

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 1월 19일 (19.01.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/010778 A1

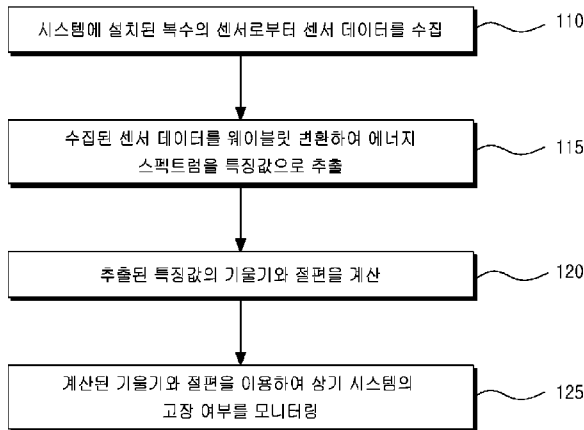
- (51) 국제특허분류:
G06Q 50/10 (2012.01) *G06Q 10/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/007529
- (22) 국제출원일: 2016년 7월 11일 (11.07.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0098524 2015년 7월 10일 (10.07.2015) KR
- (71) 출원인: 한양대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 04763 서울시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 배석주 (BAE, Suk Joo); 06318 서울시 강남구 개포로 311, 901 동 205 호 (개포동, 우성 9 차아파트), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 송인호 (SONG, In-Ho); 06254 서울시 강남구 강남대로 62 길 38(역삼동, 동림빌딩 5 층), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, 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 역내 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).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: CONDITION BASED PREVENTIVE MAINTENANCE APPARATUS AND METHOD FOR LARGE OPERATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치 및 방법



(57) Abstract: Disclosed are a condition based preventive maintenance apparatus and method for a large operation system. The condition based preventive maintenance apparatus for a large operation system comprises: a collection part for collecting sensor data from a plurality of sensors installed in a system; a feature extraction part for wavelet-transforming the collected sensor data and extracting an energy spectrum as a feature value; a calculation part for calculating a slope and an intercept of the extracted feature value; and a monitoring part for monitoring whether the system is broken or not using the calculated slope and intercept.

(57) 요약서: 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치 및 방법이 개시된다. 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치는, 시스템에 설치된 복수의 센서로부터 센서 데이터를 수집하는 수집부; 상기 수집된 센서 데이터를 웨이블릿 변환하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 특징 추출부; 상기 추출된 특징값의 기울기와 절편을 계산하는 계산부; 및 상기 계산된 기울기와 절편을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 모니터링부를 포함한다.

- 110 ... Collect sensor data from plurality of sensors installed in system
- 115 ... Wavelet-transforming collected sensor data and extracting energy spectrum as feature value
- 120 ... Calculates slope and intercept of extracted feature value
- 125 ... Monitor whether system is broken or not using calculated slope and intercept

WO 2017/010778 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치 및 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 대형 운용 시스템의 노화 과정을 예측하고, 고장을 사전에 감지하기 위한 상태 기반 예방정비 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 상태기반정비는 센서와 연산처리 기술의 급격한 발전으로 시스템의 노화과정을 모니터링하여 이상 상태를 조기에 감지, 고장을 사전에 방지하기 위한 접근법으로 산업체로부터 많은 주목을 받고 있다. 상태기반보전은 실시간으로 시스템을 모니터링, 시스템의 상태를 평가하며, 시스템의 이상이나 고장 징후를 사전에 감지하여 정비활동을 수행하여 고장으로 인한 교체 및 시스템 다운으로 인한 기회비용 등 불필요한 비용을 최소화할 수 있다.
- [3] 기존의 시간기준 정비의 경우 일정한 시간이 경과되면 무조건 부품이나 시스템을 교체하여 적용이 쉬운 반면에, 고장을 100% 예방할 수 없고 과정비로 인한 필요없는 초과비용이 발생할 가능성이 존재한다. 하지만 상태기반정비는 시스템의 상태를 센서를 통해 실시간으로 모니터링하여 이상여부를 판단하고 고장발생 가능성이 높은 치명적인 수준까지 언제 도달할지를 예측하여 사전에 정비활동을 취함으로써 고장을 100% 방지할 수 있는 새로운 개념의 정비활동이다.
- [4] 기존의 상태기반정비는 Artificial Neural Network, Support Vector Machine 혹은 Genetic Algorithm을 통한 정상과 이상상태를 구분하기 위한 연구가 주를 이루었다.
- [5] 시스템의 상태는 센서로부터 실시간 모니터링을 통해 수치화되며, 수치화된 데이터는 잡음을 포함하기 때문에 시스템의 특징을 정확하게 추출할 수 없다. 일반적으로 고장과 직접적으로 관련된 특성을 모니터링하는 직접 상태모니터링은 비교적 많지 않은 편이며, 주로 고장과 연관이 있다고 판단되는 품질 특성치를 모니터링하는 간접 상태모니터링이 주로 사용된다. 산업현장에서 쓰이는 간접상태모니터링의 일반적인 예로는 진동모니터링, 온도모니터링, 기름찌꺼기 분석이 있다
- [6] 종래에는 정비보전의 개념이 고장이 난 후에 실시하거나 사전에 예방을 해도 변수의 잡음으로 인해 예측률이 현저히 떨어지는 단점이 있다. 또한, 종래의 기술은 센서 데이터를 사람이 모니터링하여 사람의 시각에 의존하는 실정이며, 센서데이터의 경우 센서가 부착된 환경이나 개인의 능력 차이로 인해 제대로 관리가 힘든 문제점이 있다.

[7]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 센서 데이터를 신호분석한 결과를 기반으로 Hurst 계수를 포함하는 선형 프로파일을 활용하여 시스템의 이상 유무를 판단하고, 시스템의 노화 과정을 예측하며, 고장을 사전에 감지하기 위한 상태 기반 예방정비 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일 측면에 따르면, 센서 데이터를 신호분석한 결과를 기반으로 Hurst 계수를 포함하는 선형 프로파일을 활용하여 시스템의 이상 유무를 판단하고, 시스템의 노화 과정을 예측하며, 고장을 사전에 감지하기 위한 상태 기반 예방정비 방법이 제공된다.
- [10] 본 발명의 일 실시예에 따르면, (a) 시스템에 설치된 복수의 센서로부터 센서 데이터를 수집하는 단계; (b) 상기 수집된 센서 데이터를 웨이블릿 변환하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 단계; (c) 상기 추출된 특징값의 기울기와 절편을 계산하는 단계; 및 (d) 상기 계산된 기울기와 절편을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 단계를 포함하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법이 제공될 수 있다.
- [11] 상기 (b) 단계는, 상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 데이터로부터 에너지 스펙트럼 분석을 통해 허스트(Hurst) 계수를 도출하여 상기 특징값을 추출할 수 있다.
- [12] 상기 (b) 단계는, 상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 결과에서 디테일 시그널(father)에 대한 에너지 평균값을 계산하여 상기 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 것을 특징으로 하되, 상기 기울기와 절편은 상기 디테일 시그널의 에너지 스펙트럼에 대한 기울기와 절편이다.
- [13] 상기 (d) 단계는, 상기 기울기와 절편을 이용하여 T^2 통계량을 계산하고, 상기 계산된 T^2 통계량을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.
- [14] 상기 (d) 단계는, 상기 계산된 T^2 통계량과 상한 관리 한계를 비교하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.
- [15]
- [16] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 센서 데이터를 신호분석한 결과를 기반으로 Hurst 계수를 포함하는 선형 프로파일을 활용하여 시스템의 이상 유무를 판단하고, 시스템의 노화 과정을 예측하며, 고장을 사전에 감지하기 위한 상태 기반 예방정비 장치가 제공된다.
- [17] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 시스템에 설치된 복수의 센서로부터 센서 데이터를 수집하는 수집부; 상기 수집된 센서 데이터를 웨이블릿 변환하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 특징 추출부; 상기 추출된 특징값의 기울기와 절편을 계산하는 계산부; 및 상기 계산된 기울기와 절편을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 모니터링부를 포함하는 대형 운용

시스템의 상태 기반 예방정비 장치가 제공될 수 있다.

- [18] 상기 특징 추출부는, 상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 데이터로부터 에너지 스펙트럼 분석을 통해 허스트(Hurst) 계수를 도출하여 상기 특징값을 추출할 수 있다.

- [19] 상기 특징 추출부는, 상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 결과에서 디테일 시그널(father)에 대한 에너지 평균값을 계산하여 상기 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 것을 특징으로 하되, 상기 기울기와 절편은 상기 디테일 시그널의 에너지 스펙트럼에 대한 기울기와 절편이다.

- [20] 상기 모니터링부는, 상기 기울기와 절편을 이용하여 T^2 통계량을 계산하고, 상기 계산된 T^2 통계량을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.

- [21] 상기 모니터링부는, 상기 계산된 T^2 통계량과 상한 관리 한계를 비교하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.

[22]

발명의 효과

- [23] 본 발명의 일 실시예에 따른 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치 및 방법을 제공함으로써, 센서 데이터를 신호 분석한 결과를 기반으로 Hurst 계수를 포함하는 선형 프로파일을 활용하여 시스템의 이상 유무를 판단하고, 시스템의 노화 과정을 예측하며, 고장을 사전에 감지할 수 있는 이점이 있다.

- [24] 이를 통해, 본 발명은 시스템의 상태 평가, 이상 고장 징후를 사전에 감지할 수 있어 불필요한 비용 및 시간을 최소화할 수 있는 이점도 있다.

[25]

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법을 나타낸 순서도.

- [27] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도.

[28]

발명의 실시를 위한 형태

- [29] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

- [30] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기

구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[31] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[32] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[33]

[34] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법을 나타낸 순서도이다. 이하에서는 스팀 터빈 발전기와 같은 대형 운용 시스템에 복수의 센서가 구비되어 있을 것을 가정하기로 한다. 여기서, 복수의 센서는 적어도 둘 이상의 상이한 센서일 수 있다. 이하, 본 명세서에서는 시스템이 온도 센서와 진동 센서를 각각 복수개 구비하며, 각 온도 센서와 진동 센서로부터 센서 데이터를 획득하는 것을 가정하여 설명하나, 센서의 유형은 더 다양할 수 있다.

[35] 단계 110에서 상태 기반 예방정비 장치(100)는 시스템의 복수의 센서로부터 센서 데이터를 수집한다.

[36] 예를 들어, 시스템에는 복수개의 온도 센서가 구비될 수 있다. 이와 같은 경우, 상태 기반 예방정비 장치는 시스템에 구비된 온도 센서로부터 계측된 온도 데이터를 센서 데이터로 수집할 수 있다.

[37] 이와 같이, 각 센서를 통해 수집된 센서 데이터들은 노이즈(noise)를 포함할 수 있다.

[38] 따라서, 단계 115에서 상태 기반 예방정비 장치(100)는 수집된 센서 데이터를 웨이블릿 변환(wavelet transform)하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출한다.

[39] 상태 기반 예방정비 장치는 센서 데이터를 웨이블릿 변환함으로써, 수집된 센서 데이터에 포함된 노이즈를 제거할 수 있을 뿐만 아니라, 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출할 수 있다.

[40] 본 발명의 일 실시예에 따른 상태 기반 예방정비 장치는 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 데이터로부터 에너지 스펙트럼 분석을 통해 허스트(Hurst) 계수를 도출하여 상기 특징값을 추출할 수 있다.

[41] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 상태 기반 예방정비 장치는 상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 결과에서 디테일 시그널(father)에 대한 에너지 평균값을 계산하여 상기 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출할 수 있다.

[42] 이에 대해서는 하기의 설명에 의해 보다 상세하게 이해될 것이다.

[43] 웨이블릿 영역은 스케일(Scale)과 Heisenberg의 법칙 제약으로 인한 시간

지역화와의 상충관계를 나타냄으로써 적응가능한 집약성을 제공한다. 또한, 웨이블릿 영역은 시그널의 시간 척도의 표현으로 웨이블릿 변환은 효과적인 데이터의 노이즈 제어와 축소에 효과적이다.

- [44] 웨이블릿 함수는 고주파 부분(평탄하지 않은 부분)을 설명하는 모 웨이블릿(mother wavelet)과 저주파 부분(평탄한 부분)을 설명하는 부 웨이블릿(father wavelet)으로 구성된다.

[45] 이를 각각 수식으로 나타내면, 수학식 1 및 수학식 2와 같다.

[46] 수학식 1

[수식1]

$$\phi_{J_0,k}(t) = 2^{J_0/2} \phi(2^{J_0}t - k); k \in Z$$

[47] 수학식 2

[수식2]

$$\psi_{j,k}(t) = 2^{j/2} \psi(2^j t - k); j(\geq J_0), k \in Z$$

[48] 2차 비유동적인 시계열 데이터

$$X(t)$$

를 고려하면, 모든 레벨

$$j \in Z$$

에 맞는 조건에 해당하는 웨이블릿 계수(

$$\{d_{j,k} : k \in Z\}$$

)는 유동적이다. 따라서, j레벨에 따르는 에너지 순위는 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

[49] 수학식 3

[수식3]

$$\varepsilon_j = E[d_{j,k}^2]. j \in Z$$

[50] 수학식 4

[수식4]

$$f_X(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x \in R} e^{izs} r_x(s) ds$$

[51] 여기서,

$f_X(Z)$

는 에너지 스펙트럼에 대한 밀도함수를 나타낸다.

[52] 여기서,

$$r_x(s) = Cov(X(t+s), X(t)).$$

는

$s \in Z$

를 만족하는 조건하의 X에 대한 자기 상관관계를 나타낸다. 파사발(Parseval) 변수의 독자성과 변화에 기반하여 수학식 3을 정리하면 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

[53] 수학식 5

[수식5]

$$\varepsilon_j = \int_R \psi_{j,k}(t) \int_R \psi_{j,k}(s) r_X(t-s) ds dt = \int_R |\widehat{\psi}(\xi)|^2 f_X(\xi 2^j) d\xi$$

[54] 여기서,

$$\widehat{\psi}(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_R e^{i\xi t} \psi(t) dt$$

는

ψ

에 대한 푸리에 변환식을 나타낸다. j값이 클 경우

$$f_X(\xi 2^j)$$

는 0에 근접하는 주파수에 대한 스펙트럼 밀도식(

$$f_X(\xi)$$

)에 확장된 버전을 나타낸다. $X(t)$ 가 장기적 비독립적인 시그널이며 근원에서 무한한 스펙트럼 밀도를 가지는 조건이 있으며,

$$t \rightarrow 0$$

할수록 수학적 식 6과 같이 나타낼 수 있다.

[55] 수학적 식 6

[수식6]

$$f_X(t) \sim c_f |t|^{-\alpha}, \alpha \in (0, 1)$$

[56] 여기서,

$$c_f > 0$$

이고, $\sim$ 는 수학적 식에서 왼쪽 항과 오른쪽 항이 둘다 1로 수렴되는 것을 나타낸다.

[57] 수학적 식 5와 수학적 식 6을 이용하여

$$j \rightarrow \infty$$

에 따라 에너지 순위는 수학적 식 7과 같이 나타낼 수 있다.

[58] 수학적 식 7

[수식7]

$$\varepsilon_j \sim C 2^{-j\alpha}$$

[59] 여기서,

$$C = c_f \int_R |\hat{\psi}(\xi)|^2 |\xi|^{-\alpha} d\xi$$

이며,

$$Q$$

는 장기적 비독립적 변수를 나타내며, 하기 수학적 식 8에 정의된 웨이블릿

스펙트럼 도메인에 최소제곱 회귀식을 통해 유추하여 획득되는 허스트 지수($H = (1 + \alpha)/2$)로 나타낼 수 있다.

[60] 수학식 8

[수식8]

$$\log_2(\varepsilon_j) = \log_2(E[d_{j,k}^2]) \sim (1 - 2H)j + \text{const} \quad j \rightarrow \infty$$

[61] 여기서,

$$\log_2(\varepsilon_j)$$

는 수학식 9와 같은 표본의 평균값을 구함으로써 획득될 수 있다.

[62] 수학식 9

[수식9]

$$\{d_{j,k} : k = 1, \dots, n_j\}, \bar{d}_j^2 = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} d_{j,k}^2$$

[63] 여기서,

$$n_j$$

는 j레벨의 해상도에 대한 이항값을 나타낸다.

$$\log_2(\varepsilon_j), j = 1, \dots, J$$

는 표본 에너지의 평균 값을 사용하여 수학식 10과 같이 예측될 수 있다.

[64] 수학식 10

[수식10]

$$\log_2(\varepsilon_j) \approx \log_2(\bar{d}_j^2)$$

[65] 여기서,

$$\log_2(\bar{d}_j^2)$$

는 분해 레벨 j에 따른 웨이블릿 스펙트럼을 나타낸다.

[66] 수학식 8에서, 장기적인 비독립적인 시계열 등급은 기울기($H = (1 + \alpha)/2$)로 나타낼 수 있다.

$$\Delta = 1 - 2H$$

)와 선형을 이루며, 이를 다시 정리하면,

$$H = \frac{1 - \Delta}{H}$$

과 같이 정리될 수 있다.

[67] 해밀턴(Hamilton) 이론을 이용하여 기울기에 대한 Theil-type 추정량에 대해 간략하게 설명하기로 한다.

[68] $\Delta(j_1, j_2)$

는 수학적식 11과 같이 나타낼 수 있다.

[69] 수학적식 11

[수식11]

$$\Delta(j_1, j_2) = \sum_{(r,s) \in S_{(j_1, j_2)}} w_{(j_1, j_2)}(r, s) \delta(r, s)$$

[70] 여기서,

$$S_{(j_1, j_2)}$$

는 j_1 에서부터 j_2 까지 지수의 모든 쌍에 대한 샘플을 나타내고,

$$\delta_{(r,s)}$$

는 해상도 레벨 r 과 s 사이의 기울기를 나타내며,

$$w_{(j_1, j_2)}(r, s)$$

는 가중치를 나타낸다.

[71] Theil-type 추정량은 쌍별 기울기의 가중된 평균값을 사용하며, 추정량이 존재할 수 있는 이상점과 분포의 제약에 대해 강인(robust)하다.

[72] 수학적식 11에서

$$\delta_{(r,s)}$$

는 수학적식 12와 같이 정의될 수 있다.

[73] 수학적식 12

[수식12]

$$\delta(r,s) = \frac{\log_2(\overline{d_r^2}) - \log_2(\overline{d_s^2})}{r-s}$$

[74] 최적화를 고려하기 위해, 표본 크기의 레벨에 따른 조화평균을 기반으로 한 가중치(

$$w_{(j_1, j_2)}(r, s)$$

)를 사용하며, 이는 수학식 13과 같이 나타낼 수 있다.

[75] 수학식 13

[수식13]

$$w_{(j_1, j_2)}(r, s) = \frac{(r-s)^2 \times HA(2^r, 2^s)}{\sum_{(p, q) \in S_{(j_1, j_2)}} (p-q)^2 \times HA(2^p, 2^q)}$$

[76] 수학식 13에서,

$$HA(2^p, 2^q) = (2^{-(p+1)} + 2^{-(q+1)})^{-1}$$

과 같다. 또한, 가중치(

$$w_{(j_1, j_2)}(r, s)$$

)는

$$\delta_{(r, s)}$$

의 분산에 대해 반비례한다. Hamilton이 제한한 미분의 결과로, 각 쌍의 가중치는 추정량으로부터 이상점의 비정상적인 효과를 막기 위해 설계되었다.

[77] 수학식 11의

$$\Delta(j_1, j_2)$$

를 사용하여 히스트 지수는 수학식 14와 같이 추정될 수 있다.

[78] 수학식 14

[수식14]

$$\hat{H} = \frac{1 - \Delta(j_1, j_2)}{2}$$

- [79] 장기간(long-range) 비독립적인 시계열 계수의 웨이블릿 에너지 스펙트럼은 1-2H라는 기울기로 선행적인 관계를 가진다.
- [80] 허스트 지수는 회귀라인을 해상도 레벨 j 에 따라 웨이블릿 에너지 스펙트럼을 맞춤으로써 추정될 수 있다.
- [81] 본 발명의 일 실시예에서는 다변량 컨트롤 차트를 이용하여 웨이블릿 에너지 스펙트럼 변환된 시계열 데이터를 관찰할 수 있다.
- [82] 단계 120에서 상태 기반 예방정비 장치(100)는 추출된 특징값의 기울기와 절편을 계산한다. 모니터링 목적을 위해 모든 관측 시기를 n 블록으로 나누고, 로그 웨이블릿 에너지 스펙트럼(

$$y_j \equiv \log_2(\varepsilon_j)$$

)과 해상도 레벨(

$$x_j \equiv j.$$

)의 관계는 l 번째 블록에 대해서 선형적이며, 이는 수학식 15와 같이 나타낼 수 있다.

- [83] 수학식 15

[수식15]

$$y_{jl} = \beta_0 + \beta_1 x_j + \epsilon_{jl}, \quad j = 1, \dots, J$$

- [84] 여기서,

$$\epsilon_{jl}$$

는 독립적이며, 균일하게 평균값(0)과 분산값(

$$\sigma^2$$

)을 가진 정규 분포를 따른다. 수학식 15의 실행을 적합하게 하기 위해

$$x_j$$

값은 고정되어 있으며, 각 블록에서부터 같은 값을 가져왔다.

- [85] l 블록에 대한 기울기와 절편은 최소제곱법을 사용하여 추정될 수 있다.

- [86] l 블록에 대한

$$\beta_0.$$

와

β_1 .

의 최소제곱 추정량은 수식 16과 같이 나타낼 수 있다.

[87] 수식 16

[수식 16]

$$b_{0l} = \bar{y}_l - b_{1l}\bar{x}, \text{ 와 } b_{1l} = \frac{S_{xy}(l)}{S_{xx}}$$

[88] 여기서,

$$\bar{y}_l = \sum_{j=1}^J y_{jl} / J, \bar{x} = \sum_{j=1}^J x_j / J, S_{xy}(l) = \sum_{j=1}^J (x_j - \bar{x})(y_{jl} - \bar{y}_l)$$

이고,

$$S_{xx} = \sum_{j=1}^J (x_j - \bar{x})^2$$

이다.

[89] 또한, 잔차(

$$e_{jl} = y_{jl} - b_{0l} - b_{1l}x_j$$

)를 사용하여 에러(

ϵ_{jl}

)에 대한 분산값은

$$MSE_l = (J-2)^{-1} \sum_{j=1}^J e_{jl}^2$$

로 추정할 수 있다. 에러에 대한 분산값 추정식에서,

ϵ_{jl}

은 독립함수로, 평균값(0)과 분산값(

σ^2

)을 가진 정규 분포를 따른다.

[90] 선택된 블록(l 에서

$$b_{0i}$$

과

$$b_{1i}$$

의 최소제곱 추정량은 평균값 벡터(

$$\mu = (\beta_0, \beta_1)^T$$

)와 분산-공분산 메트릭스(

$$\Sigma \equiv (\sigma_0^2, \sigma_{01}; \sigma_{01}, \sigma_1^2)$$

)를 가진 이항 정규 분포를 따른다. 여기서,

$$\sigma_0^2 = \sigma^2 (J^{-1} + \bar{x}^2 S_{xx}^{-1})$$

이고,

$$\sigma_1^2 = \sigma^2 S_{xx}^{-1}$$

이며,

$$\sigma_{01} = -\sigma^2 \bar{x} S_{xx}^{-1}$$

이며, 각각

$$b_{0i}$$

과

$$b_{1i}$$

의 분산과 공분산을 나타낸다.

[91]

[92] *수학식 15의 변수 추정 문제를 해결하기 위해,

$$b_{0i}$$

과

$$b_{1l}$$

의 변수 추정량과 각 블록(

$$l = 1, \dots, n$$

)에 대한 분산값(

$$MSE_l$$

)을 사용하여

$$\mu = (\beta_0, \beta_1)^T$$

와

$$\sigma^2$$

의 추정량을 수식 17과 같이 계산할 수 있다.

[93] 수식 17

[수식17]

$$b_0 = \frac{\sum_{l=1}^n b_{0l}}{n}, \quad b_1 = \frac{\sum_{l=1}^n b_{1l}}{n} \quad \text{과} \quad \hat{\sigma}^2 \equiv MSE = \frac{\sum_{l=1}^n MSE_l}{n}$$

[94] 여기서,

$$b_0, b_1$$

과

$$\hat{\sigma}^2$$

은 각각

$$\beta_0$$

,

$$\beta_1$$

과

$$\sigma^2$$

의 불편성 추정량을 나타낸다. 또한, 수학식 17은

$$\text{Var}(b_0) = \sigma_0^2/n$$

과

$$\text{Var}(b_1) = \sigma_1^2/n$$

을 따르기에

$$n \rightarrow \infty$$

로 갈수록

$$\text{Var}(b_0) \rightarrow 0$$

이 되고,

$$\text{Var}(b_1) \rightarrow 0$$

이 된다.

- [95] 이어, 단계 125에서 상태 기반 예방정비 장치(100)는 계산된 기울기와 절편을 이용하여 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.
- [96] 보다 상세하게, 본 발명의 일 실시예에 따른 상태 기반 예방정비 장치는 기울기와 절편을 이용하여 T^2 통계량을 계산하고, 계산된 T^2 통계량을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.
- [97] 이때, 상태 기반 예방정비 장치는 계산된 상기 계산된 T^2 통계량과 상한 관리 한계를 비교하여 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.
- [98] 이하, 이에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [99] 프로세스 모니터링은 두 단계(Phase I과 Phase II)를 포함하는 컨트롤 차트를 기반으로 이루어진다. Phase I의 데이터를 기반으로 한 관리범위내의 프로세스 변수를 측정한 뒤, 프로세스가 안정적으로 지속될지를 설명하기 위해 Phase I에서 계산한 관리한계를 사용하여 향후 관측치를 관찰할 수 있다.
- [100] 본 발명의 일 실시예에서는 시스템의 초기 고장결함을 찾을 수 있도록 두 단계 모니터링을 수행할 수 있다.
- [101] 선형 프로파일을 관측할 때 T^2 통계량은 수학식 18을 이용하여 계산될 수 있다.
- [102] 수학식 18

[수식18]

$$T_l^2 = (z_l - \mu)^T \Sigma^{-1} (z_l - \mu)$$

[103] 공정 단계가 관리 가능할 때,

$$T_l^2$$

는 자유도값 2와 관리상한(

$$UCL = \chi_\alpha^2(2)$$

)의 카이제곱분포도를 따른다. 여기서,

$$\chi_\alpha^2(2).$$

는 2의 자유도를 가진 카이제곱 분포의

$$100(1 - \alpha)$$

백분위를 나타낸다.

[104] 만일 공정예측에 변화가 있다면,

$$T_l^2$$

는 비중심점의

$$\chi^2.$$

을 따르며, 비중심점 변수

$$\tau = J(\lambda + \psi \bar{x})^2 + \psi^2 S_{xx}.$$

을 가진다.

[105] 비중심점 변수 수식에서

$$\lambda$$

와

$$\psi$$

는

$$\sigma$$

으로 구성되며, 절편

$$\beta_0$$

에 대한 변화기 기울기

$$\beta_1$$

에 대한 변화를 뜻한다.

- [106] 현실적으로는 관리범위 값의 공정변수는 알기 어려우므로, Phase I에서 공정단계를 통해 얻은 데이터로 추정해야만 한다. 모든 값이 관리 한계 내에 있다면, 언급된

$$Y = b_0 + b_1 X$$

를 통해

$$\beta_0$$

와

$$\beta_1$$

의 가장 최선의 추정값인

$$b_0, b_1$$

을 정할 수 있다.

- [107] 그러나 만일 임의의 어떤 값이 관리 한계를 벗어난다면, 데이터 세트에서 그 데이터는 삭제된다. 상태 기반 정비예측 장치(100)는 남은 데이터를 통해,

$$b_0, b_1$$

의 추정치를 새로 계산하고, 다시 모든 데이터 값이 관리 한계 내에 존재하는지를 검사한다.

- [108] 모든 블록에 대해 통계치가 남은 데이터와 계산하여 관리 한계내에 있도록 상기의 과정을 반복할 수 있다.
- [109] 또한, 상태 기반 예방정비 장치(100)는 참고 프로파일(reference profile)의 Phase I에 있는 관심 영향을 위해 생성할 수 있다.
- [110] μ
과
 Σ
를 모른다는 가정하에 1블록에 대한 T² 통계량은 수학적식 19와 같이 수정될 수 있다.

- [111] 수학식 19
[수식19]

$$T_{0l}^2 = \frac{n}{n-1}(z_l - \mu_0)^T S^{-1}(z_l - \mu_0)$$

- [112] 여기서,

$$\mu_0 \equiv (b_0, b_1)^T;$$

는

μ

의 불편성 추정값이고, 표본 분산과 공분산 메트릭스인

$$S \equiv (S_{11}, S_{12}; S_{12}, S_{22})$$

는

Σ

의 불편성 추정값이다. 또한,

$$S_{11} = MSE(J^{-1} + \bar{x} S_{xx}^{-1})$$

이고,

$$S_{22} = MSE S_{xx}^{-1}$$

이며,

$$S_{12} = -MSE \bar{x} S_{xx}^{-1}$$

이다.

- [113] 수정된 T^2 통계량은

$$(2, (j-2)n)$$

의 자유도를 가진 분포와 연관 있으므로, Phase I에서

$$UCL = 2F_{2, (j-2)n, \alpha}$$

라는 상한 관리한계를 가진다. 여기서,

$$F_{2, (j-2)n, \alpha}$$

는

$$(2, (j-2)n)$$

의 자유도를 가진 F분포의

$$100(1-\alpha)$$

백분위를 나타낸다.

- [114] 본 발명의 일 실시예에서는 시장위험측정(EWMA)와 R-chart를 사용하여 공정분산의 변경이나 변화를 찾아서 평가하였다. 잔차를 활용한 EWMA 차트의 관리 상한은 수학적식 20과 같이 정해질 수 있다.

- [115] 수학적식 20

[수식20]

$$UCL_{EWMA} = L\sqrt{MSE} \sqrt{\frac{\theta}{(2-\theta)J}}, \quad LCL_{EWMA} = -L\sqrt{MSE} \sqrt{\frac{\theta}{(2-\theta)J}}$$

- [116] 여기서,

θ

는

$$0 < \theta < 1$$

의 조건을 만족하는 가중치이고, L은 오류 검출률을 설명하는 다량의 블록 통계량의 표준편차를 나타낸다. 대체적으로, L=3으로 설정하고,

$$\theta = 0.08, 0.10, 0.15$$

또는 0.2로 설정한다.

- [117] EWMA 차트는 여러 표본이 관리범위 바깥으로 시그널 값을 가질 때, 표본 제거법과 한계의 재계산이 확실하게 정의되지 않는 문제점이 있다.

- [118] R-chart의 경우, 보충 사용법으로 관리상한은 수학적식 21과 같이 나타낼 수 있다.

- [119] 수학적식 21

[수식21]

$$UCL_R = \sqrt{MSE}(d_2 - Ld_3), \quad LCL_R = \sqrt{MSE}(d_2 + Ld_3)$$

- [120] 여기서, d_2 와 d_3 는 각각 range, 표준편차와 연관 있는 고정함수를 나타낸다.

- [121] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

- [122] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 대형 운용 시스템의 상태 기반

예방정비 장치(100)는 수집부(210), 특징 추출부(215), 계산부(220), 모니터링부(225), 메모리(230) 및 프로세서(235)를 포함하여 구성된다.

[123] 수집부(210)는 시스템에 설치된 복수의 센서로부터 센서 데이터를 수집하는 기능을 한다. 이미 기술한 바와 같이, 대형 운송 시스템은 스팀 터빈 발전기와 같은 시스템으로, 복수의 센서가 시스템에 각각 부착될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 시스템이 발전기인 것을 가정하므로 센서가 각각 온도 센서와 진동 센서가 복수개 구비되는 것을 가정하였다. 그러나, 시스템의 특성에 따라 구비되는 센서의 유형은 상이해질 수 있음은 당연하다.

[124] 특징 추출부(215)는 수집된 센서 데이터를 웨이블릿 변환하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출할 수 있다.

[125] 예를 들어, 특징 추출부(215)는 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 데이터로부터 에너지 스펙트럼 분석을 통해 허스트(Hurst) 계수를 도출하여 특징값을 추출할 수 있다.

[126] 또한, 특징 추출부(215)는 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 결과에서 디테일 시그널(father)에 대한 에너지 평균값을 계산하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출할 수도 있다.

[127] 이는 이미 도 1을 참조하여 기술한 바와 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[128] 계산부(220)는 추출된 특징값의 기울기와 절편을 계산하는 기능을 한다.

[129] 예를 들어, 계산부(220)는 디테일 시그널의 에너지 스펙트럼에 대한 기울기와 절편을 계산할 수 있다.

[130] 이는 도 1에서 설명한 바와 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[131] 모니터링부(225)는 계산된 기울기와 절편을 이용하여 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 기능을 한다.

[132] 예를 들어, 모니터링부(225)는, 기울기와 절편을 이용하여 T^2 통계량을 계산하고, 계산된 T^2 통계량을 이용하여 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다. 이때, 모니터링부()는 계산된 T^2 통계량과 상한 관리 한계를 비교하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링할 수 있다.

[133] 이는 도 1에서 상세히 설명하였으므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[134] 메모리(230)는 센서 데이터를 신호분석한 결과를 기반으로 Hurst 계수를 포함하는 선형 프로파일을 활용하여 시스템의 이상 유무를 판단하기 위한 상태 기반 예방정비 방법을 수행하기 위해 필요한 다양한 알고리즘, 어플리케이션, 이 과정에서 파생되는 다양한 데이터를 저장한다.

[135] 프로세서(235)는 본 발명의 일 실시예에 따른 상태 기반 예방정비 장치(100)의 내부 구성 요소들(예를 들어, 수집부(210), 특징 추출부(215), 계산부(220), 모니터링부(225), 메모리(230) 등)을 제어하기 위한 수단이다.

[136]

[137] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술

분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

[138] 대용량 시스템에 적용 가능하다.

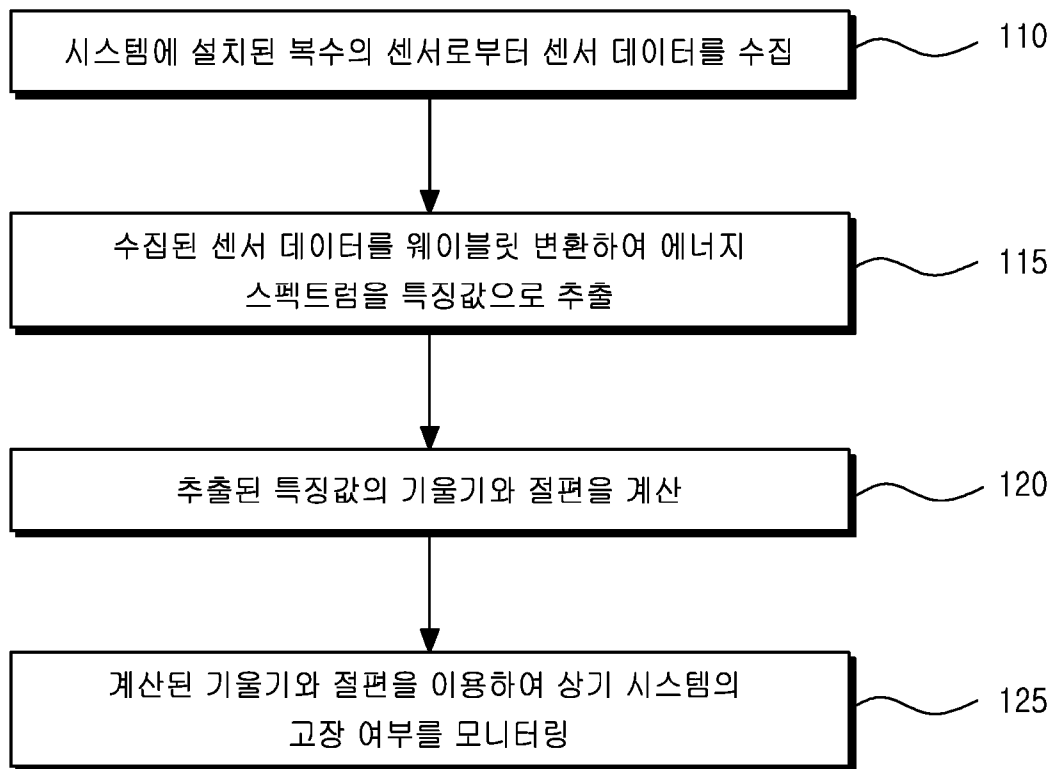
[139]

청구범위

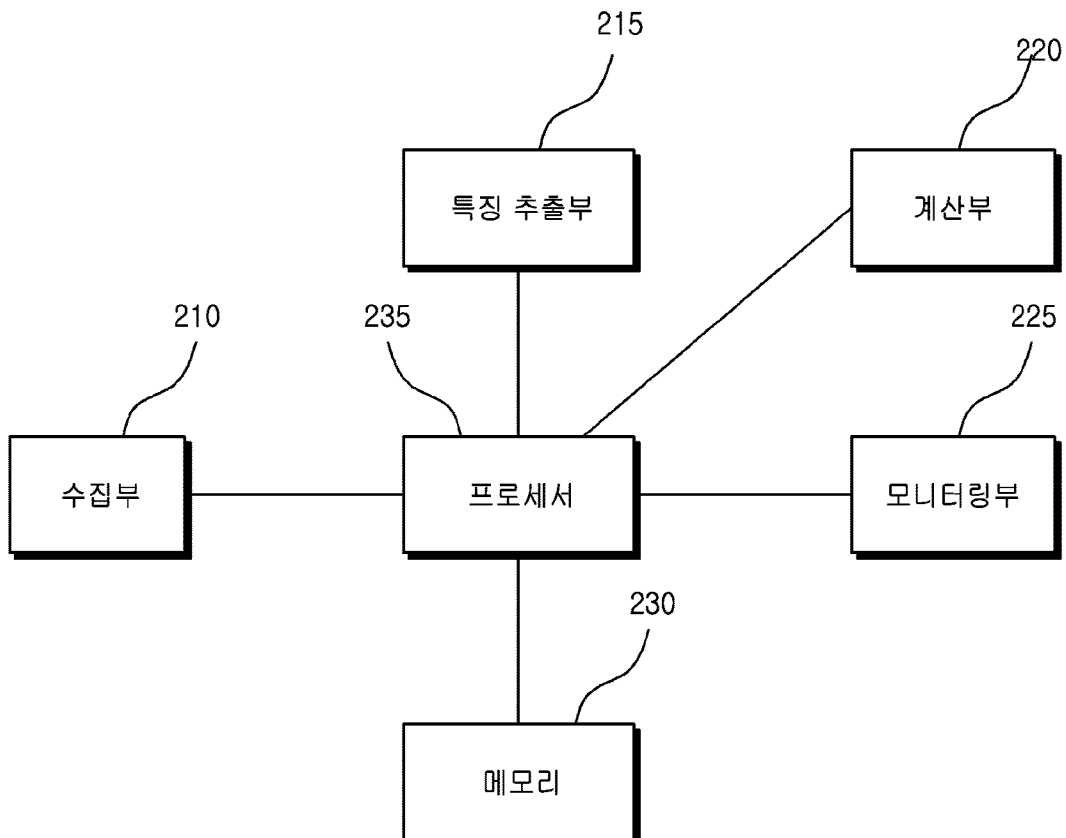
- [청구항 1] (a) 시스템에 설치된 복수의 센서로부터 센서 데이터를 수집하는 단계;
 (b) 상기 수집된 센서 데이터를 웨이블릿 변환하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 단계;
 (c) 상기 추출된 특징값의 기울기와 절편을 계산하는 단계; 및
 (d) 상기 계산된 기울기와 절편을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 단계를 포함하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는,
 상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 데이터로부터 에너지 스펙트럼 분석을 통해 허스트(Hurst) 계수를 도출하여 상기 특징값을 추출하는 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는,
 상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 결과에서 디테일 시그널(father)에 대한 에너지 평균값을 계산하여 상기 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 것을 특징으로 하되,
 상기 기울기와 절편은 상기 디테일 시그널의 에너지 스펙트럼에 대한 기울기와 절편인 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법.
- [청구항 4] 제1 항에 있어서, 상기 (d) 단계는,
 상기 기울기와 절편을 이용하여 T^2 통계량을 계산하고, 상기 계산된 T^2 통계량을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법.
- [청구항 5] 제4 항에 있어서,
 상기 (d) 단계는,
 상기 계산된 T^2 통계량과 상한 관리 한계를 비교하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법.
- [청구항 6] 제1 항 내지 제 5항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체 제품.
- [청구항 7] 시스템에 설치된 복수의 센서로부터 센서 데이터를 수집하는 수집부;
 상기 수집된 센서 데이터를 웨이블릿 변환하여 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 특징 추출부;
 상기 추출된 특징값의 기울기와 절편을 계산하는 계산부; 및
 상기 계산된 기울기와 절편을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 모니터링부를 포함하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치.

- [청구항 8] 제7 항에 있어서, 상기 특징 추출부는,
상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 데이터로부터 에너지 스펙트럼 분석을 통해 허스트(Hurst) 계수를 도출하여 상기 특징값을 추출하는 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 방법.
- [청구항 9] 제7 항에 있어서, 상기 특징 추출부는,
상기 센서 데이터를 웨이블릿 변환한 결과에서 디테일 시그널(father)에 대한 에너지 평균값을 계산하여 상기 에너지 스펙트럼을 특징값으로 추출하는 것을 특징으로 하되,
상기 기울기와 절편은 상기 디테일 시그널의 에너지 스펙트럼에 대한 기울기와 절편인 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치.
- [청구항 10] 제7 항에 있어서, 상기 모니터링부는,
상기 기울기와 절편을 이용하여 T^2 통계량을 계산하고, 상기 계산된 T^2 통계량을 이용하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치.
- [청구항 11] 제10 항에 있어서,
상기 모니터링부는,
상기 계산된 T^2 통계량과 상한 관리 한계를 비교하여 상기 시스템의 고장 여부를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 대형 운용 시스템의 상태 기반 예방정비 장치.

[도1]



[도2]

상태 기반 예방정비 장치 (100)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/007529**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06Q 50/10(2012.01)i, G06Q 10/00(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)

G06Q 50/10; G06F 19/00; G06Q 50/00; G06Q 10/00

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: sensor, wavelet, energy spectrum, inclination, slice, breakdown, monitoring

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2012-0038729 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE et al.) 24 April 2012 See abstract, paragraphs [0020]-[0021], [0070], claims 1, 10 and figures 1-5.	1-2,6-8
A		3-5,9-11
Y	JANG, Mun Jun, "(The)health Monitoring of Train Wheel Using Energy-based Wavelet", Master's Thesis, Graduate School of Hanyang University: Department of Industrial Engineering, August 2013, pages 1-47. See pages 9, 12-14, 20, 36.	1-2,6-8
A	KR 10-2008-0044508 A (SAMSUNG SDS CO., LTD.) 21 May 2008 See abstract, paragraphs [0018]-[0039], [0052]-[0053] and claims 1, 6-7, 10.	1-11
A	JANG, Dong Yoon et al., "A Monitoring System for Functional Input Data in Multi-phase Semiconductor Manufacturing Process", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, vol. 36, no. 3, September 2010, pages 154-163. See page 159.	1-11
A	KR 10-2011-0107096 A (SAMSUNG HEAVY IND. CO., LTD.) 30 September 2011 See abstract, paragraphs [0037]-[0040] and claim 1.	1-11



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

30 SEPTEMBER 2016 (30.09.2016)

Date of mailing of the international search report

04 OCTOBER 2016 (04.10.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/007529

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0038729 A	24/04/2012	KR 10-1166871 B1	19/07/2012
KR 10-2008-0044508 A	21/05/2008	CN 101632093 A	20/01/2010
		JP 2010-526352 A	29/07/2010
		KR 10-0840129 B1	20/06/2008
		US 2010-0082708 A1	01/04/2010
		WO 2008-060015 A1	22/05/2008
KR 10-2011-0107096 A	30/09/2011	KR 10-1149514 B1	29/05/2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06Q 50/10(2012.01)I, G06Q 10/00(2006.01)I

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06Q 50/10; G06F 19/00; G06Q 50/00; G06Q 10/00

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: 센서, 웨이블릿, 에너지 스펙트럼, 기울기, 절편, 고장, 모니터링

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2012-0038729 A (한국기계연구원 등) 2012.04.24 요약, 단락 [0020]-[0021], [0070], 청구항 1, 10 및 도면 1-5 참조.	1-2, 6-8
A		3-5, 9-11
Y	장문준, `에너지기반 웨이블릿을 활용한 열차 바퀴의 상태 모니터링`, 학위논문, 한양대학교 대학원 : 산업공학과, 2013.08, 페이지 1-47. 페이지 9, 12-14, 20, 36 참조.	1-2, 6-8
A	KR 10-2008-0044508 A (삼성에스디에스 주식회사) 2008.05.21 요약, 단락 [0018]-[0039], [0052]-[0053] 및 청구항 1, 6-7, 10 참조.	1-11
A	장동윤 등, `다단계 반도체 제조공정에서 함수적 입력 데이터를 위한 모니터링 시스템`, 대한산업공학회지, 36권 3호, 2010.09, 페이지 154-163. 페이지 159 참조.	1-11
A	KR 10-2011-0107096 A (삼성중공업 주식회사) 2011.09.30 요약, 단락 [0037]-[0040] 및 청구항 1 참조.	1-11

☐ 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

2016년 09월 30일 (30.09.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 10월 04일 (04.10.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



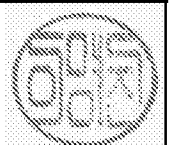
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이명진

전화번호 +82-42-481-8474



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0038729 A	2012/04/24	KR 10-1166871 B1	2012/07/19
KR 10-2008-0044508 A	2008/05/21	CN 101632093 A	2010/01/20
		JP 2010-526352 A	2010/07/29
		KR 10-0840129 B1	2008/06/20
		US 2010-0082708 A1	2010/04/01
		WO 2008-060015 A1	2008/05/22
KR 10-2011-0107096 A	2011/09/30	KR 10-1149514 B1	2012/05/29