

# Driving Simulator를 이용한 안전성평가

## Road Safety Evaluation Using Data of Driving Simulator

조남승\* · 임부영\*\* · 허종호\*\*\*

Cho, Nam Sueng · Lim, Boo Young · Heo, Jong ho

### 1. 서론

Driving Simulator는 현실에서 자동차를 운전하는 대신 안전한 실험실 내에서 위급 상황까지 포함하는 다양한 주행 상황을 반복적으로 재현하고 운전자를 포함하는 Driver-in-the-Loop Simulation을 수행함으로써 다양한 전자제어시스템의 성능, 사용성 및 운전자 수용성 등을 효과적으로 평가할 수 있으며, Driving Simulator 실험은 폭넓은 피실험자를 대상으로 대안별 주행상황 재현이 가능하며, 운전시 각각의 운전자 및 기하구조 특성 파악과, 대안별 도로환경에 대한 안전성 비교 및 운전자 인지 수용성평가가 가능함.

### 2. 외국의 Driving Simulator

#### 2.1 미국 NADS(National Advanced Driving Simulator)

미국의 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration)에서 운전자, 자동차, 도로환경간의 상호작용 중에서 나타나는 운전자에 대한 인간공학적 문제를 보다 명확히 밝힘으로써 도로의 안전도를 향상시키기 위한 연구용 도구로 개발하였으며, 제어가능한 도로환경과 교통시나리오로 실제 사고사건의 상황을 재현하여 다양한 참여자의 반응 가능성과 한계에 대한 연구와, ITS기술과 관련한 시스템(최신차량통신, 항법, 제어기술 등)을 안전하게 평가하고 새로운 시스템이 운전자의 작업량, 주의, 거동, 안전전반 등에 미치는 영향을 개발단계에서부터 분석할 수 있음.

#### 2.2 네덜란드 TNO의 Driving Simulator

교통정체, 교통사고 등 기존의 도로교통 문제에 있어서 교통제어 및 도로기하구조, 차량특성이 운전자행동에 미치는 영향을 파악하기 위한 분석용 도구로 활용되고, 시각지각과 도로설계, 교통제어 시스템, 운전자 지원 시스템, 운전기술 등의 분야에서 운전자행태에 관한 연구에 활용하고 있음.

#### 2.3 일본 오사카대학 / 오텍스의 VERS III

교통정체 발생원인의 파악 및 ITS관련 기술개발을 위해 고화질의 도로영상 재현으로 운전자의 시각능력에 관한 연구용 도구로 활용하며, 교통정체 해소를 위한 터널 진입부 설계방법, 도로표지 및 도로안내시스템의 평가, 교통류 시뮬레이션의 모델개발을 위한 운전자 행태분석, 안개지역에 있어서 시선유도시설의 설치 등에 관한 연구 등에 활용하고 있음.

\* 정회원 · 삼보기술단 도로부 이사 · 도로및공항기술사 · 02-3433-3311(E-mail:sbera@chollian.net)  
\*\* 정회원 · 삼보기술단 도로부 부장 · 공학석사 · 02-3433-3135(E-mail:owlowl@hananet.net)  
\*\*\* 정회원 · 삼보기술단 도로부 대리 · 공학석사 · 02-3433-3134(E-mail:jjang7617@naver.com)



### 3. 본론

#### 3.1 실험개요

- 실험일자 : 2005년 ○월 ○일 ~ 2005년 ○월 ○일 (5일간)
- 실험장소 : Driving Simulator 실험실
- 피실험자 구성 : 운전면허를 소지한 1년 이상의 운전경력자를 대상으로 함.
  - 성별 : 남성(13명), 여성(7명)
  - 연령 : 20 ~ 40대
- 가상실험을 통한 현장실험의 난점을 극복함.
- 운전자 운전특성 파악을 통한 대안별 안전성평가 및 비교가 가능함.

#### 3.2 실험 시나리오의 구축

- 대상지역의 도로 기하구조를 반영한 표1과 같은 3개의 실험시나리오를 구축함.
- 실험 시나리오를 구성함.
  - 실험순서
    - 기본안, 대안1, 대안2에 해당하는 차량시뮬레이터 DataBase를 실험시나리오별로 Random하게 배치
  - 과속차량 단속카메라
    - 실험 시나리오별로 Random하게 설치함.
    - 과업시점부 (st. 0+500)에 설치함.
    - 단속카메라 전방 500m앞 주의 표지판 설치(st. 1+000)함.
    - 시나리오별 설치 유형은 표1과 같음.
  - 신호등
    - 실험 시나리오별로 Random하게 설치함.
    - 과업시점부 교차로에 설치(st. 0+000)함.
    - 시나리오별 설치 유형은 표1과 같음.

표 1. Driving Simulator 실험 시나리오

시나리오		실험 진행				
No. 1	실험순서	기본안	→	대안2	→	대안1
	단속 카메라	유		무		유
	신호등	녹색		적색		점멸
No. 2	실험순서	대안2	→	대안1	→	기본안
	단속 카메라	무		유		무
	신호등	점멸		적색		녹색
No. 3	실험순서	대안1	→	기본안	→	대안2
	단속 카메라	무		유		유
	신호등	적색		점멸		녹색
No. 4	실험순서	기본안	→	대안1	→	대안2
	단속 카메라	무		무		유
	신호등	적색		녹색		점멸



3.3 실험방법

- 가상의 평지구간을 대상으로 Driving Simulator 주행환경 적응연습실시함.
- 모집된 피실험자 집단을 대상으로 4가지의 실험 시나리오 중 Random(무작위)하게 선정된 1가지를 실시함.
- 개인속성 조사 및 시나리오별 이미지 조사를 실시함.

4. 결론

4.1 Driving Simulator 실험에 대한 이미지 조사

- 도로 기하구조 설계에 있어 운전자 특성을 고려하기 위해서는 무엇보다 운전자가 실제 도로 주행시 느낄 수 있는 이미지 요인들을 측정하여 평가하는 것이 중요함.
- 따라서, 본 연구에서는 운전자가 실제 도로 주행시 느끼는 이미지를 추출하여 대안별 안전성평가 및 개선 효과 검증을 보완하고자 Driving Simulator 실험에 대한 이미지 조사를 실시함.
- Driving Simulator 실험에 대한 이미지 조사는 기본적인 개인속성과 기하구조 이미지 조사로 구성됨.
- 조사방법은 피실험자 개별에 대한 인터뷰 및 실험환경에 대한 대화식 질문제시방식으로 실시함.

가. 개인속성조사

- 개인속성으로는 성별, 연령, 운전경력 등의 기본항목을 조사함.

나. 도로기하구조 이미지 조사

- 도로기하구조 이미지 조사를 통해 안전성을 평가하고자 하며, 쾌적성과 인지성 측면에서 다음과 같은 7가지 설문조사 실시함.

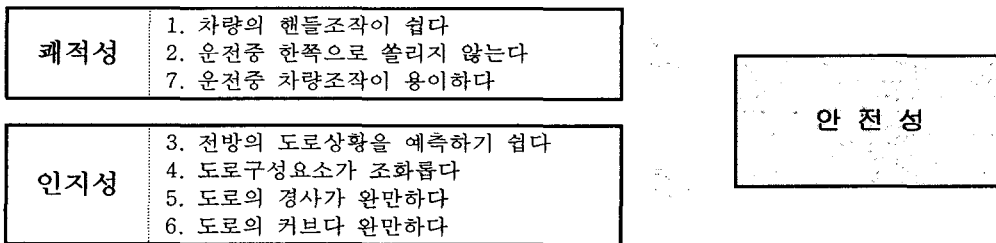


그림 1. 도로기하구조 이미지조사



표 2. 도로기하구조 이미지 조사표

항 목	매우 나쁨	나쁨	보통	좋음	매우 좋음
문 1. 차량의 핸들조작이 쉽다.	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>
문 2. 운전중 한쪽으로 쏠리지 않는다.	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>
문 3. 전방의 도로상황을 예측하기 쉽다.	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>
문 4. 도로구성요소가 조화롭다. (중앙분리대,차선,길어깨 등)	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>
문 5. 도로의 경사가 완만하다.	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>
문 6. 도로의 커브가 완만하다.	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>
문 7. 운전중 차량조작이 용이하다. (기어, 브레이크 등)	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>
문 8. 도로의 기하구조상 차량주행이 안전하다.	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>

다. 도로안전시설의 효과에 대한 이미지 조사

- 과속단속카메라, 미끄럼 방지턱 설치에 따른 과업시점부 경사구간의 안전성 변화를 평가하고자 이미지 조사 실시함.
- 과업시점부 교차로의 신호형태에 따른 안전성 변화를 평가하고자 이미지 조사 실시함.
- 차량유도표시 종류에 따른 차선변경이 차량과업시점부 경사구간의 안전성 변화에 미치는 영향을 평가하고자 이미지 조사 실시함.

라. 개인속성조사 분석결과

- 개인속성조사에서는 실험자들에 대한 일반적인 항목인 성별, 운전경력, 고속도로 운전경력, 고속도로 월평균 운전횟수를 조사함.
- 개인속성 분석결과는 그림2와 같이 남성이 65%, 여성이 35%이며 운전경력 2년 이상인 피실험자가 45%, 2년 이하인 피실험자가 55%의 분포를 보임.

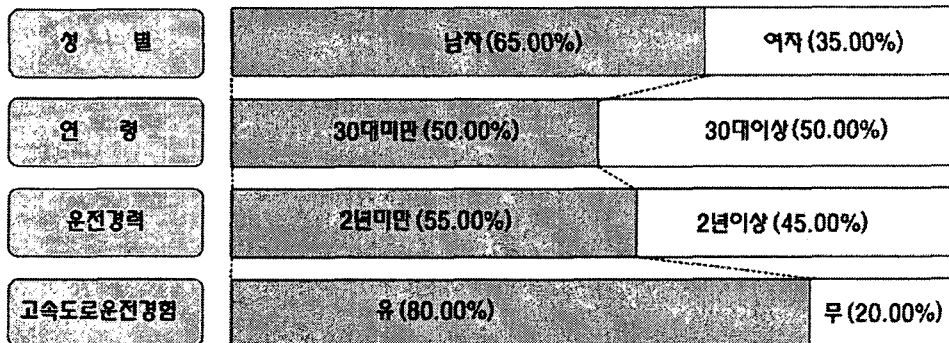


그림 2. 개인속성 분석결과



**마. 도로기하구조 이미지 조사 분석결과**

- 도로기하구조 이미지 조사의 분석결과는 그림3, 그림4와 같음
- 그림3은 인지성 항목에 대한 분석결과이며, 그림4는 쾌적성 항목에 대한 분석결과임.
- 그림5는 차량시뮬레이터에 의한 도로주행시 운전자가 느낀 안전성을 100점 만점의 점수로 나타낸 것임.
- 분석결과 인지성 항목과 쾌적성 항목 모두에서 기본안과 대안1의 경우가 대안2에 비하여 우수한 것으로 나타남.

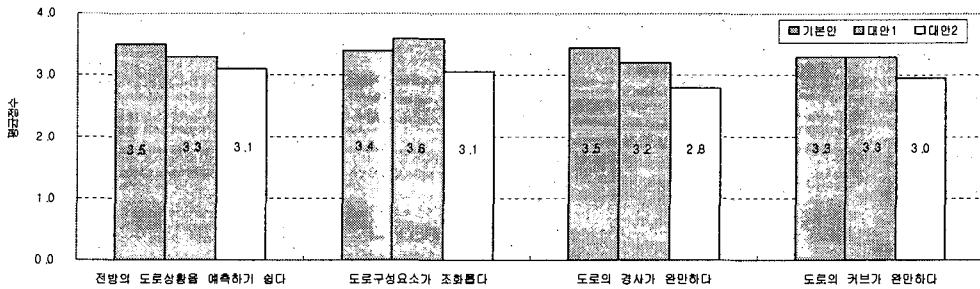


그림 3. 인지성 항목에 대한 도로기하구조 이미지 분석결과

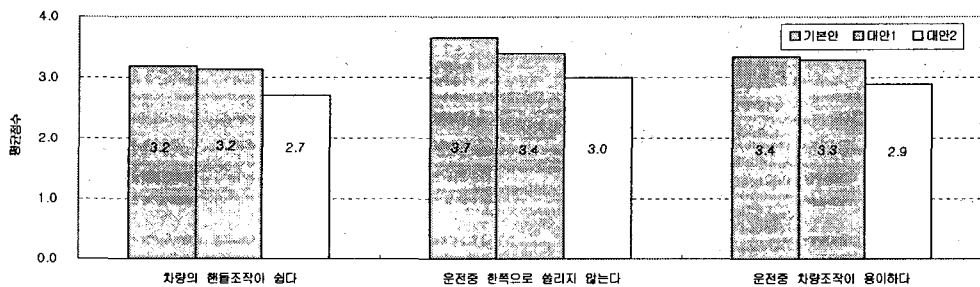


그림 4. 쾌적성 항목에 대한 도로기하구조 이미지 분석결과

- 운전자가 느낀 안전성을 100점 만점의 점수로 분석한 결과 대안1(73.6점)과 기본안(75.7점)이 대안2(68.4점)에 비해 우수한 것으로 나타남.

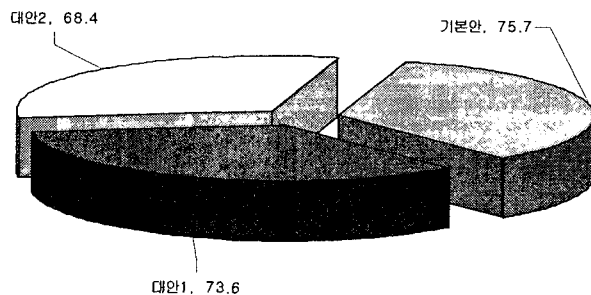


그림 5. 차량시뮬레이터에 의한 도로주행시 운전자가 느낀 안전성 점수

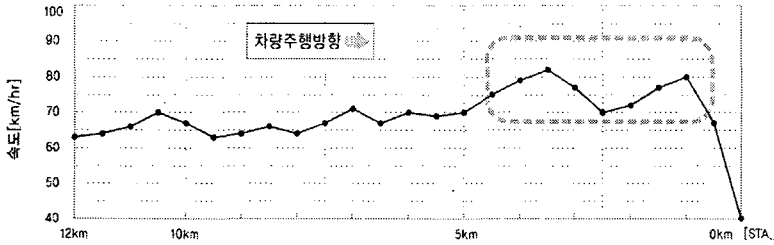
**4.2 Driving Simulator를 이용한 안전성 평가**

Driving Simulator는 안전한 실험실 내에서 위급 상황까지 포함하는 다양한 주행 상황을 반복적으로 재현



하여 도로의 기하구조 및 안전시설물에 의한 운전특성을 파악하고, 이를 통해 과업노선의 안전성을 평가하고자 함.

각 지점별 속도분포를 통하여 안전성 평가를 실시속도를 통해 해당 도로의 쾌적성, 편안함, 안전성등을 인식



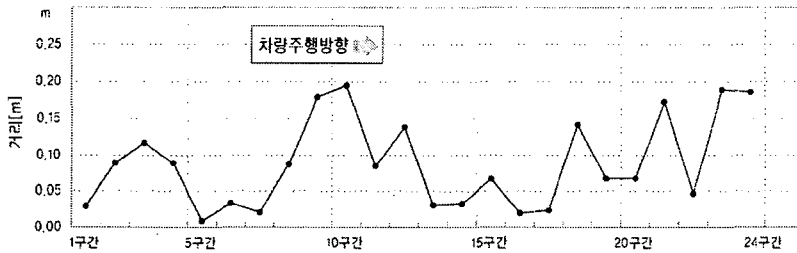
판정 기준

- 속도의 변화가 크면 변경, 추월등에 의해 발생하는 교통사고의 위험성이 커지며
- 속도의 변화가 작게 되면 차량들은 거의 같은 속도로 주행하게 되므로 안전성이 향상된다고 볼 수 있음.

• STA. 0+000 ~ STA. 5+000 부근에서 설계속도를 상회하는 주행특성을 보임

그림 6. 구간별 평균속도

주행궤적 위치 데이터에서 차량이 차선의 중앙에서 벗어난 거리의 편차를 분석하여 안전 주행여부를 파악하였음.



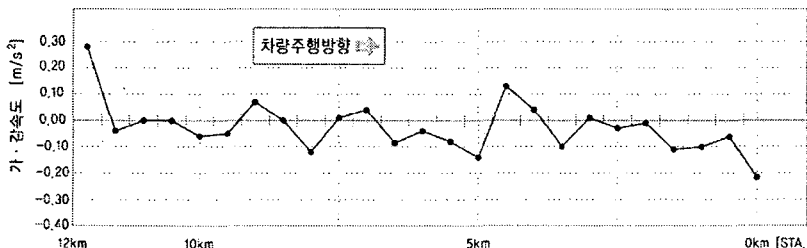
판정 기준

- 거리의 편차가 작을수록 차량은 중앙에서 안전하게 주행 하고 있다고 판단할 수 있음.

• 16개 구간에서 차량이 차선중심과 가장 가깝게 주행하는 것으로 분석되었음.

그림 7. 차량중심과 차선과의 거리분석

운전자가 정상적인 여건에서 속도를 변화시키는 변화율을 지점별 가·감속도로 분석함.



판정 기준

- 운전자가 도로를 주행할 때 주행의 쾌적성은 가속도의 그 자체와 가속도의 변화율로 구분됨
- 지점별 가·감속도를 분석하여 차량의 안전주행 여부를 파악

• 19개 지점에서 가·감속도 분석이 안정적인 것으로 분석됨.

그림 8. 지점별 가·감속 분석