

승용차의 가상 프로토타이핑

Virtual Prototyping of Passenger Vehicle

고정훈*, 손권**, 최경현**
Jeonghun Ko, Kwon Son, Kyunghyun Choi

ABSTRACT

A virtual prototyping seeks to create virtual environments where the development of vehicle models can be flexible as well as rapid and the experiments can be executed effectively concerning kinematics, controls, and behavior aspects of the models. This paper explains a virtual environment used for virtual prototyping of a vehicle. It has been developed using the dVISE environment that provides actions, events, sounds, and light features. A vehicle model including features, functions, and behaviors is constructed using an object-oriented paradigm and contains detailed informations about a real-size vehicle. A human model is introduced for objective visual evaluations of the developed vehicle model. Simulations for driving tests and reach evaluations are performed, and then results are illustrated in order to demonstrate the applicability of developed models.

주요기술용어 : Virtual Prototyping(가상 프로토타이핑), Virtual Environment(가상 환경), Vehicle System(자동차 시스템), Occupant Model(승객 모델), Object Modeling Technique(객체 모델링 기술)

1. 서론

승용차 생산의 국제 경쟁력 확보를 위해서는 새 모델의 개발 기간을 단축시킬 수 있는 시뮬레이션 기술이 필요하다. 승용차 개발의 가장 중요한 결정들은 초기 원형 생성 단계에서 이루어지기 때문에 시뮬레이션을 이용한 초기 원형의 설

계 및 검증은 중요하다. 그러나 전통적인 시뮬레이션 시스템은 실제 원형을 생성하기 전에 설계의 물리적 경험을 제공하지 못하고, 물리적 원형을 만들기 전에 발생할 수 있는 잠재적인 문제들을 설계자가 시각화하고 방지하기에는 어려운 점이 있다¹⁾. 그것은 CAD 시스템이 설계자에게 3차원 객체의 형상을 시각화하고 정의하는 수단을 제공하지만, 조립품의 동작 및 기능을 구현하지 못하는 단점이 있기 때문이다²⁾. 가상 프로토타이핑은 제품을 CAD로 생성한 뒤, 가상 현실을 이

* 부산대학교 기계설계공학과 대학원

** 정회원, 부산대학교 기계공학부

용하여 모의 실험함으로써 승용차 생산품 개념을 초기에 설계하고, 관찰하기 어려운 특정 부분의 형상 및 기능을 확인하는 과정을 제공한다³⁾.

실제 승용차의 제품이 만들어지기 전에 설계된 모델에서 운전자의 입장에서 내부장치에 대한 조작 자세 및 시야를 검증하는 것이 필요하다. 인체 모델을 사용하여 다양한 운전자 가상 시뮬레이션을 실행할 수 있다. 주행환경을 생성하고 운전자의 시야를 인체모델을 이용하여 시야 평가를 수행함으로써 승용차 운전석의 위치를 재조정한다. 승용차 조작 기구들의 위치가 운전자가 사용하기에 편리한지를 확인하기 위해 인체 모델을 운전석에 앉힌 뒤 리치 평가와 자세 평가를 시행한다⁴⁾. 실제 승용차의 충돌 후 운전자의 반응을 테스트하는 것은 운전자에게 위험할 뿐만 아니라 많은 경비가 소요된다. 충돌시 운전자의 반응을 애니메이션으로 구현하면 운전자의 자세와 시각의 변화를 관찰할 수 있다.

본 논문에서는 가상 프로토타이핑을 위한 환경을 개발하여 승용차에 대한 의장과 기능성 등을 현실감 있게 구현하였다. 개발된 승용차 모델은 객체 지향 접근법을 이용하여 승용차 객체의 논리적인 구조와 기능 및 행위들을 모델링하였다. CAD 시스템을 사용하여 개발된 승용차 객체 모델들인 샤시, 프레임, 타이어 등의 형상을 3차원 그래픽 모델로 생성하였다. 인체 모델을 승용차에 앉혀 주행 시뮬레이션, 충돌시 운전자의 반응, 시야 및 리치 평가도 실현하였다.

2. 승용차 객체 데이터 모델링

객체 지향 접근법을 이용하여 승용차 객체 데이터 모델을 개발한다. 이 접근법은 사고의 과정을 질서 있게 구성하고 설계 활동들을 분리시킴으로 해석과 설계에 대한 전통적인 접근 방식보다 뛰어난 이점들을 제공한다. 전통적인 접근 방식은 절차 지향 방법으로 실제계의 문제를 기능의 관점에서 분해하여 기능 전개에 따라 전역 변수를 사용하는 방법이다. 이 방법은 시스템의 특

성을 나타내는 변수를 조작할 때 여러 절차간의 관련성을 파악하기에는 어려운 점이 있다. 객체 지향 접근법은 실제계를 구성하는 요소 중 유사한 특성, 특징, 그리고 동작을 가지고 있는 객체들의 집합을 클래스로 분류하여 각 클래스간의 관계를 정의하는 방식이다. 이 방법은 실제계를 그대로 묘사하기 때문에 각 클래스간의 관련성을 파악하기 쉽고, 클래스를 특징짓는 여러 가지 변수의 변화에 따른 시스템 전체의 변화를 쉽게 파악할 수 있다.

본 논문에서는 객체 지향 접근법으로서 OMT(object modeling technique)를 사용하여 승용차의 객체 데이터 모델을 정의한다. OMT⁵⁾는 객체 모델, 동적 모델, 함수 모델로 구성되는 포괄적인 분석과 설계의 방법이다. 객체들의 정적인 구조는 클래스와 클래스들 간의 관계를 보여주는 객체 모델로 정의한다. 객체 모델의 동적인 특성은 이벤트와 행위로 정의되는 동적 모델과 데이터의 흐름과 처리 과정으로 구성되는 함수 모델로 구현한다.

2.1 승용차의 객체 모델

승용차의 객체 모델은 시스템 전체를 객체들로 구성하고 이들 객체들 사이의 관계를 정의한다. 클래스는 유사한 특성, 특징, 그리고 동작을 가지고 있는 객체들의 집합을 정의한다. 같은 범주의 특성과 작동들로 클래스를 구성하여 정적인 구조의 계층을 형성한다. 클래스간의 관계를 정의하는 방식으로 상속(inheritance), 연관(association), 다수(multiplicity), 집합(aggregation) 등으로 구성된다. Fig. 1에서 전체적인 승용차 시스템을 집합, 연관 또는 다수 관계의 클래스로 분류하였다. 집합 관계는 어떤 것의 요소인 객체가 전체적인 어셈블리에 연관되어 있다는 것을 보여주는 부분과 전체의 관계를 정의한다. 연관 관계는 두개 또는 더 많은 객체들 사이의 논리적 연결 관계를 묘사한다. 다수 관계는 하나의 클래스의 얼마나 많은 예(instance)들이 연관된 클래스의 하나의 예에

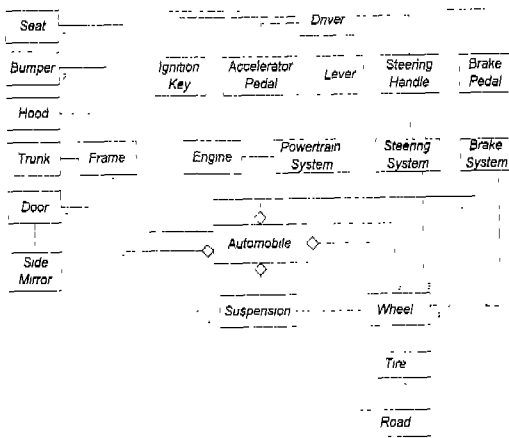


Fig. 1 Object model of passenger vehicle

연결되어 있는지를 특정화한다.

승용차는 프레임, 엔진, 파워트레인, 스티어링 시스템, 서스펜션 시스템, 브레이크 시스템, 허브의 클래스로 이루어진 집합 관계를 정의한다. 프레임은 의자, 범퍼, 후드, 트렁크, 문, 사이드 미러와 연관 관계를 가진다. 운전자가 시동키, 액셀레이터, 레버, 스티어링 핸들, 브레이크 페달을 작동시킬 때 엔진이나 파워트레인, 스티어링 시스템, 브레이크 시스템이 논리적으로 작동되므로 이들 클래스간의 관계를 연관 관계로 정의한다. 클래스에 나오는 숫자는 연관의 다수 관계를 표현하는 것으로 관련된 객체들의 수를 나타낸다.

2.2 승용차의 동적 모델

동적 모델은 시간에 따른 객체들의 변화와 객체들 사이의 관계 변화를 보여주는데 동적 모델링의 중요한 구성은 이벤트(event)와 상태 개념으로 이루어진다. 이벤트는 시간 지연을 가지지 않는 순간적인 외부의 자극이고, 상태는 이벤트에 대한 객체의 반응으로 시간 지속성을 가지는 변화 및 행위로 정의된다. Fig. 2는 운전자가 조작 장치에 이벤트를 발생시킬 때 승용차의 주행 상태의 변화를 나타내는 동적 모델이다. 운전자는 핸들을 통해 승용차의 진행 방향으로 결정하고, 변속 레버, 액셀레이터, 브레이크를 통해 승용차의 진행 속도를 결정한다. 각각의 조작장치에는

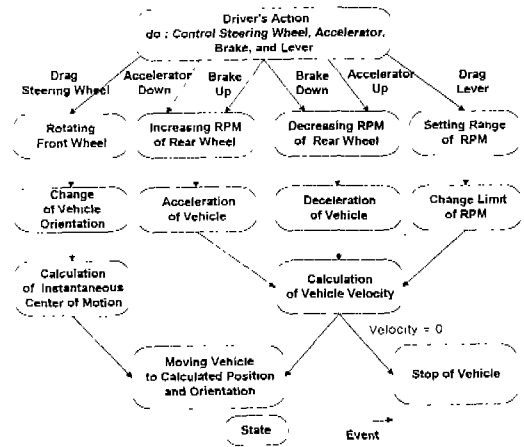


Fig. 2 Dynamic model of passenger vehicle

이벤트와 그에 반응하는 상태가 정의되어, 운전자가 여러 가지 이벤트를 전달함으로써 각 객체는 반응하여, 최종적으로 승용차의 위치와 방위가 계산되어 움직이게 된다. 핸들을 돌릴 때 앞쪽 바퀴에 이벤트가 전달되어 앞쪽 바퀴는 핸들의 현재의 각도에 따라 회전하게 된다.

2.3 승용차의 함수 모델

함수 모델은 다양한 데이터 입력에 따른 출력값을 나타내어 주기 위한 모델로서 외부 입력으로부터 출력값의 흐름을 보여주는 다중 데이터 흐름도로 구성되어 있다. Fig. 3과 같이 승용차 주행의 함수 모델을 구성하였다. 승용차 주행시 위치와 방위를 결정하기 위하여 여러 가지 자료의 흐름과 처리를 보여준다. 운전자가 액셀레이터의 각도, 변속기 레버의 단계값을 데이터로 주게 되면 분당 회전수가 계산된다. 그리고 핸들의 각도를 주게 되면 승용차의 앞쪽 바퀴의 회전값이 산출된다. 지면 데이터와 반응하는 부분은 동역학적 해석 후 근사식을 구하여 특정지면을 지날 때 승용차의 위치와 방위가 산출된다.

2.4 3차원 형상 모델 생성

가상 프로토타이핑에 필요한 승용차와 주변 환경의 형상을 생성하기 위해서는 CAD 도구를 사용하여야 한다. 본 연구에서는 Pro/ENGINEER⁶⁾

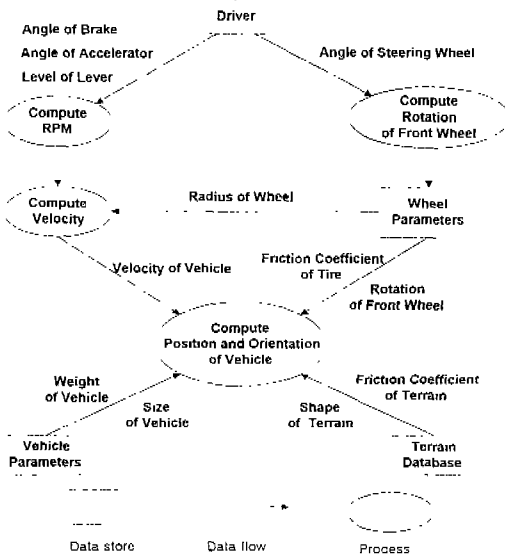


Fig. 3 Functional model of passenger vehicle

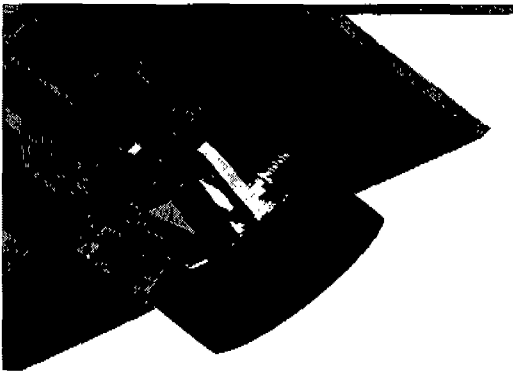


Fig. 4 CAD model of passenger vehicle

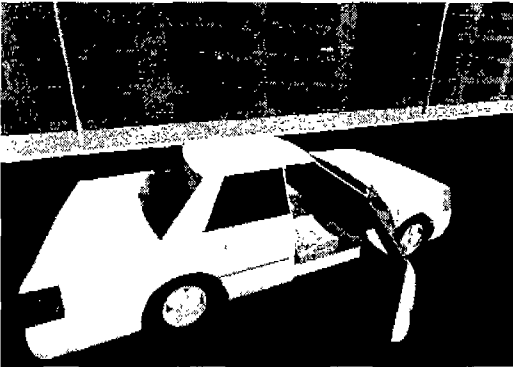


Fig. 5 Passenger vehicle model in virtual environment

를 CAD 도구로 사용하여 설계된 객체 모델을 따라서 계층구조를 형성하였다. Fig. 4는 서스펜션과 하체의 모델링된 부분을 보여준다. 3차원 그래픽 객체들의 계층 구조는 가상 프로토타이핑 환경으로 변환시 그대로 전달된다.

가상 프로토타이핑을 위해 변환 데이터를 최적화하고 객체의 위치와 방향을 지정한다. 생성된 객체의 움직임을 구현하기 위하여 동적 좌표계를 원하는 위치에 추가한다. 각 객체의 하위 구조는 상위 구조에 종속된다. 상위 구조의 움직임에 따라 하위 구조가 함께 움직이며, 특정한 움직임이 필요한 객체에는 구속 조건을 부여하여 이탈된 움직임이 발생되지 않도록 한다. 예를 들면, Fig. 5는 차문이 열린 것을 보여준다. 차문의 회전축에 동적 좌표계를 생성하고 회전축 방향 이외에는 구속을 주어, 마우스로 문고리를 클릭하여 이벤트를 발생시킬 때 열리게 한다. 상위 객체인 차문이 회전함에 따라 차의 창문, 차의 문고리 등의 하위객체는 종속되어 함께 움직이게 된다. 이와 같이 핸들, 레버, 액셀레이터, 브레이크, 휠 등의 객체에 동적 좌표계를 추가하여 움직임을 구현한다.

3. 가상 환경 구축

3.1 가상 환경의 구조

가상 프로토타이핑을 실현하기 위해서 현실감 있는 환경의 생성은 중요하다. Fig. 6은 가상 프로토타이핑을 위한 전체적인 구조를 보여준다. 음향, 승용차 및 주변 환경의 형상, 텍스처, 인체 모델, 주행 해석 데이터를 생성함으로써 가상 프로토타이핑의 요소 모델들을 생성하여 객체 모델에 연결하여 가상 환경을 구축한다. Fig. 7은 객체 모델의 구현 및 시뮬레이션이 수행되도록 dVISE⁷⁾를 이용하여 개발된 가상환경의 GUI가 보여진다. 본 연구에서 사용된 dVISE는 가상 제품을 설계하기 위해 영국에서 개발한 소프트웨어이다.

3.2 주행 환경 모델

가상 환경 중 승용차의 주행 환경의 그래픽 모델을 객체 모델로 구성하였다. 주행 환경은 인공적인 환경과 자연 환경으로 이루어져 있으며 인공적인 환경은 교통 환경과 건축물들로 구성된다. 주행환경의 주요 요소의 형상을 CAD로 생성한 뒤 텍스처를 생성하여 각각의 요소에 입힌다. Fig. 8은 단순한 기하학적 형상의 요소에 텍스처를 입힌 주행 환경을 보여주고 있다. 텍스처는 디지털 카메라로 특정 장소나 주위의 건물을 촬영하거나 스캐너로 사진을 인식시켜 생성한다. 각 환경 요소의 스케일 및 위치와 방위는 자유롭게 조절 가능하다. 최종적으로 스크린에 나타내고자 하는 환경의 종류를 선택하여 승용차 모델의 파일에 환경 파일을 추가한다.

3.3 빛과 음향 모델

빛과 음향은 각 객체의 특성에 포함되어 있으며 이벤트를 발생시켜 그 정보를 사용할 수 있다. 빛의 효과를 주어야 할 객체는 전조등, 실내등, 방향 지시등이다. 빛의 효과를 주기 위해서는 객체의 재료 성분과 빛의 형태를 정의해야 한다. 예를 들면 자동차의 실내등을 켜기 위해 버튼을 누를 때 재료 성분이 밝게 변하면서 Fig. 9와 같이 스포트라이트(spotlight) 형태의 빛이 발산하게 된다. 이외에 전조등 및 방향 지시등의 효과를 구현한다. 전조등의 경우는 핸들 옆의 전조등을 켜기 위한 스틱을 조절하여 재료의 방출 성분을 일정하게 반복적으로 변화시켜 생성할 수 있다. 음향은 객체의 움직임에 현실감을 더욱 증가시키는 효과이다. 경적, 문의 개폐, 시동, 주행 시의 음향을 생성한다. 예를 들면, 경적을 울리기 위해 핸들의 경음기를 누를 때 경음기가 울러지는 시각 효과와 함께 경적은 울리게 된다.

3.4 인체 모델

새로운 승용차 모델의 운전석에서 시야 및 리치 평가를 실행하고 충돌시 승객 시뮬레이션을

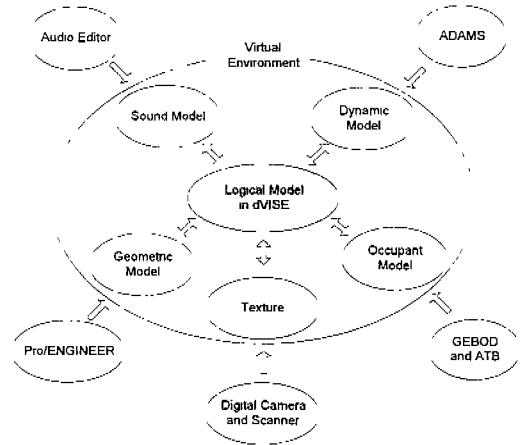


Fig. 6 Virtual prototyping construction for vehicle

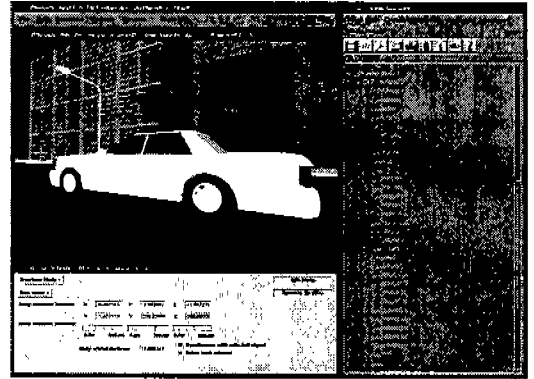


Fig. 7 dVISE environment

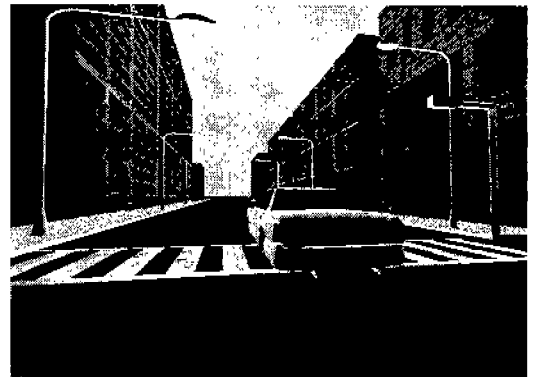


Fig. 8 Driving environment with texture

위해 인체 모델을 생성한다. 인체 모델은 두 종류를 선택하는데 시야 및 리치 평가를 위해서는 dVISE에서 제공하는 인체 모델을 생성하여 사용

하고, 충돌 시뮬레이션을 위해서는 GEBOD⁸⁾을 이용하여 직접 인체 모델의 CAD데이터를 생성한다. GEBOD은 미공군에서 개발한 인체 모델을 생성하는 프로그램이다. GEBOD은 생체역학적으로 사람과 비슷한 충격응답이 얻어지도록 15개 또는 17개의 몸의 구성요소로 이루어져 있는 더미의 데이터 파일을 생성한다. 충돌 시뮬레이션을 위해 Fig. 10과 같은 과정을 통해 인체 모델을 생성하였다. GEBOD을 실행시켜 원하는 인체 모델의 데이터를 얻어 CAD를 이용하여 형상을 생성한 뒤 가상 환경을 변환한다. GEBOD에서 생성된 인체모델은 자동차의 충돌시 인체의 거동을 해석해 주는 프로그램인 ATB⁹⁾ 프로그램에 입력으로 주어, 충돌시 승객의 동역학 데이터를 객체 모델에 각각 연결시킨다.

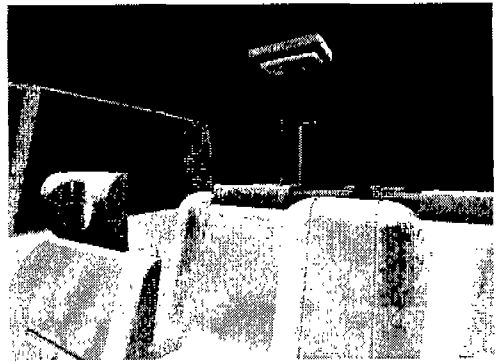


Fig. 9 Light effect

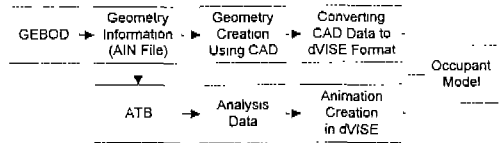


Fig. 10 Human model creation process

4. 승용차의 주행 시뮬레이션

승용차 주행의 현실감을 증대하기 위해서는 실세계에서 지면데이터에 대한 반응을 현실감 있게 구현할 수 있어야 한다. 실시간 운전 시뮬레이션을 위해서는 지면데이터를 실시간으로 인식하고, 지면과 타이어간의 실시간 상호작용을 시뮬레이션 하여야 한다¹⁰⁾. 지면 데이터와 타이어간의 상호작용은 승용차 중심의 위치와 변위에 영향을 주기 때문에 시뮬레이션의 정확성을 요구한다. 그러나 실시간 동역학 해석은 방대한 컴퓨터 메모리와 프로세스 처리기술이 필요하다. 동역학 해석을 분리시키고 해석 데이터를 승용차의 데이터 구조에 저장시킴으로 이러한 문제를 해결하는 방안을 제시한다. 여러 지면 데이터 중 범프를 통과할 경우에 대하여 제시된 방법으로 실시간 운전 시뮬레이션을 구현한다.

4.1 승용차의 동역학 모델링

승용차 시스템의 총 자유도는 Table 1과 같이 14자유도로 모델링하였다. 4개의 바퀴와 샴시를 각각 물체로 잡아 5개의 물체로 시스템을 구성하였다. 시스템을 구성하는 각 객체의 질량과 관성

Table 1 Calculation of D.O.F. for vehicle model

Body	5×6	30
Suspension (Four bar link structure)	4×1	4
Revolute joint	4×5	-20
Total D.O.F.		14

Table 2 Masses and inertia moments

Member	Mass [kg]	Moment of inertia [kg · m ²]					
		Ixx	Iyy	Izz	Ixy	Iyz	Izx
Left rear wheel	35	0.2	0.2	0.4	0	0	0
Right rear wheel	35	0.2	0.2	0.4	0	0	0
Left front wheel	25	0.15	0.15	0.3	0	0	0
Right front wheel	25	0.15	0.15	0.3	0	0	0
Chassis	1300	375.5	1405.3	1114.4	48.5	0	0

모멘트는 Table 2와 같다. 질량과 관성 모멘트는 모델링된 승용차의 각 객체의 물성치를 주게 되면 Pro/ENGINEER에서 계산되어진다.

모델된 승용차의 서스펜션 시스템은 dVISE에서 Fig. 11과 같이 SLA(short long arm)형이다. ADAMS¹¹⁾로 해석하기 위해 앞쪽과 뒤쪽의 SLA형 모델링을 4절 링크형태로 단순 모델링하였다.

Fig. 12에 앞쪽 서스펜션의 치수가 나와 있다.

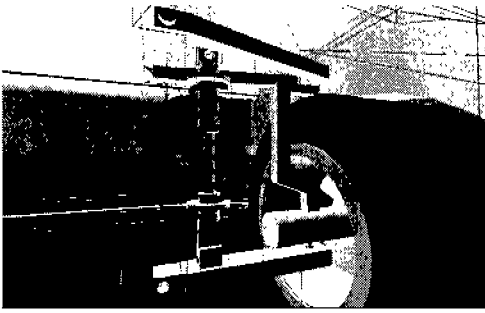


Fig. 11 SLA suspension in dVISE

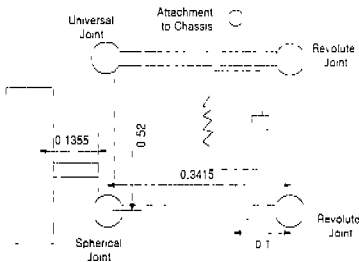


Fig.12 Simplified modeling for front SLA suspension

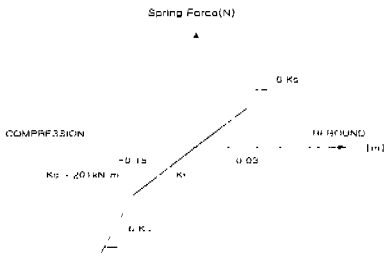


Fig. 13 Spring characteristic of front suspension

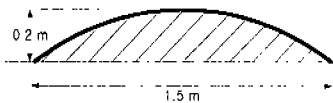


Fig. 14 Bump shape

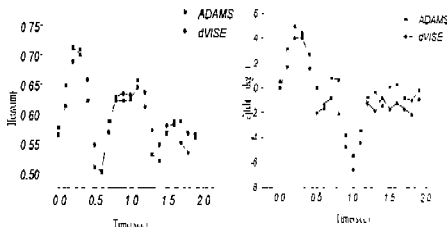


Fig. 15 Data comparison in the bump pass

앞쪽과 뒤쪽 서스펜션의 특성은 Fig. 13에 나타난 것처럼 선형 스프링에서 변형이 정해진 범위를 넘어설 때는 스프링 상수가 갑자기 커지는 비선형 효과를 가지는 것으로 모델링하였다. 정적 평형 위치의 앞 뒤 스프링의 길이는 각각 0.43, 0.52 m이다. 앞 뒤 완충기(shock absorber)의 댐핑상수는 각각 10, 15 kN · sec/m로 하였다.

타이어의 수축량과 힘과의 관계는 1차식으로 가정하여 $F = c \cdot p$ 로 표시하였다. 여기서는 c 는 상수이고 p 는 타이어의 수축량이다. 앞쪽과 뒤쪽의 반경 방향의 타이어 강성은 500 kN/m이다. 서스펜션 강성과 타이어의 강성은 모델링된 승용차의 범프 통과시 상하방향 가속도의 FFT 분석을 통해 조절하였다.

4.2 범프 통과 시뮬레이션

그래픽 승용차의 주행 중 범프와의 충돌이 발생할 때의 시뮬레이션을 구현하기 위해서는 타이어와 범프의 접촉을 인식해야 하고 승용차의 속도에 따른 동역학 해석 자료가 필요하다. 타이어와 범프가 접촉하는 것을 인지하기 위해서 타이어의 형상 데이터가 범프의 형상데이터와 간섭을 일으킬 때 dVISE의 충돌 이벤트를 사용하여 승용차에게 알린다. 승용차가 범프를 통과할 때의 거동을 ADAMS로 시뮬레이션하여 dVISE로 해석된 데이터를 따라 애니메이션을 실행하게 된다.

승용차의 임의의 속도에 따른 범프 통과 시뮬레이션을 구현하기 위해 ADAMS를 이용하여 속도가 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 m/s일 때 범프 통과 해석 데이터를 구한다. 해석에 사용된 범프 통과 해석 데이터를 구한다. 해석에 사용된 범프의 형상은 Fig. 14와 같다. ADAMS를 이용한 해석 결과를 정보로 하여 속도에 따른 승용차의 서지(surge), 히브(heave), 피치(pitch) 값을 시간에 따라 속도를 변수로 하는 근사식을 구한다. 양쪽 바퀴가 동시에 범프를 통과하는 것을 가정하였기 때문에 스웨이(sway), 요(yaw), 롤(roll) 값은 무시할 만큼 변화가 적다. dVISE의 이벤트와 액션

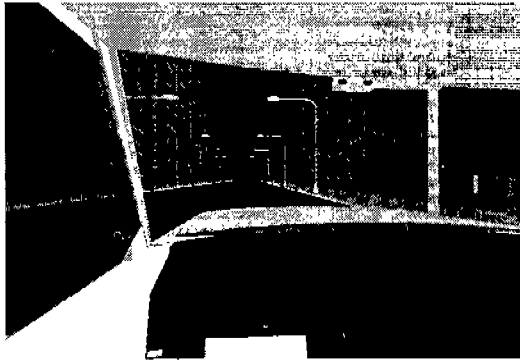


Fig. 16 Driver's view field



Fig. 17 Driver's reach and posture assessments

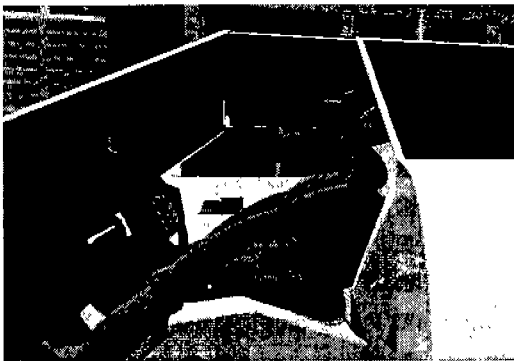


Fig. 18 Driver's response when crash occurs

윈도우에서 구해진 근사식을 정의한다. 승용차가 범프를 통과할 때 속도에 따라 근사식을 통해 승용차의 위치와 방위가 산출된다. Fig. 15는 임의의 속도 중 3.3 m/s로 승용차가 범프를 통과할 때 범프와 타이어의 형상의 간섭 이후 2초간 ADAMS와 dVISE 시뮬레이션의 히브값과 피치

값을 비교한 것이다.

5. 인체 모델을 이용한 시뮬레이션

5.1 시야 및 리치 평가

승용차 모델을 위한 개념적 원형을 생성한 뒤 실제로 운전자의 입장에서 승용차 내부의 조작장치의 위치를 검증하고 시야를 평가하는 것이 필요하다. 시야 평가는 운전석에 앉은 인체 모델의 입장에서 시야를 체험하거나 시야 절두체(view frustum)를 생성함으로써 운전자의 시야가 어떠한 범위에 있는지를 평가할 수 있다. 인체 모델을 생성한 뒤 승용차 모델 내의 운전석 앉힌다. 상하 시야 평가를 위해 승용차 전방의 도로 평면에 신호등을 세운 뒤 도로 평가를 위해 승용차 전방의 도로 평면과 신호등이 보이는지 그렇지 않는지 여부를 인체 모델의 시점을 통해 평가한다. Fig. 16은 운전자의 위치에서 상하 시야를 측정하는 것이다. 좌우 시야 평가는 좌우의 펜더(fender) 상 위 위치점을 운전자가 볼 수 있는지를 평가한다.

리치 평가는 손과 발의 포락면 생성으로 조작장치가 포락면 안에 있는지를 평가한다. 또는 손을 핸들이나 레버 등의 위치에 놓거나 발을 액셀레이터나 브레이크에 놓음으로 역기구학에 의해 계산된 자세를 통해 평가할 수 있다. 이에 따라 운전석 내부의 조작장치의 위치를 재조정한다. Fig. 17은 운전자가 레버를 작동하는 자세와 오른손의 리치영역을 나타내는 포락면을 보여준다.

5.2 충돌시 승객 시뮬레이션

실제 운전자가 탑승 후 승용차 충돌 현상을 체험하는 것은 위험하다. 승용차의 충돌시 가상적인 공간에서 운전자의 자세를 구현하는 것은 시간과 경비를 절감한다. 또는 승용차 시뮬레이터에 적용하여 그래픽 효과를 통해 운전 현실감을 증대시킬 수 있다. 일반적인 충돌시 운전자 해석 프로그램은 그래픽 효과가 미흡하여 시점의 이동이 자유롭지 못하다. 운전자 입장에서 현실감 있는 가상 체험을 제공하기 위해서는 시점을 운전

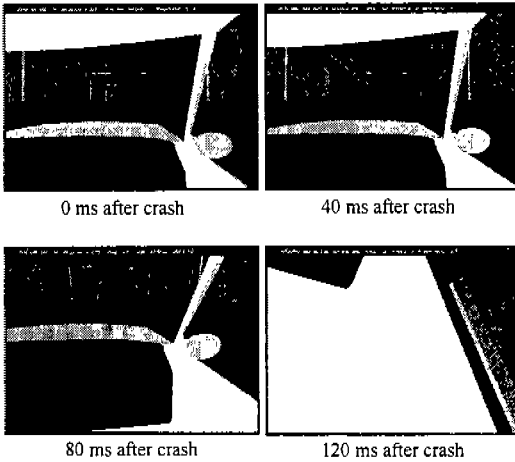


Fig. 19 Change of passenger's view field

자의 시각에 고정시켜 운전자의 시야가 변화하는 과정을 보여줄 수 있어야 한다. ATB 프로그램을 이용하여 운전자의 자세의 변화 데이터를 얻은 뒤 그래픽 구현을 위해 ATB에서 제공하는 VIEW 프로그램을 사용하지 않고 구축된 가상 환경에서 구현한다.

3차원 그래픽 환경에서 승용차가 주행하다가 다른 객체와 충돌이 발생할 때 사운드가 발생하고 주행 속도에 따른 애니메이션을 구현한다. Fig. 18는 차가 10 km/h의 속도로 달리다가 충돌 후 멈췄을 때 0, 80, 160 ms 일 때의 운전자의 자세를 연속적으로 보여준다. 이때 원하는 관찰 시점에서 운전자의 자세의 변화를 볼 수 있다. 충돌 시 보기를 원하는 각 부분의 움직임도 개별적으로 볼 수 있다.

운전자나 승객의 위치에서 충돌 효과를 체험하기 위해서는 시점을 인체 모델의 시각에 고정시킨다. 이러한 조건이 부여되면 충돌이 발생할 때 승용차와 주위환경은 상대적으로 움직이게 된다. 음향 효과를 생성하고 몰입감 형성을 위해 아이글래스(I-Glasses)를 착용하면 충돌현상을 가상 체험할 수 있다. Fig. 19는 승용차가 10 m/s의 속도로 주행하다가 장벽과 부딪혔을 때 운전자 옆의 조수석에서 키가 187 cm인 승객의 시야 변화를 보여준다.

6. 결론

객체 모델링 기술을 이용하여 승용차의 객체 데이터 모델을 개발하였다. 개발된 객체 데이터 모델은 논리적인 관계를 만들고 그것을 가상 프로토타이핑을 시행할 환경에 최적화 하였다. 승용차 부품의 재료, 텍스처, 빛, 소리 등의 특성과 행위를 정의하였다. 승용차의 주요 기능은 이벤트와 상태에 의한 동적 모델과 데이터와 프로세스에 의한 함수 모델로 구현하였다. 가상 공간에서 승용차의 모델의 각 부분의 형상을 볼 수 있고 동작해 볼 수 있다. 주행 환경을 생성하여 승용차의 주행시 현실감 있는 가상 공간을 제공할 수 있다. 인체모델을 사용하여 시야 및 자세 평가를 통해 승용차 내부의 운전석 및 여러 가지 조작 장치의 위치를 검증하였다. 승용차 충돌시 인체 모델의 애니메이션을 구현하여 승객의 반응을 볼 수 있고 승객의 시점의 변화를 볼 수 있다. 컴퓨터 기반의 시뮬레이션 시스템에서 승용차 가상 모델의 기능에 현실감을 부여하고 설계, 시험 및 평가 도구를 제공하여 개발 시간을 단축할 수 있는 방법을 제공하였다.

후 기

본 연구는 98년도 과학재단 특정연구(97-0200-10-01-5)의 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

1. L. Ye and F. H. Lin, "Virtual System Simulation", Proceeding of the 22nd International Conference on Computers and Industrial Engineering, pp. 304-306, 1997.
2. M. K. D. Coomans and R. M. Oxman, "Prototyping of Designs in Virtual Reality", Proceeding of the 3rd Conference on Design and Decision Support System in Architecture and Urban Planning, Spa, Belgium, August, 1996.

3. M. Hofmann, "Virtual Prototyping of Vehicle Control Systems", International Symposium on Advanced University of Technology, pp. 1105-1124, 1996.
4. E. C. Kingsley, N. A. Schofield, and K. Case, "SAMMIE - A Computer Aid for Man Machine Modeling", Computer Graphics, Vol. 15, No. 3, pp. 163-169, 1981.
5. J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy, and W. Lorsen, Object-Oriented Modeling and Design, Prentice-Hall International Inc., 1997.
6. Pro/ENGINEER, Part Modeling User's Guide, Parametric Technology Corporation, 1997.
7. dVISE User Guide, Division Ltd., UK, 1998.
8. H. Cheng, L. Obergefell, and A. Rizer, Generator of Body Data(GEBOD) Manual, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1994.
9. L. Obergefell, T. Gardener, I. Kaleps, and J. Fleck, Articulated Total Body Model Enhancements, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1988.
10. D. R. Turpin and D. F. Evans, "High-Fidelity Road/Tire Interaction Models for Real Time Simulation", SAE Paper 950170, 1995.
11. ADAMS User's Manual, Mechanical Dynamics Inc., U. S. A., 1994.
12. W. E. Woodson, B. Tillman, and P. Tillman, Human Factors Design Hand book, McGraw-Hill, New York, 1992.