

음주제어를 중심으로 한 스마트 자동차 안전 관리 시스템 개발

이 세 환*, 조 동 육°

Development of Smart-Car Safety Management System Focused on Drunk Driving Control

Se-Hwan Lee*, Dong-uk Cho°

요 약

현대인의 생활에 가장 큰 비중을 차지하는 자동차에도 스마트 기능의 탑재가 요구되는 실정에서 여러 가지 스마트 기기 및 스마트 방법에 대한 개발이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 이러한 스마트 자동차 중에서도 안전 관리 시스템의 주요 핵심 사항인 음주 및 졸음 제어를 위한 시스템 개발의 일환으로, 음주를 하게 될 경우 자동차의 시동이 자동으로 걸리지 않도록 하는 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 영상처리를 통해 운전석의 운전자의 안면 색을 분석하여 음주 여부를 확인하는 방법을 제안하고자 한다. 특히 본 논문에서 개발한 음주 여부 판단 시스템은 음주를 하기 전의 얼굴 영상을 필요로 하지 않고 오로지 음주 후에만 독특하게 나타나는 얼굴의 색상 변화만을 대상으로 음주 여부를 판단 할 수 있는 방법이고로 실제 음주제어를 중심으로 한 스마트 자동차 안전 제어 시스템에 효과적으로 적용가능하리라 여겨진다. 실험은 30명을 대상으로 행해졌으며 이들을 대상으로 음주 후에 나타나는 얼굴색의 변화를 분석하였다. 끝으로 실험을 통해 도출된 결과의 통계적 유의성을 분석하고 제안한 방법의 유용성을 입증하고자 한다.

Key Words : Smart - Car Safety Control System, Image Processing, Digital Color System, Observing a Person's Face Color, Drunk Driving

ABSTRACT

In the modern everyday life, cars the largest proportion of smart features that require mounting in a variety of smart devices and smart methods on have been developed. In this paper, the smart car among the main core of the safety management system optional for the control of drinking and drowsiness, as part of system development, will be drinking if you start your car automatically is to develop a system to avoid driving. For this, through image processing to analyze the driver's seat of the driver's facial color how to determine whether or not drinking alcohol is proposed. In particular, the system developed in this paper determines whether or not drinking alcohol before the face images without the need for alcohol after only a unique color change of the face appears to target only way to determine whether drinking and actual alcohol control center of a smart car safety control management system can be applied effectively. The experiment was done in 30 patients after drinking appears face color changes of them. We also perform an analysis on the statistical significance of the experimental results to verify the effectiveness of the proposed method.

* 주저자 : 충북테크노파크, sianlee@nate.com, 정회원

° 교신저자 : 충북도립대학교 전자정보계열, ducho@cpu.ac.kr, 중신회원

논문번호 : KICS1202-04-227, 접수일자 : 2012년 4월 30일, 최종논문접수일자 : 2012년 6월 8일

I. 서 론

현재 우리는 지식정보사회를 걸쳐 스마트 사회에 살고 있다. 우리 생활에 나타난 스마트 물결은 단순히 똑똑한 전자 기기가 아닌 우리 생활의 주도권을 가지는 하나의 현상으로 나타나고 있다. 스마트폰을 시작으로 스마트 TV 등의 스마트 가전제품을 거쳐 생활의 가장 큰 부분을 차지하고 있는 자동차 또한 예외일 수는 없다. 특히 자동차의 경우 차량 가격이 4,000만원까지는 디자인과 엔진으로 충분히 차량의 경쟁력을 가질 수 있지만 4,000만원이 넘어 갈 경우 차량에 얼마나 많은 스마트 기능을 첨가하는가가 경쟁력의 근간이 되고 있다^[1]. 따라서 스마트 자동차에 대한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해서는 이에 따른 개념 정립 및 연구가 충분히 진행되어야 할 것으로 보인다.

우선 스마트 자동차란 「첨단의 컴퓨터·통신·측정기술 등을 이용하여 자동으로 운행할 수 있는 차량」을 기본 개념으로 하고 있다^[2]. 현재까지의 대표적인 스마트 자동차 기술은 차간 자동 거리 조절이나, 자동 주행 기능, GPS 기반의 차량 위치 기반 시스템 등이 주를 이루었다. 그러나 현재의 스마트 자동차는 일반적인 주행뿐만 아니라 주차나 일상생활에의 적용에 더 큰 의의를 두고 있는 것이 정확한 현실이다^[3].

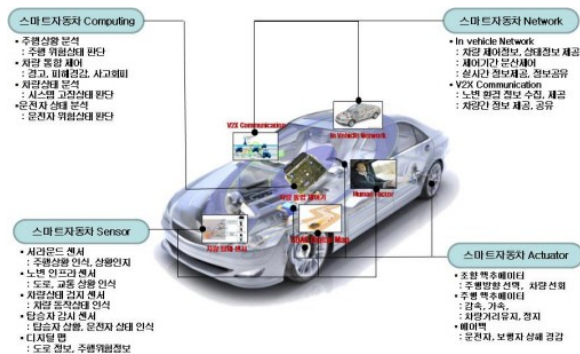


그림 1. 스마트 자동차
Fig. 1. Smart Car

이에 본 논문에서는 스마트 자동차의 안전 관리 시스템의 일환인 운전자의 행동 제어에 관련된 음주 및 졸음 제어 시스템을 개발하기 위한 연구를 하고자 한다. 현재 본 연구실에서는 연구의 일환으로 실시간 안면 영상 정보를 통한 졸음 제어 및 땀 냄새나 숨결의 냄새를 통한 음주 측정을 진행 하고 있으며, 본 논문은 전체 안전 관리 시스템 중 안면 영상 정보를 통

한 음주 여부를 판단하는 시스템을 개발하여 운전자 좌석의 사람을 대상으로 음주를 한 것으로 판단 될 경우 자동차 시동이 걸리지 않도록 하기 위한 연구를 수행하고자 한다.

이를 위해 지난 본 연구실에서 의학과 공동으로 학제 간 연구를 진행해 온 연구 결과를 기반으로 음주를 했을 시 얼굴 영상에서 얼굴 피부색의 변화가 어떻게 변하는지를 규명해 내는 연구를 우선적으로 진행하고자 한다. 다시 말해 음주를 하게 되면 음주 후의 특징으로 독특하게 얼굴색의 색차가 어느 부위에서 어떻게 변화가 일어나는지를 규명해 내는 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 먼저 디지털 색체계에 대해 기술하고, 얼굴 색차 계산에 가장 유리한 디지털 색체계가 무엇인지에 대해 논하고자 한다. 특히 본 연구의 초점은 전체 얼굴 영상에서 음주를 하게 될 경우 음주 여부를 판단할 수 있는 유일무이한 기준이 되는 얼굴의 변화가 어느 부위인가를 찾아내는 것에 연구의 최대 초점을 맞추고 있다. 즉, 본 논문은 음주에 따른 인체 생체신호의 변화 다시 말해 음주를 하게 되면 얼굴 영상의 어느 부위에서 음주에 따른 생체신호가 반영되어 피부색의 색상 변화가 일어나는지 그리고 실제 일어난 색상 변화로부터 색차를 계산해 내고 그 결과 음주 후에 얼굴 피부색의 색차가 어떤 변화를 보이는지를 규명해 내며 이를 스마트 자동차 안전 관리 시스템에 적용하는 것을 본 논문의 주된 초점으로 삼고 있다. 따라서 우선적으로 얼굴색차 분석을 위해 음주 전후의 비교 영상을 취득하여 안면 영역의 추출을 실시하고 기울기 보정 작업을 행하여 정확한 비교가 가능하게 하며, 추출된 안면 영역에 대해 각 부위별 정합을 실시하여 셀로 분할하고 분할된 각 부위에 대한 색차 분석을 통해 원 영상과 비교 영상의 차이를 행하여 그 수치를 추출하는 방법에 대해 차례대로 기술하고자 한다. 또한 추출된 색차 수치에 대한 실험 결과 자료에 대해 그 통계적 유의성을 분석해 내고, 실험 결과가 통계적 유의성을 갖는다면 이를 기반으로 스마트 자동차 안전 관리 시스템에 적용이 가능할지 여부를 결정하고자 한다. 특히 무엇보다 본 논문에서 행한 실험에서 음주 전후의 얼굴 색차 차이를 구분하기 위해 얼굴 전후의 얼굴 영상을 비교하였지만 실험 결과 음주 후에만 독특하게 나타나는 얼굴 색상의 변화를 발견할 수 있었다. 이는 음주 후에만 유일무이하게 나타나는 얼굴 색상 특징이므로 이를 음주 정도에 맞추어 파라미터화 할 수 있다면 실제 스마트 안전 관리 시스템에 적용할 경우 음주 전의 얼굴 영상을 필요로 하지 않아 바로 안전 제어 시스템에 적용할 수 있을

것으로 여겨진다. 또한 이를 확대 적용할 경우 음주 전의 얼굴 영상을 필요로 하지 않으므로 관계 당국에서 음주 단속을 행할 시 혈중 알코올 농도 측정을 거부한 운전자에 대해 상당한 거부감이 있는 채혈을 행해야 하는데 이를 대체할 수 있는 시스템에도 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

II. 음주 및 졸음 제어 시스템

본 연구는 스마트 자동차의 내부 시스템 중 안전 제어를 위한 운전자의 상태 제어를 위한 시스템이다. 특히 음주 및 졸음 제어를 위한 시스템 개발을 목적으로 하고 있으므로 따라서 아래 그림 2와 같은 항목을 기반으로 한 연구가 수행되어야 한다.

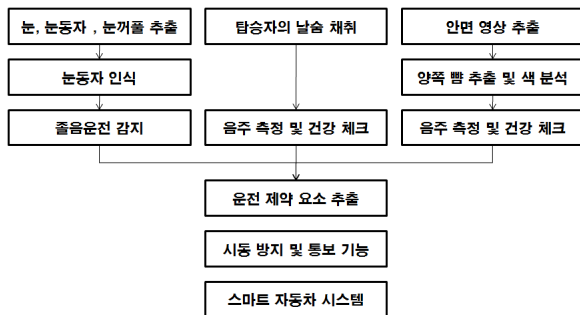


그림 2. 음주 및 졸음 제어 시스템
Fig. 2. Drinking and Drowsiness Control System

위의 그림 2에서 보는 바와 같이 본 연구실에서는 음주 및 졸음 제어 시스템의 전체 시스템 개발이 목표이다. 이를 위해 졸음 제어는 실시간 안면 영상을 추출하여 이중 눈과 눈동자 및 눈꺼풀 등의 특징 요소를 분별해 내고 이의 인식 상태를 통해 졸음 여부를 확인하여 사용자에게 졸음/운전에 대한 경고를 주어 졸음에 대한 제어를 하고자 하는 시스템[4][5]과 운전자의 땀 냄새 및 날숨을 채취하여 이에 포함되어있는 알코올 성분을 감지하기 위한 시스템[6][7]의 개발과 함께 안면 영상 변화 측정을 통한 음주 여부를 가려내기 위한 시스템 개발에 대한 연구를 진행하고 있다. 본 논문은 이 같은 전체 개발 시스템 중 안면 영상 변화 측정을 통한 음주 여부를 가려내기 위한 시스템을 개발하고자 하며 이는 탑승자의 땀만을 가지고 음주 측정할 경우 구강 청결제의 사용 및 기타 동승자의 땀 등의 외부 요인에 의해 오작동의 우려가 있으므로 이를 보완하여 음주 제어 시스템의 효율성을 극대화시키기 위한 연구를 행하고자 한다.

III. 음주 전·후 얼굴색차 비교 입력 환경 제한

3.1 음주 전·후 얼굴색 분석을 위한 디지털 색체계

본 논문에서는 음주 전, 후 얼굴색의 변화를 측정하여 음주를 하게 될 경우 얼굴 영상에서 어느 부위가 독특하고 유일무이하게 변화가 발생하는 부위인가를 추출해 내는 작업을 최우선적으로 삼고 있다. 이의 결과를 추출해야만 음주 전의 얼굴 영상에 대한 정보가 필요 없이 음주 후의 얼굴 영상만을 대상으로 음주 여부를 판단 할 수 있기 때문이다. 이를 위해 얼굴색의 변화를 가장 잘 분석할 수 있는 디지털 색체계를 적용하는 것이 첫 번째로 중요한 작업이 된다. 기존에 이를 위한 디지털 색체계는 여러 가지 색체계가 있었다^[8]. 그러나 얼굴색을 분석하기 위해서는 기존의 디지털 기기에서 가장 많이 사용하고 있는 RGB 색체계보다 CIE Lab 색체계를 사용하는 것이 보다 효율적인 것으로 여겨진다^[9]. 그 이유는 우선 CIE Lab 체계는 여러 가지 색상체계와의 호환성을 높이기 위한 기준이 되는 색체계로 인간의 눈으로 지각할 수 있는 모든 색을 포함하며, 동시에 장치 독립적인 색상체계(Device Independent Color System)로 출력 장비, 디스플레이 장비, 입력 장비의 색 특성에 관계없이 모두 적용할 수 있기 때문에 범용의 디지털 색체계로 사용하기에 가장 적합한 색체계이기 때문이다. 즉, Lab은 모니터나 프린터에 좌우되지 않는 독립적인 방법으로 색상을 구현하고 RGB와 CMYK의 범위를 모두 포함할 수 있는 색상범위를 가진다. 이는 여러 가지 색상체계와의 호환성을 높이기 위한 기준으로서의 기능을 가짐을 의미하며 아울러 사람의 눈으로 지각할 수 있는 모든 색을 포함하며, 동시에 디지털 장비의 특성에 관계없이 동일한 색을 표현할 수 있는 색체계이다. 또한 장치 독립적인 색체계로서 등색을 얻기 위해 사용하는 현재의 CMS(Color Management System)에서 장치간의 색을 연결해주는 중심이 되는 색 공간(Profile Connection Space)의 역할을 해 준다는 장점이 존재한다. 이에 비해 기존의 색체계인 RGB나 CMYK의 경우, RGB는 출력 장치인 모니터에 그리고 CMYK는 인쇄물에 사용되기 위한 색체계이기 때문에 각각의 특성을 가지고 있으며 이를 모니터의 내용물을 인쇄물로 출력할 경우 동일한 색에 대한 표현이 상이한 경우가 많이 있는 단점이 존재한다. 그러나 이를 Lab를 사용하여 하나의 색 공간 안에서 변환을 거칠 경우 입·출력물의 색상 일치가 가능하게 된다. 또한 무엇보다 인체 오장(五臟)은 그 건강상태와 허실을

얼굴에 피부색 및 윤기로 나타내고[10] 따라서 이 같이 인체의 건강 상태 및 장기의 허실 상태를 얼굴의 피부색과 그 윤택(潤澤)함으로 나타낼 때 이것을 가장 잘 표현할 수 있는 디지털색체계가 바로 CIE Lab 체계가 된다. 다시 말해 Lab의 색 좌표는 L*, a*, b*로 표시하게 되며 각각의 좌표범위는 L*은 0 ~ 100, a*는 -128 ~ 128, b* : -128 ~ 128의 범위를 갖는다. 여기서 L 채널은 Lightness의 약자로 이미지의 밝고 어두운 정도인 명도를 뜻하며, a* 채널은 녹색과 적색의 관계를 의미한다. 이때 a* 채널의 값이 음수 쪽으로 가면 녹색, 양수 쪽으로 가면 적색을 띄게 된다. 아울러 b* 채널은 청색과 황색의 관계를 의미하는데 음수 쪽으로 가면 청색, 양수 쪽으로 가면 황색을 띤다. 또한 명도를 나타내는 수치 L*의 경우도 L*=100은 흰색이고 L*=0은 검은색을 나타낸다. 이상의 언급에서 알 수 있듯이 Lab 색체계의 L*, a*, b*의 값은 인체 오장(五臟)의 오색(五色)을 다른 디지털 색체계에 비해 보다 효율적으로 나타낼 수 있는 색체계인 관계로 본 논문에서는 CIE Lab 체계를 디지털 색체계로 사용하고자 한다. 다시 말해 인체 오장은 오색, 예로서 신장은 흑색, 폐장은 백색, 심장은 적색, 비장은 황색, 간장은 청

표 1. 대표적인 디지털 색체계에 대한 비교
Table 1. A Comparison of Typical Digital Color Systems

	RGB	CMYK	Lab
주요 사용처	모니터 등의 전자기기 출력	인쇄물 출력	모든 영역 및 상이 색 체계의 변환에 사용, 인체 오장의 오색을 표현하는데 가장 적합
색 재현 영역	중간	좁다	넓다
구성	빛의 3원색인 Red, Green, Blue	색의 3원색인 Cyan, Magenta, Yellow와 black	명도, Red, Green, Yellow, Blue

색과 연계되어 있고 따라서 이 오색을 효율적으로 측정하여 수치화하는 데 가장 적합한 디지털 색체계가 바로 Lab 색체계가 되며, 본 논문에서도 음주를 하게 될 경우 인체 오장이 받는 영향이 생체신호로 얼굴에 나타남으로 이를 가장 효과적으로 측정할 수 있는 디지털 색체계인 Lab 색체계를 적용하고자 한다. 아래 표 1에 대표적인 디지털 색체계에 대한 비교를 나타

내었다.

3.2 얼굴색의 변화(색차) 분석 방법

음주 전, 후 얼굴색상의 변화를 분석하기 위해서는 색 간의 차이를 계산해야 하는데 Lab에서는 색이 존재하는 공간적 좌표에 의해 색 간의 차이 즉, 색차를 수치적으로 계산 할 수 있다. 다시 말해 색공간의 A와 B의 구점에서 이를 나타낼 경우 아래 그림 3에서 보는 바와 같이 A와 B에서 각각 좌표의 직선을 그어주면 이것이 ΔL, Δa, Δb를 의미하게 되며 이러한 직선으로 나타난 ΔL, Δa, Δb를 삼각형의 변으로 나타낸 것이 ΔE로 아래 (식 1)과 같이 계산하며 따라서 색차를 수학적 수치로 나타내는 것이 가능하게 된다.

$$\Delta E = \sqrt[0.5]{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (\text{식 1})$$

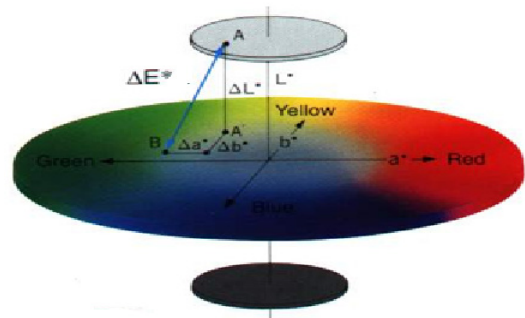


그림 3. CIE Lab 색 공간에서의 색차
Fig. 3. Color Difference in CIE Lab Color Space

3.3 영상 처리 시스템

실험을 위한 전체영상처리 시스템의 흐름도를 아래 그림 4에 나타내었다. 본 영상처리 시스템의 전체 흐름은 아래 그림 4에서 알 수 있듯이 음주 전, 후 비교 영상의 수집을 통한 비교 분석이 주를 이루게 된다. 따라서 이에 있어 음주 전의 영상과 음주 후의 영상 간에는 기울기의 차이가 발생 할 경우가 많으므로 우선 각 영상에 대한 얼굴 영역의 추출을 완료 하고 이 중 눈 영역과 전체 얼굴 영역을 따로 분류하여 눈 영역을 기반으로 음주 전, 후 영상 간의 기울기의 차이를 측정하도록 한다. 이후 이를 토대로 전체 얼굴 영역에 대한 기울기 보정을 실시하여 두 영상의 얼굴영상을 일치 시킨 후 필요에 따라 얼굴 영역에 대한 일정 수준의 셀 분할을 실시하고 각 셀의 평균 Lab 값을 구한 후 음주 전과 후의 두 비교 영상 간 동일 위치의 셀에 대해 비교 분석을 실시하여 색의 변화를 수치적으로 측정하고자 한다.

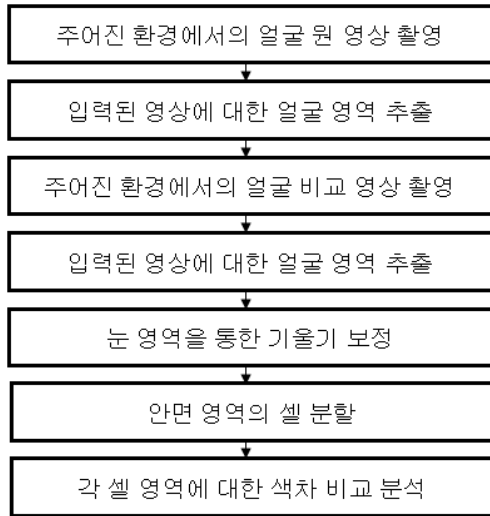


그림 4. 안면 색 변화 측정 시스템 구성도
Fig. 4. Changes in Facial Color Measurement System Configuration

음주 전 영상과 음주 후의 영상을 비교 분석하기 위해서는 각 영상에 대해 얼굴 영역에 대한 추출이 이루어져야 하는데 이를 위해 얼굴 피부색의 색상을 기본으로 얼굴 영역을 추출하고 여기에 영역 기반 분할 방식을 통해 이목구비만을 남기고 침식연산을 통해 불필요한 부분을 제거한다. 또한 메디안 필터를 통해 잡음을 제거한 후 영상에 대해 수직, 수평 스캐닝을 통해 오관을 추출해 낸다. 이 중 눈 영역을 기반으로 기울기의 측정을 행하여 음주 전의 영상과 음주 후의 영상에 대해 기울기 보정을 실시하고, 최종적으로 추출해낸 얼굴 영역을 일정한 셀로 나누어 각 셀에 대한 Lab 색 평균 분석을 행한다. 또한 이에 대해 음주 전의 영상과 음주 후의 영상에 대해 동일 부위의 셀에 대한 Lab 평균값의 차이를 통해 색차를 분석하여 안면 색에서의 변화를 수치적으로 측정하고 이를 통해 안면 색의 변화에 대한 비교 분석을 수행한다. 아래 그림 5에 얼굴 영상에서 이목구비를 추출하고 기울기 보정을 통한 안면 색 변화 측정 시스템에 대한 전체 흐름도를 나타내었다.

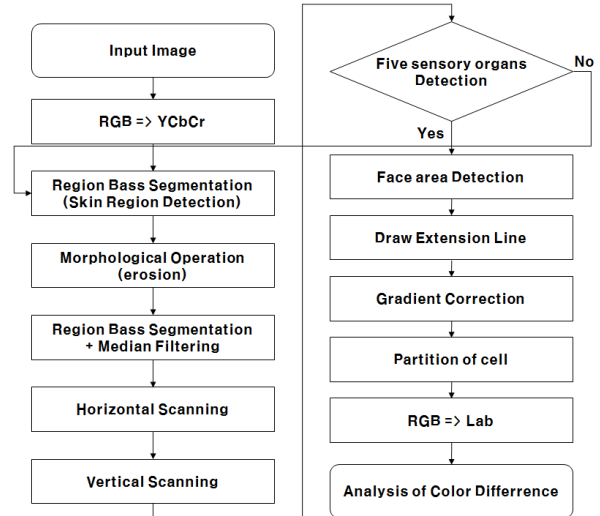


그림 5. 안면 색 변화 측정 시스템 흐름도
Fig. 5. Flow of Facial Color Changes Measurement System

이제 기울기 보정을 위해서 각 영상에 대한 얼굴 영역과 눈 영역의 분류가 이루어져야 한다. 얼굴 영역의 경우 전체 영상 중에서 참인 값을 가진 부분 중 가장 큰 넓이를 가진 참인 부분을 선정하고 이를 수직 수평 스캐닝을 통해 가로, 세로의 시작점과 끝나는 점을 연결해 주면 얼굴 영역을 설정할 수 있다. 또한 눈 영역의 경우 아래 그림 6에서 보는 바와 같이 얼굴 영역을 위, 아래로 이분할 하고 위의 분할된 영역 중 가장 하위에 존재하는 두 개체로 하는데 이는 눈썹의 경우 추출이 어려운 경우가 있기 때문이다.

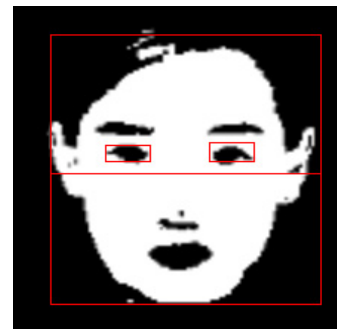


그림 6. 눈 영역 검출
Fig. 6. Eye Extraction

이후 검출된 눈 영역을 대상으로 아래 그림 7와 같이 기울기의 각도를 측정하고 이를 음주 전 영상과 음주 후 영상간의 기울기 보정을 실시한다. 보정할 회전 각을 구하는 식은 아래 (식 2)와 같다.

$$Face \angle = \tan^{-1} \left(\frac{HeightEye}{WidthEye} \right) \quad (식 2)$$

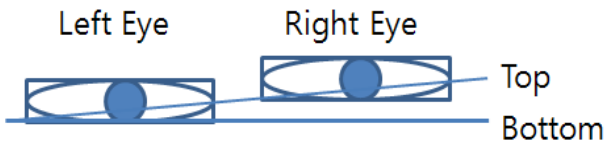


그림 7. 눈 영역의 기울기 추출
Fig. 7. The slope Extraction of the Eye Region

IV. 음주 전, 후 얼굴 영상의 특징 추출

4.1 음주 전, 후 얼굴 영상의 특징 추출을 위한 대상자 선정 및 실험 방법

이제 음주 전, 후 얼굴 영상에서 어느 부위가 음주 판단 여부에 가장 적합한 부위인가를 찾기 위한 작업이 행해져야 한다. 이를 위해 음주 전과 음주 후의 얼굴 특징 추출을 위한 실험대상자가 선정되어야 하는데 이를 혈액 검사 상 간(肝)에 이상이 없는 20대 남녀 대학생 30명을 대상으로 하였다. 특히 여학생의 경우 화장에 의한 영향을 배제하기 위해 화장을 금한 후 안면 영상을 획득하였으며 대상자의 초상권 침해에 대한 동의를 구해 실험을 진행하였다. 실험은 우선 3시간 동안 아무것도 먹지 않은 공복 상태에서 기준 영상인 음주 전의 영상을 촬영 하였다. 이 후 30분 동안 안주나 물 섭취 없이 2홉들이 소주 360ml를 섭취 한 후 이에 대한 영상 즉, 음주 후의 영상을 촬영하여 음주 전, 후 영상에 대한 비교, 분석을 행하였다.

4.2 음주 전, 후 비교 영상에서 의미 있는 영역 추출

우선 아래 그림 8은 분류된 눈 영역을 기반으로 기울기를 측정하여 원 영상과 비교 하여 기울기 보정을 행하고 처리 영상에 대해 얼굴 영역 부위에 4X6의 셀 분할을 실시한 영상으로 실제 실험에서의 어플리케이션의 화면을 나타내었다. 또한 아래 그림 9은 각 셀에 대한 Lab 평균값과 이에 해당 셀 간의 색차 분석 결과를 나타내었고, 그림 10은 그 결과값을 그래프를 통해 나타낸 것이다.

실험 결과 얼굴 영상에 대해 4X6의 셀 분할의 영역에서 가장 의미 있게 색차가 나온 부분이 바로 왼 뺨과 오른 뺨의 색차이다. 일반적인 얼굴 영역 분할에 있어 평균적으로 왼 뺨과 오른 뺨의 위치 기준이 되는 왼뺨은 분할된 영역 내의 4,4영역 오른뺨은 4,1 영역

을 기준으로 실험을 진행 하였다. 즉, 음주 전, 후 4X6의 셀 분할된 얼굴 영상에서 가장 의미 있게 큰 색차를 보인 곳이 왼 뺨과 오른 뺨의 색차이며 왼쪽 뺨의 변화 평균치는 3.47로 오른쪽 뺨의 평균치 1.80보다 높다는 사실을 새로이 규명 할 수 있었다. 그리고 아래 표 2는 음주 전·후의 안면 색상에 대한 분석 결과를 정리한 것이며, 표 3은 왼 뺨과 오른 뺨에서의 음주 전·후의 색 변화 측정을 위해 a성분의 색차를 분석한 결과를 나타낸 표이다. 또한 표 4에 왼 뺨과 오른 뺨 각각의 최대값, 최소값, 평균값 등을 정리한 결과를 나타내었다. 이상과 같은 실험 결과 자료에서 알 수 있었던 것은 음주 전, 후 얼굴영상에서 음주 여부를 판단할 수 있는 영역은 4X6의 셀 분할의 영역에서 왼 뺨과 오른 뺨이 된다는 것이며 또 이를 기준으로 어떤 개인이 음주를 했는지 안 했는지에 대한 판단을 할 수 있는 새로운 사실을 규명해 냈다는 것이다. 즉, 음주를 하게 되면 음주를 하기 전 보다 왼 뺨과 오른 뺨의 a값이 커지게 되고 더 나아가 특히 왼 뺨과 오른 뺨의 a값의 색차가 크게 된다는 사실을 실험을 통해 규명해 낼 수 있었다. 이것은 무엇보다도 음주 전에 대한 얼굴 영상이 없다고 해도 음주 후의 얼굴 영상에서 왼 뺨과 오른 뺨의 색차가 크다면 음주를 했다고 판단을 할 수 있게 되는 독특하고 유일무이한 사실이 된다. 다시 말해 음주 여부를 판단하는 시스템으로 개발하여 실제 스마트 자동차의 안전 제어 시스템에 적용하게 될 경우 음주 전의 얼굴 영상 자료가 없더라도 음주후의 얼굴 영상만을 가지고 음주 여부를 판단 할 수 있게 됨을 의미한다. 즉, 음주를 한 경우 왼쪽 뺨이 오른쪽 뺨보다 더 붉어진다는 새로운 사실을 규명해 냈으며 이를 통해 음주 전의 얼굴 영상에 대한 정보가 필요 없이 음주 후의 얼굴 영상만을 가지고 음주 여부를 판단할 수 있으므로 운전자의 날숨만을 가지고 음주 여부를 판단한 기존의 스마트 안전 제어 시스템을 보완하여 정확하게 음주 여부를 판단 할 수 있도록 해 줄 수 있을 것으로 여겨진다. 다시 말해 현재의 스마트 자동차의 안전 제어 시스템은 탑승자의 냄새만을 가지고 음주 여부를 판단함으로써 구강 청결제의 사용 및 기타 동승자의 냄새 등의 외부 요인에 의해 오작동의 우려가 상당 부분 존재할 수 있으므로 이를 보완하기 위해 탑승자의 안면 영상을 통한 음주 여부 확인 결과를 전체 음주 확인 시스템의 판단 기준에 추가하여 스마트한 안전 제어를 가능하게 하기위한 연구이다. 또한 이를 관계 당국에서 음주 단속을 할 경우 음주 단속에 응하지 않는 사람에게 거부감이 있는 채혈을 하는 것보다 얼굴 영상을 분석하여 왼 뺨 과 오른

뺨의 색차가 존재하는가를 분석하여 음주 단속에도 적용이 가능할 것으로 여겨진다. 무엇보다 지금 개발한 방법은 음주 전의 얼굴 영상에 대한 정보 없이 음주 후의 얼굴 영상만을 대상으로 음주 여부를 판단할 수 있으므로 차량 안전 제어 시스템에 적용 뿐 아니라 여타 음주 여부를 판단해야 하는 시스템에도 효과적으로 적용 될 수 있을 것으로 사료된다.

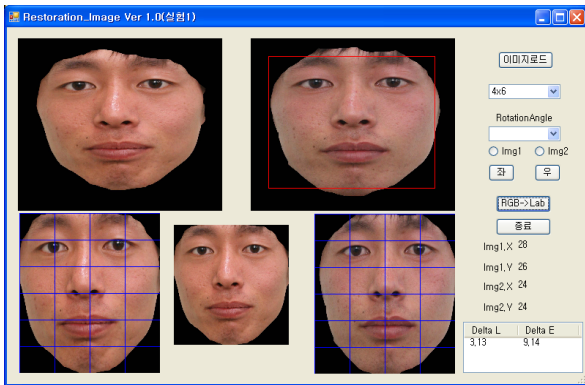


그림 8. 음주 전·후 비교 프로그램 인터페이스
Fig. 8. Comparison Program Interface before and after Drinking

Cell	L	a	b	dL	dE
Default					
1	34.82	11.89	12.13	13.21	03.09
2	27.47	21.96	20.92	49.51	03.07
3	32.81	20.82	18.46	49.51	15.39
4	29.27	09.17	06.46	32.35	07.95
5	43.98	17.77	06.46	39.83	11.69
6	62.29	22.86	20.77	51.39	17.96
7	56.49	21.07	20.32	49.33	14.42
8	62.29	19.05	17.70	52.34	16.01
9	58.97	21.59	21.70	49.33	14.42
10	61.80	20.66	21.41	59.85	20.61
11	65.94	24.34	21.41	63.32	20.73
12	47.08	23.88	19.38	63.32	19.25
13	65.15	16.40	18.38	40.05	09.10
14	53.10	26.08	23.32	54.50	19.71
15	61.83	24.59	19.96	57.08	20.51
16	52.89	16.77	17.69	38.88	14.06
17	32.26	08.94	12.85	26.82	05.28
18	44.01	25.25	23.89	44.51	18.52
19	51.38	24.72	21.39	45.96	21.40
20	33.96	11.02	13.06	41.35	08.32
21	03.93	01.18	01.56	03.92	00.89
22	40.58	17.97	18.25	42.32	13.44
23	44.90	17.98	18.69	45.81	15.19
24	03.92	01.05	01.51	08.46	01.90

그림 9. 각 셀 별 Lab 및 색차 분석 영상
Fig. 9. Each Cell's Lab Value and Color Difference Analysis

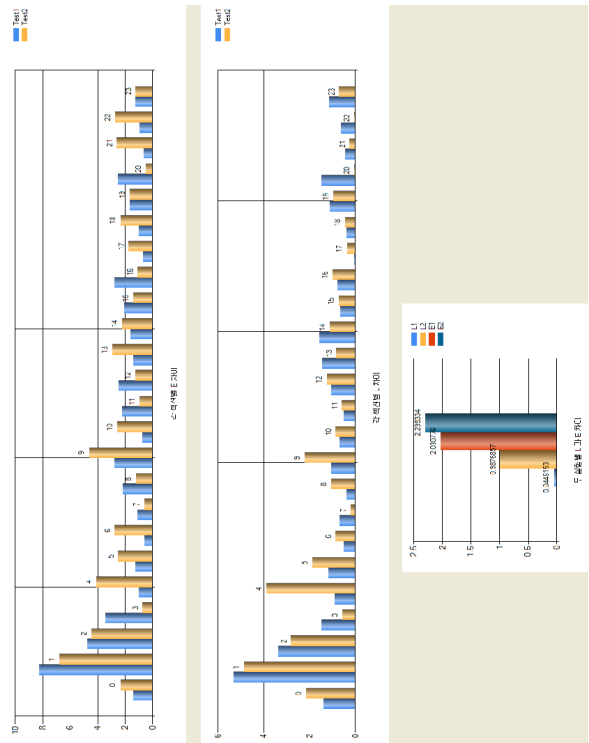


그림 10. 음주 전후 'a 색차', '전체 색차' 비교 그래프
Fig. 10. Comparison Graph 'a Color Difference' and 'the Whole Color Difference' before and after Drinking

표 2. 음주 전·후의 안면 색상비교표

Table 2. The Facial Color Comparison Table before and after Drinking

		왼 뺨	오른 뺨
피 실험자 1	음주 전	65.24.20	66.21.20
	음주 후	65.29.25	68.23.24
피 실험자 2	음주 전	73.24.21	75.20.16
	음주 후	76.25.22	78.21.19
피 실험자 3	음주 전	66.17.16	71.18.14
	음주 후	77.20.19	77.20.16
피 실험자 4	음주 전	71.20.19	73.20.15
	음주 후	78.24.18	74.23.19
피 실험자 5	음주 전	60.26.19	73.22.15
	음주 후	68.27.19	76.22.15
피 실험자 6	음주 전	73.26.21	61.21.17
	음주 후	71.28.17	68.23.20
피 실험자 7	음주 전	71.19.15	75.19.14
	음주 후	72.24.14	74.22.15
피 실험자 8	음주 전	59.23.28	71.22.19
	음주 후	65.29.26	71.26.19
피 실험자 9	음주 전	73.20.19	81.15.17
	음주 후	76.24.19	82.18.13
피 실험자 10	음주 전	73.20.17	76.20.18
	음주 후	74.25.15	75.23.16
피 실험자 11	음주 전	62.24.27	72.23.18
	음주 후	65.28.27	72.26.18
피 실험자 12	음주 전	75.21.20	78.16.18
	음주 후	76.25.20	79.19.17

피 실험자 13	음주 전	71.22.22	76.17.19
	음주 후	72.26.21	77.18.19
피 실험자 14	음주 전	63.25.29	71.22.19
	음주 후	63.26.29	72.23.19
피 실험자 15	음주 전	75.22.18	77.20.19
	음주 후	75.26.19	76.24.18
피 실험자 16	음주 전	75.20.20	80.16.18
	음주 후	76.25.19	79.17.16
피 실험자 17	음주 전	58.25.22	57.22.21
	음주 후	60.29.23	63.24.19
피 실험자 18	음주 전	74.25.22	74.21.17
	음주 후	74.27.23	77.22.20
피 실험자 19	음주 전	73.20.21	75.19.15
	음주 후	74.26.20	77.21.17
피 실험자 20	음주 전	76.21.19	73.20.16
	음주 후	78.25.18	74.22.18
피 실험자 21	음주 전	66.27.20	74.20.15
	음주 후	68.29.19	76.20.16
피 실험자 22	음주 전	69.20.19	66.22.18
	음주 후	70.25.20	68.23.19
피 실험자 23	음주 전	66.27.32	66.24.29
	음주 후	66.29.33	65.25.30
피 실험자 24	음주 전	70.22.23	72.22.20
	음주 후	69.26.23	72.23.21
피 실험자 25	음주 전	73.22.20	75.20.19
	음주 후	73.25.21	74.21.20
피 실험자 26	음주 전	62.28.25	68.24.20
	음주 후	63.30.26	69.24.21
피 실험자 27	음주 전	70.23.20	76.20.19
	음주 후	71.25.23	76.22.20
피 실험자 28	음주 전	73.23.22	75.20.18
	음주 후	74.25.21	77.21.17
피 실험자 29	음주 전	76.20.20	70.20.16
	음주 후	77.25.19	71.23.17
피 실험자 30	음주 전	69.28.21	73.25.16
	음주 후	68.32.20	72.26.17

표 3. 음주 전후의 'a 성분' 색차
Table 3. Comparison of 'a Color Difference' before and after Drinking

	왼쪽 뺨	오른 뺨
피 실험자 1	5	2
피 실험자 2	1	1
피 실험자 3	3	2
피 실험자 4	3	3
피 실험자 5	1	0
피 실험자 6	2	2
피 실험자 7	5	3
피 실험자 8	6	4
피 실험자 9	4	3
피실험자 10	5	3

피실험자 11	4	3
피실험자 12	4	3
피실험자 13	4	1
피실험자 14	1	1
피실험자 15	4	4
피실험자 16	5	1
피실험자 17	4	2
피실험자 18	2	1
피실험자 19	6	2
피실험자 20	4	2
피실험자 21	2	0
피실험자 22	5	1
피실험자 23	2	1
피실험자 24	4	1
피실험자 25	3	1
피실험자 26	2	0
피실험자 27	2	2
피실험자 28	2	1
피실험자 29	5	3
피실험자 30	4	1

표 4. 색차값 정리
Table 4. Summary of Color Difference

	왼 뺨	오른 뺨
최대값	6	4
최소값	1	0
평균	3.47	1.80

4.3 실험 결과에 대한 관련 의학계의 검증

이상의 도출된 실험 결과를 관련 그 간 본 연구실과 공동 연구를 수행했던 의학계에 자문을 구한 결과는 다음과 같다. 우선 음주를 하게 될 경우 얼굴의 오른 뺨과 왼 뺨이 붉어진 것은 인체에 알코올이 흡수되면 간에서 유독성 대사산물인 아세트알데히드로 분해된 다음 다시 독성이 없는 초산과 물로 분해되는데 이때 분해되지 않고 남은 아세트알데히드가 혈관을 타고 전신에 퍼지게 되며 이로 인해 혈관이 확장되면서 얼굴이 붉어지게 되어 그것이 양 뺨에 가장 많이 나타나게 된다는 것이다. 그러나 더 나아가 본 논문에서 규명해 낸 사실 즉, 음주를 하게 될 경우 왼 뺨이 오른 뺨 보다 더 붉어진 것에 대해서는 이 같은 사실을 처음으로 규명해 낸 것이 본 논문의 의의인데 이에 대해 의학계는 왼 뺨이 오른 뺨보다 대동맥이 더 발달되어 있어서 나타날 수 있는 실험 결과란 것이 검증 의견이다. 따라서 이제 우리가 해야 할 일은 본 논문에서 개발한 영상처리시스템으로 음주 후에는 왼 뺨이 오른 뺨 보다 더 붉어져서 색차가 발생한다는 실험 결과가

과연 통계적으로 유의성을 갖느냐하는 것이 대단히 중요한 사안이 된다. 만일 통계적으로 유의성을 갖는다면 본 논문에서 규명한 실험 결과를 스마트 자동차 안전 제어 및 관리 시스템에 적용할 수 있고 통계적 유의성을 갖지 못한다면 적용이 불가능하기 때문이다. 따라서 이에 대해 제 5장에서 실험 결과 자료들이 통계적 유의성을 갖는지에 대해 살펴보고자 한다.

V. 실험 결과 자료의 통계적 유의성 분석

이제 주요한 작업 단계 중 하나가 바로 왼 뺨이 오른 뺨 보다 더 붉어진다는 실험 결과 자료들이 통계적으로 의미를 갖는지 즉, 유의성이 있는 실험 결과 자료인지를 검증 해 봐야 한다. 그래야 이 실험 결과를 바탕으로 규명해 낸 새로운 사실에 기반 하여 스마트 자동차 안전 제어 및 관리 시스템에 적용하는 것이 가능하기 때문이다. 이 같은 관점에서 음주 전과 후에 양 뺨에서의 붉은 색의 변화에 따른 색 변화 수치 결과들이 통계적 유의성을 갖는가를 확인하기 위해 실험 결과를 토대로 음주 전후의 변화량에 따른 대응 표본 T-검정에 의한 통계 분석을 수행하였다. 이를 위해 귀무가설로 ‘음주 후 얼굴색이 붉어지지 않는다.’, 대립가설로 ‘음주 후 얼굴색이 붉어진다.’로 삼았다. 우선 아래 표 5에 음주 전·후의 a성분의 변화에 대한 분석 결과를 나타내었다. 분석 결과를 통해 음주 전·후의 왼 뺨의 a 성분의 변화 평균은 3.50000±1.47974로 나타났으며 음주 전후의 오른 뺨의 a 성분의 변화 평균은 1.80000±1.12648로 나타났다. 이에 대한 유의 확률은 각각 0.000013788과 0.001239737로 유의수준 0.05보다 작게 추출되어 검정통계량이 유의성을 보였기에 귀무가설을 기각 하고 대립가설을 채택하여 음주 전후의 색 변화가 유의성을 가짐을 알 수 있으며, 왼 뺨의 유의 확률이 더 낮음으로 왼 뺨에서의 변화에 대한 확률이 더 높음을 검증할 수 있었다. 결론적으로 본 실험을 통해 규명한 사실은 통계적 유의성을 가짐

을 확인할 수 있었다.

VI. 양 뺨의 색차 비교를 통한 스마트 자동차 안전 제어 시스템 개발

음주 운전이란 술에 취한 상태에서 운전하는 행위를 말한다. 통상 도로교통법은 혈중 알코올 농도 0.05% 이상을 음주 운전 상태로 보고 있으며 이 경우를 주취운전(酒臭運轉)이라 하여 운전을 금하고 있다. 음주 운전의 폐해는 언급할 필요가 없을 정도로 심각한 실정이다. 이를 금지하기 위해 일본은 혈중 알코올 농도 0.03%로 세계에서 가장 높은 수준의 기준을 적용하여 음주 운전자를 처벌하고 있으며 독일, 프랑스 등 유럽 국가들은 사법처리만으로는 뿌리 깊은 음주 운전의 의식전환이 어렵다고 보고 음주운전 등에 부과되는 교통범칙금을 개인 재산에 연동시켜 경제적 부담을 크게 만들고 있는 실정이다. 우리나라의 경우 지난 해 음주교통사고로 인한 사망자수가 781명으로, 하루 평균 2명꼴로 사망한 통계가 나와 있으며 OECD 국가 중 음주량이 세계 1, 2위에 해당한다¹²⁾. 게다가 이런 폐해에도 불구하고 음주량은 해마다 증가하고 있으며 여성 음주율 조차 2001년 27.7%에서 2005년 36.3%로 증가하는 등 전체 성인 음주율이 50%를 넘고 있는 실정이다¹¹⁻¹⁴⁾.

따라서 가장 좋은 방법은 스마트 자동차 안전 제어 및 관리 시스템에서 운전석의 운전자를 대상으로 음주 여부를 판단하여 음주를 했을 경우 자동차 잠금장치가 가동되어 시동이 걸리지 않도록 하는 것이 제일 적절한 방법이 될 것으로 여겨진다. 이 같은 취지에서 본 논문에서 개발한 영상처리 시스템을 통해 규명해 낸 새로운 사실 즉, 음주를 한 경우 왼 뺨이 오른 뺨 보다 붉어진다는 사실을 이용하여 음주 여부를 판단하는 스마트 자동차 안전 제어 시스템에 적용하고자 한다. 이때 음주 운전 여부 판단에 영상 처리 결과를 아래 그림 11과 같이 그 실험 결과 출력값을 화

표 5. 음주 전후의 양 뺨 변화 통계 분석표

Table 5. Statistical Analysis about the Change Amount of Both Cheek before and after Drinking

	평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간		t	자유도	유의확률 (양쪽)
				하한	상한			
음주 전후의 왼 뺨 a성분 변화	3.50000	1.47974	0.27016	4.05255	2.94745	12.955	29	0.000013788
음주 전후의 오른 뺨 a 성분 변화	1.80000	1.12648	0.20567	2.22064	1.37936	8.752	29	0.001239737

면에 도출하면서 자동차에 잠금 장치가 가동되어 시동이 안 걸리도록 하면 될 것으로 여겨진다.

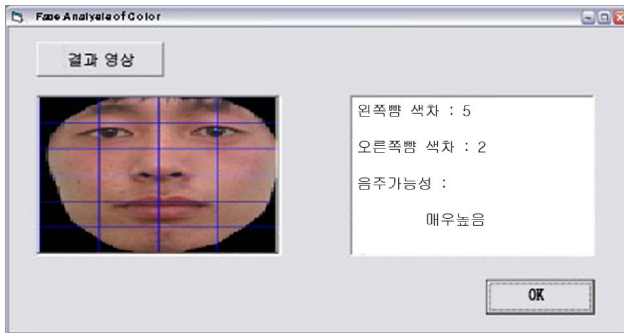


그림 11. 운전 능력 저하 여부 판단 시스템 출력 화면
Fig. 11. Output Screen of Determining System Whether the Driver may be Impaired

또한 이러한 결과 값을 스마트 자동차 안전 제어 시스템의 일부인 운전자의 알콜 냄새 측정을 통한 결과와 결합하여 음주 여부를 정확히 판단할 수 있다면 이에 대해 시동장치의 잠금이나 경고등을 통하여 음주운전을 사전에 차단할 수 있을 것으로 사료된다.

추후 실험 대상자를 보다 폭 넓게 추가 확보한 실험을 통하여 각 음주 단계에 따른 변화 및 색차에 대한 실험에 기반한 음주 여부 파라미터 및 음주 정도에 대한 파라미터를 설정 하는 연구를 지속적으로 수행할 예정이다. 결론적으로 이 같은 파라미터 선정은 반드시 방대한 실험대상자를 통한 실험에 의해서만 이를 선정 할 수 있으므로 이에 대한 연구를 지속적으로 수행하고자 한다.

Ⅶ. 결 론

본 논문에서는 스마트 자동차의 안전 제어 장치 중 음주 및 졸음 제어 시스템의 일환으로 얼굴 영상의 변화에 따른 음주 여부를 측정하기 위한 방법에 대한 연구를 수행 하였다. 즉, 얼굴 영상에 대한 영상처리를 통해 음주를 하게 될 경우 얼굴 영상에서 그 피부색이 어떻게 변하는지에 대해 분석하는 방법을 제안하고 이를 통해 새로운 사실을 규명하였다. 이 같은 작업을 수행하기 위해 다음과 같은 일들이 처리되었다.

첫 째, 음주 전후의 비교 영상을 처리하기 위한 영상 처리 방법론을 제안하였다. 즉, 기존의 아날로그적인 방법이 아닌 디지털 영상을 취득하여 디지털 영상 처리를 거쳐 안면의 상태 및 변화에 대한 분석 결과를 제시하였으며 입력된 안면 영상에 대한 얼굴 영역 추

출을 실행하고 기울기 오차에 의한 색 정보의 손실을 최대한 막기 위해 기울기 보정을 실시하였다.

둘 째, 기존의 음주에 대한 직관적인 느낌을 수치화를 통한 계량화 작업이 가능하게 하였다. 즉, 본 논문은 그간 음주를 하면 얼굴이 붉게 진다는 정성적, 주관적, 시각적 느낌을 CIE Lab 체계에서 a 수치를 통해 그 수치를 제공함으로써 음주 후 얼굴색이 붉게 되는 정도를 계량화, 계측화 하여 나타내었다.

셋 째, 실험을 통해 새로운 사실을 규명하였다. 즉, 음주를 하면 얼굴 부위에 a 색상이 증가한다. 그리고 그 증가가 양 뺨 부위에 집중되며 그 중에서도 왼 뺨이 오른 뺨보다 더 a 수치가 증가한다는 새로운 사실을 규명하였다. 이 같은 사실은 음주여부를 판단하는 기반 자료가 되며 향후 전체적으로 구축될 스마트 자동차 안전 제어 및 관리 시스템 중 음주여부 판단 시스템의 상용화에 주요 핵심 사실이 될 것으로 사료된다. 향후 색차를 기준으로 운전 능력 저하 여부 판단 시스템 및 운전자의 날숨 채취 시스템과 졸음 방지 시스템 등을 접목하여 스마트 자동차 안전 제어 시스템을 종합적으로 개발하기 위한 연구가 지속적으로 행해져야 하리라 여겨진다.

References

- [1] Young-un Ma, "Trends and Prospects of Smart Car", 2011 IT21 Global Conference, Korea Information Processing Society, 2011.
- [2] Seung-cheon Kim, "Technological Trend of Smart Car", Journal of Korea Computer Congress, Vol. 29, No. 9, 2011.
- [3] Sung-ha Yun, "A Study of Head Up Display System for Next Generation Vehicle", Journal of Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 6, No. 3, 2011.
- [4] Yeon-gil Jung, "Implementation of Driver's Drowsiness Prevention System by Fusion of Facial Feature Information", Doctor's Thesis of Kwandong University, 2007.
- [5] Il-kwon Park, "An Illumination-Robust Driver Monitoring System Based on Eyelid Movement Measurement", Journal of Korea Institute of Information Sciences, Vol. 34, No. 3, 2007.
- [6] Dong-gyu Jeong, "Electronic System development for Alcohol Measurement and

Auto-Mobile Key Control", Journal of Korea Information technology Society, Vol. 2, No.1, 2003.

- [7] Kwang-myung Mun, "A Study on Development of Automobile Starting Prevention System based on Alcohol Sensor", Master's Thesis, Seoul National University of Science and Technology, 2005.
- [8] Maeng-seop Cho, Digital Color Processing, Kukje Pub., 2006.
- [9] Se-hwan Lee et al, "Application of Skin Color Analysis about Digital Color System for Oriental Medicine Observing a Person's Shape and Color Implementation", Journal of Korea Information and Communications Society, Vol.33, No. 2, 2008.
- [10] Dong-uk Cho et al, "A Novel Method of Measuring the State of Kidney by Analysing the Color and Gloss of the Patient's Face, Journal of Korea Information and Communications Society, Vol. 35, No. 7, 2010.
- [11] Korean Medi, 'How Much Alcohol Consumption of Korean Adults?', 2011.03.02
- [12] Insurance Association, "Drunken Driving Accident Statistics (05.01 ~ 08.10)", 2009.
- [13] Prime Economy, 'New Year Excessive Drinking, Hair Loss Warning', 2010.12.15
- [14] Department of Health and Human Services, "Health and Welfare Statistics", 2009.

조 동 옥 (Dong-uk Cho)



1983년 2월 한양대학교 전자공학과
 1985년 8월 한양대학교 전자공학과 공학석사
 1989년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학박사
 1989년~1990년 한양대학교

포스트 닥 연구원

1991년~2000년 서원대학교 정보통신공학과 교수
 1999년 Oregon State University 교환교수
 2000년~현재 충북도립대학교 전자통신전공 교수
 2001년 충북도지사 표창(충북 정보화 견인)
 2002년 한국콘텐츠학회 학술대상 수상
 2005년 한국통신학회 공로상
 2007년 한국산학연합회 부회장
 2007년 대통령 표창(기술혁신)
 2008년 한국정보처리학회 학술대상 수상
 2009년 한국산학기술학회 학술대상 수상
 2009년~현재 한국정보처리학회 부회장
 2010년 충북도지사 표창(산학연 최우수 개발과제)
 2011년 한국정보처리학회 최우수논문상 수상
 2011년 교육과학기술부 장관 표창(기술혁신)
 2011년 한국산학기술학회 산학연구대상 수상
 <관심분야> 생체신호분석, BIT융합기술, 음성 및 영상 처리

이 세 환 (Se-Hwan Lee)



2005년 2월 목원대학교 컴퓨터공학과
 2007년 2월 한밭대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 2010년 2월 한밭대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2007년~현재 국립한밭대학교,

충북도립대학교 외래강사

2012~현재 충북테크노파크 선임연구원

<관심분야> 생체신호분석, 영상처리, BIT융합