

이동차량에서 모바일 폰 카메라를 이용한 얼굴 인증 시스템

Face Authentication System
using Mobile Phone Camera in moving vehicle

성충현*, 김성동**, 최기호*

(*광운대학교 컴퓨터공학과, **계원조형예술대학 정보통신과)

목 차

I. 서론	2. 배출량 산출방법 정립
1. 연구의 배경 및 목적	3. 배출량 산출모형 정립
II. 문헌 고찰	IV. 시나리오 설정 및 모형의 적용
1. 기존 배출가스 추정모형 분석	1. 가상의 차량주행상황 설정
2. 국외 배출량 산출방법	2. 모형의 적용결과 비교
III. 배출량 추정 모형 정립	3. 연구결과 및 모형선정 방향 제시
1. 국내 배출량 산출방법의 한계	V. 결론 및 향후 연구과제

1. 서론

최근 모바일 폰(mobile phone), PDA 등의 발달과 대중화로 인하여 쇼핑, 예약, 금융결제 등의 다양한 콘텐츠가 제공되고 있다. 모바일 시스템의 특성상 시간과 공간의 제약을 받지 않는다는 편리함에도 불구하고, 해커들의 무단 도용이나 공격 등에 취약하다는 단점이 있다[1]. 따라서 모바일 환경에서도 개인의 정보 보호 및 신분 확인을 위한 생체 인식 기술의 도입이 필요하다.

생체 인식 기술은 지문이나 음성, 홍채, 서명, 얼굴 등에 이르기까지 다양하며 개인에 따라 그 특징이 명확하게 다른 신체 부위나 행동 특성으로 사람을 식별하고 인증한다[2]. 기존의 열쇠, 출입카드 등의 경우 도용, 분실, 복제 등의 여지가 많아 상대적으로 보안이 낮고, 반드시 휴대를 해야 하며 비밀번호를 외우는 등의 수고가 필요하다는 단점이 있다. 이에 반해 생체인식은 인간이 가진 생체 정보를 이용하므로 시스템의 신뢰성에 따라 정도의 차이는 있지만 자기 자신이 아니면 안 되는 탁월한 보안성과 별도의 장치를 가지고 다니거나 외출 필요가 없는 편리성을 동시에 만족시킬 수 있다는 장점이 있다. 이 중 얼굴인식 기술은 지문인식 장비에 손을 대거나, 홍채인식 시스템에 눈을 가까이 할 때 느끼는 불편함 등이 없어 일반 대중들에게 가장 거부감 없이 다가갈 수 있을 것으로 기대된다. 또한 현재 모바일 폰이나 PDA 와 같은 모바일 컴퓨팅 환경(mobile computing environment)에서의 얼굴 인식에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 이동중인 차량 환경하에서 개인 인증을 위

한 얼굴 인식 시스템을 모바일 환경의 하나인 모바일 카메라 폰(mobile camera phone)을 이용하여 구현하는 것에 목적을 두었으며, 영상의 컬러정보와 이진화 정보, 그리고 SVM(Support Vector Machines)을 복합적으로 이용하여 얼굴을 검출하고 인식된 결과를 다시 모바일 폰으로 전송하는 시스템을 제안하였다. 영상에서 얻을 수 있는 정보 중 가장 빠르고 쉽게 얻을 수 있는 정보가 컬러정보이다. 그러나, 얼굴 피부의 경우 외부 조명이나 배경에 의해 영향을 많이 받기 때문에 조명의 영향을 효과적으로 줄이면서 얼굴의 특징을 추출하고, 그 특징 값을 이용하여 사람을 구별해 내는 기법을 제시하였다.

제안된 얼굴 영역 및 얼굴 특성 추출 방법은 컬러 영상으로부터 RGB 값의 밝기 값 보정을 통해 외부 조명에 의한 영향을 줄여주고, 명도와 컬러 성분을 분리해 낼 수 있는 YCbCr 색상모델을 이용하여 눈, 코, 입을 추출 하였다. 이때 추출된 특징 값들에 SVM(Support Vector Machines)을 적용하여 서로 다른 사람인지를 구별해 내었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 많이 사용되는 얼굴 인식 기법에 대해서 설명하고, 3장에서는 제안된 시스템에 대해서 상세히 기술한다. 4장에서는 실험환경 및 결과를, 5장에서는 결론과 향후 과제에 대해 서술한다.

2. 관련 연구

2.1 얼굴 인식 기법

얼굴 인식 기법은 크게 기하학적인 특징 정합 방법과 템플릿 패턴 정합 방법으로 나눌 수 있다.

기하학적인 특징 정합 방법은 눈, 코, 입과 같은 얼굴 구

성 요소들 사이의 위치, 모양, 길이 등의 거리를 측정함으로써 두 얼굴 영상의 유사도를 비교한다. 또한 컬러 수에 따라 흑백 영상을 이용하는 방법과 컬러 영상을 이용한 방법으로 나뉘어 있는데, 컬러 영상이 흑백 영상보다 많은 정보를 가지고 있는 점에 착안하여 피부색을 이용해 얼굴을 분리해내는 연구가 많이 진행되고 있다.

템플릿 패턴 정합 방법으로는 주성분 분석(PCA: Principal Component Analysis), 국부적 특징 분석(LFA: Local Feature Analysis), 선형 판별 분석(LDA: Linear Discriminant Analysis) 등이 있다. PCA는 입력 데이터에서 정보의 양을 가장 많이 확보하는 순서대로 선형 결합하여 정보가 많은 부분만 취하는 방법으로써, 영상 전체적인 특성을 파악할 순 있지만 세부적인 표현은 불가능하다. LFA는 통계적으로 계산된 국부적 특징과 위치로 객체를 표현한다. PCA와 유사하게 객체를 간단히 표현할 수 있다. PCA가 어떤 집단을 추약해서 표현한다면, LDA는 그 집단간을 분리해서 나타낸다. 그러나 LDA에서 입력되는 특징 값이 많아질 경우 중간 연산단계에서 상용되는 행렬의 차원이 커져 오류를 발생하기도 한다.

2.2 SVM(Support Vector Machines)

SVM은 V. Vapnik에 의해 패턴인식 분야에서 제안[4]된 것으로, 구조적 위험 최소화(Structural Risk Minimization)의 개념에 기반한 최적의 선형 결정 평면(Optimal Linear Decision Surface)을 찾는 이진 분류 방법이다. 즉, 학습 자료로 주어지는 두 개의 부류를 구분하는 함수를 추정하는 것이다. 이 함수는 n 차원의 벡터 공간의 경우 $(n-1)$ 차원의 초평면(Hyperplane)의 형태로 나타난다. 이러한 평면은 무수히 많이 존재할 수 있지만, (그림 1)과 같이 두 부류간에 모든 점들 사이의 거리를 최대화 하도록 제한을 두면 하나의 유일한 평면만이 해로 나타난다. 이 선형 평면 분류 경계를 OSH(Optimal Separating Hyperplane)이라 한다. SVM은 이러한 OSH를 찾는 과정이라 할 수 있다.

N 개의 학습 샘플들(x_i, y_i), $i = 1, \dots, N$ 가 있다고 할 때, 여기서 $x_i \in R^d$ 이고 y_i 는 해당 class를 표시하는 label의 역할을 한다($y_i \in (-1, 1)$). x_i 는 y_i 가 나누는 두 class중 하나에 속한다. (그림 1)과 같이 선형 분리가 가능한 데이터일 경우 OSH는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i (x_i^T x) + b \quad (1)$$

여기서 계수들 α_i 와 b 는 제한된 최소화법(Constrained Minimization)을 해결하는 2차 계획법(Quadratic Programming)으로 구할 수 있으며[5,6], Support Vectors에 대한 α_i 는 0이 아닌 값을 갖는다.

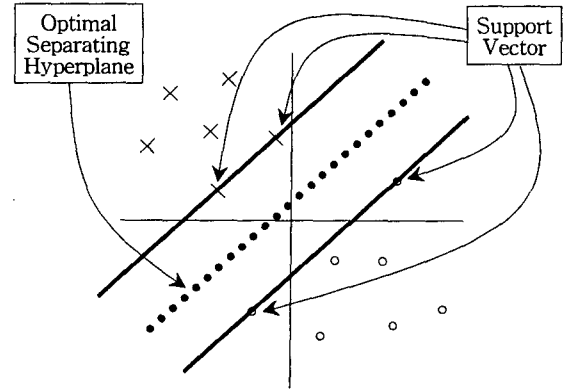


그림 1. OSH와 Support Vectors

앞의 경우는 선형 분리가 가능한 경우지만, 대부분의 패턴은 선형적으로 분리가 가능하지 않다. 따라서 비선형 패턴을 분리하기 위하여 비선형 패턴의 입력 공간을 선형 패턴의 특징 공간(feature space)으로 전환한다($x_i \Rightarrow \phi(x_i)$).

여기서 커널(Kernel)함수 $K(x, x_i)$ 는 $(x \cdot x_i)$ 대신에 사용되는 $(\phi(x) \cdot \phi(x_i))$ 를 다시 치환할 수 있다[4]. 하지만, 두 가지 모두 데이터 벡터 x 의 내적에 의해 표현됨에 따라, 계산적으로 복잡한 매핑 $\phi(\cdot)$ 는 명시적으로 계산할 필요가 없다. 따라서 결정 평면은 (2)과 같은 수식을 갖는다.

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i (x, x_i) + d \quad (2)$$

한편, 일반적인 커널 함수로는 아래의 3가지가 주로 사용된다.

$$1. K(x, x_i) = (x^T x_i + 1)^p$$

$$2. K(x, x_i) = \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \|x - x_i\|^2\right)$$

$$3. K(x, x_i) = \tanh(\beta_0 x^T x_i + \beta_1)$$

여기서 $p, \sigma^2, \beta_0, \beta_1$ 은 parameter이다.

3. 제안한 내용

3.1 조명 보정

컬러 모델을 이용한 얼굴 인식에서 중요한 문제점 중 하나는 조명의 밝기에 따라서 피부색이 다른 색으로, 혹은 다른 색이 피부색으로 오인식될 수 있는 것이다. 따라서 조명에 의해서 얼굴 영상에 미치는 영향을 최소화하기 위해 조명 보정이 필요하다. 본 논문에서는 조명의 참조 화이트 레벨(reference white level)을 고려하여 색상을 평활화 한다. 참조 화이트는 흰색 방향에서 광도 신호의 최대치에 대응되는 밝기의 정도를 의미한다[7].

먼저, 입력 영상의 RGB 값을 YCbCr 모델로 변환하게 되는데, 명암값을 나타내는 Y 값은 (3)과 같은 식에 의해 얻어진다.

$$Y = 0.30 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B \quad (3)$$

언어진 Y 값 중 가장 큰 값을 Y_{max} 로 하고, 상위 5%의 Y 값들을 참조 화이트의 범위로 한다. 만약 참조 화이트에 속한 화소의 수가 일정 임계치 이상일 경우 조명의 영향을 받는다고 할 수 있으므로, 참조 화이트 범위에 들어 있는 화소들의 각 성분들의 평균값(R_m, G_m, B_m)을 계산 후, 각 성분의 최대 값에 대한 비율을 계산한다. 그 식은 (4)와 같다.

$$R_{ratio} = \frac{255}{R_m}, G_{ratio} = \frac{255}{G_m}, B_{ratio} = \frac{255}{B_m} \quad (4)$$

(4)에서 얻어진 값을 원 영상의 각 화소에 곱하여 영상을 평활화 할 수 있다.

3.2 얼굴 후보영역 검출

RGB 모델은 빛의 영향을 받기 때문에 빛에 독립적인 YCbCr 모델로 변환하여 얼굴 영역을 추출한다. 피부색과 관련된 정보는 대부분 Cb와 Cr에 포함되어 있기 때문이다. 실험을 통하여 얻은 얼굴 영역의 Cb와 Cr의 범위는 식(5)와 같다.

$$(-41 \leq C_b \leq -5) \cap (11 \leq C_r \leq 50) \quad (5)$$

또한, 한국인의 피부색이 일반적으로 $R > G > B$ 라는 조건을 만족하므로 식(5)와 함께 적용하면 좀 더 정확한 얼굴 영역을 추출해 낼 수 있다.

3.3 얼굴 특징 영역 검출

얼굴에서 추출하는 특징 영역으로는 대표적으로 눈, 코, 입이 있으며, 얼마나 정확히 추출해 내느냐에 따라 시스템의 성능이 결정된다.

먼저 눈동자는 얼굴 영역에서 가장 어두운 영역에 속하기 때문에 얼굴 영역 중 피부색에 해당하는 부분은 흰색, 그 외 부분은 검정색으로 이진화 시킨 후 (그림 2)와 같은 템플릿을 사용하여 눈을 검출한다.

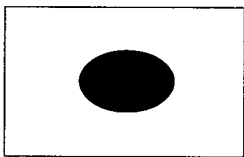


그림 2. 제안된 눈 템플릿(20×14)

얼굴 영상의 크기는 320 × 240 이고, 손을 최대한 뻗어서 영상을 촬영했을 때의 거리인 50cm ~ 60cm를 기준으로 템플릿 크기를 잡았으며, 촬영 거리의 변동에 따라 템플릿의 크기도 조절한다. 눈의 후보 영역은 얼굴 영역의 1/2(위부분)이며, 양 눈 각각에 대하여 좌상에서 우하로, 우하에서 좌상으로 두 번 검색하여 눈동자를 더욱 정확히 잡아낸다.

다음으로 입 영역은 얼굴 영역에서 1/2(아래 부분)이며 입은 피부색보다 C_r 성분을 많이 갖고 있기 때문에, 해당 영역에서 화소의 C_r 값이 C_b 값보다 더 큰 값을 갖는 경우와 C_r^2 이 임계 값 범위에 있을 경우 입술 영역으로 판단한다.

마지막으로 코 영역은 눈과 입 사이에 대하여 위쪽으로는 20%, 아래쪽으로는 10%를 제외한 부분이 후보영역이며, 명

암인 Y값이 두드러지게 차이 나는 부분을 코로 판단한다.

3.4 특징 값 계산

추출된 특징 영역을 기반으로 특징 값을 계산한다. 얼굴을 촬영하는 거리에 의한 영향을 줄이기 위해, 코와 눈 사이의 각도와 각 특징들 간의 거리의 비율을 적용하여 특징 값을 계산한다.

3.5 SVM(Support Vector Machines) 에 적용

앞에서 얻어진 특징 값과, 이미 학습되어 있는 데이터를 SVM에 적용하여 얼굴을 인식한다. 인증 대상자일 경우 class를 1로 하고, 그 외의 사람은 -1로 한 후 미리 갖고 있던 샘플 데이터와 새로운 입력 영상에서 추출한 데이터를 SVM에 적용시켜 적합한 사용자인지 가려낸다.

4. 실험 환경 및 결과

본 시스템에서 클라이언트 측은 신지소프트(Sinji Soft)의 Mobile C로 코딩하고 모바일 폰 에뮬레이터로 실제 모바일 폰을 대신하였고, 얼굴 인식 및 결과 전송을 담당하는 서버 측은 펜티엄4 2.0GHz CPU와 Windows XP Professional 시스템을 사용하였다. 얼굴 인식을 위해 모바일 폰에서 촬영하는 영상의 크기는 320 × 240(VGA급)으로 고정하였고, 서버로 얼굴 영상을 전송하기 위해 TCP/IP 소켓 통신을 이용하였다. 서버에서는 Visual Studio 6.0을 사용하여 프로그래밍 하였다.

(그림 3)은 모바일 폰과 서버 간에 데이터를 주고 받는 과정이고, (그림 4)는 서버로 전송된 얼굴 영상에서 특징영역들을 추출한 것이고, (그림 5)은 특징 값 계산을 위한 방법이다.

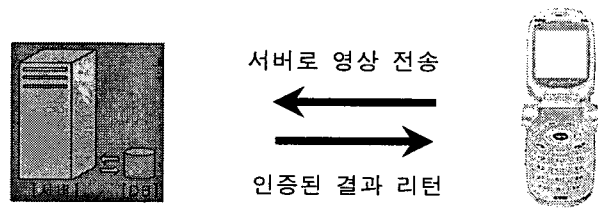


그림 3. 모바일 폰과 서버의 통신 과정



그림 4. 특징 영역 추출



그림 5. 특징 값 계산

위에서 추출된 눈, 코 및 입을 이용하여 특징 값을 계산하고 SVM을 적용하여 얼굴 인식을 한 후 해당 모바일 폰의 사용자인지 결과를 리턴하게 된다.

SVM에 적용시킬 샘플 데이터는 60개의 얼굴 데이터를 사용하였고, 해당 모바일 폰 사용자의 얼굴 30개와 다른 사람 얼굴 30개를 이용하여 실험하였다. 결과는 Table 1에서 보여 지는 바와 같다.

Table 1. 인증율 비교

비 고	총 샘플 수	인증 대상자가 인증된 경우	비 인증 대상자가 인증된 경우	인증율 (%)
기존 방법	60(30/30)	27 / 30 (명)	5 / 30 (명)	90 / 16.7
제안된 방법	60(30/30)	28 / 30 (명)	2 / 30 (명)	93.3 / 6.7

5. 결론

이 논문에서는 모바일 카메라 폰을 이용하여 얼굴을 촬영하고 특징 값을 추출하여 SVM을 통해 해당 모바일 폰의 사용자인지 인증하는 시스템을 구현하였다. PCA나 LDA와 같은 템플릿 패턴 정합 방법을 사용하지 않고, 영상에서 얻을 수 있는 정보 중 가장 빠르고 쉽게 얻을 수 있는 컬러정보를 이용하여 특징 값을 추출하였다. 얼굴과 카메라의 거리에 의한 영향을 줄이기 위해, 각 특징간의 각(angle)과 거리 비율을 기반으로 특징 값을 계산하였다. 컬러 정보를 기반으로 했기 때문에 만족할 만한 결과는 얻지 못했지만, 후에 보안뿐만 아니라 특정 사물이 무엇인지 가려내는 등에 적용할 수도 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] Benjamin Miller, "Vital signs of identity", IEEE Spectrum pp,20-30, Feb. 1994.
- [2] Demas Sanger, Yoichi Mlyake, et al., "Algorithm for Face Extraction Based on Lip Detection," Journal of Imaging Science and Technology, Vol.41, No.1, Jan/Feb., 1997.
- [3] D. Maio and Maltoni, "Real-time face location on gray-scale static images," Pattern Recognition, Vol. 33, no. 9, pp. 1525-1539, Sept. 2000.
- [4] V. Vapnik, "Statistical Learning Theory," John Wiley & Sons, New York, 1998.
- [5] Steve Gunn. *Support Vector Machines for Classification and Regression*. ISIS Technical Report. 1998.
- [6] Corinna Cortes and Vladimir Vapnik. *Support Vector Networks*. Machine Learning Vol.20, pp.273-297. 1995.
- [7] http://glossary.its.bldrdoc.gov/fs-1037/dir-030/_4492.htm.