

AWD 시스템 모터 액추에이터 제어 기반 주행 성능 최적화

윤 현 준¹⁾ · 이 시 형²⁾ · 정 혜 원³⁾

현대위아 전동화검증팀¹⁾, 현대위아 전동화검증팀²⁾, 현대위아 전동화제어개발팀³⁾

Driving performance optimization based on AWD system motor actuator control

Hyunjun Yoon¹⁾ · Sihyung Lee²⁾ · Hyewon Jeong³⁾

Hyundai WIA Company¹⁾, Hyundai WIA Company²⁾, Hyundai WIA Company³⁾

Key words: AWD System, Motor Voltage Control, AWD Performance Optimization, Energy Efficiency Improvement

* 교신저자, E-mail: hjyoon@hyundai-wia.com

AWD(All Wheel Drive)는 노면 상태나 주행 상황에 맞게 제어를 한다. 이를 통해 주구동륜의 구동력을 보조륜 쪽으로 전달하여 발진이나 주행 성능 등을 향상시키는 역할을 한다. SUV 차량에 AWD를 장착한 경우 Terrain Mode(Snow/Mud/SAND Mode)와 연계하여 오프로드에서 험로 탈출 성능 향상을 보여주고 승용차량의 경우 주행 안정성과 핸들링 성능을 향상시키며 다양한 주행을 할 수 있도록 도와준다.

당사 AWD 제어 시스템은 모터 액추에이터 제어를 통한 유압 시스템을 사용한다. 모터 액추에이터 전압 제어를 통해 유압을 형성시키고 다관 클러치가 동력을 배분하는 구조로 Fig.1과 같다. 초기 유압이 형성되지 않은 상태에서 모터 액추에이터를 구동 시킬 경우 오일(액체) 특성으로 인해 AWD 모터에 많은 양의 부하가 걸리게 되고 유압을 만들기 위해 액추에이터 구동에 필요한 전압을 최대치까지 사용하게 된다. 모터에 구비된 코일은 고전압에 의한 열 발생 그리고 피크전류로 탄화 되거나 환경으로 발생할 수 있는 물리적 충격에 의해 단락 되거나 손상될 가능성이 많다. 또한 고전압, 고전류를 사용할 경우 전기 에너지의 사용량이 증가하게 되어 에너지 효율성이 떨어지게 되고 이런 부품들의 비효율적인 동작들로 인해 차량 전체에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다.

본 연구에서는 AWD 제어 시 모터 액추에이터를 효율적으로 동작함으로써 구동 전기에너지 소모량을 저감하고 탄화 등과 같은 품질 문제를 예방하는 사양을 개발함과 동시에 실차 평가를 진행하였고 이를 통해 주행 성능을 최적화하였다.

먼저 모터 액추에이터의 전압을 효율적으로 제어를 하기 위해서 Fig 2.와 같이 AWD 유압이 형성되는 영역들을 구분하였고 이 중 차량의 안정성 상태에 따라서 빠른 응답성을 요하는 제어와 기본 제어로 나누었다. AWD 제어기는 CAN신호들을 입력 받아 차량의 상태가 안정한지 불안정한지를 판단을 한다. 예를 들면 운전자가 주행 시 차량 내부 CAN 신호들을 입력 받고 가속의지가 없거나 노면 상태가 균일하다고 판단을 하면 AWD 제어가 내부적으로 연산을 통해 차량이 안정적이라고 판단하게 된다. 이를 통해 AWD 유압량을 제한하거나 모터의 동작을 정지시켜 2WD로 구동하게 만듦으로써 소비전력을 감소하도록 만든다. 앞서 말한 바와 같이 유압이 발생하는 영역 중 차량이 불안정한 상황에서의 AWD 동작과 안정적인 상태에서 AWD가 동작하는 영역 둘로 나눈다.

AWD가 빠른 응답성을 요하는 경우, 즉 차량이 불안정한 상태에서는 고전압을 사용하여 AWD 구동 응답 시간을 줄이고 반응성을 빠르게 제어를 한다. 하지만 차량이 안정한 상태면 고전압을 사용하여 응답성

을 높이는 것 보다 차량 성능에 손실이 없는 범위 내에서 모터 액추에이터에서 고전압을 제한함으로써 AWD 구동 소비전력을 효율적으로 관리하고 고전압으로 인한 피크 전류를 허용치 보다 낮게 관리할 수 있기 때문에 모터 내구성 측면에서 유리하다.

AWD 차량의 주행성능을 평가하는 저마찰로(눈길 등) 시험항목은 Figure 3. 와 같으며, 저마찰로에서 차량 평가와 실도로 주행을 통해 액추에이터 전압 제어 전과 후의 주행 성능 차이와 고전압에 의한 모터 피크 전류 빈도의 저감 비율 변화를 확인하였다. Figure 4.은 모터 전압 제한 제어를 하기 전 그리고 제한 제어를 한 후의 전압, 전류 값 그리고 AWD 차량 주행성능을 대표하는 전후륜 슬립량을 나타낸 그래프이다. 전압 제한 제어 전 그래프는 차량이 발진 시 AWD 구동 모터 액추에이터의 전압과 전류가 높은 값으로 상승하는 것을 볼 수 있다. 전압 제한 제어 후에는 전압이 제한되는 것을 볼 수 있고 이로 인해 전류의 값도 상승률이 적은 것을 확인할 수 있다. 두 그래프에서 전압과 전류 값이 차이가 발생함에도 불구하고 전후륜의 슬립량은 동등한 수준임을 확인함으로써 모터 전압 제한 제어를 하여도 주행 성능이 유지될 수 있음을 확인하였다. 그리고 실도로 주행 평가로 모터 액추에이터 전압 제한 제어의 전과 후의 평균 전압, 10A 이상 전류 발생 횟수, 130W 초과 전력 횟수를 Figure 5. 와 같이 도출한 결과, 전류(10A 이상 발생)는 약 80%이상 감소가 되었고 전력(130W 초과)은 약 97% 이상 감소가 되었다. 해당 제어를 통해 DC 모터의 작동 효율이 증가함을 확인할 수 있고 이로 인해 모터 내구성 향상 등 시스템 강건화 측면에서 개선되었음을 알 수 있다.

AWD 시스템의 모터 액추에이터 전압 제한 제어 개발과 실차 평가를 통해 구동 소비전력 감소로 에너지 효율의 개선과 피크전류의 저감으로 인한 모터 내구 보호를 확인 및 제한 제어 전/후의 성능이 동일함으로써 주행 성능을 최적화하였다.

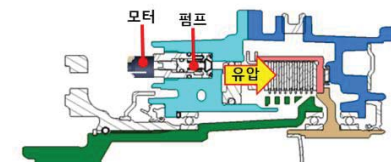


Figure. 1 AWD Activation Classification

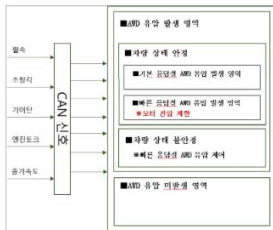


Figure. 2 AWD Activation Classification

No	시험 항목	차량 시험 조건	비고
1	직진 발진	O SNOW 노면에서의 발진 및 가속	발진 및 탈출 성능, 슬립량 및 총력/진동 비교
2	평지 전후 SPLIT 발진	O 전륜 ICE, 후륜 어스팔트 상황에서 발진	
3	평지 좌우 SPLIT 발진	O 좌측 어스팔트, 우측 ICE (또는 반대) 상황에서 발진	
4	등판 발진	O SNOW 등판 노면에서의 정차 후 발진 (15%/20%)	
5	등판 전후 SPLIT 발진	O 전륜 ICE, 후륜 어스팔트 상황에서의 등판 발진 (15%/20%)	
6	등판 좌우 SPLIT 발진	O 좌측 어스팔트, 우측 ICE 상황에서의 등판 발진 (15%/20%)	
7	저마찰로(ICE) 발진	O ICE 노면에서의 발진	
8	주차 모드 주행	O SNOW 노면에서의 저속 선회 발진/정지	
9	직진 제동	O SNOW 노면에서의 제동 및 Down Shift	

Figure. 3 Low mu Traction Test Category

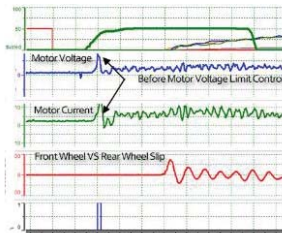


Figure.4 Before/After Motor Voltage Limit Control at Low mu Test

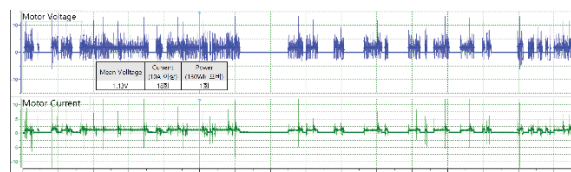
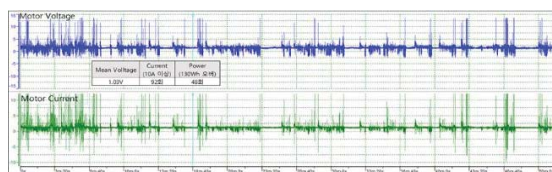
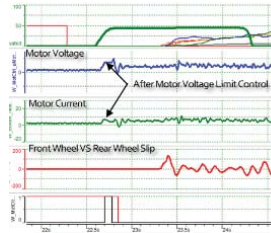


Figure.5 Before/After Motor Voltage Limit Control on the roadway