증 시스템

정 용 훈* · 이 창 수** · 이 광 형*** · 전 문 석*

The Etrance Authentication Systems Using Real-Time Object Extraction and the RFID Tag

Jung, Young Hoon · Lee, Chang Soo · Lee, Kwang Hyung · Jun, Moon Seog

<Abstract>

In this paper, the proposal system can achieve the more safety of RFID System with the 2-step authentication procedures for the enhancement about the security of general RFID systems.

After authentication RFID Tag, additionally, the proposal system extract the characteristic information in the user image for acquisition of the additional authentication information of the user with the camera. In this paper, the system which was proposed more enforce the security of the automatic entrance and exit authentication system with the cognitive characters of RFID Tag and the extracted characteristic information of the user image through the camera. The RFID system which use the active tag and reader with 2.4GHz bandwidth can recognize the tag of RFID in the various output manner. Additionally, when the RFID system have errors, the characteristic information of the user image is designed to replace the RFID system as it compare with the similarity of the color, outline and input image information which was recorded to the database previously. In the result of experiment, the system can acquire more exact results as compared with the single authentication system when it using RFID Tag and the information of color characteristics.

Key Words : RFID System, Active Tag, Object Extraction, Image Processing, 2.4GHz Bandwidth

Ⅰ. 서 론

오늘날 컴퓨터 네트워크 기술의 급속한 발전과 정보 통신 기술이 획기적으로 진보하게 되면서 특정 사물 및 생물체 또는 디지털 콘텐츠를 자동으로 식별할 수 있는 기술은 우리에게 더 이상 낯설지 않게 보급되어 왔으며 네트워크를 이용한 다양한 서비스를 제공 받고 있다. 그 결과 다방면의 정보가 생산되고 있으며, 이러한 정보를 관리하기 위하여 데이터베이스의 유지와 관리는 필수적인 요소가 되었다.

현재까지 많은 데이터베이스 보안 모델이 연구되어져

* 숭실대학교 컴퓨터공학과
** (주)리테일테크
*** 서일대학 인터넷정보과

있으며, 보안상의 많은 문제점을 충족시키고 있다.

그러나 그동안 연구된 보안 모델은 시스템 내부에서 데이터베이스를 보호하는데 그쳤다. 물론 DRM 기술이나 전자도서관, 지문인식 등의 분야와 접목되어 보안 기술이 확산되었지만, 문서화된 데이터에 이동방향과 부정 이용되고 있는지를 탐지할 수 없다[3]. 이러한 문서화된 데이터의 오용과 유출을 막기 위하여 무선을 이용, 원격에서 감지 및 인식하여 정보의 교환을 가능케 하는 유비쿼터스 RFID(Radio Frequency Identification)시스템은 개인생활 및 산업 전반에 많은 응용서비스가 가능하며 정보 네트워크와 전자통신 기술이 진보하게 되면서 특정 사물 및 생물체를 자동으로 식별할 수 있으며, 특히 RFID 카드시스템은 출입통제, 요금징수, 전자화폐 및 건강카드 분야로 확산될 것이 예상되고 있다. 이러한 문서화된 데이터와 출입통제에 대한 문제를 해결하고자 RFID Tag와 영상에서 객체추출을 이용한 시스템을 제안하려 한다.

본 논문에서 제안하는 출입인증 시스템은 RFID Tag의 정보와 추가적으로 카메라를 통하여 사용자의 얼굴 특징 정보를 추출한다. 이렇게 영상정보를 획득한 후 카메라 레인지(range) 안에서 객체를 추적할 수 있는 시스템을 제안한다.

얼굴 검출 방법으로 컬러 기반 얼굴 영역 검출 방법과 에지 기반 눈 영역 검출, 얼굴 영역 정규화 3단계를 이용하여 얼굴 검출을 한다.

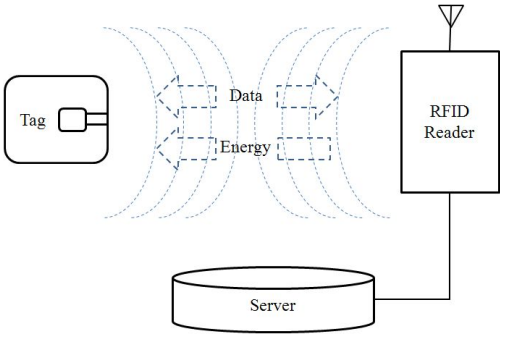
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 기술하며 3장에서는 제안하는 시스템에 대하여 기술하고, 4장에서는 제안하는 시스템의 성능평가, 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

Ⅱ. 관련 연구

2.1 RFID 시스템

RFID는 마이크로칩을 내장한 태그(Tag), 레이블, 카드 등에 저장된 데이터를 무선 주파수를 이용한 리더에서 자동 인식하는 기술이다. RFID 시스템은 기존 바코드나 자기인식 장치의 단점을 보안하고 사용의 편리성과 많은 정보를 담을 수 있도록 향상시킨 차세대 핵심 기술이다.

RFID 시스템은 국방, 의료, 유통, 교통, 보안, 제조, 건설, 서비스, 행정 등 많은 응용분야에 사용되고 있다. 이러한 RFID 시스템은 태그(Tag or transponder), 리더(Reader or interrogator), 백엔드 서버(Back-end-Server) 3가지 구성 요소로 이루어진다[1].



<그림 1> RFID 시스템

2.1.1 태그(Tag)

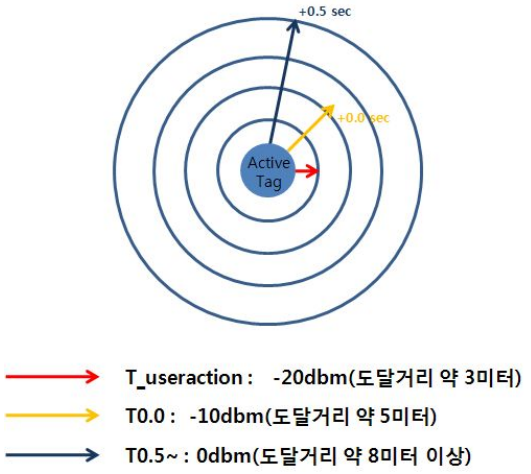
태그(Tag)는 사람과 사물, 동물 등에 부착하여 그 사물에 대한 직접적 혹은 간접적인 식별 및 인식 정보를 송신하는 장치이다. 일반적으로 태그는 한 개의 IC 칩과 한 개의 안테나(antenna)로 구성되어 있다.

태그는 고유한 정보 아이디(TID)를 가지고 있으며 크게 능동형 태그(Active Tag)와 수동형 태그(Passive Tag)로 분류될 수 있다.

능동형 태그는 태그 자체에 배터리(battery)를 장착하

고 있어 자체 연산 수행이 가능하며 데이터의 전송 범위도 수십 미터 정도까지 이른다. 그러나 배터리가 내장되어 있으므로 태그의 가격이 높으며, 태그의 수명은 배터리의 수명에 종속된다는 단점을 가진다. 능동형 태그는 주로 무역용 컨테이너, 위치인식, 헬스케어 등에서 활용되어지고 있다[6].

수동형 태그는 태그 자체에 배터리를 가지고 있지 않으며 리더에서 보내는 전파를 이용하여 전자기 유도(induction)를 하고 이를 통해 전원을 확보한다. 태그의 전송 전력이 약하므로 능동형 태그에 비해 전송 범위가 짧아 근거리 정보 통신에 주로 이용된다. 하지만 배터리를 내장하지 않기 때문에 생산 단가가 매우 저렴하고 작은 사이즈로 생산이 가능하며 일반적으로 사용 수명도 길기 때문에 많은 적용 분야를 가지고 있다. 특히 물류관리 분야에 적합하기 때문에 앞으로 주로 사용되는 태그가 될 것이다.



<그림 2> 2.45GHz Active Tag 동작원리

다음 <그림 2>는 2.45GHz RF Active Tag로서, 기존의 RFID Tag는 단지 1개의 출력(dbm)을 사용하여 전파를 전송하지만 개발하고자 하는 시스템은 1개의 Tag에서 인식거리가 가변적인 전파를 발진한다.

2.1.2 리더(Reader)

RFID 리더는 태그의 정보를 수집하기 위하여 태그와 송신하는 장치이며, 태그에서 수집된 정보를 미들웨어로 전송하는 기능을 한다. RFID 리더는 RF 아날로그부와 디지털 신호처리 제어부로 구성된다. RF 아날로그부는 전력전송, 아날로그 신호처리와 같은 기능을 하고 디지털 신호처리 제어부는 디코더, 인코더 등으로 이루어져 있다. RFID 리더는 고정형과 이동형으로 분류할 수 있으며, 고정형 리더는 태그 정보를 무선으로 수신하여 수신된 정보를 서버에 전달하는 기능을 수행한다. 이동형 리더는 무선으로 리더에 수신된 태그 정보를 서버에 전송하기 위해서 무선 네트워크 인터페이스를 내장하고 있다. 리더의 주된 역활은 서브시스템이나 벡엔드 서버에서 태그의 데이터를 분석 할 수 있도록 태그 정보를 전송해 주는 역할을 수행한다.

2.2. 얼굴영역 검출 및 인식

얼굴영역 검출은 얼굴의 고유한 특징을 가진 눈, 코, 입을 포함한 얼굴 영역을 찾아내는 것이고, 얼굴 인식이란 입력 이미지를 통해 데이터베이스 안에 동일 인물의 이미지를 찾아내는 것이다. 얼굴 검출 및 인식에 있어서 얼굴의 윤곽선 및 피부색, 머리모양, 눈, 코 입은 주요한 특징으로 개인마다 다소 차이를 가지고 있기 때문에 특징 추출에 있어 정확한 추출정보를 획득하여야 한다[3]. 또한 얼굴영상 이미지 중 일부가 손상된 경우에는 얼굴영역의 인식률을 향상시키기 위하여 얼굴 복원이 필요하다. 얼굴 복원이란 얼굴 이미지의 손상된 부분을 추측하여 원 이미지와 유사하게 만드는 것을 말한다.

2.2.1 얼굴 검출

얼굴 영역 검출을 위한 첫 과정은 입력 이미지로부터 얼굴이 존재하는 영역과 배경 영역을 분리하는 작업이

다. 얼굴 검출 방법에는 Fleck의 스킨필터를 이용하여 입력 이미지로부터 얼굴 영역을 검출하는 방법이 있다. 이 방법은 먼저 식(1)을 통해 영상의 R, G, B값을 로그-보색 칼라 표현(log-opponent color representation) 값인 I, R_g, B_y로 변환시킨다. 식(1)에서 n값은 [0, 1] 사이에 존재하는 난잡음(random noise)을 나타낸다.

$$L(x) = 105^2 \log_{10}(x+1+n)$$
$$I = L(G), R_g = L(R) = L(C), B_y = L(B) - \frac{L(R)+L(G)}{2}$$

(식 2-1)

이렇게 얻어진 값을 통해 **식(2)**를 사용하여 색상(hue) 값 H와 채도(saturation)값 S를 구한다.

$$R = \tan^{-1}(Rg/By), s = \sqrt{Rg^3 + By} \quad \text{(식 2-2)}$$

식(2)연산이 끝나면, 사람의 피부 색깔에 해당하는 생상과 채도 값이 a) 색상=[110, 150], 채도=[20, 60] 이거나 b) 색상=[130, 170], 채도=[30,130]이라는 사실을 이용하여, 위 조건을 만족하는 모든 화소 값을 마킹(marking)함으로써 입력 이미지로부터 얼굴에 해당하는 영역만을 검출할 수 있게 된다.

2.2.2 전처리 단계

얼굴 검출 기법으로 검출된 얼굴 영역에서 손상된 부분을 알아내기 위해 얼굴의 수직 중심선과 얼굴의 중심점을 구한다. 이때, 전처리 단계로 얼굴 윤곽선 검출을 위한 소벨 에지 연산과 이진화 및 모폴로지 연산을 수행한다.

가. 얼굴 윤곽선 검출

얼굴의 윤곽선을 검출하는 방법에는 미분 연산자에 의한 밝기 값의 변화를 이용하여 찾아내는 방법과 마스크를 이용하는 방법이 있다[5]. 소벨 마스크 방법은 계산 속도가 빨라 더 효과적이다.

입력 영상 I의 크기가 M*N일 때, 소벨 마스크를 입력 영상에 적용하기 위해 식(3) 의 F_{ij}와 같이 입력 영상 I를 3*3씩 분리한다. 분리된 영상 F_{ij}와 소벨 마스크 S_1, S_2가 식(4), 식(5)와 같다고 가정할 때, 얼굴 영역의 에지는 식(5)와 같이 정의될 수 있다.

$$F_{ij} = \begin{matrix} P_{i-1j-1} & P_{i-1j} & P_{i-1j+1} \\ P_{i\ \ j-1} & P_{i\ \ j} & P_{i\ \ j+1} \\ P_{i+1j-1} & P_{i+1j} & P_{i+1\ \ j} \end{matrix} \quad \text{(식 2-3)}$$

$$S_1 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, S_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{(식 2-4)}$$

$$E = \left|\sum_{i=0}^{N}\sum_{j=0}^{N} F_{ij} \times S_1 + \sum_{i=0}^{N}\sum_{j=0}^{N} F_{ij} \times S_2\right| \quad \text{(식 2-5)}$$

나. 이진화 및 모폴로지

이진화는 영상의 전체적인 정보를 간략화하기 위한 영상 처리 방법 중 하나이다. 주요 이미지 처리를 위한 전처리 과정으로 많이 사용되며, 임계값을 기준으로 명암 값을 0과 1로 표현한다.

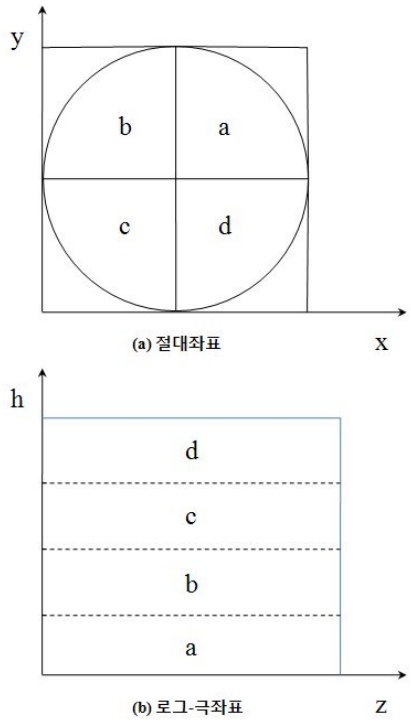
이진화 연산을 수행한 후, 얼굴에 존재할 수 있는 잡음을 제거하기 위해 모폴로지 기법 중 팽창 연산을 사용한다. 팽창 연산을 통해 얼굴 영역의 최외각 픽셀을 확장시킴으로써, 얼굴 영역 안의 빈 공간은 메우고 끊어진 영역은 연결 시켜 주게 된다[1].

2.2.3 로그-극좌표 변환

로그-극좌표 변환은 절대좌표 값을 로그-극좌표로 변환 시킨다.

이변환 방법은 몇 가지 중요한 특징을 가지고 있다. 첫째, 중심점을 기준으로 중심 부분에는 중요한 정보가 조밀하게 분포하고, 주변 부분에는 중요하지 않은 정보

가 분포하는 특징을 가지고 있다. 둘째, 로그-극좌표에서 z축은 원의 반경을 h 축은 회전 각도를 나타낸다. 절대좌표상의 영역인 <그림 3 (a)>의 a, b, c, d는 로그-극좌표 상에서 <그림 3(b)>와 같이 변환되며, 얼굴 이미지의 좌・우 영역은 각각 b, c 영역과 a, d 영역으로 나뉘어진다.



<그림 3> 절대좌표와 로그-극좌표

2.2.4 자동상관관계 특징 추출

자동상관관계p(s)는 로그-극좌표의 각 행별로 아래 식(6)과 식(7)을 이용하여 얻는다. 로그-극좌표 이미지의 한 행이 N개의 성분을 가지고 있는 X(t)일 때, 식(6)에 의해 먼저 R(s)를 구한다. R(s)는 s=0일때 가장 큰 값을 갖게 되는데, p(s)는 식(7)과 같이 정의한다.

$$R(s) = \frac{1}{N}\sum_{i-1}^{N-1}(x(t)-\overline{x})(x(x+t)-\overline{x}) \qquad \text{(식 2-6)}$$

$$-1 \le p(s) - \frac{R(s)}{R(0)} \le 1 \qquad \text{(식 2-7)}$$

2.2.5 얼굴 인식

고유 얼굴은 주성분 분석 기법을 통해 얻은 고유벡터들로 표현된 얼굴을 의미한다. 주성분 분석 기법은 고차원의 데이터를 저차원으로, 우선 훈련 집합(training-set)이 필요하다.

T_n는 훈련 집합에 속하는 임의의 얼굴 영상이고, 영상의 크기는 M*N이며, 영상의 개수가 n=1.....M, 이라고 할 때, 식(8)을 통해 훈련 집합의 평균 얼굴(ψ)을 구할 수 있다.

$$\psi = \frac{1}{M}\sum_{k-1}^{M}\Gamma(n-1...M) \qquad \text{(식 2-8)}$$

$$C = \frac{1}{M}\sum_{k-1}^{M}\phi_k\phi^{'k} \qquad \text{(식 2-9)}$$

$$w_k = u^{\Gamma_k}(T-\Psi) \qquad \text{(식 2-10)}$$

$$\Omega^{\Gamma} = [w_1 w_2 ... w_k] \qquad \text{(식 2-11)}$$

데이터베이스에 있는 원 영상에서 평균 얼굴값을 뺀 $\phi_i(=\Gamma_i-\Psi)$백터를 구한 후, 공분산 행렬(covariance matrix)을 식(9)을 통해 구한다.

공분산 행렬은 N^2*N^2 크기를 갖게 되고, 이는 데이터의 분포를 가장 잘 표현하는 상위 M 개 이미지의 고유벡터(eigenvectors) u_k와 고유값(eigenvalues) λ_k를 구하는데 사용된다. 고유값은 값의 유용성에 따라 크기가 큰

순으로 정렬되고, 이렇게 얻어진 고유벡터를 N*N 으로 재배열하면 실제 얼굴과 비슷한 이미지가 되는데 이를 고유한 얼굴이라 한다.

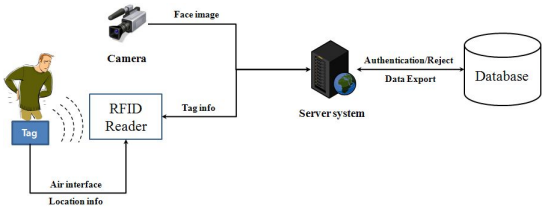
고유벡터는 식(10)에 의해 k=1.....M 인 가중치 w_k를 구하는데 사용되고, 각 고유벡터를 통해 구해진 가중치는 식(11)과 같이 벡터 Ω^T로 표현할 수 있다[8].

영상이 입력되면 위와 같은 과정으로 입력 영상의 Ω를 구하고, 유클리디안 거리 (Euclidian distance) $E_k = \|(\Omega - \Omega_k)\|$ 가 최소가 되는 얼굴 이미지를 입력 영상과 가장 유사한 얼굴로 인식한다. 단, 구해진 E_k 가 임계값보다 큰 경우에는 데이터베이스에 없는 새로운 얼굴로 인식한다.

Ⅲ. 제안하는 시스템

본 논문에서 제안하는 시스템은 두 단계의 인증처리를 통하여 허가된 사용자인지 아닌지를 자동으로 인증하는 시스템이다. 첫 번째 단계에서는 RFID Reader에서 RFID Tag의 데이터를 읽어 들여 1단계 인증을 통하여 Tag사용자를 인증하고 또한 2단계의 사용자 인증을 위하여 Tag를 소지한 사용자의 영상특징정보를 비교항목에 올려놓게 된다.

2단계에서는 사용자의 인증정보 획득을 위하여 카메라를 통하여 사용자의 얼굴 이미지를 추출한다. 추출된 얼굴 이미지는 얼굴의 구성 요소인 눈, 코, 입 등의 정보를 윤곽선정보, 색상정보, 모양정보의 특징기반 처리를 통하여 Tag사용자를 인증하게 된다. 본 논문에서는 빠른 인증과 검색을 위하여 특징 기반 방법을 이용하여 추가적인 인증과정을 수행하게 된다. 이때 사용자의 얼굴 특징 정보는 데이터베이스에 저장된 정보와 유사도를 비교하고 사용자가 들어올 때와 나갈 때의 정보를 비교하여 사용자가 일치하는지 비교하게 된다. 제안하는 시스템의 구성은 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 제안하는 시스템 구조

3.1 RFID System

RFID System은 앞에 관련 연구에서 언급한 것과 같이 태그와 리더 그리고 백앤드 서버로 이루어진다, 태그는 2.4GHz 대역의 능동형 태그(Active Tag)로 다양한 RF 출력을 이용하여 Tag와 Reader가 Air Interface를 통하여 통신할 수 있는 거리 조정이 가능 하다. Reader는 Tag의 데이터를 받아 Tag ID와 부가 정보를 분리하여 Server에 전송하여 Tag ID의 등록여부와 카메라에서 입력되는 영상특징정보를 활용하여 사용자 인증을 하게 된다.

3.2 시스템 관리 Server

시스템 관리 Server는 태그(Tag)에서 읽어 들인 값과 카메라를 통하여 입력된 영상 정보를 백앤드 DB로 보낸다.

이렇게 수집된 정보는 백앤드 DB에 저장된 Tag ID와 영상특징 정보의 유사도를 측정하여 출입여부를 판단하게 되고, 불일치 할 경우 각 Tag의 입력정보와 영상데이터, 영상특징 정보, 타임스템프를 데이터베이스에 저장하여 관리자에게 e-Mail 또는 SMS 메시지로 외부인의 접근시도 및 출입을 알람 한다.

3.3 얼굴 인식 방법

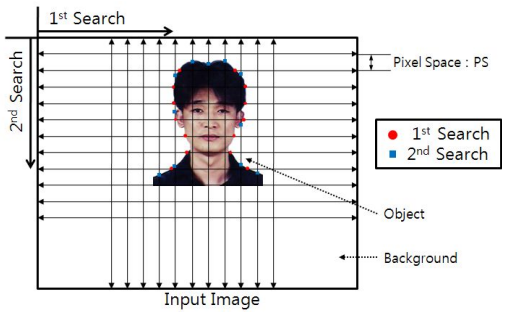
얼굴 인식은 인간에게 친숙하고, 비 강제성을 지닌다. 일반 저가형 PC카메라를 이용한 얼굴 인증 소프트웨어 개발과 배경이나 조명에 강인한 얼굴 검출 및 인증 소프트웨어 개발이 진행되고 있다.

얼굴 인식 방법에는 전체적인(Holistic) 접근 방법과 분석적인(Analytic) 접근 방법이 있다. 전체적인 접근 방법은 패턴의 전역적인 특성을 고려하여 고유 얼굴(Eigenface), 형판 정합 기반(Template matching-based) 방식을 들 수 있다. 분석적인 접근 방법은 기하학적 특징 추출에 기반하여 빠른 인식 속도와 적은 메모리를 요구하는 특징을 가지며, 특징점 선택과 추출이 어려운 단점을 가지고 있다.

따라서 제안하는 시스템의 얼굴영역 추출기법은 실시간 입력영상 이미지에서 효과적으로 얼굴영역을 찾을 수 있는 방법인 그물형 얼굴영역탐색 기법을 제안한다. 추출한 얼굴영역에서 얼굴윤곽, 머리모양, 눈, 코, 입의 윤곽적 특징점을 이용하여 모양정보를 추출하고 데이터베이스에 등록된 데이터와 비교하여 상기한 RFID 인증과 더불어 사용자 인증의 보안성을 높이고자 한다[7].

3.3.1 그물형 얼굴영역탐색

실시간 영상이미지는 픽셀검사를 통하여 객체의 윤곽점을 추출한다. 영상이미지 전체를 픽셀단위로 검색을 한다면 많은 연산량을 요구하게 된다. 따라서 영상이미지의 전체 픽셀을 연산에 참여 시키지 않고 효과적으로 얼굴영역을 탐색하기 위하여 <그림 5>와 같이 픽셀간격(Pixel Space)을 설정하고 1차, 2차 검사를 수행한다.



<그림 5> 그물형 얼굴영역 탐색

픽셀간격을 통하여 추출한 객체의 윤곽점을 이용하여 객체의 사각블록을 설정한다. 1차 검사 후 추출된 객체의 윤곽점인 $x_1, x_2, \ldots, x_n$ 의 좌표점을 저장하고, 동일한 스캔라인에 위치한 좌표값들과의 거리를 측정하여 객체의 사각블록의 최대 너비값을 추출한다. 높이 값은 2차 검사 후 추출된 윤곽점인 $y_1, y_2, \ldots, y_n$ 의 좌표점을 계산하여 최대 높이값을 추출하여 객체의 사각블록을 식(1)에 의하여 생성한다.

$$
\begin{aligned}
Face_{X_{Large}} &= Max(x_1, x_2, \ldots, x_n) Face_{X_{Small}} \\
&= Min(x_1, x_2, \ldots, x_n) \\
Face_{Y_{Large}} &= Max(y_1, y_2, \ldots, y_n), Face_{Y_{Small}} \\
&= Min(y_1, y_2, \ldots, y_k) \\
Face_{Rect} &= RECT(Face_{X_{Small}}, \\
&Face_{Y_{Small}}, Face_{X_{Large}}, Face_{Y_{Large}})
\end{aligned}
\qquad \text{(식 3-1)}
$$

또한 각 사각블록의 영역분할은 전체 사각블록을 3등분하여 분할된 영역의 크기 값을 저장한다.

3.3.2 색상특징정보 추출

그물형 얼굴영역탐색 방법을 통하여 추출된 영역에서 얼굴영역의 RGB색상은 색상의 변화에 따라 민감한 반응을 보이므로 각 화소의 색상을 색조, 채도, 명도의 세 가지 성분들에 의해 이루어진 HSI 모델로 변환시킨다. 변환된 HSI 성분은 데이터베이스에 각 분할영역의 색상값으로 저장한다.

RGB 모델에서 HSI 모델로의 변환 과정은 식(2),식(3)과 같다.

$$
\begin{aligned}
I &= 0.3R + 0.59G + 0.11B \\
V_1 &= R - I = 0.7R - 0.59G - 0.11B \\
V_2 &= B - I = -0.3R - 0.59G + 0.89B
\end{aligned}
\qquad \text{(식 3-2)}
$$

$$H = \tan^{-1}(\frac{V_1}{V_2}), S = \sqrt{V_{+V_2^2 1}^2} \qquad (식\ 3\text{-}3)$$

식(2), 식(3)의 색상 변환식을 사용하여 각 채널에 대한 색조, 명도, 채도에 대한 값을 구한다.

식(2), 식(3)에서 H는 0~180° 의 값이 나오는데, B>G 일 경우 H = 360° - H 한다. S는 0~1 사이의 값을 얻게 되는데, H와 S는 다시 0~255 사이의 값을 갖도록 정규화 한다.

위에서 구한 HSI 값으로 각 채널의 평균과 표준편차 왜도를 식(4), 식(5), 식(6)과 같이 구한다.

$$E_i = \frac{1}{M \cdot N}\sum_{j=1}^{c} P_{ij} \qquad (식\ 3\text{-}4)$$

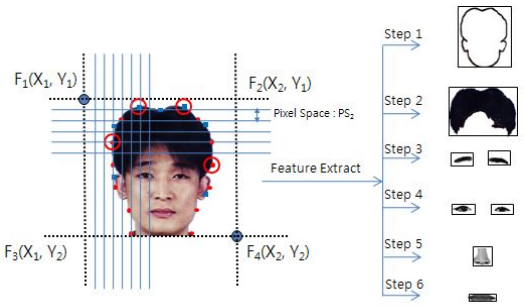
$$S_i = \sqrt{\frac{1}{M \cdot N}\sum_{j=1}^{c}(P_{ij} - E_j)^2} \qquad (식\ 3\text{-}5)$$

$$\sigma_i = \sqrt[3]{\frac{1}{M \cdot N}\sum_{j=1}^{c}(P_{ij} - E_i)^3} \qquad (식\ 3\text{-}6)$$

여기서 P_{ij}는 입력 이미지 M×N의 j번째 채널에 대한 i번째 화소의 값을, E_i는 각 채널에 대한 평균, S_i는 표준편차, σ_i는 왜도를 C는 HSI의 각 채널을 나타낸다. 따라서 색상 특징정보는 $S_k(E_j, S_j, \sigma_j)$으로 표현되고, S_k는 전체 이미지 또는 k번째 부분영역의 색상 특징정보이다.

3.3.3 얼굴의 특징영역 추출

상기한 객체의 전체 윤곽점을 추출하는 과정을 통하여 입력상에서 배경과 객체를 분리 하였고, 분리된 객체에서 색상 특징정보 와 객체의 윤곽점 추출을 통하여 얼굴영역과 몸체를 분리할 수 있다. 상기와 같은 과정을 통하여 추출된 얼굴 영역은 그물형 탐색방법을 사용하여 얼굴윤곽, 머리모양, 눈썹, 눈, 코, 입의 윤곽선을 추출한다. 윤곽선의 각 점은 이미지에 좌표를 가지기 때문에 좌표점을 이용하여 모양정보를 획득할 수 있다.



<그림 6> 얼굴의 특징영역 추출

<그림 6>과 같이 Step 1 ~ Step 6의 과정을 통하여 얼굴의 특징정보를 추출하여 데이터베이스에 저장한다. 그 과정은 다음과 같다.

step 1 그물형 탐색방법을 통하여 얼굴의 전체적인 윤곽선 추출 및 모양정보 획득
step 2 추출된 전체 얼굴의 모양정보 및 색상특징 정보를 이용하여 머리 부분 윤곽선 추출 및 모양정보 획득(머리모양, 눈썹, 눈, 코, 입은 일정한 비율 내에 위치한다고 가정)
step 3 눈썹의 윤곽선 및 모양정보 획득
step 4 눈의 윤곽선 및 모양정보 획득
step 5 코의 윤곽선 및 모양정보 획득
step 6 입의 윤곽선 및 모양정보 획득

3.3.4 모양정보의 유사도 비교

얼굴의 특징영역 추출방법을 사용하여 추출된 특징영역의 윤곽선과 모양정보는 데이터베이스에 저장된 모양정보와 유사도를 비교하여 사용자 인증을 하게 된다. 모

양정보는 모멘트를 계산하는 대푯값으로서 모양의 유사도를 측정하기 위한 방법으로 사용한다. 즉, 식(7)과 같은 모멘트 값은 모양이 이동하거나 회전하여도 불변하는 값으로서 다면체의 볼록하거나 볼록하지 않은 면에 대하여도 유사도를 측정할 수 있다.

$$m_{M(p+q)} = \sum_{i}\sum_{j} i^p j^q Fimage(i,j) \qquad \text{(식 3-7)}$$

-$Fimage(i,j)$: 이미지상의 좌표

-$m_{M(p+q)}$: (p+q)차 모멘트

그러나 모멘트를 계산하기 위해서는 많은 양의 계산식이 필요하기 때문에 상대적으로 실시간으로 처리해야 하는 인증 시스템에서는 사용할 수 없다. 따라서 제안하는 시스템에서 얼굴의 특징영역을 빠르고 효과적으로 비교하기 위한 방법으로 식(8)과 같은 향상된 모멘트 계산식을 사용한다.

$$m_{M(p+q)} = \sum_{(i,j)\in C} (i-\bar{j})^p (i-\bar{j})^q \qquad \text{(식 3-8)}$$

-i,j : 모양정보에 따른 좌표

-$m_{M(p+q)}$: (p+q)차 모멘트

얼굴의 특징영역은 데이터베이스에 등록되는 모양정보와 입력영상으로부터 추출되는 모양정보는 다르게 표현되는 경우가 많기 때문에 정확한 유사도를 측정하는 것이 어렵다. 따라서 모멘트 값의 임계값과 범위를 설정하여 유사도를 식(9)와 같이 계산하여 인증결과로 사용한다.

$$S_{Shape}(Q_{query}, I_{dbimage}) = w_{Shape}\left\{\left|\sum_{i=1}^{n}(Q_{query}(m_{m(p+q)})^i - I_{dbimage}(m_{m(p+q)})^i)\right|\right\} \qquad \text{(식 3-9)}$$

(단, $S_{Shape}(Q_{query}, I_{dbimage}) \in T_{Threshold}$)

식(9)에서 $S_{Shape}(Q_{query}, I_{dbimage})$는 추출된 모양정보와 데이터베이스의 모양정보의 유사도이고, w_{Shape}는 비교할 모양정보의 모멘트 값과 데이터베이스의 모멘트 값의 가중치를 나타낸다.

Ⅳ. 실험 결과 및 분석

4.1 실험 환경

본 실험은 정확한 측정치를 위하여 RFID 시스템에 등록된 Active Tag 정보는 100개 정도의 Tag데이터와 픽셀의 변화가 많지 않은 장소를 선택하여 웹 카메라를 사용하여 배경영상과 입력영상을 실시간으로 처리하여 실험하였다.

시스템은 Intel Pentium 4 CPU 2.0GHz, 1G RAM의 PC에서 Visual C++ 6.0(Service Pack 6)을 이용하여 구현하였으며, 입력영상은 전송을 고려하여 320×240의 RGB 24bit 컬러 영상을 이용하였다.

4.2 실험 결과

4.2.1 Tag의 거리성능 실험

Active Tag의 인식성능실험으로 100개의 Tag를 사용하여 데이터베이스에 저장하고 출입구에 Reader를 설치하여 다양한 거리 테스트를 위하여 Tag의 주파수 세기를 -15db, -10db, -5db, 0db와 같은 4개의 주파수별로 거리를 테스트 하였고, 각 거리마다 인식되는 Tag를 측정하였다.

상기 실험과 같이 Aactive Tag의 거리는 주파수의 세기에 따라 다르게 나타나기 때문에 사용목적에 따라 다양하게 적용이 가능하다. 제안하는 시스템에서는 -15db를 사용하였다.

<표 1> Tag의 주파수 세기를 이용한 거리측정

Tag / 거리(m)	Tag의 주파수 세기			
	−15db	−10db	−5db	−0db
1	○	○	○	○
2	○	○	○	○
3	○	○	○	○
4	○	○	○	○
5	×	○	○	○
10	×	○	○	○
15	×	×	○	○
20	×	×	×	○
25	×	×	×	○

* 실험에 사용한 Tag는 100개를 사용
* 실험환경은 차폐물이 없는 공간에서 실험

4.2.2 Tag의 인식성능 실험

상기한 실험에서 제안 시스템에 사용하기 위한 Tag의 거리를 확정하였고, 본 실험에서는 인식거리 내에서 Tag의 인식성능실험을 하였다.

<표 2> Tag의 인식성능 실험

Tag / 회수	Tag 갯수							
	10	20	30	40	50	70	90	100
1	10	20	29	40	48	70	88	99
2	10	20	30	40	51	75	81	96
3	10	20	30	40	50	70	90	93
4	10	20	30	40	53	70	90	91
5	10	20	30	40	50	70	96	95
6	10	20	30	40	50	71	95	98
7	10	20	30	40	50	65	93	99
8	10	20	30	39	50	68	91	100
9	10	20	30	40	50	70	90	99
10	10	20	30	40	49	69	90	97

* Tag는 100개를 사용하여 초기 10개에서 100개까지 테스트
* 인식성능 실험의 횟수는 1~10회까지 총 10회를 테스트한 평균값

Tag의 인식성능 실험에서 초기 10~40개까지는 인식성능이 좋으나, Tag 개수가 50개 이상부터는 인식오류 횟수가 증가하고 있다. 이것은 Reader에서 다량의 Tag데이터를 받고 Server에 전송하여 비교하는 시간에 따른 로스(lose)현상이 발생하였기 때문이다. 따라서 본 논문에서 제안하는 시스템에서 동시인식 가능 수는 최대 50개 이내의 제한한다.

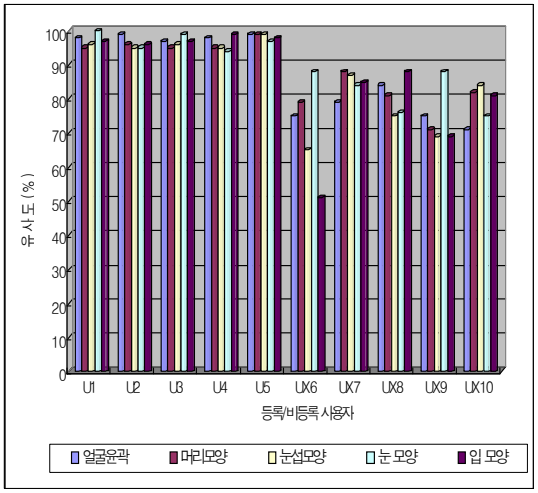
4.2.3 얼굴인식 성능 실험

2차 인증으로 사용되는 얼굴인식은 출입구에 설치된 카메라를 사용하여 출입하는 사용자의 상반신을 입력영상으로 획득하여 데이터베이스에 저장된 특징정보와 유사도를 비교하여 인식율을 테스트하였다.

<표 3> 얼굴인식 성능 실험

특징 / 사용자	얼굴 특징정보유사도(%)					인증
	A	B	C	D	E	
U1	98	95	96	100	97	O
U2	99	96	95	95	96	O
U3	97	95	96	99	97	O
U4	98	95	95	94	99	O
U5	99	99	99	97	98	O
UX6	75	79	65	88	51	×
UX7	79	88	87	84	85	×
UX8	84	81	75	76	88	×
UX9	75	71	69	88	69	×
UX10	71	82	84	75	81	×

* U1 ~ U5 : 데이터베이스에 등록된 사용자
* UX6~UX10 : 데이터베이스에 등록되지 않은 사용자
* A : 얼굴윤곽 특징, B: 머리모양 특징 C: 눈섭모양 특징 D: 눈 모양 특징, E: 입모양 특징



<그림 7> 얼굴인식 성능 실험 비교

<표 3>과 <그림 7>은 얼굴인식 성능 실험으로 U1~U5까지는 데이터베이스에 등록된 사용자로서 카메라에서 생성된 입력영상을 가지고 얼굴의 각 특징을 비교하였고, UX6~ UX10은 데이터베이스에 등록되지 않은 사용자의 입력영상을 비교한 결과이다. 각 특징점을 이용한 모양정보의 유사도는 95% 이상의 유사도를 보일 경우에는 같은 사용자로 인식 할 수 있도록 테스트 한 결과 등록자일 경우 환경적요인과 같은 특수상황을 배제한다면 95%이상의 정확도를 보이고 있음을 알 수 있다.

V. 결 론 및 향후 연구

본 논문은 RFID 기술과 영상처리를 기반으로 하는 출입인증 시스템으로 기존의 RFID Tag만을 사용하는 출입인증 시스템의 보안성을 강화하기 위하여 2단계 출입 인증시스템을 제안하였다.

제안 시스템은 1차 인증으로 RFID System에서는 Active Tag를 통하여 사용자의 정보를 추출하고, 2차 인증으로 사용되는 얼굴인식은 출입구에 설치된 카메라를 사용하여 출입하는 사용자의 상반신을 입력영상으로 획득하여 데이터베이스에 저장된 특징정보와 유사도를 비교하였다.

실험 결과 출입인증시스템에서 RFID System 을 이용한 인증방법 보다 효율적임을 알 수 있었다.

향후 연구 과제로는 실시간 객체 추적으로 사용자의 이동경로를 파악하고 정확한 얼굴 인식을 통하여 보다 정확한 인증이 필요하다.

참고문헌

[1] 우경문, 김종권 “RFID 태그 개수 추정 방법 및 질의 시간 최소화 방안,” 한국정보과학회 논문지, 제33권 제6호, 2006, pp.420-427.

[2] Osadchy,M.LeCun,Y.Miller, “Synergistic face detection and pos estimation with energy-based models,” Journal of Machine Learning Research, 2007, pp.1197-1214.

[3] 김기주, 방경구, 문정미, 김재호, “효율적인 화상회의 동영상 압축을 위한 블록기반 얼굴 검출방식”, 한국통신학회논문지, 제29권, 제9C호, 2004, pp.1007-1015.

[4] .S.Y.Wan, W.E.Higgins, “Symmetric Region Growing,” International Conference on Image Processing 2000, Vol.12 No.09 SEPTEMBER 2003, pp.1007-1015.

[5] 이창수, 박미옥, 이경석 “능동적 블록정합기법을 이용한 객체의 움직임 검출에 관한 연구,” 한국통신학회, 제31권 제4C호, 4. 2006, pp.1007-1015.

[6] Heisele,B.Serre,T.Poggio, “A component-based framwork for face detection and identification,” International Journal of Computer Vision, Vol.74 No.2 August 2007, pp.167-181.

[7] Dollar,P.Tu,Z.Tao,H.Belogie, “Feature mining for image classification,” Proceedings of IEEE

Conference on Computer Vision and Pattern Recorgnition, June 23, 2007.

[8] S.Y.Wan, W.E.Higgins, "Symmetric Region Growing," International Conference on Image Processing 2000, Vol.12 No.09 SEPTEMBER 2003,pp.167-181.

■ 저자소개 ■

정 용 훈
Yong-Hoon Jung

2004년 숭실대학교 전자계산원 멀티미디어학과(공학사)
2006년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
2006년 숭실대학교 컴퓨터학과(박사과정)

관심분야 : 멀티미디어 보안, RFID, DRM, 인증시스템
E-mail : jyh0178@empal.com

이 창 수
Lee, Chang-Soo

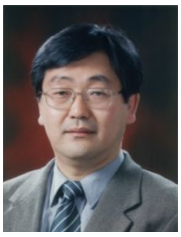
1999년 2월 한서대학교(이학사)
2002년 2월 숭실대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2005년 8월 숭실대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2006년 7월 ~ 현재 (주)리테일테크 책임연구원

관심분야 : 멀티미디어 통신, 영상처리, 유비쿼터스
E-mail : powerofmicro@yahoo.co.kr

이 광 형
Lee, Kwand-Hyoung

1998년 2월 광주대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2002년 2월 숭실대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2005년 2월 숭실대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2005년 3월 ~ 현재 서일대학 인터넷정보과 조교수

관심분야 : 멀티미디어 통신, 영상처리, 멀티미디어데이터베이스, 유비쿼터스
E-mail : dreamace@seoil.ac.kr



전 문 석
Jun, Moon-Seog

1991년~현재 숭실대학교 정교수
1989년~1991년 New Mexico State University Physical Science Lab 책임 연구원
1989년 3월~7월 Morgan State University 조교수
1989년 University of Maryland Computer Science (공학박사)
1986년 University of Maryland Computer Science (공학석사)
1981년 숭실대학교 전자계산학과 (공학사)

관심분야 : Network Security, Firewall, 인증시스템
E-mail : mjun@computing.ssu.ac.kr

논문접수일 : 2008년 8월 3일
수 정 일 : 2008년 9월 1일
게재확정일 : 2008년 10월 15일