

## 자동차개발과 감성공학

김 남 균

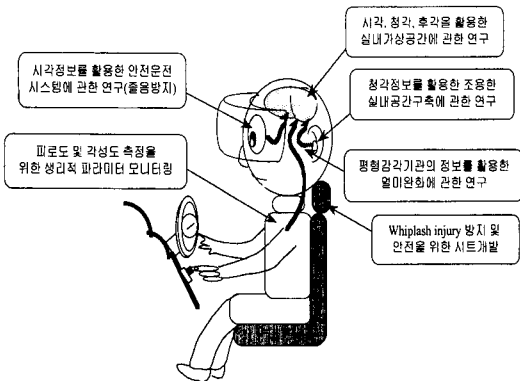
전북대학교 의용생체공학과

### I. 서 론

최근 정부나 자동차 업계에 따르면 5년 이내에 우리나라의 자동차 생산대수는 500만대에 이르러 명실상부한 수출주력산업이 된다고 볼 수 있다. 그러나 생산량과는 달리 우리의 자동차 산업의 수준은 선진국과의 격차가 아직도 크다고 본다. 우리의 현실은 쾌적하고, 안락하고, 안전함을 추구하는 인간의 질적인 욕구보다는 소품종 대량생산에 중점을 두고 있는 실정이다. 실제로 많은 소비자들은 자신과 자동차 사이에 존재하는 거리감 때문에 자동차의 질에 불만을 갖고 있다고 한다.

현재 선진국의 자동차 산업은 과거의 소품종 대량생산 체제로부터 다양한 인간의 욕구를 충족시키고 안락하고 쾌적한 승차감을 제공하는 자동차 개발에 박차를 가하고 있다. 자동차 왕국이라고 자칭하는 일본도 현재의 기술수준으로는 미래의 첨단 자동차 개발에 한계가 있음을 인식하고 오래 전부터 신기술 개발에 주력하고 있다. 예를 들면 토요다 및 닛산 자동차에서는 10여년 전부터 인간의 감각이나 감성영역에 관계되는 평가나 연구를 수행하여 멀미가 없고 쾌적한 자동차 개발에 몰두하고 있다. 또한 자동차의 계기판에 주행정보를 알리는 장치, 인간의 눈에 버금가는 먼지나 빗물센서를 개발하여 자동차에 장착하고 있다. 프랑스의 르노, 스웨덴의 볼보 등 구미 선진국에서는 인간과 자동차 사이에 존재하는 거리감을 줄이기 위해 인간의 오감에 관한 연구를 통해서 기존 자동차의 승차감 및 안전성 개선을 위한 설계의 수정 및 인간의 감각을 대행할 수 있는 인공지능형 자동차 개발에 전력을 다하고 있다.

이와 같이 보다 편리하고 안락하며, 안전하고 쾌적한 승차감을 제공하는 미래의 첨단자동차 개발을 위해서는 그림 1과 같이 인간으로부터 각종 감각정보를 획득하여 기존의 자동차에 응용하는 감성공학적 연구가 활발하게 진행되어야 할 것이다. 본고에서는 현재 국내에서 활발히 진행되고 있는 디자인 개발 또는 진동, 소음, 시트에 관한 연구 등 일반적인 내용보다는 인간의 감각정보를 활



〈그림 1〉 감각정보를 이용한 차세대 자동차 첨단 연구분야

용한 졸음방지 및 멀미완화 그리고 편타성 외상(whiplash injury)에 관한 연구를 소개하고자 한다.

## II. 감성공학적 연구사례

### 1. 졸음 방지 시스템

졸음 운전에 대한 여러 가지 증상과 그 원인을 알기 위해 실제 운전자를 대상으로 한 설문 조사 결과, 졸음 상태나 수면상태에 직면하게 되면 눈이 감기거나 머리를 바로 세우는 것이 어렵고, 하품이 발생함을 알 수 있었다. 졸음 운전의 원인으로는 육체적인 피로와 과도한 시각의 사용, 고속도로 상에서 흔히 발생하는 단조로운 운전행위, 긴 운전시간, 불충분한 수면 시간 및 휴식 등이 있었다<sup>[1]</sup>. 졸음 운전으로 인한 사고를 막고, 미연에 예방할 수 있는 시스템을 개발하기 위해서는 졸음을 감지할 수 있는 장치와 졸음 운전시 운전자를 각성시킬 수 있는 장치의 구현이 필요하다. 기존의 연구된 졸음 운전 감지방법에는 아래와 같은 3 가지 방법이 있다.

#### - 생리신호 측정방법

전극을 운전자 몸에 부착시켜 졸음시 나타나는 생체신호 변화를 검출하여 운전자의 졸음을 감지한다. 정확성이 높지만 전극을 몸에 부착하는 접촉

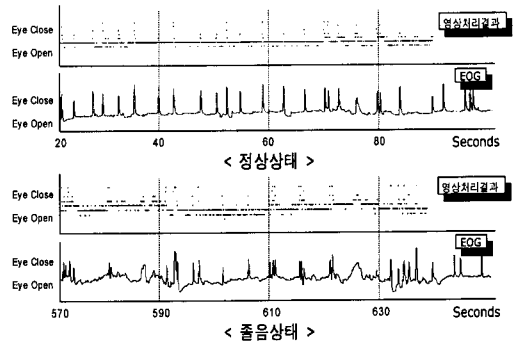
방식이기 때문에 실제 적용함에 있어서 부적합하다<sup>[2]</sup>.

#### - 행동 변화 측정 방법

졸음 운전시 나타나는 운전자의 핸들 조작 변화나 악력변화등을 검출하여 졸음 여부를 판단한다. 이 방법은 운전자마다 매우 다양한 운전 패턴을 가지고 있으며, 그 측정치가 불규칙적이고 정확성이 낮기 때문에 실제 차량에 적용하기 어렵다.

#### - 영상처리에 의한 측정방법

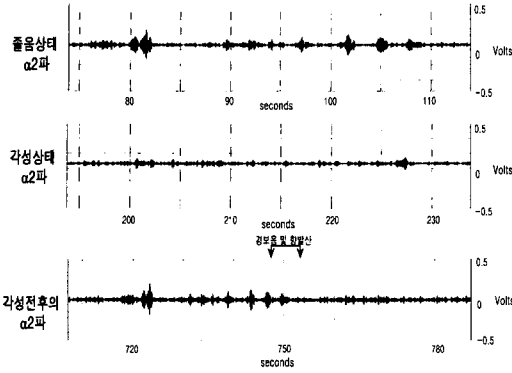
CCD 카메라와 영상처리 기법을 이용한 비접촉식 졸음 검출 방법으로서, 전방을 주시하고 있는 운전자의 얼굴을 분석하고 졸음시 나타나는 얼굴의 변화(눈 깜박임, 하품, 표정변화등)를 인지하여 운전자의 졸음을 감지한다. 졸음 감지와 더불어 졸음 운전자를 일시적으로 또는 지속적으로 각성시키는 장치의 개발이 필요하다. 현재 연구되고 있는 졸음 각성 장치로는 부저나 경보음 발생, 향의 발산, 의자에 진동 발생, 에어컨의 작동, 강제 브레이크 시스템, 창문의 개방에 의한 바깥공기 도입 등이 있으나, 일반적으로 부저나 향을 이용한 졸음 각성 방법이 연구되고 있다<sup>[3]</sup>.



〈그림 2〉 영상처리와 안구운동

그림 2. 는 CCD카메라와 영상처리를 통해 검출한 눈의 깜박임 패턴과 EOG (Electro-Oculogram)를 통해 검출한 눈의 깜박임 패턴의 비교결과이다. 졸음상태와 정상상태 모두에서 비접촉적으로 추출한 운전자의 눈 깜박임 패턴이 EOG를 통해 추출한 실제 깜박임 패턴과 거의 일치함을 알 수 있다. 졸음상태에서 불규칙하고 폐안

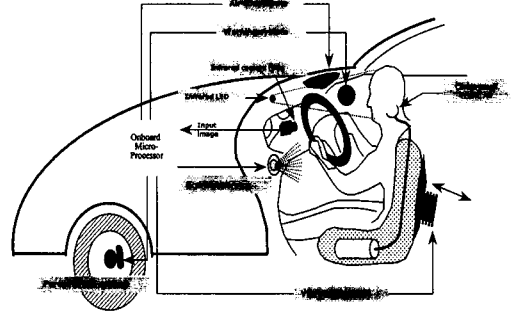
시간이 긴 눈의 깜박임, 잦은 깜박임, 그리고 눈꺼풀의 처짐 현상을 볼 수 있다. 졸음이 감지되어 향과 경보기를 이용한 각성 장치가 작동한 순간을 전후로 운전자의 주의력이 향상되는 과정을 그림 3에 보인다.



〈그림 3〉 a2파 분석

그림 3. 은 졸음상태의 a2파(뇌파의 11~13 Hz 대역)와 정상상태의 a2파, 그리고 각성시스템 작동 전후의 a2파의 변화를 보여준다. 정상상태 운전자의 경우 β파(뇌파의 14~30 Hz 대역)가 주가 되는데 졸음상태로 진행함에 따라 이보다 낮은 주파수 대역의 α파(뇌파의 8~13 Hz 대역)가 주가 된다. 졸음상태에서 수면상태로 진행하게 되면 이보다 낮은 주파수 대역의 뇌파가 많이 나타나게 된다. 그림 3에 보이는 뇌파는 대역 통과 필터를 사용하여 a2파 대역만을 검출한 결과이다. 졸음상태에서 a2파의 뇌파가 각성상태에서보다 많이 나타나고, 각성장치 작동으로 a2파가 다수 나타나는 졸음상태에서 a2파가 감소한 정상상태로 뇌파의 양상이 변함을 볼 수 있다. 심박수의 경우, 일반적으로 정상상태에서의 심박수가 졸음상태에서의 심박수보다 높게 나타나고, 졸음이 감지되어 각성장치가 작동되면 졸음상태의 낮은 심박수가 정상상태의 높은 심박수로 회복된다.

향후 그림 4. 와 같이 실차에 졸음감지 및 각성 시스템을 장착하여 운전자의 졸음으로 인한 사고를 줄일 수 있도록 한다. 적외선 광원과 필터를 이



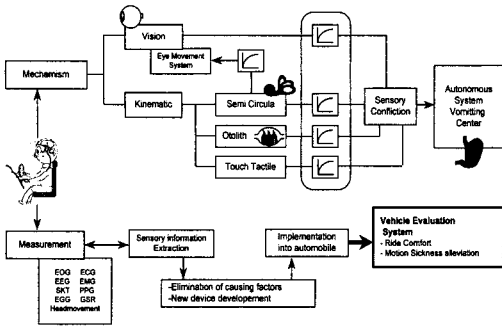
〈그림 4〉 탑재용 졸음방지 시스템

용하여 CCD 카메라로 획득한 운전자의 얼굴영상이 야간과 주간의 환경변화에 영향을 받지 않도록 구성한다. 획득한 운전자의 영상을 실차에 장착된 마이크로프로세서를 통해 분석한 후 졸음여부를 판단한다. 졸음이 감지되면 마이크로프로세서로 제어되는 향과 경보기, 에어컨, 강제 브레이크, 진동시스템, 신선한 공기를 제공해줄 수 있는 장치 등을 이용하여 졸음 상태의 운전자를 각성시켜 운전자의 주의력을 유지할 수 있도록 보조한다.

### 2. 멀미 연구

의학사전에 의하면 멀미는 승용물의 운동에 의한 가속도자극이 내이의 전정기관에 작용하여 일어나는 일종의 가속도병이라 정의되어 있다. 그러나 멀미현상의 발생 메커니즘은 특정의 진동에 대하여 이석기가 과도하게 반응하여 발생한다는 괴리반응설과 시각이나 전정 그리고 체성감각 등의 복수감각기에 의해 검출된 각각의 운동정보간에 모순이 발생하여 중추신경이 이상반응을 일으켜 자율신경계의 구토영역을 자극하여 발생한다는 감각모순설 등이 있다<sup>[4]</sup>(그림 5. 참조).

멀미에 관한 연구에는 먼저 멀미와 관련된 각 기관의 메커니즘의 분석과 시각 및 전정기관에 멀미를 유도할 수 있는 자극을 주고 그때의 생체반응을 측정한다. 측정된 결과의 분석에 따라 멀미와 관련된 감각정보를 찾아내 관련요소를 감소시키거나 제거하는 장치를 제작하여 자동차에 부착함으로써 멀미현상을 완화시킨다. 본고에서는 멀미를 정량적으로 평가하는 수법 중에서 현재 연구되고



(그림 5) 멀미의 메커니즘과 측정개념도

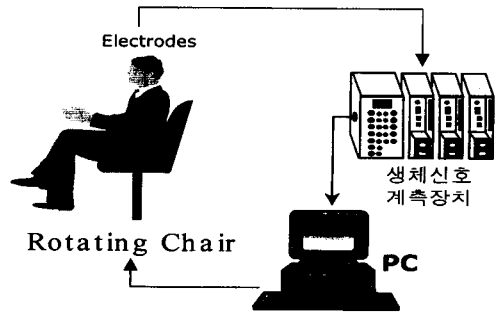
있는 안구운동에 의한 방법과 유도운동에 의한 방법을 소개하고자 한다.

안구운동에 의한 평가

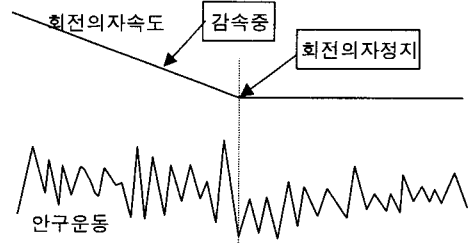
생체계측에 의해 멀미증상을 정량적으로 평가하기 위해 뇌파, 심박수, 피부저항, 안구운동 등의 계측 결과가 보고되고 있는데 심박수나 피부저항의 변화는 자율신경의 실조가 생긴 후의 반응으로 생각되기 때문에 멀미의 초기단계에서의 변화를 검출하기는 어렵다. 또한 평형기능을 관할하는 부위가 뇌의 중심부인 뇌간에 있기 때문에 뇌의 표면의 활동전위를 측정하는 뇌파계측도 부적절하다고 본다. 그러나 안구운동을 제어하는 시스템은 전정기관, 소뇌, 뇌간 등 뇌속에 널리 분포해 있어서 평형기능장애의 영향을 받기 쉽기 때문에 안구운동의 계측에 의해 멀미의 초기 상태부터의 검출이 가능하다고 보고되고 있다. 안구운동의 측정은 안구의 각막과 망막이 각각 플러스와 마이너스로 대전하고 있는 것을 이용하여 안구의 상하좌우에 부착된 전극에 의해 각막전위를 검출하는 방법이다. 안구운동은 충동성 운동, 유회성 운동, 시운동성 운동, 전정안구반사 등이 있지만 그 중에서 멀미와 관련이 있는 운동은 전정성 안진이다. 이러한 안진은 한쪽방향으로의 속상(速相)과 원래의방향으로 돌아가려는 서상(徐相)으로 구성된 톱니와 같은 안구운동이고, 현기증이나 이명, 평형장애 등을 진단하기 위한 중요한 검사대상으로 되어 있다. 장애를 발견할 수 있는 부위도 내이, 뇌간, 소뇌, 대뇌 등 광범위하게 펼쳐있다.

안진과 멀미와의 관계에서는 멀미환자나 멀미에

민감한 피검자에게 회전자극을 인가하면 회전후 안진의 지속시간의 연장되거나, 멀미하기 쉬운 자세(회전과 반대방향으로의 머리숙임)에서 회전후 안진수가 증가한다고 알려져 있다[5]. 회전후 안진의 계측은 그림 6-(a)와 같이 회전의자를 사용하여 피검자를 20초동안에 10회전의 회전자극을 주어 회전을 정지시킨후 부터 발생한 안구운동으로 계측한다. 그림 6-(b)는 본장치에 의해 기록된 회전후 안진의 계측예이다. 그림 윗쪽은 상단에 회전의자의 회전속도가 아래쪽은 안구운동의 모습이 보여지고 있고, 회전종료 후에 연속적으로 발생하는 톱니파형의 안진을 볼 수 있다.



(a) 전정안구운동 측정시스템

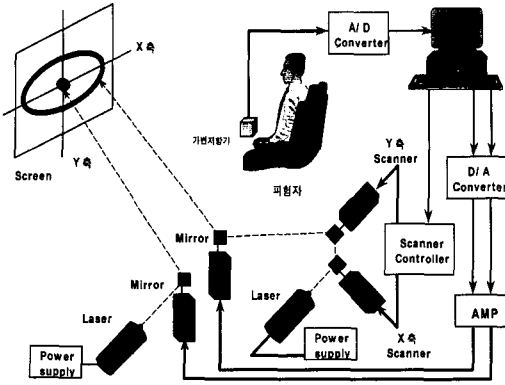


(b) 계측된 안구운동

(그림 6) 전정안구운동 측정시스템 및 계측된 안구운동

유도운동에 의한 평가

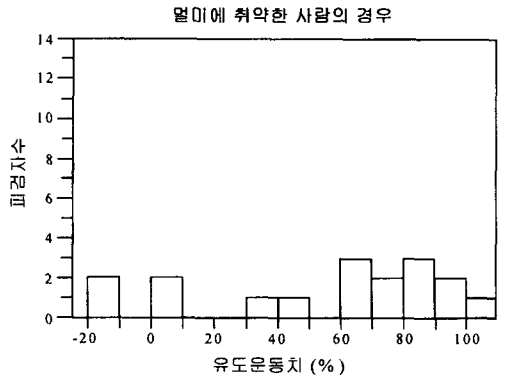
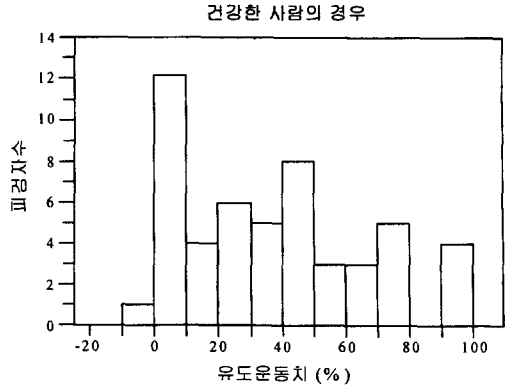
유도운동은 움직이고 있는 구름사이의 달을 볼 때 달이 움직이고 있는 것처럼 보이는 현상으로 정지신호대기상태에서 옆에 선 차가 뒤로 움직였을 때 자신의 차가 움직이는 것처럼 느껴, 허둥대며



〈그림 7〉 유도운동제시시스템의 개략도

브레이크를 밟는 현상도 유도운동의 일종이다. 달을 둘러싸고 있는 구름이 사람의 좌표축 형성 메카니즘 속에서 일종의 기준역할을 하여 구름이 고정되고 달이 움직이는 것처럼 지각되어 진다.

유도운동량을 계측하기 위해 He-Ne 레이저를 사용하여 컴퓨터로 제어되는 패턴제공장치(그림 7. 참조)를 고안하여 상호독립하여 이동가능한 점과 그 점을 둘러싼 타원을 피검자 전방에 투영하는 방법이다. 암실내에서 타원을 정현적으로 좌우로 움직이면서 투영하고 동시에 타원으로 둘러싸여진 점의 동요진폭을 점점 크게 하거나 작게해서 피검자의 응답을 구한다. 계측을 시작하는 시점에서 점과 타원이 반대 방향으로 움직이도록 파라미터를 설정하고 타원의 일주기마다 점의 동요폭을 크게한다. 점의 동요폭이 어느정도 크기가 되면 점 은 타원과 같은 방향으로 움직여 지각되는데 이때의 점의 폭과 이번에는 피검자로부터 응답이 있는 후 점의 동요폭을 서서히 작게하여 동요폭이 어느정도 작아지면 재차 타원과 점이 역방향으로 움직이고 있듯이 지각되는데 이 때의 점의 동요폭을 타원의 동요폭과의 비를 취해 유도운동치로 하여 퍼센트로 나타낸다. 유도 운동량계측을 건강자와 멀미취약자에게 적용한 결과를 그림 8. 에 나타내었다. 건강자 50명 중 39명이 60퍼센트 이하의 유도 운동치를 멀미 취약자 17명 중 11명이 60퍼센트 이상 유도 운동치를 보여주고 있다. 따라서 이번 검사에서 멀미취약자의 경우 건강자에 비해 높은 유도운동치를 보여주고 있다<sup>[6]</sup>.

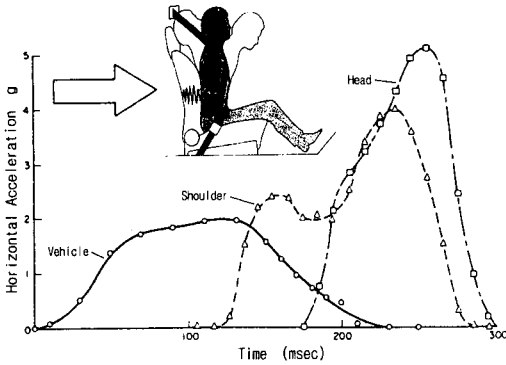


〈그림 8〉 유도운동량 계측

### 3. 목 부위의 편타성 외상(Whiplash Injury) 방지 시스템

자동차가 정지 또는 주행 상태에서 자동차의 뒷부분에 충격을 받았을 경우 탑승자의 머리가 헤드레스트와 밀착되어 있지 않음으로 인하여 그림. 9와 같이 머리가 아주 빠른 가속도로 정가속도와 부가속도가 변화하게 됨으로써<sup>[7]</sup>, intervertebral joints, 인대, 근육, 신경세포등 여러부위에 미세한 외상을 입게된다. 이로인하여 목뒤편, 어깨, 팔의 통증과, 두통, 현기증 그리고 이명현상을 초래하는 등 후유증은 매우 심각하여 이 증세가 6개월 이상 지속된다고 하며, 심한 경우에는 생명을 잃게 되기도 한다. 이러한 부상을 편타성 외상(whiplash injury)이라고 한다.

whiplash injury 를 방지하기 위해서는 차량 주행중 다음과 같은 주의를 하면 상당한 효과를 볼 수 있다고 한다.



〈그림 9〉 후방충돌에 의한 자동차, 어깨, 머리의 수평가속도 변화

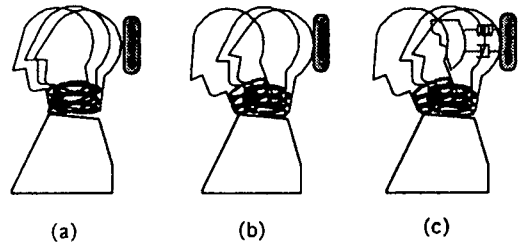
- 자동차의 시트가 적당히 고정되어 있어야 하며, 헤드레스트는 목뒷부분과 머리를 확고히 떠받치고 있도록 할 것.
- 헤드레스트의 정상부분과 머리의 정상부분은 같은 평면을 이루고 있어야 할 것.
- 헤드레스트와 머리의 간격은 4cm이하를 유지 하여야 할 것.
- 시트의 등받이는 직각을 이루기보다는 약간 뒤로 높혀 있을 것.

그러나, 위와 같은 주의는 임시방편적인것에 지나지 않으며, whiplash injury는 완전히 방지할 수 없기 때문에 보다 적극적인 whiplash injury방지책이 필요한것이다. 실제로, 현재 자동차에 장착되어 있는 헤드레스트를 살펴보면, 탑승자의 머리와 헤드레스트의 간격이 약 10cm정도 떨어져 있다. 이 간격은 자동차의 후방충돌시에는 머리가 후방향으로 높은 가속도를 가지고 젖혀지는 원인을 제공하게 된다. 따라서, 탑승자의 머리와 헤드레스트사이의 간격을 좁혀줌으로써, 후방 충돌시 후방향로 가속되어오는 머리를 짧은 시간안에 지탱하여서 가속도를 감소시켜, whiplash injury를 감소시킬 수 있도록 할 수 있다.

따라서, 탑승자의 머리와 헤드레스트의 사이를 가능한 한 좁혀줌과 동시에 운전애 불편을 느끼지 않도록 하기 위하여, 탑승자의 머리의 위치를 추적하여, 머리와 헤드레스트의 간격을 항상 일정하게

유지시킬 수 있도록 하고, 충돌을 하였을 경우에는 탑승자의 머리와 목을 보호할 수 있는 능동형 헤드레스트는 whiplash injury를 예방할 수 있는 아주 유용한 안전장치이다.

자동차에 탑승하면, 헤드레스트에 머리를 기대며 앉는 것이 일반적이다. 이 때 그림 10-(a)에 보여지는 것처럼, 자동차의 운행 상태에 따라서, 머리가 계속해서 앞뒤로 흔들리게 된다. 이 흔들림은 스프링처럼 움직이는 목의 기본 구조 때문이다. 그러나, 뒤편의 원인에 의하여 후방충돌을 겪게 되면 그림 10-(b)와 같이 머리가 후방으로 높은 가속도를 가지고 젖혀지게 되어 whiplash injury를 입게 된다. 따라서, 그림 10-(c)와 같이 충격감쇠효과가 있는 능동형 헤드레스트를 이용하면 머리의 후방가속도를 흡수할 수 있어 whiplash injury를 감소시킬 수 있는 것이다.<sup>[8]</sup>



(a) 일반적 승차상태  
 (b) 일반형 헤드레스트장착시의 후방 충돌  
 (c) 능동형 헤드레스트장착시의 후방충돌

〈그림 10〉 능동형 헤드레스트의 기본 개념

### III. 결 론

본고에서 소개된 연구가 원활히 수행된다면 자동차 산업계에 자동차의 멀미를 완화하여 쾌적한 승차감을 줄 수 있는 방법을 제공함으로써 자동차의 초기 설계 단계부터 멀미완화를 위한 장치를 부착하여 승차감을 향상시킬 수 있으며, 더 나아가서 멀미상태에 도달하기 전에 사전에 예방정보를

알려줄 수 있는 시스템개발도 기대할 수 있다고 본다. 또한, 졸음방지시스템을 이용함으로써, 교통사고의 상당부분을 차지하고 있는 졸음운전을 예방할 수 있으며, 능동형 헤드레스트를 이용함으로써 후방충돌시 야기되는 whiplash injury를 방지할 수 있는등, 교통사고의 예방에도 큰 도움을 줄 수 있다.

이상과 같이 인간의 감각정보를 활용한 연구는 국내자동차 산업의 기술수준의 향상은 물론이고, 21세기의 무한경쟁시대에 있어서 자동차의 대외 수출경쟁력을 확보하는데 있어서도 매우 중요하리라 생각 된다. 자동차를 개발함에 있어서, “인간중심 = 인간감각정보중심”이라는 의식을 확고히 하여 수출시장을 더 많이 확보함으로써, 국내의 자동차 산업이 국가의 수출주력 산업으로서 정착되고, 낙후된 이 분야의 연구인력 양성이 늘어나고 취업 전망이 밝아질 수 있기를 기대한다.

#### 참 고 문 헌

- (1) Dallas Fell, “The road to fatigue: circumstances leading to fatigue accidents”, *Fatigue & Driving*, Taylor & Francis, pp.97-105, 1995.
- (2) John H. Richardson, “The development of a driver alertness monitoring system”,

*Fatigue & Driving*, Taylor & Francis, pp. 219-229, 1995.

- (3) 김남균외, “졸음운전의 자동 검출 및 각성 시스템 개발에 관한 연구”, *의공학회지*, Vol. 18, No. 3, pp. 315-324, 1997
- (4) J. T. Reason. J. J. Brand. “Motion Sickness”. Academic Press. New York. 1975.
- (5) J. M. Lentz, “Nystagmus, Turning Sensations, and Illusory Movement in Motion Sickness Susceptibility”, *Aviation Space and Environmental Medicine*, Vol.47, 1976.
- (6) K. Tanaka. Y. Yamamoto. T. Ifukube. “A Preliminary Study on Evaluation of Motion Sense and Motion Sickness”. *J. of JSAE*. Vol. 46. No. 9. 1992.
- (7) Severy D. M., Mathewson J. H., and Bechtol C. O., “Controlled Automobile related engineering and medical phenomena”, *Medical aspects of traffic accidents. Proceedings of Montereal Conference*, p.152, 1955.
- (8) 김남균외, “후방충돌시 승객보호를 위한 능동형 헤드레스트의 개발에 관한 연구”, *대한의용생체공학회 춘계 학술대회 논문집*, Vol.18, No.1, pp.327-330, 1996

## 저자 소개



金 南 均

1957年 10月 6日生

1981年 2月 전북대학교 공과대학 기계공학과

1983年 2月 전북대학교 대학원 공학석사

1987年 9月 프랑스 스트라스부르그 I 대학 공학박사

1988年 4月~1990年 9月 전북대학교 의과대학 의공학교실 전임강사

1990年 10月~1994年 9月 전북대학교 의과대학 의공학교실 조교수

1994年 9月~현재 전북대학교 의과대학 의공학교실 부교수

1992年 9月~1993年 9月 日本 北海道大學 電子科學研究所 感覺情報工學 研究室 客  
원연구원

주관심분야: 생체공학, 감성공학, 평형감각기관 기능분석