



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월09일  
(11) 등록번호 10-2176188  
(24) 등록일자 2020년11월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06N 3/08 (2006.01) G06N 3/04 (2006.01)  
G06Q 50/26 (2012.01)  
(52) CPC특허분류  
G06N 3/08 (2013.01)  
G06N 3/04 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0098994  
(22) 출원일자 2020년08월07일  
심사청구일자 2020년08월07일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020170054027 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
정만식  
경기도 성남시 분당구 내정로166번길 42 ,124  
동2201호(수내동,파크타운삼익아파트)  
노윤선  
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 54, 226동 100  
2호  
(72) 발명자  
정만식  
경기도 성남시 분당구 내정로166번길 42 ,124  
동2201호(수내동,파크타운삼익아파트)  
노윤선  
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 54, 226동 100  
2호  
(74) 대리인  
김효성

전체 청구항 수 : 총 12 항

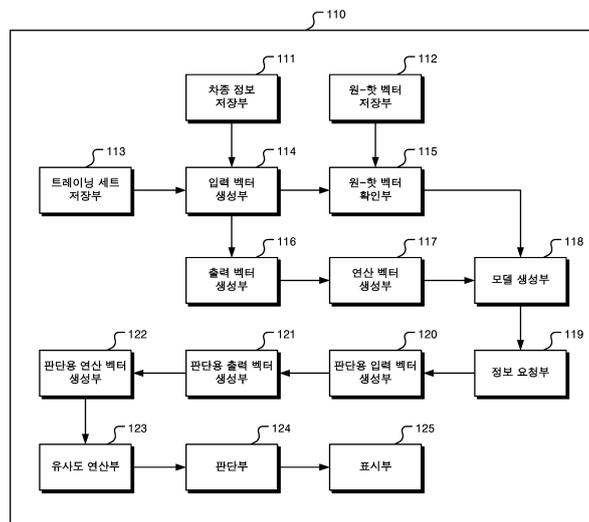
심사관 : 송근배

(54) 발명의 명칭 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치 및 그 동작 방법

(57) 요약

인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치 및 그 동작 방법이 개시된다. 본 발명은 도로의 노후화 등급을 판단하는데 영향을 미치는 것으로 사전 구성된 트레이닝 세트 데이터를 활용하여, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하기 위한 인공지능을 기반의 판단 모델을 생성하고, 상기 판단 모델의 생성이 완료되면, 도로 상에서 주행 중인 차량 내에 탑재된 단말로부터 획득된 실제 주행 정보를 기초로 상기 판단 모델에 따라 도로의 노후화 등급을 판단할 수 있는 전자 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류  
G06Q 50/26 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌  
KR1020190026116 A  
KR1020190028386 A  
KR1020190042097 A  
KR1020190107278 A

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부;

사전 설정된  $N(N$ 은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른  $N$ 차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부;

도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른  $M(M$ 은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는  $M$ 개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부;

상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 속도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 입력 벡터 생성부;

상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 원-핫 벡터 확인부;

상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이  $N$ 차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 생성하는 출력 벡터 생성부;

상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function) - 상기 활성화 함수는 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터를 생성하는 연산 벡터 생성부; 및

상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터가 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대한 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 모델 생성부

를 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 활성화 함수는 하기의 수학식 1과 같은 소프트맥스(Softmax) 함수인 것을 특징으로 하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치.

[수학식 1]

$$S(y_i) = \frac{e^{y_i}}{\sum_{p=1}^N e^{y_p}}$$

여기서,  $S(y_i)$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값으로,  $y_i$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값,  $e$ 는 자연상수를 의미함.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 모델 생성부는

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 구성하는 성분들을 기초로, 하기의 수학식 2에 따른 손실 함수(loss function)를 기반으로 한 손실 값을 연산함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값을 산출하고, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값의 평균 값이 최소가 되도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치.

[수학식 2]

$$L = - \sum_{i=1}^N t_i \cdot \log \hat{y}_i$$

여기서,  $L$ 은 상기 손실 값으로,  $t_i$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 원-핫 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값,  $\hat{y}_i$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값을 의미함.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 판단 모델의 생성이 완료된 이후, 제1 도로에 대한 노후화 등급 판단 명령이 수신되면, 상기 제1 도로 상에서 주행 중인 제1 차량에 탑재된 제1 차량 단말에 대해, 상기 제1 차량으로부터 측정되는 진동 값과 속도 값의 전송을 요청함과 동시에, 상기 제1 차량의 차종 정보의 전송을 요청하는 정보 요청부;

상기 제1 차량 단말로부터, 상기 제1 차량 단말이 상기 제1 차량에서 측정한 제1 진동 값과 제1 속도 값이 수신됨과 동시에 상기 제1 차량에 대한 차종 정보로 제1 차종 정보가 수신되면, 상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 제1 차종 정보에 대응되는 수치 값인 제1 수치 값을 확인하고, 상기 제1 진동 값, 상기 제1 속도 값 및 상기 제1 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 3차원의 판단용 입력 벡터를 생성하는 판단용 입력 벡터 생성부;

상기 3차원의 판단용 입력 벡터가 생성되면, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터를 상기 판단 모델의 기계학습이 완료된 상기 심층 신경망에 입력으로 인가함으로써, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 출력 벡터를 생성하는 판단용 출력 벡터 생성부;

상기 N차원의 판단용 출력 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터를 상기 활성화 함수에 입력으로 인

가함으로써, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 연산 벡터를 생성하는 판단용 연산 벡터 생성부;

상기 N차원의 판단용 연산 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도를 연산하는 유사도 연산부;

상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 중 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와의 유사도가 최대로 연산된 제1 원-핫 벡터를 확인하고, 상기 원-핫 벡터 저장부로부터 상기 제1 원-핫 벡터에 대응되는 노후화 등급인 제1 노후화 등급을 확인함으로써, 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단하는 판단부; 및

상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단되면, 상기 제1 노후화 등급에 대한 정보를 화면 상에 표시하는 표시부

를 더 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 유사도 연산부는

상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 아다마르 곱(Hadamard product)을 연산하였을 때 산출되는 벡터의 맨해튼 노름(Manhattan norm)을 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도로 연산하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치.

**청구항 6**

복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부를 유지하는 단계;

사전 설정된 N(N은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 N차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부를 유지하는 단계;

도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른 M(M은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 M개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계;

상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 속도에 대한 측정값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이 N차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 생성하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function) - 상기 활성화 함수는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡

터를 생성하는 단계; 및

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대도 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 단계

를 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 활성화 함수는 하기의 수학식 1과 같은 소프트맥스(Softmax) 함수인 것을 특징으로 하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법.

[수학식 1]

$$S(y_i) = \frac{e^{y_i}}{\sum_{p=1}^N e^{y_p}}$$

여기서,  $S(y_i)$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값으로,  $y_i$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값,  $e$ 는 자연상수를 의미함.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 판단 모델을 생성하는 단계는

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 구성하는 성분들을 기초로, 하기의 수학식 2에 따른 손실 함수(loss function)를 기반으로 한 손실 값을 연산함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값을 산출하고, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값의 평균 값이 최소가 되도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법.

[수학식 2]

$$L = - \sum_{i=1}^N t_i \cdot \log \hat{y}_i$$

여기서,  $L$ 은 상기 손실 값으로,  $t_i$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 원-핫 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값,  $\hat{y}_i$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값을 의미함.

**청구항 9**

제6항에 있어서,

상기 판단 모델의 생성이 완료된 이후, 제1 도로에 대한 노후화 등급 판단 명령이 수신되면, 상기 제1 도로 상

에서 주행 중인 제1 차량에 탑재된 제1 차량 단말에 대해, 상기 제1 차량으로부터 측정되는 진동 값과 속도 값의 전송을 요청함과 동시에, 상기 제1 차량의 차종 정보의 전송을 요청하는 단계;

상기 제1 차량 단말로부터, 상기 제1 차량 단말이 상기 제1 차량에서 측정한 제1 진동 값과 제1 속도 값이 수신됨과 동시에 상기 제1 차량에 대한 차종 정보로 제1 차종 정보가 수신되면, 상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 제1 차종 정보에 대응되는 수치 값인 제1 수치 값을 확인하고, 상기 제1 진동 값, 상기 제1 속도 값 및 상기 제1 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 3차원의 판단용 입력 벡터를 생성하는 단계;

상기 3차원의 판단용 입력 벡터가 생성되면, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터를 상기 판단 모델의 기계학습이 완료된 상기 심층 신경망에 입력으로 인가함으로써, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 출력 벡터를 생성하는 단계;

상기 N차원의 판단용 출력 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터를 상기 활성화 함수에 입력으로 인가함으로써, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 연산 벡터를 생성하는 단계;

상기 N차원의 판단용 연산 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도를 연산하는 단계;

상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 중 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와의 유사도가 최대로 연산된 제1 원-핫 벡터를 확인하고, 상기 원-핫 벡터 저장부로부터 상기 제1 원-핫 벡터에 대응되는 노후화 등급인 제1 노후화 등급을 확인함으로써, 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단하는 단계; 및

상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단되면, 상기 제1 노후화 등급에 대한 정보를 화면 상에 표시하는 단계

를 더 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 연산하는 단계는

상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 아다마르 곱(Hadamard product)을 연산하였을 때 산출되는 벡터의 맨해튼 노름(Manhattan norm)을 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도로 연산하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법.

**청구항 11**

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

**청구항 12**

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근, 전국에 노후화된 도로가 점점 증가함에 따라, 이로 인한 교통사고 발생 위험이 높아지고 있다.

[0003] 노후화된 도로에서는 도로 표면의 일부가 부서지거나 내려앉아 생긴 국부적인 구멍인 포트홀(pothole)이나 포장 균열 등의 도로 파손이 쉽게 생길 수 있고, 이로 인해 노후화된 도로에서의 교통사고 발생 위험이 높아질 수 있

다.

- [0004] 따라서, 도로의 노후화 정도를 미리 파악해 둬으로써, 노후화된 도로에서 발생할 수 있는 위험에 대비할 필요성이 있다. 하지만, 수없이 많은 도로의 상태를 일일이 확인하고, 이를 바탕으로 도로의 노후화 등급을 판단하기는 어려운 실정이다.
- [0005] 만약, 실제 도로상에서 주행 중인 차량으로부터 도로의 노후화 등급을 판단하는데 사용할 수 있는 정보를 수신하여, 이를 기초로 도로에 대한 노후화 등급을 판단할 수 있다면, 수없이 많은 도로들에 대해서 일일이 실제 도로의 상태를 직접 확인하지 않더라도, 보다 효율적으로 도로에 대한 노후화 등급을 판단할 수 있을 것이다.
- [0006] 한편, 최근에는 일부의 샘플 데이터를 기초로 소정의 결과를 판단하기 위한 판단 모델을 만들 수 있는 기계학습 기반의 인공지능 기술이 등장하고 있다. 이와 관련해서, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는데 있어서도, 기계학습 기반의 인공지능 기술을 이용할 수 있을 것이다.
- [0007] 따라서, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하기 위한 인공지능 기반의 판단 모델을 생성하고, 이를 기초로 도로의 노후화 등급을 판단할 수 있는 기술에 대한 연구가 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 본 발명은 도로의 노후화 등급을 판단하는데 영향을 미치는 것으로 사전 구성된 트레이닝 세트 데이터를 활용하여, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하기 위한 인공지능 기반의 판단 모델을 생성할 수 있는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시하고자 한다.
- [0009] 이를 통해, 본 발명에 따른 전자 장치 및 그 동작 방법은 도로 상에서 주행 중인 차량 내에 탑재된 단말로부터 획득된 실제 주행 정보를 기초로 상기 판단 모델에 따라 도로의 노후화 등급에 대한 판단이 가능하도록 지원하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치는 복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부, 사전 설정된  $N(N$ 은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른  $N$ 차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른  $M(M$ 은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는  $M$ 개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부, 상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 속도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 입력 벡터 생성부, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 원-핫 벡터 확인부, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이  $N$ 차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 생성하는 출력 벡터 생성부, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function) - 상기 활성화 함수는 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터를 생성하는 연산 벡터 생성부 및 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터가 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대로 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 모델 생성

부를 포함한다.

[0011] 또한, 본 발명의 일실시예에 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법은 복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부를 유지하는 단계, 사전 설정된  $N(N$ 은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른  $N$ 차원의 원-핫 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부를 유지하는 단계, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른  $M(M$ 은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는  $M$ 개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계, 상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 습도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 단계, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 단계, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이  $N$ 차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 생성하는 단계, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수 - 상기 활성화 함수는 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터를 생성하는 단계 및 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는  $N$ 차원의 연산 벡터가 상기  $M$ 개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대로 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 단계를 포함한다.

**발명의 효과**

[0012] 본 발명은 도로의 노후화 등급을 판단하는데 영향을 미치는 것으로 사전 구성된 트레이닝 세트 데이터를 활용하여, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하기 위한 인공지능 기반의 판단 모델을 생성할 수 있는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시할 수 있다.

[0013] 이를 통해, 본 발명에 따른 전자 장치 및 그 동작 방법은 도로 상에서 주행 중인 차량 내에 탑재된 단말로부터 획득된 실제 주행 정보를 기초로 상기 판단 모델에 따라 도로의 노후화 등급에 대한 판단을 수행할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 이러한 설명은 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. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였으며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 상에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.

[0016] 본 문서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 발명의 다양한

실시예들에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있고, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.

[0017] 한편, 첨부된 블록도의 블록들이나 흐름도의 단계들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 데이터 프로세싱이 가능한 장비의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 프로그램 명령들(instructions)을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터 장치에 구비된 메모리 또는 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 블록도의 블록들 또는 흐름도의 단계들에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다. 아울러, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 가능한 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 정해진 순서와 달리 실행되는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 실질적으로 동시에 수행되거나, 역순으로 수행될 수 있으며, 경우에 따라 일부 블록들 또는 단계들이 생략된 채로 수행될 수도 있다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0019] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치(110)는 차종 정보 저장부(111), 원-핫 벡터 저장부(112), 트레이닝 세트 저장부(113), 입력 벡터 생성부(114), 원-핫 벡터 확인부(115), 출력 벡터 생성부(116), 연산 벡터 생성부(117) 및 모델 생성부(118)를 포함한다.

[0020] 차종 정보 저장부(111)에는 복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있다.

[0021] 예컨대, 차종 정보 저장부(111)에는 하기의 표 1과 같이 복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있을 수 있다.

표 1

복수의 차종 정보들	수치 값
아반떼	1
쏘나타	2
카니발	3
그랜저	4
제네시스	5
...	...

[0025] 원-핫 벡터 저장부(112)에는 사전 설정된 N(N은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 N차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있다.

[0026] 예컨대, N이 5라고 하는 경우, 원-핫 벡터 저장부(112)에는 하기의 표 2와 같이 사전 설정된 5개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 5차원의 원-핫 벡터가 저장되어 있을 수 있다.

표 2

5개의 노후화 등급들	5차원의 원-핫 벡터
1등급	[1 0 0 0 0]
2등급	[0 1 0 0 0]
3등급	[0 0 1 0 0]
4등급	[0 0 0 1 0]
5등급	[0 0 0 0 1]

[0030] 트레이닝 세트 저장부(113)에는 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른 M(M은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들과 상기 M개의 입력 정보 세트들

각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 M개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있다. 여기서, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미한다.

[0031] 예컨대, M이 3이라고 하는 경우, 트레이닝 세트 저장부(113)에는 하기의 표 3과 같이 서로 다른 3개의 입력 정보 세트들과, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 3개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있을 수 있다.

표 3

3개의 트레이닝 세트들	3개의 입력 세트 정보들			노후화 등급
	진동	속도	차종	
트레이닝 세트 1	200dB(V)	40km/h	쏘나타	1등급
트레이닝 세트 2	280dB(V)	50km/h	제네시스	4등급
트레이닝 세트 3	220dB(V)	45km/h	아반떼	2등급

[0035] 여기서, 상기 트레이닝 세트의 각 입력 정보 세트가 진동, 속도, 차종으로 구성된 이유는 다음과 같다. 먼저, 도로의 노후화가 심각할수록 도로 상태가 나쁘기 때문에 차량에서 발생하는 진동이 커지는 등과 같이, 도로의 노후화 정도와 차량의 진동 간에 상관관계가 있을 수 있다. 이때, 차량에서 발생하는 진동은 차량의 속도에 따라서 조금씩 달라질 수 있으며, 차종에 따라서도 차이가 발생할 수 있다. 예컨대, 같은 포트홀을 지나는 상황에서도 차량의 속도가 빠른 경우가 그렇지 않은 경우보다 더 큰 진동이 발생할 수 있고, 특정 차종의 차량에서는 진동이 작게 발생하고, 다른 차종의 차량에서는 진동이 크게 발생할 수 있다. 결국, 도로의 노후화 정도에 따라 차량에서 발생하는 진동이 달라질 수 있으며, 이 진동은 차량의 주행 속도, 차종과의 관련성이 있기 때문에, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위해서 지정된 상기 입력 정보 세트는 진동, 속도, 차종으로 구성될 수 있다.

[0036] 입력 벡터 생성부(114)는 차종 정보 저장부(111)를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 습도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성한다.

[0037] 원-핫 벡터 확인부(115)는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 원-핫 벡터 저장부(112)를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인한다.

[0038] 출력 벡터 생성부(116)는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 생성한다.

[0039] 여기서, 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이 N차원이 되도록 구성된 행렬들이다.

[0040] 예컨대, 전술한 예와 같이, M이 3이고, N이 5라고 가정하자. 이때, 입력 벡터 생성부(114)는 상기 표 1과 같은 차종 정보 저장부(111)를 참조하여, 3개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보인 '쏘나타, 제네시스, 아반떼'에 대응되는 수치 값을 각각 '2, 5, 1'로 확인할 수 있다. 또한, 입력 벡터 생성부(114)는 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 습도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성할 수 있다. 이와 관련해서, 상기 '입력 정보 세트 1'에 포함되어 있는 진동 및 습도에 대한 측정 값이 각각 '200(dB(V)), 40(km/h)'이고, 차종 정보인 '쏘나타'에 대한 수치 값이 '2'이므로, 입력 벡터 생성부(114)는 '입력 정보 세트 1'에 대응되는 3차원의 입력 벡터로 '[200 40 2]'를 생성할 수 있다. 이러한 방식으로, 입력 벡터 생성부(114)는 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터로 '[200 40 2], [280 50 5], [220 45 1]'을 생성할 수 있다.

[0041] 이렇게, 입력 벡터 생성부(114)에 의해 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터로 '[200 40 2], [280 50 5], [220 45 1]'이 생성되면, 원-핫 벡터 확인부(115)는 원-핫 벡터 저장부(112)를 참조

하여, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급인 '1등급, 4등급, 2등급'에 대한 원-핫 벡터를 확인할 수 있다. 이때, 상기 표 2와 같은 원-핫 벡터 저장부(112)에는 '1등급'에 대한 원-핫 벡터가 '[1 0 0 0 0]'이고, '4등급'에 대한 원-핫 벡터가 '[0 0 0 1 0]'이며, '2등급'에 대한 원-핫 벡터가 '[0 1 0 0 0]'인 것으로 저장되어 있으므로, 입력 벡터 생성부(114)는 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터로 '[1 0 0 0 0], [0 0 0 1 0], [0 1 0 0 0]'을 확인할 수 있다.

[0042] 그리고 나서, 출력 벡터 생성부(116)는 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터인 '[200 40 2], [280 50 5], [220 45 1]'를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망에 입력으로 인가함으로써, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 출력 벡터를 '[a<sub>1</sub> a<sub>2</sub> a<sub>3</sub> a<sub>4</sub> a<sub>5</sub>], [b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> b<sub>3</sub> b<sub>4</sub> b<sub>5</sub>], [c<sub>1</sub> c<sub>2</sub> c<sub>3</sub> c<sub>4</sub> c<sub>5</sub>]'와 같이 생성할 수 있다.

[0043] 연산 벡터 생성부(117)는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function)에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 생성한다.

[0044] 여기서, 상기 활성화 함수는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수이다.

[0045] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 활성화 함수는 하기의 수학적 식 1과 같은 소프트맥스(Softmax) 함수일 수 있다.

**수학적 식 1**

$$S(y_i) = \frac{e^{y_i}}{\sum_{p=1}^N e^{y_p}}$$

[0047] 여기서,  $S(y_i)$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값으로,  $y_i$ 는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값,  $e$ 는 자연상수를 의미한다.

[0050] 모델 생성부(118)는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대한로 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성한다.

[0051] 예컨대, 전술한 예와 같이, M이 3이고, N이 5이며, 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 출력 벡터로 '[a<sub>1</sub> a<sub>2</sub> a<sub>3</sub> a<sub>4</sub> a<sub>5</sub>], [b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> b<sub>3</sub> b<sub>4</sub> b<sub>5</sub>], [c<sub>1</sub> c<sub>2</sub> c<sub>3</sub> c<sub>4</sub> c<sub>5</sub>]'가 생성되었다고 하는 경우, 연산 벡터 생성부(117)는 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 출력 벡터인 '[a<sub>1</sub> a<sub>2</sub> a<sub>3</sub> a<sub>4</sub> a<sub>5</sub>], [b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> b<sub>3</sub> b<sub>4</sub> b<sub>5</sub>], [c<sub>1</sub> c<sub>2</sub> c<sub>3</sub> c<sub>4</sub> c<sub>5</sub>]'를 상기 수학적 식 1과 같은 활성화 함수에 입력으로 인가함으로써, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 연산 벡터를 '[a<sub>(1)</sub> a<sub>(2)</sub> a<sub>(3)</sub> a<sub>(4)</sub> a<sub>(5)</sub>], [b<sub>(1)</sub> b<sub>(2)</sub> b<sub>(3)</sub> b<sub>(4)</sub> b<sub>(5)</sub>], [c<sub>(1)</sub> c<sub>(2)</sub> c<sub>(3)</sub> c<sub>(4)</sub> c<sub>(5)</sub>]'와 같이 생성할 수 있다.

[0052] 이렇게, 연산 벡터 생성부(117)에 의해 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 연산 벡터로 '[a<sub>(1)</sub> a<sub>(2)</sub> a<sub>(3)</sub> a<sub>(4)</sub> a<sub>(5)</sub>], [b<sub>(1)</sub> b<sub>(2)</sub> b<sub>(3)</sub> b<sub>(4)</sub> b<sub>(5)</sub>], [c<sub>(1)</sub> c<sub>(2)</sub> c<sub>(3)</sub> c<sub>(4)</sub> c<sub>(5)</sub>]'가 생성되면, 모델 생성부(118)는 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 연산 벡터인 '[a<sub>(1)</sub> a<sub>(2)</sub> a<sub>(3)</sub> a<sub>(4)</sub> a<sub>(5)</sub>], [b<sub>(1)</sub> b<sub>(2)</sub> b<sub>(3)</sub> b<sub>(4)</sub> b<sub>(5)</sub>], [c<sub>(1)</sub> c<sub>(2)</sub> c<sub>(3)</sub> c<sub>(4)</sub> c<sub>(5)</sub>]'가 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터인 '[1 0 0 0 0], [0 0 0 1 0], [0 1 0 0 0]'에 최대한로 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화

등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성할 수 있다.

[0053] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 모델 생성부(118)는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 구성하는 성분들을 기초로, 하기의 수학식 2에 따른 손실 함수(loss function)를 기반으로 한 손실 값을 연산함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값을 산출하고, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값의 평균 값이 최소가 되도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행할 수 있다.

수학식 2

$$L = - \sum_{i=1}^N t_i \log \hat{y}_i$$

[0055] 여기서,  $L$  은 상기 손실 값으로,  $t_i$  는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 원-핫 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값,  $\hat{y}_i$  는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들 중 i번째 성분의 값을 의미한다.

[0058] 예컨대, 전술한 예와 같이, M이 3이고, N이 5이며, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 연산 벡터로 '[a<sub>(1)</sub> a<sub>(2)</sub> a<sub>(3)</sub> a<sub>(4)</sub> a<sub>(5)</sub>]', [b<sub>(1)</sub> b<sub>(2)</sub> b<sub>(3)</sub> b<sub>(4)</sub> b<sub>(5)</sub>], [c<sub>(1)</sub> c<sub>(2)</sub> c<sub>(3)</sub> c<sub>(4)</sub> c<sub>(5)</sub>]'가 생성되었고, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터가 '[1 0 0 0 0]', [0 0 0 1 0], [0 1 0 0 0]'이라고 가정하자.

[0059] 이때, 모델 생성부(118)는 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 5차원의 연산 벡터인 '[a<sub>(1)</sub> a<sub>(2)</sub> a<sub>(3)</sub> a<sub>(4)</sub> a<sub>(5)</sub>]', [b<sub>(1)</sub> b<sub>(2)</sub> b<sub>(3)</sub> b<sub>(4)</sub> b<sub>(5)</sub>], [c<sub>(1)</sub> c<sub>(2)</sub> c<sub>(3)</sub> c<sub>(4)</sub> c<sub>(5)</sub>]'를 구성하는 성분들과 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터인 '[1 0 0 0 0]', [0 0 0 1 0], [0 1 0 0 0]'을 구성하는 성분들을 기초로, 상기 수학식 2에 따른 손실 함수를 기반으로 한 손실 값을 연산함으로써, 상기 3개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값을 'L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>'과 같이 산출할 수 있다. 그리고 나서, 모델 생성부(118)는 'L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>'의 평균 값이 최소가 되도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행할 수 있다.

[0060] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 모델 생성부(118)는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값의 평균이 최소가 되도록 역전파(backpropagation) 처리를 수행함으로써, 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행할 수 있다.

[0061] 본 발명의 일실시예에 따르면, 전자 장치(110)는 정보 요청부(119), 판단용 입력 벡터 생성부(120), 판단용 출력 벡터 생성부(121), 판단용 연산 벡터 생성부(122), 유사도 연산부(123), 판단부(124) 및 표시부(125)를 더 포함할 수 있다.

[0062] 정보 요청부(119)는 상기 판단 모델의 생성이 완료된 이후, 제1 도로에 대한 노후화 등급 판단 명령이 수신되면, 상기 제1 도로 상에서 주행 중인 제1 차량에 탑재된 제1 차량 단말에 대해, 상기 제1 차량으로부터 측정되는 진동 값과 속도 값의 전송을 요청함과 동시에, 상기 제1 차량의 차종 정보의 전송을 요청한다.

[0063] 여기서, 상기 제1 차량은 상기 제1 도로의 노후화 등급 판단을 위한 정보(진동, 속도, 차종)를 수집하기 위해서, 차량 내부에 상기 제1 차량 단말을 탑재하여 상기 제1 도로 상에 파견해 놓은 정보 수집용 차량일 수도 있고, 일반 차량들 중에서 도로의 노후화 등급 판단을 위한 정보를 제공하기로 사전 협의된 차량으로서, 상기 제1 차량 단말을 내부에 탑재하고 있는 차량일 수도 있다. 그리고, 상기 제1 차량 단말은 상기 제1 차량 내부에 탑재된 단말로서, 메모리 상에 상기 제1 차량의 차종 정보를 사전 저장하고 있을 수 있고, 소정의 진동 센서를 이용해서 상기 제1 차량에서 발생하는 진동 값을 측정할 수 있으며, 상기 제1 차량의 OBD(On-Board Diagnostics) 단자에 연결되어 상기 제1 차량의 속도 값을 수집할 수 있다. 이에, 상기 제1 차량 단말은 상기 제1 차량이 상기 제1 도로 상에서 주행 중인 상황에서, 전자 장치(110)로부터 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급 판단 명령이 수신되면, 상기 제1 차량의 진동 값, 속도 값을 측정 후 상기 제1 차량의 진동 값, 속도 값

및 메모리 상에 저장되어 있는 상기 제1 차량의 차종 정보를 전자 장치(110)로 전송할 수 있다.

- [0064] 판단용 입력 벡터 생성부(120)는 상기 제1 차량 단말로부터, 상기 제1 차량 단말이 상기 제1 차량에서 측정된 제1 진동 값과 제1 속도 값이 수신됨과 동시에 상기 제1 차량에 대한 차종 정보로 제1 차종 정보가 수신되면, 차종 정보 저장부(111)를 참조하여, 상기 제1 차종 정보에 대응되는 수치 값인 제1 수치 값을 확인하고, 상기 제1 진동 값, 상기 제1 속도 값 및 상기 제1 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 3차원의 판단용 입력 벡터를 생성한다.
- [0065] 판단용 출력 벡터 생성부(121)는 상기 3차원의 판단용 입력 벡터가 생성되면, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터를 상기 판단 모델의 기계학습이 완료된 상기 심층 신경망에 입력으로 인가함으로써, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 출력 벡터를 생성한다.
- [0066] 판단용 연산 벡터 생성부(122)는 상기 N차원의 판단용 출력 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터를 상기 활성화 함수에 입력으로 인가함으로써, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 연산 벡터를 생성한다.
- [0067] 유사도 연산부(123)는 상기 N차원의 판단용 연산 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도를 연산한다.
- [0068] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 유사도 연산부(123)는 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 아다마르 곱(Hadamard product)을 연산하였을 때 산출되는 벡터의 맨해튼 노름(Manhattan norm)을 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도로 연산할 수 있다.
- [0069] 여기서, 아다마르 곱이란, 같은 크기의 벡터나 행렬에서 각 성분을 곱하는 연산을 의미한다. 예컨대, '[a b c]'와 '[x y z]'라는 벡터가 있을 때, 두 벡터 간의 아다마르 곱을 연산하면, '[ax by cz]'라는 벡터가 산출될 수 있다.
- [0070] 또한, 맨해튼 노름이란, 벡터나 행렬의 크기를 나타내는 L1 노름으로, 하기의 수학적 식 3에 따라 연산될 수 있다.

**수학적 식 3**

$$\| X \|_1 = \sum_{i=1}^n |x_i|$$

- [0072] 여기서  $\| X \|_1$ 은 맨해튼 노름을 의미하고,  $x_i$ 는 벡터나 행렬에 포함되어 있는 i번째 성분을 의미한다.
- [0074] 판단부(124)는 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 중 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와의 유사도가 최대로 연산된 제1 원-핫 벡터를 확인하고, 원-핫 벡터 저장부(115)로부터 상기 제1 원-핫 벡터에 대응되는 노후화 등급인 제1 노후화 등급을 확인함으로써, 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단한다.
- [0076] 표시부(125)는 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단되면, 상기 제1 노후화 등급에 대한 정보를 화면 상에 표시한다.
- [0077] 이하에서는 판단용 입력 벡터 생성부(120), 판단용 출력 벡터 생성부(121), 판단용 연산 벡터 생성부(122), 유사도 연산부(123), 판단부(124) 및 표시부(125)의 동작을 예를 들어 상세히 설명하기로 한다.
- [0078] 먼저, 상기 제1 차량 단말로부터 수신된 상기 제1 진동 값이 '250dB(V)'이고, 상기 제1 속도 값이 '45km/h'이며, 상기 제1 차종 정보가 '카니발'이라고 가정하자. 이때, 판단용 입력 벡터 생성부(120)는 상기 표 1과 같은 차종 정보 저장부(111)를 참조하여, 상기 제1 차종 정보인 '카니발'에 대응되는 수치 값인 '3'을 제1 수치 값으로 확인할 수 있다.
- [0079] 그리고 나서, 판단용 입력 벡터 생성부(120)는 상기 제1 진동 값인 '250(dB(V))', 상기 제1 속도 값인 '45(km/h)' 및 상기 제1 수치 값인 '3'을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, '[250 45 3]'을 3차원의

판단용 입력 벡터로 생성할 수 있다.

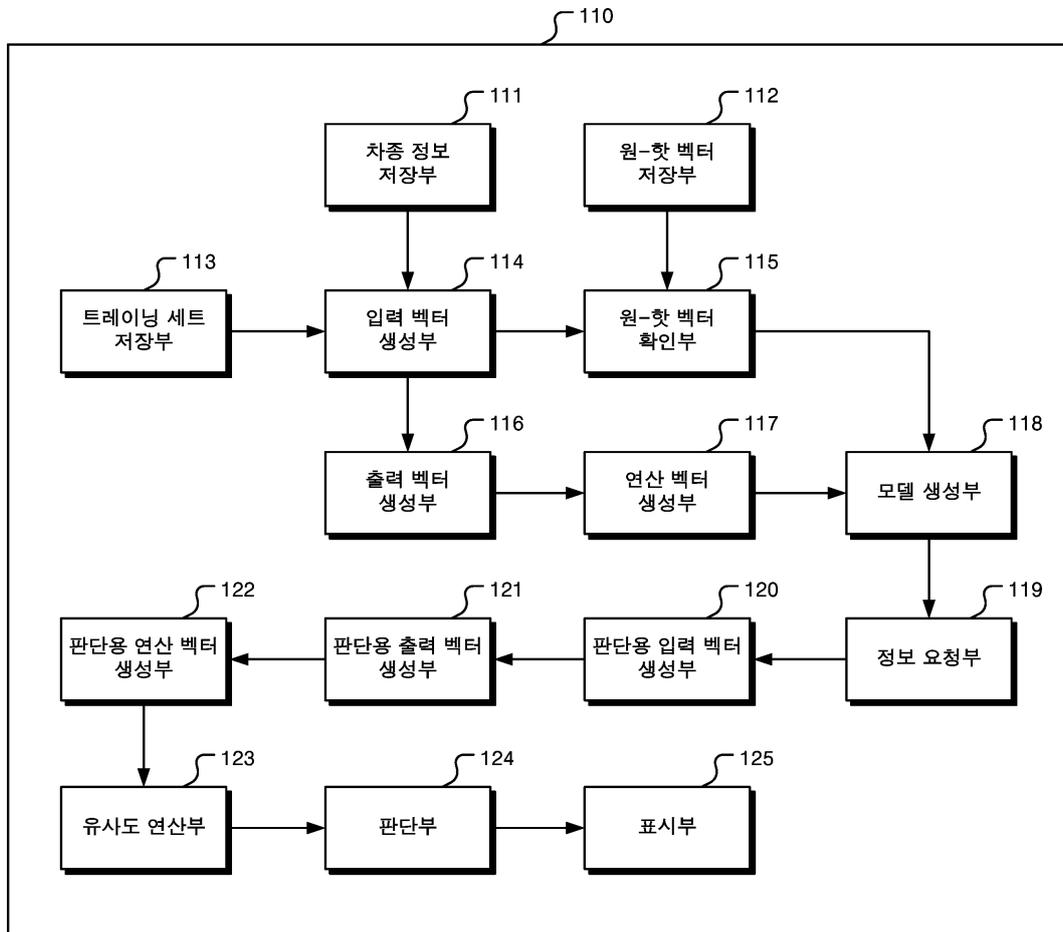
- [0080] 이렇게, 판단용 입력 벡터 생성부(120)에 의해 '[250 45 3]'이 상기 3차원의 판단용 입력 벡터로 생성되면, 판단용 출력 벡터 생성부(121)는 상기 3차원의 판단용 입력 벡터인 '[250 45 3]'을 상기 판단 모델의 기계학습이 완료된 상기 심층 신경망에 입력으로 인가함으로써, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터에 대응되는 5차원의 판단용 출력 벡터를 '[d<sub>1</sub> d<sub>2</sub> d<sub>3</sub> d<sub>4</sub> d<sub>5</sub>]'와 같이 생성할 수 있다.
- [0081] 그 이후, 판단용 연산 벡터 생성부(122)는 상기 5차원의 판단용 출력 벡터인 '[d<sub>1</sub> d<sub>2</sub> d<sub>3</sub> d<sub>4</sub> d<sub>5</sub>]'를 상기 활성화 함수에 입력으로 인가함으로써, 상기 5차원의 판단용 출력 벡터에 대응되는 5차원의 판단용 연산 벡터를 '[d<sub>(1)</sub> d<sub>(2)</sub> d<sub>(3)</sub> d<sub>(4)</sub> d<sub>(5)</sub>]'와 같이 생성할 수 있다.
- [0082] 이렇게, '[d<sub>(1)</sub> d<sub>(2)</sub> d<sub>(3)</sub> d<sub>(4)</sub> d<sub>(5)</sub>]'라는 상기 5차원의 판단용 연산 벡터가 생성되면, 유사도 연산부(123)는 상기 5차원의 판단용 연산 벡터인 '[d<sub>(1)</sub> d<sub>(2)</sub> d<sub>(3)</sub> d<sub>(4)</sub> d<sub>(5)</sub>]'와 표 2에서 나타낸 바와 같은 상기 5개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터인 '[1 0 0 0 0], [0 1 0 0 0], [0 0 1 0 0], [0 0 0 1 0], [0 0 0 0 1]'간의 아다마르 곱을 연산함으로써, '[d<sub>(1)</sub> 0 0 0 0], [0 d<sub>(2)</sub> 0 0 0], [0 0 d<sub>(3)</sub> 0 0], [0 0 0 d<sub>(4)</sub> 0], [0 0 0 0 d<sub>(5)</sub>]'라는 벡터를 산출할 수 있다.
- [0083] 그리고 나서, 유사도 연산부(123)는 상기 수학적 식 3에 따라 연산되는 '[d<sub>(1)</sub> 0 0 0 0], [0 d<sub>(2)</sub> 0 0 0], [0 0 d<sub>(3)</sub> 0 0], [0 0 0 d<sub>(4)</sub> 0], [0 0 0 0 d<sub>(5)</sub>]'의 맨해튼 노름인 'd<sub>(1)</sub>, d<sub>(2)</sub>, d<sub>(3)</sub>, d<sub>(4)</sub>, d<sub>(5)</sub>'를 상기 5차원의 판단용 연산 벡터와 상기 5개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도로 연산할 수 있다.
- [0084] 이때, 상기 5차원의 판단용 연산 벡터와 상기 5개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도인 'd<sub>(1)</sub>, d<sub>(2)</sub>, d<sub>(3)</sub>, d<sub>(4)</sub>, d<sub>(5)</sub>' 중 'd<sub>(4)</sub>'가 가장 큰 값으로 연산되었다고 가정하면, 판단부(124)는 상기 5개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터인 '[1 0 0 0 0], [0 1 0 0 0], [0 0 1 0 0], [0 0 0 1 0], [0 0 0 0 1]' 중 상기 5차원의 판단용 연산 벡터인 '[d<sub>(1)</sub> d<sub>(2)</sub> d<sub>(3)</sub> d<sub>(4)</sub> d<sub>(5)</sub>]'와의 유사도가 최대로 연산된 제1 원-핫 벡터로 '[0 0 0 1 0]'을 확인할 수 있다. 그리고 나서, 판단부(124)는 원-핫 벡터 저장부(115)로부터 상기 제1 원-핫 벡터인 '[0 0 0 1 0]'에 대응되는 노후화 등급인 제1 노후화 등급을 확인할 수 있다. 이때, 상기 표 2와 같은 원-핫 벡터 저장부(115)에는 '[0 0 0 1 0]'에 대응되는 노후화 등급이 '4등급'인 것으로 저장되어 있으므로, 판단부(124)는 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 '4등급'인 것으로 판단할 수 있다.
- [0085] 이렇게, 판단부(124)에 의해 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 '4등급'인 것으로 판단되면, 표시부(125)는 상기 제1 도로의 노후화 등급이 '4등급'임을 지시하는 정보를 화면 상에 표시할 수 있다. 이를 통해, 도로의 관리자는 상기 제1 도로의 현재 노후화 등급을 확인할 수 있고, 이를 기초로 제1 도로에 대한 보수 계획을 세울 수 있다.
- [0086] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.
- [0087] 단계(S210)에서는 복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부를 유지한다.
- [0088] 단계(S220)에서는 사전 설정된 N(N은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 N차원의 원-핫 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부를 유지한다.
- [0089] 단계(S230)에서는 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른 M(M은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들(상기 M개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함)과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 M개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지한다.
- [0090] 단계(S240)에서는 상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 습도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성한다.

- [0091] 단계(S250)에서는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인한다.
- [0092] 단계(S260)에서는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망(상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이 N차원이 되도록 구성된 행렬들임)에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 생성한다.
- [0093] 단계(S270)에서는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(상기 활성화 함수는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임)에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 생성한다.
- [0094] 단계(S280)에서는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대로 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성한다.
- [0095] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S270)에서 상기 활성화 함수는 상기 수학식 1과 같은 소프트맥스 함수일 수 있다.
- [0096] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S280)에서는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 구성하는 성분들과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 구성하는 성분들을 기초로, 상기 수학식 2에 따른 손실 함수를 기반으로 한 손실 값을 연산함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값을 산출하고, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대한 손실 값의 평균 값이 최소가 되도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행할 수 있다.
- [0097] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법은 상기 판단 모델의 생성이 완료된 이후, 제1 도로에 대한 노후화 등급 판단 명령이 수신되면, 상기 제1 도로 상에서 주행 중인 제1 차량에 탑재된 제1 차량 단말에 대해, 상기 제1 차량으로부터 측정되는 진동 값과 속도 값의 전송을 요청함과 동시에, 상기 제1 차량의 차종 정보의 전송을 요청하는 단계, 상기 제1 차량 단말로부터, 상기 제1 차량 단말이 상기 제1 차량에서 측정한 제1 진동 값과 제1 속도 값이 수신됨과 동시에 상기 제1 차량에 대한 차종 정보로 제1 차종 정보가 수신되면, 상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 제1 차종 정보에 대응되는 수치 값인 제1 수치 값을 확인하고, 상기 제1 진동 값, 상기 제1 속도 값 및 상기 제1 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 3차원의 판단용 입력 벡터를 생성하는 단계, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터가 생성되면, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터를 상기 판단 모델의 기계학습이 완료된 상기 심층 신경망에 입력으로 인가함으로써, 상기 3차원의 판단용 입력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 출력 벡터를 생성하는 단계, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터를 상기 활성화 함수에 입력으로 인가함으로써, 상기 N차원의 판단용 출력 벡터에 대응되는 N차원의 판단용 연산 벡터를 생성하는 단계, 상기 N차원의 판단용 연산 벡터가 생성되면, 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도를 연산하는 단계, 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 중 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와의 유사도가 최대로 연산된 제1 원-핫 벡터를 확인하고, 상기 원-핫 벡터 저장부로부터 상기 제1 원-핫 벡터에 대응되는 노후화 등급인 제1 노후화 등급을 확인함으로써, 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단하는 단계 및 상기 제1 도로에 대한 노후화 등급이 상기 제1 노후화 등급인 것으로 판단되면, 상기 제1 노후화 등급에 대한 정보를 화면 상에 표시하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0098] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 연산하는 단계에서는 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 아다마르 곱을 연산하였을 때 산출되는 벡터의 맨해튼 노름을 상기 N차원의 판단용 연산 벡터와 상기 N개의 노후화 등급들 각각에 대한 원-핫 벡터 간의 유사도로 연산할 수 있다.
- [0099] 이상, 도 2를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법은 도 1을 이용하여 설명한 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장

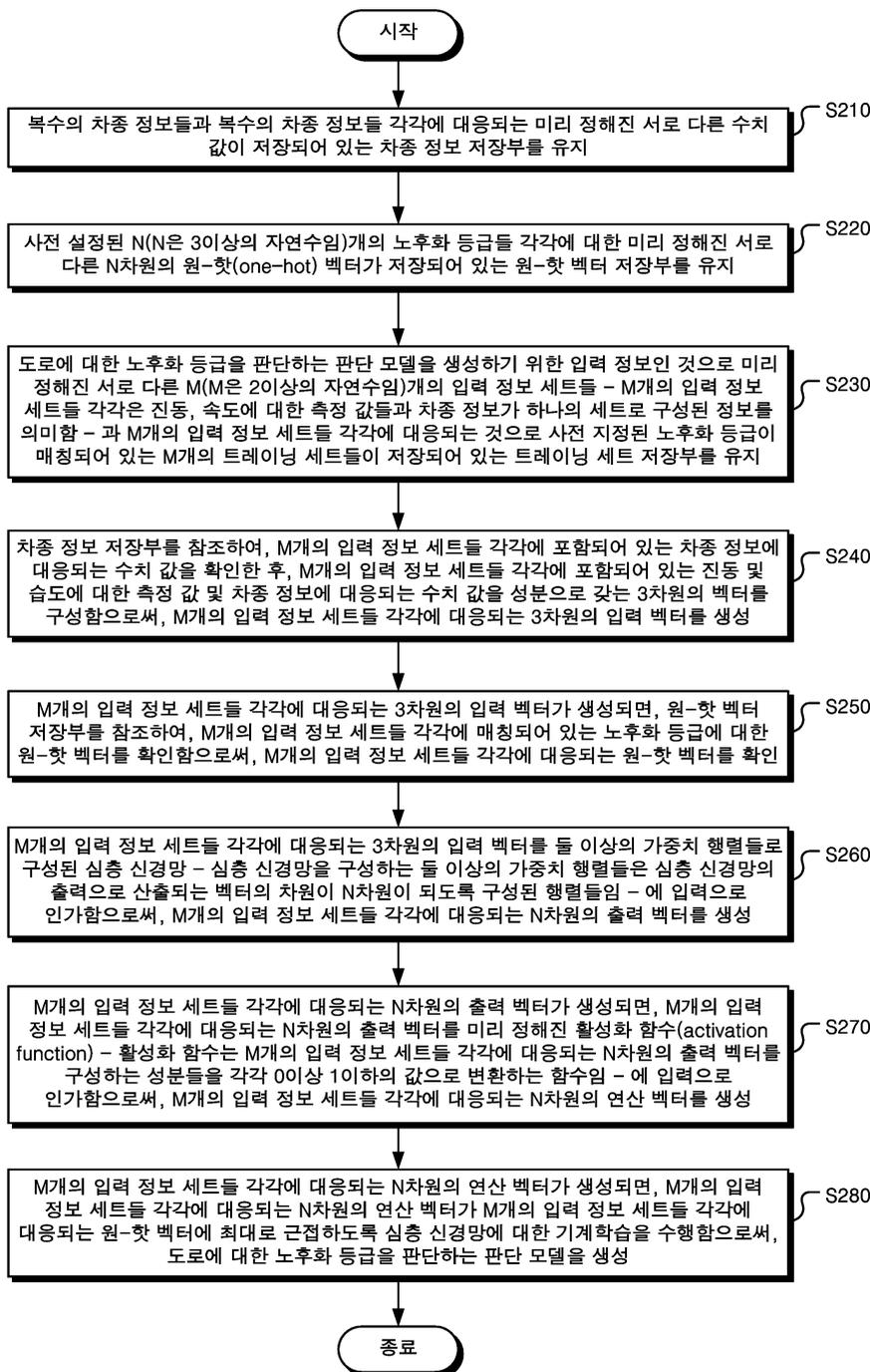


도면

도면1



도면2



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부를 유지하는 단계;

사전 설정된 N(N은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 N차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부를 유지하는 단계;

도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른

M(M은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 M개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계;

상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 속도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이 N차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 생성하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function) - 상기 활성화 함수는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대한 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 단계

를 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법.

**【변경후】**

복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부를 유지하는 단계;

사전 설정된 N(N은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 N차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부를 유지하는 단계;

도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른 M(M은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 M개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계;

상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 속도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이 N차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 생성하는 단계;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function) - 상기 활성화 함수는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대한 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 단계

를 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치의 동작 방법.

**【직권보정 2】**

**【보정항목】 청구범위**

**【보정세부항목】 청구항 1**

**【변경전】**

복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부;

사전 설정된 N(N은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 N차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부;

도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른 M(M은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 M개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부;

상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 속도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 입력 벡터 생성부;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 원-핫 벡터 확인부;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이 N차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 생성하는 출력 벡터 생성부;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function) - 상기 활성화 함수는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 생성하는 연산 벡터 생성부; 및

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대한 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 모델 생성부

를 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치.

**【변경후】**

복수의 차종 정보들과 상기 복수의 차종 정보들 각각에 대응되는 미리 정해진 서로 다른 수치 값이 저장되어 있는 차종 정보 저장부;

사전 설정된 N(N은 3이상의 자연수임)개의 노후화 등급들 각각에 대한 미리 정해진 서로 다른 N차원의 원-핫(one-hot) 벡터가 저장되어 있는 원-핫 벡터 저장부;

도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 판단 모델을 생성하기 위한 입력 정보인 것으로 미리 정해진 서로 다른 M(M은 2이상의 자연수임)개의 입력 정보 세트들 - 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각은 진동, 속도에 대한 측정 값들과 차종 정보가 하나의 세트로 구성된 정보를 의미함 - 과 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 것으로 사전 지정된 노후화 등급이 매칭되어 있는 M개의 트레이닝 세트들이 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부;

상기 차종 정보 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 차종 정보에 대응되는 수치 값을 확인한 후, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 포함되어 있는 진동 및 속도에 대한 측정 값 및 차종 정보에 대응되는 수치 값을 성분으로 갖는 3차원의 벡터를 구성함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 생성하는 입력 벡터 생성부;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터가 생성되면, 상기 원-핫 벡터 저장부를 참조하여, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 매칭되어 있는 노후화 등급에 대한 원-핫 벡터를 확인함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터를 확인하는 원-핫 벡터 확인부;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 3차원의 입력 벡터를 둘 이상의 가중치 행렬들로 구성된 심층 신경망 - 상기 심층 신경망을 구성하는 둘 이상의 가중치 행렬들은 상기 심층 신경망의 출력으로 산출되는 벡터의 차원이 N차원이 되도록 구성된 행렬들임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 생성하는 출력 벡터 생성부;

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 미리 정해진 활성화 함수(activation function) - 상기 활성화 함수는 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 출력 벡터를 구성하는 성분들을 각각 0이상 1이하의 값으로 변환하는 함수임 - 에 입력으로 인가함으로써, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터를 생성하는 연산 벡터 생성부; 및

상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 생성되면, 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 N차원의 연산 벡터가 상기 M개의 입력 정보 세트들 각각에 대응되는 원-핫 벡터에 최대로 근접하도록 상기 심층 신경망에 대한 기계학습을 수행함으로써, 도로에 대한 노후화 등급을 판단하는 상기 판단 모델을 생성하는 모델 생성부

를 포함하는 인공지능 기반의 도로 노후화 등급 판단을 위한 전자 장치.