

도로안전성 분석을 위한 도로주행 시뮬레이터 개발 및 응용

김종민*, 노관섭*

A Development and Application of Driving Simulator for Road Safety Analysis

Kim, Jong-min Noh, Kwan-sub

Abstract

In order to reduce traffic accident, the interaction between drivers and roads should be studied in drivers' behaviour standpoints, and then this must be applied to the establishment of the road design standard.

The K-ROADS(KICT-Road Analysis Driving Simulator) was developed to analyze and evaluate the road safety at the project HuRoSAS(Human & Road Safety Analysis System), since 2003. This has two distinct functions. One is the visual system which has 360 degree F.O.V. to reduce a dead angle on black spots as at-grade intersection. The other is the motion system which reproduce high frequency vibration made in irregular road surface and vehicle's motion.

The K-ROADS has been used the study on the effect of alternatives of speed hump, and the study on the interior wall design of long tunnel to safety standpoints.

Key Words: Road Safety, Human Factor, Driving Simulator

* 한국건설기술연구원 도로연구부

1. 서론

도로교통 사고의 원인은 크게 인간, 자동차, 도로환경으로 나눌 수 있으며, 이들 세 가지 원인들은 개별적으로 또는 상호 조합되어 사고를 발생시키고 있다. 교통사고를 미연에 예방하고, 운전자에게 쾌적한 도로주행환경을 제공하기 위해서는, 이들 세 가지 원인과 교통사고와의 관계를 조사하고, 특히, 운전자행태에 관한 연구를 통해 운전자와 도로환경과의 상호관계를 인간공학적 측면에서 명확히 하고, 이를 도로설계에 반영하여야 한다.

운전자행태에 관한 연구는 피험자의 안전과 연구수행의 유연성 확보를 위해서, 실제 주행 상황을 재현하는 도로주행 시뮬레이터가 활용되고 있다. 현재 국내외 대학 및 연구기관에서는 차량 개선이나 운전자행태 분석을 위한 차량 시뮬레이터의 개발연구가 진행 중에 있다.

궁극적으로 도로이용자 측면에서 도로건설을 할 수 있도록 기존 도로에 대해서 인간공학적 평가기법을 도입하여 도로를 개선하고, 이들 자료를 토대로 설계되는 대상 도로의 안전성을 분석 평가할 수 있는 도로주행 시뮬레이터의 개발이 필수적이다.

본 연구에서 개발하는 도로주행 시뮬레이터(K-ROADS : KICT-ROad Analysis Driving Simulator)는 다음과 같은 다양한 도로 분야에서 도로안전성 향상을 위한 실험 연구에 활용될 수 있도록 개발되었다.

- 도로선형 및 노면에 대한 주행안전성 분석 모형 개발연구
- 사고 잦은 곳에 대한 사고원인분석 및 개선방안 연구

- 과속방지시설에 대한 인간공학적 설치기준 연구

2. K-ROADS 설계 및 개발내용

2.1 K-ROADS 설계

K-ROADS는 도로-운전자 측면에서 도로선형과 노면에 대한 도로안전성을 규명하기 위해, 다양한 도로 및 교통조건에서 가상도로 주행실험을 수행하는 연구용 도로주행 시뮬레이터로서 다음과 같은 관점에서 설계하였다.

- **360도 운전자 시야 재현** : 교차로 및 터널 등 다양한 형태의 도로를 평가할 수 있도록 차량의 진행방향 이외에도 측방 및 후방의 도로 및 교통까지 재현
- **노면의 요철 재현** : 과속방지턱, 그루빙 등 다양한 노면안전시설 등을 평가할 수 있도록 노면의 요철로부터 전달되는 미세한 차량진동까지 재현

이러한 관점에서 도로주행 시뮬레이터 설계 시 요구되는 기능들을 표 1에 도로주행 시뮬레이터의 구성요소(하부모듈)별로 정리하였다.

표 1. 하부모듈별 설계 시 요구사항

하부모듈	설계 시 요구사항
차량 시뮬레이션	운전자의 차량제어, 도로노면 조건 등에 따라 차량운동 계산
조작감각 재현장비	주행 시 차량의 핸들, 엑셀 등에 나타나는 조정특성의 재현
시각 재현장비	운전석 창밖 시계 재현(시야각 360도)
청각 재현장비	차량의 주행 소음 재현
운동 재현장비	도로선형 및 노면요철에 의해 발생하는 차량 운동의 빠른 재현
운전행동 조사장비	운전자의 주시점 및 긴장감 측정

2.2 K-ROADS 개발내용

K-ROADS는 HuRoSAS (Human & Road Safety Analysis System) 연구에서 2003년부터 개발하고 있으며, 2004년에는 도로주행 시뮬레이터의 주요한 시각재현기능을 중심으로 개발하였고, 2005년에는 도로선형 및 노면요철에 의한 4바퀴의 진동으로 차량의 움직임을 재현하는 운동재현장비를 개발하였다.

주식회사 엔브이엘소프트는 영상재현장비와 시스템 통합을 이노시뮬레이션은 차량 시뮬레이션, 운동재현장비 개발에 참여하고 있다.

실험차량은 현실감 고조를 위해 full scale의 중형급 차량(소나타 III)을 사용하고 있다. 조작감각 재현장비(제어 힘 로딩 시스템)는 운전자가 핸들조작 시 느끼는 핸들반력을 구현하는 EPS(Electric Power Steering)를 사용하고 있다.

실시간 차량 시뮬레이션은 국민대학교와 이노시뮬레이션이 개발한 16자유도의 차량모델을 사용하고 있으며, 차량제어 및 4바퀴에 대한 도로높이와 노면마찰력을 입력받아 차량의

운동을 계산한다.

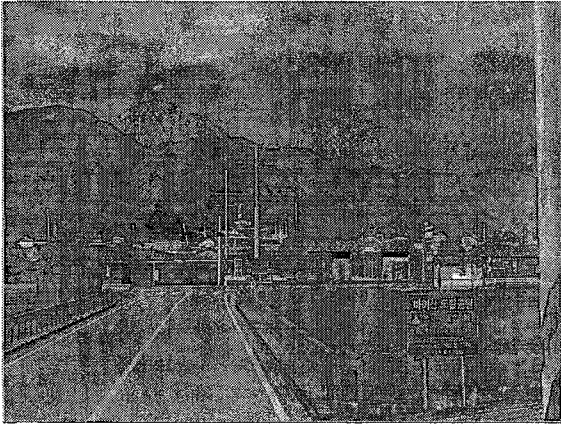
한편 시각재현장비는 360°의 운전자 시야의 도로주행 영상을 8채널의 평면스크린에 재현하도록 설계되었고, 전방 3채널에 대해서는 PC급의 고성능 그래픽카드를 사용하여 고속으로 도로주행 영상을 표현하고 있다. 실시간 렌더링 엔진은 게임엔진으로 공개된 OGRE (Object-oriented Graphics Rendering Engine)를 사용하여, 빠르고 현실감 있는 영상을 재현할 수 있게 되었다.

도로모델은 전라북도 진안군(마이산 부근) 국도30호선을 수치지형도와 현장사진을 이용하여 영상의 질(Quality)을 높였다.

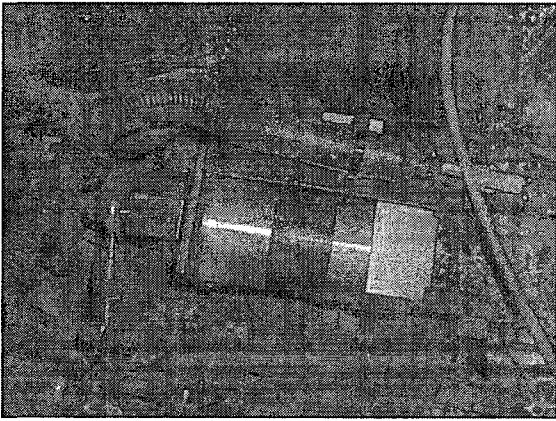
청각재현장비는 엔진회전속도에 따른 음향, 횡방향 그루빙에 의한 노면마찰음 등을 재현하고 있다.



<그림 1> K-ROADS 구성



<그림 2> 마이산부근 국도30호선 도로모델링



<그림 3> 차측모션생성기

운동재현장비는 기존의 시뮬레이터에서 주로 사용되는 6축 모션플랫폼 대신 새롭게 차량 4바퀴의 차축에 직접 고주파의 진동을 생성시키는 독립형 차축모션생성기를 개발하였다. 이것은 6축 모션플랫폼의 낮은 반응속도로 인해 발생하는 Simulator Sickness를 줄이기 위한 설계이며, 미세한 타이어의 진동까지 재현하도록 설계되었다. 이 장비는 도로주행시 가장 많이 발생하는 Roll(전후회전), Pitch(좌우회전), Heave(높이)의 운동의 3요소를 빠른 반응속도로 재현하여, 차량의 가·감속, 회전 등에 의한 가속도의 재현은 물론 고주파

의 미세한 노면요철에 의한 차량의 진동까지 0.5g이상의 가속도로 재현한다.

또한 운전자행태 분석을 위한 안구운동측정기, 심박측정기, 근전도측정기 등의 생체신호 측정장비를 사용하여 도로주행 중에 운전자의 주시대상물, 긴장도, 피로도 등을 측정하여, 인간공학적 측면에서 운전자-도로 간의 상호연관성을 파악하는데 활용한다.

3. K-ROADS 활용

K-ROADS의 특징은 미세한 노면요철에 의한 진동과 현실감 있는 도로주행 영상을 재현할 수 있어, 이를 활용하는 연구를 수행한다.

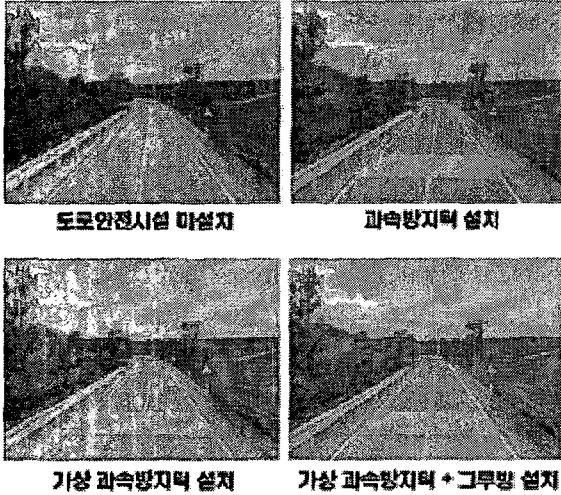
3.1 노면안전시설을 이용한 주행안전성 향상

긴 내리막 직선 끝에 짧은 곡선반경의 곡선이 연결된 도로에서는 긴 내리막 직선의 과속으로 인해 곡선 진입부에서는 급감속 추돌사고나 차로이탈사고 등이 발생하기 쉽다.

이러한 구간에서는 운전자의 주행속도를 안정적으로 줄이기 위해 노면안전시설인 과속방지턱, 이미지헵프가 사용되고 있다. 과속방지턱은 운전자에게 급감속을 유도하여 고속에서 사고의 위험이 있어 국도 등에서는 사용을 금하고 있다. 한편 이미지헵프(가상과속방지턱)는 그 설치 위치를 알고 있는 운전자에게는 감속효과를 기대하기 어렵다.

본 연구에서는 새로운 타입의 노면안전시설(이미지헵프와 횡방향 그루빙)을 제안하고, 이것이 운전자 행태에 미치는 영향과 주행속도의 변화에 대해 연구를 수행하고 있다. 이 연구에서 운전자에게 재현해야할 감각요소는 노면요철에 대한 시각재현은 물론 과속방지턱

및 횡방향 그루빙 통과 시 차량거동과 진동·소음의 재현이 중요하다.



<그림 4> 노면안전시설의 실험대상

3.2 장대터널 내 주행특성

도로건설 시 자연훼손을 최소화하는 방법의 하나로 장대터널의 건설이 필요하게 되었다. 국내의 경우 장대터널은 4.6km의 죽령터널(중부고속도로)이 건설되어 있다. 그러나 장대터널의 단조로운 시환경(視環境)은 졸음 또는 과속을 유발시켜 교통안전이 문제시 된다.

본 연구는 K-ROADS를 활용하여 장래 건설예정인 장대터널에서 발생될 문제점 및 해결방안을 평가하는 연구를 수행 중에 있다.

장대터널 도로모델은 컴퓨터 그래픽의 래디오시티 랜더링 기법을 이용하며 터널내부의 시환경을 제작한다.

또한 고속도로 주행은 먼 거리의 도로 및 교통정보에 대한 영상표현이 중요하다. 그래서 전방 1채널에 대해 3차원 스테레오 영상을 재현하여 영상에 깊이감을 주고 있다. 3차원

스테레오 영상은 2대의 프로젝터로 좌우영상을 편광필터를 통해 재현하고 운전자는 편광필터의 입체안경을 끼고 운전을 하게 된다.

4. 결론

K-ROADS는 기존도로 및 설계단계에 있는 도로를 운전자가 직접 주행하면서 도로안전성을 분석·평가할 수 있는 도로주행 시뮬레이터로서, 2005년도에는 운동재현장비를 추가하여 기본적인 시스템을 완성하였다. 본 시뮬레이터는 현실성 있는 도로주행 영상의 재현은 물론 미세한 노면진동까지 재현하는 특징을 가지고 있다.

2006년도에는 이제까지 개발과정에서 밝혀진 다양한 문제점을 해결하고자 한다. 특히 simulator sickness를 줄이기 위해 본격적으로 8채널 전체에 대한 입체영상화와, 급감속시 차량에 보다 큰 pitch를 재현하는 모션생성기의 보완 등을 계획하고 있다.

K-ROADS는 보다 쉽고 편리하게 운전자와 관련된 도로설계 및 관련시설물에 대한 문제점에 파악하고 이에 대한 해결방안을 찾는 도구로서 활용될 것이다.

후기

본 K-ROADS 개발에 참여한 부산대학교 유완석교수, NVLSoft, INNO Simulation, A&D 3D 등의 관계자 및 자문위원님께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] RoSAS(1차년도) 인간공학적 도로안전성 분석시스템 개발, 한국건설기술연구원,

- 2003.
- [2] RoSAS(2차년도) 인간공학적 도로안전성 분석시스템 개발, 한국건설기술연구원, 2004.
- [3] 윤석준, “시뮬레이션과 시뮬레이터”, 선학사, 2003.
- [4] 강제수 편역, “도로에서의 인간공학”, 엔지니어즈, 2000.
- [5] 이순철, “교통심리학”, 학지사, 2000.
- [6] 건설교통부, “도로안전시설 설치 및 관리 지침”, 2002.
- [7] OGRE, <http://www.ogre3d.org/>