



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월19일  
(11) 등록번호 10-1561573  
(24) 등록일자 2015년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F22B 1/02 (2006.01) F23C 10/00 (2006.01)  
G05B 11/36 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7029159  
(22) 출원일자(국제) 2013년01월22일  
심사청구일자 2014년10월17일  
(85) 번역문제출일자 2014년10월17일  
(65) 공개번호 10-2014-0142725  
(43) 공개일자 2014년12월12일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/051165  
(87) 국제공개번호 WO 2013/172051  
국제공개일자 2013년11월21일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2012-110553 2012년05월14일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2010128553 A  
JP04006304 A  
KR101086027 B1

(73) 특허권자  
스미도모주기가이교교 가부시킴가이사  
일본국 도쿄도 시나가와구 오오사키 2초메 1반 1  
고  
(72) 발명자  
츠카네 카오루  
일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나즈시마  
쵸 19반치 스미도모주기가이교교 가부시킴가이사  
요코스카세이쵸쇼 내  
(74) 대리인  
방해철, 김용인

전체 청구항 수 : 총 4 항

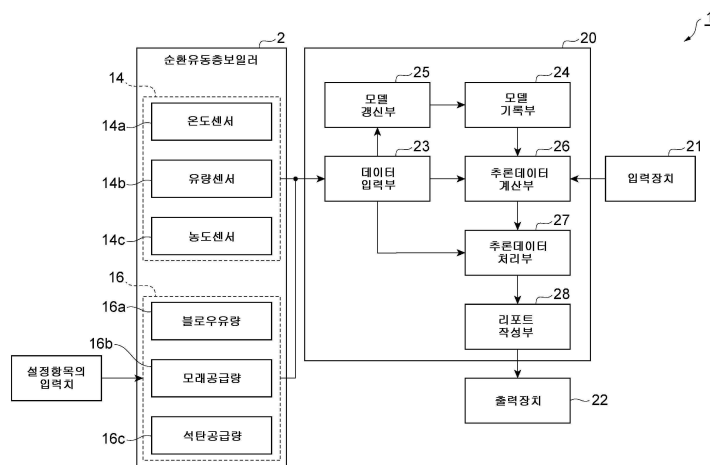
심사관 : 오재윤

(54) 발명의 명칭 순환유동충보일리의 운전진단방법 및 운전진단장치

(57) 요약

숙련된 작업자의 판단을 필요로 하지 않고, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 만족시키기 위하여 필요한 설정을 제공하는 순환유동충보일리의 운전진단방법을 제공한다. 순환유동충보일리의 운전진단방법은, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도와, 지표항목의 목표치를 만족시키기 위한 설정항목의 목표치를 추정하는 추론데이터 계산과정(S4)과, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도에 근거하여, 설정항목을 순위결정하는 순위결정과정(S5a)과, 지표항목을 목표치로 제어하기 위한 정보를 출력하는 출력과정(S6)을 가진다. 추론데이터 계산과정(S4)에서는, 베이지안네트워크에 지표항목의 목표치를 입력하여, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도인 확률치를 산출한다. 순위결정과정(S5a)에서는, 확률치를 이용하여 복수의 설정항목을 순위결정한다.

대표도 - 도1



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

복수의 설정항목의 각각에 소정의 입력치를 입력하여 운전하는 순환유동충보일터의 운전진단방법으로서,

상기 순환유동충보일터의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 목표치에 근거하여, 각각의 상기 지표항목에 관련되는 복수의 상기 설정항목이 상기 지표항목에 미치는 영향의 정도와, 상기 지표항목의 목표치를 만족시키기 위한 상기 설정항목의 목표치를 추정하는 추정공정과,

상기 설정항목이 상기 지표항목에 미치는 영향의 정도에 근거하여, 복수의 상기 설정항목을 순위결정하는 순위결정공정과,

상기 순위결정공정에 의하여 부여된 순위가 높은 상기 설정항목의 상기 목표치와, 순위가 높은 상기 설정항목의 상기 입력치를 이용하여, 상기 지표항목을 상기 목표치로 제어하기 위한 정보를 출력하는 출력공정을 가지고,

상기 추정공정에서는, 상기 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 상기 지표항목의 각각을 자식노드로 한 베이지안네트워크에, 복수의 상기 지표항목의 상기 목표치를 입력하여, 복수의 상기 설정항목이 상기 지표항목에 미치는 영향의 정도인 확률치와, 상기 설정항목의 상기 목표치를 산출하며,

상기 순위결정공정에서는, 상기 확률치를 이용하여 복수의 상기 설정항목을 순위결정하는, 순환유동충보일터의 운전진단방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 베이지안네트워크는, 상기 설정항목이 취할 수 있는 입력치와 당해 입력치에 대응할 확률을 포함하는 제1 확률표와, 상기 지표항목이 취할 수 있는 센서데이터와 당해 센서데이터에 대응할 확률을 포함하는 제2 확률표를 가지는 순환유동충보일터의 운전진단방법.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 설정항목에 입력된 상기 입력치와, 상기 순환유동충보일터에 마련된 센서에 의하여 취득된 지표항목의 측정치인 센서데이터를 입력하는 데이터 입력공정과,

상기 입력치 및 상기 센서데이터에 근거하여 상기 제1 확률표와 상기 제2 확률표를 갱신하는 갱신공정을 더욱 가지는 순환유동충보일터의 운전진단방법.

**청구항 4**

복수의 설정항목의 각각에 소정의 입력치를 입력하여 운전하는 순환유동충보일터의 운전진단장치로서,

상기 순환유동충보일터의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 목표치에 근거하여, 각각의 상기 지표항목에 관련되는 복수의 상기 설정항목이 상기 지표항목에 미치는 영향의 정도와, 상기 지표항목의 목표치를 만족시키기 위한 상기 설정항목의 목표치를 추정하는 추정수단과,

상기 설정항목이 상기 지표항목에 미치는 영향의 정도에 근거하여, 복수의 상기 설정항목을 순위결정하는 순위결정수단과,

순위가 높은 상기 설정항목의 상기 목표치와, 순위가 높은 상기 설정항목의 상기 입력치를 이용하여, 상기 지표항목을 상기 목표치로 제어하기 위한 정보를 출력하는 출력수단을 가지고,

상기 추정수단은, 상기 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 상기 지표항목의 각각을 자식노드로 한 베이지안네트워크에, 복수의 상기 지표항목의 상기 목표치를 입력하여, 복수의 상기 설정항목이 상기 지표항목에 미치는

영향의 정도인 확률치와, 상기 설정항목의 상기 목표치를 산출하며,

상기 순위결정수단은, 상기 확률치를 이용하여 복수의 상기 설정항목을 순위결정하는, 순환유동충보일터의 운전진단장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 순환유동충보일터의 운전진단방법 및 운전진단장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래, 하기 특허문헌 1에 기재된 순환유동충보일터의 증기압력 제어장치가 알려져 있다. 이 제어장치에서는, 순환유동충보일터의 증기압력을 검출하여, 미리 정한 목표압력에 대한 당해 증기압력의 편차치를 산출한다. 그리고, 이 편차치에 근거하여, 화로로의 연료공급량을 조절함으로써, 증기압력을 목표압력으로 유지한다.

[0003] **선행기술문헌**

[0004] (특허문헌)

[0005] 특허문헌 1: 일본 특허공개공보 평4-6304호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 순환유동충보일터는, 운전상태의 지표가 되는 복수의 지표항목을 가진다. 그리고, 이들 복수의 지표항목을 소정의 목표치로 유지하도록, 각각의 지표항목에 관련되는 설정항목에 대한 입력치를 조정한다.

[0007] 그러나, 순환유동충보일터의 지표항목과, 지표항목에 관련되는 설정항목은, 복잡하게 서로 관련되어 있다. 이로 인하여, 예를 들면, 하나의 지표항목을 소정의 목표치로 유지하는 제어장치를 복수 조합한 경우에는, 복수의 지표항목을 동시에 제어하는 것이 곤란하다. 또, 종래에는, 복수의 지표항목을 동시에 만족시킨 상태에서 보일터를 운전시키기 위하여, 보일터로부터 취득된 지표항목의 값인 센서데이터 등에 근거하여, 숙련된 작업자가 설정항목을 선택하여, 설정항목에 입력하는 입력치를 결정함으로써, 보일터를 운전하고 있었다.

[0008] 따라서, 본 발명은, 숙련된 작업자의 판단을 필요로 하지 않고, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 만족시키기 위하여 필요한 설정을 제공하는 순환유동충보일터의 운전진단방법 및 운전진단장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명의 일 측면에 관한 운전진단방법은, 복수의 설정항목의 각각에 소정의 입력치를 입력하여 운전하는 순환유동충보일터의 운전진단방법으로서, 순환유동충보일터의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 목표치에 근거하여, 각각의 지표항목에 관련되는 복수의 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도와, 지표항목의 목표치를 만족시키기 위한 설정항목의 목표치를 추정하는 추정공정과, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도에 근거하여, 복수의 설정항목을 순위결정하는 순위결정공정과, 순위결정공정에 의하여 부여된 순위가 높은 설정항목의 목표치와, 순위가 높은 설정항목의 입력치를 이용하여, 지표항목을 목표치로 제어하기 위한 정보를 출력하는 출력공정을 가진다. 추정공정에서는, 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 지표항목의 각각을 자식노드로 한 베이지안네트워크에, 복수의 지표항목의 목표치를 입력하여, 복수의 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도인 확률치와, 설정항목의 목표치를 산출한다. 순위결정공정에서는, 확률치를 이용하여 복수의 설정항목을 순위결정한다.

[0010] 또, 본 발명의 일 측면에 관한 운전진단장치는, 복수의 설정항목의 각각에 소정의 입력치를 입력하여 운전하는 순환유동충보일터의 운전진단장치로서, 순환유동충보일터의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 목표치에 근거하여, 각각의 지표항목에 관련되는 복수의 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도와, 지표항목의 목표치를 만족시키기 위한 설정항목의 목표치를 추정하는 추정수단과, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도에 근거하여, 복수의 설정항목을 순위결정하는 순위결정수단과, 순위가 높은 설정항목의 목표치와, 순위가 높은 설

정항목의 입력치를 이용하여, 지표항목을 목표치로 제어하기 위한 정보를 출력하는 출력수단을 가진다. 추정수단은, 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 지표항목의 각각을 자식노드로 한 베이지안네트워크에, 복수의 지표항목의 목표치를 입력하여, 복수의 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도인 확률치와, 설정항목의 목표치를 산출한다. 순위결정수단은, 확률치를 이용하여 복수의 설정항목을 순위결정한다.

[0011] 이 운전진단방법 및 운전진단장치에서는, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도를, 베이지안네트워크를 이용하여 산출하고 있다. 이 방법 및 장치에 의하면, 복수의 지표항목에 부여되는 목표치를 동시에 만족시키기 위하여, 영향의 정도가 큰 설정항목을 추출할 수 있다. 또, 추출된 설정항목의 각각이 취해야 할 값의 경향이 얻어진다. 따라서, 이 운전진단방법 및 운전진단장치는, 숙련된 작업자의 판단을 필요로 하지 않고, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 만족시키기 위하여 필요한 설정을 제공할 수 있다.

[0012] 또, 베이지안네트워크는, 설정항목이 취할 수 있는 입력치와 당해 입력치에 대응할 확률을 포함하는 제1 확률표와, 지표항목이 취할 수 있는 센서데이터와 당해 센서데이터에 대응할 확률을 포함하는 제2 확률표를 가진다. 이 경우에는, 지표항목이 소정의 값이었을 때의, 당해 지표항목에 관련되는 설정항목이 취할 수 있는 입력치에 대응할 확률을 산출할 수 있다.

[0013] 또, 본 발명의 일 측면에 관한 운전진단방법에서는, 설정항목에 입력된 입력치와, 순환유동층보일러에 마련된 센서에 의하여 취득된 지표항목의 측정치인 센서데이터를 입력하는 데이터 입력공정과, 입력치 및 센서데이터에 근거하여 제1 확률표와 제2 확률표를 갱신하는 갱신공정을 더욱 가지고 있어도 된다. 이 경우에는, 베이지안네트워크를 구성하는 각각의 노드가 포함하는 확률표가 갱신되기 때문에, 확률표가 가지는 확률의 데이터의 정밀도가 높아진다. 따라서, 영향의 정도가 큰 설정항목을 추출하는 정밀도를 보다 높일 수 있다.

**발명의 효과**

[0014] 본 발명의 운전진단방법 및 운전진단장치에 의하면, 숙련된 작업자의 판단을 필요로 하지 않고, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 만족시키기 위한 설정을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0015] 도 1은 본 실시형태의 운전진단장치의 구성을 나타내는 도이다.
- 도 2는 순환유동층보일러의 구성을 나타내는 도이다.
- 도 3은 운전진단장치의 일부를 구성하는 하드웨어를 나타내는 도이다.
- 도 4는 베이지안네트워크의 모델의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 5는 순환유동층보일러의 운전상태를 진단하는 공정을 나타내는 도이다.
- 도 6은 베이지안네트워크의 모델의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 7은 리포트의 일례를 나타내는 도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0016] 이하, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명에 의한 운전진단장치 및 운전진단방법의 실시형태를 상세하게 설명한다. 또한, 도면의 설명에 있어서 동일한 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다.

[0017] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태의 운전진단장치(1)는 순환유동층보일러(2)(이하, 단순히 “보일러”라고도 함)의 운전상태를 진단한다. 먼저, 보일러(2)에 대하여 설명한다. 보일러(2)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 외부순환형(Circulating Fluidized Bed형)의 순환유동층보일러이다. 이 보일러(2)는, 세로로 긴 통형상을 이루는 유동층형의 화로(3)를 구비하고 있다. 화로(3)의 중간부에는, 연료를 투입하는 연료투입구(3a)와, 상부에는 연소가스를 배출하는 가스출구(3b)가 마련되어 있다. 연료투입장치(5)로부터 이 화로(3)에 공급되는 연료는, 연료투입구(3a)를 통하여 화로(3)의 내부에 투입된다.

[0018] 화로(3)의 가스출구(3b)에는 고체기체분리장치로서 기능하는 사이클론(7)이 접속되어 있다. 사이클론(7)의 배출구(7a)는 가스라인을 통하여 후단의 가스처리계에 접속되어 있다. 또, 사이클론(7)의 바닥부 출구로부터는 다운코머라고 불리는 리턴라인(9)이 하방으로 뻗어 있고, 리턴라인(9)의 하단은 화로(3)의 중간부 측면에 접속되어 있다.

- [0019] 화로(3) 내에서는, 하부의 급기라인(3c)으로부터 도입되는 연소·유동용의 공기에 의하여, 연료투입구(3a)로부터 투입된 연료를 포함하는 고형물이 유동하며, 연료는 유동하면서 약 800~900℃에서 연소한다. 사이클론(7)에는, 화로(3)에서 발생한 연소가스가 고체입자를 동반하면서 도입된다. 사이클론(7)은, 원심분리 작용에 의하여 고체입자와 기체를 분리하고, 리턴라인(9)을 통하여 분리된 고체입자를 화로(3)에 되돌림과 함께, 고체입자가 제거된 연소가스를 배출구(7a)로부터 가스라인을 통하여 후단의 가스처리계에 송출한다.
- [0020] 이 화로(3)에서는 “노(爐) 내 베드재”라고 불리는 고형물이 발생하여 바닥부에 쌓이지만, 이 노 내 베드재에서 불순물(저융점 물질 등)이 농축되어 일어나는 베드재의 소결 및 용융 고화, 혹은 불연 협잡물에 의한 동작 불량을 억제하는 것이 필요하다. 이로 인하여, 화로(3)에서는, 바닥부의 배출구(3d)로부터 노 내 베드재가 정기적으로 외부로 배출되고 있다. 배출된 베드재는, 순환라인(도시하지 않음) 상에서 금속 등의 부적합물을 제거한 후, 다시 화로(3)에 투입된다.
- [0021] 상기의 가스처리계는, 사이클론(7)의 배출구(7a)에 가스라인을 통하여 접속된 가스열교환장치(13)와, 이 가스열교환장치(13)의 배출구(13a)에 가스라인을 통하여 접속된 백필터(집진기)(15)를 구비하고 있다. 가스열교환장치(13)에는, 배기가스의 유로를 가로지르도록 물을 유동시키는 보일러튜브(13b)가 마련되어 있다. 사이클론(7)으로부터 보내진 고온의 배기가스가 이 보일러튜브(13b)에 접촉함으로써, 배기가스의 열이 튜브 내의 물에 회수되어, 발생한 고온의 수증기가 보일러튜브(13b)를 통하여 발전용의 터빈에 보내진다. 백필터(15)는, 이 가연성 가스에 여전히 동반되어 있는 비산화 등의 미립자를 제거한다. 백필터(15)의 배출구(15a)로부터 배출된 청정한 가스는 가스라인 및 펌프(17)를 경유하여 굴뚝(19)으로부터 외부로 배출된다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 보일러(2)에는, 운전데이터를 구성하는 센서데이터를 취득하여, 운전진단장치(1)에 센서데이터를 출력하는 센서군(14)이 설치되어 있다. 이들 센서군(14)에는, 예를 들면, 보일러(2)의 소정의 부위의 온도를 측정하는 온도센서(14a), 배기가스 또는 물의 유량을 측정하는 유량센서(14b) 또는 배기가스 중의 소정의 물질의 농도를 측정하는 농도센서(14c) 등이 포함되어 있다. 또, 이들 센서데이터의 일부가, 지표항목이다. 지표항목이란, 센서데이터에 있어서 운전상태의 지표가 되는 항목이며, 예를 들면, 압력편차, 수열량(收熱量), 보일러효율 및 CO나 NOx와 같은 환경부하물질의 배출농도 등이 포함된다.
- [0023] 보일러(2)는, 설정항목군(16)을 구성하는 복수의 설정항목의 각각에 소정의 입력치를 입력하여 운전한다. 설정항목이란, 보일러(2)를 운전하기 위하여 보일러(2)에 대해서 작업자나 제어장치(도시하지 않음)가, 소정의 입력치를 입력할 수 있는 항목이다. 설정항목에는, 예를 들면, 블로우유량(16a), 모래의 공급량(16b), 또는, 화로(3)에 공급되는 석탄의 공급량인 석탄공급량(16c) 등이 있다. 또한, 설정항목군(16)에는, 블로어의 운용횟수, 공기유량, 대기해방밸브의 해방횟수, 물의 주입량, 밸브의 개방도 등이 포함된다.
- [0024] 이어서, 운전진단장치(1)에 대하여 설명한다. 운전진단장치(1)는, 보일러(2)의 센서데이터와 지표항목의 목표치에 근거하여 보일러(2)의 운전상태를 진단하는 것이다. 이 지표항목에 부여되는 목표치는, 예를 들면, 보일러(2)를 높은 효율로 운전시키는 운전지표 및 환경부하물질의 배출량을 저감시키는 운전지표와 같이 복수의 운전지표에 근거하고 있다. 운전진단장치(1)는, 보일러(2)에 배치된 센서군(14)으로부터 입력된 센서데이터와, 운전진단장치(1)에 입력되는 지표항목의 목표치와, 운전진단장치(1)에 미리 기록되어 있는 베이지안네트워크의 모델에 근거하여, 보일러(2)의 운전상태를 진단한다. 진단 결과, 운전진단장치(1)는, 목표를 만족시키기 위하여 조정해야 할 설정항목을 나타냄과 함께, 조정해야 할 설정항목에 입력되어야 할 값의 경향을 나타낸다.
- [0025] 운전진단장치(1)는, 데이터처리장치(20)와, 데이터처리장치(20)에 소정의 데이터 등을 입력하기 위한 입력장치(21)와, 데이터처리장치(20)로부터 출력된 데이터를 표시하기 위한 출력장치(22)를 구비하고 있다.
- [0026] 운전진단장치(1)는, 예를 들면, 도 3에 나타내는 컴퓨터(100)를 이용하여 실현된다. 도 1 및 도 3에 나타내는 바와 같이, 컴퓨터(100)는, 본 실시형태의 데이터처리장치(20)를 구성하는 하드웨어의 일례이다. 컴퓨터(100)는, CPU를 구비하여 소프트웨어에 의한 처리나 제어를 행하는 서버장치, 퍼스널컴퓨터 등의 각종 데이터처리장치를 포함한다. 컴퓨터(100)는, CPU(41), 주기억장치인 RAM(42) 및 ROM(43), 입력 디바이스인 키보드 및 마우스 등의 입력장치(21), 디스플레이, 프린터 등의 출력장치(22), 네트워크카드 등의 데이터 송수신 디바이스인 통신모듈(47), 하드디스크 등의 보조기억장치(48) 등을 포함하는 컴퓨터시스템으로서 구성되어 있다. 도 1에 나타내는 기능적 구성요소는, 도 3에 나타내는 CPU(41), RAM(42) 등의 하드웨어 상에 소정의 컴퓨터 소프트웨어를 판독시킴으로써, CPU(41)의 제어하에서 입력장치(21), 출력장치(22), 통신모듈(47)을 동작시킴과 함께, RAM(42)이나 보조기억장치(48)에 있어서의 데이터의 독출 및 기록을 행함으로써 실현된다.
- [0027] 데이터처리장치(20)는, 기능적 구성요소로서, 보일러(2)에 배치된 센서군(14)으로부터 입력되는 센서데이터를

수신하는 데이터입력부(23)와, 베이지안네트워크의 모델을 기록하는 모델기록부(24)와, 센서데이터에 근거하여 베이지안네트워크의 모델을 갱신하는 모델갱신부(25)와, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도를 산출하는 추론데이터계산부(26)와, 센서데이터와 추론데이터계산부(26)의 출력에 근거하여 조정해야 할 설정항목과 그 값의 경향을 산출하는 추론데이터처리부(27)와, 추론데이터처리부(27)의 출력에 근거하여 운전지표가 되는 리포트를 작성하는 리포트작성부(28)를 구비하고 있다.

[0028] 데이터입력부(23)에는, 보일러(2)의 센서군(14)에 의하여 취득된 센서데이터와, 설정항목군(16)에 입력된 입력치가 입력된다. 데이터입력부(23)는, 입력된 센서데이터를 추론데이터처리부(27)로 출력함과 함께, 필요에 따라서 모델갱신부(25)에 출력한다. 또, 데이터입력부(23)는, 설정항목군(16)으로의 입력치를 추론데이터계산부(26)로 출력한다.

[0029] 모델기록부(24)에는, 베이지안네트워크의 모델이 기록되어 있다. 모델기록부(24)는, 후술하는 추론데이터계산부(26)로부터 참조 가능하도록 구성되어 있으며, 추론데이터계산부(26)로부터의 요구에 따라 베이지안네트워크의 모델을 추론데이터계산부(26)에 출력한다.

[0030] 여기에서, 베이지안네트워크의 모델(50)에 대하여 설명한다. 도 4는, 보일러(2)의 설정항목과 지표항목으로 이루어지는 베이지안네트워크의 일례이다. 베이지안네트워크는, 원인(51)과 결과(52)와의 관계를 간단한 도면으로 표현하여, 확실적인 현상의 추이를 그래피컬하게 표현한 것이다. 베이지안네트워크로부터는, 어느 변수의 값이 구해졌을 때에, 관측되고 있지 않은 변수의 확률을 구할 수 있다.

[0031] 본 실시형태에서는, 설정항목을 원인(51)으로 규정하고, 지표항목을 결과(52)로서 규정하고 있다. 복수의 설정항목을 포함하는 원인(51)에는, 작업자나 제어장치가 설정치를 입력할 수 있는 항목으로서, 예를 들면, 블로어 운용횟수(51a), 공기유량(51b), 대기해방밸브의 개방도(51c), 물주입량(51d), 밸브개방도(51e), 석탄공급량(51f), 모래공급량(51g), 및 블로우유량(51h) 등이 있다. 이들 원인으로서 규정된 설정항목은, 베이지안네트워크에서는 부모노드로서 나타난다. 또, 복수의 지표항목을 포함하는 결과(52)에는, 센서데이터에 있어서 운전상태의 지표가 되는 항목으로서, 예를 들면, 압력편차(52a), 수열량(52b), 배기가스 CO농도, 및 보일러효율(52d) 등이 있다. 이들 결과로서 규정된 지표항목은, 베이지안네트워크에서는 자식노드로서 나타난다. 그리고, 설정항목과 지표항목의 관계는, 부모노드로부터 자식노드로 뻗은 화살표에 의하여 관계를 가지는 것이 나타나 있다. 예를 들면, 압력편차(52a)로는, 블로어 운용횟수(51a)와 공기유량(51b)으로부터 화살표가 뻗어 있다. 따라서, 압력편차(52a)에는, 블로어 운용횟수(51a)와 공기유량(51b)이 관계되는 것을 나타내고 있다. 또, 각각의 노드는, 확률표(Conditional Probability Table : CPT)를 가지고 있다(도 6 참조).

[0032] 도 1을 참조하면, 모델갱신부(25)는, 데이터입력부(23)로부터 입력된 센서데이터에 근거하여 베이지안네트워크의 모델에 포함되는 데이터를 갱신한다. 갱신된 모델의 데이터는 모델기록부(24)에 출력되어, 기록된다.

[0033] 추론데이터계산부(26)는, 베이지안네트워크의 모델과, 입력장치(21)로부터 입력되는 지표항목의 목표치에 근거하여, 각 지표항목에 부여하는 설정항목의 영향의 정도를 산출하는 추정수단이다. 보다 구체적으로는, 추론데이터계산부(26)는, 지표항목에 미치는 설정항목의 영향의 정도를 확률치로서 출력한다. 이 확률치의 출력 과정에 대해서는, 후술한다. 그리고, 추론데이터계산부(26)는, 출력된 결과를 추론데이터처리부(27)에 출력한다.

[0034] 추론데이터처리부(27)는, 지표항목에 관련되는 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도에 근거하여, 복수의 설정항목을 순위결정하는 순위결정수단이다. 보다 구체적으로는, 추론데이터계산부(26)에 의하여 산출된 확률치에 근거하여 설정항목의 순위결정을 행한다. 또, 추론데이터처리부(27)는, 순위가 결정된 각 설정항목의 상태와, 보일러(2)의 각 설정항목에 실제로 입력되어 있는 입력치의 상태를 비교한다. 이 비교에 의하여, 설정항목으로의 입력치의 상태가 베이지안네트워크의 모델에 근거하여 얻어진 설정항목의 상태와 적합한지를 판정한다. 또, 추론데이터처리부(27)는, 센서데이터의 평균치, 최대치, 및 최소치와 같은 통계량을 계산한다. 추론데이터처리부(27)는, 판정한 결과 및 통계량을 리포트작성부(28)에 출력한다.

[0035] 리포트작성부(28)는, 순위가 높은 설정항목의 목표치와, 순위가 높은 설정항목의 입력치를 이용하여, 지표항목을 목표치로 제어하기 위한 정보를 표시하는 리포트의 데이터를 작성하는 출력수단이다. 리포트작성부(28)는, 작성한 데이터를 출력장치(22)에 출력한다. 예를 들면, 출력장치(22)가 디스플레이인 경우에는, 리포트가 화면에 표시된다. 또, 출력장치(22)가 프린터인 경우에는, 리포트가 종이 매체에 인쇄된다.

[0036] 이상과 같이, 본 실시형태에 관한 운전진단장치(1)에 의하면, 복수의 설정항목의 각각이 복수의 지표항목의 각각에 미치는 영향의 정도를, 추론데이터계산부(26)가 산출하고 있다. 이 운전진단장치(1)에 의하면, 복수의 지표항목에 부여되는 목표치를 동시에 만족시키기 위하여, 영향의 정도가 큰 설정항목을 확률치에 근거하여 추출

할 수 있다. 또, 추출된 설정항목의 각각이 취해야 할 값의 경향이 얻어진다. 따라서, 이 보일러(2)의 운전진단 장치(1)는, 숙련된 작업자의 판단을 필요로 하지 않고, 보일러(2)의 운전상태를 진단하여, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 만족시키기 위하여 필요한 정보를 제공할 수 있다.

[0037] 다음으로, 운전진단장치(1)를 이용한 운전진단방법에 대하여 설명한다. 도 5는, 운전진단방법의 주요한 공정을 나타내는 도이다. 운전진단방법은, 센서데이터 등을 입력하는 데이터 입력공정(S1)과, 베이지안네트워크의 모델을 관독하는 모델관독공정(S2)과, 지표항목의 목표치를 입력하는 목표치 입력공정(S3)과, 추론데이터를 계산하는 추론데이터 계산공정(S4)과, 추론데이터를 처리하는 추론데이터 처리공정(S5)과, 리프트를 출력하는 출력공정(S6)을 가지고 있다.

[0038] <데이터 입력공정(S1)>

[0039] 데이터 입력공정(S1)에서는, 보일러(2)에 설정된 센서군(14)으로부터의 센서데이터와, 보일러(2)의 설정항목에 입력된 입력치를 운전진단장치(1)에 입력한다. 이 데이터 입력공정(S1)은, 주로 데이터입력부(23)에 의하여 실행된다. 이 데이터 입력공정(S1)에서 수집되는 데이터는, 1일분, 1주일분, 또는, 1개월분과 같은 긴 기간의 데이터이다. 데이터는, 보일러(2)에 배치된 센서군(14) 및 설정항목으로부터 직접 데이터입력부(23)에 입력되어도 되고, 센서데이터와 설정항목의 입력치가 도시하지 않은 기록매체에 기록되어, 당해 기록매체로부터 관독하는 것으로 해도 된다.

[0040] <모델관독공정(S2)>

[0041] 모델관독공정(S2)에서는, 모델기록부(24)에 기록된 베이지안네트워크의 모델을 추론데이터계산부(26)에 의하여 관독한다. 이 모델관독공정(S2)은, 주로 모델기록부(24)에 의하여 실행된다. 이 모델관독공정(S2)은, 베이지안네트워크의 모델에 포함되는 확률표를 갱신할지 여부를 판정하는 갱신판정공정(S2a)과, 확률표를 갱신하는 갱신공정(S2b)과, 모델을 관독하는 관독공정(S2c)을 가지고 있다.

[0042] 먼저, 갱신판정공정(S2a)에 있어서, 모델을 갱신할지 여부를 판단한다. 모델의 갱신을 행한다고 판정한 경우(공정 S2a : YES)에는, 갱신공정(S2b)으로 이행하여, 모델갱신부(25)에 의하여 모델의 갱신을 행한다. 모델의 갱신을 행하지 않는다고 판정한 경우(공정(S2a): NO)에는, 관독공정(S2c)으로 이행한다.

[0043] <갱신공정(S2b)>

[0044] 모델을 갱신하는 갱신공정(S2b)은, 주로 모델갱신부(25)에 의하여 실행된다. 먼저, 모델갱신부(25)는, 데이터입력부(23)에 입력된 복수의 센서데이터와, 모델기록부(24)에 기록된 모델이 가지는 확률표의 데이터를 관독한다. 여기에서, 모델의 갱신에 이용되는 센서데이터는, 보일러(2)가 이상적인 상태로 운전된 경우의 데이터인 것을 필요로 한다. 다음으로, 각 센서데이터의 값을 몇 개의 상태로 분류하기 위하여 소정의 임계값을 이용하여 이산화(離散化)한다. 이어서, 분류된 각각의 상태가 존재할 확률을 산출한다. 즉, 데이터입력부(23)에 입력된 센서데이터를 이용하여, 신규의 확률표 데이터를 산출한다. 그리고, 모델기록부(24)에 기록되어 있던 확률표의 확률데이터에, 산출한 확률표의 확률데이터를 도입함으로써, 확률데이터를 갱신한다. 이와 같이, 베이스통계에 근거하는 모델에서는, 과거의 모델을 용이하게 도입하여, 새로운 모델이 얻어진다. 갱신공정(S2b)을 실행한 후에는, 관독공정(S2c)으로 이행한다.

[0045] <관독공정(S2c)>

[0046] 관독공정(S2c)에서는, 모델기록부(24)에 기록된 베이지안네트워크의 모델의 데이터가 추론데이터계산부(26)에 관독된다. 관독공정(S2c)은, 주로 모델기록부(24)와, 추론데이터계산부(26)에 의하여 행해진다.

[0047] <목표치 입력공정(S3)>

[0048] 목표치 입력공정(S3)에서는, 추론데이터 계산공정(S4)의 계산에 이용하는 지표항목의 목표치를 관독한다. 지표항목의 목표치는, 보일러(2)를 높은 효율로 운전시키거나, 혹은, 환경부하물질의 배출량을 저감시키는 등의 운전지표에 근거하고 있다. 이들 목표치는, 예를 들면, 보일러효율이 “고” 이고, 배기가스의 CO농도가 “저” 라는 등, 이산화된 상태로 입력장치(21)를 이용하여 입력된다.

[0049] <추론데이터 계산공정(S4)>

[0050] 추론데이터 계산공정(S4)은, 목표치 입력공정(S3)에 있어서 입력된 지표항목의 목표치와, 베이지안네트워크의 모델에 근거하여, 복수의 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도와, 지표항목의 목표치를 만족시키기 위한 설정항목의 목표치를 추정하는 추정공정이다. 즉, 지표항목의 목표치를 베이지안네트워크의 모델에 입력하여,

그 지표항목에 대응하는 설정항목마다의 확률치를 산출한다. 추론데이터 계산공정(S4)은, 주로 추론데이터계산부(26)에 의하여 실행된다.

[0051] 베이지안네트워크의 모델을 이용하여, 설정항목의 확률치를 계산하는 방법에 대하여 상세하게 설명한다. 베이지안네트워크는, 조건부 확률의 아이디어를 기본으로 한 베이즈의 정리에 근거하는 것이다. 먼저, 베이즈의 정리에 대하여 설명한다. 사상 A와 사상 B가 동시에 발생할 확률을 동시 확률이라고 한다. 이에 대해서, 사상 A가 발생했다는 조건하에서 사상 B가 발생할 확률을, A하에서 B가 발생할 조건부 확률이라고 하며, 다음 식 (1)로 나타낸다.

[0052] [수 1]

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \dots (1)$$

[0053]

[0054] 또, 사상 B가 발생했다는 조건하에서 사상 A가 발생할 확률을, B하에서 A가 발생하는 조건부 확률이라고 하며, 다음 식 (2)로 나타낸다.

[0055] [수 2]

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \dots (2)$$

[0056]

[0057] 베이즈의 정리는, 상기 식 (1)과 식 (2)를 이용하여 다음 식 (3)으로 나타낸다.

[0058] [수 3]

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \dots (3)$$

[0059]

[0060] 식 (3)에 나타나는 베이즈의 정리로부터, A가 발생했을 때에 B가 발생할 확률(P(B|A))로부터, B가 발생했을 때에 A가 발생할 확률(P(A|B))을 산출할 수 있다. 일반적으로는, A를 원인으로 하고, B를 결과로서 취급한다. 즉, 원인(A)이 발생했을 때에, 결과(B)가 발생할 확률로부터, 결과(B)가 발생했을 때에 원인(A)이 발생할 확률을 산출한다.

[0061] 도 6은, 보일러(2)의 설정항목과 지표항목으로 이루어지는 베이지안네트워크의 일례이다. 본 실시형태에서는, 설정항목을 원인(A)으로 규정하고, 지표항목을 결과(B)로서 규정하고 있다. 도 6은, 급수유량의 상태와 배기가스농도와와의 관계, 및 급수온도와 배기가스농도와와의 관계를 베이지안네트워크로 나타낸 것이다. 베이지안네트워크의 모델(60)은, 원인(A1)인 급수유량을 나타내는 부모노드(61)와, 원인(A2)인 급수온도를 나타내는 부모노드(62)와, 결과(B)인 배기가스농도를 나타내는 자식노드(63)를 가진다. 원인(A1)인 부모노드(61)는, 결과(B)인 자식노드(63)를 향한 화살표(64)에 의하여, 자식노드(63)와 연결되어 있다. 또, 원인(A2)인 부모노드(62)는, 결과(B)인 자식노드(63)를 향한 화살표(65)에 의하여, 자식노드(63)와 연결되어 있다.

[0062] 이들 부모노드(61, 62) 및 자식노드(63)는, 확률표(61a, 62a, 63a)를 가지고 있다. 부모노드(61)가 가지는 제1 확률표인 확률표(61a)는, 급수유량을 소정의 임계값을 이용하여 2개의 상태로 구분하여, 각각의 상태가 존재할 확률을 나타낸 것이다. 즉, 확률변수를, 급수유량이 “고”인 상태를 1로 하고, 급수유량이 “저”인 상태를 0으로 규정한다. 그리고, 급수유량의 확률변수가 “고=1”일 때에 대응할 확률이 a2이고, 급수유량이 “저=0”일 때에 대응할 확률이 a1이다.

[0063] 부모노드(62)가 가지는 제1 확률표인 확률표(62a)는, 급수온도를 소정의 임계값을 이용하여 2개의 상태로 구분하여, 각각의 상태가 존재할 확률을 나타낸 것이다. 즉, 확률변수를, 급수온도가 “고”인 상태를 1로 하고, 급수온도가 “저”인 상태를 0으로 규정한다. 그리고, 급수온도의 확률변수가 “고=1”일 때에 대응할 확률이 a4이며, 급수온도가 “저=0”일 때에 대응할 확률이 a3이다.

[0064] 자식노드(63)가 가지는 제2 확률표인 확률표(63a)는, 결과(B)인 자식노드(63)의 원인(A1)인 부모노드(61) 및 원인(A2)인 부모노드(62)에 관한 조건부 확률을 나타낸 것이다. 여기에서는, 센서데이터에 포함되는 지표항목으로서 배기가스농도를 예시한다. 자식노드(63)가 가지는 확률표(63a)는, 센서데이터 중 하나인 배기가스농도를 소정의 임계값을 이용하여 2개의 상태로 구분하여, 각각의 센서데이터 상태에 대응할 확률을 나타낸 것이다. 즉, 확률변수로서, 배기가스농도가 “고”인 상태를 1로 하고, 배기가스농도가 “저”인 상태를 0으로 규정한다. 예



를 들면, 급수유량 A1이 “저” 이고, 급수온도 A2가 “저” 일 때, 배기가스농도의 확률변수가 “저=0” 일 확률은 b11이며, 배기가스농도의 확률변수가 “고=1” 일 확률은 b21이다.

[0065] 이 베이지안네트워크의 모델(60)로부터, 배기가스농도의 확률변수(B)가 1인 경우, 즉, “배기가스농도가 높은” 경우에, 급수유량이 높은(A1=1) 경우의 확률치와, 급수온도가 높은(A2=1) 경우의 확률치를 구하는 계산예에 근거하여 설명한다.

[0066] 먼저, 배기가스농도가 높을 때(B=1)에, 급수유량이 높은(A1=1) 경우의 확률치(X1)를 산출한다. 확률치(X1)는, 상기 식 (3)을 이용하면 다음 식 (4)와 같이 나타난다. 또한, 식 (4)에서는, A1=1의 사상을 단순히 A1로 하고, B=1의 사상을 단순히 B로 나타내고 있다.

[0067] [수 4]

$$X1 = P(A1 | B) = \frac{P(B | A1)P(A1)}{P(B)} \dots (4)$$

[0068]

[0069] 여기에서, 분자 P(B)는, 하기 식 (5)로 나타난다.

[0070] [수 5]

$$\begin{aligned} P(B) &= P(B \cap A1 \cap A2) + P(B \cap \overline{A1} \cap A2) + P(B \cap A1 \cap \overline{A2}) + P(B \cap \overline{A1} \cap \overline{A2}) \\ &= P(B | A1 \cap A2)P(A1 \cap A2) + P(B | \overline{A1} \cap A2)P(\overline{A1} \cap A2) \\ &\quad + P(B | A1 \cap \overline{A2})P(A1 \cap \overline{A2}) + P(B | \overline{A1} \cap \overline{A2})P(\overline{A1} \cap \overline{A2}) \dots (5) \\ &= P(B | A1 \cap A2)P(A1)P(A2) + P(B | \overline{A1} \cap A2)P(\overline{A1})P(A2) \\ &\quad + P(B | A1 \cap \overline{A2})P(A1)P(\overline{A2}) + P(B | \overline{A1} \cap \overline{A2})P(\overline{A1})P(\overline{A2}) \\ &= B24 \times a2 \times a4 + B22 \times a1 \times a4 + B23 \times a2 \times a3 + B21 \times a1 \times a3 \end{aligned}$$

[0071]

[0072] 또, 분모 P(B | A1)는, 하기 식 (6)으로 나타난다.

[0073] [수 6]

$$\begin{aligned} P(B | A1) &= P(B | A1 \cap \overline{A2})P(\overline{A2}) + P(B | A1 \cap A2)P(A2) \dots (6) \\ &= b23 \times a3 + b24 \times a4 \end{aligned}$$

[0074]

[0075] 상기 식 (4), (5), (6)에 의하여, 배기가스농도가 높을 때에, 급수유량이 높을 확률치(X1)가 얻어진다.

[0076] 다음으로, 배기가스농도가 높을 때(B=1)에, 급수온도가 높은(A2=1) 경우의 확률치(X2)를 산출한다. 확률치(X2)는, 상기 식 (3)을 이용하면 다음 식 (7)과 같이 나타난다. 다만, 식 (7)에서는, A2=1의 사상을 단순히 A2로 하고, B=1의 사상을 단순히 B로 나타낸다.

[0077] [수 7]

$$X2 = P(A2 | B) = \frac{P(B | A2)P(A2)}{P(B)} \dots (7)$$

[0078]

[0079] 여기에서, 분자 P(B)는 상기 식 (5)에 의하여 산출된다. 또, 분모 P(B | A2)는, 다음 식 (8)로 나타난다.

[0080] [수 8]

$$\begin{aligned} P(B | A2) &= P(B | \overline{A1} \cap A2)P(\overline{A1}) + P(B | A1 \cap A2)P(A1) \dots (8) \\ &= b22 \times a1 + b24 \times a2 \end{aligned}$$

[0081]

[0082] 상기 식 (5), (7), (8)에 의하여, 배기가스농도가 높을 때에, 급수온도가 높을 확률치(X2)가 얻어진다.

[0083] 이상의 계산에 의하여, 배기가스농도가 높을 때(B=1)에 급수유량이 높을 경우(A1=1)의 확률치(X1)와, 배기가스농도가 높을 때(B=1)에 급수온도가 높을 경우(A2=1)의 확률치(X2)가 산출된다. 이들 확률치(X1) 및 확률치(X2)에 의하여, 급수유량 및 급수온도와 같은 각각의 설정항목이, 배기가스농도와 같은 지표항목에 미치는 영향의

정도와, 지표항목의 목표치를 만족시키기 위한 설정항목의 목표치를 추정할 수 있다. 예를 들면, 확률치(X1)가 확률치(X2)보다 큰 경우에는, 지표항목인 배기가스농도에 미치는 영향의 정도는, 급수온도보다 급수유량이 크다고 상정된다.

[0084] 상기 서술한 바와 같이, 베이지안네트워크의 모델을 보일러(2)의 운전진단에 적용하는 경우에는, 원인(A)을 설정항목으로 규정하고, 결과(B)를 센서데이터로 규정한다. 그리고, 설정항목이 소정 상태였을 때에 얻어지는 센서데이터에 포함되는 지표항목의 확률(P(B|A))을 과거의 데이터로부터 계산하면, 지표항목의 상태가 소정의 목표치일 때의 설정항목의 확률(P(A|B))을 추론할 수 있다.

[0085] 다만, 확률변수가 취하는 값(상기 서술의 예에서는, 0 또는 1)은, 계산기의 처리 능력의 제약에 의하여, 이산치로서 취급된다. 따라서, 연속값을 취하는 센서데이터를 취급하는 경우에는, 소정의 임계값을 이용하여, 고, 중, 저 등과 같이 이산화하는 처리를 행할 필요가 있다.

[0086] <추론데이터 처리공정(S5)>

[0087] 도 5에 나타나는 바와 같이, 추론데이터 처리공정(S5)은, 추론데이터계산부(26)에 있어서 산출된 데이터에 대해서, 리포트의 작성에 필요한 데이터 처리를 행한다. 이 추론데이터 처리공정(S5)은, 순위결정공정(S5a)과, 비교공정(S5b)을 가지고 있다. 순위결정공정(S5a)에서는, 설정항목이 지표항목에 미치는 영향의 정도(확률치)에 근거하여, 복수의 설정항목을 순위결정한다. 순위결정공정(S5a)은, 주로 추론데이터처리부(27)에 의하여 실행된다. 예를 들면, 이상적인 보일러(2)의 운전상태의 목표치로서, 보일러효율을 높게 설정하고, 환경부하물질의 배출농도를 낮게 설정한다. 이들 목표치와 베이지안네트워크의 모델로부터는, 각각의 지표항목에 대응하는 설정항목과, 그 설정항목이 취할 수 있는 상태가 확률치에 의하여 얻어진다. 이 확률치가 가장 큰 설정항목을 제1위로 하여, 확률치의 크기를 영향도의 크기로 하여 순위를 결정한다. 지표항목에 대한 설정항목의 확률치가 큰 순서로 순위를 결정하고, 확률이 큰 설정항목으로부터 순차 개선해 나가면, 보일러(2)의 운전상태는 이상적인 상태에 가까워진다. 또, 비교공정(S5b)에서는, 보일러(2)의 설정항목에 입력된 입력치의 상태와, 추론데이터계산공정(S4)에 있어서 산출된 지표항목의 목표치를 만족시키는 설정항목의 상태를 비교한다. 이 비교에 의하여, 보일러(2)의 설정항목에 입력된 입력치의 상태가, 추론데이터계산공정(S4)에 있어서 산출된 지표항목의 목표치를 만족하는 설정항목의 상태와 적합한지를 판정한다. 또한, 추론데이터 처리공정(S5)에서는, 센서데이터마다, 평가대상 기간 중의 통계량을 산출한다. 통계량에는, 평균치, 최대치, 최소치 등이 있다.

[0088] <출력공정(S6)>

[0089] 출력공정(S6)에서는, 추론데이터 처리공정(S5)에 의하여 부여된 순위가 높은 설정항목의 목표치와, 순위가 높은 설정항목의 입력치를 이용하여, 지표항목을 목표치로 제어하기 위한 정보를 출력한다. 이 출력공정(S6)은, 주로 리포트작성부(28)에 의하여 실행된다. 출력공정(S6)에 있어서 작성된 데이터는, 출력장치(22)인 디스플레이 또는 프린터에 출력된다. 리포트의 일례를 도 7에 나타낸다. 도 7에 나타내는 바와 같이, 리포트(70)는, 보일러(2)의 운전상태의 지표항목을 표시하는 표(71)와, 운전상태를 개선하기 위하여 필요한 정보를 표시하는 표(72)를 가지고 있다.

[0090] 리포트(70)의 표(71)에는, 보일러(2)의 운전상태를 나타내는 정보가 표시된다. 이 표(71)에는, 지표항목을 표시하는 란(71a)과, 센서군(14)에 의하여 취득된 지표항목의 데이터의 통계량을 표시하는 란(71b)과, 지표항목의 데이터를 이산화한 결과를 표시하는 란(71c)이 있다. 통계량에는, 예를 들면, 평균치, 최대치, 및 최소치가 있다. 또, 이산화한 결과에는, 예를 들면, 보일러효율을 나타내는 열과 같이, “저” · “중” · “고”와 같은 이산화 상태와, “저”는 90.2 미만이고, “중”은 90.2 이상 93.4 미만이며, “고”는 93.4 이상이라는 등의 이산화에 이용되는 임계값과, “저”는 13.5%이고, “중”은 74.5%이며, “고”는 12%라는 등의 각각의 상태의 확률분포가 나타난다.

[0091] 리포트(70)의 표(72)에는, 지표항목을 목표치로 제어하기 위한 정보인 보일러(2)의 운전상태를 이상적인 상태에 근접시키기 위하여 필요한 설정의 정보가 표시된다. 이 표(72)에는, 순위결정공정(S5a)에 의하여 부여된 순위가 높은 설정항목을 표시하는 란(72a)과, 설정항목의 바람직한 상태를 표시하는 란(72b)과, 순위가 높은 설정항목의 입력치인 설정항목의 상태를 표시하는 란(72c)과, 운전상태를 개선하기 위한 설정항목에 대한 진단 결과를 나타내는 란(72d)이 있다. 예를 들면, 블로우유량을 나타내는 열을 참조하면, 블로우유량은 큰 것이 바람직하고, 현재 상태는 (대 · 중 · 소) 중, 대의 비율이 0%이며, 블로우유량을 크게 하도록 입력치를 조정하는 것이 바람직한 것을 알 수 있다.

[0092] 이상과 같이, 본 실시형태에 관한 운전진단방법에 의하면, 복수의 설정항목의 각각이 복수의 지표항목의 각각에

미치는 영향의 정도를, 베이지안네트워크를 이용하여 산출하고 있다. 이 방법에 의하면, 복수의 지표항목에 부여되는 목표치를 동시에 만족시키기 위하여, 영향의 정도가 큰 설정항목을 추출할 수 있다. 또, 추출된 설정항목의 각각이 취해야 할 값의 경향이 얻어진다. 따라서, 이 보일러(2)의 운전진단방법은, 숙련된 작업자의 판단을 필요로 하지 않고, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 만족시키기 위하여 필요한 설정을 제공할 수 있다.

[0093] 또, 본 실시형태에 관한 운전진단방법에서는, 설정항목에 입력된 입력치와, 보일러(2)에 마련된 센서에 의하여 취득된 지표항목의 측정치인 센서데이터를 취득하는 데이터 입력공정(S1)과, 입력치 및 센서데이터에 근거하여, 부모노드(61, 62)가 가지는 제1 확률표(61a, 62a)와, 자식노드(63)가 가지는 제2 확률표(63a)를 갱신하는 갱신공정(S2b)을 더욱 가지고 있어도 된다. 이 경우에는, 베이지안네트워크를 구성하는 각각의 노드(61, 62, 63)가 포함하는 확률표(61a, 62a, 63a)가 갱신되기 때문에, 확률표(61a, 62a, 63a)가 가지는 확률의 데이터의 정밀도가 높아진다. 따라서, 영향의 정도가 큰 설정항목을 추출하는 정밀도를 보다 높일 수 있다.

[0094] 다만, 상기 서술한 실시형태는 운전진단장치(1) 및 운전진단방법의 일례를 나타내는 것이다. 본 발명에 관한 운전진단장치(1) 및 운전진단방법은, 상기 서술한 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 청구항에 기재한 요지를 변경하지 않는 범위에서, 상기 서술한 실시형태에 관한 운전진단장치(1) 및 운전진단방법을 변형하고, 또는 다른 것에 적용한 것이어도 된다.

[0095] 지표항목은, 상기 서술한 항목과 다른 센서데이터를 이용해도 된다. 또, 설정항목에는, 상기 서술한 항목과 다른 항목을 설정항목으로 해도 된다.

[0096] 산업상 이용가능성

[0097] 순환유동충보일러의 운전진단방법 및 운전진단장치에 의하면, 숙련된 작업자의 판단을 필요로 하지 않고, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 만족시키기 위한 설정을 제공할 수 있다.

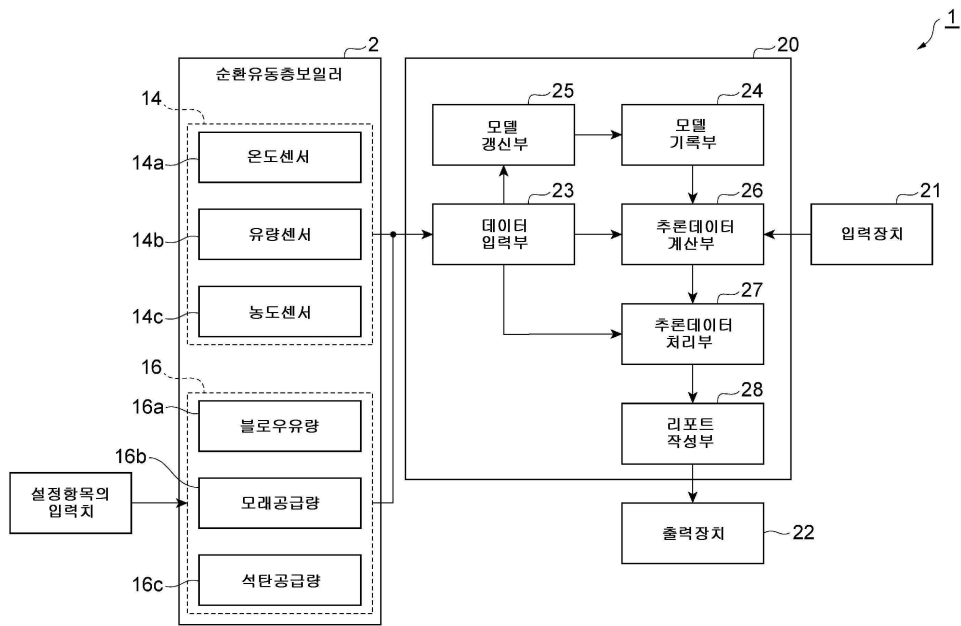
**부호의 설명**

- [0098] 1: 운전진단장치  
 2: 순환유동충보일러  
 14: 센서군  
 16: 설정항목군  
 20: 데이터처리장치  
 21: 입력장치  
 22: 출력장치  
 23: 데이터입력부  
 24: 모델기록부  
 25: 모델갱신부  
 26: 추론데이터계산부  
 27: 추론데이터처리부  
 28: 리포트작성부  
 50, 60: 모델  
 61, 62: 부모노드  
 61a, 62a, 63a: 확률표  
 63: 자식노드  
 70: 리포트  
 S1: 데이터 입력공정

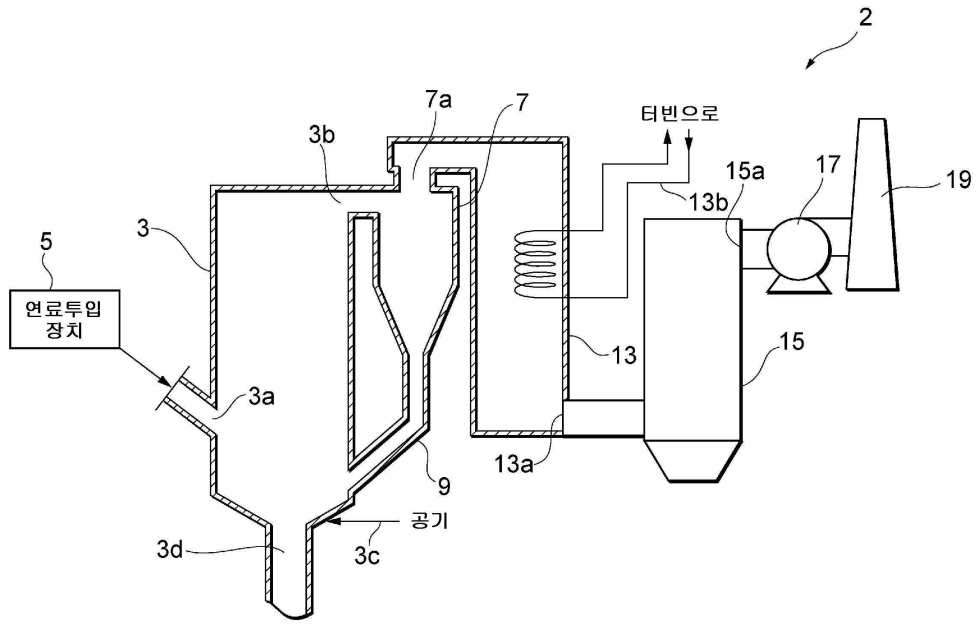
- S2: 모델판독공정
- S3: 목표치 입력공정
- S4: 추론데이터 계산공정
- S5: 추론데이터 처리공정
- S5a: 순위결정공정
- S6: 출력공정

도면

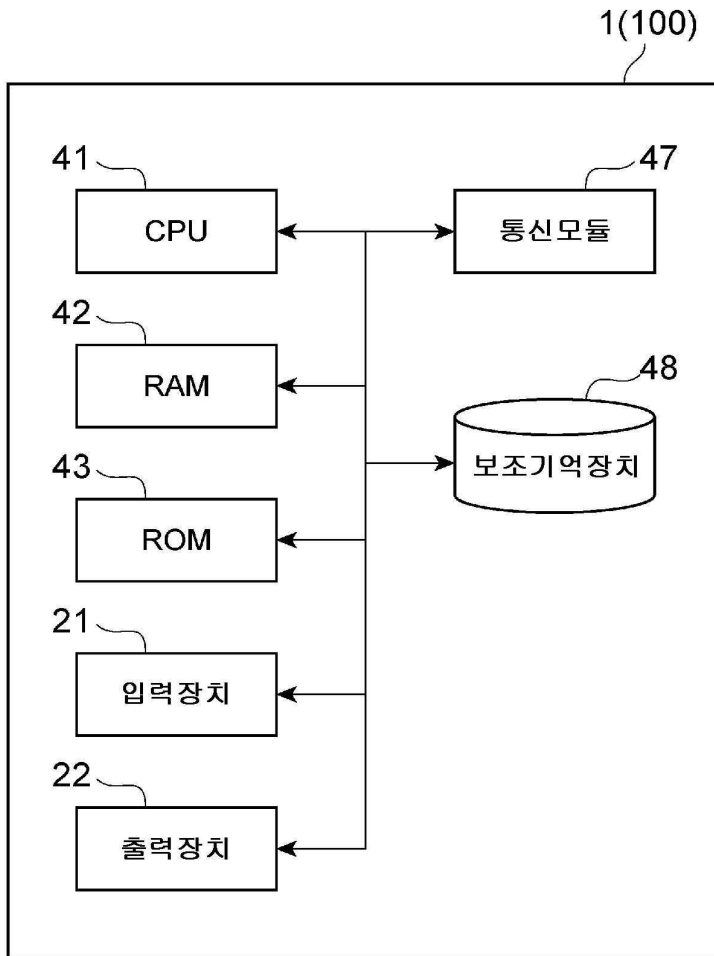
도면1



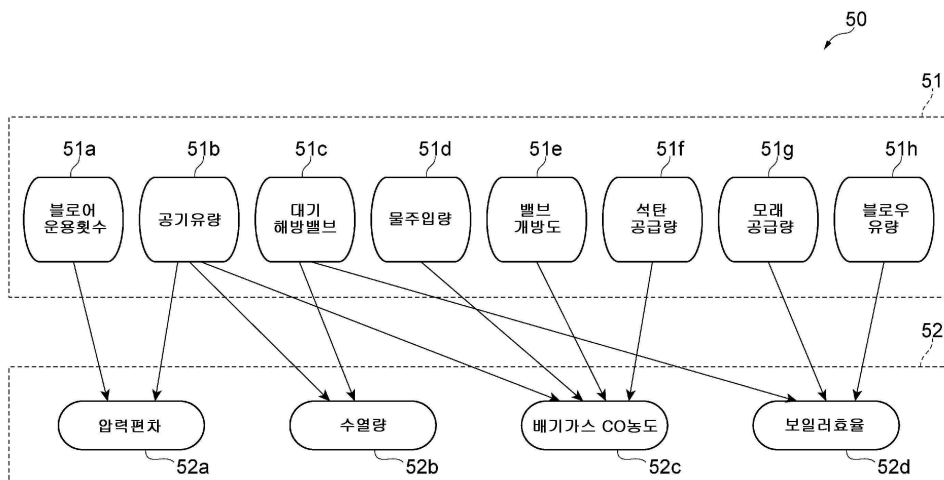
도면2



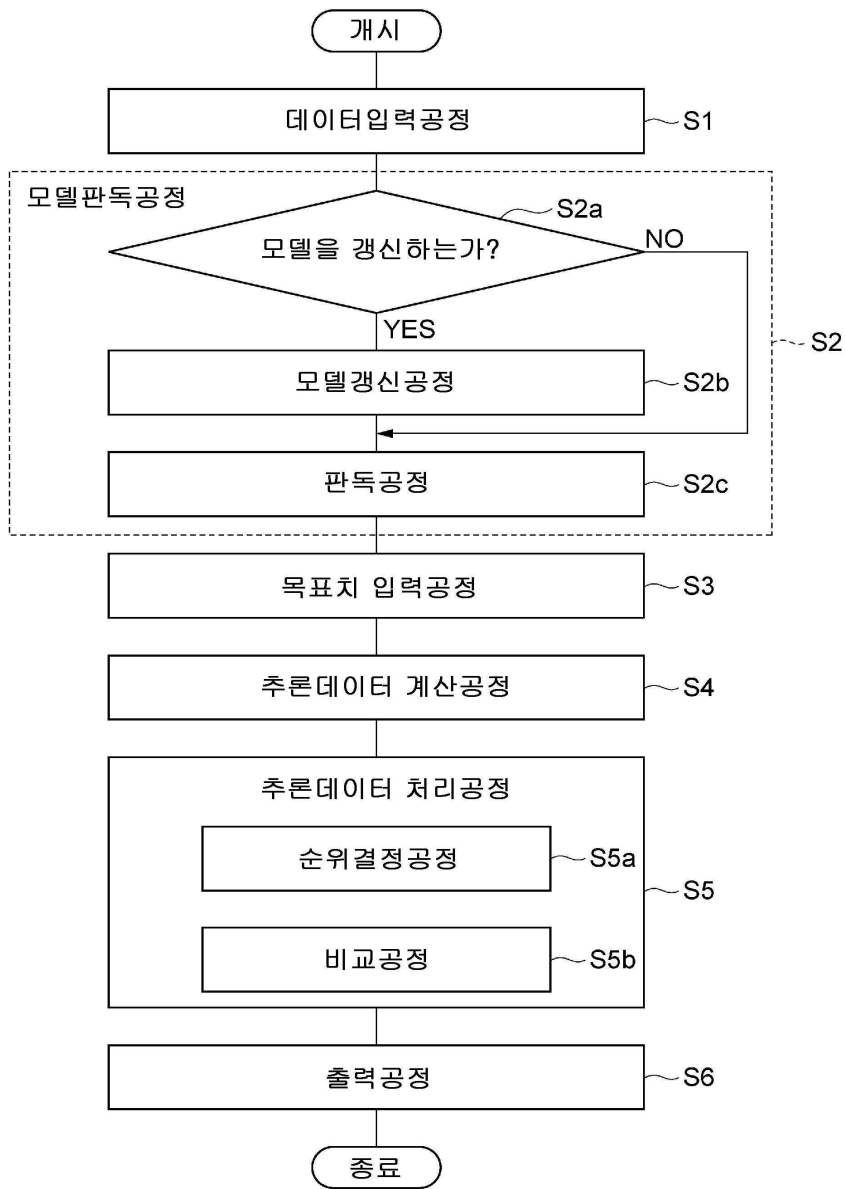
도면3



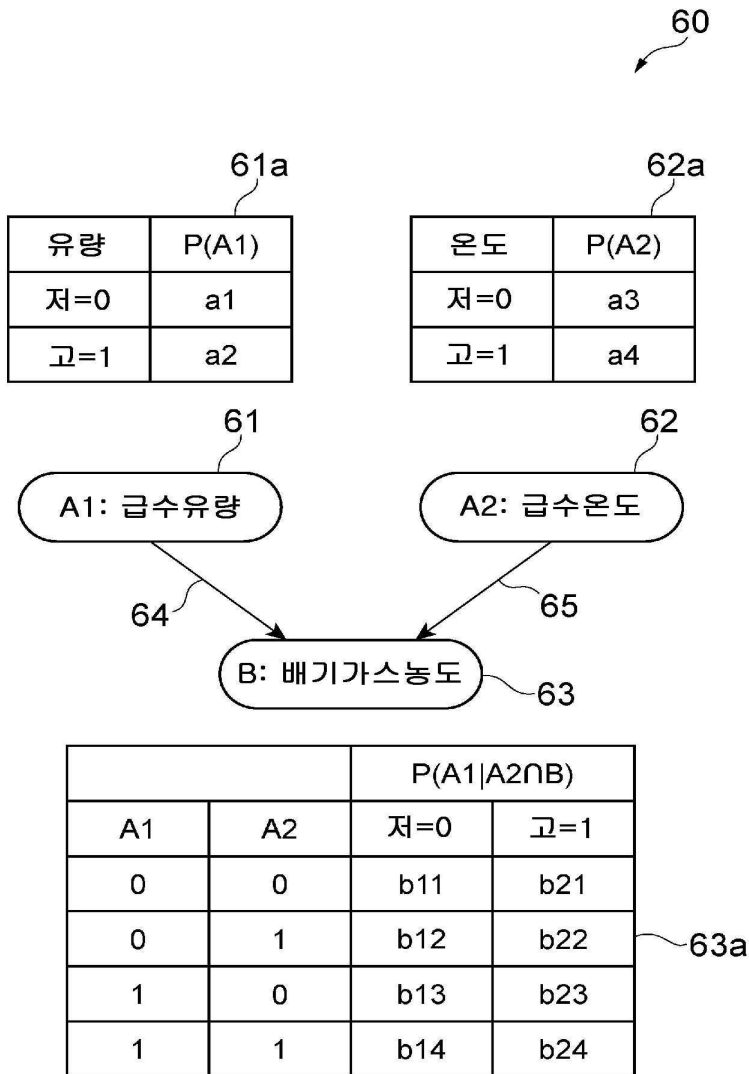
도면4



도면5



도면6





도면7

지표항목	71b			71c		
	71a 평균	최대	최소	상태		확률분포
보일러효율 [%]	91.8	100	83.1	저	~90.2	13.5%
				중	90.2~93.4	74.5%
				고	93.4~	12.0%
압력편차 [MPa]	0.00486	0.382	-0.832	(-)	~-0.13	14.1%
				0	-0.13~0.14	72.2%
				(+)	0.14~	13.7%
수열량 [MW]	19.9	18.8	15.0	소	~18.0	18.0%
				중	18.0~21.7	72.1%
				대	21.7~	9.91%
배기가스 NOx농도 [ppm]	73.6	135	57.1	저	~68.4	14.0%
				중	68.4~78.8	68.6%
				고	78.8~	17.3%

순위	72a 설정항목	72b 바람직한 상태	72c 현상	72d 코멘트
2	블로어 운용횟수	중	중의 비율이 72%	유지
3	공기유량	중	중의 비율이 77%	유지
4	물주입량	중	중의 비율이 68%	유지
5	모래 공급량	중	중의 비율이 69%	유지
6	밸브개방도	소	소의 비율이 0%	조정 필요
7	대기해방밸브	중	중의 비율이 51%	유지
8	석탄공급량	중	중의 비율이 74%	유지