

# 소유자 인증을 통한 자동시동 및 지능형 원격 도난방지 기술

김권\*, 김재경\*\*, 이창우\*, 장대식\*

\*군산대학교 컴퓨터정보과학과

\*\*송실대학교 미디어학과

e-mail : kwon1552@kunsan.ac.kr

line@ssu.ac.kr

leecw@kunsan.ac.kr

dsjang@kunsan.ac.kr

## Development of Intelligent Remote Vehicle Safety System including Automatic Starting System through Owner Identification

Kwon Kim\*, Jae Kyung Kim\*\*, Chang Woo Lee\*, Dae Sik Jang\*

\*Dept of Computer Information Science, Kunsan National University

\*\*Dept of Media, Soongsil University

### 요 약

본 논문은 차량 내부에서 정면의 얼굴 뿐 아니라, 측면의 얼굴도 효과적으로 추출하기 위해 다시점의 Haar-like 특징을 결합하여 사용하는 방법을 개발하여 적용하였고, 얼굴의 위치변화에 비교적 강건한 HMM(Hidden Markov Model)기반의 얼굴 인식을 사용하며, 또한 다양한 얼굴자세, 조명환경 등의 다중 얼굴 자료를 기반으로 하는 다시점 얼굴 DB의 학습을 통해 보다 강건하게 얼굴을 인식할 수 있도록 개선하였다.

PC를 통해 운전자의 얼굴이 정상적으로 인식되면 자동으로 시동모듈을 제어하여 시동을 걸어줌으로써 운전자의 편리성을 향상할 수 있고 운전자가 아닌 자가 운전석에 착선한 경우에는 획득된 운전자의 얼굴영상 부분을 원격단말기로 전송하여 운전자 또는 경찰이 이를 이용하여 도난을 방지할 수 있는 조치를 취할 수 있도록 지원한다.

### 1. 서론

최근 들어 인공지능 및 IT기술과의 접목을 통해 운전자편의 정보제공과 지능형 교통시스템 등 지능화가 크게 진전되고 있다. 특히 미래형 자동차는 텔레매틱스·내비게이션 등을 활용한 움직이는 생활공간으로 부가가치가 매우 높을 것으로 기대되고 있으며, 생체인식 및 컴퓨터비전 기술인 지문인식 기능을 차량에 적용하여 차량의 자동시동 및 도난 방지 등에 응용하기 위한 연구가 학계와 업계를 중심으로 활발히 진행되고 있다. 일본의 도요다 와 독일의 BMW 사에서는 최신 지능형 자동차 연구를 통하여 주차 시에 자동차가 스스로 주차를 해줌으로써 주차를 도와줄 수 있는 자동주차 기능을 탑재한 제품들을 개발하였다. 국내에서는 삼성 종합기술원에서 차량에 설치된 카메라를 통해 도로의 차선을 실시간으로 인식하고 차선의 이탈을 감지함으로써 보안 안전한 운행이 가능하도록 지원할 수 있는 차선 유지 기술을 개발 하였고, 현대모비스는 2003년까지 차량충돌경보 시스템과 차선이탈경보 시스템 등 운전자에게 주행정보를 제공하는 기초기술 개발을 완료했다.

전반적으로 국내 지능형 자동차 관련기술은 일본·

미국·유럽 등 선진국에 비해 매우 뒤쳐졌을 뿐만 아니라 일반적인 상용화를 위해서도 미흡한 수준에 머물고 있는 게 현실이다.

본 논문에서는 차량용 지능형 Car PC에서의 강건한 소유자 인증 기능을 개발하고, 이를 원격 장치 및 PDA 단말기와 블루투스 통신기반 피코넷 구성으로 연동하여 차량의 자동시동 및 도난방지에 활용할 수 있는 시스템을 제안한다.

### 2. 실시간 얼굴영역 추출

운전자의 얼굴을 인증하기 위해서는 먼저 운전자의 얼굴영역을 정확히 추출해내는 기능이 필요하다. 최근에는 추출에 Haar-like 특징에 기반을 둔 얼굴추출 알고리즘이 효과적으로 사용되고 있다. 그러나 기존의 Haar-like 특징기반 얼굴추출 알고리즘은 얼굴의 시점변화와 같은 환경변화에 민감하여 얼굴을 추출하지 못하는 문제점을 가지고 있다. Haar-like 특징은 얼굴 검색에서 주로 사용하는 기법으로 많은 프로토타입이 존재하는데 이것들은 AdaBoost 학습 알고리즘에 의해서 얼굴을 잘 표현하는 것들만 사용하기 되기 때문에 효율적인 얼굴추출이 가능

하게 된다.

Haar-like 특징과 AdaBoost 학습 알고리즘을 결합한 얼굴추출 방법은 첫 번째로 얼굴 영상의 이미지 데이터를 받아 얼굴 부분에 윈도우를 씌운 후 그 영역에 대해서 Haar-like 특징 값을 구한다. 그 다음 AdaBoost 학습 알고리즘을 통해 선택된 Haar-like 특징을 그룹화 하여 저장한다. 이 때 첫 번째 단계의 그룹에서는 가장 적은 9개의 Haar-like 특징이 들어간다. 각 단계는 총 25 단계로 그룹화 되고 이때에는 200개의 Haar-like 특징이 들어가게 된다. 이렇게 그룹화한 데이터들은 텍스트 파일로 저장되어 얼굴추출에 있어서 hidden cascade로 사용된다. 본 논문에서는 24\*24 크기의 윈도우로 정해졌고 25개의 단계로 높은 단계로 올라갈수록 Haar-like 특징의 개수가 증가하고 각각의 프로토타입들도 세밀한 부분까지 위치하게 된다.

Haar-like 특징을 이용한 얼굴추출 원리는 한 프레임의 영상에서 학습된 얼굴의 그룹을 이용하여 영상을 피라미드 구조의 형식으로 줄여나가며 얼굴인 영역을 결정하고 그러한 과정에서 얼굴영역은 줄인 영상을 복원하는 과정에 여러 개의 후보영역이 출력되므로 그 영역의 평균을 낸 한 영역을 결과로 출력하게 된다.

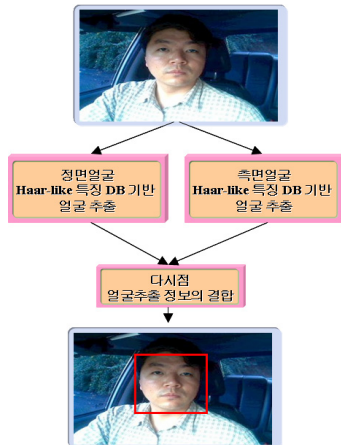


그림 1. 다시점Haar-like특징의 결합을 통한 얼굴추출기법

기존의 Haar-like 특징에서는 얼굴의 정면 영역만을 추출할 수 있어, 차량 내부에서 다양한 각도로 작성한 얼굴 영역을 추출하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 그림 1 다시점의 Haar-like 특징들을 결합함으로써 정면과 측면 얼굴을 모두 추출할 수 있도록 개선하였다.

### 3. 얼굴인식을 통한 운전자 인증

Haar-like 특징 기반의 얼굴추출 알고리즘을 통하여 얼굴영역이 검출되면 영상에서 얼굴영역을 분리하여 얼굴인식을 수행한다.

얼굴의 위치변화에 비교적 강건한 HMM(Hidden Markov Model) 기반의 얼굴인식을 사용하며, 또한 다양한 얼굴자세, 조명환경 등의 다중 얼굴 자료를 기반으로 하는 다시점 얼굴 DB의 학습을 통해 보다 강건하게 얼굴

을 인식 할 수 있도록 개선하였다.

본 연구는 정적인 정지영상을 대상으로 하는 환경과 달리 실시간으로 카메라를 통해 입력되는 비디오 영상을 처리해야하는 환경에 있으므로 비디오의 여러 프레임 중에서 얼굴이 가장 잘 인식될 수 있는 영상이 어떤 것인가의 문제가 매우 중요하다. 예를 들어 왜곡되거나 자세가 좋지 않은 얼굴영상을 대상으로 얼굴인식을 수행할 경우 잘못된 인식 결과를 도출할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 비디오 스트림에서 하나의 인식 대상 영상을 선택하는 대신 연속적으로 입력되는 각 얼굴영상들의 인식 결과를 통계적으로 필터링함으로써 오류를 줄이고 강건하게 얼굴을 인식하는 방법을 사용하였다. 그림 2는 개발된 얼굴인식 시스템의 전체 구성도를 나타낸다.

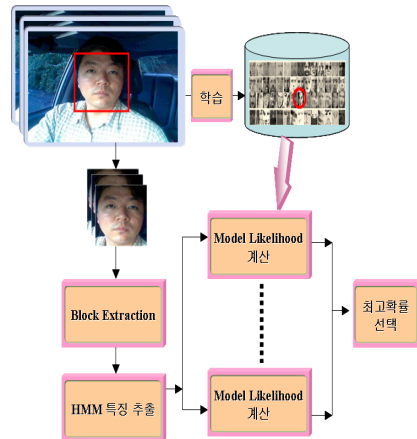


그림 2. HMM 기반의 다시점 통계적 얼굴 인식

HMM 알고리즘은 과거와 현재의 주어진 상황에서 미래는 과거와 관계없이 현재에만 의존하는 마코프 성질을 이용하는 것으로써 마코프 과정(state)은 숨겨져 있는 것이고, 다른 확률과정을 통해서만 과정이 관찰된다. 얼굴의 가장 큰 특징은 크게 머리, 이마, 눈, 코, 입을 생각 할 수 있는데 이러한 특징을 이용하여 1차 HMM을 사용하여 모델링되어진다. 각각의 상태는 HMM의 과정에 종속적이고 순서는 얼굴 이미지 위에서 아래로 순차적으로 적용된다. 또한 얼굴을 나누는 간격은 얼굴만의 이미지에 각각 고정적인 위치에 자리 잡게 된다. 2차 HMM은 각각 얼굴의 블록의 확장으로 이루어지는데, 그림 3 과 같이 각 부분에 대하여 일정한 부분으로 다시 나누어 각각의 확률을 계산하고 다시 전체에 대한 확률을 계산한 뒤 다음 과정으로 넘어가게 된다.

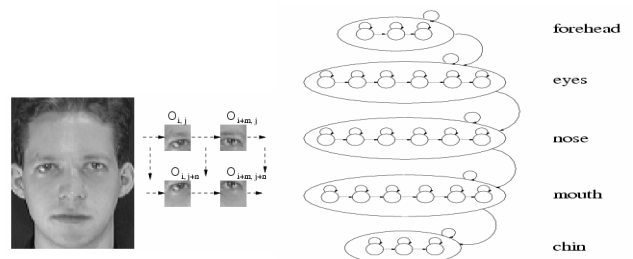


그림 3. 분할된 얼굴영역에 대한 2차 HMM 모델

다중 시점 얼굴영상 DB 구축을 통한 강건한 얼굴인식을 위해 운전자의 얼굴에 대한 다양한 회전과 조명상태를 표현할 수 있는 다중시점의 얼굴영상들을 학습함으로써, 다양한 환경에서의 얼굴 인식이 가능하도록 개선하였다. 그림 4 는 학습에 상용된 다중 시점의 얼굴영상들의 예를 보여준다.



그림 4. 아래, 정면, 측면, 위 첫 번째 그림부터 시계방향으로 다양한 시점의 얼굴 학습 영상

연속적으로 입력되는 얼굴영상들의 통계적인 인식을 하기 위해 개별적인 하나의 정지영상에만 의존하여 얼굴을 인식할 때의 문제점을 해결하고 인식률을 향상하기 위해, 실시간으로 카메라로부터 입력되는 연속된 얼굴 영상들의 인식 확률을 누적하여 종합적인 판단을 내리는 방법을 사용했다. 이러한 방법을 통하여 개발된 시스템은 순간적인 왜곡이나 잘못된 자세로 인한 인식을 저하를 보완하여 보다 안정적이고 강건하게 운전자의 얼굴을 인식할 수 있다.

**4. 실험 및 결과**

본 실험은 Pentium 4 노트북 컴퓨터 기반에서 실험을 하였다.

**4-1. 실시간 얼굴추출 실험결과**

개발된 얼굴추출 알고리즘을 이용하여 다양한 환경에서 얼굴추출 실험을 수행한 결과를 보여준다. 실험은 크게 실내와 차량 내부의 두 가지 환경에서 실행되었다.

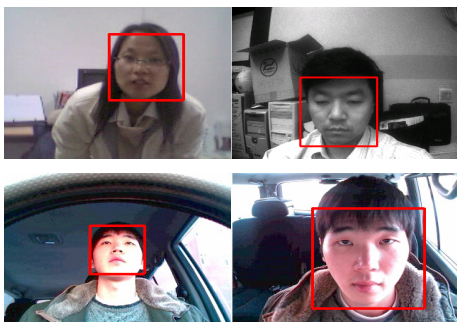


그림 5. 실내와 차량 내부의 얼굴추출 실험 결과

실험을 통해 환경의 변화가 작은 실내 환경에서 비교적 정확한 얼굴 추출이 수행되었으며, 실외의 자동차 환경에서는 환경의 변화가 많아 상대적으로 얼굴 추출 정확도가 떨어지는 것을 알 수 있었다.

표 1. 실험을 통해 얻어진 얼굴 추출의 정확도

실험환경	실내공간	차량환경
추출 정확도	85%	82%

얼굴 추출 알고리즘의 수행시간은 320\*240 크기의 영상을 기준으로 정면얼굴만 사용했을 때 평균적으로 약 30ms, 측면얼굴을 포함하였을 때 약 60ms 정도의 시간이 소요되어 실시간으로 얼굴을 추출할 수 있음을 알 수 있다.

**4-2. 실시간 얼굴인식 실험결과**

그림 6 은 개발된 얼굴추출 및 인식 시스템을 이용하여 차량내부에서 하나의 비디오 스트림에 대해 운전자 얼굴 인식을 수행한 결과를 보여준다. 그림 6 (2)에서 영상의 흔들림과 잘못된 얼굴자세로 인해 인식에 실패한 상황을 보여준다. 그림 6 (3), (4)의 연속된 영상에서는 비교적 좋은 얼굴자세와 영상 상태로 인해 성공적으로 얼굴이 인식된 상황을 보여준다. 그림 6 (5) 영상의 경우는 얼굴의 회전 정도가 심하여 인식이 올바르게 수행되지 못한 결과를 보여준다. 그림 6 (6) 영상에서는 얼굴이 다시 정면을 바라볼 때 다시 정확하게 얼굴이 인식된 결과를 보여준다.

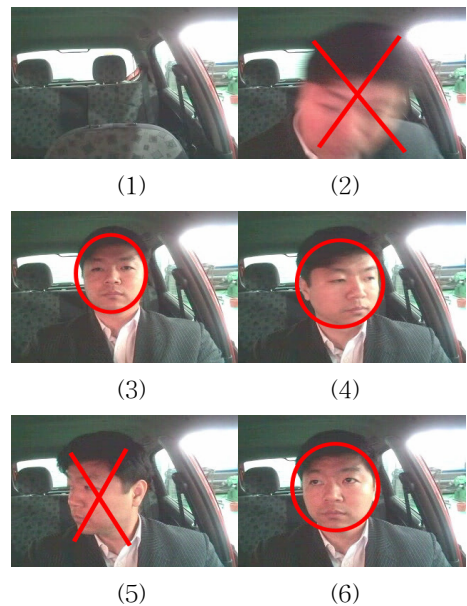


그림 6. 연속된 비디오 스트림에서 얼굴이 인식된 결과

표 2. 실험을 통해 얻어진 실시간 얼굴인식 정확도

실험방법	단일영상 인식	연속된 다중영상 필터링 적용
얼굴인증 정확도	70%	85%

4-3. 운전자 인증 및 도난방지를 위한 실험

운전자의 인증을 위한 실험 장치는 그림 7 에서 보는 바와 같이 차량 내부에 장착된 PC와 전방에 설치된 카메라로 구성된다. 그림 7 에서 보는 바와 같이 카메라는 운전자의 전방에 설치되었으면 PC와 USB 인터페이스를 통해 연결되었다.



그림 7. 운전자 인증을 위한 실험 장치

그림 8에서 오른쪽 화면은 각 시점에서 개발된 시스템을 통해 얼굴이 추출되고 인식되는 결과 화면을 보여준다. 만약 운전석에 착석한 사람이 등록된 운전자로 인증되지 않으면 차량의 도난 상황으로 판단하여 착석한 사람의 얼굴영역을 추출하여 원격 단말기로 전송한다.



그림 8. 운전자 얼굴의 추출 및 인식

자동시동 제어를 위한 인터페이스 모듈은 본 연구에서는 간단하게 시동모듈을 제어하기 위해 원격시동 장치를 활용하였다. 즉, 원격시동장치를 구동할 수 있는 인터페이스 모듈을 개발하고 이를 PC와 연동하였다.

5. 결론

실시간 얼굴추출 및 인식 기술을 이용하여 차량의 소유자를 인증할 수 있게 되었고, 소유자 인증 성공 시 자동시동 기능 및 실패 시 도난방지 기능이 작동 하였다.

움직이는 얼굴의 추출 정확도는 군내 수준에 비해 약 10% 높은 82% 정확도를 보였고 검출된 얼굴의 인식은 약 15% 높은 85% 인식률을 보였다.

본 연구에서 개발한 실시간의 얼굴추출 및 인식기술은 동적으로 변화하는 실외 환경에서의 강건한 얼굴인식을 가능하게 함으로써, 자동차 분 아니라 지능형로봇, 착용형 컴퓨터, 홈 네트워킹 등과 같은 동적 시스템에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] R. Lienhart, J. Maydt, "An extended set of Haar-like features for rapid object detection," *Proc. IEEE International Conference on Image Processing ICIP 2002*, Vol. 1, pp. 900-903, 2002.

[2] G. Bradski, A. Kaehler, V. Pisarsersky, "Learning-based computer vision with Intels open source computer vision library," *Intel Technology Journal*, Vol. 9, No. 2, pp. 119-130, 2005

[3] S. Z. Li, L. Zhu, Z. Q. Zhang, A. Blake, H. Zhang, and H. Shum. "Statistical learning of multi-view face detection". In *Proc. of the European Conference on Computer Vision*, Copenhagen, Denmark, May 28 - June 2 2002.

[4] Bo Wu, Haizhou Ai, Chang Huang, Shihong Lao, "Fast Rotation Invariant Multi-View Face Detection Based on Real Adaboost," *Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 79-84, 2004. 5.

[5] M. Bicego, U. Castellani, and V. Murino, "Using Hidden Markov Models and wavelets for face recognition," in *IEEE. Proc. of Int. Conf on Image Analysis and Processing*, pp. 52 - -56, 2003.