



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월25일
(11) 등록번호 10-1960754
(24) 등록일자 2019년03월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 13/02 (2006.01) G05B 19/418 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01) G06Q 50/10 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
G05B 13/0265 (2013.01)
G05B 19/4183 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0067975
(22) 출원일자 2017년05월31일
심사청구일자 2017년05월31일
(65) 공개번호 10-2018-0131239
(43) 공개일자 2018년12월10일
(56) 선행기술조사문헌
JP2015007509 A*
KR1020090074768 A*
JP2008144995 A
JP2013185726 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
주식회사 지오네트
- (72) 발명자
권영민
- (74) 대리인
특허법인대한

전체 청구항 수 : 총 1 항

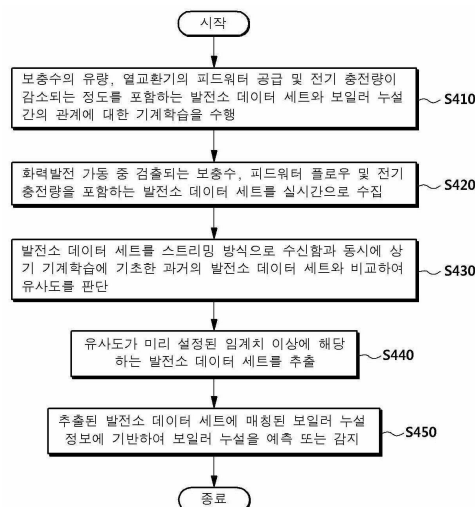
심사관 : 이종환

(54) 발명의 명칭 화력발전 운영 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영방법은, 보일러 누설 발생 시, 유량이 감소됨에 따라 보충수(Make-up flow)의 유량이 증가되는 정도, 열교환기의 피드워터 공급이 증가되는 정도 및 전기 충전량이 감소되는 정도를 포함하는 발전소 데이터 세트와 보일러 누설 간의 관계에 대한 기계학습을 수행하는 단계와, 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집하는 단계와, 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하는 단계와, 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하는 단계 및 추출된 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 감지하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

G05B 23/0235 (2013.01)

G05B 23/0283 (2013.01)

G06Q 50/10 (2013.01)

Y02E 20/18 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

화력발전 운영 시스템에 있어서,

보일러 누설 발생 시, 유량이 감소됨에 따라 보충수(Make-up flow)의 유량이 증가되는 정도, 열교환기의 피드워터 공급이 증가되는 정도 및 전기 충전량이 감소되는 정도를 포함하는 발전소 데이터 세트와 보일러 누설 간의 관계에 대한 기계학습을 수행하는 기계 학습부와,

상기 기계 학습부는 은닉마르코프 모델(HMM: Hidden Mark Model) 또는 가우시안 혼합모델(Gaussian mixture model) 중 적어도 하나를 사용하여 하나의 발전소 데이터 세트의 목표치에 대해 수회 반복적으로 발전소를 구동하여 학습을 위한 데이터 집합을 생성하고, 복수의 목표치마다 발전소 데이터 집합을 이용하여 기계학습모델을 학습하며,

화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집하는 발전소 데이터 세트 수집부와,

상기 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하고, 상기 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하는 발전소 데이터 세트 분석부 및

상기 추출된 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 감지하는 누설 감지 예측부를 포함하되,

발전소 데이터 세트의 목표치를 설정하고, 입력되는 발전소 데이터 세트와 상기 목표치를 비교한 결과, 그 차이에 따라 보일러 누설 정보를 설정하는 보일러 누설정보 설정부를 더 포함하고,

상기 누설정보 설정부는 입력부로부터 보충수(Make-up flow)의 유량, 열교환기의 피드워터 공급량, 전기 충전량, 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도, 가스터빈발전기 및 증기터빈발전기의 전기출력을 입력받고, 상기 입력받은 데이터를 기반으로 보일러 누설 정보를 설정하고,

상기 발전소 데이터 세트에는 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도, 가스터빈발전기 및 증기터빈발전기의 전기출력을 더 포함하며,

이를 위해 압축기로 유입되는 공기의 온도를 측정하기 위한 공기 온도계, 연소기에 공급되는 연료의 온도를 측정하기 위한 연료 온도계, 연소기에 공급되는 연료량을 측정하기 위한 연료 유량계, 연소기에 공급되는 연료의 발열량을 측정하기 위한 연료성분분석기, 가스터빈출구의 온도를 측정하기 위한 출구 온도계, 가스터빈 발전기 및 증기터빈 발전기의 전기출력을 얻기 위한 전력검출기를 더 구비하고,

또한 발전소 데이터 세트 수집부는 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량, 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도 중 적어도 하나를 컴퓨터에서 처리가능한 디지털 신호로 변환하고, 변환된 디지털 신호로부터 배기가스량을 계산하는 시스템을 이용하여,

보일러 누설 발생 시, 유량이 감소됨에 따라 보충수의 유량이 증가되는 정도, 열교환기의 피드워터 공급이 증가

되는 정도 및 전기 충전량이 감소되는 정도를 포함하는 발전소 데이터 세트와 보일러 누설 간의 관계에 대한 기계학습을 수행하는 단계와;

화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집하는 단계와;

상기 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하는 단계와;

상기 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하는 단계를 거쳐, 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하고, 상기 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하여, 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 하나의 데이터에라도 이상이 발생하면 보일러 누설로 조기에 예측하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 화력발전 운영 시스템.

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 화력발전 운영 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 발전소 데이터 세트를 분석하여 보일러 누설 발생 시 계통에서 유량이 감소됨에 따라 보충수의 유량 증가되며, 열교환기의 피드워터 공급량이 증가하고, 전기 충전량이 감소되는 특성에 따라 발전소 보일러가 운전 중 일 때 보일러 튜브 누설을 예측 또는 조기 감지할 수 있는 화력발전 운영 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 화력발전이란 석탄, 석유, 가스 등 화석연료를 태워서 나온 열로 보일러에서 물을 끓여 고온 고압의 증기를 만들고, 그 증기를 여러 겹의 프로펠러 형상을 가진 터빈 내를 통과시켜 3,600rpm의 고속 회전을 얻어 같은 축에 연결된 발전기를 회전시킴으로써 전기를 만드는 발전방식을 말한다.
- [0003] 보일러 튜브의 누설을 감지하기 위하여, 기존에는 BTL(Boiler Tube Leak Detected) 시스템을 사용하였으나 BTL의 경우 소리로 누설 감지를 함으로써 발전소 내부 소음으로 인한 정밀한 감지가 되지 않는 문제점이 있다.
- [0004] 화력발전의 경우 가스터빈 출구에서의 고온의 가스량은 이것을 열원으로 사용하여 증기를 발생시키는 배열회수 보일러와 생산된 증기를 이용하는 증기터빈으로 구성된 하부 사이클(Bottoming Cycle)의 열성능(전기출력, 열효율 등)에 결정적인 역할을 한다.
- [0005] 또한, 운전 중 가스터빈과 배열회수보일러(HRSG, Heat Recovery Steam Generator) 사이에 있는 댐퍼(Damper)의 운전조건 및 상태 등의 영향으로 부연돌(Bypass Stack)로 누설되는 가스는 열 이용율을 저해하는 요소로 발전성능에 크게 영향을 미치는 요소이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) KR 10-0976703 (네트워크 방식의 원격학습 시뮬레이터를 이용한 공정시스템의 자가 진단장비 및 그에 따른 자가 진단방법, 에스티엑스조선해양 주식회사) 2008.09.19.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 보일러 튜브 누설 발생을 실시간으로 예측 또는

조기 감지하여 빠른 조치가 가능하도록 한 보일러 튜브 누설 감지 모델을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 화력발전 운영방법은, 보일러 누설 발생 시, 유량이 감소됨에 따라 보충수(Make-up flow)의 유량이 증가되는 정도, 열교환기의 피드워터 공급이 증가되는 정도 및 전기 충전량이 감소되는 정도를 포함하는 발전소 데이터 세트와 보일러 누설 간의 관계에 대한 기계학습을 수행하는 단계와, 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집하는 단계와, 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하는 단계와, 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하는 단계 및 추출된 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 감지하는 단계를 포함한다.

[0009] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영 시스템은 보일러 누설 발생 시, 유량이 감소됨에 따라 보충수(Make-up flow)의 유량이 증가되는 정도, 열교환기의 피드워터 공급이 증가되는 정도 및 전기 충전량이 감소되는 정도를 포함하는 발전소 데이터 세트와 보일러 누설 간의 관계에 대한 기계학습을 수행하는 기계 학습부와, 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집하는 발전소 데이터 세트 수집부와, 상기 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하고, 상기 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하는 발전소 데이터 세트 분석부 및 상기 추출된 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 감지하는 누설 감지 예측부를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영 시스템은 학습된 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 실시간으로 스트리밍되는 발전소 데이터 세트를 분석함으로써, 보일러 누설을 예측 또는 감지하고, 이는 과거 운전되어진 데이터를 기반으로 보일러의 누설을 감지하는 방식이기 때문에 기존의 소리로 누설을 감지하는 BTLD 시스템보다 정밀한 감지가 가능하며, 이로 인하여 사고파급 및 불시정지로 인한 피해를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 화력발전 운영 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 보일러 튜브를 포함하는 화력발전 시스템의 일부 모습을 도시하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 튜브 누설을 예측 또는 감지하기 위해 발전소 데이터 세트를 분석하기 위한 로직의 일 예를 도시하는 도면이다.

도 4는 은닉 마르코프 모델을 개략적으로 도시하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명을 바람직한 실시 예와 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

[0013] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명에 따른 화력발전 운영 시스템에 대하여 설명하기로 한다. 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 화력발전 운영 시스템의 개략적인 블록도이고, 도 2는 보일러 튜브를 포함하는 화력발전 시스템의 일부 모습을 도시하는 도면이며, 도 3은 튜브 누설을 예측 또는 감지하기 위해 발전소 데이터 세트를 분석하기 위한 로직의 일 예를 도시하는 도면이다.

[0014] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 화력발전 운영 시스템(100)은 보일러 누설정보 설정부(110), 기계학습부(120), 발전소 데이터 세트 수집부(130), 발전소 데이터 세트 분석부(140) 및 누설 감지 예측부(150)를 포함하

여 구성된다.

- [0015] 누설정보 설정부(110)는 발전소 데이터 세트의 목표치를 설정하고, 입력되는 발전소 데이터 세트와 상기 목표치를 비교한 결과, 그 차이에 따라 보일러 누설 정보를 설정한다.
- [0016] 이를 위해 누설정보 설정부(110)는 입력부(미도시)로부터 보충수(Make-up flow)의 유량, 열교환기의 피드워터 공급량, 전기 충전량, 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도, 가스터빈발전기 및 증기터빈발전기의 전기출력 중 적어도 하나를 입력받고, 상기 입력받은 데이터를 기반으로 보일러 누설 정보를 설정할 수 있다. 누설정보 설정부(110)의 보일러 누설정보는 미리 사용자의 입력 또는 설계자의 의도에 따라 설정될 수 있다.
- [0017] 기계학습부(120)는 보일러 누설 발생 시, 유량이 감소됨에 따라 보충수(Make-up flow)의 유량이 증가되는 정도, 열교환기의 피드워터 공급이 증가되는 정도 및 전기 충전량이 감소되는 정도를 포함하는 발전소 데이터 세트와 보일러 누설 간의 관계에 대한 기계학습을 수행한다.
- [0018] 기계 학습부(120)는 하나의 발전소 데이터 세트의 목표치에 대해 수회 반복적으로 발전소를 구동하여 학습을 위한 데이터 집합을 생성하고, 복수의 목표치마다 발전소 데이터 집합을 이용하여 기계학습모델을 학습한다. 여기서 기계학습은 도 4에 도시된 바와 같은 은닉마르코프 모델(HMM: Hidden Mark Model)을 이용할 수 있다. 또는 은닉 마르코프 모델 이외에도 가우시안 혼합모델(Gaussian mixture model)등의 일반적 기계학습모델 중 적어도 하나를 사용하여 발전소 데이터 세트를 학습할 수 있다.
- [0019] 발전소 데이터 세트 수집부(130)는 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집한다.
- [0020] 아울러, 발전소 데이터 세트로서 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도, 가스터빈발전기 및 증기터빈발전기의 전기출력 중 적어도 하나를 더 수집할 수 있다.
- [0021] 이를 위해, 압축기로 유입되는 공기의 온도를 측정하기 위한 공기 온도계, 연소기에 공급되는 연료의 온도를 측정하기 위한 연료 온도계, 연소기에 공급되는 연료량을 측정하기 위한 연료 유량계, 연소기에 공급되는 연료의 발열량을 측정하기 위한 연료성분분석기, 가스터빈출구의 온도를 측정하기 위한 출구 온도계, 가스터빈 발전기 및 증기터빈 발전기의 전기출력을 얻기 위한 전력검출기를 구비할 수 있다.
- [0022] 더불어, 발전소 데이터 세트 수집부(130)는 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량, 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도 중 적어도 하나를 컴퓨터에서 처리가능한 디지털 신호로 변환하고, 변환된 디지털 신호로부터 배기가스량을 계산할 수 있다.
- [0023] 발전소 데이터 세트 분석부(140)는 발전소 데이터 세트 수집부(130)에 의해 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하고, 상기 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출한다.
- [0024] 여기서, 발전소 데이터 세트는 발전소 데이터 세트 수집부(130)에서 디지털 신호로 변환된 배기가스량의 수치일 수 있다.
- [0025] 누설 감지부(150)는 상기 추출된 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 감지한다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같은 로직에 따라 발전소 데이터 세트를 분석하여 튜브 누설을 예측 또는 감지할 수 있다. 이는 과거 운전되어진 데이터를 기반으로 보일러의 누설을 감지하는 방식이기 때문에 기존의 소리로 누설을 감지하는 BTLD 시스템보다 정밀한 감지가 가능하며, 이로 인하여 사고파급 및 불시정지로 인한 피해를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 여기서 쟁점은 누설 감지부(150)가 입력되는 보일러 튜브 누설 여부를 조기에 감지할 수 있다는 데에 있다. 즉, 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집하고, 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하고, 상기 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하여, 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 감지하기 때문에, 하나의 데이터에라도 이상이 발생하면 보일러 누설을 조기에 예측할 수 있는 것이다.

- [0027] 아울러, 누설 감지부(150)는 기계학습을 기반으로 보일러 누설 발생 예측량을 연산할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영 시스템은 기계학습을 도입함으로써 화력발전 운영에 있어서 보일러 튜브 누설 발생을 예측 또는 조기 감지하여 빠른 조치를 가능하게 하여, 사고 파급 및 불시정지로 인한 피해를 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0029] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영방법은 먼저, 보일러 누설 발생 시, 유량이 감소됨에 따라 보충수(Make-up flow)의 유량이 증가되는 정도, 열교환기의 피드워터 공급이 증가되는 정도 및 전기 충전량이 감소되는 정도를 포함하는 발전소 데이터 세트와 보일러 누설 간의 관계에 대한 기계학습을 수행한다(S410).
- [0030] 기계학습 수행 단계는, 하나의 발전소 데이터 세트의 목표치에 대해 수회 반복적으로 발전소를 구동하여 학습을 위한 데이터 집합을 생성하고, 복수의 목표치마다 발전소 데이터 집합을 이용하여 기계학습모델을 학습한다. 여기서 기계학습은 도 4에 도시된 바와 같은 은닉마르코프 모델(HMM: Hidden Mark Model)을 이용할 수 있다. 또는 은닉 마르코프 모델 이외에도 가우시안 혼합모델(Gaussian mixture model)등의 일반적 기계학습모델 중 적어도 하나를 사용하여 발전소 데이터 세트를 학습할 수 있다.
- [0031] 한편, 기계학습 수행 단계 이전에 누설정보 설정부(110)는 발전소 데이터 세트의 목표치를 설정하고, 입력되는 발전소 데이터 세트와 상기 목표치를 비교한 결과, 그 차이에 따라 보일러 누설 정보를 설정한다.
- [0032] 이를 위해 누설정보 설정부가 입력부로부터 보충수(Make-up flow)의 유량, 열교환기의 피드워터 공급량, 전기 충전량, 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도, 가스터빈발전기 및 증기터빈발전기의 전기출력 중 적어도 하나를 입력받고, 상기 입력받은 데이터를 기반으로 보일러 누설 정보를 설정할 수 있다. 누설정보 설정부의 보일러 누설정보는 미리 사용자의 입력 또는 설계자의 의도에 따라 설정될 수 있다.
- [0033] 다음으로, 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집한다(S420).
- [0034] 아울러, 발전소 데이터 세트로서 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도, 가스터빈발전기 및 증기터빈발전기의 전기출력 중 적어도 하나를 더 수집할 수 있다.
- [0035] 이를 위해, 압축기로 유입되는 공기의 온도를 측정하기 위한 공기 온도계, 연소기에 공급되는 연료의 온도를 측정하기 위한 연료 온도계, 연소기에 공급되는 연료량을 측정하기 위한 연료 유량계, 연소기에 공급되는 연료의 발열량을 측정하기 위한 연료성분분석기, 가스터빈출구의 온도를 측정하기 위한 출구 온도계, 가스터빈 발전기 및 증기터빈 발전기의 전기출력을 얻기 위한 전력검출기를 구비할 수 있다.
- [0036] 더불어, 이 단계는 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량, 압축기로 유입되는 공기의 온도, 연소기에 공급되는 연료의 온도, 상기 연소기에 공급되는 연료량, 상기 연소기에 공급되는 연료의 발열량, 가스터빈출구의 온도 중 적어도 하나를 컴퓨터에서 처리가능한 디지털 신호로 변환하고, 변환된 디지털 신호로부터 배기가스량을 계산할 수 있다.
- [0037] 다음으로, 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단한다(S430). 여기서, 발전소 데이터 세트는 발전소 데이터 세트 수집 단계(S420)에서 디지털 신호로 변환된 배기가스량의 수치일 수 있다.
- [0038] 다음으로, 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에 해당하는 발전소 데이터 세트를 추출한다(S440).
- [0039] 다음으로, 추출된 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 예측 또는 감지한다(S450). 이는 과거 운전되어진 데이터를 기반으로 보일러의 누설을 감지하는 방식이기 때문에 기존의 소리로 누설을 감지하는 BILD 시스템보다 정밀한 감지가 가능하며, 이로 인하여 사고파급 및 불시정지로 인한 피해를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0040] 여기서 쟁점은 누설 감지부가 입력되는 보일러 튜브 누설 여부를 조기에 감지할 수 있다는 데에 있다.
- [0041] 즉, 화력발전 가동 중 검출되는 보충수, 피드워터 플로우 및 전기 충전량을 포함하는 발전소 데이터 세트를 실시간으로 수집하고, 수집되는 발전소 데이터 세트를 스트리밍 방식으로 수신함과 동시에 상기 기계학습에 기초한 과거의 상기 발전소 데이터 세트와 비교하여 유사도를 판단하고, 상기 유사도가 미리 설정된 임계치 이상에

해당하는 발전소 데이터 세트를 추출하여, 발전소 데이터 세트에 매칭된 보일러 누설 정보에 기반하여 상기 보일러 누설을 감지하기 때문에, 하나의 데이터에라도 이상이 발생하면 보일러 누설을 조기에 예측할 수 있는 것이다.

[0042] 아울러, 누설 감지부는 기계학습을 기반으로 보일러 누설 발생 예측량을 연산할 수 있다.

[0043] 본 발명의 실시 예에 따른 화력발전 운영 시스템은 기계학습을 도입함으로써 화력발전 운영에 있어서 보일러 튜브 누설 발생을 예측 또는 조기 감지하여 빠른 조치를 가능하게 하여, 사고 과급 및 불시정지로 인한 피해를 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0044] 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0045] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[0046] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 본 발명의 기술 사상 범위 내에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 첨부된 특허청구범위에 속하는 것은 당연하다.

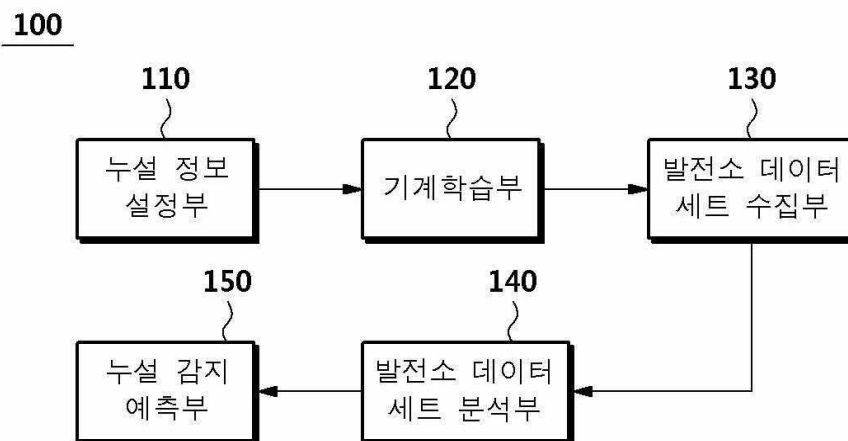
부호의 설명

[0047]

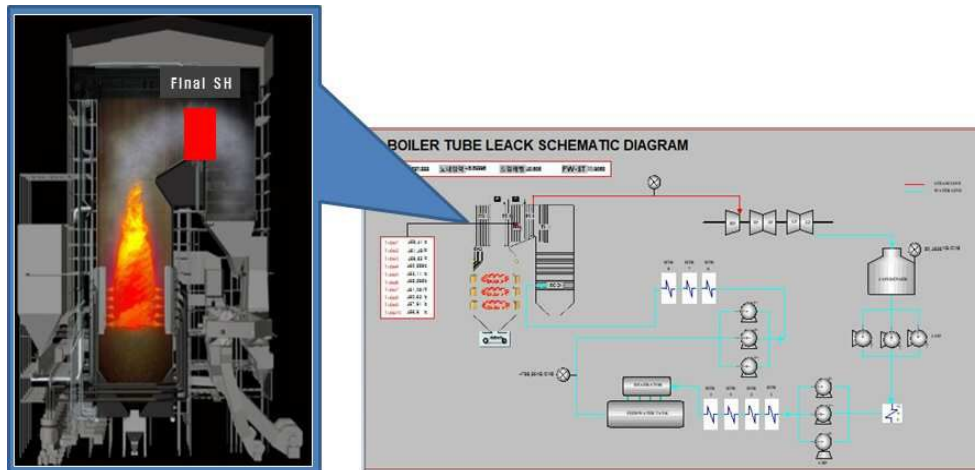
100: 화력발전 운영 시스템	110: 누설정보 설정부
120: 기계 학습부	130: 발전소 데이터 세트 수집부
140: 발전소 데이터 세트 분석부	150: 누설 감지 예측부

도면

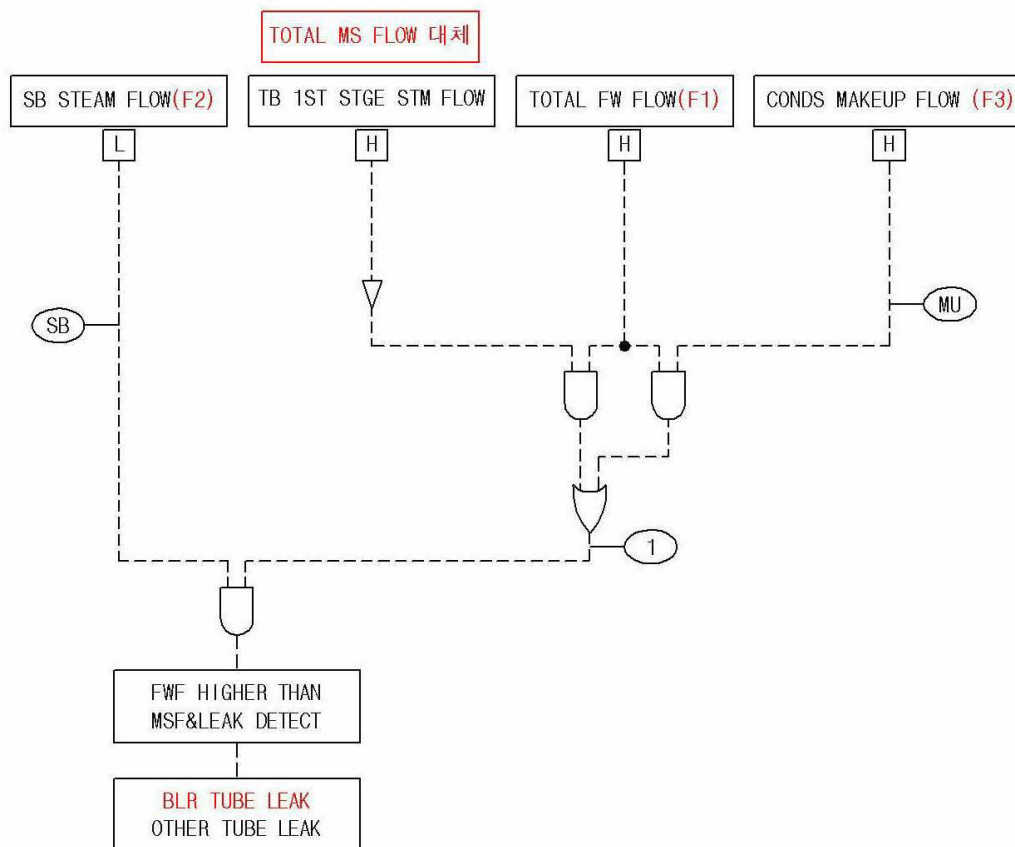
도면1



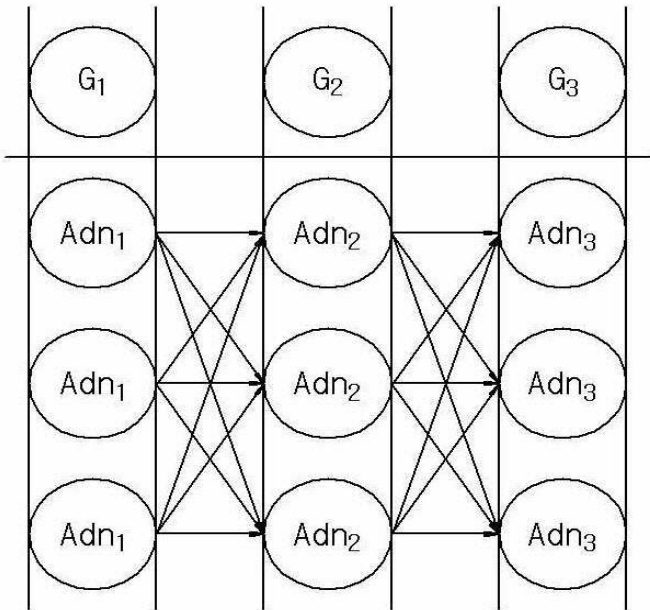
도면2



도면3



도면4



도면5

