

엔진클러치 접합 성능 향상을 위한 엔진토크 추정기의 개발

김 도 희¹⁾현대자동차 연구개발본부 환경차제어개발팀¹⁾Development of Engine Torque Observer for Performance Improvement of
Engine Clutch EngagementDohee Kim¹⁾Eco-Vehicle Control Development Team, R&D Center, Hyundai Motor Company¹⁾**Key words** : Hybrid (하이브리드), Engine Clutch (엔진 클러치), Engine Speed Control(엔진속도제어), PI Control(PI 제어), Robust Control(강건제어), Sliding mode observer(슬라이딩 모드 관측기)

* Dohee Kim, E-mail: doheekim@hyundai.com

하이브리드 자동차의 두 동력원인 엔진과 모터를 효율적으로 이용하기 위해, 엔진클러치라는 동력 전달 시스템이 사용된다. 운전자의 요구 동력과 하이브리드 시스템의 효율을 고려한 EV/HEV 모드 전환 시, 엔진 클러치를 통해 엔진과 모터의 동력이 결합하게 된다. 이러한 결합 상황에서 접합 충격 등의 운전성 저하를 시키는 외란들을 최소화할 수 있도록 결합 전에 서로 간의 속도를 동기화 한다. 이 과정을 Sync 결합이라고 정의 하는데, 보통 EV 모드에서 HEV 모드로 천이 시 요구되며, 엔진 속도가 모터 속도 (혹은 별도의 목표 속도)를 추종하도록 하는 속도제어를 필요로 한다. 기존의 경우, PI 제어를 통해 상기 언급한 속도제어를 수행하는데, PI 제어의 특성에 따른 Overshoot 현상의 발생은 엔진클러치 접합 성능의 저하, 즉 동력 전달 응답성에 지연감을 초래할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 외란을 고려한 엔진 동력학 모델링 기반 으로부터 강건 제어기를 설계하여 엔진토크를 추정한다. 특히, 엔진의 보조 동력 장치인 HSG (Hybrid Start Generator)의 토크 추정을 통해 본 연구의 제어 목표인 외란에 대한 강건성 증대 및 동기화 시간 단축을 달성한다. 기존의 엔진/모터 Sync 결합을 위해 사용되는 엔진 속도제어 성능은 Overshoot이 나타난다. 전체적으로 안정된 동력 응답 특성을 보여주지만, 목표 속도에 도달했을 때, Overshoot이 발생하며, 동력전달 응답성을 지연 시키는 결과를 초래한다. 상기에서 사용된 PI 제어는 빠른 응답속도를 내기 위해서는 큰 Overshoot을 유발하기 때문에, 결과적으로 동기화 지연을 야기시킨다. 이러한 현상을 타개하기 위한 Overshoot을 줄이기 위한 노력(Gain tuning)은 응답속도를 느리게 할 뿐만 아니라, 시스템이 가진 Bandwidth를 감소시켜, 외란에 더 취약해지게끔 한다. 따라서 PI 제어에 별도의 외란 추정기를 추가해 외란을 보상하거나, 지능제어와 같은 추가적인 Overshoot을 줄이기 위한 노력이 필요하다. PI 제어의 Overshoot을 저감하며, 외란에 강건성을 주기 위한 다양한 종류의 시도들이 연구되어 왔다. 본 연구에서는 Lyapunov analysis를 기반으로 한 강건 토크 추정기의 설계를 통해 Overshoot 저감과 빠른 응답속도를 동시에 수행하고자 한다.