

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 3월 12일 (12.03.2020) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호
WO 2020/050456 A1

- (51) 국제특허분류: G05B 23/02 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/015131
- (22) 국제출원일: 2018년 11월 30일 (30.11.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0106722 2018년 9월 6일 (06.09.2018) KR
- (71) 출원인: 울산대학교 산학협력단 (UNIVERSITY OF ULSAN COOPERATION FOR INDUSTRY COOPERATION) [KR/KR]; 44610 울산시 남구 대학로 93 (무거동), Ulsan (KR).
- (72) 발명자: 김종면 (KIM, Jong Myon); 44932 울산시 울주군 범서읍 장검길 60, 105동 1902호, Ulsan (KR). 김재영 (KIM, Jae Young); 48202 부산시 수영구 과정로 73번길 30, 2층 (망미동), Busan (KR).
- (74) 대리인: 김종선 (KIM, Jong Sun); 06242 서울시 강남구 역삼로 3길 11, 12층 (역삼동, 광성빌딩), Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

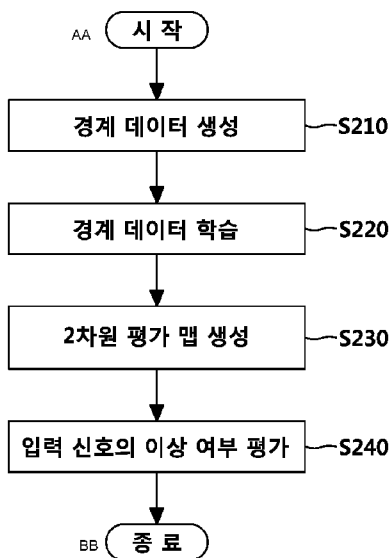
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: METHOD FOR EVALUATING DEGREE OF ABNORMALITY OF EQUIPMENT DATA

(54) 발명의 명칭: 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법



(57) Abstract: A method for evaluating the degree of abnormality of equipment data, according to one embodiment of the present invention, comprises the steps of: generating, through a boundary data generation algorithm, boundary data distinguished from normal data; learning the boundary data so as to generate an evaluation model for evaluating the degree of deviation from the normal data; generating a two-dimensional map on which the degree of evaluation of the evaluation model is visualized; generating a two-dimensional evaluation map through a location-based evaluation of data mapped to the two-dimensional map; and determining the location of an input signal on the two-dimensional map and evaluating the degree of abnormality of the input signal.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법은 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 정상 데이터와 구분되는 경계 데이터를 생성하는 단계, 경계 데이터를 학습하여 정상 데이터에서 벗어나는 정도를 평가하는 평가 모델을 생성하는 단계, 평가 모델의 평가 정도를 시각화하는 2차원 맵을 생성하는 단계, 2차원 맵에 매핑된 데이터의 각 위치별 평가를 통해 2차원 평가 맵을 생성하는 단계 및 입력 신호에 대한 2차원 맵 위치를 결정하고, 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 단계를 포함한다.

S210 ... Generate boundary data
S220 ... Learn boundary data
S230 ... Generate two-dimensional evaluation map
S240 ... Evaluate whether input signal is abnormal
AA ... Start
BB ... End

WO 2020/050456 A1

명세서

발명의 명칭: 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는 머신 러닝을 이용한 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 현존하는 설비 데이터의 고장 검출 프로세스는 통상적으로 하드웨어 리턴던시 원리나 분석적 리턴던시 원리에 기초하여 수행된다. 하드웨어 리턴던시 방식은 센서를 이용하여 고장을 진단하는 반면, 분석적 리턴던시 방식은 시스템의 수학적 모델에 기초하여 고장을 진단할 수 있다.
- [3] 분석적 리턴던시 방식에서 시스템의 수학적 모델은 정상 값의 기준치를 가지며, 기준치로부터의 편차를 통해 고장을 진단한다. 종래에는 고장 데이터와 정상 데이터를 학습하여 과거 데이터로부터의 기계 학습을 기반으로 고장을 진단할 수 있었다.
- [4] 기존의 인공 지능 알고리즘(Artificial Intelligence Algorithm)을 이용한 설비 예를 들어, 반도체, 디스플레이 패널 등의 제조 설비 또는 전력 설비 등의 고장을 진단하는 고장 진단 시스템(Fault Diagnosis System)은 많은 신경망 노드(Neural Network Node)와, 활성화 기능(Activation Function) 때문에 고장 진단 처리(Fault Diagnosis Process)가 많이 복잡하고, 이로 인해 진단 처리 속도도 지연된다. 또한 이로 인해 심지어는 잘못된 진단 오류를 범하기도 한다.
- [5] 또 신경망에서의 학습(Learning) 횟수 증가에 따른 패턴 데이터(pattern data)의 저장 공간 증대로 인해 고장 진단 시스템의 구축 비용이 증가하게 되고, 패턴에 적합하지 않는 파라미터(parameter)가 입력될 경우 잘못된 진단(erroneous diagnosis)이 발생하는 등의 문제점이 있다.
- [6] 고장 진단 알고리즘은 다양한 데이터를 입력받아서 정규화(normalize)하고, 복수 개의 노드(node)들을 구비하는 신경망(neural network)을 이용하여 학습(learning)한다. 그리고 학습 결과에 따라 고장 패턴을 분류(classifier) 한 후, 고장 진단(fault diagnosis)을 판별한다. 이 때, 정규화된 데이터에 오류가 발생되면, 즉, 정규화되지 않은 데이터 예를 들어, 새로운 고장 패턴 데이터가 입력되면, 새로운 고장 패턴을 분류하지 못하므로 잘못된 고장 진단(fault erroneous diagnosis)으로 판별한다.
- [7] 도 1은 종래의 기계 학습 기반의 고장 진단 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [8] 도 1을 참조하면, 고장 진단 장치는 학습 데이터(110)를 획득하여 전처리(111) 단계를 거친 뒤 특징 추출(112) 단계를 통해서 기계 학습 분류기(130)에서 정상과 고장에 대해서 분류하는 학습을 수행할 수 있다. 학습을 마친 고장 진단 장치는

실제 데이터(120)에 대해서도 마찬가지로 전처리(121) 단계를 거친 뒤 특징 추출(122) 단계를 통해서 기계 학습 분류기(130)에 전달되며, 학습된 내용대로 고장과 정상에 대해서 진단을 받으며, 최종 결과(140)를 확인할 수 있다.

- [9] 이러한 종래의 기계 학습 기반의 고장 진단 방식은 정상 설비와 고장 설비로부터 데이터를 취득하여 기계학습 알고리즘(support vector machine, artificial neural network 등)을 통해 학습시키고 진단에 활용하였다. 일반적으로 산업 플랜트에서는 고장 데이터가 자주 발생하는 데이터가 아니기 때문에 쉽게 얻기가 어려우며, 풍부한 데이터가 없기에 고장 진단의 정확도가 떨어지는 문제가 있었다. 또한, 이상 상태의 진단을 위해서는 특정 임계치를 사용자가 경험에 따라 직접 설정해야 하며, 이분법적인 진단만 가능하다는 문제가 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명의 일실시예에 따르면, 설비의 기존 데이터(reference data)나 충분한 고장 데이터가 없는 경우에도 설비 신호의 이상 정도를 평가할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.
- [11] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 설비 이상 진단의 처리 속도를 향상시키기 위한 진단 알고리즘을 구비하는 이상 정도 평가 시스템 및 그 방법을 제공하기 위함이다.

과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 일실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법은 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 정상 데이터와 구분되는 경계 데이터를 생성하는 단계, 상기 경계 데이터를 학습하여 정상 데이터에서 벗어나는 정도를 평가하는 평가 모델을 생성하는 단계, 상기 평가 모델의 평가 정도를 시각화하는 2차원 맵을 생성하는 단계, 상기 2차원 맵에 매핑된 데이터의 각 위치별 평가를 통해 2차원 평가 맵을 생성하는 단계 및 입력 신호에 대한 2차원 맵 위치를 결정하고, 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 단계를 포함할 수 있다.
- [13] 본 발명의 일실시예에 따르면, 경계 데이터를 생성하는 단계는, M 차원의 무작위 벡터를 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 경계 데이터의 집합을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [14] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 경계 데이터를 생성하는 단계는, 상기 경계 데이터와 실제 데이터를 분류하는 분류 함수를 학습하는 단계 및 경계 데이터 생성 함수를 학습하는 단계를 포함할 수 있다.
- [15] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 분류 함수를 학습하는 단계는, 역전파 과정을 통해 분류 손실 값이 최소가 되는 인공 신경망의 가중치를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [16] 본 발명의 일실시예에 따르면, 분류 함수를 학습하는 단계는, 경계 데이터의 분류 확률이 1이 되도록 경계 데이터 생성 함수를 학습하는 단계를 포함할 수

있다.

- [17] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 2차원 맵을 생성하는 단계는, 학습된 차원 축소 인공신경망을 통해 실제 데이터의 집합과 경계 데이터의 집합으로부터 2차원 데이터를 추출한 후, 각 차원의 최대 최소값을 계산하여 일정 간격을 갖는 격자 형태의 2차원 맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [18] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 단계는, 학습된 평가 인공신경망을 통해 생성된 2차원 맵의 매핑 데이터들의 이상정도 평가값을 계산 하는 단계를 포함할 수 있다.
- [19] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 단계는, 상기 입력 신호의 평가값을 색정보로 변환하고, 상기 색정보와 2차원 좌표를 통해 상기 2차원 평가 맵 상에 시각화하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [20] 본 발명의 일실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치는, 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 정상 데이터와 구분되는 경계 데이터를 생성하는 데이터 생성부, 상기 경계 데이터를 학습하여 정상 데이터에서 벗어나는 정도를 평가하는 평가 모델을 생성하는 학습부, 상기 평가 모델의 평가 정도를 시각화하는 2차원 맵에 매핑된 데이터의 각 위치별 평가를 통해 2차원 평가 맵을 생성하는 가시화부 및 입력 신호에 대한 2차원 맵 위치를 결정하고, 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 평가부를 포함할 수 있다.
- [21] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 데이터 생성부는, M 차원의 무작위 벡터를 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 경계 데이터의 집합을 생성할 수 있다.
- [22] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 학습부는, 상기 경계 데이터와 실제 데이터를 분류하는 분류 함수를 학습하고, 경계 데이터 생성 함수를 학습하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.
- [23] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 학습부는, 역전파 과정을 통해 분류 손실 값이 최소가 되는 인공 신경망의 가중치를 결정할 수 있다.
- [24] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 학습부는, 경계 데이터의 분류 확률이 1이 되도록 경계 데이터 생성 함수를 학습할 수 있다.
- [25] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 가시화부는, 학습된 차원 축소 인공신경망을 통해 실제 데이터의 집합과 경계 데이터의 집합으로부터 2차원 데이터를 추출한 후, 각 차원의 최대 최소값을 계산하여 일정 간격을 갖는 격자 형태의 2차원 맵을 생성할 수 있다.
- [26] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 평가부는, 학습된 평가 인공신경망을 통해 생성된 2차원 맵의 매핑 데이터들의 이상정도 평가값을 계산 할 수 있다.
- [27] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 평가부는, 상기 입력 신호의 평가값을 색정보로 변환하고, 상기 색정보와 2차원 좌표를 통해 상기 2차원 평가 맵 상에 시각화할 수 있다.

발명의 효과

- [28] 개시된 기술은 다음의 효과를 가질 수 있다. 다만, 특정 실시예가 다음의 효과를 전부 포함하여야 한다거나 다음의 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [29] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 설비의 기존 데이터(reference data)나 충분한 고장 데이터가 없는 경우에도 설비 신호의 이상 정도를 평가할 수 있다.
- [30] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 설비 이상 진단의 처리 속도가 향상된 진단 알고리즘을 구비하는 이상 정도 평가 시스템 및 그 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 종래의 기계 학습 기반의 고장 진단 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [32] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [33] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성하는 단계를 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [34] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성할 때 경계 데이터 생성 함수와 분류 함수를 학습하는 과정을 구체적으로 설명하기 위한 블록도이다.
- [35] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성할 때 이상 정도 평가 함수를 학습하는 과정을 구체적으로 설명하기 위한 블록도이다.
- [36] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성하는 단계의 경계 데이터 생성 인공 신경망을 설명하기 위한 블록도이다.
- [37] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성하는 단계의 분류 및 평가 인공 신경망을 설명하기 위한 블록도이다.
- [38] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 2차원 평가맵을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [39] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 2차원 평가 맵을 생성하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [40] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 2차원 평가 맵의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [41] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 입력 신호의 이상 여부를 평가하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기

위한 도면이다.

[42] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 이상 정도가 시각화된 2차원 평가 맵의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

[43] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[44] 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.

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

[46] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 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.

[47] 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.

[48] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.

[49] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법 및 장치를 상세하게 설명하기로 한다.

[50] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[51] 도 2를 참조하면, 단계(S210)에서, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 정상 데이터와 구분되는 경계 데이터를 생성할 수 있다.

[52] 일 실시예에 따르면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 M차원의 무작위 벡터를 입력 값으로 하여 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 경계 데이터의 집합을 생성할 수 있다.

- [53] 경계 데이터의 생성 방법에 대한 보다 구체적인 설명은 도 3에서 하도록 한다.
- [54] 일실시예에 따르면, 단계(S220)에서, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 경계 데이터를 학습하여 정상 데이터에서 벗어나는 정도를 평가하는 평가 모델을 생성할 수 있다.
- [55] 일실시예에 따르면, 단계(S230)에서, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 평가 모델의 평가 정도를 시각화하는 2차원 맵에 매핑된 데이터의 각 위치별 평가를 통해 2차원 평가 맵을 생성할 수 있다.
- [56] 일실시예에 따르면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 학습된 차원 축소 인공신경망을 통해 실제 데이터의 집합과 경계 데이터의 집합으로부터 2차원 데이터를 추출한 후, 각 차원의 최대 최소값을 계산하여 일정 간격을 갖는 격자 형태의 2차원 맵을 생성할 수 있다.
- [57] 2차원 평가 맵에 대한 보다 구체적인 설명은 도 8 내지 도 12에서 하도록 한다
- [58] 일실시예에 따르면, 단계(S240)에서, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 입력 신호에 대한 2차원 맵 위치를 결정하고, 입력 신호의 이상 정도를 평가할 수 있다.
- [59] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성하는 단계를 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [60] 도 3을 참조하면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 단계(S211)에서, 경계 데이터의 집합을 생성할 수 있다.
- [61] 일실시예에 따르면, 단계(S212)에서 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는, 경계 데이터와 실제 데이터를 분류하는 분류 함수를 학습할 수 있다.
- [62] 일실시예에 따르면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 역전과 과정을 통해 분류 손실 값이 최소가 되는 인공 신경망의 가중치를 결정할 수 있다.
- [63] 일실시예에 따르면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 경계 데이터의 분류 확률이 1이 되도록 경계 데이터 생성 함수를 학습할 수 있다.
- [64] 일실시예에 따르면, 단계(S213)에서, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 경계 데이터 생성 함수를 학습할 수 있다.
- [65] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성할 때 경계 데이터 생성 함수와 분류 함수를 학습하는 과정을 구체적으로 설명하기 위한 블록도이다.
- [66] 도 4를 참조하면, 일실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 무작위 벡터(410) 중에서 경계 데이터 생성 함수(420)를 통해서 경계 데이터(431)의 집합을 생성할 수 있다.
- [67] 일실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학적 1과 같이, 경계데이터를 생성하는 인공신경망 함수, f_g 에 차원의 무작위 벡터 를

입력하여 차원의 경계데이터 x_g 를 생성할 수 있다.

[68] [수식1]

$$x_g = f_g(z), x_g \in \mathfrak{R}_N, z \in \mathfrak{R}_M$$

[69] 이때 생성된 경계데이터들은 경계데이터 집합

x_g

에 추가될 수 있다.

[70] 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학적식 2와 같이, 경계 데이터와 실제 데이터(정상 데이터)를 분류하는 분류함수

f_d

에 N차원의 데이터를 입력하여 분류확률을 얻을 수 있다. 여기서 0에서 1사이의 분류 확률을 의미한다.

[71] [수식2]

$$S = f_d(x), x \in \mathfrak{R}_N, S \in [0, 1]$$

[72] 예를 들면, 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 경계 데이터(431)와 정상 데이터(432)를 분류 함수(440)에 넣어 결과값(451, 452)을 획득할 수 있다. 이때, 분류 함수(440)는 경계 데이터(431)가 0의 결과값(451)을 갖도록 하고, 정상 데이터(432)는 1의 결과값(452)을 갖도록 학습할 수 있다.

[73] 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학적식 3과 같이, 실제 데이터

x_r

의 분류확률은 1, 경계 데이터

x_g

의 분류확률은 0이 되도록 분류 함수

f_d

를 학습할 수 있다. 이때,

x_r

는 차원의 실제 데이터(정상 데이터)를 뜻한다.

[74] [수식3]

$$f_d(x_g) \cong 0, f_d(x_r) \cong 1, x_r \in \mathfrak{R}_N$$

[75] 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 분류 손실

함수(460)를 통해서 분류 함수(440)를 학습할 수 있다.

- [76] 예를 들면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 역전파(Backpropagation) 과정을 통해 하기 수학식 4와 같이 분류 손실 값

$$L_d$$

가 최소가 되는 인공신경망의 가중치

$$W_d$$

를 결정할 수 있다. 본 발명에서 말하는 역전파 방법은 인공신경망 학습에 사용되는 모든 역전파 방법을 포함할 수 있다.

- [77] [수식4]

$$W_d = W_d - \eta \frac{\partial L_d}{\partial W_d}$$

- [78] 여기서 η 는 학습율(Learning rate)을 의미한다.

- [79] 일실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학식 5를 통해서 손실값

$$L_d$$

을 계산할 수 있다.

- [80] [수식5]

$$L_d = l(f_d(x_g) - 1, f_d(x_r))$$

- [81] 여기서 l 은 인공신경망의 손실함수이며

$$L_d$$

는 분류 인공신경망의 손실 값을 의미한다. 본 발명의 손실함수는 인공신경망 학습에 사용되는 모든 종류의 손실함수를 포함할 수 있다.

- [82] 일실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 생성 손실 함수(470)를 통해서 경계 데이터 생성 함수(470)를 학습할 수 있다.

- [83] 예를 들면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학식 6과 같이 경계 데이터의 분류 확률이 1이 되도록 학습할 수 있다.

- [84] [수식6]

$$f_d(x_g) \cong 1$$

- [85] 일실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 역전파(Backpropagation) 과정을 통해 하기 수학식 7과 같이 경계데이터 생성

인공신경망의 손실 값

L_g

를 최소로 만드는 인공신경망의 가중치

W_g

를 결정할 수 있다.

[86] [수식7]

$$W_g = W_g - \eta \frac{\partial L_g}{\partial W_g}$$

[87] 여기서 η 는 학습율(Learning rate)을 의미한다.

[88] 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학적 식 8을 통해서 경계데이터 생성 인공신경망의 손실 값

L_g

을 계산할 수 있다.

[89] [수식8]

$$L_g = l(f_d(x_g))$$

[90] 여기서 은 인공신경망의 손실함수이며

L_g

는 경계데이터 생성 인공신경망의 손실 값을 의미한다.

[91] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성할 때 이상 정도 평가 함수를 학습하는 과정을 구체적으로 설명하기 위한 블록도이다.

[92] 도 5를 참조하면, 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 이상 정도 평가 함수(500)에 경계 데이터(511)와 정상 데이터(512)를 입력시켜 나오는 결과값(521, 522)을 분류하고, 손실 함수(530)를 통해서 이상 정도 평가 함수(500)를 학습할 수 있다.

[93] 보다 구체적으로, 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학적 식 9와 같이, 정상 데이터

x_r

의 평가값은 1, 경계 데이터

x_g

의 평가값은 0이 되도록 이상 정도 평가 함수

f_e

를 학습할 수 있다.

[94] [수식9]

$$f_e(X_g) \cong 1, \quad f_e(x_r) \cong 0$$

[95] 이때, 평가 함수

 f_e

는 입력데이터에 대한 실제 데이터(정상 데이터)와의 유사도를 계산하며, 유사도가 1에 가까울수록 실제데이터와 비슷한 데이터를 의미할 수 있다.

[96] 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 손실 함수(530)를 통해서 이상 정도 평가 함수(500)를 학습할 수 있다.

[97] 예를 들면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 역전파(Backpropagation) 과정을 통해 하기 수학식 10과 같이 손실 값

 L_e

가 최소가 되는 인공신경망의 가중치

 W_e

를 결정할 수 있다. 본 발명에서 말하는 역전파 방법은 인공신경망 학습에 사용되는 모든 역전파 방법을 포함할 수 있다.

[98] [수식10]

$$W_e = W_e - \eta \frac{\partial L_e}{\partial W_e}$$

[99] 여기서 η 는 학습율(Learning rate)을 의미한다.

[100] 일실시에에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 하기 수학식 11을 통해서 손실값

 L_e

을 계산할 수 있다.

[101] [수식11]

$$L_e = l(f_e(x_r), f_e(X_g) - 1)$$

[102] 여기서 l 은 인공신경망의 손실함수이며

L_e

는 분류 인공신경망의 손실 값을 의미한다. 본 발명의 손실함수는 인공신경망 학습에 사용되는 모든 종류의 손실함수를 포함할 수 있다.

- [103] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성하는 단계의 경계 데이터 생성 인공 신경망을 설명하기 위한 블록도이다.
- [104] 도 6을 참조하면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 기계 학습을 위한 인공 신경망을 통해서 경계 데이터를 생성할 수 있다. 즉, M차원의 무작위 벡터(610)를 입력층(620), 은닉층(630), 출력층(640)을 포함하는 인공 신경망에 입력하여 학습시키면, N차원 데이터(650)인 경계 데이터를 생성할 수 있다.
- [105] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 경계 데이터를 생성하는 단계의 분류 및 평가 인공 신경망을 설명하기 위한 블록도이다.
- [106] 도 7을 참조하면, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 인공 신경망을 통해서 분류 함수와 이상 정도 평가 함수를 구할 수 있다. 즉, 경계 데이터로 생성된 N차원 데이터(710)를 차원 축소 인공 신경망(CNN, 720), 2차원 특징 데이터(730), 평가 인공 신경망(DNN, 740)을 거쳐 결과(750)를 출력할 수 있다. 이때, 차원 축소 인공 신경망(CNN, 720) 및 평가 인공 신경망(DNN, 740)은 각각 입력층, 은닉층, 출력층을 포함할 수 있다.
- [107] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 2차원 평가맵을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [108] 도 8을 참조하면, 차원 축소 인공 신경망(CNN)을 통해 실제 데이터의 집합과 경계 데이터의 집합으로부터 2차원 특징 데이터를 추출한 후, 각 차원의 최대 최소값을 계산할 수 있다. 이때, 계산된 각 차원의 최대값과 최소값을 각각 X축과 Y축에 넣고 일정한 간격으로 구분하여 격자 형태의 2차원 맵을 생성할 수 있다.
- [109] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 2차원 평가 맵을 생성하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [110] 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 2차원의 맵에 있는 모든 매핑 데이터(910)에 대해서 학습된 평가 인공 신경망(920)에 대입시켜 평가값(930)을 획득할 수 있다. 이후, 평가값(930)은 색상으로 구분하여 이미지화(940)할 수 있다. 즉, 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 생성된 2차원 매핑 데이터들을 학습된 평가 인공신경망을 통해 이상 정도 평가값을 계산할 수 있다. 이렇게 계산된 평가값의 최대/최소값을 계산하여 컬러맵을 구하고, 컬러맵을 이용해 평가값을 2차원 평가맵으로 변환할 수 있다.

- [111] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 2차원 평가 맵의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [112] 도 10을 참조하면, 어두운 부분은 이상 결과 값을 나타내고, 밝은 부분은 정상 결과 값을 나타내는 2차원 평가 맵을 확인할 수 있다.
- [113] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 입력 신호의 이상 여부를 평가하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [114] 도 11을 참조하면, 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 측정 데이터(1110)를 학습된 차원 축소 인공 신경망(1120)에 넣어 2차원 데이터(1130)를 획득하고, 이를 학습된 평가 인공 신경망(1140)에 넣어 평가 값을 계산할 수 있다. 이렇게 도출된 평가 값은 컬러 맵을 통해서 색 정보로 변환할 수 있다. 또, 색 정보와 2차원 좌표를 통해서 평가맵(1150) 상에 시각화할 수 있다. 평가 맵에 시각화된 결과 값은 도 12를 통해서 확인할 수 있다.
- [115] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 방법에서 이상 정도가 시각화된 2차원 평가 맵의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [116] 도 12를 참조하면, 2차원 평가맵에 도시된 측정 데이터의 결과값(1210)을 확인할 수 있다. 이를 통해서 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치는 실제 측정 데이터의 이상 정도를 평가하고 사람들이 알기 쉽게 이상 정도를 제공할 수 있다. 이때, 밝은 영역의 중심부에서 멀리 떨어질수록 이상이 발생할 확률이 높은 것을 의미한다.
- [117] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
- [118] 도 13을 참조하면, 일 실시예에 따른 설비 데이터의 이상 정도를 평가하는 장치(1300)는 데이터 생성부(1310), 학습부(1320), 평가부(1330) 및 가시화부(1340)를 포함할 수 있다.
- [119] 일 실시예에 따르면, 데이터 생성부(1310)는 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 정상 데이터와 구분되는 경계 데이터를 생성할 수 있다. 예를 들면, 데이터 생성부(1310)는 M차원의 무작위 벡터를 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 경계 데이터의 집합을 생성할 수 있다.
- [120] 일 실시예에 따르면, 학습부(1320)는 경계 데이터를 학습하여 정상 데이터에서 벗어나는 정도를 평가하는 평가 모델을 생성할 수 있다. 보다 구체적으로, 학습부(1320)는 경계 데이터와 실제 데이터를 분류하는 분류 함수를 학습하고, 경계 데이터 생성 함수를 학습하여 평가 모델을 생성할 수 있다.
- [121] 일 실시예에 따르면, 학습부(1320)는 역전파 과정을 통해 분류 손실 값이 최소화 되는 인공 신경망의 가중치를 결정할 수 있다.
- [122] 일 실시예에 따르면, 학습부(1320)는 경계 데이터의 분류 확률이 1이 되도록 경계 데이터 생성 함수를 학습할 수 있다.

- [123] 일실시에에 따르면, 가시화부(1340)는 평가 모델의 평가 정도를 시각화하는 2차원 맵에 매핑된 데이터의 각 위치별 평가를 통해 2차원 평가 맵을 생성할 수 있다. 가시화부(1340)는 학습된 차원 축소 인공신경망을 통해 실제 데이터의 집합과 경계 데이터의 집합으로부터 2차원 데이터를 추출한 후, 각 차원의 최대 최소값을 계산하여 일정 간격을 갖는 격자 형태의 2차원 맵을 생성할 수 있다.
- [124] 일실시에에 따르면, 평가부(1330)는 입력 신호에 대한 2차원 맵 위치를 결정하고, 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가할 수 있다. 일실시에에 따르면, 평가부(1330)는 학습된 평가 인공신경망을 통해 생성된 2차원 맵의 매핑 데이터들의 이상정도 평가값을 계산할 수 있다.
- [125] 일실시에에 따르면, 평가부(1330)는 상기 입력 신호의 평가값을 색정보로 변환하고, 상기 색정보와 2차원 좌표를 통해 상기 2차원 평가 맵 상에 시각화할 수 있다.
- [126] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [127] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된

방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

- [128] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [129] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [130] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.
- [131]

청구범위

- [청구항 1] 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 정상 데이터와 구분되는 경계 데이터를 생성하는 단계;
 상기 경계 데이터를 학습하여 정상 데이터에서 벗어나는 정도를 평가하는 평가 모델을 생성하는 단계;
 상기 평가 모델의 평가 정도를 시각화하는 2차원 맵을 생성하는 단계;
 상기 2차원 맵에 매핑된 데이터의 각 위치별 평가를 통해 2차원 평가 맵을 생성하는 단계; 및
 입력 신호에 대한 2차원 맵 위치를 결정하고, 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 경계 데이터를 생성하는 단계는,
 M차원의 무작위 벡터를 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 경계 데이터의 집합을 생성하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 경계 데이터를 생성하는 단계는,
 상기 경계 데이터와 실제 데이터를 분류하는 분류 함수를 학습하는 단계; 및
 경계 데이터 생성 함수를 학습하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 분류 함수를 학습하는 단계는,
 역전파 과정을 통해 분류 손실 값이 최소가 되는 인공 신경망의 가중치를 결정하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
 상기 분류 함수를 학습하는 단계는,
 경계 데이터의 분류 확률이 1이 되도록 경계 데이터 생성 함수를 학습하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 2차원 맵을 생성하는 단계는,
 학습된 차원 축소 인공신경망을 통해 실제 데이터의 집합과 경계 데이터의 집합으로부터 2차원 데이터를 추출한 후, 각 차원의 최대 최소값을 계산하여 일정 간격을 갖는 격자 형태의 2차원 맵을 생성하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 단계는,

학습된 평가 인공신경망을 통해 생성된 2차원 맵의 매핑 데이터들의 이상정도 평가값을 계산 하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.

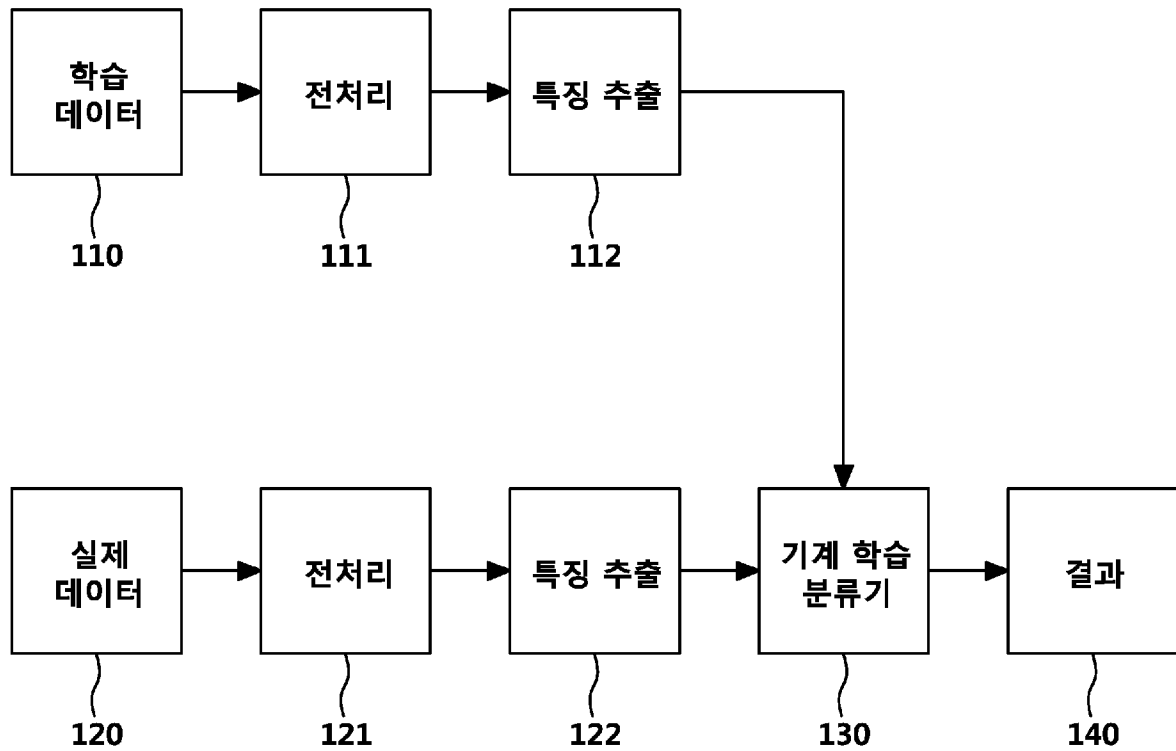
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 단계는,
상기 입력 신호의 평가값을 색정보로 변환하고, 상기 색정보와 2차원 좌표를 통해 상기 2차원 평가 맵 상에 시각화하는 단계를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 방법.
- [청구항 9] 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 정상 데이터와 구분되는 경계 데이터를 생성하는 데이터 생성부;
상기 경계 데이터를 학습하여 정상 데이터에서 벗어나는 정도를 평가하는 평가 모델을 생성하는 학습부;
상기 평가 모델의 평가 정도를 시각화하는 2차원 맵에 매핑된 데이터의 각 위치별 평가를 통해 2차원 평가 맵을 생성하는 가시화부; 및
입력 신호에 대한 2차원 맵 위치를 결정하고, 상기 입력 신호의 이상 정도를 평가하는 평가부
를 포함하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 데이터 생성부는,
M차원의 무작위 벡터를 경계 데이터 생성 알고리즘을 통해 경계 데이터의 집합을 생성하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 학습부는,
상기 경계 데이터와 실제 데이터를 분류하는 분류 함수를 학습하고, 경계 데이터 생성 함수를 학습하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 학습부는,
역전파 과정을 통해 분류 손실 값이 최소가 되는 인공 신경망의 가중치를 결정하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.
- [청구항 13] 제11항에 있어서,
상기 학습부는,
경계 데이터의 분류 확률이 1이 되도록 경계 데이터 생성 함수를 학습하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.
- [청구항 14] 제9항에 있어서,
상기 가시화부는,
학습된 차원 축소 인공신경망을 통해 실제 데이터의 집합과 경계

데이터의 집합으로부터 2차원 데이터를 추출한 후, 각 차원의 최대 최소값을 계산하여 일정 간격을 갖는 격자 형태의 2차원 맵을 생성하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.

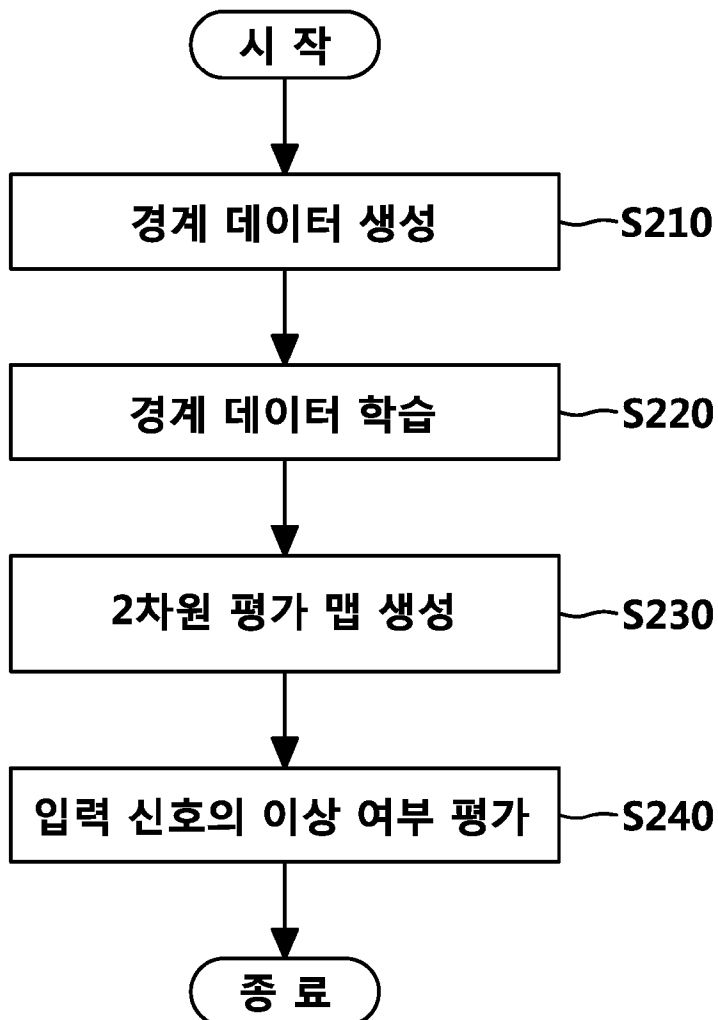
[청구항 15] 제9항에 있어서,
상기 평가부는,
학습된 평가 인공신경망을 통해 생성된 2차원 맵의 매핑 데이터들의 이상정도 평가값을 계산하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.

[청구항 16] 제9항에 있어서,
상기 평가부는,
상기 입력 신호의 평가값을 색정보로 변환하고, 상기 색정보와 2차원 좌표를 통해 상기 2차원 평가 맵 상에 시각화하는 것을 특징으로 하는 설비 데이터의 이상 정도 평가 장치.

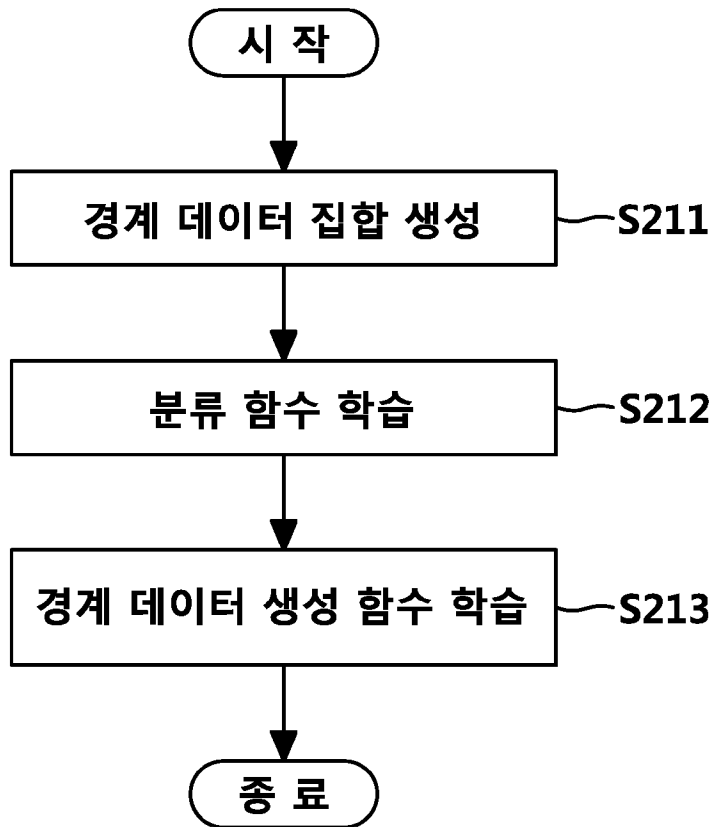
[도1]



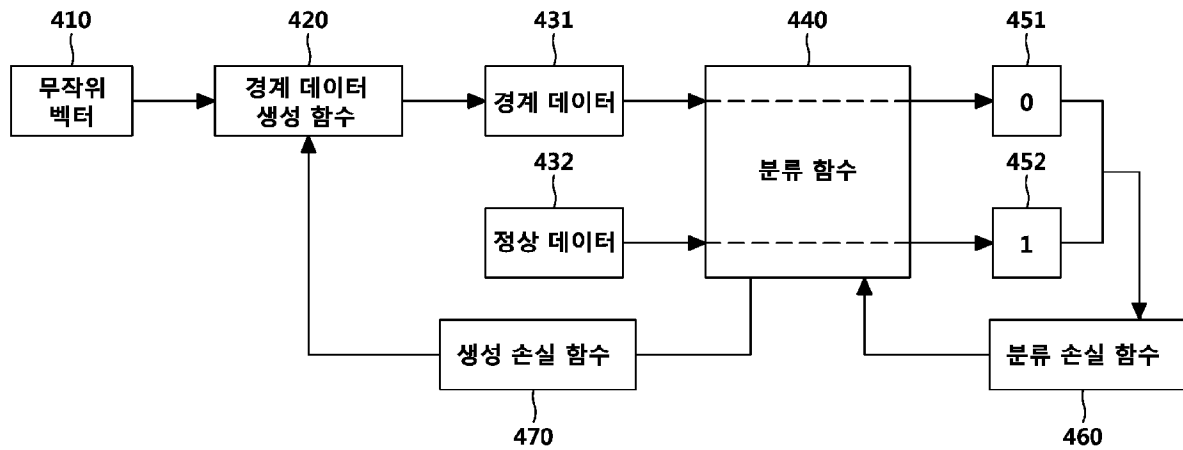
[도2]



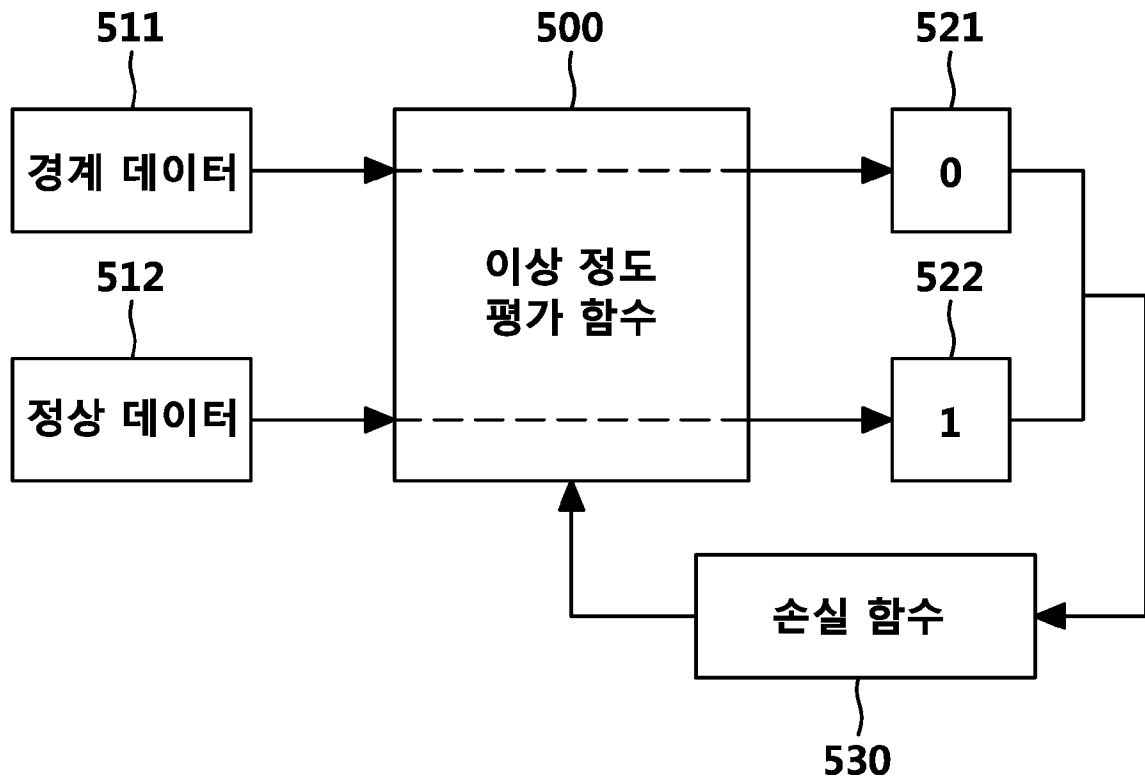
[도3]



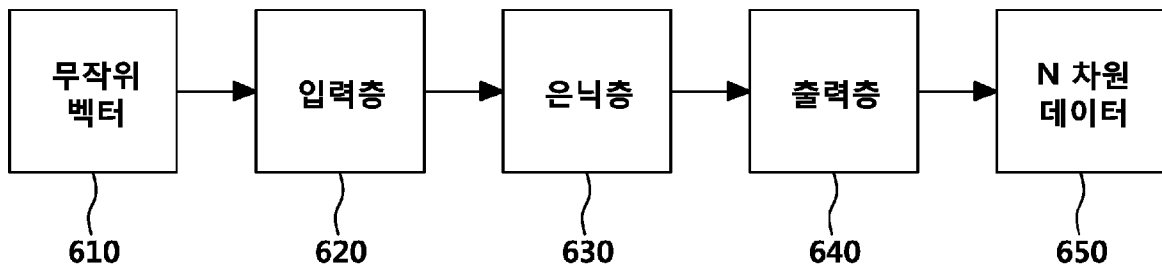
[도4]



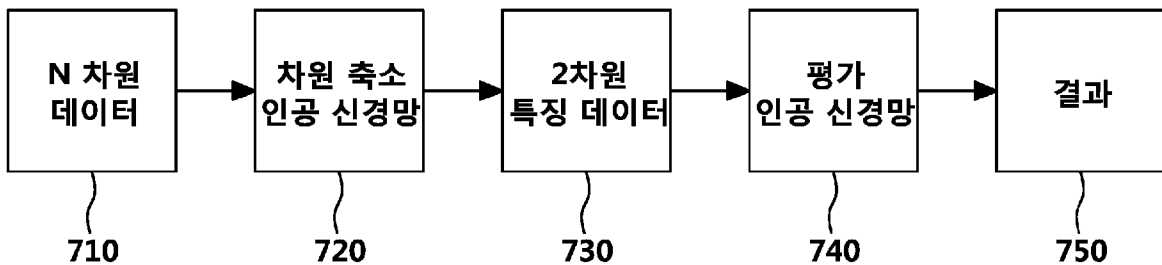
[도5]



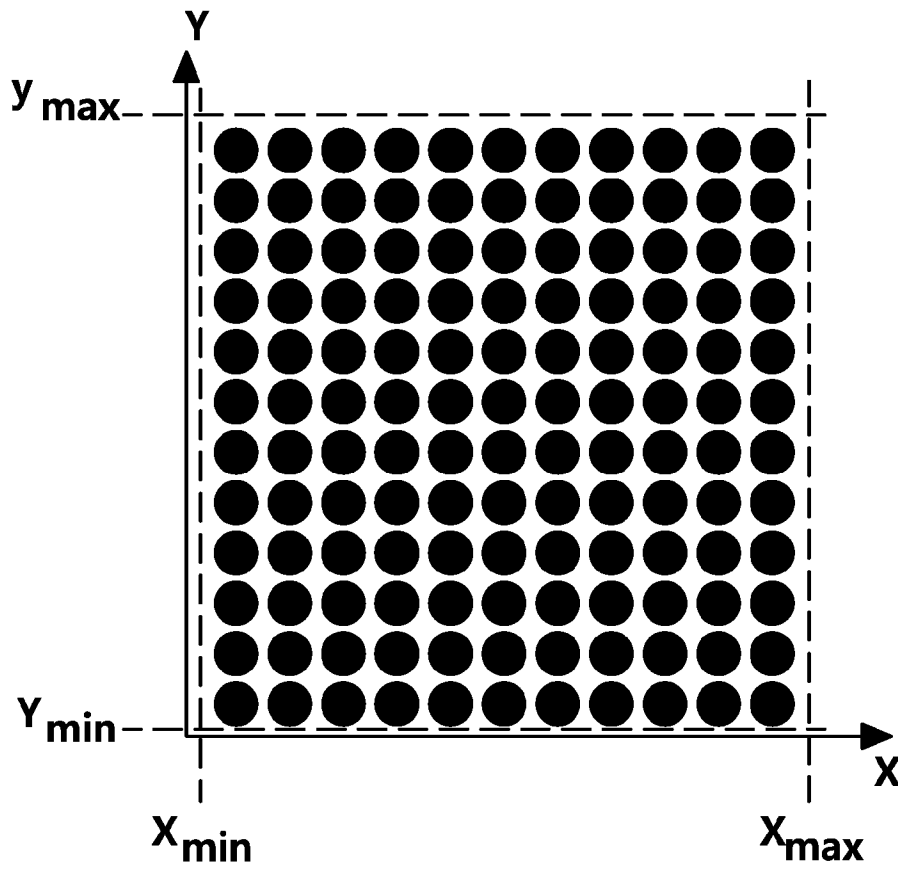
[도6]



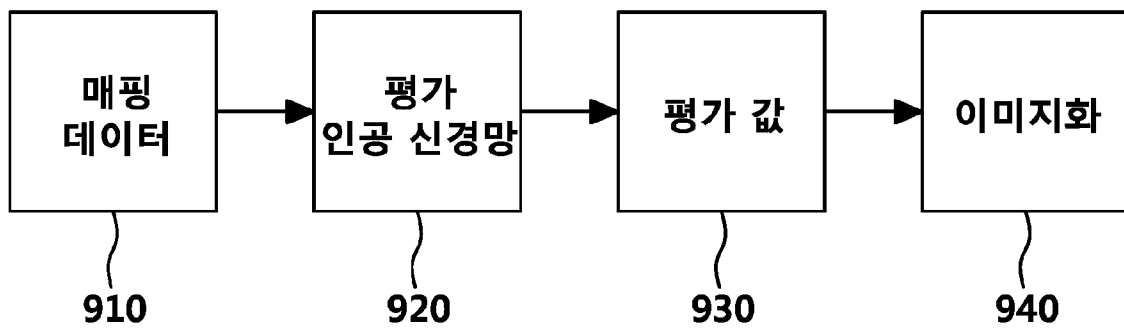
[도7]



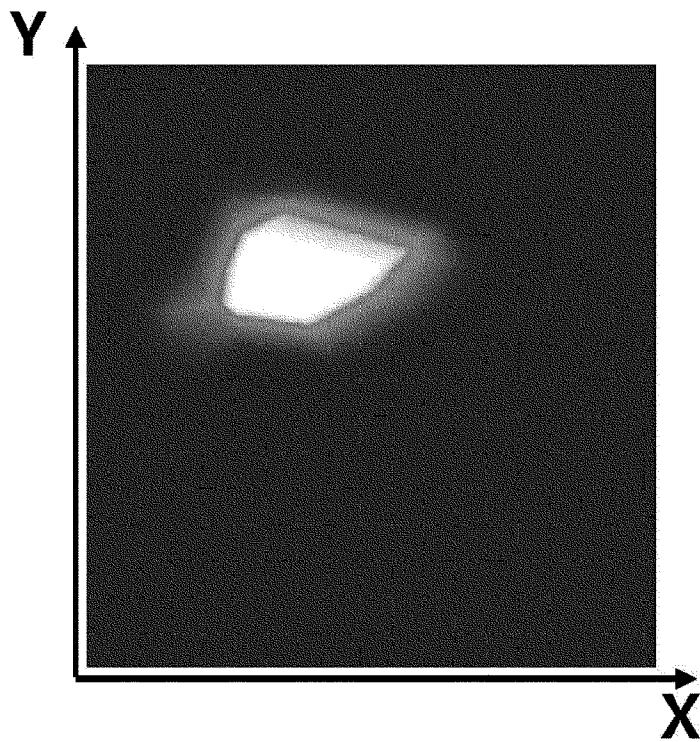
[도8]



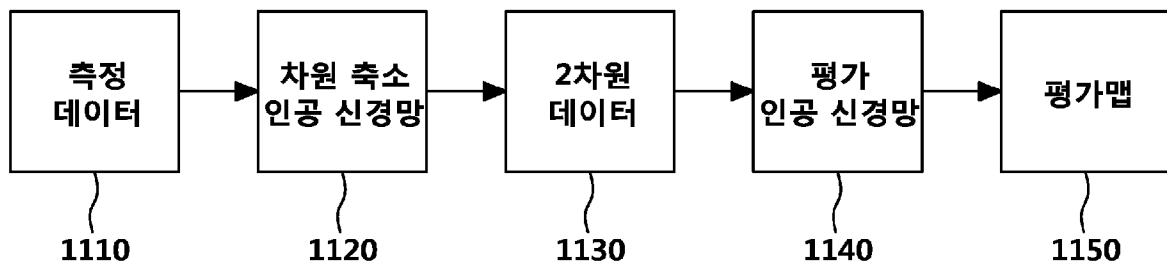
[도9]



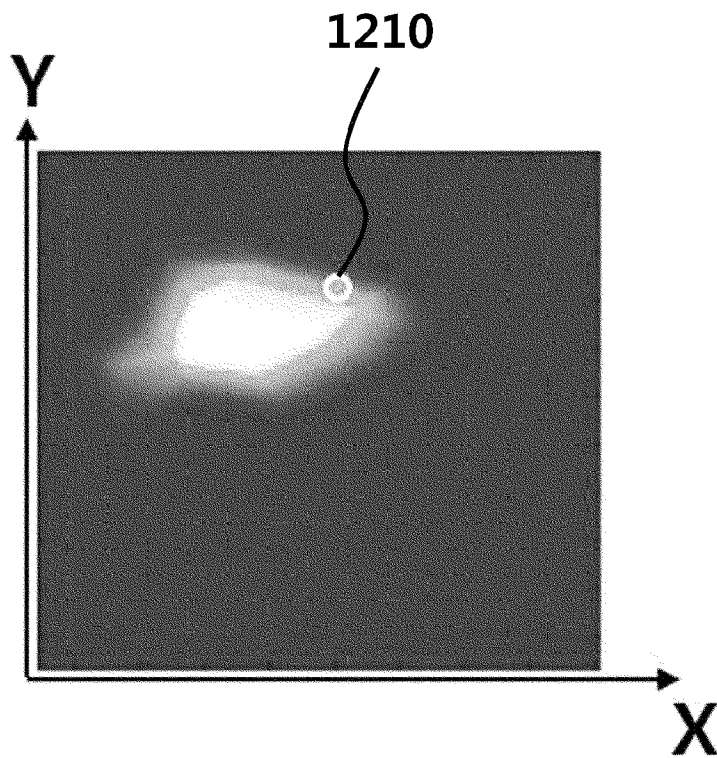
[도10]



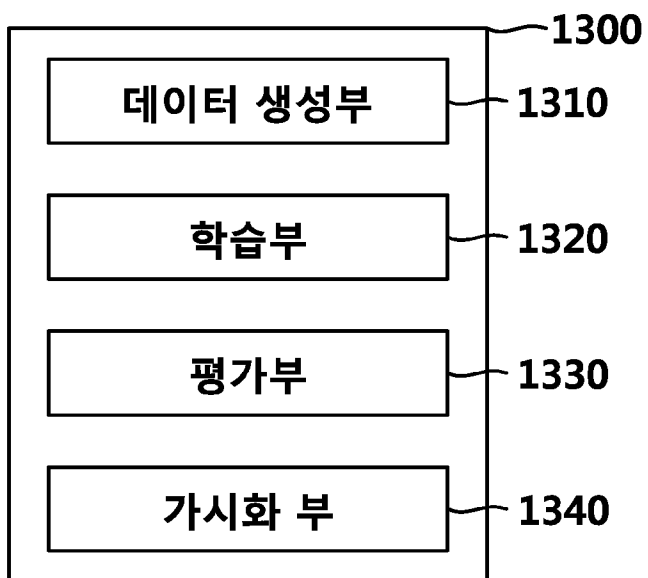
[도11]



[도12]



[도13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/015131

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 23/02(2006.01)i, G06N 3/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B 23/02; G01H 1/00; G01H 1/12; G01H 17/00; G01M 19/00; G06K 9/62; G06N 3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: artificial neural network, learning, boundary data, normal data, evaluation, 2-dimensional map, vector, classification, weight value, generation, color information

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-1818394 B1 (UNIVERSITY OF ULSAN FOUNDATION FOR INDUSTRY COOPERATION) 12 January 2018 See paragraphs [0075]-[0079]; claim 1; and figures 6a-6h.	1-2,7-10,15-16
A		3-6,11-14
Y	JP 2002-090267 A (MITSUI ENG & SHIPBUILD CO., LTD.) 27 March 2002 See paragraphs [0012]-[0016]; and claims 1-4.	1-2,7-10,15-16
A	KR 10-2009-0120842 A (UNIVERSITY OF ULSAN FOUNDATION FOR INDUSTRY COOPERATION) 25 November 2009 See paragraphs [0024]-[0025]; claim 1; and figure 1.	1-16
A	KR 10-2017-0038348 A (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 07 April 2017 See paragraphs [0033]-[0067]; claim 1; and figure 2.	1-16
A	JP 2017-033471 A (HITACHI POWER SOLUTIONS CO., LTD.) 09 February 2017 See paragraphs [0013]-[0023]; claim 1; and figures 1-2.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 MAY 2019 (27.05.2019)

Date of mailing of the international search report

27 MAY 2019 (27.05.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/015131

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1818394 B1	12/01/2018	None	
JP 2002-090267 A	27/03/2002	None	
KR 10-2009-0120842 A	25/11/2009	KR 10-0963685 B1	15/06/2010
KR 10-2017-0038348 A	07/04/2017	None	
JP 2017-033471 A	09/02/2017	EP 3333660 A1	13/06/2018
		JP 5946573 B1	10/06/2016
		US 2018-0231969 A1	16/08/2018
		WO 2017-022783 A1	09/02/2017

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G05B 23/02(2006.01)i, G06N 3/08(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G05B 23/02; G01H 1/00; G01H 1/12; G01H 17/00; G01M 19/00; G06K 9/62; G06N 3/08

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 인공신경망(artificial neural network), 학습(learning), 경계 데이터(boundary data), 정상 데이터(normal data), 평가(evaluation), 2차원 맵(2-dimensional map), 벡터(vector), 분류(classification), 가중치(weight value), 생성(generation), 색정보(color information)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-1818394 B1 (울산대학교 산학협력단) 2018.01.12 단락 [0075]-[0079]; 청구항 1; 및 도면 6a-6h.	1-2, 7-10, 15-16
A		3-6, 11-14
Y	JP 2002-090267 A (MITSUI ENG & SHIPBUILD CO., LTD.) 2002.03.27 단락 [0012]-[0016]; 및 청구항 1-4 참조.	1-2, 7-10, 15-16
A	KR 10-2009-0120842 A (울산대학교 산학협력단) 2009.11.25 단락 [0024]-[0025]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	1-16
A	KR 10-2017-0038348 A (한국전력공사) 2017.04.07 단락 [0033]-[0067]; 청구항 1; 및 도면 2 참조.	1-16
A	JP 2017-033471 A (HITACHI POWER SOLUTIONS CO., LTD.) 2017.02.09 단락 [0013]-[0023]; 청구항 1; 및 도면 1-2 참조.	1-16

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 05월 27일 (27.05.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 05월 27일 (27.05.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

변성철

전화번호 +82-42-481-8262



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1818394 B1	2018/01/12	없음	
JP 2002-090267 A	2002/03/27	없음	
KR 10-2009-0120842 A	2009/11/25	KR 10-0963685 B1	2010/06/15
KR 10-2017-0038348 A	2017/04/07	없음	
JP 2017-033471 A	2017/02/09	EP 3333660 A1	2018/06/13
		JP 5946573 B1	2016/06/10
		US 2018-0231969 A1	2018/08/16
		WO 2017-022783 A1	2017/02/09