

운전자 피로 경감을 위한 향 분사 시스템의 적응 특성 분석*

Analysis of adaptation character of an aroma blast device for reduction of fatigue of drivers

정순철**† · 민병찬*** · 김승철**** · 손진훈*****

Soon-Cheol Chung**† · Byung-Chan Min*** · Seung-Chul Kim**** · Jin-Hun Sohn*****

건국대학교 의과대학 의학공학부**

Dept. of Biomedical Engineering College of Medicine, Konkuk Univ.

한밭대학교 산업경영공학과***

Dept. of Industrial and Management Engineering, Hanbat National Univ.

옥시큐어 주식회사****

Oxy-Cure Co. Ltd.,

충남대학교 심리학과*****

Dept. of Psychology, Chungnam National Univ.

Abstract : This study addressed the development of an automobile aroma blast device to reduce fatigue of drivers. We also analyzed the adaptation character of the aroma blast device. The aroma blast device was designed in a way that volatilized aroma is mixed with oxygen (air) and blasted to the outside. It was devised to possibly change on/off time of 2-Port Solenoid Valve using the 8051 micro processor, through which the amount of aroma can be controlled. We conducted an experiment to examine time for occurrence/elimination of adaptation to aroma in 20 college students using 4 types of natural fragrances. The subjects had an average age of 22 ± 2 years and included both men and women. The results showed that the occurrence and elimination times for adaptation to aroma were 1 minute 28 seconds and 3 minutes and 15 seconds for Jasmine 30%, 2 minutes and 41 seconds and 4 minutes and 3 seconds for Jasmine 50%, 1 minute and 47 seconds and 2 minutes and 59 seconds for Peppermint 30%, and 1 minute 59 seconds and 4 minutes and 11 seconds for Peppermint 50%, respectively.

Key words : adaptation character, aroma blast device, fatigue of drivers

* 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (R01-2004-000-10593-0) 지원으로 수행되었음.

† 교신저자 : 정순철(건국대학교 의과대학 의학공학부)

E-mail : scchung@kku.ac.kr

TEL : 043-840-3759

FAX : 043-851-0620

요약 : 본 연구에서는 운전자의 피로감을 경감시킬 수 있는 자동차용 향 분사 시스템을 개발하였다. 또한 향 분사 시스템의 운전자 적응 특성을 분석하였다. 향 분사 시스템은 휘발된 향을 산소(공기)와 혼합시켜 외부로 분사하는 방식을 이용하였다. 8051 마이크로프로세서를 이용하여 2-Port Solenoid Valve의 on/off 시간을 변경 가능하도록 하였고 이를 통해 향 분사량을 제어할 수 있도록 하였다. 평균나이 22 ± 2 세인 남녀 대학생 20명을 대상으로 네 가지 천연 향(자스민 30%, 자스민 50%, 페파민트 30%, 페파민트 50%)을 사용하여 향의 적응화가 발생하는 시간과 향에 대한 적응화가 제거되는 시간을 결정하는 실험을 수행하였다. 실험 결과 자스민 30% 향의 적응화 발생시간은 1분 28초, 적응화 제거시간은 3분 15초, 자스민 50% 향의 적응화 발생시간은 2분 41초, 적응화 제거시간은 4분 3초, 페파민트 30% 향의 적응화 발생시간은 1분 47초, 적응화 제거시간은 2분 59초, 페파민트 50% 향의 적응화 발생시간은 1분 58초, 적응화 제거시간은 4분 11초였다.

주제어 : 적응 특성, 향 분사 시스템, 운전자 피로

1. 서론

운전이란 작업은 지각, 의사결정, 운동기능 등을 포함하여 모든 분야의 인간 능력이 필요한 매우 복잡한 과정의 연속이며, 고도의 연속적인 주의집중과 같은 운전 작업의 특성 때문에 운전자는 운전 중 외부환경으로부터 유입되는 많은 자극들에 긴장과 주의력을 갖고 대처해야 하므로 피로해지기 쉽다[4]. 장시간의 운전, 수면 부족, 지루한 운전 상황, 교통난 등은 운전 피로의 주요 원인으로 보고 되고 있다[9-11, 15, 16]. 이러한 운전 피로는 운전자들의 주의력과 차량 통제력 및 경계 능력을 손상시켜 교통사고의 주요 원인이 된다. 조사 결과에 의하면 차량 사고의 25%는 주원인이 피로였음이 밝혀졌다[14, 18]. 또한 상용차 사고의 39%가 졸음이나 부주의로 인한 것이며 사망사고의 48%에 이른다고 보고 되고 있다[7, 12]. 그럼에도 불구하고 복잡한 도시생활과 무리한 장거리 운행, 교통체증으로 차량 안에서 보내는 시간이 많아짐에 따라 운전자들의 피로·스트레스의 증가는 피할 수 없는 상황이다. 그러므로 이러한 운전자의 피로 또는 스트레스를 경감시키고 쾌적한 차내 운전 환경을 제공하고자 하는 기술 개발이 필요한 실정이다.

향의 다양한 효과에 대한 검증연구가 근래에 활발히 수행되고 있다[2, 3, 5]. 향은 인지, 기억, 주의,

각성 및 인간의 감성 변화 등에 영향을 미치고, 특히 스트레스 및 피로 경감에도 효과가 있는 것으로 밝혀졌다[8, 13, 17, 19]. Warren 등은 스트레스를 경감 시키는 향 종류에 대한 연구를 수행하기도 하였다[20]. 또한 향의 생리적, 감성적 효과를 여러 제품에 응용하고자 하는 다양한 시도가 이루어지고 있다[3]. 즉, 향을 이용하여 스트레스에 의한 정신 긴장을 이완시켜주고 편안한 마음을 유도하거나, 각성과 집중력을 증가시키는 제품 등에 이용되고 있다. 그러므로 이러한 향의 효과는 운전 피로로 유발된 스트레스나 피로 감소 등에도 효과적으로 사용될 수 있을 것이다[8, 19].

지금까지 자동차에 설치되어 있는 향 발생 시스템은 대부분 불쾌한 냄새를 제거하거나, 쾌적한 차내 환경을 위한 방향제의 목적으로 이용되고 있고 스트레스나 피로 경감 등의 기능성 목적의 향 분사 시스템은 전무한 실정이다. 그리고 대부분이 운전자가 직접 마개를 개폐하는 형태로 자동으로 분사 주기를 제어하는 것은 불가능 하였다. 또한 운전자의 향에 대한 적응과 같은 향의 고유 특성을 전혀 고려하지 않았다.

그러므로 본 연구에서는 분사주기의 제어가 가능한 형태로 향을 발생시킬 수 있는 자동차 운전자 피로 경감용 향 분사 시스템 개발을 일차적인 목표로 하였다[6]. 또한 향의 효과를 증대시키기 위해서

는 향의 고유 특성인 적응도를 고려하여 분사 시간을 조정하여야한다. 본 연구에서는 스트레스 및 피로 경감에 효과가 있다고 알려진 대표적인 네 가지 종류의 향의 적응 시간 및 적응 제거 시간을 실험을 통해 결정하여, 개발된 향 분사 시스템의 분사 주기 시간으로 활용하고자한다[1, 8, 19].

2. 공기 압력차를 이용한 증발 확산 방식의 향 분사 시스템 개발

본 연구에서 개발된 향 분사 시스템은 그림 1과 같이 휘발된 향을 산소 (공기)와 혼합시켜 외부로 분사하는 방식을 이용하였다. 본 연구에서는 향 분사 시스템이 산소 발생장치 (산소 발생 펌프)와 연동 되도록 설계되었지만, 산소 발생장치에 관한 사항은 본 연구의 범위를 넘어서기 때문에 본 논문에서는 논외로 한다. 그림 1에서처럼 향 용기 내에 향 분출용 심지가 장착되고 액체 향은 심지를 통해 산소 (공기)가 지나가는 배관과 만나게 하였다. 액체 향은 산소의 압력에 의해 심지에 항상 묻혀져 있고 지나가는 산소에 의해 휘발된다. 산소에 의해 휘발된 향의 제시 여부는 2-Port Solenoid Valve에 의해 제어된다. 2-Port Solenoid Valve는 흡입구와 분출구로 이루어진 Valve로써 전기적인 신호(12V)에 의해 on/off가 결정된다. 제어보드는 8051 마이크로 프로세서를 사용하였고 C 언어를 사용하여 Firmware를 작성하였기 때문에 on/off 시간의 변경을 쉽게 할 수 있게 하였다. 즉, 정량적으로 향 분출 양을 제어하기 위하여 그림 1과 같이 on/off 시간은 가변 가능하도록 하였다. 향 분사 시스템은 차량 내에 온도 상승으로 인한 향의 변질을 막기 위해 단열 처리된 용기를 사용하였으며, 운전자 좌석 옆에 간편하게 부착할 수 있도록 소형으로 제작하였다.

향 분사 시스템의 구동 전원은 차량의 배터리를 이용하기 때문에 12V의 전원을 이용해야 한다. 제어보드는 8051은 5V에 동작하기 때문에 7805 레귤

레이터를 사용하여 12V를 5V로 변환시켜 주전원으로 사용하였고 출력 역시 5V가 발생한다. 일반적으로 Solenoid Valve는 최하가 12V로 동작을 하기 때문에 제어보드에 나오는 출력으로는 제어가 되지 않는다. 그래서 2-Port Solenoid Valve를 12V 전원과 접지 사이에 트랜지스터를 직렬로 연결을 하였다. 트랜지스터의 Base에 제어보드의 출력을 연결하면 출력의 신호가 나올 때마다 12V의 전압이 2-Port Solenoid Valve에 가해지고 출력 펄스에 맞게 동작을 하게 된다.

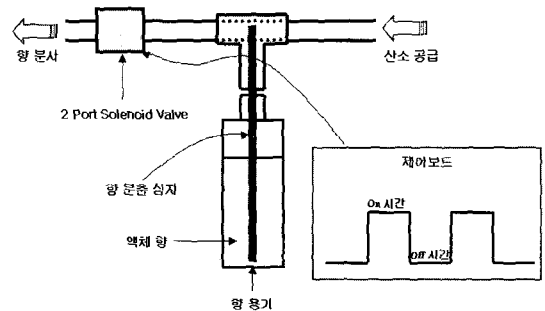


그림 1. 향 분사 시스템의 내부구조

3. 향 분사 시스템의 분사 주기 및 선포도 결정 실험

본 연구에서는 스트레스 및 피로 경감에 효과가 있다고 알려진 네 가지 향을 각각 제시한 후 적응화에 도달하는 시간과 적응화가 제거되는 시간을 실험을 통해 결정하여, 개발된 향 분사 시스템의 분사 주기 시간 (on/off time)으로 활용하고자한다.

3.1 실험 방법

3.1.1 실험 환경

그림 2와 같이 향 분사 시스템과 산소 발생장치를 직접 차량에 설치하였으며, 차량 내부는 환기를 철저히 하여 잔존 향 또는 다른 후각적인 요인으로 발생하는 간섭효과를 배제하고자 하였다. 산소 (공기) 발생장치는 3 liter/minute으로 분출되도록 하

였으며, 차량 뒷좌석에 설치를 하였다. 향 분사 시스템은 운전자 옆 좌석에 부착하여 뒤에서 앞으로 향이 분사되도록 하였다. 피험자는 실제의 운전자라 가정하여 운전석에서 향을 맡고 체크할 수 있게 하였다. 향은 호스를 통해 피험자의 코와 5cm 정도의 거리에서 분사될 수 있도록 하였다. 실험이 이루어진 시간은 주로 해가 지고 기온이 낮은 밤 시

간동안 실시하였다. 낮 시간은 햇빛과 지상의 열이 차량내부의 온도와 습도 변화를 유발시켜 정확한 실험을 할 수가 없기 때문에 실험은 항상 일몰 후 밤 시간 (오후 7시~10시)을 택하여 수행하였다. 차량 공조 장치를 이용하여 차내 온도는 25℃, 습도는 55%가 유지되도록 하였고 실험은 자동차가 정차한 상태에서 수행되었다.

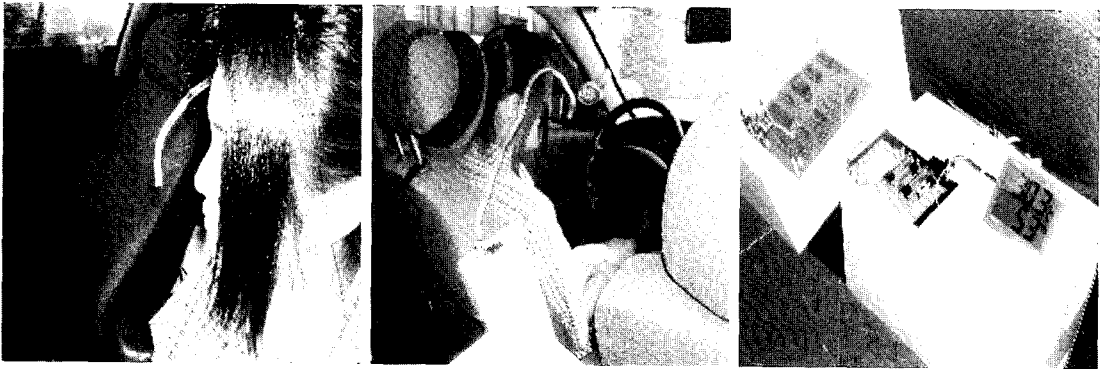


그림 2. 실험 환경 및 실험 장면

3.1.2 실험 대상

피험자는 20대 남녀 대학생 20명을 대상으로 하였고 평균나이는 20 ± 2 세이다. 실험에 앞서 피험자를 대상으로 피로도, 수면상태 등 실험에 영향을 미칠 수 있는 항목들에 대해 사전조사를 실시하여 수면 부족자와 향에 대해 너무 민감한 반응을 일으키는 피험자는 실험에서 제외시켰다. 실험을 수행하기 전 화장 (향수 포함), 흡연, 음주를 금지하도록 하여 다양한 후각 간섭 효과를 최소화하였다.

3.1.3 실험 시약

본 실험에 사용된 향은 일반적으로 스트레스 및 피로 경감에 효과가 있다고 알려진 자스민과 페퍼민트를 각각 농도를 달리하여 사용하였다 [8, 19]. 즉, 자스민 30%, 자스민 50%, 페퍼민트 30%, 페퍼민트 50% (KIMEX co. Ltd) 농도의 네 가지 천연향을 사용하여 실험을 수행하였다.

3.1.4 실험 과정

실험은 크게 적응화 발생 시간 측정과 적응화 제거 시간 측정으로 나누어 수행하였다. 적응화 발생 시간의 측정은 피험자에게 향을 지속적으로 분사해주고 향을 못 느낄 때 시간을 기록할 수 있도록 제작된 스위치를 누르도록 하여 시간을 측정하였다. 네 가지 향에 대해 각 피험자들의 적응화 발생 시간을 측정하였고, 이 측정된 시간을 평균하여 각 향의 최종 적응화 발생 시간을 결정하였다.

적응화가 제거되는 시간을 찾기 위한 실험에서는 선행 실험으로부터 결정된 각 향에 대한 적응화 발생 평균시간에 표준 편차 시간을 더한 시간만큼 향을 지속적으로 분사하여 우선 피험자가 각 향에 적응화 되도록 만들었다. 그 다음 향 분사를 멈추고 난 후 30초 단위로 향을 다시 분사하여 피험자가 향을 느끼는 시간을 측정하여 기록하였다. 예를 들어 페퍼민트 30% 향의 적응화 시간이 1분 47초 \pm 50

초라면 1분 47초+50초시간 동안 향을 지속적으로 분사하여 적응화를 이루도록 한 후 향 분사를 멈추도록 한다. 30초가 지난 후 향을 다시 분사했을 때 피험자가 향을 느낀다고 대답하면 적응화 제거 시간이 30초라고 결정한다. 만약 30초가 지난 후 향을 분사하였을 때 피험자가 향을 느끼지 못한다고 대답하면 위의 적응화 과정을 반복한 후 60초가 지난 후 향을 다시 분사시키고 향의 인지 여부를 기록한다. 이 과정을 30초 단위로 적응화 된 피험자가 향을 느낄 때까지 반복 수행하여 적응화 제거 시간을 결정하였다. 적응화 제거 시간을 보다 정확히 결정하기 위해서는 적응화 도달 후 향의 재 분사 시간 간격을 짧게 하여야 하지만 실험양이 급격히 증가하는 어려움이 있기 때문에 본 연구에서는 재 분사 시간 간격을 30초로 제한하였다.

3.2 실험 결과

네 가지 향의 적응화 발생 및 제거 시간을 표 1에 정리하였고, 적응화 발생시간과 제거시간을 그림 3과 4에 구분하여 나타내었다. paired-t test를 이용하여 각 향의 적응화 발생시간과 제거시간이 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 검증하였다. 그림 3에 나타난 것처럼 네 가지 향에 대한 적응화 발생 평균 시간은 각각 자스민 30%는 1분 28초, 자스민 50%는 2분 41초, 페파민트 30%는 1분 47초, 페파민트 50%는 1분 58초이다. 적응화가 제거되는 시간은 그림 4에 나타난 것처럼 자스민 30%는 3분 15초이고, 자스민 50%는 4분 3초이고, 페파민트 30%는 2분 59초이고, 페파민트 50%는 4분 11초이다. 본 연구 결과로부터 향의 종류와 농도에 따라 적응화 발생시간과 제거시간이 차이가 난다는 결론을 이끌어 낼 수 있다. 또한 농도가 진할수록 적응화 발생시간과 제거시간이 길어진다는 사실을 밝힐 수 있었다.

표 1. 네 가지 향의 적응화 발생 및 제거 시간

향의 종류	측정시간	적응화 발생 시간 Mean±S·D(sec)	적응화 제거 시간 Mean±S·D(sec)
자스민 30%		88.4±30	195.8±55
자스민 50%		161.5±74	243.8±47
페파민트 30%		107.4±49	179.9±51
페파민트 50%		118.7±51	251.1±51

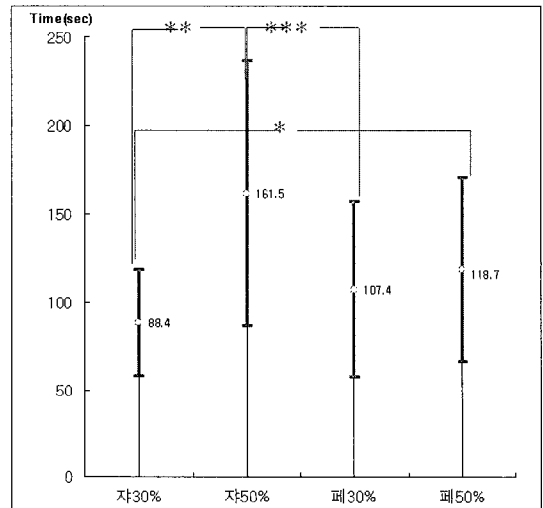


그림 3. 네 가지 향의 적응화 발생시간 (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001)

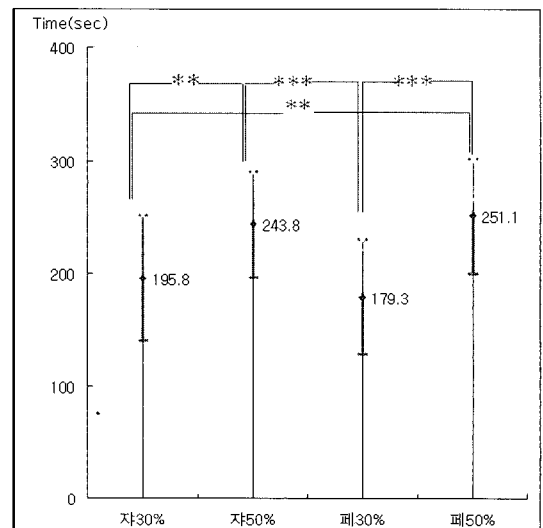


그림 4. 네 가지 향의 적응화 제거시간(**p<0.01, ***p<0.001)

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 운전 작업이 정신부하라는 측면에서 피로를 경감시킬 수 있도록 운전자 피로 경감을 위한 자동차용 향 분사 시스템 개발을 일차적인 목표로 하였다. 또한 본 연구에서는 향 분사 시스템의 피로경감 효과가 증대시킬 수 있도록 운전자의 향 적응도를 고려한 향 분사 주기 시간 결정을 이차적인 목표로 하였다.

본 연구에서 개발된 향 분사 시스템은 차량 내에 온도 상승으로 인한 향의 변질을 막기 위해 단일 처리된 용기를 사용하였으며, 분사 주기 시간의 변경만으로 향 공급량을 제어 할 수 있도록 기능을 단순화시키고, 운전자 좌석 옆에 간편하게 부착할 수 있도록 소형으로 제작하였다. 본 시스템은 휘발된 향을 산소(공기)와 혼합시켜 외부로 분사하는 방식을 이용하였다. 즉, 향 카트리지가 내에 심지가 장착되고 액체 향은 심지를 통해 산소(공기)가 지나가는 배관과 만나게 하여 지나가는 산소에 의해 휘발되도록 하였다. 8051 마이크로프로세서를 이용하여 2-Port Solenoid Valve의 on/off 시간을 변경 가능하도록 하였고 이를 통해 향 공급량을 제어할 수 있도록 하였다.

자동차용 향 분사 시스템을 이용하여 운전자의 피로를 효과적으로 제거하기 위해서는 피로 회복 또는 제거에 효과가 알려진 향을 운전자의 적응도를 고려하여 분사시키는 것이 필요하다. 본 연구에서는 운전자 피로 회복 또는 경감에 효과가 있다고 알려진 자스민과 페퍼민트 두 가지 향을 각각 농도를 달리하여 실험 시약으로 선정하였다. 본 실험 결과 향의 종류와 농도에 따라 적응화 발생시간과 제거시간이 차이가 난다는 결론을 이끌어 낼 수 있었고, 이 시간들은 자동차용 향 분사 시스템의 분사 주기 시간으로 사용될 것이다.

향의 적응화 발생 시간 및 적응화 제거 시간은 향의 종류, 농도 등에 따라 바뀌게 된다. 본 연구에서는 일반적으로 피로 경감에 효과가 있다고 알려

진 자스민과 페퍼민트 향을 각각 두 가지 종류의 농도로 희석하여 실험 시약으로 사용하였다. 그러므로 향후 피로와 스트레스 경감에 보다 효과가 있는 향의 종류와 농도가 밝혀진다면 분사 주기 시간은 변경되어야 할 것이다. 본 연구에서 향의 적응화 시간의 결정은 피험자가 스위치를 누르는 시간으로 측정하였기 때문에 정확한 적응화 시간을 결정할 수 있었다. 그러나 적응화 제거 시간의 측정은 30초 단위로 수행했기 때문에 시간 분해능이 30초로 제한되었다. 실험이 복잡해지고 실험양이 많아지는 단점이 있지만, 적응화 제거 시간을 보다 정확하게 결정하기 위해서는 향후 시간 분해능을 줄여서 실험을 수행해야 할 것으로 판단된다. 또한 향후 보완 사항으로는 차량용 향 분사 시스템의 분사주기의 정확성을 높이기 위해 많은 피험자들에 대한 실험이 필요할 것이다. 운전을 하는 연령층은 다양하지만 본 실험에서는 20대로 고정을 하였으므로 다양한 연령층에 대한 실험이 또한 필요할 것이다. 마지막으로 본 연구 결과로부터 도출된 분사 주기를 자동차용 향 분사 시스템에 적용시켰을 때 실제 자동차 운전으로 유발된 피로가 경감될 수 있는지의 검증연구도 필요할 것으로 판단된다.

현재까지 국내에 개발된 차량용 향 발생 시스템은 차량 내에 단순히 장착하는 형태로, 운전자의 피로 경감을 위해 정량적으로 분사되는 시스템은 찾아볼 수 없다. 또한 적응도 등의 향의 고유 특성을 고려하지 않고 단순히 사용자가 필요시 향을 개폐할 수 있도록 제작되었다. 그러나 본 연구에서 개발된 자동차 운전자 피로 경감용 향 분사 시스템은 실험을 통해 결정된 분사주기로 자동 분사할 수 있도록 개발되었다. 즉, 본 시스템은 운전자의 고유 특성인 향 적응도를 고려한 최초의 향 분사 시스템이다. 앞으로 이러한 결과는 정량적인 데이터를 기반으로 하여 실제적으로 인간의 감성 변화에 부합하는 향 발생 시스템 개발에 다양하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 김익현, 정안나, 설정훈, 정순철, 김승철 (2002). 자동차용 향 발생장치의 향 분사 주기 연구, 한국감성과학회 추계학술대회 논문집, 229-232.
- [2] 민병찬, 정순철, 김상균, 오지영, 김혜주, 김수진, 김유나, 신정상, 민병운, 김철중, 박세진 (1999). 뇌파와 자율신경계 반응을 이용한 향의 영향평가, 한국감성과학회지, 2(2), 1-10.
- [3] 백은주, 이윤영, 문창현, 전병배, 양해주 (1999). 이완 유도 향으로 발생된 생리적 효과, 한국감성과학회 추계학술대회 논문집, 233-237.
- [4] 성은정, 민병찬, 전효정, 김승철, 김철중 (2002). 차량 시물레이터에서 산소농도에 따른 운전 피로감의 평가, 한국감성과학회지, 5(1), 71-78.
- [5] 손진훈, 박미경, 이배환, 민병찬 (2002). 향 감성평가 척도개발 및 향 감성구조 분석, 한국감성과학회지, 5(1), 61-70.
- [6] 정순철, 우유관, 민병찬, 김승철, 김철중, 이정환 (2001). 운전자 피로경감을 위한 향 발생 장치 개발, 한국감성과학회 추계학술대회 논문집, 208-210.
- [7] Brown, I.D. (1995). Methodological issues in driver fatigue research, in hartley, L. ed, *Fatigue & Driving*, Taylor & Francis, 155-166.
- [8] Ehrkichman, H., & Bastone, L. (1992). Olfactory and emotion, In Serby M.J. & Chobor K. L. (Eds), *Science of Olfaction*, 410-438, Springer, New York.
- [9] Fell, D.L., & Black, B. (1997). Driver fatigue in the city, *Acci Anal Prev*, 29(4), 463-469.
- [10] Hakkanen, J., & Summala, H. (2000). Sleepiness at work among commercial truck drivers, *Sleep*, 23(1), 49-57.
- [11] Hakkanen, J., & Summala, H. (2001). Fatal traffic accidents among trailer truck drivers and accident causes as viewed by other truck drivers, *Acci Anal Prev*, 33(2), 187-196.
- [12] Harris, W., & Mackie, R.R. (1972). A study of the relations among fatigue, hours of service and safety of operations of truck and bus drivers, *Human Factor Research Inc.*, Report No. 1727-2.
- [13] Lorig, T.S., & Robert, M. (1990). Odor and cognitive alteration of the contingent negative variation, *Chemical Senses*, 15, 537-545.
- [14] O'Hanlon, J.F. (1978). What is the extent of the driving fatigue problem?, in *Driving fatigue in road traffic accidents*, Brussels: Commission of the European Communities, Report No. EUR6065EN, 19-25.
- [15] Reyner, L.A., & Horne, J.A. (1998). Falling asleep while driving: are drivers aware of prior sleepiness?, *Int J Legal Med*, 111(3), 120-123.
- [16] Sagberg, F. (1999). Road accidents caused by drivers falling asleep, *Acci Anal Prev*, 31(6), 639-649.
- [17] Schiffman, S.M., Sattely-Miller, E.A., Suggs, M.S., & Graham, B.G. (1995). The effect of pleasant odors and hormone status on mood of women at midlife, *Brain Research Bulletin*, 36, 19-29.
- [18] Storie, V.J. (1984). Involvement of goods vehicles and public service vehicles in motorway accidents, UK Dept. of Transport/Transport of and Road Research Laboratory, Reprt No. 1113.
- [19] Warm, J.S., Dember, W.N., & Parasuraman, R. (1991). Effects of olfactory stimulation on performance and stress in a visual sustained attention task, *Journal of Personality and Social Psychology*, 42, 199-210.
- [20] Warren, C., & Warrenburg, S. (1993). Mood benefits of fragrance, *Perfumer & Flavorist*, 18, 2-9.