(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0017857
(43) 공개일자 2023년02월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 23/02 (2006.01) *G06N 20/00* (2019.01)
G06Q 10/06 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G05B 23/02 (2013.01)
G06N 20/00 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2022-7045975
(22) 출원일자(국제) 2021년05월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년12월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/020264
(87) 국제공개번호 WO 2021/241702
국제공개일자 2021년12월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-093098 2020년05월28일 일본(JP)

(71) 출원인
스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 시나가와쿠 오오사키 2쵸메 1반 1고
(72) 발명자
아케도 유타카
일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나츠시마쵸 19반치 스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤 요코스카세조쇼 내
카도와키 마사노리
일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나츠시마쵸 19반치 스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤 요코스카세조쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정구명

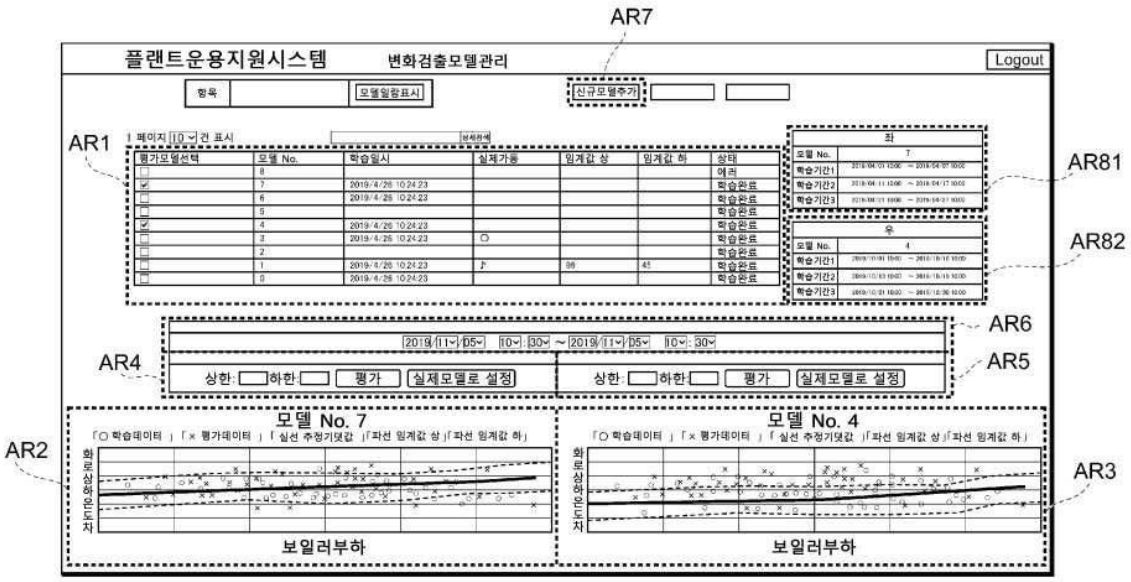
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **표시장치, 평가방법 및 평가시스템**

(57) 요 약

적절한 평가모델을 용이하게 취득하는 것이 가능해지는 표시장치, 평가방법 및 평가시스템을 제공하는 것. 표시화면(D1)을 구비한 표시장치(60)이다. 표시화면(D1)의 제1 표시영역(AR1)에, 복수의 평가모델을 선택 가능하게 표시 가능하게 구성하고, 제2 표시영역(AR2)에, 선택된 제1 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성하며, 또한, 제3 표시영역(AR3)에, 선택된 제2 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06Q 10/06 (2023.01)
(72) 발명자
미즈노 타카시
일본국 111-0041 도쿄도 타이토구 모토아사쿠사 3초메 18-10 라이트웰 가부시키가이샤 내
모리타 유카
일본국 111-0041 도쿄도 타이토구 모토아사쿠사 3초메 18-10 라이트웰 가부시키가이샤 내
오노 쇼타
일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나츠시마초 19반치 스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤 요코스카세조쇼 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

표시화면을 구비한 표시장치로서,

상기 표시화면의 제1 표시영역에, 복수의 평가모델을 선택 가능하게 표시 가능하게 구성하고,

상기 표시화면의 제2 표시영역에, 선택된 제1 상기 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성하며, 또한,

상기 표시화면의 제3 표시영역에, 선택된 제2 상기 평가모델에 의한, 상기 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성되는, 표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

또한, 상기 표시화면의 제4 표시영역에, 제1 상기 평가모델에 의한 평가의 제1 평가기준을 설정 가능하게 표시 가능하게 구성하고,

상기 표시화면의 제5 표시영역에, 제2 상기 평가모델에 의한 평가의 제2 평가기준을 설정 가능하게 표시 가능하게 구성하며,

상기 제2 표시영역은, 설정된 상기 제1 평가기준에 근거하여, 선택된 제1 상기 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성하고, 또한,

상기 제3 표시영역은, 설정된 상기 제2 평가기준에 근거하여, 선택된 제2 상기 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성되는, 표시장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

또한, 상기 표시화면의 제6 표시영역에, 상기 평가데이터의 기간을 설정 가능하게 표시 가능하게 구성하고,

상기 제2 표시영역은, 제1 상기 평가모델에 의한, 설정된 상기 기간의 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성하며, 또한,

상기 제3 표시영역은, 제2 상기 평가모델에 의한, 설정된 상기 기간의 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성되는, 표시장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 상기 평가모델은, 소정의 파라미터를 갖는 기계학습모델에 의하여, 학습데이터범위에 근거하여 생성된 것이고,

상기 표시장치는,

또한, 상기 표시화면의 제7 표시영역에, 상기 파라미터의 값 및 상기 학습데이터범위를 설정 가능하게 표시 가능하게 구성되며,

상기 제2 표시영역은, 설정된 상기 파라미터의 값을 갖는 상기 기계학습모델에 의하여 생성된 평가모델에 의한, 상기 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성되는, 표시장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 표시영역은, 설정된 상기 파라미터값을 갖는 상기 기계학습모델을, 상기 복수의 평가모델과 함께 상기 제1 표시영역에 선택 가능하게 표시 가능하게 구성되는, 표시장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 표시영역에는, 제어대상물로부터 취득되는 프로세스데이터를 평가하기 위하여, 과거에, 사용된 상기 평가모델인 것을 나타내는 정보와, 상기 제어대상물로부터 취득되는 프로세스데이터를 평가하기 위하여, 현재, 사용되고 있는 상기 평가모델인 것을 나타내는 정보를, 표시 가능하게 구성되는, 표시장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 표시영역에는, 상기 복수의 평가모델 중 선택되는 평가모델을 복제 또는 삭제 가능하게 표시하도록 구성되는, 표시장치.

청구항 8

표시화면의 제1 표시영역에, 복수의 평가모델을 선택 가능하게 표시하는 스텝과,

상기 표시화면의 제2 표시영역에, 선택된 제1 상기 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시하는 스텝과,

상기 표시화면의 제3 표시영역에, 선택된 제2 상기 평가모델에 의한, 상기 평가데이터의 평가결과를 표시하는 스텝을 포함하는 평가방법.

청구항 9

복수의 평가모델을 선택하기 위한 수단과,

선택된 제1 상기 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 취득하는 수단과,

선택된 제2 상기 평가모델에 의한, 상기 평가데이터의 평가결과를 취득하는 수단을 구비하는 평가시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 표시장치, 평가방법 및 평가시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래부터, 플랜트 등의 제어대상물에 설치되는 복수의 센서로부터 프로세스데이터를 취득하고, 이것에 근거하여 제어대상물의 가동상황을 감시하며, 제어하는 것이 행해지고 있다. 프로세스데이터에 근거하여 제어대상물의 가동상황을 감시하기 위하여, 평가모델이 이용되는 경우가 있다. 제어대상물로부터 취득된 프로세스데이터를, 소정의 평가모델에 따라 평가함으로써 얻어지는 평가결과에 근거하여, 제어대상물이 정상적으로 가동하고 있는지 아닌지를 판단하는 것이 가능해진다.

[0003] 제어대상물의 가동상황을 양호한 정밀도로 감시하기 위해서는, 성능이 좋은 평가모델이 필요하다. 성능이 좋은 평가모델을 취득하기 위해서는, 평가모델을 구성하는 파라미터 등을 조정하거나, 복수의 평가모델끼리를 비교하여 선별하거나 하는 작업을 수반하기 때문에, 시행착오를 필요로 한다.

[0004] 특허문헌 1에는, 복수의 평가모델을 효율적으로 비교하기 위한 모델정보표시방법이 개시되어 있다. 이 모델정보표시방법에 의하면, 복수의 평가모델이 선택되면, 선택된 개수에 따라 표시되는 정보량이 상이하도록, 복수의 평가모델이 동시에 표시된다. 이 때문에, 복수의 평가모델을 효율적으로 비교하는 것이 가능해진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 공개특허공보 특개2018-206283호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 모델정보표시방법은, 복수의 평가모델의 비교를 가능하게 하는 표시방법을 제공하는 것에 불과하다. 이 때문에, 적절한 평가모델을 얻기 위하여 필요한 작업을 충분히 효율화할 수 없다.

[0007] 그래서 본 발명은, 적절한 평가모델을 효율적으로 취득하는 것이 가능해지는 표시장치, 평가방법 및 평가시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 개시는, 표시화면을 구비한 표시장치를 제공한다. 이 표시화면은, 제1 표시영역에, 복수의 평가모델을 선택 가능하게 표시 가능하게 구성하고, 제2 표시영역에, 선택된 제1 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성하며, 또한, 제3 표시영역에, 선택된 제2 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성된다.

[0009] 다만, 평가데이터란, 평가모델에 의하여 평가되는 데이터이다. 예를 들면, 플랜트 등의 제어대상물에 설치되는 복수의 센서로부터 취득되는 프로세스데이터(계산처리되어 있지 않은 생데이터를 포함한다.)를 평가데이터로 하여 평가하는 것이 가능하다.

[0010] 프로세스데이터는, 계절 그 외의 환경에 따라, 동일한 제어데이터에 근거하여 제어해도, 변동하는 경우가 있다. 또한 평가데이터는, 제어대상물의 부품 등의 경시변화 등에 따라, 동일한 제어데이터에 근거하여 제어해도, 변동하는 경우가 있다.

[0011] 또한, 표시화면의 제4 표시영역에, 제1 평가모델에 의한 평가의 제1 평가기준을 설정 가능하게 표시 가능하게 구성하고, 표시화면의 제5 표시영역에, 제2 평가모델에 의한 평가의 제2 평가기준을 설정 가능하게 표시 가능하게 구성하며, 제2 표시영역은, 설정된 제1 평가기준에 근거하여, 선택된 제1 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성하고, 또한, 제3 표시영역은, 설정된 제2 평가기준에 근거하여, 선택된 제2 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성해도 된다.

[0012] 또한, 표시화면의 제6 표시영역에, 평가데이터의 기간을 설정 가능하게 표시 가능하게 구성하고, 제2 표시영역은, 제1 평가모델에 의한, 설정된 기간의 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성하며, 또한, 제3 표시영역은, 제2 평가모델에 의한, 설정된 기간의 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성되어도 된다.

[0013] 평가데이터의 기간이란, 평가데이터가 취득된 기간을 말한다.

[0014] 제1 평가모델은, 소정의 파라미터를 갖는 기계학습모델에 의하여, 학습데이터범위(소정 범위에 속하는 복수의 학습데이터)에 근거하여 생성된 것이며, 표시장치는, 또한, 표시화면의 제7 표시영역에, 파라미터값 및 학습데이터범위를 설정 가능하게 표시 가능하게 구성되고, 제2 표시영역은, 설정된 파라미터값을 갖는 기계학습모델에 의하여 생성된 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시 가능하게 구성해도 된다. 다만 제1 표시영역 내지 제6 표시영역을 표시하는 표시화면과, 동일한 표시화면 내에 있어서, 파라미터값 또는 학습데이터범위의 적어도 일부를 제7 표시영역으로 설정 가능하게 표시해도 되고, 제7 표시영역을 개재하여, 상이한 표시화면으로 천이하여, 파라미터값 또는 학습데이터범위를 설정 가능하게 표시해도 된다. 전자의 경우, 제7 표시영역에 있어서 파라미터값 등을 변경시킨 후, 제2 표시영역에 표시결과를 표시시키는 것이 가능해지기 때문에, 적절한 평가모델을 효율적으로 취득하는 것이 가능해진다.

[0015] 여기에서, 기계학습모델은, 콘볼루션 뉴럴 네트워크(CNN) 등의 뉴럴 네트워크를 이용하는 것, 가우스과정회귀 등의 회귀모델을 이용하는 것, 결정트리 등의 트리알고리즘을 이용하는 것을 포함한다.

[0016] 학습데이터는, 교사데이터라 불리는 경우도 있다. 학습데이터는, 예를 들면, 플랜트 등의 제어대상물이 양호하게 가동하고 있을 때의 프로세스데이터를 포함한다. 또한 학습데이터는, 예를 들면, 플랜트 등의 제어대상물이 고출력으로 양호하게 가동하고 있을 때의 프로세스데이터와, 중출력으로 양호하게 가동하고 있을 때의 프로세스데이터와, 저출력으로 양호하게 가동하고 있을 때의 프로세스데이터를 포함한다.

[0017] 기계학습의 파라미터는, 설정 가능한 변수를 포함한다. 파라미터가 상이할 때, 동일한 학습데이터에 근거하여, 상이한 평가모델이 생성된다. 파라미터는, 하이퍼파라미터를 포함하고, 예를 들면, 결정트리 등의 계층수, 뉴럴 네트워크에 있어서의 중간층의 유닛수, 하중감쇠를 나타내는 파라미터 등을 포함한다.

[0018] 제1 표시영역은, 설정된 파라미터값을 갖는 기계학습모델을, 복수의 평가모델과 함께 제1 표시영역에 선택 가능하게 표시 가능하게 구성해도 된다.

[0019] 제1 표시영역에는, 복수의 평가모델 중, 제어대상물로부터 취득되는 프로세스데이터를 평가하기 위하여, 과거에, 사용된 평가모델인 것을 나타내는 정보와, 제어대상물로부터 취득되는 프로세스데이터를 평가하기 위하여, 현재, 사용되고 있는 평가모델인 것을 나타내는 정보 중 적어도 일방을 표시 가능하게 구성해도 된다.

[0020] 또한, 제1 표시영역에는, 복수의 평가모델 중 선택되는 평가모델을 복제 또는 삭제 가능하게 표시하도록 구성해도 된다.

[0021] 본 개시는, 평가방법을 제공한다. 이 평가방법은, 표시화면의 제1 표시영역에, 복수의 평가모델을 선택 가능하게 표시하는 스텝과, 표시화면의 제2 표시영역에, 선택된 제1 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시하는 스텝과, 표시화면의 제3 표시영역에, 선택된 제2 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시하는 스텝을 포함한다.

[0022] 본 개시는, 평가시스템을 제공한다. 이 평가시스템은, 복수의 평가모델을 선택하기 위한 수단과, 선택된 제1 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 취득하는 수단과, 선택된 제2 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 취득하는 수단을 구비한다.

[0023] 본 개시는, 플랜트의 가동상황을 평가하기 위한 평가시스템을 제공한다. 이 평가시스템은, 제1 시기에 플랜트에 설치된 센서로부터 취득된 프로세스데이터를 학습데이터로 하여 생성된 제1 평가모델과, 제2 시기에 플랜트에 설치된 센서로부터 취득된 프로세스데이터를 학습데이터로 하여 생성된 제2 평가모델을 선택하는 수단을 구비한다. 선택된 제1 평가모델은, 플랜트에 설치된 센서로부터 취득된 평가데이터를 평가한다. 평가결과는, 표시되도록 구성된다. 선택된 제2 평가모델은, 플랜트에 설치된 센서로부터 취득된 동일한 평가데이터를 평가한다. 평가결과는, 표시되도록 구성된다. 평가데이터는, 플랜트의 가동상황이 이상(異常)으로 되었을 때의 프로세스데이터를 포함해도 된다. 제1 평가모델은, 소정의 값으로 설정된 하나, 또는, 복수의 파라미터를 갖는 기계학습모델에 의하여, 학습데이터에 근거하여 생성된 것이어도 된다. 하나, 또는, 복수의 파라미터는 설정 가능하게 구성되어도 된다. 파라미터가 새롭게 설정될 때, 설정된 파라미터를 갖는 기계학습모델에 의하여 새롭게 평가모델이 생성되어도 된다.

[0024] 본 개시는, 플랜트의 가동상황을 평가하기 위한 평가방법을 제공한다. 이 평가방법은, 제1 시기에 플랜트에 설치된 센서로부터 취득된 프로세스데이터를 학습데이터로 하여 생성된 제1 평가모델과, 제2 시기에 플랜트에 설치된 센서로부터 취득된 프로세스데이터를 학습데이터로 하여 생성된 제2 평가모델을, 표시화면의 제1 표시영역에, 선택 가능하게 표시하는 스텝을 포함한다. 그리고, 표시화면의 제2 표시영역에, 선택된 제1 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시하는 스텝과, 표시화면의 제3 표시영역에, 선택된 제2 평가모델에 의한, 평가데이터의 평가결과를 표시하는 스텝을 더 포함한다. 또한 선택된 제1 평가모델 또는 제2 평가모델 중 어느 하나에 근거하여 제2 평가데이터를 평가하는 스텝을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 플랜트(1)의 개략도이다.

도 2는 평가시스템(30)의 기능블록도이다.

도 3은 표시장치(60)의 표시화면이다.

도 4는 평가시스템(30)의 물리적 구성을 나타내는 블록도이다.

도 5는 본 실시형태에 관한 평가방법의 플로차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 이용하여 설명한다. 이하의 실시형태는, 본 발명을 설명하기 위한 예시이며, 본 발명을 그 실시형태에만 한정하는 취지는 아니다.

[0027] 본 발명이 적용되는 제어대상물은, 플랜트를 포함한다. 플랜트는, 예를 들면, 보일러를 포함하는 발전플랜트, 소각플랜트, 화학플랜트, 배수처리플랜트 등, 프로세스데이터를 취득할 수 있는 것을 대상으로 하고 있다. 다만, 프로세스데이터는, 센서 등으로부터 취득된 계산처리되어 있지 않은 데이터를 포함한다.

[0028] 도 1은, 본 실시형태에 관한 플랜트(1)의 전체구성을 나타내는 개략도이다. 본 실시형태에 관한 플랜트(1)는, 예를 들면, 고온에서 유동하는 규사 등의 순환재를 순환시키면서 연료를 연소하여 증기를 발생시키는 순환유동층 보일러(Circulating Fluidized Bed형)를 구비하는 발전플랜트이다. 플랜트(1)의 연료로서는, 석탄 등의 화석연료 외에, 예를 들면 비화석연료(목질(木質)바이오매스, 폐타이어, 폐플라스틱, 슬러지 등)를 사용할 수 있다. 플랜트(1)에서 발생한 증기는, 터빈(100)의 구동에 이용된다.

[0029] 플랜트(1)는, 화로(2) 내에서 연료를 연소시켜, 고기분리(固氣分理)장치로서 기능하는 사이클론(3)에 의하여 배기가스로부터 순환재를 분리하고, 분리된 순환재를 화로(2) 내로 되돌려 순환시키도록 구성되어 있다. 분리된 순환재는, 사이클론(3)의 하방에 접속된 순환재회수관(4)을 경유하여 화로(2)의 하부로 반송된다. 다만, 순환재회수관(4)의 하부와 화로(2)의 하부는, 유로가 좁혀진 루프시일부(4a)를 개재하여 접속되어 있다. 이로써, 순환재회수관(4)의 하부에는 소정량의 순환재가 저류된 상태가 된다. 사이클론(3)에 의하여 순환재가 제거된 배기가스는, 배기가스유로(3a)를 경유하여 후부연도(煙道)(5)에 공급된다.

[0030] 보일러는, 연료를 연소시키기 위한 화로(2)와, 연소에 의하여 얻어진 열을 이용하여 수증기 등을 발생시키기 위한 열교환기를 구비한다. 화로(2)의 중간부에는, 연료를 공급하는 연료공급구(2a)가 마련되어 있고, 화로(2)의 상부에는, 연소가스를 배출하는 가스출구(2b)가 마련되어 있다. 도시되어 있지 않은 연료공급장치로부터 화로(2)에 공급되는 연료는, 연료공급구(2a)를 개재하여 화로(2)의 내부에 공급된다. 또, 화로(2)의 노벽에는, 보일러급수를 가열하기 위한 노벽관(6)이 마련되어 있다. 노벽관(6)을 흐르는 보일러급수는, 화로(2)에서의 연소에 의하여 가열된다.

[0031] 화로(2) 내에서는, 하부의 급기라인(2c)으로부터 도입되는 연소·유동용의 공기에 의하여, 연료공급구(2a)로부터 공급된 연료를 포함하는 고형물이 유동하고, 연료는 유동하면서 예를 들면 약 800~900℃에서 연소한다. 사이클론(3)에는, 화로(2)에서 발생한 연소가스가 순환재를 동반하면서 도입된다. 사이클론(3)은, 원심분리작용에 의하여 순환재와 기체를 분리하고, 순환재회수관(4)을 개재하여 분리된 순환재를 화로(2)로 되돌림과 함께, 순환재가 제거된 연소가스를 배기가스유로(3a)로부터 후부연도(5)로 송출한다.

[0032] 화로(2)에서는, 바닥부에 노내 베드재라 불리는 순환재의 일부가 체류한다. 이 베드재에는, 순환유동에 부적합한 거친 입경을 갖는 베드재나 배연협잡물(排燃挾雜物)이 포함되는 경우가 있고, 이들 순환재로서 부적합한 베드재에 의하여 유동불량이 발생하는 경우가 있다. 그 때문에, 유동불량을 억제하기 위하여, 화로(2)에서는, 바닥부의 배출구(2d)로부터 노내 베드재가 연속적 또는 단속적으로 외부로 배출되고 있다. 배출된 베드재는, 도시되어 있지 않은 순환라인상에서 금속이나 조대(粗大)입경 등의 부적합 물질을 제거한 후, 다시 화로(2)에 공급되거나, 혹은 그대로 폐기된다. 화로(2)의 순환재는, 화로(2), 사이클론(3) 및 순환재회수관(4)으로 구성되는 순환계 내를 순환한다.

[0033] 후부연도(5)는, 사이클론(3)으로부터 배출된 가스를 후단으로 흐르게 하는 유로를 갖고 있다. 후부연도(5)는, 배기가스의 열을 회수하는 배열회수부로서, 과열증기를 발생시키는 과열기(10)와, 보일러급수를 예열하는 절탄기(節炭器)(12)를 갖고 있다. 후부연도(5)를 흐르는 배기가스는, 과열기(10) 및 절탄기(12)를 유통하는 증기나 보일러급수와 열교환되어 냉각된다. 또, 절탄기(12)를 통과한 보일러급수가 저류되는 증기드럼(8)을 갖고, 증기드럼(8)은 노벽관(6)에도 접속되어 있다.

[0034] 절탄기(12)는, 배기가스의 열을 보일러급수에 전열하여, 보일러급수를 예열하는 것이다. 절탄기(12)는, 관(21)에 의하여 펌프(7)와 접속되는 한편, 관(22)에 의하여 증기드럼(8)과 접속되어 있다. 펌프(7)로부터 관(21)을 경유하여 절탄기(12)에 공급되고, 절탄기(12)에 의하여 예열된 보일러급수는, 관(22)을 경유하여 증기드럼(8)에 공급된다.

[0035] 증기드럼(8)에는, 강수관(8a) 및 노벽관(6)이 접속되어 있다. 증기드럼(8) 내의 보일러급수는, 강수관(8a)을 하강하고, 화로(2)의 하부측에서 노벽관(6)에 도입되어 증기드럼(8)을 향하여 유통한다. 노벽관(6) 내의 보일러급수는, 화로(2) 내에서 발생하는 연소열에 의하여 가열되어, 증기드럼(8) 내에서 증발하여 증기가 된다.

[0036] 증기드럼(8)에는, 내부의 증기를 배출하는 포화증기관(8b)이 접속되어 있다. 포화증기관(8b)은, 증기드럼(8)과 과열기(10)를 접속하고 있다. 증기드럼(8) 내의 증기는, 포화증기관(8b)을 경유하여 과열기(10)에 공급된다. 과열기(10)는, 배기가스의 열을 이용하여 증기를 가열하여 과열증기를 생성하는 것이다. 과열증기는, 관(10a)을

통과하고, 플랜트(1) 외부의 터빈(100)에 공급되어 발전에 이용된다.

[0037] 터빈(100)으로부터 배출된 증기의 압력과 온도는, 과열기(10)로부터 배출되는 증기의 압력과 온도보다 낮다. 특별히 한정되는 것은 아니지만, 터빈(100)으로 공급되는 증기의 압력은, 약 10~17MPa 정도이며, 온도는 약 530~570℃ 정도가 된다. 터빈(100)으로부터 배출되는 증기의 압력은, 약 3~5MPa 정도이며, 온도는 약 350~400℃ 정도가 된다.

[0038] 터빈(100)의 하류에는 복수기(102)가 마련되어 있다. 터빈(100)으로부터 배출된 증기는 복수기(102)에 공급되고, 복수기(102)에 있어서 응축하여 포화수로 되돌려진 다음 펌프(7)로 공급된다. 터빈(100)에는, 터빈(100)의 회전에 의하여 얻어지는 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 제네레이터가 접속된다.

[0039] 펌프(7a)는, 복수기(102)의 수위를 일정하게 유지하도록, 보급수를 공급한다. 도 1에서는, 펌프(7a)에 의하여 보급되는 보급수유량(u1)("프로세스데이터"의 일례)을 나타내고 있다.

[0040] 본 실시형태에서 취급하는 프로세스데이터는, 플랜트(1)에 관한 임의의 데이터여도 되지만, 예를 들면, 플랜트(1)의 상태를 센서로 측정한 데이터("프로세스데이터"의 일례)여도 되고, 보다 구체적으로는, 플랜트(1)의 온도, 압력 및 유량 등의 측정값을 포함해도 된다. 도 1에서는, 펌프(7)로부터 절탄기(12)에 공급되는 보일러급수유량(u2)("프로세스데이터"의 일례)을 나타내고 있다. 또한, 도 1에서는, 과열기(10)로부터 터빈(100)에 공급되는 보일러출구증기유량(u3)("프로세스데이터"의 일례)을 나타내고, 증기드럼(8)으로부터 과열기(10)에 공급되는 포화증기유량(u4)("프로세스데이터"의 일례)을 나타내고 있다. 다만, 보급수유량(u1)은, 포화증기유량(u4)을 추종하도록 제어되어도 된다. 또, 보일러출구증기유량(u3)(또는 과열증기유량)과, 증기드럼(8)의 액면레벨의 쌍방을 감시하면서, 보일러급수유량(u2)을 조정하도록 제어되어도 된다.

[0041] 플랜트(1)를 구성하는 관 계통에 파공(破孔)이 생긴 경우, 보급수유량(u1)이 상승하거나, 보일러급수유량(u2)과 보일러출구증기유량(u3)의 유량차가 증대하거나 한다. DCS(Distributed Control System, 도 2)(20)는, 보급수유량(u1), 보일러급수유량(u2), 보일러출구증기유량(u3) 및 포화증기유량(u4) 등의 플랜트(1)의 프로세스데이터를 플랜트(1)로부터 수신하고, 플랜트(1)의 가동상황을 감시하며, 플랜트(1)에 이상이 발생하고 있지 않은지 감시한다.

[0042] 다만, 프로세스데이터로서 보급수유량(u1), 보일러급수유량(u2), 보일러출구증기유량(u3) 및 포화증기유량(u4)을 예시했지만, 플랜트(1)에 관한 프로세스데이터는, 다른 데이터여도 된다. 플랜트(1)에 관한 프로세스데이터는, 온도, 압력 등의 다른 데이터, 또는, 복수의 프로세스데이터에 근거하여 산출된 데이터여도 된다.

[0043] 도 2는, 본 실시형태에 관한 평가시스템(30)의 기능블록을 나타내는 도이다.

[0044] DCS(20)는, 플랜트(1)를 제어하기 위한 분산제어시스템이다. DCS(20)는, 플랜트(1)에 설치되는 센서 등으로부터 프로세스데이터를 취득하고, 이것에 근거하여 플랜트(1)를 제어하기 위한 제어신호를 플랜트(1)에 공급한다.

[0045] 평가시스템(30)은, 플랜트(1)의 가동상황을 평가하기 위한 평가모델을 관리 및 생성하기 위한 평가모델관리장치(40), DCS(20)로부터 프로세스데이터를 취득하고, 선택된 소정의 평가모델에 근거하여, 플랜트(1)의 가동상황을 감시하기 위한 플랜트(1)의 감시장치(50) 및 평가모델관리장치(40)에 의한 평가모델의 관리 및 생성을 위한 화상 및 플랜트(1)의 감시장치(50)에 의하여 감시되는 플랜트(1)의 가동상황을 표시하기 위한 표시장치(60)를 구비한다. 평가시스템(30)을 구성하는 각 구성요소는, 일체적으로 구성되지 않아도 된다. 예를 들면, 평가모델관리장치(40)의 일부 또는 전부는, 원격지에 마련되고, 다른 구성요소와 인터넷 등의 통신네트워크 등을 통하여 통신 가능하게 접속되어도 된다.

[0046] 평가모델관리장치(40)는, 기억부(42)와, 모델선택부(44)를 구비한다.

[0047] 기억부(42)는, 프로세스데이터기억부(42A), 클렌징룰기억부(42B) 및 학습완료모델기억부(42C)를 구비한다.

[0048] 프로세스데이터기억부(42A)는, DCS(20)로부터 취득한 프로세스데이터를 저장한다. 프로세스데이터는, 예를 들면, 장기간에 걸친, 플랜트(1) 또는 다른 플랜트의 프로세스데이터를 포함해도 된다. 프로세스데이터는, 평가모델을 생성하기 위한 학습데이터(교사데이터)를 포함하고 있다. 학습데이터는, 예를 들면, 플랜트(1) 등의 제어대상물이 고출력으로 가동하고 있을 때의 프로세스데이터와, 중출력으로 양호하게 가동하고 있을 때의 프로세스데이터와, 저출력으로 양호하게 가동하고 있을 때의 프로세스데이터를 포함해도 된다. 학습데이터는, 제어대상물이 양호하게, 즉, 소정의 출력을 달성하도록 가동하고 있을 때의 프로세스데이터와, 제어대상물이 이상을 발생시켰을 때의 프로세스데이터를 포함해도 된다. 또, 프로세스데이터는, 프로세스데이터가 취득된 시간정보와 관련지어 저장되어도 된다. 또한 프로세스데이터는, 프로세스데이터가 취득되었을 때의 출력 및 양호하게 가동

하고 있었다는 상태와 관련지어 저장되어도 된다. 다만, 프로세스데이터는, 반드시 DCS(20)를 경유하여 취득되지 않아도 되고, 예를 들면, 플랜트(1)로부터 직접 취득되어도 된다.

[0049] 클렌징룰기억부(42B)는, 프로세스데이터로부터 학습데이터를 추출하기 위한 데이터클렌징을 실행하기 위한 룰을 기억한다. 예를 들면, 플랜트(1)의 가동상황이 양호한 경우의 학습데이터를 추출하고자 하는 경우, 성능저하로 이어지는 데이터를 제거하는 것 같은 클렌징을 실행하기 위한 룰을 기억한다.

[0050] 학습완료모델기억부(42C)는, 기계학습모델에 의하여, 학습데이터에 근거하여 생성된 복수의 학습완료모델을 기억한다. 기계학습모델은, 예를 들면, 가우스과정회귀모델이다. 학습데이터는, 예를 들면, 2020년 1월에, 플랜트(1) 또는 유사한 플랜트가 고출력으로 양호하게 가동하고 있었을 때의 프로세스데이터, 플랜트(1)가 중출력으로 양호하게 가동하고 있었을 때의 프로세스데이터, 플랜트(1)가 저출력으로 양호하게 가동하고 있었을 때의 프로세스데이터와 같은 동일 기간에 있어서의 3종류의 프로세스데이터이다. 학습완료모델기억부(42C)는, 이 프로세스데이터를 학습데이터로 하여, 소정의 기계학습모델에 근거하여 생성된 학습완료모델을 평가모델의 하나로서 기억한다. 동일하게, 학습완료모델기억부(42C)는, 복수의 학습완료모델을 평가모델로서 기억한다. 다만 기억부(42)의 물리적 구성에 대해서는 후술한다.

[0051] 모델선택부(44)는, DCS(20)로부터 취득되는 프로세스데이터를 평가하기 위하여 이용하는 평가모델을 선택한다.

[0052] 모델선택부(44)의 학습기간등록부(44A)는, 학습데이터로서 추출되는 프로세스데이터의 기간을 등록하고, 기억한다. 작업자는, 표시장치(60)의 표시화면으로부터, 학습기간을 등록할 수 있다. 예를 들면, 플랜트가 고출력, 중출력, 저출력으로 양호하게 가동하고 있던 각 기간이 미리 파악되어 있는 경우, 작업자는, 그들 기간을 학습기간으로서 등록할 수 있다. 모델학습부(44C)는, 학습기간등록부(44A)에 등록된 기간에 취득된 프로세스데이터를 학습데이터로 하여 학습완료모델을 생성하는 것이 가능하다.

[0053] 클렌징부(44B)는, 프로세스데이터의 클렌징처리를 실행한다. 구체적으로는, 학습기간등록부(44A)에 의하여 추출된 소정 기간의 프로세스데이터에 대하여, 클렌징룰기억부(42B)에 기억된 클렌징룰에 근거하여 클렌징처리를 실행하고, 소정의 기계학습을 실시하여 평가모델을 생성하기 위하여 적합하지 않은 프로세스데이터를 제거한다.

[0054] 모델학습부(44C)는, 학습데이터인 프로세스데이터에 근거하여, 소정의 기계학습모델에 따라 기계학습을 행하고, 평가모델을 생성하며, 학습완료모델기억부(42C)에 기억시킨다. 구체적으로는, 프로세스데이터기억부(42A)로부터, 학습기간등록부(44A)에 등록되어 있는 기간 중에 취득된 프로세스데이터를 취득하고, 클렌징부(44B)에 의하여 클렌징처리가 실시된 프로세스데이터를 학습데이터로 하여 기계학습을 행하여, 평가모델을 생성한다.

[0055] 모델선택부(44D)는, 작업자에 의한 평가모델의 선택을 접수하고, 모델평가부(44G)에 의한 평가에 사용되는 평가모델을 선택한다. 모델선택부(44D)는, 예를 들면, 2개 이상의 평가모델을 동시에 선택하는 것이 가능하다. 모델선택부(44D)는, 학습완료모델기억부(42C)에 기억되어 있는 복수의 평가모델을, 표시장치(60)의 표시화면에 선택가능하게 표시시킨다. 작업자는, 표시화면에 표시되는 평가모델로부터 평가에 사용하는 복수의 평가모델을 선택하는 것이 가능해진다.

[0056] 평가기간등록부(44E)는, 평가데이터로서 추출되는 프로세스데이터의 기간을 등록하고, 기억한다. 평가기간등록부(44E)는, 표시장치(60)의 표시화면에, 평가기간을 설정 가능하게 표시시킨다. 작업자는, 표시장치(60)의 표시화면으로부터, 평가기간을 등록할 수 있다. 모델평가부(44G)는, 평가기간등록부(44E)에 등록된 기간에 취득된 프로세스데이터를 평가데이터로 하여 평가를 행한다.

[0057] 임계값등록부(44F)는, 작업자에 의한 임계값("평가기준"의 일례)의 설정을 접수하고, 모델평가부(44G)에 의한 평가에 있어서의 평가기준으로서 등록하여, 기억한다. 임계값등록부(44F)는, 모델평가부(44G)에 의한 평가모델마다, 설정된 임계값을 등록하고, 기억하는 것이 가능하다. 임계값등록부(44F)는, 모델선택부(44D)에 의하여 선택된 평가모델마다, 표시장치(60)의 표시화면에 임계값을 설정 가능하게 표시된다. 작업자는, 표시장치(60)의 표시화면으로부터, 평가모델마다, 임계값을 등록할 수 있다.

[0058] 모델평가부(44G)는, 평가데이터를 평가모델에 따라 평가한다. 구체적으로는, 모델선택부(44D)에 의하여 선택된 복수의 평가모델에, 평가기간등록부(44E)에서 등록된 평가기간에 취득된 프로세스데이터를 평가데이터로서 입력하여, 평가결과를 얻는다. 임계값등록부(44F)에서 임계값이 등록되어 있는 경우, 모델평가부(44G)는, 평가결과를 얻기 위한 평가기준으로서 사용한다.

[0059] 평가결과표시부(44H)는, 선택된 평가모델에 의한 평가데이터의 평가결과를, 평가모델마다 표시장치(60)의 표시

화면에 표시시킨다.

[0060] 감시장치(50)는, 최종적으로 선택된 평가모델에 따라, DCS(20)로부터 취득하는 프로세스데이터를 평가함으로써, 플랜트(1)를 감시한다. 감시장치(50)는, 예를 들면, 현재, DCS(20)로부터 취득하는 프로세스데이터를, 최종적으로 선택된 평가모델 및 설정된 임계값에 따라 평가하고, 임계값을 초과하는 프로세스데이터가 취득되었을 때에, 경보 등을 표시장치(60)의 표시화면에 표시시키는 것이 가능하다.

[0061] 표시장치(60)는, 평가모델관리장치(40) 및 감시장치(50)로부터, 상술한 각종 정보를 표시하기 위한 제어신호(데이터를 포함한다)를 수신하고, 표시화면에 표시한다. 도 3은, 표시장치(60)의 표시화면(D1)의 일례이다.

[0062] 동 도면에 나타나는 바와 같이, 표시장치(60)의 영역(AR1)("제1 표시영역"의 일례)에는, 복수의 평가모델이 표시된다. 작업자는, 표시되는 평가모델 중, 복수의 평가모델을 선택하는 것이 가능하다.

[0063] 동 도면의 경우, 영역(AR1)에, 모델 No. 1 내지 모델 No. 8까지의 9개의 평가모델이 선택 가능하게 표시된다. 작업자는, "평가모델선택"의 열에 마련된 체크박스를 체크함으로써, 평가모델을 선택하는 것이 가능하다. 동 도면에서는, 모델 No. 4 및 모델 No. 7의 평가모델이 선택되어 있는 모습이 나타나 있다. 다만, "학습일시"의 열은, 대응하는 평가모델이 생성된 일시를 나타낸다. 또, "실제가동"의 열은, 대응하는 평가모델이 현재 또는 과거에, 감시장치(50)에 의한 플랜트(1)의 감시에 이용된 적이 있는지 아닌지를 나타내고 있다. 동 도면에서는, 모델 No. 1의 평가모델이 현재, 감시장치(50)에 의한 플랜트(1)의 감시에 이용되고, 모델 No. 3의 평가모델이 과거에, 감시장치(50)에 의한 플랜트(1)의 감시에 이용된 적이 있는 것을 나타내고 있다. 따라서, 감시장치(50)는, 모델 No. 1의 평가모델에 의하여, DCS(20)로부터 취득되는 프로세스데이터를 평가데이터로 하여, 플랜트(1)를 감시하고 있다. 이와 같이, 제어대상물로부터 취득되는 프로세스데이터를 평가하기 위하여, 과거에, 사용된 평가모델인 것, 및, 현재에, 사용되고 있는 평가모델인 것을 나타냄으로써, 작업자는, 그들 평가모델을 기준으로 하여, 상이한 평가모델과 비교하는 것이 가능해진다. "임계값 상"의 열, 및, "임계값 하"의 열은, 대응하는 평가모델에 대한 평가기준으로서, 상한의 임계값("평가기준"의 일례), 및, 하한의 임계값이 설정되어 있는 경우, 그것을 표시한다. 예를 들면, 프로세스데이터의 값이 기준값에 대하여 임계값을 초과하는 값일 때, 플랜트(1)의 가동상황이 양호하지 않다고 판단되는 경우가 있다.

[0064] 동시에, 표시화면(D1)의 영역(AR81) 및 영역(AR82)에는, 영역(AR1)에 있어서 선택된 No. 7 및 No. 4의 평가모델을 생성하기 위하여 이용된 학습데이터의 내용이 나타난다. 작업자는, 학습데이터의 내용을 봄으로써, 선택하고자 하는 평가모델이, 평가데이터를 평가하기 위하여 적절한 학습데이터에 근거하여 생성된 것인지 아닌지를 판단할 수 있다. 즉, 플랜트(1)와 같이 제어대상물이 계절, 기후 그 외의 환경이나 경시변화에 의하여 상태가 시시각각으로 변동하는 것인 경우, 평가하고자 하는 평가데이터와 유사한 학습데이터에 근거하여 생성된 평가모델을 선택함으로써, 평가정밀도를 높이는 것이 가능해진다. 예를 들면, 겨울에 취득된 학습데이터에 근거하여 생성된 평가모델을 이용하여 여름에 얻어진 평가데이터를 평가하는 것이 적절하지 않은 경우가 있다. 본 실시형태에 관한 표시장치(60)는, 영역(AR1)에 있어서 선택된 평가모델을 생성한 학습모델의 내용을 표시하도록 했기 때문에, 작업자는, 적절한 평가모델을 취득할 수 있을 가능성을 높이는 것이 가능해진다.

[0065] 또한, 평가시스템(30)은, 1개의 평가모델을 생성하기 위한 학습데이터로서, 이산된 복수의 기간에 얻어진 프로세스데이터를 추출하는 것이 가능하다. 예를 들면, 도면에서는, 학습기간 1 내지 학습기간 3의 3개의 기간에 얻어진 프로세스데이터에 근거하여, 1개의 평가모델을 생성하고 있다. 즉, 플랜트(1)와 같이, 제어대상물이, 저출력, 중출력, 고출력이라는 복수의 상태를 취할 수 있는 것인 경우, 각각의 상태를 포함하도록 학습데이터를 구성하여 평가모델을 생성함으로써, 범용성이 높은 평가모델을 생성하는 것이 가능해진다. 작업자는, 프로세스데이터기억부(42A) 또는 그 외의 정보에 근거하여, 각 상태에 있어서 양호한 가동상황을 나타내는 플랜트(1)의 프로세스데이터가 포함되도록 학습데이터가 구성되어 있는 것을 확인하는 것이 가능해진다. 다만, 표시화면(D1) 내의 영역에, 작업자가 학습기간을 직접 입력함으로써, 생성하고자 하는 평가모델의 학습기간을, 표시화면(D1)으로부터 천이하지 않고 설정 가능하게 표시장치(60)를 구성해도 된다.

[0066] 동시에, 표시화면(D1)의 영역(AR6)("제6 표시영역"의 일례)에는, 평가데이터의 기간, 즉, 플랜트(1)의 평가기간이 표시된다. 작업자는, 기간을 입력함으로써, 평가모델에 의하여 평가되는 프로세스데이터가 취득된 기간을 설정하는 것이 가능해진다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 표시장치(60)는, 적절한 평가모델의 취득을 가능하게 한다. 작업자는, 예를 들면, 평가기간을 상이하게 하면서, 복수의 평가모델에 의한 평가결과를 확인함으로써, 선택된 평가모델이 적절한지 아닌지를 판단하는 것이 가능해진다. 예를 들면, 플랜트(1)에 이상이 발생했던 시기를 포함하도록 평가데이터의 기간을 설정했을 때의, 평가모델에 의한 평가결과를 확인하고, 그 평가모델이 이상을 검출할 수 있는지 아닌지를 확인하는 것이 가능해진다. 그리고, 이상을 검출할 수 있던 평가모델에

대하여, 이번에는, 플랜트(1)가 양호하게 가동하고 있었던 시기의 평가데이터의 기간을 설정하여 평가모델에 의한 평가결과를 확인함으로써, 그 평가모델이 이상을 검출하지 않는지 아닌지를 확인하는 것이 가능해진다. 표시화면(D1)에는, 평가데이터의 기간을 설정하기 위한 영역(AR6)과, 평가모델에 의한 평가결과를 표시하기 위한 영역(AR2) 및 영역(AR3)을 마련하고, 동시에 표시할 수 있도록 구성했기 때문에, 작업자는, 신속하게 적절한 평가모델을 취득하는 것이 가능해진다.

[0067] 동시에, 표시화면(D1)의 영역(AR4)("제4 표시영역"의 일례) 및 영역(AR5)("제5 표시영역"의 일례)에는, 영역(AR1)에 있어서 선택된 평가모델에 의한 평가기준의 일례로서 임계값이 표시된다. 작업자는, 영역(AR4)에 임계값의 상한 및 하한을 입력함으로써, 모델 No. 7의 평가모델에 의한 평가에 있어서의 임계값을 설정하는 것이 가능하다. 동일하게, 작업자는, 영역(AR5)에 임계값의 상한 및 하한을 입력함으로써, 모델 No. 4의 평가모델에 의한 평가에 있어서의 임계값을 설정하는 것이 가능하다. 작업자가 입력부(30)를 이용하여, 새로운 임계값을 입력하고 "평가" 버튼을 누르면, 영역(AR2)에는, 변경된 새로운 임계값에 근거하는 평가결과가 표시된다. 이 때문에, 플랜트(1)에 이상이 발생했던 시기를 포함하도록 평가데이터의 기간을 설정했을 때, 이상이 검출되도록 임계값을 설정하고, 플랜트(1)가 양호하게 가동하고 있던 기간의 평가데이터를 설정했을 때, 이상이 검출되지 않는 임계값을 설정함으로써, 적절한 평가모델 및 적절한 평가기준을 취득하는 것이 가능해진다. 또, 영역(AR4) 및 영역(AR5)에 동일한 임계값을 설정했을 때의 각 평가결과를 비교함으로써, 선택된 평가모델의 우열을 판단하는 것도 가능해진다. 다만, 임계값은, 절댓값, 기준값에 대한 비율, 편차 등의 지표에 의하여 설정 가능하게 구성할 수 있다.

[0068] 동시에, 표시화면(D1)의 영역(AR2)("제2 표시영역"의 일례)에는, 선택된 일방의 평가모델에 의한 평가데이터의 평가결과가 표시되고, 영역(AR3)("제3 표시영역"의 일례)에는, 선택된 타방의 평가모델에 의한 평가데이터의 평가결과가 표시된다. 영역(AR2)에는, 평가결과로서, 학습데이터에 근거하여 산출되는 추정기댓값을 실선으로 나타냄과 함께, 추정기댓값을 기준으로 하는 상한의 임계값 및 하한의 임계값을 파선으로 나타내고 있다. 또, 복수의 평가데이터의 값을 이산적으로 나타내고 있다. 다만, 학습데이터의 값을 이산적으로 나타내도 된다. 동 도면에서는, 예를 들면, 가로축을 플랜트(1)의 보일러부하("프로세스데이터"의 일례), 세로축을 화로상하온도차("프로세스데이터"의 일례)로 하는 이차원공간에 있어서, 양호한 가동범위라고 판단할 수 있는 영역, 즉, 추정기댓값을 나타내는 실선을 포함하는 상한의 임계값으로부터 하한의 임계값으로 둘러싸이는 영역과, 동일한 이차원공간 내에 있어서의 평가데이터의 위치를 나타냄으로써, 평가결과가 표시되어 있다. 단, 평가결과를 나타내는 양태는, 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 최적의 가동영역에 대한 일탈의 정도를 스코어화하여, 건전도라는 지표에 의하여 평가결과를 나타내도 된다. 또, 예를 들면, 문자만으로 평가결과를 나타내도 된다. 단, 본 실시형태에 나타나는 바와 같이, 2개의 프로세스데이터를 학습데이터로서 선택하고, 이것을 축으로 하는 이차원공간에 있어서의, 양호한 가동상황의 범위와, 평가데이터의 위치를 식별할 수 있도록 표시함으로써, 작업자는, 용이하게 평가결과를 파악하는 것이 가능해진다. 도면에 있어서는, 양호한 가동범위를 초과하고 있는 평가데이터가 존재하기 때문에, No. 7의 평가모델에 의하면, 플랜트(1)에는 이상이 발생했다고 판단된다.

[0069] 동 도면에 나타나는 바와 같이, 영역(AR3)에는, 동일한 평가데이터에 대한 No. 4의 평가모델에 의한 평가결과가 나타난다. 영역(AR2)과 영역(AR3)에는, 동일한 평가데이터에 대하여, 동일한 지표에 의한 평가결과가 나타나기 때문에, 작업자는, 평가모델을 용이하게 비교하는 것이 가능해진다. 다만, 상이한 평가모델에 대한 학습데이터는, 반드시 별도일 필요는 없고, 그 일부 또는 전부가 동일해도 된다. 예를 들면, 파라미터의 일부를 상이하게 함으로써, 상이한 평가모델을 생성하는 것이 가능해진다. 따라서, 동일한 학습데이터에 근거하여 상이한 평가모델을 생성하는 것이 가능해진다.

[0070] 여기에서 작업자가 영역(AR6)의 기간을 변경하고, 영역(AR4)의 "평가" 버튼을 마우스 등의 입력수단으로 누르면, 영역(AR1)에는, 변경된 평가데이터에 근거하는 평가결과가 표시된다.

[0071] 또, 작업자가 영역(AR4)의 임계값을 변경하고, 영역(AR4)의 "평가" 버튼을 마우스 등의 입력수단으로 누르면, 영역(AR1)에는, 변경된 임계값에 근거하는 평가결과가 표시된다.

[0072] 이와 같이, 하나의 표시화면(D1) 내에 있어서, 복수의 평가모델을 변경하는 것, 평가데이터를 변경하는 것, 평가기준을 변경하는 것, 변경된 내용으로 평가결과를 표시하는 것이 가능해지기 때문에, 작업자는, 효율적으로 적절한 평가모델을 취득하는 것이 가능해진다.

[0073] 다만, 학습데이터 및 평가데이터로서 채용하는 프로세스데이터는, 다양한 것이 선택 가능하다. 예를 들면, 소정의 이상을 검출하기 위한 평가모델을 생성하기 위하여, 그 이상에 상관성을 갖는 2 이상의 프로세스데이터를 선택 가능하다. 예를 들면, 튜브리크와 같이, 보일러를 구성하는 관(튜브)의 금속재료가 손상되어 파공되고, 내부

의 증기가 외부로 누설되는 "분파"라고 불리는 플랜트의 이상을 검출할 목적으로, 분파를 검출하기 위하여 보일러관 등에 마련된 복수의 AE(Acoustic Emission) 센서로부터 얻어지는 프로세스데이터를 포함하도록 학습데이터 및 평가데이터로서 이용해도 된다. 그 외 프로세스데이터로서, 배관계의 온도를 나타내는 정보(센서로부터 직접적 또는 간접적으로 취득되는 온도정보 및 소정 부위의 온도차를 나타내는 정보를 포함한다), 수열량(收熱量)을 나타내는 정보, 밸브개도(開度)를 나타내는 정보, 가스매체의 온도를 나타내는 정보 등을 취득하고, 이것에 근거하여, 각각 복수의 평가모델에 따라, 동시에 평가를 실행해도 된다. 그 외, 플랜트(1)의 각처에 마련되고, 온도, 압력, 유량, 밸브개도, 댐퍼개도, 액면레벨, 진동, 음향, 그 외의 플랜트(1)의 상태량을 검출하기 위한 각종 센서로부터 얻어지는 프로세스데이터에 근거하여 소정의 이상의 유무 등을 검출하기 위한 평가모델을 선택하기 위하여 본 발명을 이용하는 것이 가능하다.

[0074] 또, 평가결과는, 다양한 형태로 표시하는 것이 가능하다. 예를 들면, 플랜트의 가동상황을, 최적영역으로부터의 일탈도에 따라 스코어화하고, 건전도라는 지표로 나타내도 된다. 평가결과는, 텍스트정보로서 표시되어도 된다.

[0075] 또한, 표시화면에는, 학습데이터에 근거하여 기계학습을 행할 때에 설정 가능한 파라미터의 파라미터값(하이퍼파라미터를 포함한다)을, 작업자가 설정 가능하게 표시되어도 된다. 기계학습의 파라미터는, 기계학습모델에 따라 상이하다. 예를 들면, 결정트리 등의 계층수, 뉴럴 네트워크에 있어서의 중간층의 유닛수, 하중감쇠를 나타내는 파라미터 등을 작업자가 설정 가능하게 표시되도록, 표시장치(60)를 구성해도 된다. 예를 들면, 표시화면(D1)의 영역(AR7)("제7 표시영역"의 일례)에 나타나는 "신규모델추가"를 작업자가 입력수단으로 누르면, 표시장치(60)는, 새로운 파라미터값을 설정하기 위한 표시화면으로 천이하도록 구성되어 있다. 작업자가 새로운 파라미터값을 입력하면, 모델학습부(44C)는, 그 파라미터값에 따라 기계학습을 행하여, 새로운 평가모델을 생성한다. 다만, 작업자는, 파라미터값과 함께, 새로운 학습데이터를 설정하는 것도 가능하다. 예를 들면, 작업자는, 표시화면 상에서, 학습데이터의 기간을 변경하여, 보다 단기간 또는 장기간에 있어서의 학습데이터를 설정하는 것이 가능하다. 모델학습부(44C)는, 설정된 새로운 학습데이터에 근거하여 기계학습을 행하여, 새로운 평가모델을 생성한다.

[0076] 표시장치(60)는, 표시화면(D1)의 영역(AR7)에 있어서, 화면천이하지 않고, 직접, 작업자에 의한 파라미터값, 또는, 학습데이터의 적어도 일부의 설정 및 입력을 허가하도록 구성해도 된다. 예를 들면, 영역(AR3)에 있어서 평가모델의 과학습(過學習)이 관찰된 경우, 작업자는, 영역(AR7)에 있어서 과학습을 완화하도록 파라미터값을 변경하는 것이 가능해진다. 또한 작업자는, 영역(AR7)에 있어서 과학습을 완화하기 위하여, 보다 장기간의 학습데이터를 설정하는 것이 가능해진다. 모델학습부(44C)는, 새롭게 설정된 파라미터값 또는 학습기간에 따라 기계학습을 행하여, 새로운 평가모델을 생성한다. 또한 표시장치(60)는, 새로운 평가모델에 의한 평가결과를 영역(AR3)에 표시시키는 것이 가능하다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 작업자는, 파라미터값 또는 학습데이터의 범위를 조정하면서, 그 평가결과를 관찰할 수 있기 때문에, 적절한 평가모델을 효율적으로 취득하는 것이 가능해진다.

[0077] 또한, 표시장치(60)는, 작업자에 의하여 선택된 평가모델을 삭제하거나, 또는, 복제하는 것을 허가하도록 구성해도 된다. 예를 들면, 양호한 정밀도로 평가할 수 없는 평가모델에 대하여, 삭제하는 것을 작업자에게 허가하도록 구성함으로써, 적절한 평가모델을 효율적으로 취득하는 것이 가능해진다. 또, 기존의 평가모델을 복제하고, 복제된 평가모델의 평가기준을 변경하여 평가함으로써, 적절한 평가모델을 효율적으로 취득하는 것이 가능해진다.

[0078] 도 4는, 평가시스템(30)을 실현하기 위한 물리적 구성을 나타내는 블록도이다. 평가시스템(30)은, 연산부에 상당하는 CPU(Central Processing Unit)(30A)와, 기억부에 상당하는 RAM(Random Access Memory)(30B)과, 기억부에 상당하는 ROM(Read only Memory)(30C)과, 통신부(30D)와, 입력부(30E)와, 표시부(30F)를 갖는다. 이들의 각 구성은, 버스 또는 통신네트워크를 통하여 서로 데이터송수신 가능하게 접속된다. 다만, 본 예에서는 평가시스템(30)이 1대의 컴퓨터로 구성되는 경우에 대하여 설명하지만, 평가시스템(30)은, 복수의 컴퓨터가 조합되어 실현되어도 된다. 예를 들면, 표시부(30F) 외에, 다른 정보를 표시하기 위한 상이한 표시부를 구성하는 디스플레이가 마련되어도 된다. 또, 도 4로 나타내는 구성은 일례이며, 평가시스템(30)은 이들 이외의 구성을 가져도 되고, 이들 구성 중 일부를 갖지 않아도 된다. 또, 구성의 일부가 원격지에 마련되어도 된다. 예를 들면, 기억부(30C)의 전부 또는 일부가 원격지에 마련되어도 된다. 이 경우, CPU(30A)는, 원격지에 마련된 기억부(30C)로부터 통신네트워크를 통하여 정보를 취득하도록 구성되어도 된다.

[0079] CPU(30A)는, RAM(30B) 또는 ROM(30C)에 기억된 컴퓨터·프로그램을 실행하고, 본 실시형태에 나타나는 각 연산처리를 행하는 컴퓨터·프로세서를 구비하는 연산부이다. 즉, CPU(30A)는, 컴퓨터·프로그램에 따라, 모델선택

부(44)의 각 유닛이 실행하는 각 기능을 실현하고, 작업자에게 적절한 평가모델을 취득시킨다. 또, CPU(30A)는, 선택된 평가모델하, 감시장치(50)가 프로세스데이터에 근거하여 플랜트(1)를 감시하는 감시기능을 실현해도 된다. 또한 CPU(30A)는, DCS(20)가 실행하는 각 기능을 실현해도 된다. CPU(30A)는, 입력부(30E) 및 통신부(30D)로부터 다양한 데이터를 수취하고, 데이터의 연산결과를 표시부(30F)에 표시시키거나, RAM(30B) 또는 ROM(30C)에 기억시키거나 한다.

[0080] RAM(30B)은, 데이터 등의 정보를 개서(改書) 가능하게 기록하는 기억소자이며, 예를 들면 DRAM, SRAM, MRAM, NOR 메모리, NAND 메모리 등의 반도체기억소자로 구성되어도 된다. RAM(30B)은, CPU(30A)가 실행하는 컴퓨터·프로그램, 플랜트(1)의 프로세스데이터, 클렌징룰, 학습완료모델 등을 기억함으로써, 기억부(42)의 각 기능을 실현하는 것이 가능하다. DRAM 또는 SRAM 등의 1차 기억소자는, 평가모델에 의한 평가결과 등을 기억하도록 구성해도 된다. ROM(30C)은, 정보의 독출 가능한 기억소자이며, 예를 들면, 쓰기 방지(write protect)된 NOR 메모리 등의 반도체기억소자, HDD 등의 자기적 기억매체, DVD 등의 광학적 기억매체로 구성되어도 된다. ROM(30C)은, CPU(30A)가 실행하는 컴퓨터·프로그램 그 외의 개서가 행해지지 않는 데이터 등을 기억해도 된다.

[0081] 통신부(30D)는, 평가시스템(30)을 DCS(20) 그 외의 기기에 접속하는 인터페이스이다. 통신부(30D)는, 인터넷 등의 통신네트워크에 접속되어도 된다.

[0082] 입력부(30E)는, 작업자로부터 데이터의 입력을 접수하는 것이며, 예를 들면, 키보드, 터치패널 또는 마이크로 구성되어도 된다.

[0083] 표시부(30F)는, CPU(30A)에 의한 본 실시형태에 나타나는 각종 연산처리결과 및 감시장치(50)에 의한 플랜트(1)의 감시상태 등을 시각적으로 표시하는 것이며, 예를 들면, LCD(Liquid Crystal Display) 등의 디스플레이로 구성되어도 된다. 표시부(30F)는, 표시장치(60)에 의하여 실행되는 각 기능을 실현한다.

[0084] 다만, 본 실시형태에 나타나는 각종 처리를 실행하기 위한 컴퓨터·프로그램은, ROM(30C) 등의 컴퓨터에 의하여 독취 가능한 기억매체에 기억되어 제공되어도 되고, 통신부(30D)에 의하여 접속되는 통신네트워크를 통하여 제공되어도 된다. 표시시스템(30)에서는, CPU(30a)가 감시프로그램을 실행함으로써, 본 실시형태에 포함되는 다양한 동작이 실현된다. 다만, 이들의 물리적인 구성은 예시이며, 반드시 독립된 구성이 아니어도 된다. 예를 들면, CPU(30A) 및 RAM(30B)은, 패키지화된 LSI(Large-Scale Integration)로 구성되어도 된다.

[0085] 이하, 본 실시형태에 관한 평가모델의 평가방법에 대하여 설명한다. 도 5는, 예를 들면, 기존의 평가모델과 새롭게 생성한 평가모델을 비교하는 평가방법의 일례를 나타내는 플로차트이다.

[0086] 먼저, 평가시스템(30)(컴퓨터·프로그램에 따라 동작하는 CPU(30A))은, 학습완료모델기억부(42C)에 기억된 기존의 학습완료모델을 독출하고, 표시장치(60)의 영역(AR1)에, 기존의 학습완료모델을 표시시킨다. 작업자는, 입력부(30E)를 이용하여, 영역(AR1)에 표시되는 복수의 학습완료모델로부터, 하나, 또는, 복수의 학습완료모델("평가모델"이라고 불리는 경우도 있다.)을 선택한다(스텝 S41). 영역(AR81) 또는 영역(AR82)에는, 선택된 학습완료모델을 생성하기 위하여 사용된 학습데이터에 관한 정보가 나타나므로, 작업자는, 적절한 학습완료모델을 선택하는 것이 가능해진다. 모델선택부(44D)는, 작업자의 입력을 접수하고, 평가대상이 되는 학습완료모델을 선택한다.

[0087] 이어서 작업자는, 입력부(30E)를 이용하여 기간정보를 입력하고, 새로운 학습완료모델을 생성하기 위한 학습데이터의 기간("학습기간"이라고 부르는 경우가 있다.)을 등록한다. 학습기간등록부(44A)는, 작업자의 입력을 접수하고, 학습기간을 등록함과 함께, 이 학습기간에 상당하는 프로세스데이터를 프로세스데이터기억부(42A)로부터 취득한다(스텝 S42). 다만, 작업자에 의한 기간정보의 입력은, 영역(AR81) 또는 영역(AR82)으로의 입력을 작업자에게 허가함으로써 행해도 된다. 다만, 학습기간은, 학습완료모델마다 상이한 것이어도, 동일해도, 일부가 중복되도록 설정되어도 된다.

[0088] 클렌징부(44B)는, 클렌징룰기억부(42B)에 기억되는 클렌징룰에 따라, 학습기간에 상당하는 프로세스데이터의 클렌징을 행하고, 기계학습에 적합하지 않은 데이터 및 기계학습에 사용하지 않는 프로세스데이터(예를 들면, 소정의 이상을 검출하기 위한 평가모델의 생성에 있어서, 그 이상에 영향을 주지 않거나, 또는, 영향이 작은 프로세스데이터) 등을 제거한다(스텝 S43).

[0089] 모델학습부(44C)는, 클렌징부(44B)에 의하여 데이터클렌징된 학습데이터에 근거하여 기계학습을 행하여, 새로운 학습완료모델을 생성한다(스텝 S44). 이때, 작업자가 기계학습모델의 파라미터값(예를 들면, 뉴럴 네트워크의 레이어수)을 설정 가능하도록, 평가시스템(30)을 구성해도 된다. 모델학습부(44C)에 의하여 생성된 학습완료모

델은, 학습완료모델기억부(42C)에 기억된다.

[0090] 이어서 작업자는, 입력부(30E)를 이용하여, 영역(AR4) 및 영역(AR5)에 임계값을 입력한다. 임계값등록부(44F)는, 작업자의 입력을 접수하고, 각 학습완료모델에 대하여 임계값을 등록한다(스텝 S45).

[0091] 이어서 작업자는, 입력부(30E)를 이용하여, 영역(AR6)에 플랜트(1)의 평가기간을 입력한다. 평가기간등록부(44D)는, 작업자의 입력을 접수하고, 평가기간을 등록함과 함께, 프로세스데이터기억부(42A)로부터 평가기간에 취득된 프로세스데이터를 평가데이터로서 취득한다(스텝 S46). 작업자는, 예를 들면, 플랜트(1)가 이상을 발생시킨 시점을 포함하도록 평가기간을 선택함으로써, 평가대상이 되는 학습완료모델이 올바르게 이상을 검출할 수 있는지 아닌지를 평가하는 것이 가능하다.

[0092] 모델평가부(44G)는, 기존의 학습완료모델에 근거하여, 평가데이터를 평가한다. 평가결과표시부(44H)는, 평가결과를 포함하는 영역(AR2)에 포함되는 정보를 표시장치(60)에 제공한다. 동시에, 모델평가부(44G)는, 스텝 S44에 있어서 생성된 새로운 학습완료모델 및 스텝 S45에 있어서 설정된 임계값에 근거하여, 평가데이터를 평가한다. 평가결과표시부(44H)는, 평가결과를 포함하는 영역(AR3)에 포함되는 정보를 표시장치(60)에 제공한다(스텝 S47). 표시장치(60)는, 평가시스템(30)으로부터 평가결과를 수취하고, 영역(AR2) 및 영역(AR3)에, 평가결과를 표시한다(스텝 S48).

[0093] 이어서 작업자는, 영역(AR2) 및 영역(AR3)에 표시되는 평가결과를 보고, 신규로 생성된 학습완료모델이, 플랜트(1)의 감시를 위하여 적절하다고 할 수 있는지 아닌지를 판단한다(스텝 S49). 작업자는, 필요에 따라, 평가기간 또는 임계값을 변경하여 평가를 재실행함으로써, 학습완료모델이 적절한 것이라고 할 수 있는지 아닌지를 판단해도 된다. 예를 들면, 기존의 학습완료모델에 의한 평가결과보다, 신규로 생성된 학습완료모델에 의한 평가결과가, 보다 정확하게 플랜트(1)의 가동상황을 평가할 수 있는 경우, 신규로 생성된 학습완료모델이 적절한 것이라고 판단하는 것이 가능하다.

[0094] 적절하다고 판단된 경우, 작업자는, 입력부(30E)를 이용하여, 신규로 생성된 학습완료모델에 대응하는 영역(AR4) 또는 영역(AR5)에 표시되는 "실제모델로 설정" 버튼을 누른다. 평가시스템(30)은, 학습완료모델기억부(42)에, 신규로 생성된 학습완료모델을 저장한다(스텝 S50). 신규로 생성된 학습완료모델은, 다음 회 이후, 기존의 학습완료모델의 하나로서, 영역(AR1)에 표시시키는 것이 가능해진다. 또, 감시장치(50)는, 신규로 생성된 학습완료모델을 포함하는 하나, 또는, 복수의 학습완료모델에 따라, DCS(20)로부터 취득한 프로세스데이터에 근거한 플랜트(1)의 감시를 개시해도 된다.

[0095] 스텝 S49에 있어서, 생성된 학습완료모델이 부적절하다고 판단된 경우, 재차 스텝 S42로 되돌아간다. 다만, 학습기간의 재차의 등록 외, 기계학습모델의 파라미터를 변경함으로써 새로운 학습완료모델을 생성해도 된다.

[0096] 이상과 같기 때문에, 본 실시형태에 나타나는 표시장치, 평가방법 및 평가시스템에 의하면, 적절한 평가모델을 효율적으로 취득하는 것이 가능해진다.

[0097] 특히, 화면을 천이하지 않고, 동일화면에 있어서, 신규의 평가모델을 용이하게 작성하는 것이 가능해짐과 함께, 동일한 평가데이터에 대하여, 신규의 평가모델에 의한 평가결과와 기존의 평가모델에 의한 평가결과를 동일한 화면에 표시하는 것이 가능해진다. 또한, 파라미터를 변경함으로써, 기존의 평가모델 또는 신규의 평가모델을 조정하고, 또한 상이한 평가모델을 용이하게 생성함과 함께, 그 평가결과를 다른 평가모델에 의한 평가결과와 비교하는 것이 가능해진다. 이와 같이, 본 실시형태에 관한 표시장치, 평가방법 및 평가시스템에 의하면, 평가모델의 작성, 평가모델의 조정 및 평가모델끼리의 비교를 용이하게 할 수 있기 때문에, 적절한 평가모델을 효율적으로 취득하는 것이 가능해진다.

[0098] 다만, 본 발명은, 분파라 불리는 플랜트의 이상을 검출하기 위한 평가모델을 선택하는 것 이외의 용도에서도 이용 가능하다. 예를 들면, 발전효율의 저하, 배관의 막힘, 화로 등의 플랜트의 각 요소의 온도이상, 가스 등의 유체의 점성의 변화 등을 검출하기 위하여, 또는, 검출가능성을 판단하기 위한 평가모델을 선택하기 위하여 본 발명을 적용하는 것이 가능하다. 또, 이상의 검출뿐만 아니라, 각 플랜트 등의 시설에서 실행되는 프로세스를 프로세스데이터에 근거하여 개선하기 위한 평가모델을 선택하고, 생성하기 위하여 본 발명을 적용하는 것이 가능하다.

[0099] 또한, 본 발명은, 화력발전소 이외의 시설에 있어서 실행되는 프로세스에 대하여 적용하는 것이 가능하다. 예를 들면, 화학플랜트, 석유정제소, 제유공장, 철강공장 등의 각 시설 또는 그들의 일부에 있어서 실행되는 프로세스에 관한 이상 등(예를 들면, 관의 부식 등에 기인하는 가스누출의 징조)을, 프로세스데이터에 근거하여 평가하기 위한 평가모델의 선택 및 생성 시에 본 발명을 적용하는 것이 가능하다. 예를 들면, 주배관에 가지배관이

용접된 배관계에 복수의 온도센서 및 AE센서 등의 복수 종류의 센서를 배치하고, 이들 센서를 이용하여 소정의 샘플링주파수로 취득되는 온도정보 등의 프로세스데이터에 근거하여, 유체의 누설가능성을 평가하기 위한 평가모델을 선택하고, 생성하기 위하여, 본 발명을 적용하는 것이 가능하다.

[0100] 또, 본 발명은, 그 요지를 벗어나지 않는 한, 다양한 변형이 가능하다. 예를 들면, 당업자의 통상의 창작능력의 범위 내에서, 소정 실시형태에 있어서의 일부의 구성요소 또는 기능을, 다른 구성요소 또는 기능으로 치환할 수 있다. 예를 들면, 본 실시형태에 있어서 모델학습부(44C)는, 기계학습에 의하여 신규의 학습완료모델을 생성했지만, 이것에 한정되는 것은 아니고, 예를 들면, 회귀식에 근거하여 학습완료모델을 생성하도록 구성해도 된다. 또, 플로차트에 나타나는 각 스텝을 반드시 실행할 필요가 있는 것은 아니다.

부호의 설명

[0101] 1 플랜트

2 화로

3 사이클론

4 순환재회수관

5 후부연도

6 노벽관

7 펌프

8 증기드럼

10 과열기

12 절탄기

30 평가시스템

40 평가모델관리장치

42 기억부

50 감시장치

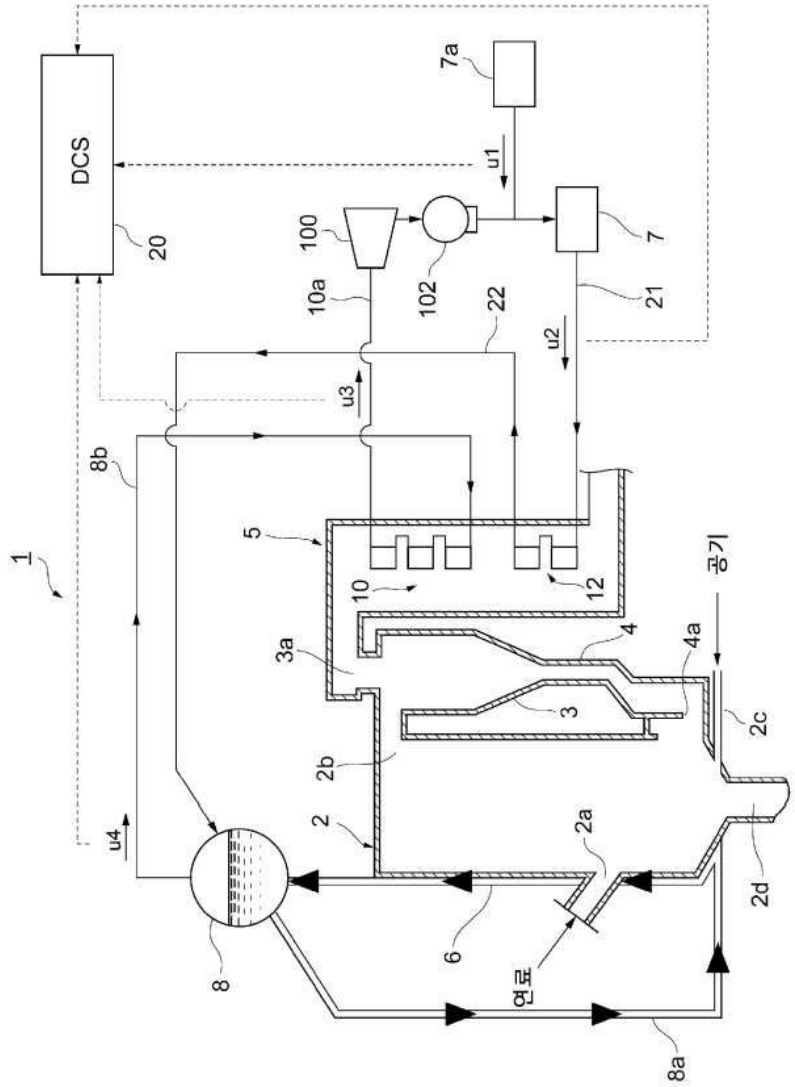
60 표시장치

100 터빈

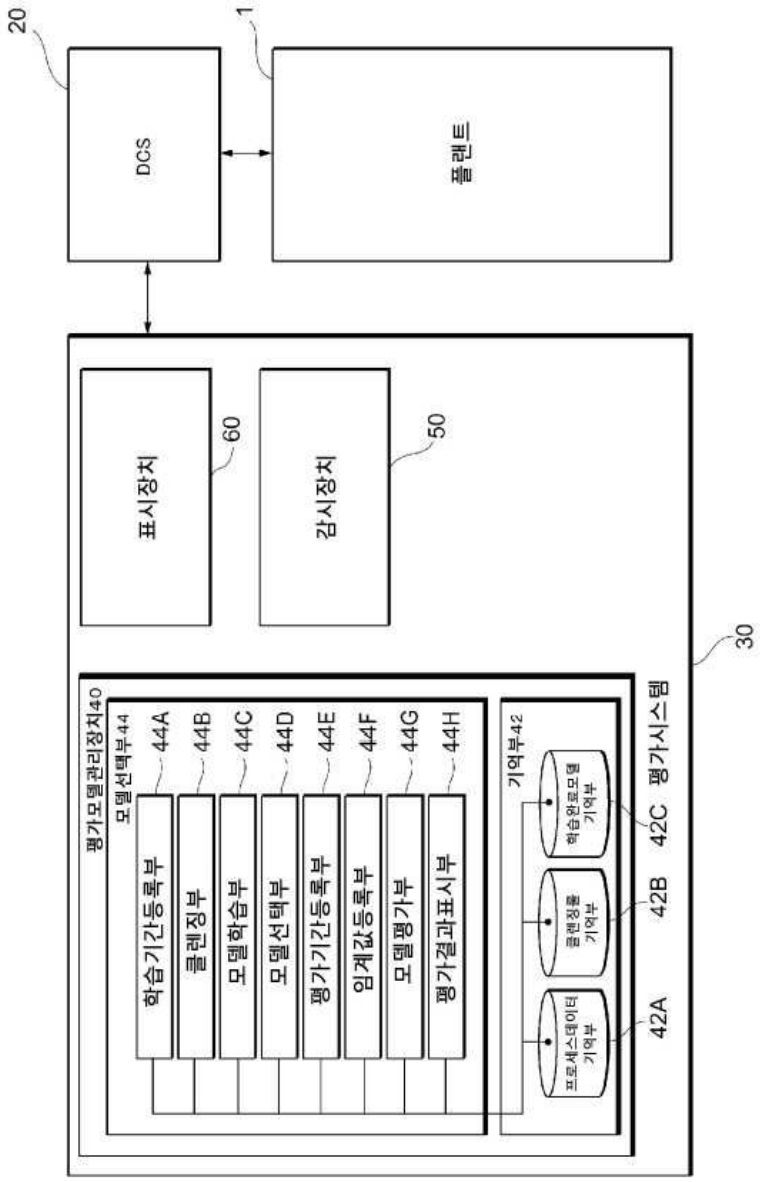
102 복수기

도면

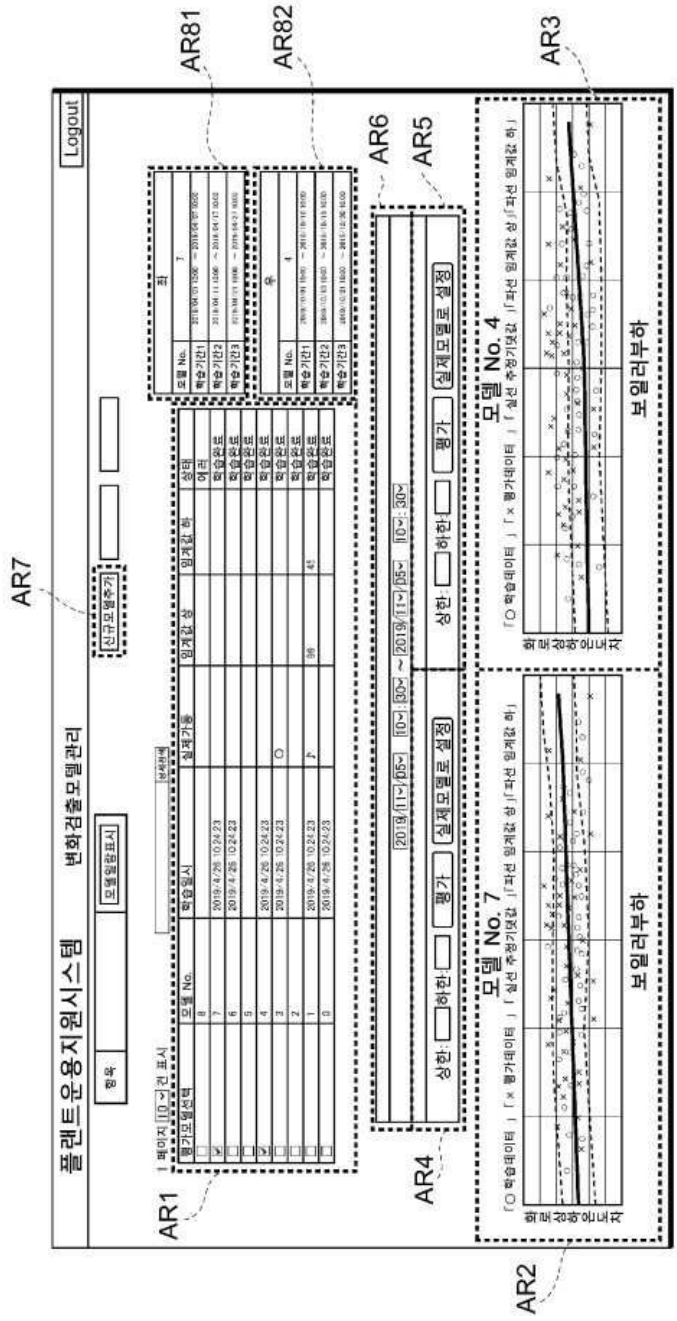
도면1


DCS
20
7a
u1
7
100
102
10a
22
21
u2
u3
8b
1
5
10
12
공기
4
4a
3a
3
2c
2b
2
2a
2d
u4
6
연료
8
8a

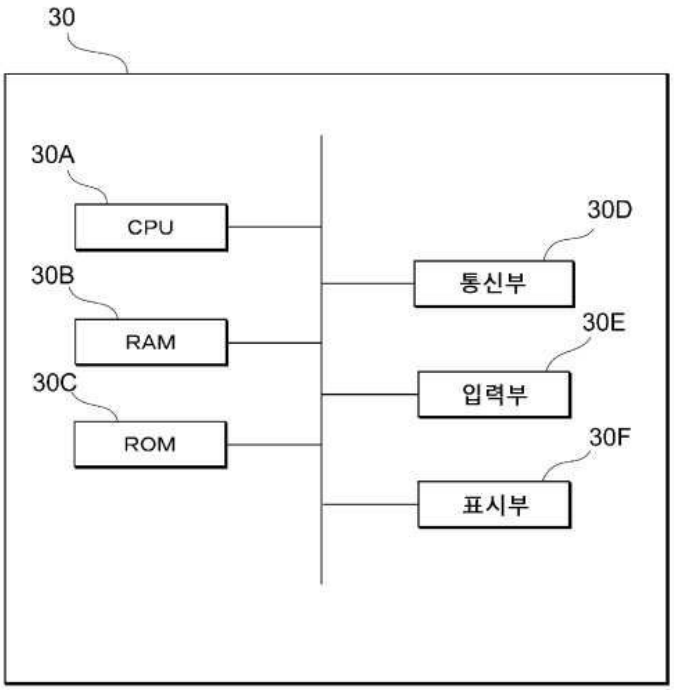
도면2


20
DCS
1
플랜트
표시장치
60
감시장치
50
30
평가모델관리장치40
모델선택부44
학습기간등록부
44A
클렌징부
44B
모델학습부
44C
모델선택부
44D
평가기간등록부
44E
임계값등록부
44F
모델평가부
44G
평가결과표시부
44H
기억부42
프로세스데이터 기억부
42A
클렌징률 기억부
42B
학습완료모델 기억부
42C
평가시스템

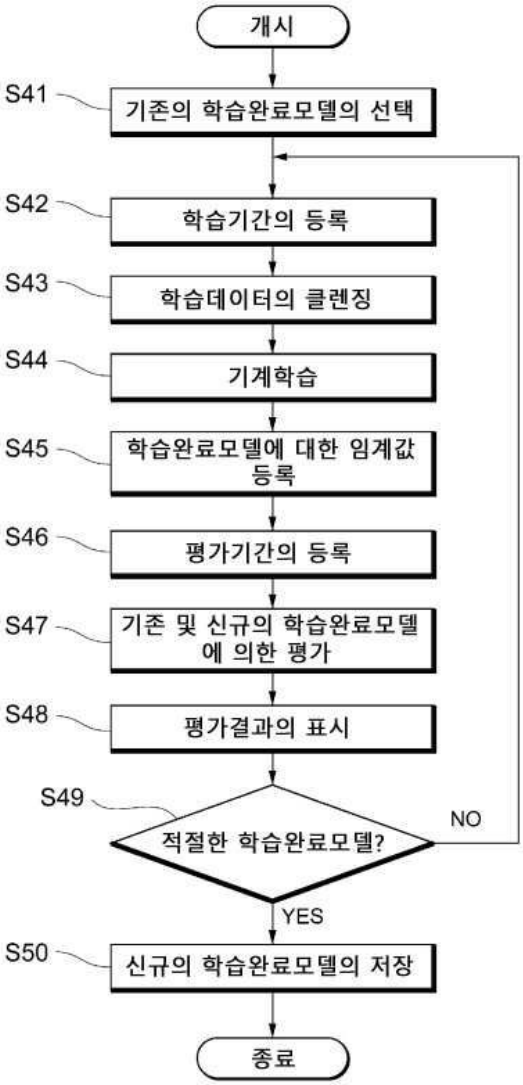
도면3


AR7
AR81
AR82
AR6
AR5
AR3
AR1
AR4
AR2
플랜트운용지원시스템
변화검출모델관리
Logout
항목
모델일람표시
신규모델추가
모델 No. 7
모델 No. 4
보일러부하
보일러부하

도면4



도면5


개시
S41
기존의 학습완료모델의 선택
S42
학습기간의 등록
S43
학습데이터의 클렌징
S44
기계학습
S45
학습완료모델에 대한 임계값 등록
S46
평가기간의 등록
S47
기존 및 신규의 학습완료모델에 의한 평가
S48
평가결과의 표시
S49
적절한 학습완료모델?
NO
YES
S50
신규의 학습완료모델의 저장
종료