

# 운전자의 운전수행과 관련된 지각적, 인지적 특성분석 및 그 특성이 운전 에 미치는 영향분석

## Analysis of Perceptual, Cognitive, and Motoral Characteristics and their Effects on Driving Performance

유완석\*, 손정현\*\*, 김광석\*\*\*, 이재식\*\*\*\*  
Wan-Suk Yoo, Jeong-Hyun Sohn, Kwang-Suk Kim, Jae-Sik Lee

### ABSTRACT

A fixed type driving simulator is constructed with a car body, beam projector, operation software, driving scenario, and audio equipments. With the simulator, the cognitive effects of fatigue due to two hour continuous driving of a straight road is investigated. The effects of alcohol on driving performance is also studied. The braking operation and lane keeping performance due to fatigue and alcohol are investigated. Changes of vehicle motion due to these effects are verified by computer simulation.

주요기술용어 : Fatigue in driving(운전피로), Drunken driving(음주운전), Braking(브레이크), Lane keeping(차선유지), Simulation(시뮬레이션)

### 1. 서론

교통의 구성요건으로 흔히 운전자, 차량, 그리고 도로 사정과 같은 운전환경을 꼽을 수 있으며, 교통사고는 위에 열거한 어느 한 요인 혹은 몇 요인의 결합에 의해 발생한다. 우리 나라 교통사고와 관련한 경찰청의 1994년도 사고통계자료에 의하면, 교통사고 중에는 안전 운전 불이행이나 증양선

침범 같은 운전자의 과실이 원인이 되어 발생한 교통사고가 정비불량과 같은 차량의 요소에 의한 것보다 훨씬 많은 것으로 나타났다[1]. 따라서, 교통사고의 피해를 줄이기 위해서는 브레이크 잠김 방지 장치(ABS), 에어백(air bag), 측면 보강재 등 안전장치의 개발도 중요하지만 운전자의 운전미숙이나 음주운전 등 교통사고의 근본원인을 줄이는 방법모색이 더욱 절실하다.

운전자의 음주운전, 피로, 약물복용에 대한 사고 및 피해가 증가하고 있으므로, 이러한 요인들에 의한 심신반응해석과 이에 따른 차량의 거동을 분석할 필요가 있다. 그러나, 음주나 약물복용에 따른 특성연구가 실차시험을 통하여 수행되기는 극히 위험하므로, 이러한 위험한 상황의 분석을 위해서

\* 정회원, 부산대학교 기계공학부

\*\* 정회원, 부산대학교 대학원

\*\*\* 정회원, 안동과학대 자동차과

\*\*\*\* 부산대학교 심리학과

는 운전 시뮬레이터를 이용하여 시도하고 있다 [2,3,4].

혈중 알코올 농도에 따라 운전자들이 차량을 어떻게 통제하는지를 실제 운전 상황에서 측정 한 연구들의 결과들을 종합하면 대체적으로 혈중 알코올 농도가 증가함에 따라 운전자가 차량을 통제 하는데 많은 어려움이 있다는 것이다[5]. Seehafer[6]는 음주량에 따라 스티어링 휠을 좌우로 돌리는 빈도가 증가한다는 것을, 다른 연구자들 [7,8,9]은 액셀러레이터의 입력의 빈도가 지나치게 증가한다는 것을 관찰하였다. 음주는 또한 주어진 과제를 완료하는데 걸리는 시간에도 영향을 주는 것으로 밝혀졌다.

운전하는 시간의 증가에 따른 운전자의 운전 수행능력은 계속해서 운전을 한 시간과 밀접한 관계가 있고, 운전 시간의 증가에 따라 운전 수행능력의 저하가 발생한다는 것을 관찰하였다[5]. Greenshields[10]의 연구에서는 운전시간의 변화에 따른 운전 속도의 유지에 큰 변화를 관찰하였음을 주목할 필요가 있다.

계속 운전하는 시간의 증가에 따른 운전 수행능력의 변화는 주행 중인 도로상에서 차선의 위치를 유지하고, 스티어링 휠 조작을 통하여 자동차의 횡적 통제를 얼마나 잘했는지를 통하여 판단할 수 있다. 연구들은 스티어링 휠을 반대로 돌리는 비율이 도로에서 운전할 때나[11], 시뮬레이터를 운전할 때[12] 운전 시간이 증가함에 따라 감소한다는 것을 밝혀냈다. Sugarman[11]은 피로의 증가에 따른 미세한 각도의 스티어링 휠 조작빈도가 감소한다는 것을 보고하였다. 주행 차선에서 이탈하여 다른 차선으로 넘어가거나 노면으로 이동하는 경향의 빈도로 정의되는 스티어링 조작 실수는 시뮬레이터를 통한 연구[11]와 실제 도로 상황[13]에서 운전 시간이 증가함에 따라 역시 증가하였고, 또한 운전 시간이 증가함에 따라 일반적으로 차선 유지의 빈산성도 증가하는 경향이 관찰되었다.

본 연구에서는 운전자의 운전 수행능력과 행동이 차량의 거동에 미치는 영향을 분석할 운전시

뮬레이터를 구성한 뒤, 운전 수행과 관련이 클 것으로 생각되는 음주와 운전피로가 운전수행능력과 어느 정도 관련이 있는지를 비교 분석하고, 이러한 영향이 차량의 거동에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 운전 시뮬레이터의 구축

#### 2.1.1 고정식 운전시뮬레이터(fixed driving simulator)의 구축

운전시뮬레이터에는 기본체(base body)가 고정되어 있는 고정형(fixed base)과 기본체가 움직이는 운동형(motion base)으로 구분된다. 운동형 시뮬레이터에는 6개의 구동실린더와 파워시스템이 필요하게 되므로 고정형 시뮬레이터에 비해 많은 재원이 필요하게 된다. 또한, 운동형 시뮬레이터에서 차량의 전후방향 실제 가속도까지 포함시키려면 엄청난 공간과 재원이 더 필요하게 된다. 따라서, 미국에서도 연방정부 차원의 지원으로 대규모 시뮬레이터를 만들고 있다[4]. 본 연구팀은 부하용량(payload) 750Kg 인 6자유도 운동형 시뮬레이터[14]를 모두 보유하고 있으나, 본 연구에서는 인간공학적 분석에 중점을 두었으므로 Fig.1과 같은 고정형 시뮬레이터를 구축하여 이용하였다.

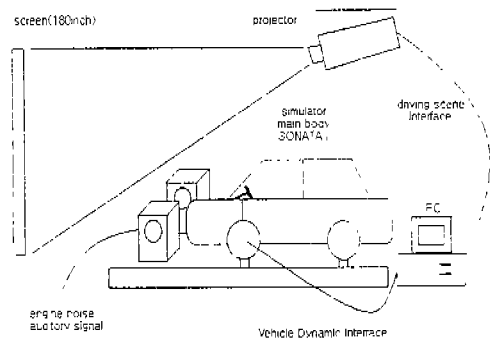


Fig.1 고정형 시뮬레이터 구성도

### 2.1.2 시뮬레이터 구성 부품

실험에 사용한 고정형 운전 시뮬레이터의 전체 구성도는 Fig.1에 나타나 있으며, 주요 구성품 및 설치방법은 다음과 같다. 운전 시나리오는 Borland C++로 구현되었으며, 운전자의 행동에 따라 즉각적으로 운전환경을 변화시킴으로써 실제 운전상황과 유사한 환경을 제공하였다. 또한, 실험에 사용된 고정형 운전시뮬레이터의 차체로는 국내에서 생산되는 중형승용차를 사용하였다. 시뮬레이터 내에는 Thrustmaster사의 Formular T<sub>2</sub> 브레이크와 액셀러레이터가 장착되었으며, 시뮬레이터 내의 조도는 조명등으로 통제되었다. 근거 있는 실험자료를 얻기 위하여 운전자의 시야는 50×40도 이상이 필요하다고 알려져 있으므로[4], 본 연구에서는 운전자의 전방 1.5m에 180인치 크기의 스크린을 설치한 뒤 프로젝터(EIKI LCD Projector, Model KD 7000)로 스크린에 투사하여 50×40도 이상의 시야를 확보하였다. 또한, Borland C++로 구현된 엔진 소음을 스피커(Inkel, DJ-81)로 운전자에게 들려주었다.

데이터와의 비교 분석을 위해서 전체 운전 상황, 운전자의 안구 움직임, 그리고 운전자 발의 움직임은 시뮬레이터 안쪽에 설치된 3대의 CCD 카메라(Commax, CRC-43LN)에 입력되어, 캠코더(8mm) 비디오 테이프에 녹화되었다. 녹화장면은 시뮬레이터 옆에 설치된 4화면 분할 모니터(Commax, CCM-12Q)를 통해 실시간으로 확인되었다. 시뮬레이터 운전 진후에 컴퓨터(ACROS 70430) 화면을 통해 두 개의 시각실험이 행해졌고, MS Mouse를 이용해서 태핑(tapping) 회수가 측정되었다.

### 2.1.3 운전 시나리오 지원 소프트웨어

운전 시나리오는 Borland C++로 구현되었으며, 운전자의 행동에 따라 즉각적으로 운전환경을 변화시킴으로써 실제 운전상황과 유사한 환경을 제공하였다. Fig.2에는 운전 시나리오로 사용된 컴퓨터 그래픽 이미지 중 하나를 보여주고 있다. 또한

운전자의 운동행동은 실시간(1/100초 단위)으로 측정되어 데이터 베이스에 저장되었고, 운전환경은 일반적인 고속도로 형태로 직선 주행과 교차로에서 좌우 회전이 가능하도록 설계되었으며, 운전 시나리오의 지원과 데이터 저장은 486PC로 통제되었다.

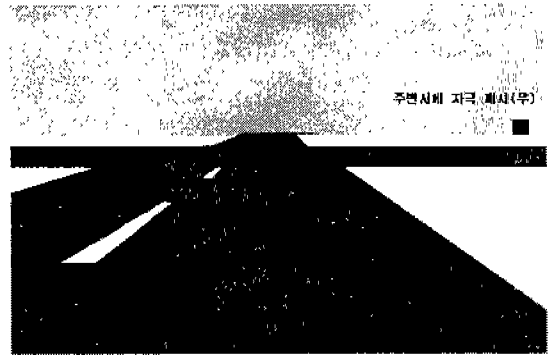


Fig.2 컴퓨터 그래픽 이미지

## 2.2 음주 및 운전피로 특성 분석 실험

음주조건에 24명(남 8명, 여 16명), 피로조건에 19명(남 4명, 여 15명)의 대학생이 참가하였으며, 평균연령은 음주조건이 21.2세, 피로조건이 21.5세였다.

### 2.2.1 음주가 운전자의 정보처리 및

#### 운전수행에 미치는 영향(실험 1)

#### 1) 실험의 방법

##### (1) 음주량의 처치

모든 피험자들은 음주조건과 비음주 조건에 모두 참여했으며, 음주 조건을 만들기 위해 실험 실시 전에 피험자들은 알코올이 희석된 음료수를 마시게 하였다. 이 음료수는 탄산음료에 알코올 농도 40%의 주류를 4 : 1 비율로 섞은 것으로 양은 300ml이었으며, 이 정도의 알코올은 혈중 알코올 농도 0.05-0.06%에 해당된다[15]. 냄새와 맛이 비교적 덜 익숙한 주류를 이용하였으며, 뚜껑이 있는 컵을 사용하여 마시게 하여 피험자들이 알코올을 섭취하는지를 알아채지 못하게 했다. 5분에 걸쳐 알코올이 섞인 음료수를 마시게 했고, 알코올 섭취

약 30분 후에 시뮬레이터 운전이 수행되었다.

(2) 운전 시나리오

운전 중 시각형 자극이 지평선을 중심으로 스크린 중앙과 좌우 양극단에서 나타난다. 전체 자극 수는 50개로 중앙에 10개, 좌우 양극단에 20개씩 모두 40개이며, 좌우 양극단에 나타난 자극은 검정색 20개, 빨간색 20개로 양쪽에 각각 동일한 수가 할당되었다. 자극간 시간 간격은 20-30초였으며, 주행 처음 1분간은 자극이 제시되지 않았다.

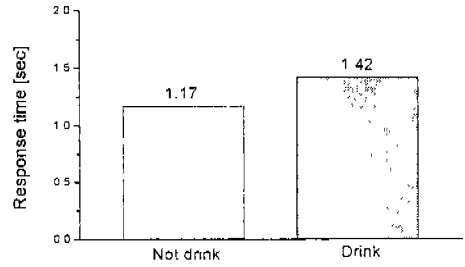
피험자들은 스크린 중앙에 자극이 나타나면 되도록 빨리 브레이크를 끝까지 밟은 후, 속도를 100km/h로 유지하였다. 또한 스크린 좌우 양극단에서 자극이 나타나면, 색깔에 따라서 핸들 옆에 부착된 레버를 위 또는 아래 방향으로 조작하였다. 브레이크와 레버 반응 후 항상 차선을 변경하였고, 원래 차선으로 바로 돌아와서 100km/h로 주행하였다. 속도는 스크린 하단에 표시되었다. 5분간의 연습 시행 후 약 25분간의 본 시행이 행해졌으며, 시뮬레이터 운전의 모든 과정은 녹화하고 순간마다의 자료를 분석하여 통계자료를 만들었다.

실험종료 후 피험자에게 사후설명을 통해 알코올을 섭취했음을 알렸고, 알코올 섭취와 관련하여 일어날 수 있는 문제에 대한 사후 동의를 받았다. 비음주 조건의 실험절차는 알코올 섭취만 제외하고 동일하였다.

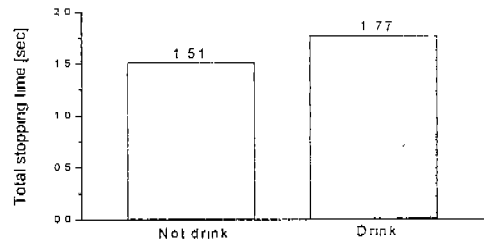
2) 실험의 결과

(1) 탐지시간 및 최대 브레이크 입력시간

운전자들이 장애물을 발견하고 차량을 정지시키기 위해 제동을 하는 시험을 수행하였고 이를 Fig.3(a)에 표시하였다. 운전자가 장애물에 반응을 하여 액셀레이터 페달에서 발을 떼고 브레이크에 발을 올려놓는 반응시간은 비음주 조건에 비해 음주 조건에서 약 0.25초 정도 느린 것으로 나타났다. 또한, Fig.3(b)에 나타난 바와 같이 운전자들이 장애물을 발견한 순간부터 최대 브레이크 입력까지 걸리는 시간은 비음주 조건에 비해 음주조건에서 약 0.26초 느린 것으로 나타났다.



(a) 자극에 대한 반응시간



(b) 최대 브레이크 압력 도달시간

Fig.3 음주조건에 따른 제동시간의 변화(초)

(2) 차량의 횡적 통제

스티어링 휠의 조작은 운전자의 음주나 피로의 영향을 측정하는데 매우 민감한 측정치로 사용되어 왔다. 차량의 횡적인 통제는 전적으로 스티어링 휠의 조작특성에 따라 결정되는 것이기 때문에 스티어링 휠의 입력 특성은 브레이크나 액셀레이터의 조작과 마찬가지로 운전 수행의 중요한 측정치이다.

좋은 운전 수행의 지표로서의 스티어링 휠의 입력 특성은 일반적으로 빈번하면서 작은 조작범위로 특징 지워진다. 즉, 운전 중에 있는 운전자들의 정신부하가 클수록, 음주와 피로의 영향이 강할수록 운전자들은 갑작스럽고 큰 범위의 스티어링 휠 조작을 하게 된다. 왜냐하면, 정신부하의 증가나 알코올/피로의 영향에 의해 운전자들은 차량의 위치를 통제하는데 어려워지면 차량이 원하는 위치로 주행하지 않은 경우가 빈번해지며 이러한 바람직하지 않은 차량의 위치를 교정하기 위해 운전자들은 갑작스럽고 큰 범위의 스티어링 휠 조작을 하

게 되고 그 결과 스티어링 휠 입력의 큰 변산성을 보이게 된다.

본 실험에서의 스티어링 휠의 입력 범위는 좌우로 최대 240도였고, 스티어링 휠의 입력 변산의 정도는 스티어링 휠의 초기상태(0도)로부터 좌우로 움직인 값의 표준 편차를 구하였다. Fig.4는 시속 100km/h로 운전하는 상황에 대하여 직진 주행시험을 수행한 결과를 표시한 그림이다. 그림에서 보듯이 비음주 조건에 비해 음주 조건에서 운전자들은 스티어링 휠의 입력 범위가 큰 것으로 나타났다.

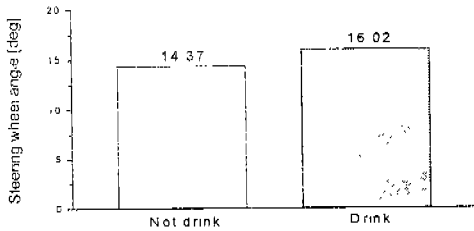


Fig.4 음주조건에 따른 스티어링 휠 각도의 변산성

## 2.2.2 운전피로가 운전수행에 미치는 영향(실험 2)

### 1) 피로 실험의 방법

실험 1의 음주조건과 동일한 운전 시뮬레이터와 운전 시나리오가 사용되었다. 시뮬레이터 운전은, 본 시행에 앞선 5분간의 예비 시행 후에 120분 동안 속도 100km/h로 직선도로를 계속 운전하게 하였으며, 30분 단위로 운전 수행의 질을 측정하였다. 측정 중에도 운전자에게는 휴식시간을 주지 않으면서 직선도로를 달리게 하였으므로, 곡선이 포함된 다양한 도로조건에서 운전하는 것보다 더욱 피로한 상태를 만들었다[16].

### 2) 실험의 결과

#### (1) 최대 브레이크 입력 시간

운전자들이 장애물을 발견하고 이 장애물을 피하기 위해 브레이크를 작동시키는 데 걸리는 시간을 Fig.5에 나타내었다. Fig.5에 나타난 바와 같이

충돌을 피하기 위해 입력하는 브레이크의 최대 값에 이르는 시간은 운전시간의 증가에 따라 점차 증가하였다.

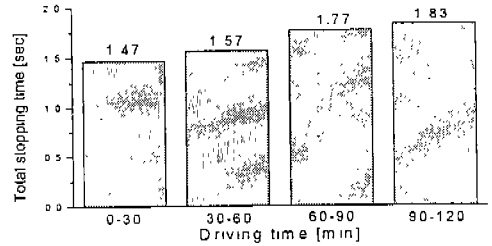


Fig.5 운전시간에 따른 총 제동시간 변화(초)

운전시간이 30분씩 증가함에 따라서 운전자의 피로도가 계속적으로 증가하게 된다. 앞에서 언급했듯이 본 연구의 실험상황은 일반 도로운전에 비해 더 큰 피로도를 가져오게 되므로 운전자의 피로도는 점점 증가하게 된다. 이것은 돌발 상황 시 반응시간의 증가에 따른 총 제동시간이 늘어나게 됨을 의미한다. 반면 반응시간이후의 실제제동시간은 운전시간에 관계없이 대략 0.34초 정도로 일정함을 확인하였다.

#### 2) 차량의 횡적 통제

Fig.6은 속도 100km/h로 운전하는 상황에서 운전시간의 증가에 따른 직진 주행시험을 수행한 결과를 표시한 그림이다.

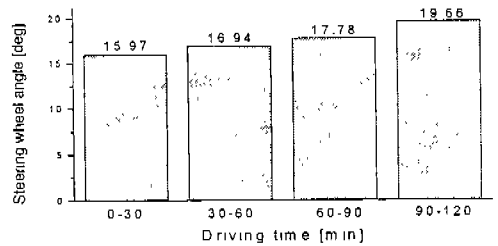


Fig.6 운전시간 증가에 따른 스티어링 휠의 입력 변산성

스티어링 휠의 입력 변산성이 운전 시간의 증가에 따라 증가하였으므로, 주행 차선의 중앙에 대

한 차량의 상대적 위치의 변화가 커졌다고 판단할 수 있다. 운전시간이 증가함에 따라 더 큰 각도로 스티어링 휠을 움직여 차선을 유지하려고 한다는 것이다. 즉, 빈번하게 핸들을 조작하지 않고 차량이 상당히 벗어날 때까지 기다려 비교적 큰 각도로 핸들을 돌려 원래의 위치로 돌아오려는 경향을 보인다.

## 2.3 차량의 거동에 미치는 영향 분석

### 2.3.1 차량동역학 해석

실험에 사용한 차량은 중형 승용차이며, 같은 차량을 컴퓨터로 모델링 하였다.

#### (1) 앞쪽 서스펜션의 모델링

모델링에 사용한 차량의 앞쪽 서스펜션의 컴퓨터 모델링은 Fig.7에 나타나 있다. 앞쪽 서스펜션은 전륜 현가 장치에 많이 사용하는 맥퍼슨 스트럿식 현가 장치로서, 차체와 조향 랙을 병진 조인트로 연결하여 차체와 랙의 상대 변위로 조향을 할 수 있도록 모델링 하였으며, 랙과 타이로드를 유니버설 조인트로 연결하였고, 타이로드를 너클과 구면 조인트로 연결하였다. 스프링과 댐퍼로 구성된 스트럿의 상부는 차체와 구면 조인트로 연결하였고, 하부는 너클과 병진 조인트로 연결하였다. 너클은 로우 컨트롤 암과 구면 조인트로 연결하였으며, 로우 컨트롤 암은 두 개의 부싱으로 차체와 연결하였다. 휠과 너클은 회전 조인트로 연결하였다.

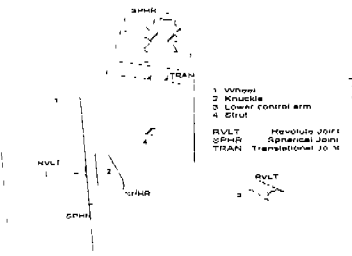


Fig.7 승용차의 앞쪽 서스펜션

#### (2) 뒤쪽 서스펜션의 모델링

모델링에 사용한 차량의 뒤쪽 서스펜션은

Fig.8에 나타나 있다. 뒤쪽 서스펜션은 트레일링암을 가지는 비틀림 차축식으로 리어 액슬은 로우 댐퍼와 구면 조인트로 연결하였고, 어퍼 댐퍼는 로우 댐퍼와 병진 조인트로 연결하였으며, 차체와는 유니버설 조인트로 연결하였다. 트레일링암을 리어 액슬과 회전 조인트로 연결하였고 차체와는 구면 조인트로 연결하였다. 휠을 리어 액슬과 회전 조인트로 연결하였고, 래터럴 로드를 리어 액슬과 유니버설 조인트로, 차체와는 구면 조인트로 연결하였다. 또한, 좌우 리어 액슬을 회전 조인트로 연결하였다.

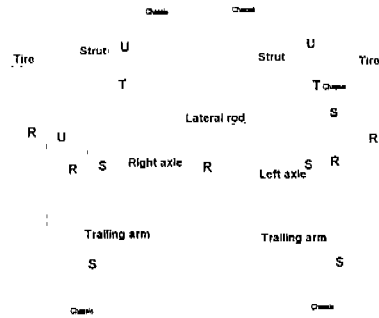


Fig.8 뒤쪽 서스펜션의 컴퓨터 모델링

### 2.3.2 차량동역학 해석 프로그램

#### AutoDyn7[17,18]

운전자의 음주 및 피로에 따른 특성이 차량의 거동에 미치는 영향을 컴퓨터로 시뮬레이션 하기 위하여 AutoDyn7 프로그램을 이용하였다. AutoDyn7 프로그램은 속도변환(Velocity Transformation) 기법을 이용하여 시스템의 운동 방정식이 만들어지며, 탄성부품의 효과를 고려할 수 있도록 탄성체해석 기능도 포함되어 있다. 속도 변환 기법에서는 자료의 입력과 출력은 절대좌표계를 사용하고, 운동방정식의 유도 및 해석과정에서는 상대좌표계를 사용하여 해석의 일반성(generality)과 효율성(efficiency)을 동시에 얻고자 하는 방법이다.

AutoDyn7 프로그램에서는 오일러-라그랑지 방정식(Euler-Lagrange equation)을 사용하여 운

동방정식을 유도한다. 사용자로부터 받아들이는 입력을 사용하여 시스템의 계통도(topology) 해석을 수행한 뒤, 시스템의 조립과정(assembly)을 통과시켜 절대좌표로부터 조인트좌표의 초기 값을 계산한다. 초기 값과 초기속도가 주어지면 운동방정식을 풀어서 그 순간의 가속도를 구한다. 이 순간의 속도와 가속도를 시간에 대해 적분하여 다음 순간의 위치와 속도를 구하게 되며, 이러한 과정을 반복하여 매순간의 동적 상태(위치, 속도, 가속도)를 구해낸다.

AutoDyn7프로그램은 크게 전처리과정(Pre-processor), 중간처리과정(Intermediate processor), 주처리과정(Main-processor, solver), 후처리과정(Post-processor)으로 구성되어 있다. 전처리과정에서는 폐쇄연쇄계(closed loop system)의 조인트를 절단(cut joint)하여 개방연쇄계(open loop system)를 만든다. 주처리과정에서는 구성된 입력 데이터에 대하여 내부적으로 운동방정식을 구성하고 수치적분을 통하여 전체 차량의 거동을 해석하며, 후처리과정에서는 해석의 결과를 X-Y 그래프 또는 애니메이션으로 가시화 시켜준다.

### 2.3.3 음주 및 피로가 운전 에 미치는

#### 영향 분석

##### 1) AutoDyn7의 브레이크 모듈

브레이크 모듈은 운전자가 브레이크를 밟으면 타이어에 제동을 걸어주는 것으로 브레이크의 압력을 입력함수로 읽어들이며, 입력함수는 스텝, 램프, 사인, 이차곡선, 및 스플라인 커브로도 읽을 수 있도록 하고 있다. 브레이크 압력은 토크로 변환되고 타이어에 전달하여 제동력이 발생하게 된다.

##### 2) AutoDyn7의 조향 모듈

운전자가 핸들 수정을 하지 않는 오픈루프시험과 운전자가 핸들조작으로 경로를 추종해 가는 클로즈 루프시험을 할 수 있도록 되어있으며, 수동 및 파워스티어링 시스템을 모델링하고, 운전자의 입력을 차량에 적용하는 모듈이다. 운전자의 입력을 조향각이나 조향토크로 전달할 수 있으며, 입

력을 원하는 함수 형식으로 입력할 수 있다.

3) 음주상태에 따른 정지거리 시뮬레이션 결과  
비음주와 음주의 정지거리를 비교하는 Fig.3의 결과를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 브레이크의 최대압력은 '시속 50km/h로 주행 시 제동거리가 22m' 라는 법규를 만족하도록 브레이크의 최대압력을 설정한 뒤, 동일한 조건으로 시뮬레이션 하였다. Fig.9는 음주 상태에 따른 정지거리를 시뮬레이션을 통해 차량속도에 따라 정리한 것이다.

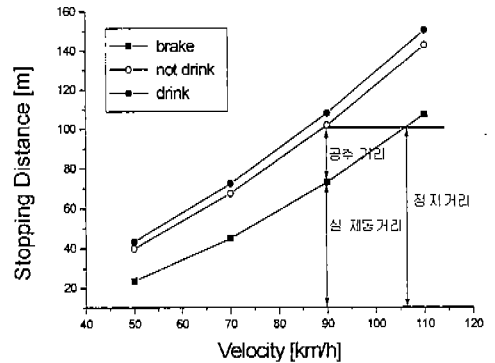


Fig.9 음주상태에 따른 정지거리의 차이

그림에서 drink는 음주운전을 나타내며, not drink는 비 음주운전을 의미한다. 전체적인 그림의 경향을 보면 속도가 증가할수록 정지거리는 길어지며, 음주운전일 경우 브레이크를 밟은 상태에서의 거리는 비음주 상태와 유사하지만, 반응시간이 긴 관계로 총 제동거리는 비 음주상태에 비해서 길어짐을 확인할 수 있다.

##### 4) 피로에 따른 제동거리 시뮬레이션 결과

Fig.10은 Fig.5의 운전시간에 대한 총 제동시간을 이용하여 피로(연속운전)에 따른 제동거리 및 정지거리를 차량속도에 따라 정리한 것이다. 속도가 증가할수록, 운전시간이 증가할수록 브레이크 최대압력 도달시간이 길어져서 정지거리는 길어짐을 알 수 있다.

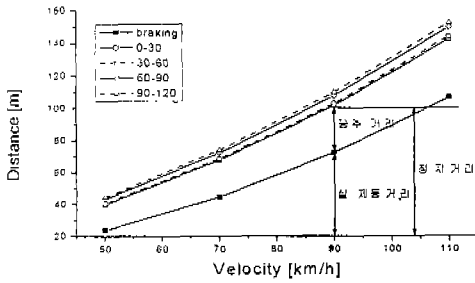


Fig.10 피로(연속운전)에 따른 제동거리의 차이

5) 음주상태에 따른 차선유지 시뮬레이션 결과

Fig.4의 실험결과를 이용하여 차량이 속도 100km/h로 음주 및 비음주 조건으로 차선유지 시뮬레이션을 한 결과를 Fig.11에 나타내었다. 실험에서는 스티어링 휠 각도의 변산성이 비음주 및 음주조건에 대해 각각 14.37도 및 16.02도 이지만, 시뮬레이션에서는 휠 조향각의 입력이 연속성을 가져야 하므로 1주기의 사인 입력으로 단순 차선변경을 행하여 그에 따른 차량의 횡 방향 거리를 비교하였다. 실제로 차량은 직진 시 직진방향으로 위에서 계산된 최대 횡 방향 거리 내에서 좌우로 흔들리며 주행하는 형태가 될 것이다. 스티어링 조향각은 조향비를 고려하여 스티어링 휠이 14.37도 및 16.02도가 되도록 조향 입력을 가하였다.

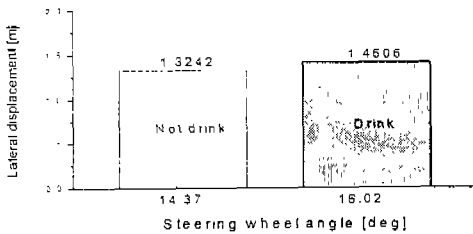


Fig.11 음주상태에 따른 차선유지 폭의 차이

비 음주일 때보다 음주일 때가 핸들 조향각의 변산성이 커져서 차선유지 폭이 커짐을 알 수 있다. 즉, 직진하지 못하고 비음주 및 음주인 경우 각각 좌우로 1.32m, 1.46m 흔들림을 알 수 있다. 일

반적인 도로의 한 차선 폭은 2.75m~3.4m 정도이며, 차폭은 1.8m 정도이므로 비음주 운전의 경우와 음주 운전의 경우 둘 다 차선을 침범하게 되지만, 음주운전일 경우가 훨씬 커서 그만큼 사고의 위험성은 증가하게 된다.

6) 연속운전 시간에 따른 차선유지 시뮬레이션 결과

Fig.6의 실험결과를 이용하여 속도 100km/h로 연속운전시의 차선유지 시뮬레이션을 행한 결과를 Fig.12에 나타내었다. Fig.12는 연속운전 시간에 따른 차선 유지 폭을 표시한 것이다. 운전시간이 증가할수록 핸들 조향각의 입력 변산성이 증가하고, 따라서 직진주행시 차선유지가 되지 못하고 좌우로 흔들리는 폭이 증가함을 알 수 있다.

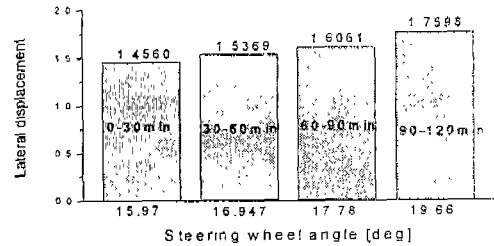


Fig.12 연속운전 시간에 따른 차선유지 폭의 차이

3. 결론

본 연구에서는 운전자의 운전 수행능력과 행동이 차량의 거동에 미치는 영향을 분석할 운전시뮬레이터를 구성한 뒤, 음주와 운전피로가 운전수행능력에 미치는 영향과 이에 따른 차량의 거동을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 제동과 속도 유지를 포함하는 차량의 통제는 알코올과 피로 모두에 의해 영향을 받으며, 특히 알코올은 장애물에 대한 반응시간을 증가시킨다.

(2) 스티어링 휠의 조작 특성이나 차선 위치의 변화 측정을 포함하는 차량의 횡적 통제는 알코올과 피로 조건하에서 모두 손상적인 운전수행을 보여준다.

(3) 알코올은 스티어링 휠의 전환 횟수를 증가시



키는 반면 피로는 그것을 감소시킨다.

## 후 기

이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단 학제간 연구 과제에 지원으로 이루어졌음.

## 참고문헌

1. 도로교통 안전협회, '교통 사고 통계 분석', 1996.
2. Freeman, J.S., et al, "The Iowa Driving Simulator: An Implementation and Application Overview", CCAD, The University of Iowa, 1994.
3. Bertolini, G.P., et al, "The General Motors Driving Simulator", SAE 940179.
4. Haug, E. J, 'Feasibility study and Conceptual Design of a National Advanced Driving Simulator', Center for Simulation and Design Optimization of Mechanical Systems, Technical Report, The Univ. of Iowa, 1990.
5. Herbert, M. J., & Jaynes, W. E. Performance decrement in vehicle driving. *Journal of Engineering Psychology*, 3, 1-8, 1964.
6. Sechafer, R. W., Huffman, W. J., & Kinzie, M. D., Effects of low level blood alcohol concentration on psychophysical and personality measures under controlled driving conditions. *National Safety Congress Transactions*, 23, 100-107, 1986.
7. Huntley, M. S., Alcohol influences upon closed-closed driving performance, Alcohol, Drugs, and Driving. *Traffic Highway Safety Administration*, 1974.
8. Kirk, R. E., *Experimental Design: Procedures for the behavioural Science*. Belmont, CA: Brooks Cole Publishing company, 1982.
9. Perrine, M. W., & Huntley, M. S., Influence of alcohol upon driving behavior in an instrumented car (Rep. No. DOT HS-800-471). Washington, DC: U. S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 1971.
10. Greenshilds, B. D., Changes in driver performance with time in driving. *Highway Research Record*, 122, 75-88., 1966.
11. Sugarman, R., & Cozad, C. P., Road tests of alertness variables (Rep. No. DOT-HS-053-1-145). Washington, DC: U. S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 1972.
12. Sussman, E. D., & Morris, D. F., An Investigation of Factors Affecting Driver Alertness(Rep.No.FH-11-7313, DOT-HS-800-317). Buffalo, NY: Cornell Aeronautical Laboratory of Cornell University., 1970.
13. O'Hanlon, J. F. & Kelley, G. R., Comparison of performance and physiological changes between drivers who perform well and poorly during prolonged vehicular operations. In R. R. Mackie (Ed.), 1977.
14. 박민규, 이민철, 손권, 이장명, 유완석, "차량 주행 감각 재현을 위한 운전 시뮬레이터 개발에 관한 연구", '98 한국자동차제어학술회의, 부산대학교, 2042 - 2045, 1998.
15. 'Indiana's Driver Manual', Indiana Bureau of Motor Vehicles, 1974.
16. McFarland, R. A., & Mosely, A. L., 'Human factors in highway transport safety', Boston, MA : Harvard School of Public Health, 1954.
17. 김광석, 유완석, 김성수, 김상섭, '차량동역학 해석 프로그램 AutoDyn7의 개발(I) - 프로그램의 구성 및 주요 알고리즘', 자동차공학회 논문집, 7(3), 321-330, 1999.
18. 유완석 외 6인, 'AutoDyn7 User Manual', 산업자원부 G7 보고서, 1998.