



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월07일

(11) 등록번호 10-1558678

(24) 등록일자 2015년10월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F16H 59/16 (2006.01) F16H 59/38 (2006.01)

F16H 59/56 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0143664

(22) 출원일자 2013년11월25일

심사청구일자 2013년11월25일

(65) 공개번호 10-2015-0059926

(43) 공개일자 2015년06월03일

(56) 선행기술조사문헌

JP06221419 A

JP2006523292 A

JP2008069851 A

JP2010516957 A

(73) 특허권자

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

기아자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

김진성

서울 도봉구 도봉로129길 45-12, 2동 308호 (쌍문동, 경남아파트)

백승삼

제주 제주시 신광로 53, (연동)

(74) 대리인

특허법인 신세기

전체 청구항 수 : 총 7 항

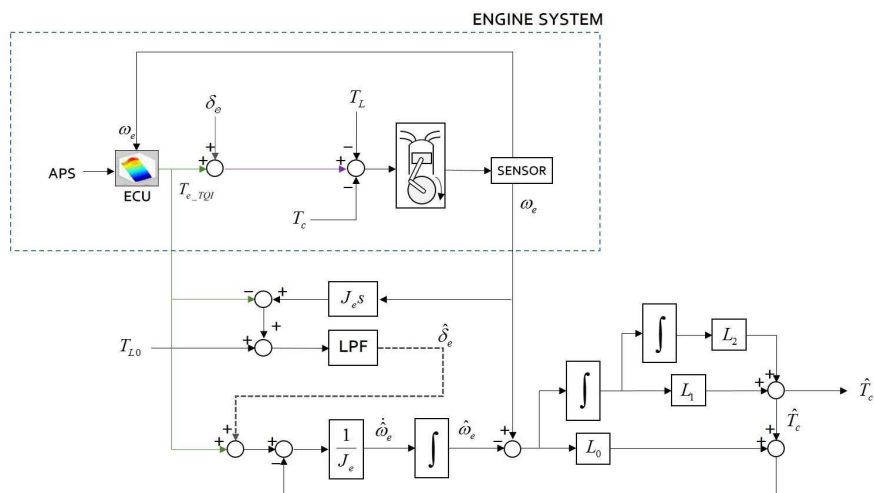
심사관 : 방경근

(54) 발명의 명칭 변속기 클러치토크 추정방법

(57) 요약

센서를 통해 측정된 엔진각속도, 데이터맵에 의해 도출된 엔진정적토크, 주행부하에 따른 부하토크를 통해 엔진과도토크를 도출하는 에러보정단계; 엔진정적토크, 엔진과도토크를 통해 엔진각속도추정값을 도출하는 각속도도출단계; 및 엔진각속도추정값과 엔진각속도의 차이로부터 변속기 클러치의 슬립에 따른 클러치토크추정값을 도출하는 결과도출단계를 포함하는 변속기 클러치토크 추정방법이 소개된다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

센서를 통해 측정된 엔진각속도, 데이터맵에 의해 도출된 엔진정적토크, 주행부하에 따른 부하토크를 통해 엔진과도토크를 도출하는 에러보정단계;

엔진정적토크, 엔진과도토크를 통해 엔진각속도추정값을 도출하는 각속도도출단계; 및

엔진각속도추정값과 엔진각속도의 차이로부터 변속기 클러치의 슬립에 따른 클러치토크추정값을 도출하는 결과도출단계;를 포함하는 변속기 클러치토크 추정방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

각속도도출단계는 결과도출단계에서 추정된 클러치토크추정값을 피드백 받아 엔진정적토크, 엔진과도토크와 클러치토크추정값을 함께 고려하여 엔진각속도추정값을 도출하는 것을 특징으로 하는 변속기 클러치토크 추정방법.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

에러보정단계는 엔진각속도의 미분 및 엔진관성모멘트를 이용하여 엔진출력토크를 도출하고, 엔진출력토크, 엔진정적토크 및 부하토크를 통해 엔진과도토크를 도출하는 것을 특징으로 하는 변속기 클러치토크 추정방법.

#### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

에러보정단계는 엔진출력토크에서 엔진정적토크를 제거하고 부하토크를 합산하여 엔진과도토크를 도출하는 것을 특징으로 하는 변속기 클러치토크 추정방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

에러보정단계는 도출된 엔진과도토크를 저역통과 필터링하여 엔진과도토크의 최종결과로 도출하는 것을 특징으로 하는 변속기 클러치토크 추정방법.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

각속도도출단계는 엔진정적토크와 엔진과도토크를 합산하고 엔진관성모멘트를 이용하여 엔진각속도추정값을 역으로 도출하는 것을 특징으로 하는 변속기 클러치토크 추정방법.

#### 청구항 7

과도상태에서의 엔진 출력토크에 해당하는 엔진과도토크를 도출하는 에러보정단계;

엔진정적토크, 엔진과도토크를 통해 엔진각속도추정값을 도출하는 각속도도출단계; 및

엔진각속도추정값과 엔진각속도의 차이로부터 변속기 클러치의 슬립에 따른 클러치토크추정값을 도출하는 결과도출단계;를 포함하는 변속기 클러치토크 추정방법.

### 발명의 설명

**기술분야**

[0001] 본 발명은 변속기 클러치 특히, DCT의 건식클러치에 있어 슬립에 의해 전달되는 정확한 토크값을 추정하기 위한 변속기 클러치토크 추정방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 자동변속기의 운전 편의성과 수동변속기의 연비성능 및 높은 동력 효율을 동시에 달성할 수 있는 듀얼클러치변속기(DCT)의 개발이 많이 이루어지고 있다. DCT는 수동변속기 시스템 기반의 자동화 변속기로 두 개의 토크 전달 축을 가지며, 토크컨버터없이 클러치를 자동으로 제어하는 시스템으로 연비효율이 높은 장점이 있다. 하지만, 건식 클러치를 사용한 DCT 시스템은 토크컨버터 없이 클러치를 곧바로 체결하기 때문에 클러치 제어성능이 차량의 발진 및 변속성능을 좌우하게 된다. 더욱이 클러치 디스크 마찰면에 발생하는 전달토크를 직접 측정하는 것이 불가능하기 때문에, 차량에 장착된 기존 센서 값 정보를 활용해 클러치 전달토크를 알아내는 것이 중요하다.

[0003] 기존의 클러치토크 예측기법은 제어공학의 옵저버이론(observer theory)을 활용한 방법이 사용되고 있다. 이는 엔진토크를 기반으로 클러치 디스크 슬립 시 발생하는 전달토크를 계산하는 방법이다. 이때 ECU로부터 출력되는 엔진토크는 정적상태에서 반복실험을 통해 얻은 데이터를 기반으로 한다. 하지만 클러치토크 정보가 필요한 시점은 항상 엔진의 과도상태에 해당(크립/발진 등)하므로, ECU의 엔진토크와 실제 값의 차이가 발생한다. 따라서, 불확실한 엔진토크를 통해 얻어진 클러치토크 예측 값 또한 에러를 가지게 되는 문제점이 있다.

[0004] 본 발명에서는 불확실한 엔진토크모델의 에러를 보정하여 정확한 클러치토크 예측방법을 제안하고자 한다.

[0005] 상기의 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0006] (특허문헌 0001) KR 10-2013-0060071 A

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 변속기 클러치 특히, DCT의 건식클러치에 있어 슬립에 의해 전달되는 정확한 토크값을 추정하기 위한 변속기 클러치토크 추정방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 변속기 클러치토크 추정방법은, 센서를 통해 측정된 엔진각속도, 데이터맵에 의해 도출된 엔진정적토크, 주행부하에 따른 부하토크를 통해 엔진과도토크를 도출하는 에러보정단계; 엔진정적토크, 엔진과도토크를 통해 엔진각속도추정값을 도출하는 각속도도출단계; 및 엔진각속도추정값과 엔진각속도의 차이로부터 변속기 클러치의 슬립에 따른 클러치토크추정값을 도출하는 결과도출단계;를 포함한다.

[0009] 각속도도출단계는 결과도출단계에서 추정된 클러치토크추정값을 피드백 받아 엔진정적토크, 엔진과도토크와 클러치토크추정값을 함께 고려하여 엔진각속도추정값을 도출할 수 있다.

- [0010] 에러보정단계는 엔진각속도의 적분 및 엔진관성모멘트를 이용하여 엔진출력토크를 도출하고, 엔진출력토크, 엔진정적토크 및 부하토크를 통해 엔진과도토크를 도출할 수 있다.
- [0011] 에러보정단계는 엔진출력토크에서 엔진정적토크를 제거하고 부하토크를 합산하여 엔진과도토크를 도출할 수 있다.
- [0012] 에러보정단계는 도출된 엔진과도토크를 저역통과 필터링하여 엔진과도토크의 최종결과로 도출할 수 있다.
- [0013] 각속도도출단계는 엔진정적토크와 엔진과도토크를 합산하고 엔진관성모멘트를 이용하여 엔진각속도추정값을 역으로 도출할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0014] 상술한 바와 같은 구조로 이루어진 변속기 클러치토크 추정방법에 따르면, 클러치 특히, DCT의 건식클러치에 있어 슬립에 의해 전달되는 정확한 토크값을 추정할 수 있게 된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 변속기 클러치토크 추정방법의 블록도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 변속기 클러치토크 추정방법의 순서도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0016] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 변속기 클러치토크 추정방법에 대하여 살펴본다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 변속기 클러치토크 추정방법의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 변속기 클러치토크 추정방법의 순서도이다.
- [0018] 본 발명에 따른 변속기 클러치토크 추정방법은, 센서를 통해 측정된 엔진각속도, 데이터맵에 의해 도출된 엔진정적토크, 주행부하에 따른 부하토크를 통해 엔진과도토크를 도출하는 에러보정단계; 엔진정적토크, 엔진과도토크를 통해 엔진각속도추정값을 도출하는 각속도도출단계; 및 엔진각속도추정값과 엔진각속도의 차이로부터 변속기 클러치의 슬립에 따른 클러치토크추정값을 도출하는 결과도출단계;를 포함한다.
- [0019] 도 1의 블록도를 참고하면, 엔진시스템의 경우 다이내믹스적인 관점에서 본다면, 엔진정적토크( $T_{e\_TQI}$ )와 엔진과도토크( $\delta e$ )가 엔진의 총 발생토크로 규정되고, 이로부터 주행부하에 따른 실제부하토크(TL)와 변속기 클러치의 슬립에 의한 실제클러치토크(TC)의 손실이 발생된 후 플라이휠측으로 출력된다. 그리고 플라이휠에는 속도센서가 마련되어 실제적인 엔진각속도( $W_e$ )가 측정된다.
- [0020] 즉, 페달답입량(APS)와 플라이휠측의 속도센서를 통해 측정된 엔진각속도( $W_e$ )를 입력받아 이를 엔진ECU에 미리 시험값으로 마련된 데이터맵에 대입함으로써 스테디스테이트(STEADY STATE) 상태의 엔진정적토크( $T_{e\_TQI}$ )를 얻을 수 있다. 그리고 그 엔진정적토크( $T_{e\_TQI}$ )에 엔진과도토크( $\delta e$ )가 더해져 실제 엔진의 구동토크가 구성되는 것이다.
- [0021] 따라서, 변속기의 클러치 슬립토크를 정확히 예측하기 위해서는 이러한 엔진의 낮은 RPM 영역에서 자주 발생하는 과도상태(TRANSIENT STATE)의 엔진과도토크를 정확히 예측하고 이를 반영해야 정확한 클러치토크를 추정할 수 있게 되는 것이다. 그리고 이는 특히 DCT 변속기의 건식클러치를 제어함에 있어 클러치 내구도에 큰 영향을 미치게 되는 것이다.
- [0022] 엔진 다이내믹스에 관한 정리는 아래의 식으로 표현될 수 있다.

수학식 1

$$J_e \dot{\omega}_e = T_{e\_TQI} + \hat{\delta}_e - T_c - T_L$$

$J_e$  : Engine moment of inertia  
 $\hat{\omega}_e$  : Reconstructed engine speed  
 $\bar{\omega}_e$  : Filtered engine speed  
 $T_{e\_TQI}$  : Engine torque from EMS  
 $\hat{T}_c$  : Estimated clutch torque  
 $L_1, L_2, L_3$  : Torque observer gain  
 $\hat{\delta}_e$  : Estimated engine torque error  
 $T_L$  : Vehicle load (실제 주행부하)  
 $T_{L0}$  : Nominal vehicle load (주행부하식에 의한 계산값)

[0023]

[0024]

구체적으로, 도 1과 같이, 센서를 통해 측정된 엔진각속도( $\omega_e$ ), 데이터맵에 의해 도출된 엔진정적토크( $T_{e\_TQI}$ ), 주행부하에 따른 부하토크( $T_L$ )를 통해 엔진과도토크( $\hat{\delta}_e$ )를 도출하는 에러보정단계를 수행한다. 에러보정단계는 엔진각속도의 미분 및 엔진관성모멘트를 이용하여 엔진출력토크를 도출하고, 엔진출력토크, 엔진정적토크 및 부하토크를 통해 엔진과도토크를 도출할 수 있다. 즉, 에러보정단계는 엔진출력토크에서 엔진정적토크를 제거하고 부하토크를 합산하여 엔진과도토크를 도출할 수 있다.

[0025]

그리고, 에러보정단계는 도출된 엔진과도토크를 저역통과 필터링하여 엔진과도토크의 최종결과로 도출할 수 있다.

[0026]

즉, 측정된 엔진각속도( $\omega_e$ )를 미분하고 이에 엔진관성모멘트( $J_e$ )를 곱하여 엔진 출력단의 실측 토크를 구한다. 그리고 엔진 실측 토크에서 데이터맵에 의한 엔진정적토크( $T_{e\_TQI}$ )를 제거한다. 또한, 이에 계산된 주행부하에 따른 부하토크( $T_L$ )를 더함으로써 엔진과도토크( $\hat{\delta}_e$ )를 산출할 수 있게 되는 것이다.

이를 직관적으로 보면, 센서에서 측정된 엔진각속도와 엔진 관성모멘트를 이용해서 구해지는 엔진토크는, 맵에서 구해진 엔진정적토크, 엔진과도토크, 주행부하 및 클러치토크의 조합에 의해 얻어지는 것이므로, 이 측정된 엔진각속도와 엔진 관성모멘트를 기반으로 한 엔진토크로부터 상기 엔진정적토크와 주행부하를 제거하면, 엔진과도토크와 클러치토크만 남고, 이중 클러치토크는 구하고자 하는 대상으로서, 이후의 과정에서 추정될 값이므로, 이를 무시하면, 결국 엔진과도토크가 구해지는 것이다.

한편, 정확한 변속기 클러치토크추정에 장애가 되는 엔진의 과도상태는 엔진이 5Hz 정도의 낮은 주파수로 동작할 때이므로, 상기와 같이 구해진 엔진과도토크를 다시 5Hz 정도의 저역통과필터를 거치도록 함으로써 얻고자하는 엔진과도토크를 정확히 구할 수 있게 된다. 구해진 엔진과도토크( $\hat{\delta}_e$ )는 로직상에서 추정값으로 정의된다

[0027]

참고로, 부하토크( $T_L$ )의 계산은 아래 식에 의해 이루어질 수 있다.

수학식 2

$$T_{L0} = \left( M_v g \sin \theta + K_r M_v g \cos \theta + \frac{1}{2} \rho C_d A_F v_s^2 \right) * \frac{r_{wheel}}{i}$$

$M_v$  : Vehicle mass

$g$  : Gravitational acceleration

$\theta$  : Slope angle

$K_r$  : Rolling resistance coefficient

$\rho$  : Air Density

$C_d$  : Air drag force coefficient

$A_F$  : Frontal area

$v_s$  : Vehicle speed

$r_{wheel}$  : Effective wheel radius

$i$  : Total gear ratio (transmission, final gear)

[0028]

[0029]

그 후에는 엔진정적토크, 엔진과도토크를 통해 엔진각속도추정값을 도출하는 각속도도출단계를 수행하고, 도출된 엔진각속도추정값과 측정된 엔진각속도를 이용하여 결과도출단계를 수행하는 데, 이들 각속도도출단계와 결과도출단계는 실질적으로는 이미 공지된 기술로서, 소위 unknown input observer를 구성하는 것이다.

즉, 종래에는 엔진정적토크만을 이용하여 상기 각속도도출단계와 결과도출단계를 수행함으로써, 클러치토크를 추정하였던 것을, 본 발명에서는, 엔진이 과다운전 상황인 경우에는, 엔진정적토크만이 아니라 상기한 바와 같이 구해진 엔진과도토크를 함께 고려하여 상기 각속도도출단계와 결과도출단계를 수행함으로써, 보다 정확한 클러치토크의 추정이 가능하도록 한 것이다.'

각속도도출단계는 결과도출단계에서 추정된 클러치토크추정값을 피드백 받아 엔진정적토크, 엔진과도토크와 클러치토크추정값을 함께 고려하여 엔진각속도추정값을 도출할 수 있다.

[0030]

또한, 각속도도출단계는 엔진정적토크와 엔진과도토크를 합산하고 엔진관성모멘트를 이용하여 엔진각속도추정값을 역으로 도출할 수 있다.

[0031]

즉, 추정된 엔진과도토크값( $\hat{\delta}_e$ )과 엔진정적토크( $T_{e\_TQI}$ )를 더하여 엔진의 총 토크를 구한다. 그리고 이를 엔진관성모멘트( $J_e$ )로 나누고 적분하여 엔진각속도추정값( $\hat{\omega}_e$ )을 구한다.

[0032]

실제 측정된 엔진각속도( $\omega_e$ )와 엔진각속도추정값( $\hat{\omega}_e$ )의 차이분에는 바로 클러치토크에 의한 영향이 반영되어 있다는 이론적 가정하에, 그 차이에 적분과 계수  $L1, L2$ 를 이용하여 클러치토크추정값( $\hat{T}_c$ )을 얻을 수 있게 된다.

[0033]

그리고 클러치토크추정값( $\hat{T}_c$ )은 실제 측정된 엔진각속도( $\omega_e$ )와 엔진각속도추정값( $\hat{\omega}_e$ )의 차이분과 함께 다시 피드백되어 클러치토크추정값의 도출에 이용되는 것이다.

[0034]

피드백되는 값은 도 1에 도시된 바와 같이 엔진정적토크( $T_{e\_TQI}$ )와 엔진과도토크( $\hat{\delta}_e$ )의 합산분으로부터 제거된 후 엔진각속도추정값( $\hat{\omega}_e$ )을 도출하도록 함으로써 반복적인 피드백을 통해 정확한 클러치토크 추정값으로 수렴하게 된다.

[0035]

이러한 피드백제어에서의 계수인  $L_0, L_1, L_2$ 는 튜닝팩터로서 존재하게 된다.

즉, 엔진 다이내믹스를 다음과 같이 표현하면,

$$\dot{\omega}_e = \frac{T_e}{J_e} - \frac{T_c}{J_e}$$

엔진각속도의 추정치는 다음과 같이 표현할 수 있고,

$$\hat{\omega}_e = \frac{T_e}{J_e} - \frac{\hat{T}_c}{J_e} + L_0(\omega_e - \hat{\omega}_e)$$

이때, 클러치토크추정값은 다음과 같이 임의로 표현할 수 있다.

$$\hat{T}_c = -L_1(\omega_e - \hat{\omega}_e) - L_2(\omega_e - \hat{\omega}_e)$$

이와 같이 임의로 적절한  $L_0, L_1, L_2$ 를 정한 상태에서 반복적으로 옵저버의 루프를 돌리면, 점차 올바른 클러치 토크 추정치로 수렴하게 되는 것이다.

[0036]

여기서, 상기  $L_0, L_1, L_2$ 는 0보다 큰 값으로 정하면 해가 존재할 수 있을 것이다.

이러한 본 발명에 따르면, ECU 엔진토크 값과 실제 엔진토크 간의 에러를 실시간으로 보정하여 클러치 토크 예측에 활용하고, 엔진토크가 불확실한 주행영역에서도 클러치토크를 정확하게 예측할 수 있다. 또한, 기존 엔진 토크기반의 기법 대비 신뢰성/정확성 향상을 꾀하고, 정상상태에서는 엔진토크에러 보정로직을 제외할 수도 있다.

[0037]

또한, 클러치 토크 - 클러치 액츄에이터 위치간 정보(Torque-Stroke 선도)가 필요 없는 장점이 있다.

[0038]

본 발명은 특정한 실시예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구범위에 의해 제공되는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 한도 내에서, 본 발명이 다양하게 개량 및 변화될 수 있다는 것은 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

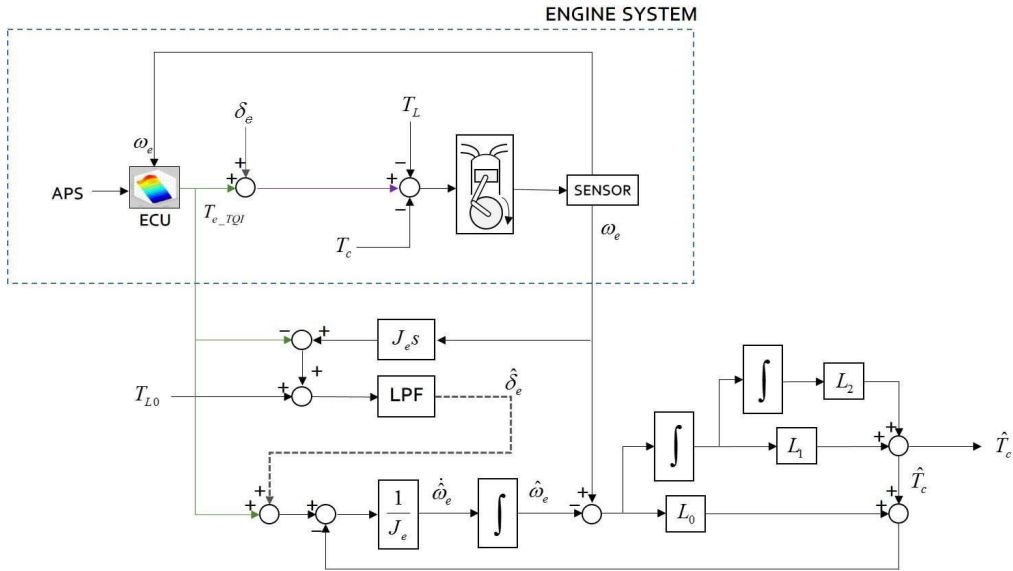
### 부호의 설명

[0039]

S100 : 에러보정단계  
 S200 : 각속도도출단계  
 S300 : 결과도출단계

도면

도면1



도면2

