

# CAD/CAE 기법을 이용한 자동차 동역학적 시뮬레이션

노 창 수\*

## Automobile Dynamic Simulation using CAD/CAE

*Chang-Soo Roh\**

### ABSTRACT

The dynamic simulation for automobile running on bumpy road is introduced. The modeling method that is a very close approximation to automobile is presented. Because the output printed at every integration time step is lots of amount, to save the time of interpretation of dynamic response, the ouptput data are interactively processed by PLOT88, also a configuration of automobile is generated by animated graphic displays using PADL and APPLICON.

### 1. 서 론

컴퓨터의 발달로 인해 1970년대 부터 일반적인 기계시스템의 기구학 및 동역학적 해석용 프로그램들이 개발되기 시작하였다. 이들 중 대표적인 프로그램은 DYMAC(1970), DAMIN-DRAM(1971), IMF(1972), ADAMS(1973) 그리고 DADS(1980)이다. 이 프로그램들의 해석결과는 강체 혹은 링크들의 위치, 속도, 가속도 그리고 반력 등으로 표현되며 적분시간 간격마다 출력된다. 이 출력된 방대한 결과의 검토 및 분석은 주로 인쇄된 자료를 토대로 행하여 졌으며 이는 많은

시간의 낭비와 분석의 오류를 범하는 원인이 된다. 이의 개선책으로, CAD/CAE기법을 이용한 post-processing 프로그램을 개발하여 동역학적 해석 결과를 모니터상에 표출시켜 시뮬레이션함으로써 해결할 수 있다.

이의 기대효과는 모니터상에서 동시에 많은 모델들을 단시간에 검토할 수 있고 모델링 분석 및 설계변경을 용이하게 수행할 수 있으므로 신제품 개발시 기간 단축 및 개발비용 절감을 이룰 수 있다.

본 연구에서는 기계시스템의 동역학적 해석 및 post-processing의 일례로서 자동차에 대한 동역

\*CAD/CAM실 선임연구원

학적 시뮬레이션을 수행하였다. 해석분야에 있어서는, 자동차의 모델링과 해석기법을 제시하였고, post-processing으로는 PLOT88을 이용하여 해석결과를 모니터상에 plot하였으며 PADL과 APPLICON graphic package을 이용하여 animation하였다.

## 2. 모델링

본 연구에서는 국내에서 생산되는 소형승용차를 대상으로 하였다.

### 2.1 Input Data

기계시스템의 기구학 및 동역학적 해석용 프로그램의 input data는 다음과 같다.

- ① System information : 수치계산에 필요한 오차한계, 단위, 중력의 방향등에 대한 정보
- ② Rigid body : 각 강체에 대한 질량, 2차 관성모멘트, 작용하는 힘
- ③ Initial condition : 각 강체의 초기조건
- ④ Constraint : joint 설정에 따른 구속과 user가 부여하는 구속식에 대한 정보
- ⑤ Spring-damper-actuator : 병진 및 회전 스프링 그리고 감쇠에 대한 정보
- ⑥ Pointer : 각 강체내에 관심이 되는 지점이 있을 경우 지정

### 2.2 모델링

자동차는 좌우 대칭이므로 Fig. 1과 같이 모델링하였다. 이 모델링의 특징은 실제 사용된 관절과 동일한 역할을 하는 관절로 모델링하였으므로 실제 상황과 거의 같은 결과를 얻을 수 있다는 점이다.

Fig. 1에 사용된 약자는 다음과 같은 의미이다.

B : rigid body

S : spherical joint

U : universal joint

R : revolute joint

C : cylindrical joint

B3(8)의 의미는 강체 번호 3을 의미하고 (8)은

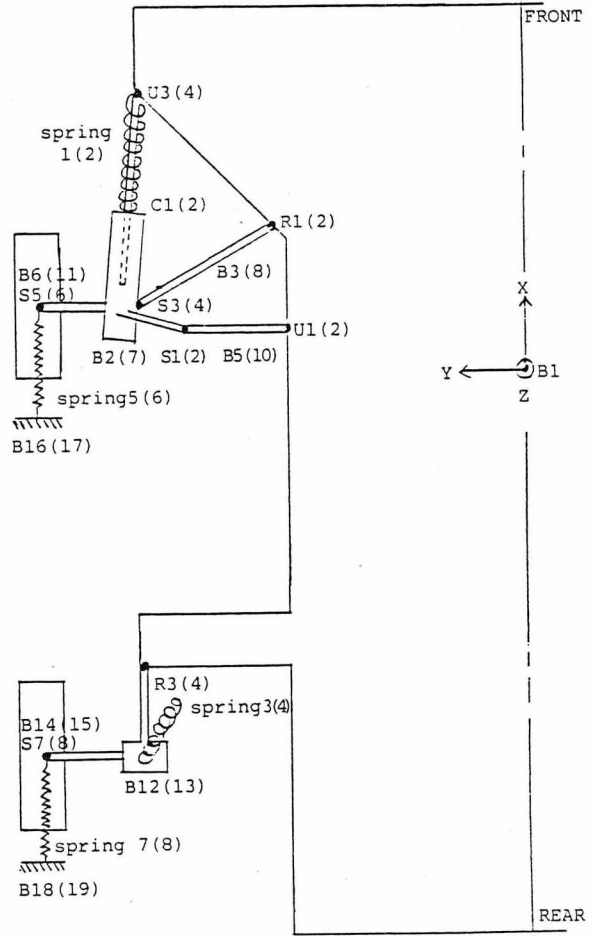


Fig.1. 자동차의 모델링

반대쪽에 있는 강체의 번호가 8임을 뜻한다.

Fig.1의 모델을 graphic package인 APPLICON을 사용하여 display하면 Fig. 2와 같으며 이는 자동차 앞 부분만을 display한 것이다.

### 2.3 도로조건

평판한 도로를 달리는 자동차가 다음과 같은 장애물을 통과한다.

$$A : Z = -0.15 \sin(10\pi)T \quad 0 \leq T \leq 0.1$$

$$B : Z = 0.15 \cos(10\pi)T \quad 0 \leq T \leq 0.1$$

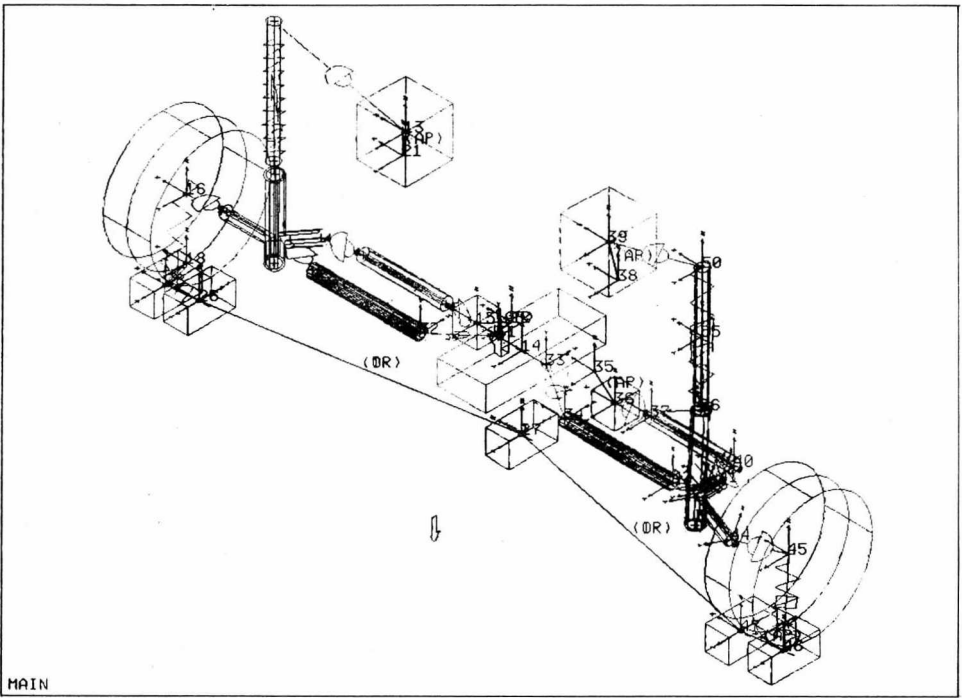
$$C : Z = 0.15 \cos(10\pi)T \quad 0 \leq T \leq 0.2$$

여기서

Z : 연직상방

T : 시간

MECHANISMS U3.10  
 F01 SPECIFY  
 F02 LIBRARIAN  
 F03 ADD  
 F04 MODIFY  
 F05 INFO  
 F06 ANALYZE  
 F07 DISPLAY  
 F08 DELETE  
 F09 EDITOR  
 F10 APPLICATION  
 F11 UMS  
 F12 EXIT  
  
 INTERRUPT  
 QUIT  
 BACKUP  
 HELP  
 DONE



%MEC-I-OPEN\_3DMECH, Opening the spatial mechanism cell, MECH1

WINDOW ZOOM T11 T21 T31 DRAW T31 <DONE>:

IX -217.9369  
 IY 218.1903  
 IZ -846.8310  
 IEDT01  
 IS:0 R:0  
 IE:0 O:0

Fig.2. APPLICON을 이용한 모델링

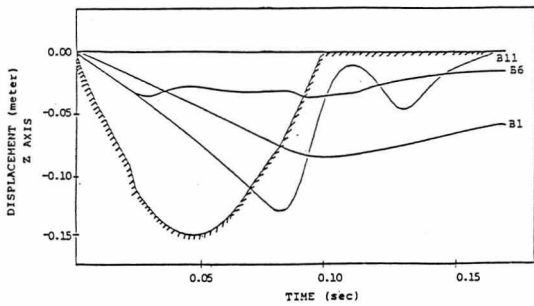


Fig.3. A 도로조건일 때의 변위

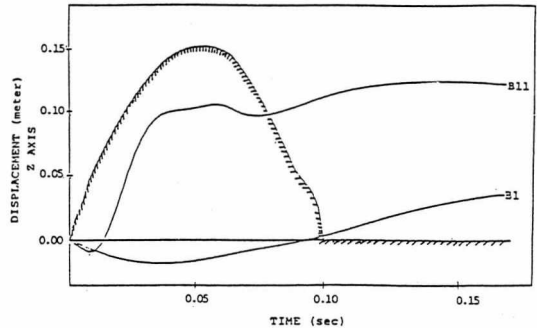


Fig.4. B 도로조건일 때의 변위

A, B 그리고 C의 도로조건은 자동차의 오른쪽 바퀴에만 작용한다.

### 3. 해석 결과

Fig.1과 같이 모델링된 자동차가 A, B 그리고

C의 도로 위를 20km/h의 속도로 움직일 때 각 강체들의 운동상태를 DADS로 시뮬레이션하였다. 해석결과의 일부를 보이면 Fig.3,4,5와 같다.

Fig.3은 오른쪽 앞바퀴가 A 도로조건 즉 웅덩이를 통과할 때의 시간영역에서의 각 강체의 거동을 나타내고 있다. 이를 보면, 웅덩이를 통과한 직후에 B1(car body 중심)이 연직상방으로 급격히 움직인다.

Fig.4를 보면, B 도로조건 즉 돌출된 장애물을 통과하는 동안 B1은 오히려 연직하방으로 하강

하다가 통과 직후부터 상대값 Z=0면 위로 상승한다.

Fig.5는 C 도로조건일 때 각 강체의 연직방향으로의 가속도를 나타낸다. 뿐만 아니라, 원하는 강체의 임의의 위치에 대한 해석결과도 알 수 있다. 일례로 승객이 앉는 자리의 변위, 속도, 가속도 응답을 알 수 있다. 그러므로 모델 및 특성 변수값을 변경하여 시뮬레이션을 수행하면 승차감이 향상된 mechanism 구조 및 최적 특성 변수값을 구할 수 있다.

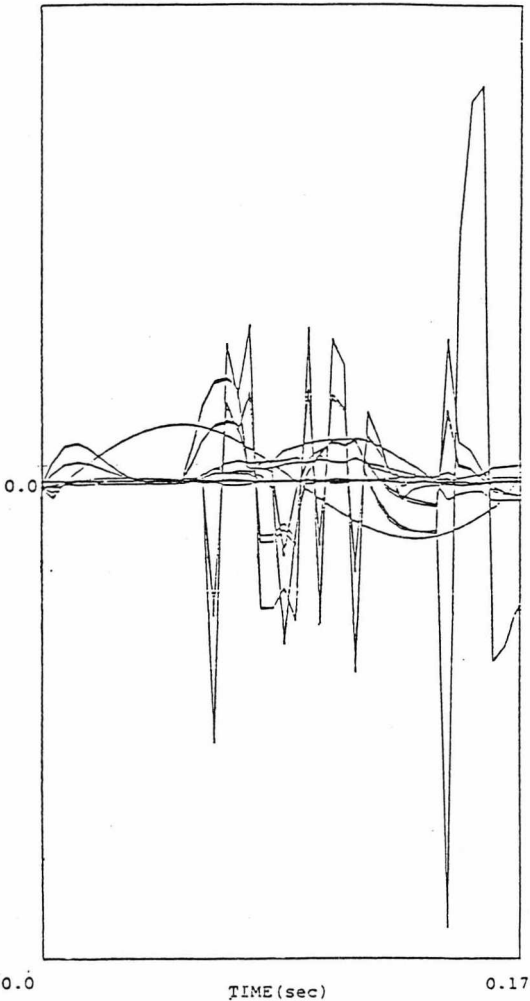


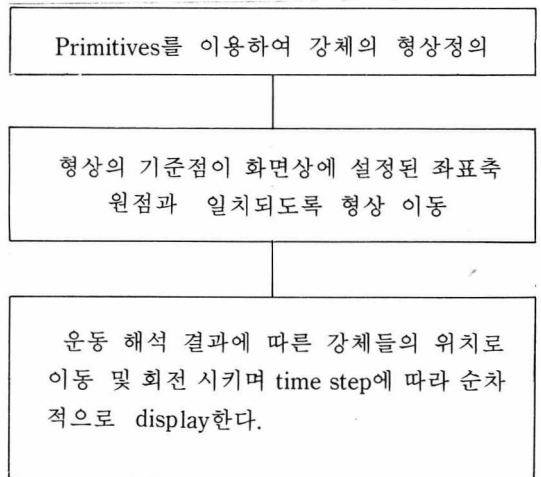
Fig.5.C 도로조건일 때 각 강체의 Z방향 가속도

### 4. Animated Graphics

#### 4.1 PADL을 이용한 Animation

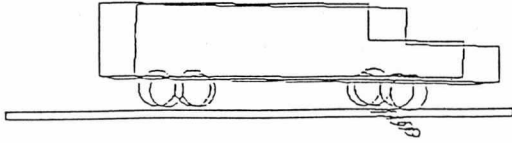
PADL은 solid modeling s/w로서 block, cylinder, sphere, wedge, cone 그리고 torus의 6가지 primitive로 물체를 표현한다.

Animated graphics의 원리는 다음과 같다.



본 연구에서 해석한 자동차에 대하여 PADL을 이용하여 post processing 하면 Fig.6과 같이 animation되는 데 두번째 time step 까지 display시켰다.

side view



top view

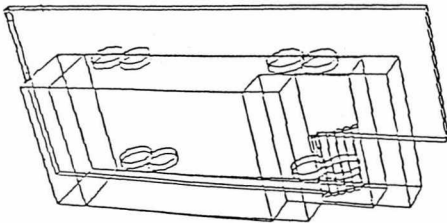
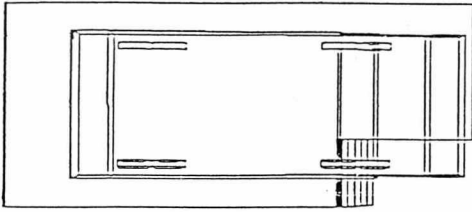


Fig.6. PADL을 이용한 자동차 animation

4.2 APPLICON을 이용한 Animation

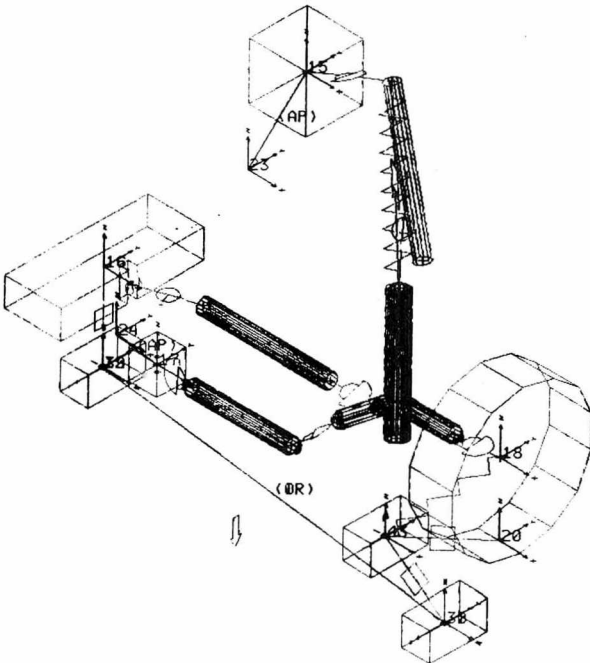


Fig.7. 자동차 앞바퀴 모델링

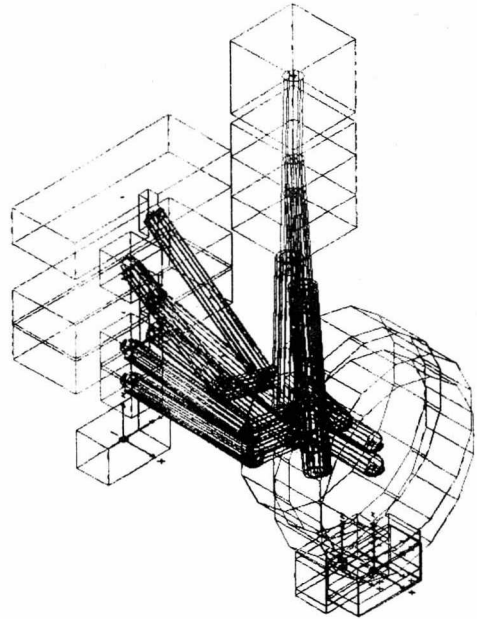


Fig.8. 자동차 앞바퀴 animation

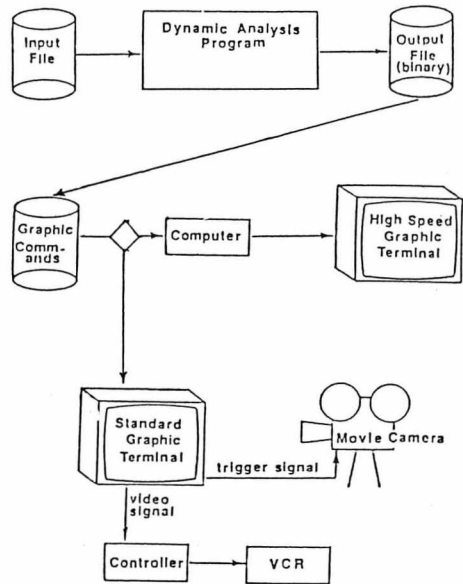


Fig.9. Real-time animated graphics

### 4.3 Real Time Dynamic Animation

시간의 연속적인 흐름에 따라 기계시스템의 움직이는 형상을 순차적으로 graphic display을 하고자 하면 적어도 30fps(frame-per-second)비율로 display해야 실제와 같은 효과를 얻을 수 있다.

실시간 animation의 방법으로는 Fig.9와 같이 high speed graphic terminal을 사용하여 display하는 방법과 일반 graphic terminal에 display하여 비디오나 영사기로 촬영하는 두가지 방법이 있다.

## 5. 결론 및 기대효과

본 연구에서는 불규칙한 도로를 달리는 소형

자동차에 대한 운동해석을 CAD/CAE기법을 이용하여 시뮬레이션하였다. 실제 자동차 구조와 거의 동일한 joint로 모델링하였으며, 모니터상에 서 많은 모델들을 단시간에 분석할 수 있도록 출력 데이터들을 processing하였고 또한 PADL과 APPLICON을 이용하여 animation하였다.

이와같이 CAD/CAE 기법을 이용하여 기계시스템을 시뮬레이션함으로써 다음과 같은 기대효과를 얻을 수 있다.

- 신제품 개발시 기간단축 및 신뢰성 향상
- 실물 Test의 횟수를 줄일 수 있음
- 선진 제품들의 역설계로 Know-how탐지
- 유사한 기계시스템 설계시 성력화 이룩 ❖