



기존연구에 의하면 교차로 구간의 경우(예측가능) 주행속도가 높을수록 운전자들이 상대적으로 보다 많은 경각심을 갖고 주의를 기울이기 때문에 인지반응시간은 짧아진다. 그러나 본선주행의 경우(예측불가능) 설계속도 160km/h 이상에서 운전자는 500m이상의 장애물을 발견하고 위험한 상황으로 인지하기까지 운전자 시력, 장애물의 형태에 따라 인지반응시간은 증가할 수 있다.

한편 종방향 미끄럼마찰계수는 정지시거 산정에 중요한 설계요소이다. 기존연구는 120km/h까지의 종방향 미끄럼마찰계수 추정식이 있지만, 160km/h 이상에 대해 포장종류 및 상태에 따른 실험검토가 필요하다.

이에 스마트하이웨이 연구에서는 도로주행 시뮬레이터를 이용하여 본선주행 시 주행속도와 운전자 특성별, 주시대상물별 인지반응시간, 정지시거와의 관계를 살펴봐야 할 것이다.

2.2 횡단구성 및 도로선형, 진출입시설

도로횡단구성(차로폭, 길어깨폭, 도로변 Clear zone, 중앙분리대 폭 등)은 차량거동 및 운전자의 심리변화에 의해 결정된다. 운전자가 장시간 고속주행하면 집중력 저하 등 운전자부하(Workload)가 증가하게 되어 차량궤적이 좌우로 불안정해지기 쉽다. 이에 스마트하이웨이에서는 차로폭, 길어깨폭 등에 대해 운전자가 심리적 안전감을 가질 수 있도록 운전자 특성을 고려한 안전여유거리를 검토해야 한다.

도로선형 연구는 초고속주행상태에서 평면 및 종단선형 구성요소의 설계기준을 정립하는 것으로 특히 인간공학적 요소를 고려한 최대직선길이 및 바람직한 곡선길이 산정 연구를 수행한다. 이 연구는 도로주행 시뮬레이터를 이용하여 직선 및 곡선부에서의 운전자의 각성 수준 분석 및 주·야간 운전자 시환경 변화 및 피로도 영향 분석을 수행해야 한다.

진출입시설 연구는 출입시설간 배치간격 및 타시설간의 최소간격 및 연결로 기하구조 기준 등을 검토한다. 여기서 진출입시설은 스마트하이웨이 운영방식에 따라 크게 달라질 수 있다. 예를 들어 스마트하이웨이를 초고속주행과 고속주행환경으로 분리하게 되면(미국 Corridor) 초고속과 고속의 급격한 속도변화에 대한 진출입시설의 연구가 절대적으로 필요하겠지만, 반대로 초고속주행환경과 고속주행환경이 혼재될 경우(독일 Autoban)는 간단히 차로변경만으로 기존의 진출입시설을 이용할 수 있다. 이에 진출입시설에서는 초고속 주행환경이 분리될 경우와 혼재될 경우에 대한 교통류의 안전성에 대한 검토를 도로주행 시뮬레이터를 통해 수행해야 할 것이다.

3. 도로주행 시뮬레이터 개발

3.1 K-ROADS 2007

도로주행 시뮬레이터는 실제 도로환경과 비슷하게 제작된 가상도로를 운전자 위치에서의 주행영상과 주행음을 재현하는 영상시스템 및 음향시스템, 운전자가 실제 자동차를 운전할 때 느끼는 자동차 운동을 계산하는 차량시뮬레이션, 이를 재현하는 실험차량과 운동시스템, 분석을 위해 주행정보를 기록하는 운영기록시스템, 운전자 생체신호 측정시스템 등으로 구성되어 있다.

한국건설기술연구원에서는 도로주행 시뮬레이터 개발을 위해 2003년부터 5년간의 기초연구를 통해 도로시설 평가에 적합한 중대형 도로주행 시뮬레이터(K-ROADS)를 개발하였다. 표1은 K-ROADS 2007의 주요사양을 정리한 것이고, 그림1은 K-ROADS 2007의 주요 사진이다.



〈표 1〉 K-ROADS 2007 사양

종류	성능 및 규격
차량 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> · 실시간 차량 동력학(조향, 현가, 구동, 제동 등) 해석 · 10자유도의 차량 모델 적용
실험차량	<ul style="list-style-type: none"> · 실제 차량(뉴 프라이드)을 개조
영상시스템	<ul style="list-style-type: none"> · 시야각 360도: 8각 평면스크린(전방1채널 고화질 영상시스템) · OpenSecneGraph 엔진으로 현실감 높은 도로모델 재현
운동시스템	<ul style="list-style-type: none"> · 6축 모션플랫폼 : 차량의 거시적 운동재현 · 4축 가진기 : 현가장치의 미시적 진동재현
음향시스템	<ul style="list-style-type: none"> · 차량 엔진음, 바람소리 등 주행소음 재현
운전자 측정시스템	<ul style="list-style-type: none"> · 주행기록: 차량운동 기록 · 안구운동측정기: faceLab/EMR8 · 종합생체신호측정기: 뇌파, 심전도, 피부전기저항 등 측정



〈 실험차량 〉



〈 고화질 영상시스템 〉



〈 4축 가진기 〉



〈 6축 모션플랫폼 〉

〈그림 1〉 K-ROADS 2007 사진



3.2 스마트하이웨이를 위한 도로주행 시뮬레이터 성능향상

스마트하이웨이에서 도로주행 시뮬레이터를 활용하기 위해서는 스마트하이웨이의 연구목적, 실험방법 등을 먼저 검토하고 도로주행 시뮬레이터의 재현능력이 충분한가를 검토하고 부족한 경우 해당부분에 대해 성능향상을 해야 한다.

(1) 차량 시뮬레이션

차량 시뮬레이션은 실시간으로 운전자의 차량조작 신호를 받아 차량 동력학(조향, 현가, 구동, 제동 등)에서 해석하여 차량의 위치, 자세, 가속도 등을 계산한다. 기존의 차량동력학은 10자유도의 차량모델을 사용하여 저사양의 PC에서도 차량의 운동을 재현하였으나, 초고속환경에서 발생한 차량의 횡풍 요소, 기상변화에 따른 미끄럼마찰계수 등을 고려한 보다 정확한 차량 시뮬레이션을 개발해야 한다.

본 연구에서는 고속주행에 따른 정확한 차량의 동적 거동을 구현할 수 있는 다물체 동력학(Multi-body Vehicle Dynamic) 모델과 실시간 동역학 해석 모듈을 개발할 계획이다. 또한 이 차량 시뮬레이션에는 횡풍의 영향을 외력으로 입력받고 또한 실시간 종방향 미끄럼마찰계수를 입력받아 차량의 동적거동을 구현한다.

(2) 실험차량

실험차량의 운전자의 차량조작신호를 차량 시뮬레이션에 전달해 주고 또한 차량의 핸들반력을 재현하여 곡선부 등에서 핸들이 정위치로 돌아오려는 복원력을 재현한다. 기존의 핸들반력은 타이어의 변형 등을 고려하지 못하였으나 본 연구에서는 현장주행 실험을 통해 타이어의 변형까지 고려하여 주행속도, 조향각에 따른 핸들반력을 재현한다.

(3) 영상시스템

영상시스템은 크게 도로주행 영상을 투사하는 프로젝터, 스크린 등의 하드웨어와 도로주행 영상을 생성하는 소프트웨어로 구분된다. 스마트하이웨이의 초고속주행환경은 고속주행환경보다 먼 거리의 장애물을 발견할 수 있어야 하므로 영상시스템의 재현시력이 보다 높아야 한다. 여기서 재현시력은 영상시스템이 가지고 있는 해상도의 한계로 운전자가 인지할 수 있는 능력을 시력으로 표현한 것으로 기존의 영상시스템의 재현시력은 0.7정도로 약 200m정도에서 35cm의 간단한 문자만을 판독할 수 있는 수준을 말한다.

본 연구에서는 프로젝터를 고화질의 영상인 Full HD급 프로젝터를 사용하여 해상도를 높여 보다 먼 거리의 장애물도 표현할 수 있도록 할 것이며, Full HD급 도로주행 영상을 생성하는 프로그램도 개발한다.

(4) 운동시스템

운동시스템은 운전자에게 차량운동을 느끼게 하는 장비로서 기존에는 차량진동 재현이 빠른 현가장치 모션생성기와 지속적인 종단경사를 재현하는 모션플랫폼으로 구성되어 있다. 기존의 모션은 급가감속에 대해 재현능력이 부족하였으나 본 연구에서는 급가감속을 재현하기 위해 모션플랫폼의 알고리즘에 대한 성능향상을 수행한다.

(5) 음향시스템

음향시스템은 운전자에게 차량의 상태를 엔진음 등으로 재현한다. 기존의 음향시스템은 엔진음만 재현하였으나 본 연구에서는 고속주행시 차량내부에서 들리는 주행음은 물론 터널내에서 반사음 등을 주행위치에 따라 재현하도록 한다.

(6) 기타 연구

도로주행 시뮬레이터는 실험의 편리성, 경제성 등의 측면에서 훌륭한 실험도구임은 분명하지만, 사고위험성, 과속에 의한 범칙금 등이 없기 때문에 운전자의 과속경향까지 심리적으로 컨트롤 할 수 없는 것이 사실이다. 또한 시뮬레이터에서는 특히 자동차 게임이나 일인칭 슈팅 게임(FPS)과 같은 시각유발운동에 의한 멀미(simulator sickness)가 발생하는데 이를 줄이도록 연구할 것이다.



4. 결론

스마트하이웨이를 위한 도로주행 시뮬레이터 성능향상은 기존의 시뮬레이터 개발기술을 보다 한 단계 높여 현실감 높은 시뮬레이터를 제작하는데 목적이 있다. 기존의 시뮬레이터는 고속주행 시 현실감이 다소 부족하여 시뮬레이터 결과를 현장에 직접 적용할 수 없었으나 본 연구에서는 시뮬레이터 결과를 현장에 적용할 수 있도록 시뮬레이터의 성능향상은 물론 현장적용 방안에 대해서도 검토할 예정이다.

추후 도로주행 시뮬레이터의 성능향상과 이에 따른 현장적용범위 등 현장적용방안을 연구논문을 통해 소개할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 스마트하이웨이사업단(07기술혁신A01)을 통하여 지원된 국토해양부 건설기술혁신사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

한국건설기술연구원, “인간공학적 도로안전성 분석시스템 개발”, 2007.
한국건설교통기술평가원, “스마트하이웨이사업단 상세기획연구 : 핵심4과제”, 2008.