Study on Concurrent Simulation Technique of EPS and A Full Car Model

Bongchoon Jang*
*Dept. of Mechanical Engineering, Andong National University

EPS와 완전차량모델의 동시시뮬레이션 기술에 관한 연구

장봉춘*
*안동대학교 기계공학과
e-mail:bjang@andong.ac.kr

Abstract

It is well known that most power steering systems obtain the power by a hydraulic mechanism. Therefore, it consumes more energy because the oil power should be sustained all the times. Recently, to solve this problem the Electric Power System(EPS) or Motor Driven Power System(MDPS) has widely equipped in passenger vehicles.

In this research the concurrent simulation technique for an EPS system with MATLAB/SIMULINK and a full vehicle model has been developed. The dynamic responses of vehicle chassis and steering system are evaluated. Then, a full vehicle model interacted with EPS control is concurrently simulated with an impulsive steering wheel torque input to analyze the stability of 'free control' or hands free motion for SUV. This integrated method allows engineers to reduce the prototype testing cost and to shorten the developing period.

1. 서론

자동차에 있어 조향장치는 운전자가 진행하고자 하는 방향으로 차를 이동시키기 위해 사용되는 장치로써 차량개발 초기 단계에서부터 수동 조향장치(manual steering system)가 사용되어 왔으나 작동시키는 데 큰 힘이 소요되므로 운전자에게 피로감을 가중시키는 문제점이 있다. 최근에는 센서 및 제어기술의 발달로 작은 힘으로도 손쉽게 핸들을 돌릴 수 있는 조향시스템이 개발/적용되고 있는데 이러한 시스템이 동력 조향장치(power steering system)이다. 대부분의 승용차에 적용되고 있는 동력 조향장치는 유압에 의해 동력을 얻어내는 방식을 채택하고 있다[1,2]. 이러한 장치를 부착한 차량은 오일 압력을 계속 유지해야 하기 때문에 수동 조향장치를 갖춘 차량에 비해 연료 소모가 많다.

동력 조향장치의 하나로 최근 개발이 활발히 진행되고 있는 전동 조향장치는 부가적인 조향력을 얻기 위해 유압 대신에 전기 모터를 사용하는 장치로써 유압펌프, 호스, 유체, 벨트 및 풀리 등과 같은 유압발생장치가 불필요하므로 비교적 시스템이 간단하고 가볍다. 또한 전동 조향장치의 경우 핸들을 돌릴 경우에만 모터가 동작하도록 설계된 시스템이기 때문에 연료소모량도 적은 장점이 있다. 이러한 이유 때문에 최근에는 전동 조향장치의 모델링[3], 하드웨어 및 소프트웨어 개발[4,5,6]에 많은 연구가 집중되고 있고 전동 조향장치를 탑재하는 차량이 급증하고 있다.

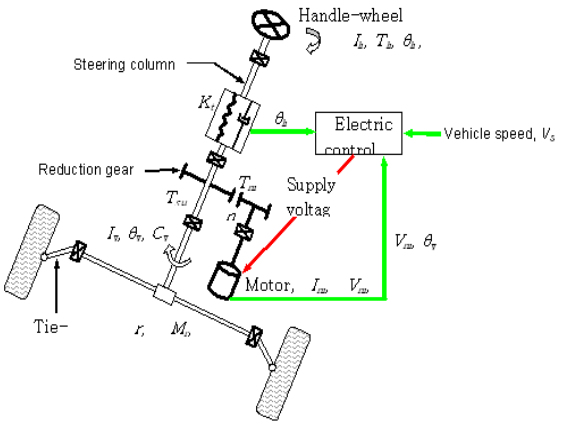
본 논문에서는 차량 동력학 및 제어 분야에서 중요한 이슈가 되고 있는 전동 조향장치의 제어 알고리즘을 MATLAB SIMULINK[7]을 구성하고 이를

하나의 차량 모델과 결합하기 위해 Mechanical Simulation사에서 제작한 CarSim 프로그램을 이용하여 제어 알고리즘과 차량 모델이 결합되어 하나의 시스템처럼 동시에 동작하도록 하는 동시시뮬레이션 기술 개발을 소개하고자 한다.

또한, 연구 결과의 성능 검증을 위해 컴퓨터 시뮬레이션이 수행되었는 데, 본 연구에서는 사인파형의 조향핸들입력(steering wheel angle input)을 이용한 시뮬레이션 결과가 보여 진다.

2. 전동조향장치

전동 조향장치는 그림1에 나타난 바와 같이 조향기어, 조향 메카니즘, 전기모터 및 적절한 조향 응답성 확보를 위한 제어기 등의 부품들로 구성되어 있다. 중요한 입력 신호로는 스티어링 핸들에 가해지는 토크, 토숀바 각속도와 차속신호가 있는데 이 입력 신호들이 시스템 변수들과 함께 계속적으로 제어기에 입력된다. 그러면 제어기는 이러한 입력 값들을 토대로 조향 방향 및 조향 지원이 요구되는 토크의 크기를 결정하게 된다.



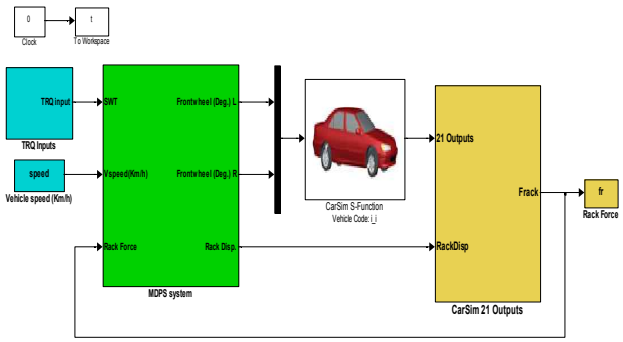
[그림 1] Schematic Diagram of Electric Power Steering Mechanism

전동 조향장치의 제어 블록선도는 Ref. [13]에서 그려진다. 운전자가 진행방향을 바꾸기 위해 핸들을 돌리면 차량을 운전자가 의도했던 대로 움직이도록 하기 위해 핸들에는 조향 입력토크가 가해지고 이로 인해 각도가 생성된다. 도로조건과 운전자의 방향전환 의도에 따라 핸들의 각을 감지하게 되고 만약 운전자가 의도했던 핸들의 조향각도와 앞바퀴에서의 실제 조향 각도 사이에 차이가 발생하게 되면 제어장치는 이를 줄이기 위해 요구되는 제어신호인 전류를 산출하여 모터에 보낸다. 이 신호를 이용하여 모터전류가 결정되면 여기에 모터상수와 기어비(gear ratio)를 곱하여 동력 조향장치에서 지원해야 하는 부가토크(Ta,motor assisted torque)가 계산된다. 이렇게 계산된 부가토크가 입력 조향토크와 함께 타이어의 반력 토크 및 조향 메카니즘의 마찰손실 토크들을 극복하고 조향 축이 필요한 각도만큼 회전하도록 해준다. 따라서 운전자는 그 만큼의 노력 없이도 의도했던 바를 이룰 수 있기 때문에 조향이 용이하게 된다.

3. 동시 시뮬레이션 기술

최근 동시시뮬레이션 기술로 가장 보편적으로 사용하고 있는 방법 중의 하나로서, 다음 그림 5은 Matlab의 EPS와 CarSim의 차량 모델을 동시에 돌릴 수 있는 개략도를 보여준다.

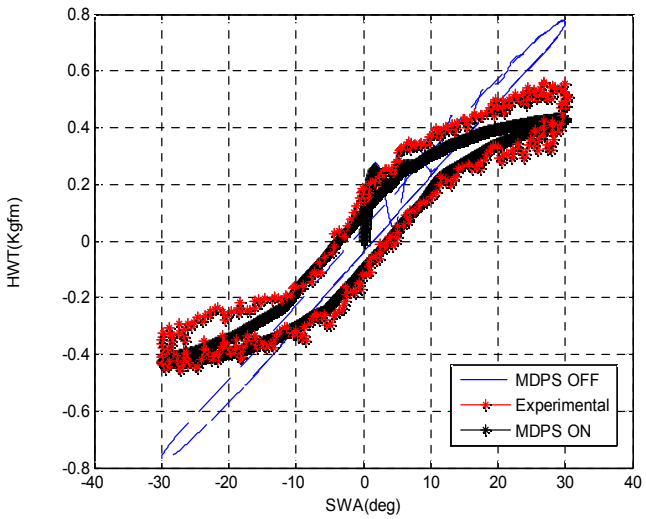
3.1절에서 ADAMS Car를 사용할 때는 차량 서스펜션 및 조향기구부 각각의 포인트에서 발생하는 힘, 토크 등의 정보를 구할 수 있기에 반력으로 랙에 걸린 힘을 이용하였으나, CarSim에서는 Rack에 걸린 힘을 따로 구해야 한다. CarSim의 킹핀 모멘트에 대한 정보를 출력으로 해서 차량의 스티어링 암의 길이를 나누어주면 랙 끝단에 랙에 걸린 힘의 크기를 구할 수 있다.



[그림 2] Matlab EPS & CarSim Car

4. 시뮬레이션 결과

다음 그림은 동시시뮬레이션 기술에 대한 결과를 보기 위해 단순히 사인파 형태의 입력을 가한 시뮬레이션 결과들을 보여준다.



[그림 3] Simulation and Experiment Comparison

6. 결론

본 논문에서는 동시시뮬레이션 기술에 대한 여러 가지 사례들을 살펴보고, 최근 보편적으로 사용되고 있는 MATLAB과 CARSIM의 동시시뮬레이션 사례를 보여주었다. 제어 로직은 EPS를 선택하여 CARSIM의 차량모델에 실제 차량 데이터를 입력하여 시뮬레이션을 해본 결과 실험결과와 근접한 결과를 나타내었다. 따라서, 동시시뮬레이션 기술은 성공적으로 수행되었고, 제어 로직을 개발하는 연구자들은 다루기 쉽고, 소프트웨어의 속도가 빠른 두 개의 소프트웨어에 대한 이용이 더욱 유용할 것이다.

참고문헌

1. Jang B.C. and Lee S.C., 밃 Mathematical Model of a Power Steering System, Transactions of Korean Society of Automotive Engineers, Vol.5 No.4, 1997, pp.39-47.
2. Tak T.O., Kim K.C., and Yun J.R., "Steering Model for Vehicle Dynamics Analysis," 한국 정밀공학회지, Vol.16, No. 12, 1999. pp.214-221.
3. Hahn C.S., Shin J. and Oh J.E., 밃 Study on the Graphical Inducing Method of State-space Equation of Bond Graph, Vol.22 No.9, 1998, pp.1675-1683.
4. Park T.J., Yun S.C. and Han C.S., 밃 Development of Hardware-in-the-Loop Simulation System For a Electric Power Steering System, Transactions of Korean Society of Mechanical Engineers, A-Vol 24 No.12, 2000, pp. 2883-2890.
5. Hahn C.S., Rhee M.H., Oh J.E., Park H., Development of Simulator for Performance Test of Electric Power Steering of Light Weight Vehicle Steering Simulator, Transactions of Korean Society of Mechanical Engineers, A-Vol. 25. No.6 2001, pp. 923-929.
6. Hwang S.H, Heo S.J. and Kim H.S., 밃ffects of Design Parameters of Power Steering System for Passenger Cars on the Vehicle Steering Characteristics, Transactions of Korean Society of Automotive Engineers, Vol.4 No.4 1996, pp. 38-45.
7. MATLAB users manual, v. 5.3.1, 2000 (MathWorks, Inc.).