

여권 인식과 얼굴 인증을 이용한 지능형 출입국 관리 시스템

Intelligent Immigration Control System by Using Passport Recognition and Face Verification

주영호*, 김도현**, 김광백***

*신라대학교 컴퓨터정보공학부, **부산대학교 컴퓨터공학부, ***신라대학교 컴퓨터공학과
Young-Ho Ju*, Do-Hyeon Kim** and Kwang-Baek Kim***

* Division of Computer and Information Engineering, Silla University

** Department of Computer Engineering, Pusan National University

*** Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : salladin@webmail.silla.ac.kr, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 출입국자 관리의 효율성과 체계적인 출입국 관리를 위하여 여권 코드를 자동으로 인식하고 위조 여권을 판별할 수 있는 지능형 여권 인식 및 얼굴 인증 시스템을 제안하였다. 제안된 지능형 여권 인식 시스템은 여권 영상에서 경계선 검출 및 수평 최소값 필터 등을 적용하여 코드의 문자열 영역을 추출하고 기울어진 각도를 보정하였다. 검출된 코드 문자열의 인식을 위해 새로운 ART 알고리즘을 제안하여 적용하였고 휴리스틱 방법을 이용하여 인식 결과를 보정한 후 이 인식 결과를 바탕으로 여권 소지자의 사진 및 관련 정보를 여권 데이터베이스에서 추출하였다. 여권에서 추출된 출입국자의 사진 및 얼굴과 데이터베이스에 저장된 사진 및 얼굴과의 유사도 측정을 통하여 여권 사진의 위조 여부를 판단하였다. 따라서 본 논문에서는 여권 코드의 자동 인식과, DB에 저장된 사진 정보를 바탕으로 얼굴 사진 영역의 인증을 통하여 위조 여권을 판별할 수 있는 지능형 출입국 관리 시스템을 제안하였다.

1. 서론

세계화에 따른 해외여행자의 증가와 교통수단의 발달로 인해 공항과 항만 등을 통해 출입국 하는 내외국인의 수가 늘어나고 있으며 이에 따른 출입국 관리의 중요성이 부각되고 있다. 기존의 여권 검사는 출입국자가 여권을 제시하면 관리자가 수작업으로 사진, 국적, 성명, 여권번호, 주민등록번호 등의 여권 정보를 입력하여 여권 데이터베이스의 사진을 검색한 후 이를 육안으로 대조 확인하여 출입국자를 인증해주는 절차를 거쳐 왔다. 그러나 이러한 단순 수작업은 출입국 심사 시간을 지연시키고 부정확한 입력에 의한 오류 및 처리 시간 지연을 유발시킨다. 이러한 문제를 개선하기 위해 신경망과 퍼지 RBF 네트워크 등을 이용한 자동 여권 코드 인식 시스템이 제안되고 있다[1,2,3].

본 논문에서는 여권 코드의 자동 인식과 더불어 얼굴 인증을 통하여 여권 위조를 판별할 수 있는 지능형 여권 인식 시스템을 제안한다. 제안된 지능형 여

권 인식 시스템은 여권 영상에서 경계선 검출 및 수평 최소값 필터 등을 적용하여 코드의 문자열 영역을 추출하고 기울어진 각도를 보정한다. 검출된 코드의 문자열을 인식하기 위해 새로운 ART 알고리즘을 제안하여 인식에 적용하고 휴리스틱 방법을 이용하여 인식결과를 보정한 후 이를 바탕으로 여권 사용자의 사진 및 관련 정보를 여권 데이터베이스에서 추출한다. 사진 유사도 측정은 전체적인 명도값 및 경계선 정보와 컬러 모델을 통한 색상 정보 등을 종합적으로 적용한 상관도(correlation)를 이용하며, 사진 전체 영역과 얼굴 안면 영역을 구분하여 여권 위조 판별에 대한 인증의 신뢰도를 높일 수 있도록 한다. 제안된 지능형 여권 인식 및 얼굴 인증 시스템의 구조는 그림 1과 같다.

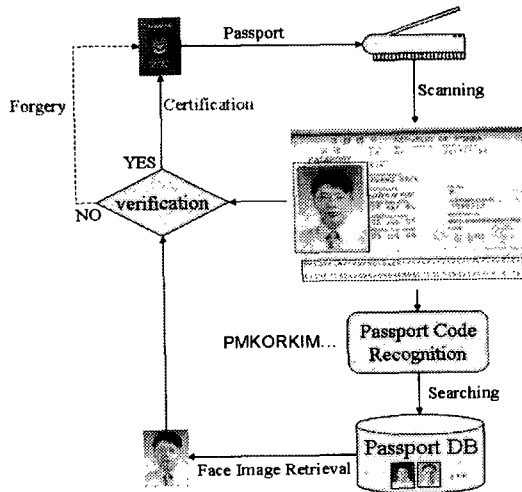


그림 1. 지능형 여권 인식 및 얼굴 인증 시스템의 구성도

2. 여권 코드 추출 및 기울기 보정

여권 영상은 좌측에 여권 소지자의 사진이 부착되어 있고 우측에는 여권 종류, 발행국, 여권 번호, 성명, 성별, 생년월일, 발급일, 기간만료일, 주민등록번호 등의 세부 정보로 구성되어 있다. 아래쪽에는 두 줄의 여권 코드 문자열이 있는데 코드의 문자열 부분은 여권의 주요 정보들이 모두 포함되어 있으므로 아래쪽의 두 줄의 코드 영역을 추출하여 인식하는 것보다 효과적이다.

2.1 코드의 문자열 영역 추출

여권 코드열의 추출은 여권 코드가 영문자와 숫자로 구성되어 있고 일렬로 길게 나열되어 있다는 구조적인 특징을 이용한다. 문자는 확으로 구성되어 있으므로 주변 배경 픽셀과 값의 차이가 크게 나타나게 되며 이러한 특징은 소벨 연산자 등을 이용한 경계선 추출 방법에 의해 부각시킬 수 있다. 또한 문자 사이의 간격이 일정 범위 내에서 붙어 있으므로 이를 연결할 수 있는 수평 방향의 $n \times 1$ 최소값 필터를 사용한다. 즉, 각 픽셀의 값은 그 픽셀과 수평 방향으로 인접하는 n 개의 픽셀의 값 중 최소값으로 대체된다. 이와 같은 방법은 스미어링 기법[3]이라고도 하며 이 때 n 의 값은 이웃하는 문자가 연결될 수 있도록 문자 사이의 최대 간격 크기로 설정한다.

경계선 추출과 수평 방향 최소값 필터를 거친 영상은 반복 이진화(iterative thresholding) 기법에 의해 이진화 되고, 연결 성분 분석 기법(labeling)[4]에 의해 이진화된 객체(object) 단위로 해석된다. 코드 문자열 부분은 수평으로 길게 연결되어 있으며 이미지의 테두리에 접하지 않은 상태로 아래쪽에 위치하고 있는 특징을 고려하여 연결 성분 분석에 의해 해석된 객체에서 불필요한 잡영을 제거하여 추출한다.

적용된 반복 이진화 방법은 특정 임계치에 의해 두 개로 영역으로 분리하고 각 영역에 대해 반복적으로 임계치를 갱신하여 평균하는 과정을 임계치가 안정된

때까지 수행하여 획득된 임계값으로 영상을 배경과 특징으로 분류하는 기법[5]이다. 이 방법을 이용한 여권 코드 영역의 이진화 과정은 다음과 같다.

Step 1. 최초 이진화 임계값 T^0 를 설정한다.

Step 2. 이전 단계에서 결정되어진 임계값 T^i 에 의해 배경과 특징에 해당하는 평균 픽셀값 μ'_B 과 μ'_O 를 다음과 같이 계산한다.

$$\mu'_B = \frac{\sum f(i, j)}{N_B} \quad (1)$$

$$\mu'_O = \frac{\sum f(i, j)}{N_O} \quad (2)$$

여기서, N_B 와 N_O 는 각각 배경과 특징에 해당하는 픽셀의 개수를 나타낸다.

Step 3. μ'_B 과 μ'_O 에 의해 새로운 임계값을 다음과 같이 계산한다.

$$T^{(i+1)} = \frac{\mu'_B + \mu'_O}{2} \quad (3)$$

Step 4. 만약 $T^{(i+1)} = T^{(i)}$ 이면 종료하고 그렇지 않으면 Step 2~Step 4의 과정을 반복한다.

2.2 기울기 보정 및 영상 개선

여권 영상은 기울어진 상태로 스캔되어 획득되어 질 수도 있으므로 기울기 보정은 문자 분할 및 인식, 얼굴 인증에 있어서 매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 추출된 두 개의 문자열 중 가장 긴 문자열을 선택하고 이 문자열의 좌측과 우측 부분의 두께 중심을 연결하는 직선과 수평선과의 기울기를 이용하여 이미지에 대한 각도 보정을 수행한다. 또한 저화질 영상에 대한 인식률의 저하를 방지하기 위해서 3×3 중간값 필터(median filter)로 거칠어진 문자 획을 개선한다. 여권 코드의 문자열 영역 추출 과정은 그림 2와 같다.

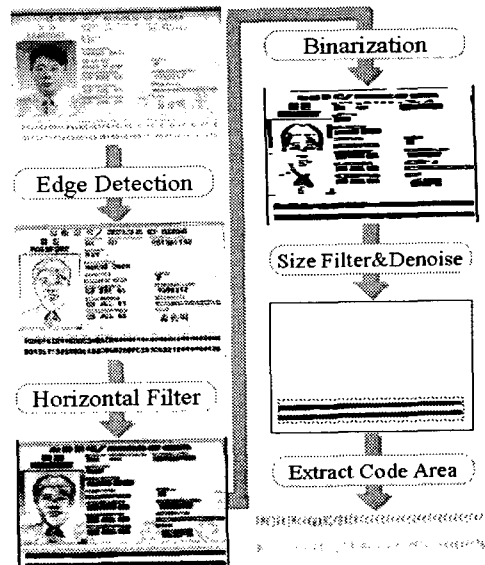


그림 2. 여권 코드 문자열 영역 추출 과정

3. 여권 코드 인식

3.1 코드 인식기 설계

여권 코드의 패턴은 숫자(0~9) 10개, 영어 대문자(A~Z) 26개, 특수기호 (<) 1개로써 총 37개 패턴이며 인식 대상은 숫자 '0'과 영어 'O'를 같은 패턴으로 간주하여 총 36개의 패턴으로 설정하였다. 여권에 사용되는 글꼴은 OCR-B로 ICAO 9303 표준서체를 사용하며 본 논문에서는 여권 코드를 인식하기 위해서 입력 패턴의 변형에 적응적인 클러스터를 형성시켜주는 새로운 ART 알고리즘을 제안하여 적용한다.

3.2 학습 알고리즘

여권 코드의 인식에 적용하기 위해 제안된 ART 학습 알고리즘은 다음과 같다.

Step 1. k 번째 입력 벡터를 x_k , 신경망의 i 번째 클러스터의 연결 강도 벡터를 w_i 로 정의한다.

Step 2. 새로운 입력 벡터 x_k 와 연결강도벡터 w_i 간의 Exclusive-Nor 연산을 수행하고 최대값을 가진 노드를 승자 노드로 선택한다. N은 입력노드의 개수이다.

$$\mu_{i*} = \max\left(\frac{\|x_k \odot w_i\|}{N}\right) \quad (4)$$

Step 3. 입력 벡터에 대한 유사도 검증을 수행한다. 만약 μ_{i*} 의 값이 경계 변수 ρ 보다 크면 이 입력 패턴은 승자 클러스터와 유사한 패턴으로 정의하여 이 입력 벡터를 승자 클러스터에 포함시키고 그 클러스터의 중심 벡터를 Yager의 교접속 연산자를 이용하여 수정한다.

$$w_{i*}^{t+1} = 1 - \wedge(1, \sqrt{(1-x_k)^2 + (1-w_{i*})^2}) \quad (5)$$

만약 μ_{i*} 의 값이 ρ 보다 적으면 이 입력 패턴은 기존의 클러스터와는 상이한 패턴임을 의미하며 이 입력 벡터로 새로운 클러스터를 생성한다.

Step 4. 모든 입력 패턴이 학습될 때까지 Step 1 ~ Step 3의 과정을 반복 수행한다.

4. 사진 인증에 의한 위조 여권 판별

여권의 코드 문자열 부분을 인식하여 데이터베이스로부터 여권 소지자의 기본 정보를 자동으로 획득하는 것도 출입국 관리의 효율성을 향상시킬 수 있으나 여권 위조에 대한 검증의 경우에는 코드 인식만으로 정확한 위조 여권을 판별할 수 없다. 예를 들어, 불법 경로를 통해 여권을 구하고 사진 부분만 불법 위조자의 사진으로 교체한 여권의 경우 정상적인 여권으로 판단할 우려가 있다. 본 논문에서는 인식된 여권 코드를 데이터베이스에서 검색하여 여권을 만들 때 저장된 사진 이미지를 획득하고 실제 여권에 부착되어 있는 사진과 검색된 사진을 자동으로 대조, 분석하여 여권의 위조 유무를 판단할 수 있도록 한다.

4.1 여권 사진 영역 검출

여권에 부착된 사진의 위치는 이전에 추출한 코드 문자열의 좌측 위치를 기준으로 구한 상대적인 거리로 추측할 수 있으며 사진의 경계선 정보를 이용하여 대략의 위치를 추정할 수 있지만 사진의 배경 부분 색깔이 여권의 배경 색깔과 유사하여 외곽이 뚜렷이 나타나지 않는 경우에는 정확한 사진 영역을 추출하기가 힘들다.

따라서, 사진이 존재할 수 있는 대략의 위치를 설정하고 그 영역 내부에 일정한 크기의 후보 영역을 탐색하면서 데이터베이스에 저장되어 있는 여권 소지자의 사진 이미지와 비교하여 가장 유사한 부분을 사진 영역으로 추출한다. 이때 후보 영역의 크기는 데이터베이스에 저장되어 있는 사진 이미지와 동일하게 설정한다. 여권 사진과 데이터베이스에 저장된 사진 간의 매칭 과정은 그림 3과 같다.

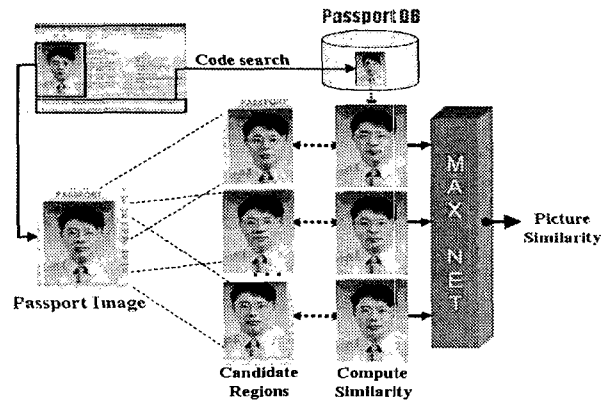


그림 3. 여권 사진과 데이터베이스 사진 간의 매칭

4.2 유사도 측정

여권에 부착된 사진과 데이터베이스에 저장된 사진 간의 유사성을 판단하는 기준으로 상관도(correlation)[6]을 적용한다. 일반적으로 두 벡터간의 유사성을 판단하는 방법으로 사용하는 해밍 거리(hamming distance) 또는 유클리디안 거리(euclidean distance)의 경우 전체적인 명암의 변화나 기울기, 색의 변화 등에 매우 민감하게 반응하는, 반면, 상관도는 벡터의 평균과 표준편차를 이용하여 두 벡터간의 양 또는 음의 관계를 나타내므로 여권 사진 이미지를 보다 안정적이고 적합한 유사도를 구할 수 있는 기준이 된다. 이차원 벡터간의 상관도는 식 (6)과 같이 상관계수(correlation coefficient)로 판단할 수 있다. 상관 계수가 1에 가까운 경우 양의 상관관계, -1에 가까운 경우 음의 상관관계가 있음을 의미하며 0에 가까운 경우 두 벡터는 서로 상관관계가 없음을 의미한다.

$$r(T, R) = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (T[i][j] - \mu_T)(R[i][j] - \mu_R)}{M \cdot N \cdot \sigma_T \cdot \sigma_R} \quad (6)$$

여기서, T, R은 비교 이미지로써 이차원 벡터이며 M, N은 이미지 윈도우의 크기를 나타내며, μ_T, μ_R 는 각각 T와 R의 평균, σ_T, σ_R 는 각각 T와 R의 표준 편차를 의미한다. 그림 4는 사진 이미지 특징 추출과 유사도 측정 과정을 나타내었다.

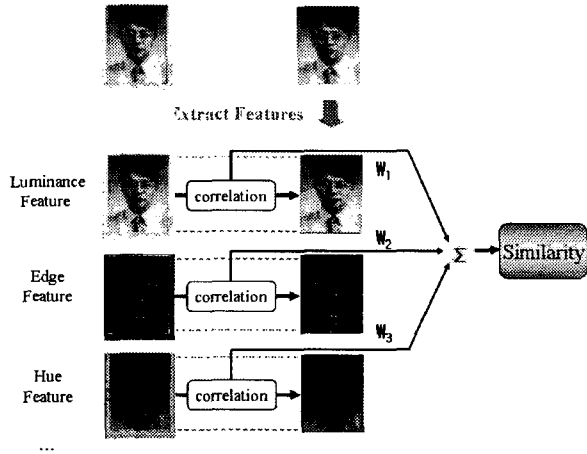


그림 4. 사진 이미지 특징 추출 및 유사도 측정

4.3 사진 매칭을 위한 특징 추출 및 인증

여권 사진의 매칭을 위하여 추출할 수 있는 특징(feature)으로는 컬러 모델[7-10]의 색상 분포 및 형태학적인 특징, 주파수 특징 등이 있으며 본 논문에서는 명도값 특징(Luminance), 윤곽선 특징(Edge), HSV 색상 특징, RGB 특징, Normalized RGB 특징, YIQ 색상 특징, YCbCr 색상 특징을 이용한다. 여권에 부착된 사진 이미지와 데이터베이스에서 추출된 사진 이미지에서 각각의 특징을 추출하고 특징간의 상관도를 계산한다. 각각의 특징에 대한 상관도에 가중치를 적용하여 두 이미지간의 전체 유사도를 계산하고 이 유사도가 일정 임계치(threshold) 이상이면 정상적인 여권으로 그렇지 않으면 위조되었을 가능성이 있는 여권으로 분류한다.

본 논문에서는 처리 속도의 향상을 위해 위와 같은 이미지의 특징을 비교 분석하여 가장 변별력이 뛰어난 몇 개의 특징만을 조합하는 방식으로 유사도를 계산한다.

5. 얼굴 인증에 의한 위조 여권 판별

여권의 위, 변조 방지를 보다 정확하고 신뢰성 있도록 하기 위해서 본 논문에서는 여권 이미지의 얼굴 부분을 매칭시키는 방법을 도입한다[11]. 여권 사진 전체에 대한 이미지 매칭과 더불어 얼굴 안면 부분에 대한 매칭을 수행할 경우 불법적으로 얼굴 부분만 합성하여 위조한 불법 여권에 대한 검출도 가능하게 된다.

5.1 얼굴 템플릿 이미지 데이터베이스 구축

현재의 여권 데이터베이스에는 얼굴 안면 부분에 대한 정보가 없으므로 이를 데이터베이스로 구축하는 작업이 선행되어야 한다. 얼굴 템플릿 이미지 데이터베이스의 구축 과정은 다음과 같다. 먼저 다수의 여권 사진에서 얼굴 안면 부분을 잘라내어 이를 평균한 이미지로 얼굴 템플릿을 구성한다. 이 얼굴 템플릿과 여권 데이터베이스에 저장되어 있는 각각의 여권 사진 이미지를 매칭시켜 가장 유사도가 높은 영역을 해당 여권 소지자의 얼굴 템플릿 이미지로 결정하고 여권 데이터베이스에 추가한다. 이렇게 되면 여권 사진 이미지와 함께 해당 여권 소지자의 얼굴 안면 이미지도 여권 데이터베이스에 존재하게 되고, 이 두 개의 이미지 정보를 이용하여 사진 전체에 대한 유사도 검증과 얼굴 안면에 대한 유사도 검증이 가능하게 된다. 얼굴 템플릿 데이터베이스 구축 과정은 그림 5와 같다.

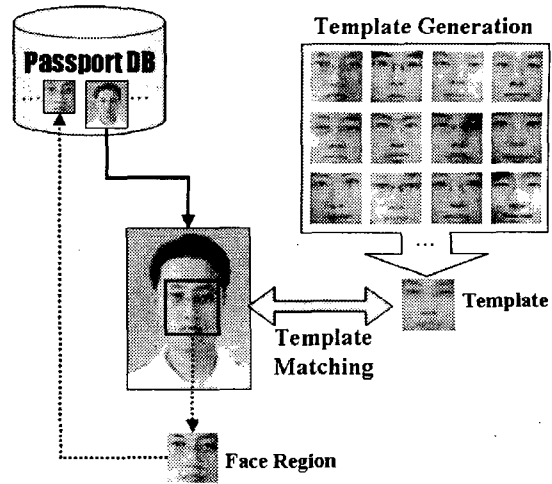


그림 5. 얼굴 템플릿 데이터베이스 구축

5.2 얼굴 인증

기존의 여권 데이터베이스에 얼굴 이미지가 포함되면 이를 이용하여 얼굴 인증을 수행한다. 얼굴 인증 과정은 피부색 영역 추출 과정과 얼굴 안면 영역 매칭 과정으로 이루어진다. 먼저 여권에 부착된 사진 이미지에서 HSV 컬러 모델을 이용하여 피부색 영역을 추출한다. 피부색 영역은 경험에 의해 사람의 피부색에 해당하는 색상과 채도 및 명도의 분포를 미리 구한다. 영상의 잡음을 제거하기 위해서 10% 크기로 축소한 다음 다시 1000%로 확대한 후 다시 이진화하여 최종적인 얼굴 피부 영역을 추출한다. 피부색 영역의 추출은 탐색 영역을 축소함으로써 처리 속도의 향상을 가져온다. 만약 피부색 탐색에 실패한 경우에는 전체 영역을 탐색 영역으로 설정한다.

얼굴 인증 절차는 여권 사진 인증 절차와 비슷하다. 추출된 피부색 영역 내부에 일정한 크기의 후보 영역과 여권 데이터베이스에 저장되어 있는 해당 여권 소지자의 얼굴 템플릿을 비교하여 가장 유사한 영역을 얼굴 영역으로 설정하고 이때의 유사도가 일정 임계치(threshold) 이상이면 여권 데이터베이스에 있는 얼굴과 동일한 얼굴로 그렇지 않으면 얼굴 합성

등에 의해 위, 변조 되었을 가능성이 있는 여권으로 분류한다.

사진 영역의 인증을 위해서 사진 위조본에서 위조 변별력이 뛰어난 Luminance, Edge, RGB 3개의 특징만을 선택하고 얼굴 영역의 인증은 얼굴 위조본에서 위조 변별력이 뛰어난 Hue, YIQ-I, YCbCr-Cb 3개의 특징만을 선택하여 사용한다. 따라서 본 논문에서 제안한 여권 인식과 얼굴 인증 과정은 그림 6과 같다.

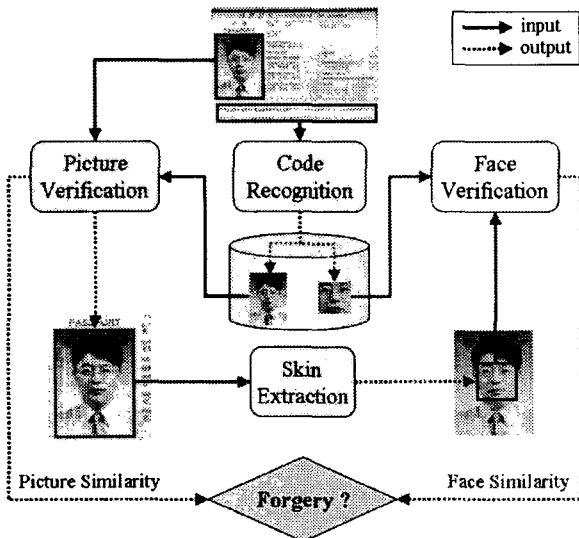


그림 6. 전체 여권 인식 및 인증 과정

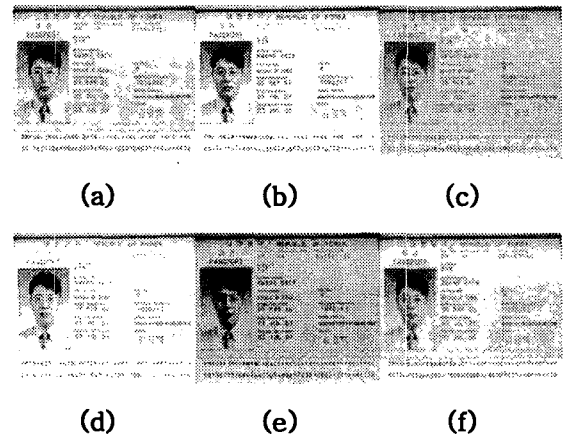
6. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안된 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 Intel Pentium-IV 2.8GHz CPU와 512MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 Visual C++ 6.0으로 실험하였다. 제안된 여권 코드 인식 알고리즘에서는 OCR-B 글꼴로 작성된 샘플 문자 37자를 크기를 달리하여 스캔한 후 총 888개를 학습에 사용하였으며, 20×20의 크기로 정규화한 벡터를 학습하여 총 344개의 클러스터가 생성되었다. 그리고 실험에 사용된 여권 영상은 HP ScanJet 6350C 스캐너를 이용하여 300DPI의 해상도로 16개의 여권 영상을 대상으로 하였다. 사진 위조 및 얼굴 위조에 대한 신뢰도를 평가하기 위해서 사진 부분을 임의로 다른 사람의 사진으로 위조한 여권 이미지 16장과 얼굴 부분만 합성하여 위조한 여권 이미지 16장을 각각 만들었으며, 여권 영상의 획득 환경 및 실험 환경의 다양한 변형에 대한 적응성을 검증하기 위해 그림 7과 같이 48개의 여권 이미지 원본 및 위조본을 노이즈 추가, 대비 증가, 대비 감소, 밝기 증가, 밝기 감소, 흐리게 변형하여 총 16×3×7=336장의 여권 이미지를 만들어 성능 평가 실험에 적용하였다.

6.1 여권 코드 인식 결과

표 1은 총 336장의 여권의 코드 인식률을 나타내

었다. 여권 코드 문자열에서 하나라도 틀리면 오류가 있는 것으로 판단하였다. 표 1과 같이 여권 원본 영상을 그대로 처리하였을 경우 23.1%의 인식률을 나타내어 만족할 만한 성능을 나타내지 못했다. 이것은 영상이 자연스럽게 기울어져서 스캔되었기 때문에 문자와 문자를 분할하는 과정에서 오류가 많이 발생하였기 때문이다. 그러나 영상 개선과 기울기 보정을 수행하였을 경우 인식률은 98.6%로 만족할 만한 성능을 나타내었다.



(a) 촬영 추가 (b) 고대비 (c) 저대비
(d) 밝게 (e) 어둡게 (f) 흐리게
그림 7. 원본 이미지의 변형

표 1. 여권 코드 인식률

이미지 변형	일반			영상개선+ 기울기보정		
	인식 (개)	오류 (개)	인식률 (%)	인식 (개)	오류 (개)	인식률 (%)
원본	9	39	18.8	46	2	96.0
노이즈 추가	6	42	12.5	47	1	97.9
대비 증가	12	36	25.0	48	0	100
대비 감소	12	36	25.0	47	1	97.9
밝기 증가	6	42	12.5	48	0	100
밝기 감소	9	39	18.8	47	1	97.9
흐리게	9	39	18.5	48	0	100
전체	63	273	23.1	331	5	98.6

6.2 여권 사진의 유사도 측정 결과

여권에 부착된 사진 및 얼굴 이미지와 데이터베이스에 있는 사진 및 얼굴 이미지 간의 유사도를 계산하기 위하여 추출한 특징은 명도값 특징, 윤곽선 특징, HSV 색상 특징, RGB 특징, Normalized RGB 특징, YIQ의 I 색상 특징, YIQ의 Q 색상 특징, YCbCr의 Cb 색상 특징, YCbCr의 Cr 색상 특징을 사용하여 상관도를 산출하였으며 각각 Luminance, Edge, Hue, RGB, RGB-N, YIQ-I, YIQ-Q, YCbCr-Cb, YCbCr-Cr로 표기하였다. 실험은 원본 여권 및 위조 여권과 원본 및 위조 여권을 변형한 112장의 여권 이미지에서 추출된 각각의 사진(입력

사진)과 여권 데이터베이스에 저장된 16장의 여권 사진(비교 사진)과의 유사도를 비교하였다.

표 2. 사진 인증을 위한 특징 선택

사진 인증 선택 특징	원 본 유사도	사 진 위조본 유사도	차이	Rank
Luminance*	0.980	0.390	0.590	3
Edge*	0.798	0.153	0.646	1
Hue	0.933	0.374	0.558	5
RGB*	0.980	0.390	0.590	2
RGB-N	0.893	0.336	0.557	6
YIQ-I	0.959	0.455	0.504	7
YIQ-Q	0.722	0.252	0.470	9
YCbCr-Cb	0.966	0.385	0.581	4
YCbCr-Cr	0.934	0.458	0.476	8
Average of selected features(*)	0.919	0.311	0.608	

표 3. 얼굴 인증을 위한 특징 선택

얼굴 인증 선택 특징	원 본 유사도	얼 굴 위조본 유사도	차이	Rank
Luminance	0.974	0.673	0.301	9
Edge	0.939	0.615	0.324	7
Hue*	0.801	0.309	0.493	2
RGB	0.972	0.659	0.313	8
RGB-N	0.923	0.529	0.394	6
YIQ-I*	0.950	0.518	0.432	3
YIQ-Q	0.855	0.457	0.398	5
YCbCr-Cb*	0.929	0.406	0.524	1
YCbCr-Cr	0.946	0.546	0.399	4
Average of selected features(*)	0.893	0.411	0.483	

제안하는 여권 인증 시스템에서는 표 2와 표 3의 결과를 종합 분석하고 처리 속도의 향상과 인증의 신뢰성 등을 고려하여 사진 유사도는 Luminance, Edge, RGB 특징을 사용하였으며, 얼굴 영역의 유사도는 Hue, YIQ-I, YCbCr-Cb 특징을 선택하여 계산하였다.

표 4. 사진 및 얼굴 인증을 위한 최적의 유사도 임계값 선택

사진인증 임계값	0.92	0.86	0.80	0.74	0.68	0.62
얼굴인증 임계값	0.89	0.84	0.80	0.75	0.70	0.65
Normal-Pass(%)	90.2	93.8	97.3	98.2	98.2	98.2
Normal-Alarm(%)	9.8	6.3	2.7	1.8	1.8	1.8
Forgery-Pass(%)	1.3	2.2	3.1	4.9	3.1	4.9
Forgery-Alarm(%)	98.7	97.8	96.9	95.1	96.9	95.1

그리고 인증을 위한 유사도 임계값은 표 4 같이 위조되지 않은 원본에서의 평균 유사도와 위조본에서의 평균 유사도에 가중치를 다르게 하여 임계값을 설정하고 실험한 결과, 사진 인증 유사도 임계값 및 얼굴 인증 유사도 임계값을 모두 0.8로 설정한 경우, FAR(False Accept Rate)은 3.1%이고 FRR(False Reject Rate)은 2.7%로서 비교적 우수한 결과를 보였다.

7. 결론

본 논문에서는 출입국자 관리의 효율성과 체계적인 출입국 관리를 위하여 여권 코드를 자동으로 인식하고 위조 여권을 판별할 수 있는 지능형 여권 인식 및 인증 시스템을 제안하였다. 제안된 지능형 여권 인식 시스템은 여권 이미지에서 경계선 검출 및 수평 최소값 필터 등을 통하여 코드의 문자열 영역을 추출하였고 기울어진 각도도 보정하였다. 여권 코드 문자열을 인식하기 위하여 새로운 ART 알고리즘을 제안하여 인식에 적용하였고 휴리스틱 방법을 이용하여 인식 결과를 보정한 후 이 인식 결과를 바탕으로 여권 사용자의 사진 및 관련 정보를 여권 데이터베이스에서 추출하였다. 출입국자의 여권에 부착된 사진 및 얼굴과 데이터베이스에 저장된 사진 및 얼굴과의 유사도를 측정하여 여권 사진의 위조 여부를 판단하였다. 이때, 사진이미지의 유사도 측정을 위해서 다양한 실험을 통한 결과를 종합 분석한 결과, 사진 영역의 인증에는 Luminance, Edge, RGB 특징이, 얼굴 영역의 인증을 위해서는 Hue, YIQ-I, YCbCr-Cb 특징이 효과적인 것으로 나타났으며 사진 영역의 유사도와 얼굴 영역의 유사도가 모두 0.8이상인 경우에는 정상적인 여권으로 판정하고 그렇지 않은 경우에는 위조가 되었을 가능성이 있는 여권으로 판정하는 방법을 사용하여 실험한 결과, FAR과 FRR은 각각 3.1%와 2.7%로서 비교적 우수한 결과를 나타내었다.

향후 연구 방향으로 여권 코드 영역의 인식과 더불어 여권의 우측에 존재하는 개별 정보의 인식을 병행하여 두 인식 정보를 상호 보완하는 방법에 대한 연구와 CCD 카메라 등을 설치하여 실제 여권 소지자의 얼굴을 영상 신호로 입력받아 여권 이미지의 얼굴 영역과 대조 비교하는 연구를 수행할 계획이다.

참고문헌

- [1] 류재욱, 김태경, 김광백, "개선된 RBF 신경망을 이용한 여권 인식," 한국지능정보시스템학회 추계 학술대회 논문집, pp.529-534, 2002.
- [2] 류재욱, 김광백, "스미어링 기법과 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 여권 인식," 퍼지 및 지능 시스템 학회 학술발표 논문집, 제12권, 제1호, pp37-42, 2002.
- [3] 김광백, "Passport Recognition using Fuzzy Binarization and Enhanced Fuzzy RBF Network," 퍼지 및 지능 시스템 학회 논문지, 제14권, 제 2호, pp.22-227, 2004.
- [4] 김도현, 강동구, 차의영, "비재귀 Flood-Fill 알고리즘을 이용한 적응적 이미지 Labeling 알고리즘", 한국정보처리학회 논문지, 제9-B권, 제 3호, pp.337-342, 2002.
- [5] MILAN SONICA, VACLAY HLAVAC, ROGER BOYLE, Image Processing, Analysis, and Machine Vision, 2nd Edition, PWS Publishing, pp.129-130.
- [6] S. Romdhani, "Face Recognition using Principal Component Analysis", The MS Thesis, University of Glasgow(UK), pp.1-56, April, 1997.
- [7] Alberto Del Bimbo, Visual Information Retrieval, MORGAN KAUFMANN, 1999.
- [8] Gonzalez, Digital Image Processing, 2nd Edition, Prentice Hall, 2002.
- [9] K.N.Plataniotis, A.N.Venetsanopoulos, Color Image Processing and Application, Springer, 2000.
- [10] Dario Maio and Davide Maltoni, "Real-time face location on gray-scale static images", Pattern Recognition, Vol.33, Issue 9, pp.1525-1539, September 2000.
- [11] Ying Li, Xiang-lin Qi and Yun-jiu Wang, "Eye detection by using fuzzy template matching and feature-paramete-based judgement", Pattern Recognition Letters, Vol. 22, Issue 10, pp.1111-1124, August 2001.