

대관성 인휠 모터 시스템의 저주파 주파수 응답 및 모델 검증 실험

정 하 늘¹⁾, 이 래 경¹⁾, 최 정 현²⁾

한국전자통신연구원 모빌리티AI융합연구실¹⁾ · 계명대학교 자동차공학과²⁾

Low-Frequency Response Analysis and Model Validation of a Large-Inertia In-Wheel Motor System

Hanul Jung^{1*)} · Lac-Kyoung Lee¹⁾ · Junghyun Choi²⁾

ETRI¹⁾, Keimyung University²⁾

Key words : e-corner module (이코너 모듈), 4WD4WS (4륜 독립 주행/조향), system identification(시스템 식별), in-wheel motor system (인휠 모터 시스템), Large inertia(대관성), frequency response (주파수 응답)

교신저자, E-mail: hanul@etri.re.kr

대관성을 가지는 인휠 모터 기반 구동 시스템은 저주파 영역에서 뚜렷한 위상 지연과 응답 저하가 나타나며, 이는 시스템 모델링 및 제어기 설계 시 필수적으로 고려해야 할 요소이다. 본 연구에서는 베벨기어 기반 조향-구동-서스펜션 일체형 모듈과 19인치 KIA Carnival 휠 및 245/45R19 타이어로 구성된 인휠 모터 실험 시스템을 구축하고(Fig. 1), 다양한 저주파 입력 주파수(0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 Hz)를 인가하여 응답 데이터를 획득하였다(Fig. 2).

입력 주파수별로 출력의 위상 및 진폭 변화를 분석한 결과, 0.05 Hz와 0.4 Hz 구간에서는 약 -78° 의 위상 지연이 나타났으며, 이는 시스템의 대관성 특성을 잘 반영하는 것으로 분석되었다. 또한, 주파수가 증가함에 따라 위상 지연이 점차 감소하는 경향과 진폭 응답의 선형성을 관찰할 수 있었으며, 식별한 전달함수 모델과의 주파수 응답 비교(Fig. 3)를 통해 실험 데이터와 모델 간 높은 일치도를 확인하였다. 실험은 동일 조건에서 반복 수행되었으며, 각 실험 간 추정된 파라미터의 변동이 5% 이하로 유지되어 식별 결과의 신뢰성과 일관성을 확보하였다.

본 연구는 대관성 시스템의 실험 기반 모델 검증 결과를 제시함으로써, 향후 실제 차량 플랫폼 및 대관성 로봇 시스템의 파라미터 식별 및 제어 모델 설계 과정에서 기초 데이터로 활용될 수 있다.

This work was supported by Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) grant funded by the Korean government [25ZD1160, Development of ICT Convergence Technology for Daegu-Gyeongbuk Regional Industry]

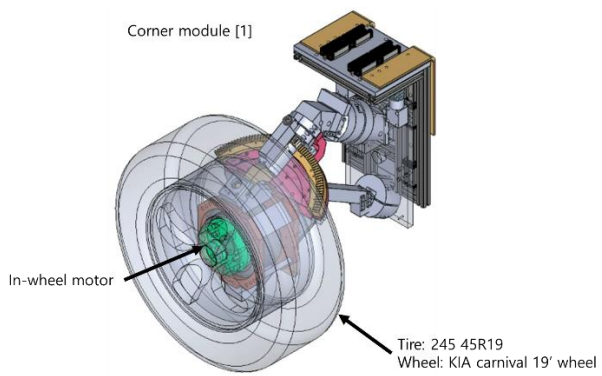


Photo. 1 Bevel gear -based steering-driving-suspension integrated module



Photo. 2 Experimental set-up of in-wheel motor system

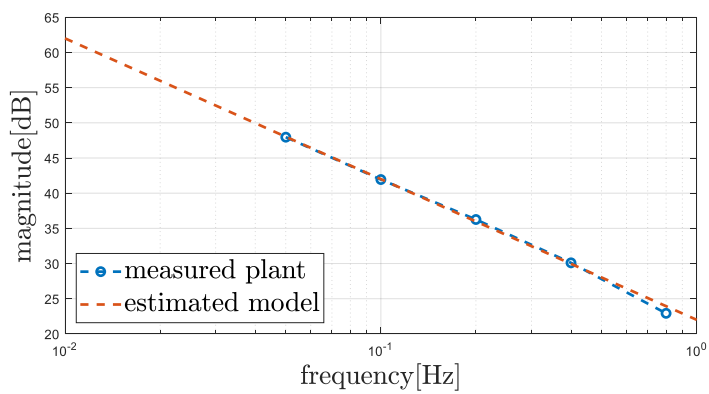


Photo. 3 Frequency response characteristics of in-wheel motor system