(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월14일
(11) 등록번호 10-2165878
(24) 등록일자 2020년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02D 37/02 (2006.01) *F01L 13/00* (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01) *F02D 41/24* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02D 37/02 (2013.01)
F01L 13/0015 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0007390
(22) 출원일자 2020년01월20일
심사청구일자 2020년01월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090065290 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자
주식회사 현대케피코
경기도 군포시 고산로 102 (당정동)
(72) 발명자
도형수
경기도 군포시 곡란로 26, 1402동 1003호
(74) 대리인
한양특허법인

심사관 : 윤마루

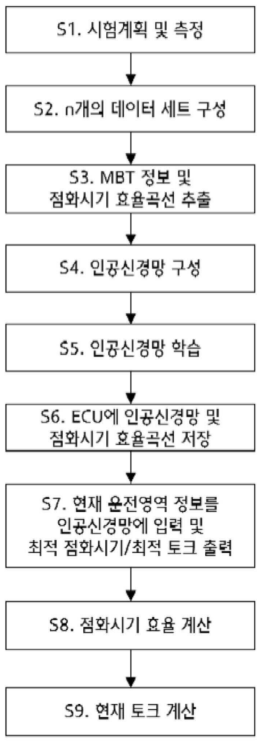
(54) 발명의 명칭 **인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법**

(57) 요 약

본 발명은 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법에 관한 것으로서, 차량 엔진 토크 추정 방법에 있어서, 차량 엔진의 운전영역 정보를 취득하는 단계; 차량 엔진이 취득된 운전영역 정보를 n개의 데이터 세트로 구성하는 단계; n개의 데이터 세트로부터 MBT 정보 (Minimum Spark timing for Best Torque)를 추출하는

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



단계; n개의 데이터 세트로 구성된 운전영역 정보를 입력층으로 하고, 점화시기정보 및 토크 정보를 출력층으로 하며, 은닉층을 가지면서 인공신경망을 구성하는 단계; n개의 데이터 세트를 기반으로 인공신경망을 이용하여 학습하는 단계; 인공신경망을 통해 학습된 데이터 및 점화시기 효율곡선을 차량의 ECU에 저장하는 단계; 운전영역 정보를 ECU에 저장된 인공신경망에 입력하고, 인공신경망에서 계산되는 점화시기정보 및 토크 정보를 출력하는 단계; 운전영역 정보를 이용하여 ECU로부터 계산된 점화시기정보와 학습된 인공신경망에서 계산된 점화시기정보와의 차이 값을 점화시기정보에 입력하여 점화시기효율을 계산하는 단계; 계산된 점화시기효율을 토크 정보에 곱하여 실시간 토크를 계산하는 단계; 를 포함하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
F02D 13/0215 (2013.01)
F02D 41/2438 (2013.01)
F02D 2041/1433 (2013.01)
F02D 2200/10 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
JP11287146 A
JP10306744 A
JP2019143579 A
JP2019143637 A
JP11351045 A
JP2019143578 A
KR1020020035995 A

명 세 서

청구범위

청구항 1

차량 엔진 토크 추정 방법에 있어서,

상기 차량 엔진의 설정된 n개의 운전영역 정보가 취득되는 단계(S1);

상기 운전영역에서의 점화시기 및 토크를 추가해 n개의 운전영역 데이터세트를 구성하는 단계(S2);

상기 n개의 운전영역 데이터세트로부터 최적점화시기(MBT, Minimum Spark timing for Best Torque) 및 점화시기 효율곡선을 추출하는 단계(S3);

상기 n개의 운전영역 정보를 입력층, 최적점화시기 및 최적토크를 출력층, 및 상기 입력층과 상기 출력층 사이의 은닉층으로 인공신경망을 구성하는 단계(S4);

상기 n개의 운전영역 데이터세트로부터 상기 인공신경망 학습을 진행하는 단계(S5);

현재의 운전영역정보를 학습된 상기 인공신경망에 입력해 상기 현재의 운전영역정보에 대한 최적점화시기 및 최적토크를 출력하는 단계(S7);

상기 현재의 운전영역정보에 대한 최적점화시기와 점화시기로부터 점화시기 효율을 계산하는 단계(S8);

상기 점화시기 효율로부터 현재 토크를 계산하는 단계(S9);를 포함하는

인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인공신경망 학습을 진행하는 단계(S5);에 의해 학습된 상기 인공신경망 및 상기 점화시기 효율곡선이 ECU에 저장되는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 현재의 운전영역정보에 대한 최적점화시기 및 최적토크를 출력하는 단계(S7)는 상기 ECU에 저장된 상기 인공신경망으로부터 출력되는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 n개의 운전영역 정보는 상기 점화시기를 최지각으로부터 최진각 위치까지 이동하며 취득된 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 인공신경망을 이용하여 학습하는 단계(S5)는,

가중치(Weight)와 편향(Bias)의 값을 반복적으로 변화시키며 학습하는 것을 특징으로 하는,

인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 운전영역 정보는 rpm, load, 공연비(lambda)중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 차량 엔진이 CVVT(연속가변밸브타이밍 기구)가 구비된 엔진이면,

상기 운전영역 정보는 EVO(Exhaust valve open), IVC(Intake valve close)를 추가로 포함하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 차량 엔진이 CVVD(연속가변밸브듀레이션 기구)가 구비된 엔진이면,

상기 운전영역 정보는 EVO(Exhaust valve open), EVC(Exhaust valve close), IVO(Intake valve open), IVC(Intake valve close) 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 차량 엔진이 CVVL(연속가변밸브리프트 기구)가 구비된 엔진이면,

상기 운전영역 정보는 EVO(Exhaust valve open), EVL(Exhaust valve lift), IVC(Intake valve close), IVL(Intake valve lift) 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법에 관한 것으로서 보다 상세하게는, 인공지능 학습을 이용하여 가솔린 엔진의 최적 점화시기를 결정하는 차량 엔진 토크 추정 방법에 관한 기술이다.

배 경 기 술

[0002] 지금까지는 가솔린 엔진 시스템에 있어서 엔진의 현재 토크를 계산하기 위하여 물리 법칙 기반의 모델을 구성하여 사용하고 있다.

[0003] 이와 같은 종래의 토크 추정 기술은 가솔린 엔진 연소 과정에서 토크 발생에 영향을 미치는 인자를 고려하여 구성되어 있다.

[0004] 다시말해, 종래의 토크 추정 기술의 경우 가솔린 엔진 시스템의 토크를 제어하기 위한 물리 법칙 기반의 모델을

사용해왔다.

[0005] 이와 같은 종래의 물리 법칙 기반의 모델에서는 영역 별 최적 토크, 영역 별 최적 점화시기, 혼합기 중 비활성 기체의 영향, 공연비의 영향, 점화효율에 해당하는 테이블을 캘리브레이션 등 다양한 정보를 통해서 엔진의 현재 토크를 구하는 방식을 사용하고 있었다.

[0006] 즉, 종래 기술은 물리 법칙 기반의 모델을 구성하고, 입력 변수로 쓰이는 물리량이 출력에 미치는 효과를 물리 법칙으로 풀어내며 수식 및 테이블로 표현하여 왔다.

[0007] 그러나, 배기가스 규제 만족을 위한 최신의 기술이 적용될수록 이와 같은 토크 계산 로직은 점점 복잡해지고 있다.

[0008] 한편, 자동차 기술 발달로 가솔린 엔진 시스템이 복잡해지고 있으며, 종래의 물리 법칙 기반의 모델을 이용해서는 정확한 토크를 계산하기 어려운 한계가 있다.

[0009] 이러한 종래 방식에서는 시스템이 복잡해질수록 물리 법칙으로 표현하기 어려워 모델의 정확도가 저하되거나 지나치게 많은 비용이 소요되는 측면이 있다.

[0010] 즉, 종래의 토크 추정기술은 캘리브레이션 비용이 증가하는 등의 문제가 있었다.

[0011] 일례로 비활성기체량은 실시간으로 알기 어려워 모델링을 통해 간접적으로 값을 추정하고 있지만, 이와 같은 추정을 통해서는 정확하지 않으므로 그 효과를 추정하기가 매우 곤란하다.

[0012] 또한 종래의 물리 법칙 기반 모델을 이용한 토크 추정 방식은 각 물리량 효과가 모델의 비선형성을 테이블로 표현되므로 테이블 값의 설정이 곧바로 모델의 정확도에 지대한 영향을 미치게 되는 단점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) JP 4840397 B2 (2011.10.14)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 이와 같은 종래 기술의 문제점을 극복하기 위한 본 발명은 데이터 기반의 인공신경망 모델을 적용함으로써 물리 법칙 기반 모델의 한계를 극복하여 정확한 토크 계산과 캘리브레이션 및 로직 개발 비용을 저감하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 제공하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 이와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명은 차량 엔진 토크 추정 방법에 있어서, 상기 차량 엔진의 운전영역 정보를 취득하는 단계; 상기 차량 엔진이 상기 취득된 운전영역 정보를 n개의 데이터 세트로 구성하는 단계; 상기 n개의 데이터 세트로부터 MBT 정보(Minimum Spark timing for Best Torque)를 추출하는 단계; 상기 n개의 데이터 세트로 구성된 운전영역 정보를 입력층으로 하고, 점화시기 정보 및 토크 정보를 출력층으로 하며, 은닉층을 가지면서 인공신경망을 구성하는 단계; 상기 n개의 데이터 세트를 기반으로 상기 인공신경망을 이용하여 학습하는 단계; 상기 인공신경망을 통해 학습된 데이터 및 점화시기 효율곡선을 차량의 ECU에 저장하는 단계; 상기 운전영역 정보를 상기 ECU에 저장된 상기 인공신경망에 입력하고, 상기 인공신경망에서 계산되는 점화시기정보 및 토크 정보를 출력하는 단계; 상기 운전영역 정보를 이용하여 상기 ECU로부터 계산된 점화시기정보와 상기 학습된 인공신경망에서 계산된 점화시기정보와의 차이 값을 상기 점화시기정보에 입력하여 점화시기효율을 계산하는 단계; 상기 계산된 점화시기효율을 상기 토크 정보에 곱하여 실시간 토크를 계산하는 단계; 를 포함하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 포함한다.

[0016] 또한, 상기 인공신경망을 이용하여 학습하는 단계는 가중치(Weight)와 편향(Bias)의 값을 반복적으로 변화시키며 학습하는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 포함한다.

[0017] 또한, 상기 운전영역 정보는 rpm, load, EVO(Exhaust valve open), IVC(Intake valve close), 공연비(lambda)

중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 포함한다.

[0018] 또한, 상기 운전영역 정보는 rpm, load, EVO(Exhaust valve open), EVC(Exhaust valve close), IVO(Intake valve open), IVC(Intake valve close), 공연비(lambda)중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 포함한다.

[0019] 또한, 상기 운전영역 정보는 rpm, load, EVO(Exhaust valve open), EVL(Exhaust valve lift), IVC(Intake valve close), IVL(Intake valve lift), 공연비(lambda)중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 포함한다.

[0020] 또한, 상기 운전영역 정보를 취득하는 단계는 상기 운전영역 정보 및 상기 상기 운전영역 정보에 따른 점화시기가 최지각 위치부터 최진각 위치까지 변화시킴으로서 획득되는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 포함한다.

[0021] 또한, 상기 은닉층은 trial & error 방법을 이용하는 것을 특징으로 하는 인공신경망을 이용한 차량 엔진 토크 추정 방법을 포함한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[0023] 첫째, 입력변수와 출력변수의 상관관계를 오직 데이터를 통해 학습하여 정의하므로 물리 법칙 기반의 모델로 표현되지 않은 부분까지 인공신경망 모델에 포함되어 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0024] 둘째, 복잡한 시스템에서 물리적인 효과를 수식화 하지 않아도 되기 때문에 로직 개발 비용을 줄일 수 있어 경제성이 향상되는 이점이 있다.

[0025] 셋째, 물리 법칙 기반의 모델에서와 같은 테이블 값을 설정하기 위한 캘리브레이션 과정이 데이터를 통한 인공신경망의 학습 과정으로 대체되기 때문에 비용을 획기적으로 줄일 수 있다..

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 엔진 토크 추정 방법 흐름도이다.

도 2은 본 발명의 실시 예에 따른 엔진 토크 추정 방법의 순서를 나타낸다.

도 3는 본 발명의 실시예에 따른 인공신경망의 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0028] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다.

[0029] 제 1, 제 2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0030] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.

[0032] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적

인 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0033] 본 발명의 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 차량 엔진은 CVVT(연속가변밸브타이밍 기구)를 가질 수 있다.

[0034] 그에 따른 엔진 토크 추정 방법은 다음과 같다.

[0035] 먼저, 차량 엔진의 운전영역 정보를 취득하는 단계(S1)를 갖는다.

[0036] 여기서 운전영역 정보란 rpm(엔진회전수), load(엔진부하), EVO(Exhaust valve open; 배기타이밍), IVC(Intake valve close; 흡기타이밍), 공연비(lambda) 중 적어도 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0037] 운전영역 정보를 취득하는 단계(S1)는 운전영역 정보 및 운전영역 정보에 따른 점화시기가 최지각 위치부터 최진각 위치까지 변화시킴으로서 획득할 수 있다.

[0038] 다시 말해서, 다양한 엔진회전수(rpm), 엔진부하(load), 흡배기캠타이밍(EVO, IVC), 공연비(lambda)에서 점화시기를 최진각 위치부터 최지각 위치까지 변화시키며 토크를 측정하게 된다.

[0040] 한편, 본 발명의 다른 바람직한 실시 예에서의 엔진 시스템은 CVVT(연속가변밸브타이밍 기구) 대신 CVVD(연속가변밸브듀레이션 기구)로 구성될 수 있다.

[0041] 운전영역 정보는 rpm(엔진회전수), load(엔진부하), EVO(Exhaust valve open), EVC(Exhaust valve close), IVO(Intake valve open), IVC(Intake valve close), 공연비(lambda)중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 것이 가능하다.

[0043] 한편, 본 발명의 또 다른 바람직한 실시 예에서 엔진 시스템은 CVVT(연속가변밸브타이밍 기구) 대신 연속가변밸브리프트기구(CVVL)로 구성될 수 있다.

[0044] 이 때, 운전영역 정보는 rpm(엔진회전수), load(엔진부하), EVO(Exhaust valve open), EVL(Exhaust valve lift), IVC(Intake valve close), IVL(Intake valve lift), 공연비(lambda)중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 것이 가능하다.

[0046] 다음으로 차량 엔진이 앞서 취득된 운전영역 정보를 n개의 데이터 세트로 구성하는 단계(S2)를 가진다.

[0047] 이 때, rpm(엔진회전수), load(엔진부하), EVO(Exhaust valve open), IVC(Intake valve close), 공연비(lambda) 중 적어도 어느 하나 이상을 포함하는 n개의 데이터 조합 세트로 제공될 수 있다.

[0048] 다음으로 차량 엔진은 앞서 구성된 n개의 데이터 세트로부터 MBT 정보(Minimum Spark timing for Best Torque) 및 점화시기 효율곡선을 추출하는 단계(S3)를 수행한다.

[0049] MBT는 기관의 최대 토크를 얻는 최소 점화시기이다. 일반적으로 차량의 기본 세팅인 초기점화시기 조정에 해당하는 점화시기로 진각과 지각을 하지 않은 최적의 엔진성능을 내는 최소의 점화 시기를 말한다. 즉, 가솔린 기관의 최대 토크를 얻는 최소 점화시기라는 뜻으로, 엔진에서 최적의 출력을 얻을려면 피스톤이 상사점후 15 ‘ 부근에 점화 즉 폭발이 완료되어야한다. 점화는 차량 엔진제어기인 ECU의 명령 순간에 즉시 점화를 하여도 연소현상 자체의 물리적 지연, 전기적 지연(배터리 +에서 점화코일을 지나 TR에서 1차전류가 생성된후 차단된 다음 2차 전압이 생성되서 플러그까지), 기계적 지연이 있어 이를 미리 계산하여 피스톤이 상사점에 오르기 전에 점화를 시작해야하며, 점화지연시간, 착화지연시간, 화염전파 시간까지 고려하면 MBT로부터 실제 점화시기인, 최적점화시기를 정해야 한다.

[0050] 점화시기 효율곡선은 동력계로부터 수신한 점화시기를 엔진 RPM(revolution per minute) 및 엔진 부하로부터 구해지며, 점화시기 및 엔진 온도에 따라 최적의 점화시기가 결정된다. 점화시기 효율곡선이 정해지면, 엔진상태가 아이들(idle)영역인지 비-아이들 영역인지, 아이들영역인 경우에도, 냉간상태 혹은 온간상태에 따라 다르며, 아이들영역에서 온간상태인 경우, 보기류 작동여부에 따라 점화시기를 다르게 적용한다. 아이들 영역에서 냉간상태인 경우 현 시점의 점화시기 효율을 하강시킨 후, 보기류 작동여부에 따라 점화시기 효율을 제어할 수도 있다. 비-아이들영역인 경우, 노크(Knock) 발생 및 노크 강도를 판정하여 노크 강도에 따라 점화시기 효율을 보정한 후 냉온간 상태에 따라 점화시기를 제어할 수 있다.

[0051] 엔진의 점화시기 효율곡선의 일례는 점화시기 별 토크의 곡선인데, 아래와 같은 단계를 통해 점화시기 별 토크에 관한 엔진의 점화시기 효율곡선을 결정할 수 있다.

[0052] 엔진의 점화시기 변화에 따른 n개의 운전 영역별 토크 데이터 세트들을 입력하는 단계; 상기 n개의 운전 영역을

이루는 각 운전점에서의 점화시기에 대한 토크를 해당 운전 영역에서의 최대토크로 나누고, 최대토크가 얻어지는 점화시기가 0이 되도록 평행 이동시켜서 노멀라이징 시키는 단계; 상기 각 운전 영역별 토크 데이터 세트가 나타내는 곡선의 기울기를 변화시킬 수 있는 기울기 인자(slope factor)와 상기 곡선을 평행 이동시킬 수 있는 이동 인자(movement factor)를 상기 n개의 운전 영역 별 데이터 세트에 할당하는 단계; 미결정 변수를 가진 로지스틱 함수로부터 상기 기울기펙터와 이동펙터가 할당된 각 데이터 세트의 차이를 포함하는 최적화 함수를 설정하는 단계; 인공지능망 학습을 통해 상기 미결정 변수를 도출함으로서 상기 로지스틱 함수를 결정하는 단계;

[0053] 상기 로지스틱함수를 상기 엔진의 점화시기 효율곡선으로 결정하는 단계; 이다.

[0055] MBT 정보 및 점화시기 효율곡선을 포함한 n개의 데이터 세트에 대해 인공신경망을 구성하고 학습한다.

[0056] 즉, n개의 데이터 세트로 구성된 운전영역 정보를 입력층으로 하고, 점화시기정보 및 토크 정보를 출력층으로 하며, 은닉층을 가지면서 인공신경망을 구성하는 단계(S4)를 거친다.

[0057] 보다 상세하게는 차량 엔진은 도 3와 같은 입력층, 은닉층 및 출력층으로 구성된 인공신경망(300)을 갖는다.

[0058] 보다 상세하게는 입력층은 n개의 데이터 세트로 구성된 운전영역 정보(200)를 입력 받는다.

[0059] 출력층은 최적점화시기(400) 정보 및 최적토크(500) 정보를 출력한다. 최적이라는 것은 차량 엔진의 운전영역에서 최적화된 매핑 데이터 값을 사용해서 산출된 결과라는 의미이다. MBT 정보 및 점화시기 효율곡선으로부터 구해진 최적 점화시기 및 최적토크를 출력층에 제공함으로서 인공신경망의 출력층이 구성된다.

[0060] 은닉층은 입력층과 출력층 사이에 마련된 인공뉴런, 즉 노드로 구성된 계층을 가리킨다.

[0061] 보다 상세하게는 인공신경망은 기계 학습(machine learning)의 세부 방법론 중 하나로, 신경 세포인 뉴런(neuron)이 여러 개 연결된 망의 형태이다.

[0062] 구조 및 기능에 따라 여러 종류로 구분되며, 가장 일반적인 인공 신경망은 한 개의 입력층과 출력층 사이에 다수의 은닉층(hidden layer)이 있는 다층 퍼셉트론(multilayer perceptron)이다.

[0063] 인공 신경망은 자기 조직화 지도(SOM: Self-Organizing Map), 순환 신경망(RNN: Recurrent Neural Network), 콘볼루션 신경망(CNN: Convolutional Neural Network)과 같은 다양한 모델에 대한 총칭으로, 그 종류는 수십 가지에 이르는데, 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에서 적용되고 있는 인공신경망은 순방향 신경망일 수 있다.

[0064] 순방향 신경망(FFNet)은 일반적인 인공 신경망(ANN)으로 입력 데이터는 모든 노드를 딱 한번만 거쳐 출력층으로 진행한다.

[0065] 첫 번째 층은 입력층(input layer)이고 마지막 층은 출력층(output layer)이며 중간 은닉층(hidden layer)는 외부와의 연결이 없다.

[0066] 또한, 각 계층(layer)의 노드들은 다음 계층의 노드로 연결되며 같은 계층 간의 연결이 없다.

[0067] 이러한 이유로 순방향 신경망이라고 한다.

[0069] 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 인공신경망(300)을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0070] 도 3은 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 입력층, 은닉층 및 출력층의 상관관계를 나타낸다.

[0071] 인공신경망(300) 모델은 도 3과 같은 구조를 가지며 은닉층의 적층 수 및 뉴런의 개수가 많을수록 복잡한 상관관계를 표현할 수 있다.

[0072] 입력층에 입력되는 정보는 각 운전점(rpm, load, EVO, IVC, lambda 등) 정보를 포함할 수 있다.

[0073] 이 때, 출력층을 통해 출력되는 정보는 최적 점화시기(400) 및 최적 토크(500) 정보를 포함할 수 있다.

[0074] 은닉층은 측정 데이터를 학습하는 과정에서 trial & error 방법이 이용될 수 있다.

[0076] 다음으로 차량 엔진은 n개의 데이터 세트를 기반으로 인공신경망(300)을 이용하여 학습하는 단계(S5)를 거친다.

[0077] 인공신경망(300)을 이용하여 학습하는 단계는 가중치(Weight)와 편향(Bias)의 값을 반복적으로 변화시키며 학습하는 것이 바람직할 수 있다.

[0078] 인공신경망(300) 모델은 물리적인 현상의 인과관계를 설명하는 물리 법칙을 이용하지 않으며, 오직 데이터와 인

공신경망(300)의 계산 구조를 통해 입력과 출력의 관계를 정의한다.

[0079] 인공신경망(300) 모델은 입력 및 출력 데이터를 기반으로 머신러닝 알고리즘을 통해 모델 내부의 파라미터인 가중치(Weight)와 편향(Bias)의 값을 반복적으로 변화시킨다.

[0080] 이 과정을 '학습' 이라고 한다.

[0081] 성공적인 학습을 위해 적합한 입력과 출력의 선정이 필요하며 학습에 많은 데이터를 이용할수록 인공신경망(300) 모델이 일반화 된다.

[0083] 다음으로 차량 엔진은 인공신경망(300)을 통해 학습된 데이터 및 점화시기 효율곡선을 차량의 ECU에 저장하는 단계(S6)를 가진다. 즉, 차량에 적용되는 ECU를 통해 인공신경망 및 점화시기 효율곡선이 구현된다.

[0084] 다음으로 차량 엔진은 현재 운전영역 정보(200)를 ECU에 저장된 인공신경망(300)에 입력하고, 인공신경망(300)에서 계산되는 최적 점화시기(400) 정보 및 최적 토크(500) 정보(500)를 출력하는 단계(S7)를 가진다.

[0085] 다음으로 차량 엔진은 운전영역 정보를 이용하여 ECU로부터 계산된 점화시기(100) 정보와 학습된 인공신경망(300)에서 계산된 최적 점화시기(400) 정보와의 차이 값을 점화시기(100) 정보에 입력하여 점화시기효율(600)을 계산하는 단계(S8)를 가진다.

[0086] 최종적으로 차량 엔진은 계산된 점화시기효율(600)을 최적 토크(500) 정보에 곱하여 실시간으로 구해지는 현재 토크(700)를 계산하는 단계(S9)를 통해 차량 엔진 토크를 정확하게 계산할 수 있게 된다.

[0087] 점화시기 효율곡선은 n개의 데이터 세트를 기반으로 구해졌으나, 인공신경망이 학습을 더해가면서 보다 정확한 점화시기 효율곡선이 도출될 수도 있으며, 차량의 노화 등을 감안할 때, 현재 운전영역 정보에 대해 과거의 점화시기 효율곡선이 아닌, 가장 최신의 점화시기 효율곡선을 기초로 최적 점화시기(400) 정보 및 최적 토크(500) 정보가 출력이 될 수도 있다.

부호의 설명

[0088] 100 : 점화시기

200 : 운전영역 정보

300 : 인공신경망

400 : 점화시기

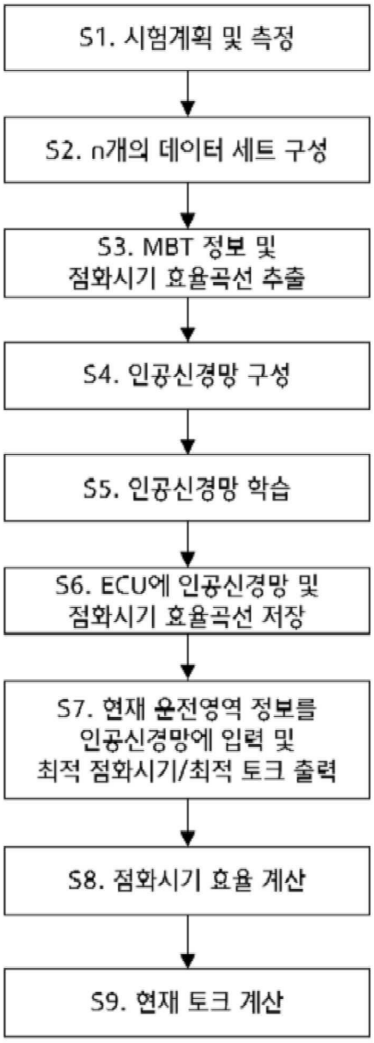
500 : 토크

600 : 점화시기효율

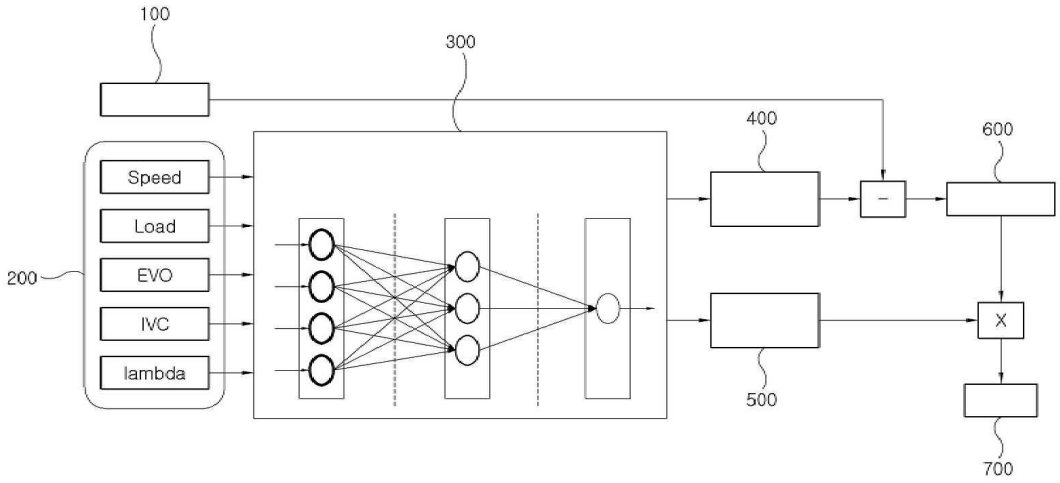
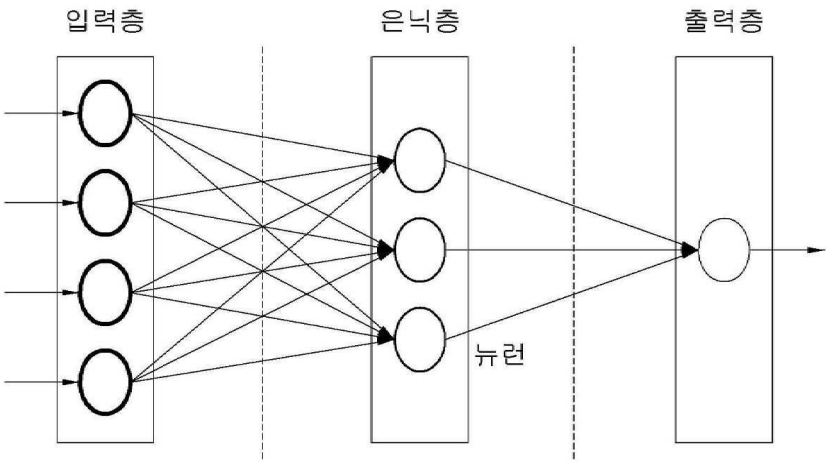
700 : 토크

도면

도면1


S1. 시험계획 및 측정
S2. n개의 데이터 세트 구성
S3. MBT 정보 및
점화시기 효율곡선 추출
S4. 인공신경망 구성
S5. 인공신경망 학습
S6. ECU에 인공신경망 및
점화시기 효율곡선 저장
S7. 현재 운전영역 정보를
인공신경망에 입력 및
최적 점화시기/최적 토크 출력
S8. 점화시기 효율 계산
S9. 현재 토크 계산

도면2


100
300
400
600
Speed
Load
EVO
IVC
lambda
200
500
X
700

도면3