



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0131246
(43) 공개일자 2018년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 19/418 (2006.01) G05B 23/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G05B 19/41885 (2013.01)
G05B 19/4183 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0067995
(22) 출원일자 2017년05월31일
심사청구일자 2017년05월31일

(71) 출원인
주식회사 지오네트
경기도 성남시 중원구 둔촌대로 537, 801호 (상대원동, 쌍용아이티타워1차)
(72) 발명자
권영민
서울특별시 강남구 광평로19길 15, 103동 702호 (일원동, 목련타운아파트)
이준원
경기도 군포시 변영로200번길 31, 502동 402호(부곡동, 삼성마을)
(74) 대리인
특허법인대한

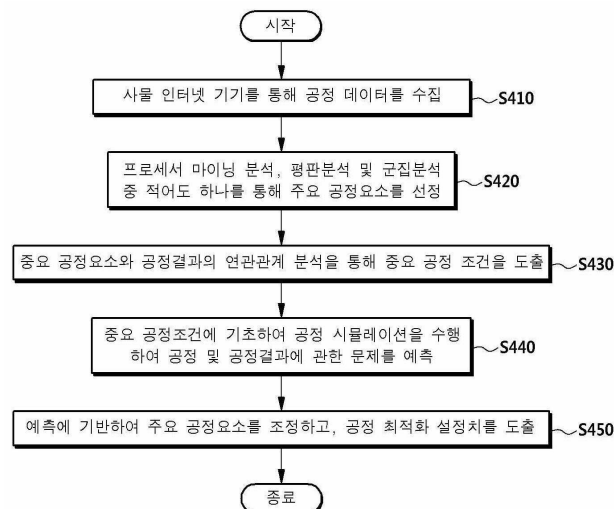
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법

(57) 요약

본 발명의 실시 예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법은 사물 인터넷 기기를 통해 주요설비, 공정환경 및 센서값에 관한 공정 데이터를 수집하는 단계와, 수집된 공정 데이터에 대해 프로세서 마이닝 분석, 평판 분석 및 군집 분석 중 적어도 하나의 방법을 통한 분석에 기초하여 주요 공정요인을 선정하는 단계와, 빅데이터 분석 모델을 통해 주요 공정요인과 공정결과 변화량의 연관관계를 분석함으로써 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정 조건을 도출하는 단계 및 중요 공정 조건에 기초하여 공정 시뮬레이션을 수행하여 공정결과 변화량 및 공정에 관한 문제를 예측하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

G05B 23/0243 (2013.01)

G05B 23/0283 (2013.01)

Y02P 90/10 (2015.11)

Y02P 90/26 (2015.11)

명세서

청구범위

청구항 1

주요설비, 공정환경 및 센서값에 관한 공정 데이터를 수집하는 단계;

상기 수집된 공정 데이터에 대해 프로세서 마이닝 분석, 평판 분석 및 군집 분석 중 적어도 하나의 방법을 통한 분석에 기초하여 주요 공정요인을 선정하는 단계;

빅데이터 분석 모델을 통해 상기 주요 공정요인과 공정결과 변화량의 연관관계를 분석함으로써 상기 공정결과 변화량에 영향을 미치는 주요 공정 조건을 도출하는 단계; 및

상기 주요 공정 조건에 기초하여 공정 시뮬레이션을 수행하여 공정결과 변화량 및 공정에 관한 문제를 예측하는 단계;를 포함하는, 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 예측에 기반하여 상기 주요 공정요인 조정하고, 공정 최적화 설정치를 도출하는 단계를 더 포함하는, 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 주요 공정 조건을 도출하는 단계는,

상기 프로세서 마이닝 분석, 평판분석 및 군집분석 중 적어도 하나의 방법을 통해 상기 빅데이터 분석 모델을 설립하는 단계; 및

상기 빅데이터 분석 모델을 기반으로 공정 데이터와 공정결과 변화량 간의 연관관계를 분석하고, 불량 및 문제 종류별로 가장 많은 인스턴스의 비율을 차지하는 공정 데이터와 공정결과 변화량 간의 연관관계를 주요 공정 조건으로 선별하는 단계를 포함하는, 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 공정 데이터를 수집하는 단계는,

상기 수집된 공정 데이터에 대한 빅데이터 분석을 통해 공정 데이터 군집을 도출하는 단계를 더 포함하는, 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 빅데이터 분석은,

공정 데이터 군집화를 위해 공정 수행에 따라 실시간으로 생성되는 공정 데이터를 하나씩 추가함으로써 동일한 군집에 넣을 것인지 말 것인지를 결정하여, 미리 설정된 범주 내에 동일하거나 유사한 공정 데이터들로 구분하는, 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

빅데이터 분석 모델을 설립하기 위해,

특정 공정에 대한 이벤트 로그를 수집하는 단계;

상기 이벤트 로그에 전처리 과정을 수행하고, 분석 과정을 통해 이벤트 로그가 수집된 특정 공정에 대한 프로세스 모델을 생성하는 단계; 및

사용자에 의해 선택된 옵션 항목에 따라 계산된 단위 프로세스들 사이의 수치가 임계값보다 작은 연결 경로를 삭제하여 최종 프로세스 모델을 생성하는 단계;를 더 포함하는, 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 빅데이터 분석을 통하여 생산 공정에서의 품질 및 설비문제를 예측함으로써 공정 최적화를 구현하는 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다수의 단계로 구성된 일련의 공정을 수행하는 경우, 각각의 공정마다 유기적인 연결에 따른 무결성 보장과 신뢰도가 매우 중요하다. 이러한 무결성을 달성하기 위해 공정에서는 주요설비의 입력값부터 각 공정의 이상 유무 판정 및 원인 진단이 파악 가능한 효율적인 공정관리 시스템의 개발이 필요하다.

[0003] 과거 발전소 공정 제어의 시뮬레이션은 계측된 센서값을 기반으로 수식에 의해 결과를 산출하는 방식으로 수행되기 때문에 공정시스템의 환경변화에 의해 계측값에 발생한 변화를 고려할 수 없었다. 이렇게 환경변화를 고려하지 않고 수식에 의한 기존의 센서값의 변화량에 대해서만 시뮬레이션을 수행할 경우, 실제와 다른 공정결과를 산출하기 때문에 실제통과 유사도 및 신뢰도가 떨어지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1640181호(2015년6월15일, "통계적 공정 관리 시스템 및 관리 방법")

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 빅데이터 분석을 이용하여 생산 공정에서의 설비문제를 예측하고, 센서 오류로 인한 부정 오류 검출을 줄임으로써 공정 최적화를 구현하는 기술적 수단을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시 예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법은 사물 인터넷 기기를 통해 주요설비, 공정 환경 및 센서값에 관한 공정 데이터를 수집하는 단계와, 상기 수집된 공정 데이터에 대해 프로세서 마이닝 분석, 평판 분석 및 군집 분석 중 적어도 하나의 방법을 통한 분석에 기초하여 주요 공정요인을 선정하는 단계와, 빅데이터 분석 모델을 통해 상기 주요 공정요인과 공정결과 변화량의 연관관계를 분석함으로써 공정결과 변화량에 영향을 미치는 주요 공정 조건을 도출하는 단계 및 상기 주요 공정 조건에 기초하여 공정 시뮬레이션을 수행하여 공정결과 변화량 및 공정에 관한 문제를 예측하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 발명의 다른 실시 예는 예측에 기반하여 상기 주요 공정요인 조정하고, 공정 최적화 설정치를 도출하는 단계를 더 포함한다.

[0008] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상기 주요 공정 조건을 도출하는 단계는 빅데이터 분석 분석, 평판분석 및 군집 분석 중 적어도 하나의 방법을 통해 빅데이터 분석 모델을 설립하는 단계 및 빅데이터 분석 모델을 기반으로 공정 데이터와 공정결과 변화량 간의 연관관계를 분석하고, 불량 및 문제종류별로 가장 많은 인스턴스의 비율을 차지하는 공정 데이터와 공정결과 변화량 간의 연관관계를 주요 공정 조건으로 선별하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상기 공정 데이터를 수집하는 단계는 수집된 공정 데이터에 대한 빅데이터 분석

을 통해 공정 데이터 군집을 도출하는 단계를 더 포함한다.

- [0010] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상기 빅데이터 분석은 공정 데이터 군집화를 위해 공정 수행에 따라 실시간으로 생성되는 공정 데이터를 하나씩 추가함으로써 동일한 군집에 넣을 것인지 말 것인지를 결정하여, 미리 설정된 범주 내에 동일하거나 유사한 공정 데이터들로 구분한다.
- [0011] 본 발명의 다른 실시 예는 빅데이터 분석 모델을 설립하기 위해,
- [0012] 특정 공정에 대한 이벤트 로그를 수집하는 단계와, 상기 이벤트 로그에 전처리 과정을 수행하고, 분석 과정을 통해 이벤트 로그가 수집된 특정 공정에 대한 프로세스 모델을 생성하는 단계 및 사용자에게 의해 선택된 옵션 항목에 따라 계산된 단위 프로세스들 사이의 수치가 임계값보다 작은 연결 경로를 삭제하여 최종 프로세스 모델을 생성하는 단계를 더 포함한다.
- [0013] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상기 사용자 명령에 따라 선택되는 옵션 항목은 복수의 공정 요소간의 관계, 공정 흐름의 구조, 중복되는 공정의 횟수 및 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정 조건 중 적어도 하나이다.
- [0014] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상기 공정 시뮬레이션은 현재의 주요설비, 공정환경 및 센서값을 나타내는 공정 데이터와 공정결과 변화량의 연관관계를 분석한 정보와, 외부환경 데이터 수치 및 공정변수를 포함하는 기준정보를 조정하며 입력했을 때의 비교치를 시뮬레이션한다.
- [0015] 본 발명의 다른 실시 예는 시뮬레이션 정보에 기초하여 사용자가 주요 공정요소를 조정하도록 사용자 인터페이스를 제공하는 단계를 더 포함한다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 다양한 공정 변수들을 추적하고, 빅데이터 분석을 통하여 추적된 데이터로부터 공정요인과 공정결과 변화량 간의 연관관계를 도출하고 이로부터 센서 오류로 인한 부정 오류 검출을 줄이고, 공정 최적화를 유지할 수 있는 새로운 공정 설정치 조합을 생성함으로써, 변화하는 공정 상태를 예측하는 것이 가능하다.
- [0017] 아울러, 사용자에게 시뮬레이션 정보를 바탕으로 사용자가 공정변수를 조정하는 할 수 있는 인터페이스를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 2는 공정 설비 및 공정 환경에 관한 공정 데이터를 수집하기 위한 방안을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예를 적용하기 위한 열 교환기 계통의 개략적인 단면을 도시한다.
- 도 4는 열 교환기 계통의 흐름을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 열 교환기 계통의 시뮬레이션 상의 설비 이상을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 열 교환기 계통의 시뮬레이션 상의 센서 이상을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 도 4에 도시된 공정 설비에 구비된 센서값의 변화를 분석하기 위해 이용되는 표를 도시한다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 공정 시뮬레이션을 위한 순서도를 도시한다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 실시 예들을 설명하기에 앞서, 종래의 통계적 공정 관리에서 발생하는 문제점들을 검토한 후, 이들 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 개괄적으로 소개하도록 한다.
- [0020] 통계적 공정 모니터링 방법은 양질의 공정 데이터만 주어진다면 통계적 처리를 접목하여 비교적 쉽게 모니터링을 할 수 있고 공정의 데이터 분석에 이용할 수 있는 도구를 얻을 수 있다는 장점이 있다.
- [0021] 그러나 실제 공정에서는 비선형, 다중 운전 모드, 공정 상태 변화로 인해 기존의 다변량 통계적 방법을 이용한

공정 모니터링 기법은 비효율적이거나, 공정 감시 성능의 저하 등 종종 신뢰할 수 없는 결과를 야기한다.

- [0022] 일반적으로 공정에서 이용되는 장비를 처음 개발할 때와 장비를 가동한 후 일정 시간이 흐른 후의 특성이 다르게 나타나는데, 일정 시간이 흐른 후에는 기계적인 마모, 소착, 변형 내지 피로 등 다양한 형태의 특성이 변화하여 기계의 성능이 저하되고, 이는 공정의 불안정화와 더불어 제품의 성능과 신뢰도를 떨어뜨리는 요인이 되고 있다. 또한, 온도, 습도, 바람 등의 공정 환경의 변화에도 생산되는 공정결과 변화량에 차이가 발생할 수 있다.
- [0023] 그러나, 이러한 장비 및 시스템의 신뢰성 저하나 공정 환경의 변화를 직접적으로 신속히 파악할 수 있는 방법은 구비되어 있지 않다.
- [0024] 시스템을 관리하고 운영하는 엔지니어도 장비의 작동 여부 및 장비의 파라미터 설정에 대한 지식만을 가질 뿐, 장비 및 시스템의 신뢰도가 어떻게 변화하는지는 알기 어렵다.
- [0025] 따라서, 이러한 공정의 이상 유무 파악 및 신뢰성 파악을 하기 위해서는 공정으로부터 발생하는 수많은 공정 변수를 데이터베이스에 축적하고, 빅데이터 분석을 통하여 공정관리 시스템의 동적인 운영 및 구축이 필요하다.
- [0026] 이하에서 기술되는 본 발명의 실시예들이 제안하는 빅데이터 분석 기반의 공정 관리 시스템의 기능은 각 공정에서 읽어들이는 수많은 공정 변수와 공정결과 변수로부터 최적화 조건을 만들고, 센서 오류로 인한 부정 오류 검출을 줄일 수 있는 공정관리의 새로운 공정 최적화 설정치 조합을 구해내는 것이다. 공정의 중단없이 실시간으로 현재 주어진 상황에 최적화된 공정 규격을 수시로 새롭게 생성함으로서, 공정 규격이 고정된 값이 아니라 상황에 대응하여 변화되는 동적인 값이 되는 것이다.
- [0027]
- [0028] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면 전체에 걸쳐 동일한 구성 요소들은 가능한 동일한 도면 부호로 나타내고 있음에 유의하여야 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 시스템의 구성을 나타내는 블록도이고, 도 2는 공정 설비 및 공정 환경에 관한 공정 데이터를 수집하기 위한 방안을 설명하기 위한 도면이다.
- [0030]
- [0031] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 시스템(100)은 데이터 수집부(110), 통신부(120), 빅데이터 분석부(111), 주요 공정요인 선정부(130), 중요 공정조건 도출부(140), 데이터베이스(150), 공정 시뮬레이션부(160), 최적 공정조건 산출부(170) 및 사용자 인터페이스(180)를 포함하여 구성된다.
- [0032] 데이터 수집부(110)는 통신부(120)를 통해 주요설비 및 각종 센서들과 통신하여 공정 데이터와 공정결과 변화량 데이터를 획득하여 데이터베이스(150)에 저장한다. 도 2를 참조하면, 각종 센서는 온도 센서, 습도 센서, 홀 센서, 가속도 센서, 진동 센서, 전원(전류)센서, 유류(유속) 센서 등을 포함할 수 있다. 또한, PLC를 공정설비에 부착하여 설비이력(가공 정보 및 가공 시 설비 상태 정보 등의 대용량 데이터)를 수집할 수 있다.
- [0033] 또한, 공정 처리 데이터로서, 사용자가 직접 값을 입력한 공정 데이터, 설비 제조사에서 제공한 매뉴얼 및 TPM 예방정비를 위해 제조사에서 제공하는 별도의 예방정비 항목에 관한 데이터와, 공정 프로세스의 전처리 과정에 서 발생하는 공정 데이터도 수집할 수 있다.
- [0034] 아울러, 레거시 데이터를 수집할 수 있으며, ERP, MES, POP 시스템 등 서로 다른 전사적 시스템 및 초중종물 관리, Lot tracking로부터 생산 이력 데이터를 수집할 수 있다.
- [0035] 데이터 수집부(110)는 사물 인터넷(IoT) 기기로부터 수신된 데이터를 선형 이론에 근거하여 선형성분의 모델로 변환하여 데이터베이스(150)에 저장한다. 수집되는 데이터는 지정된 별도의 테이블 스페이스 영역에 할당될 수 있다.
- [0036] 여기서, 공정 데이터는 사물 인터넷 기기가 온도 센서, 습도 센서, 이산화탄소 센서, 감지 센서, 연기 센서, 진동 센서, 유속 센서에 의한 센서값 및 공정 환경 데이터와, 전력량계, 수도 계량기, 통풍 팬, 챔버 및 냉난방기 장치와 연계하여 검출되는 설비 데이터를 포함한다. 여기서 설비 데이터는 설비의 중량, 최대 압력, 세정 정도, 가공 능력, 스트로크(stroke), 회전수, 최대 속도, 동작 반경, 최대 스윙, 최대 가공물의 사이즈, 일일 생산능력 중 적어도 하나를 포함한다.

- [0037] 통신부(120)는 사물 인터넷 기기를 통해 주요설비 및 각종 센서들과 정보를 송수신한다. 사물 인터넷(IoT: Internet of Things)은 무선 인터넷을 기반으로 다양한 장치를 연결하고 센서를 통해 환경 정보를 획득하며, 이를 기반으로 제어하는 여러 기술이 융합된 컴퓨팅 시스템이다.
- [0038] 이러한 IoT 환경에서 애플리케이션은 네트워크에 연결된 여러 장치 또는 기기를 이용하여 사용자에게 유용한 정보와 편의를 제공할 수 있는데, IoT 기기들은 단순한 정보를 제공하기도 하고, 다수 기기들의 협업에 의한 서비스를 제공하기도 한다.
- [0039] 여기에서, 사물을 지칭하는 IoT 기기는 가전제품, 모바일 장비 및 컴퓨터 등 다양한 임베디드 시스템으로 이루어질 수 있으며, 각각의 사물들은 자신을 구별하는 식별인자, 통신 기능 및 데이터를 처리할 수 있는 기능 등이 포함된다.
- [0040] 본 발명에서 사물 인터넷 기기는 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 대상인 주요설비의 상태 및 공정 환경을 측정하는 각종 설비 및 센서에 대해 IoT 기술 기반의 서비스 대상이 되는 스마트 기기나 센서 등을 의미할 수 있다.
- [0041] 빅데이터 분석부(111)는 공정 데이터 군집화를 위해 공정 데이터를 하나씩 추가함으로써 동일한 군집에 넣을 것인지를 결정하는 방식으로 공정 데이터를 군집화한다. 군집화의 시작 단계에서 개별 개체를 각각 하나의 군집으로 보고 가장 유사한 것들을 동일 군집으로 묶어가는 병합적 방법을 구현할 수 있다. 또는, 군집화의 시작 단계에서 전체 개체들을 하나의 군집으로 보고 이들을 군집사이의 비유사성이 가장 커지도록 두 군집으로 구분하는 분할적 방법을 구현할 수 있다.
- [0042] 구체적으로, 빅데이터 분석부(111)는 공정 데이터를 군집화하는 알고리즘은 각 개체를 하나씩 추가함으로써 동일한 군집에 넣을 것인지 넣지 않을 것인지를 결정하는 방식을 이용한다.
- [0043] 주요 공정요인 선정부(130)는 공정 데이터에 대한 프로세서 마이닝 분석, 평판분석 및 군집분석 중 적어도 하나의 방법을 통해 주요 공정요인을 선정한다.
- [0044] 중요 공정조건 도출부(140)는 빅데이터 분석 모델에 의해 분석된 공정 데이터와 공정결과 변화량의 연관관계에 따라 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정요인을 도출한다.
- [0045] 구체적으로, 중요 공정조건 도출부(140)는 설립된 빅데이터 분석 모델을 기반으로 공정 데이터와 공정결과 변화량 간의 연관관계를 분석하고, 불량 및 문제종류별로 가장 많은 인스턴스의 비율을 차지하는 공정 데이터와 공정결과 변화량 간의 연관관계를 중요 공정조건으로 선별한다. 즉, 주요 공정 데이터와 공정결과 변화량간의 연관관계를 중요 공정조건으로 도출한다.
- [0046] 여기서, 빅데이터 분석은 공정관리를 지원하는 다양한 정보시스템에 기록된 이벤트 로그를 분석하여 프로세스모델을 자동으로 도출하는 것을 지원한다.
- [0047] 빅데이터 분석은 이벤트 로그와 프로세스 모델 간에 발견(discovery), 순응도(conformance), 확장(enhancement)과 같은 세 가지 유형의 마이닝을 제공할 수 있다. 여기서, 발견은 이벤트 로그에서 프로세스 모델의 자동 발견을 지원하고, 순응도는 이벤트 로그와 프로세스 모델 간 일치 정도를 분석한다. 확장은 발견된 프로세스 모델을 시간 정보 등을 통해서 확장시키는 것이다.
- [0048] 빅데이터 분석은 이와 같은 세 가지 유형의 마이닝과 독립적으로 다음과 같은 다양한 관점의 분석을 지원할 수 있다.
- [0049] 첫째, 통제흐름(control-flow) 관점으로, petri-net이나 BPMN 등의 표기법으로 표시되는 생산 제조 공정 활동들의 순서발견과 분석기법을 제공할 수 있다.
- [0050] 둘째, 조직(organizational) 관점으로, 공정 수행 주체들 사이의 사회 관계망 분석 기법을 제공할 수 있다.
- [0051] 셋째, 시간 관점으로, 수행된 공정 사례들의 평균 수행 시간, 특정 공정들 사이의 평균 수행 시간 및 특정 공정들 사이의 평균 휴지기 등에 관한 분석 기법을 제공할 수 있다.
- [0052] 넷째, 성과(performance) 관점으로, 병목지점(bottleneck) 분석기법을 제공하여, 성과에 영향을 주는 사례들에 대한 심층 분석 기법을 제공할 수 있다.
- [0053] 다섯째, 데이터 관점으로, 개별 공정 수행 사례들의 데이터와 연관된 분석 기법을 제공할 수 있다. 예컨대, 불량처리 프로세스를 지연시키는 공정 요소들의 유형을 찾을 수 있다.

- [0054] 빅데이터 분석의 결과물은 완성된 형태의 공정관리 프로세스 모델이며, 빅데이터 분석 결과물은 공정 프로세스 설계를 위한 근거 자료가 된다.
- [0055] 이하, 주요 공정요인 선정부(130)가 빅데이터 분석 모델을 설립하는 방법을 약술하자면, 다음과 같다.
- [0056] 먼저, 정보시스템, 데이터베이스 등에 기록되어 있는 특정 공정에 대한 이벤트 로그를 수집한다.
- [0057] 공정 프로세스 상의 업무는 기업 내부의 정보시스템인 ERP(Enterprise Resource Planning), 환경의 실시간 모니터링, 제어, 물류 및 작업내역 추적관리, 상태파악, 불량관리, 부정 오류 검출 중 적어도 하나에 초점을 맞춘 현장 시스템인 MES(Manufacturing Executing system shop floor), POP 등에서 수행될 수 있으므로, 이들 정보 시스템에는 모든 트랜잭션(transaction)을 이벤트 로그 형식으로 기록한다.
- [0058] 다음으로, 프로세스 모델의 분석을 위해 이벤트 로그에 전처리 과정을 수행하고, 분석 과정을 통해 이벤트 로그가 수집된 특정 공정에 대한 프로세스 모델을 생성한다.
- [0059] 다음으로, 사용자에게 의해 선택된 옵션 항목에 따라 계산된 단위 프로세스들 사이의 수치가 임계값보다 작은 연결 경로를 삭제하여 최종 프로세스 모델을 생성한다.
- [0060] 여기서, 사용자 명령에 따라 선택되는 옵션 항목에는 복수의 공정 요소간의 관계, 공정 흐름의 구조, 중복되는 공정의 횟수, 센서의 부정 오류 검출 및 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정 조건 등이 있다. 이에 따라 복수의 공정요소 간의 관계를 고려할 것인지 여부, 공정 흐름의 구조를 고려할 것인지 여부, 중복되어 나타나는 공정의 횟수 및 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정 조건을 고려할 것인지 여부에 따라 다양한 경우의 수가 발생할 수 있다.
- [0061] 다음으로, 최종 프로세서 모델을 검토 및 분석하여, 최종 프로세스 모델에 기반한 분석 결과를 도출한다. 빅데이터 분석의 결과로 도출된 최종 프로세스 모델을 데이터베이스(150)에 저장한다.
- [0062] 이와 같은 과정에 의해, 복수의 공정요소 간의 관계, 공정 흐름의 구조, 중복되는 공정의 횟수, 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정 조건 등과 같은 사용자가 선택한 옵션 항목을 반영한 프로세스 모델을 도출할 수 있다. 또한, 도출한 프로세스 모델의 분석 결과를 시물레이션하여 전체적인 공정 수행을 확인함으로써, 병목 요소와 같은 프로세스 단절 현상을 파악할 수 있는 바, 전체적인 공정 프로세스 개선에 사용할 수 있다.
- [0063] 데이터베이스(150)는 공정 수행시 공정 조건인 주요설비, 공정환경 및 센서값에 관한 공정 데이터, 공정생산제품의 품질관련정보, 최종 빅데이터 분석 모델, 중요 공정 조건에 관한 정보, 중요 공정 조건에 기초하여 공정 시물레이션을 수행하여 공정결과 변화량 및 공정에 관한 문제에 대해 예측된 정보, 상기 예측 정보에 기반하여 조정된 중요 공정 조건의 변경 정보 및 도출된 공정 최적화 설정치를 저장한다.
- [0064] 공정 시물레이션부(160)는 중요 공정 조건에 기초하여 공정 시물레이션을 수행하여 공정결과 변화량에 관한 문제를 예측한다.
- [0065] 구체적으로, 공정 시물레이션부(160)는 현재의 주요설비, 공정환경 및 센서값을 나타내는 공정 데이터와, 공정결과 변화량의 연관관계 및 센서의 부정오류 검출을 분석한 정보와, 외부환경 데이터 수치 및 공정변수를 포함하는 기준정보를 조정하며 입력했을 때의 비교치를 시물레이션하고, 이를 작업자에게 시각화하여 표현한다.
- [0066] 최적 공정조건 산출부(170)는 공정 시물레이션부의 예측에 기반하여 상기 주요 공정요소를 조정하고, 공정 최적화 설정치를 도출한다.
- [0067] 종래에는 환경에 변화에 따른 센서 데이터의 대해서 신뢰성이 없이 드리프트 된 값만 가지고 비율에 따라 비교 판단했는데, 이러한 방식은 입력값의 범위에 따라 최소 10% 범위나, 5% 범위에 따라 센서의 오동작이 판정이 되며, 센서의 오동작판단에 있어서 센서 오류를 정상으로, 정상을 센서 오류로 판정 할 수 있으며, 판정범위가 엄격한 경계값에 의해서도 오류로 판단하는 것이 문제였다.
- [0068] 본원발명에서는 미리 설정된 경계값을 적용하여 알람 발생시 정확한 판단을 위해서 경험에 의한 공정관리모델을 기반으로 한 계통 진단도식을 통해 논리적으로 설비이상에 대한 판정을 하고, 설비 계통에 이상이 없는 경우 센서 이상이라고 진단한 알람을 경험 모델에 의해 보정하여, 센서 이상 판단에 대한 오류가 감소 되도록 하여 센서값에 대한 모델링 비교 판단에 대해 오류 상태를 정상상태로 판정함으로써, 센서 오류에 의한 부정 오류 검출을 지양할 수 있다.
- [0069] 사용자 인터페이스(180)는 사용자에게 의해 발생하는 각종 제어값 및 공정에 관한 데이터를 입력받고, 상기 공정

시물레이션의 수행과 상기 공정 최적화 설정치를 사용자에게 안내한다.

- [0070] 그리고, 사용자 인터페이스(180)는 시물레이션 정보를 바탕으로 사용자가 공정변수를 조정하는 등의 의사결정을 할 수 있는 인터페이스를 제공한다.
- [0071] 도 3은 본 발명의 실시예를 적용하기 위한 열 교환기 계통의 개략적인 단면을 도시하고, 도 4는 열 교환기 계통의 흐름을 나타내는 도면이다.
- [0072] 도 3 및 도 4를 참조하면, 피드워터(급수)의 온도를 높이기 위한 스팀의 온도나 압력은 정상이고, 또한 인입되는 피드워터의 온도도 정상이지만 열 교환기 출구의 피드워터 온도가 낮고 스팀 드레인의 온도가 높은 경우는 열교환기 내부의 튜브의 열 흡수율 성능이 저하된 것으로 판단되는 바, 이는 튜브의 파울링(FOULING)으로 판단할 수 있다. 즉, 센서의 오류로 판단하지 않는다.
- [0073] 도 5는 열 교환기 계통의 시물레이션 상의 센서 이상을 설명하기 위한 도면이다. 도 5를 참조하면, 피드워터(급수)의 온도를 높이기 위한 스팀의 온도나 압력은 정상, 스팀 드레인의 수위 정상, 또한 인입되는 피드워터의 온도도 정상인 것을 알 수 있다. 그러나 열교환기 출구의 피드워터 온도가 낮다면, 열교환기 자체의 수위 센서의 변화가 없기 때문에 계통적으로 열교환이 정상적인 것으로 판정할 수 있으며, 이로 인해 센서의 값이 너무 낮게 읽힘으로써 센서의 이상으로 판정 할 수 있다. 그러므로 센서 오류로 인한 부정 오류(False Negative)를 보완할 수 있다.
- [0074] 도 6은 열 교환기 계통의 시물레이션 상의 센서 이상을 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 도 4에 도시된 공정 설비에 구비된 센서값의 변화를 분석하기 위해 이용되는 표를 도시한다.
- [0075] 도 6에 도시된 바와 같이 현재의 주요설비, 공정환경 및 도 7에 도시된 센서값을 나타내는 공정 데이터와 공정결과 변화량의 연관관계를 분석한 정보와, 외부환경 데이터 수치 및 공정변수를 포함하는 기준정보를 조정하며 입력했을 때의 비교치를 시물레이션할 수 있다.
- [0076] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 공정 시물레이션을 위한 순서도를 도시한다.
- [0077] 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 공정 시물레이션은 인증된 사용자(S310)가 본 발명의 시스템을 활용할 때(S320), 시물레이션 데이터가 존재하는 경우, 단계적 회귀 분석을 수행(S350)하여, 주요 공정요인을 선택(S370)하고, 이에 따라 공정 최적화를 수행(S380)한다. 반면, 시물레이션 데이터가 존재하지 않는 경우, 혼합 모형 방법을 적용하거나(S340), 부분 요인법을 적용(S360)하여 주요 공정요인을 선택할 수 있다.
- [0078] 사용자 인터페이스는 현재의 주요설비, 공정환경 및 센서값을 나타내는 공정 데이터와, 외부환경 데이터 수치 및 공정변수를 포함하는 기준정보를 조정하며 입력했을 때의 비교치를 시물레이션 할 수 있다.
- [0079] 따라서, 시물레이션 정보를 바탕으로 사용자가 주요 공정요인을 조정하는 등의 의사결정을 할 수 있게 한다.
- [0080] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0081] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 방법은 먼저, 사물 인터넷 기기를 통해 주요설비, 공정환경 및 센서값에 관한 공정 데이터를 수집하는 단계를 포함한다(S410).
- [0082] 이 단계는 수집된 공정 데이터에 대한 빅데이터 분석을 통해 공정 데이터 군집을 도출하는 단계를 더 포함할 수 있다. 여기서, 빅데이터 분석은 공정 데이터 군집화를 위해 공정 수행에 따라 실시간으로 생성되는 공정 데이터를 하나씩 추가함으로써 동일한 군집에 넣을 것인지 말 것인지를 결정하여, 미리 설정된 범주 내에 동일하거나 유사한 공정 데이터들로 구분한다.
- [0083] 다음으로, 수집된 공정 데이터에 대해 프로세서마ining 분석, 평판 분석 및 군집 분석 중 적어도 하나의 방법을 통한 분석에 기초하여 주요 공정요인을 선정하는 단계를 포함한다(S420).
- [0084] 다음으로, 빅데이터 분석 모델을 통해 상기 주요 공정요인과 공정결과와 변화량의 연관관계를 분석함으로써 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정 조건을 도출하는 단계를 포함한다(S430).
- [0085] 이를 위해, 프로세서 마이닝 분석, 평판분석 및 군집분석 중 적어도 하나의 방법을 통해 빅데이터 분석 모델을 설립한다. 그리고, 빅데이터 분석 모델을 기반으로 공정 데이터와 공정결과와 변화량 간의 연관관계를 분석하고, 불량 및 문제종류별로 가장 많은 인스턴스의 비율을 차지하는 공정 데이터와 공정결과와 변화량 간의 연관관계를 중요 공정 조건으로 선별한다.
- [0086] 여기서, 빅데이터 분석 모델을 설립하기 위해, 특정 공정에 대한 이벤트 로그를 수집하는 단계와, 이벤트 로그

에 전처리 과정을 수행하고, 분석 과정을 통해 이벤트 로그가 수집된 특정 공정에 대한 프로세스 모델을 생성하는 단계 및 사용자에게 의해 선택된 옵션 항목에 따라 계산된 단위 프로세스들 사이의 수치가 임계값보다 작은 연결 경로를 삭제하여 최종 프로세스 모델을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0087] 여기서, 사용자 명령에 따라 선택되는 옵션 항목은 복수의 공정 요소간의 관계, 공정 흐름의 구조, 중복되는 공정의 횟수 및 공정결과 변화량에 영향을 미치는 중요 공정 조건 중 적어도 하나일 수 있다.

[0088]

[0089] 다음으로, 중요 공정 조건에 기초하여 공정 시뮬레이션을 수행하여 공정결과 변화량 및 공정에 관한 문제를 예측하는 단계를 포함한다(S440). 여기서, 공정 시뮬레이션은 현재의 주요설비, 공정환경 및 센서값을 나타내는 공정 데이터와 공정결과 변화량의 연관관계를 분석한 정보와, 외부환경 데이터 수치 및 공정변수를 포함하는 기준정보를 조정하며 입력했을 때의 비교치를 시뮬레이션할 수 있다.

[0090] 이후, 예측에 기반하여 주요 공정요인 조정하고, 공정 최적화 설정치를 도출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0091] 이러한 본 발명의 실시 예에 따르면, 다양한 공정 변수들을 추적하고, 빅데이터 분석을 통하여 추적된 데이터로부터 공정요인과 공정결과 변화량 간의 연관관계를 도출하고 이로부터 센서 오류로 인한 부정 오류 검출을 줄일 수 있고, 공정 최적화를 유지할 수 있는 새로운 공정 설정치 조합을 생성함으로써, 변화하는 공정 상태를 예측하는 것이 가능하다. 아울러, 사용자에게 시뮬레이션 정보를 바탕으로 사용자가 공정변수를 조정하는 할 수 있는 인터페이스를 제공할 수 있다.

[0092] 한편, 본 발명의 실시 예들은 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.

[0093] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등의 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.

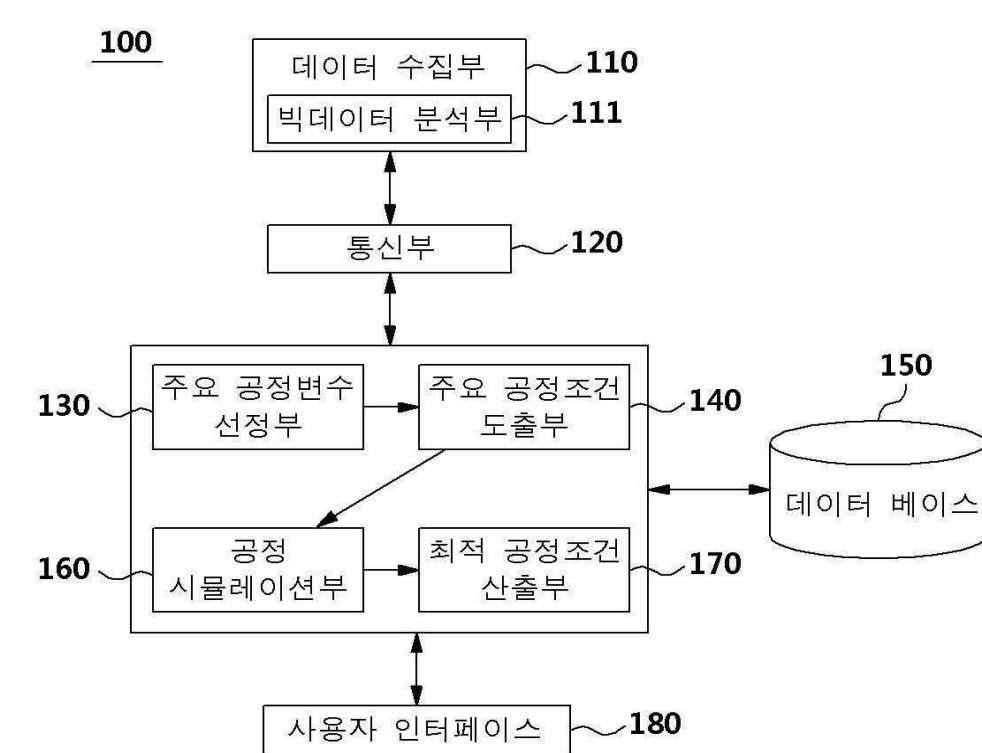
[0094] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

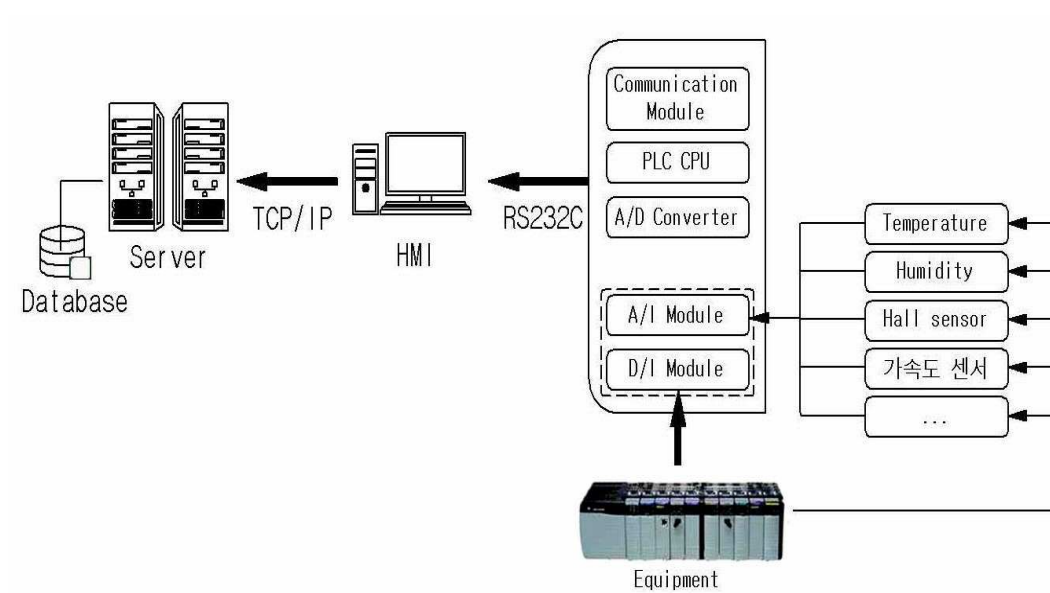
[0095] 100: 빅데이터 분석을 통한 공정 관리 시스템
110: 데이터 수집부 111: 빅데이터 분석부
120: 통신부 130: 주요 공정요인 선정부
140: 중요 공정조건 도출부 150: 데이터베이스
160: 공정 시뮬레이션부 170: 최적 공정조건 산출부
180: 사용자 인터페이스

도면

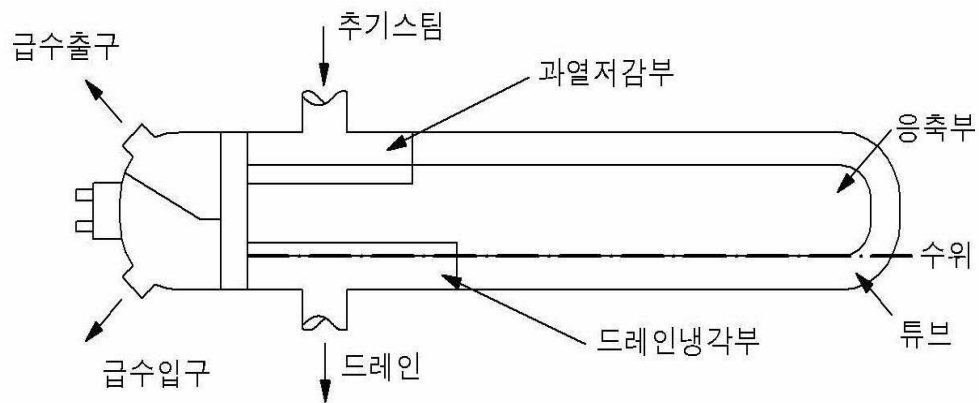
도면1



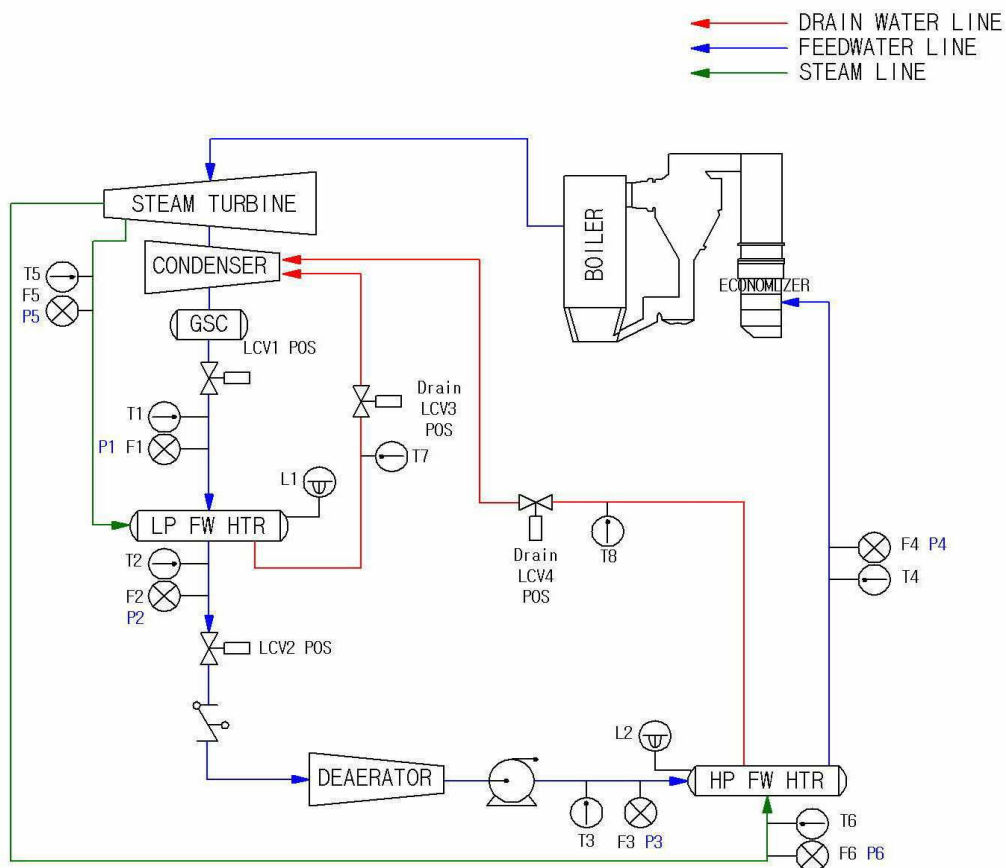
도면2



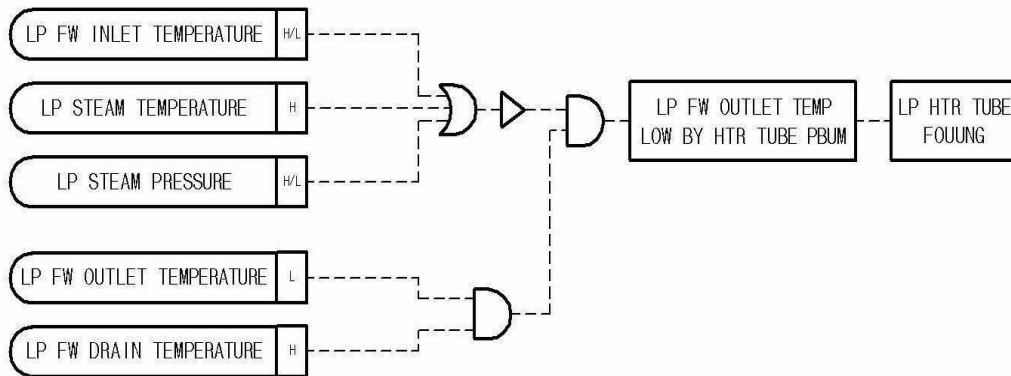
도면3



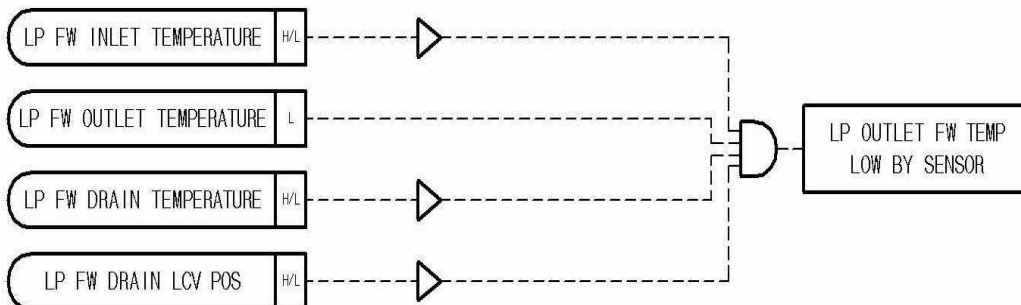
도면4



도면5



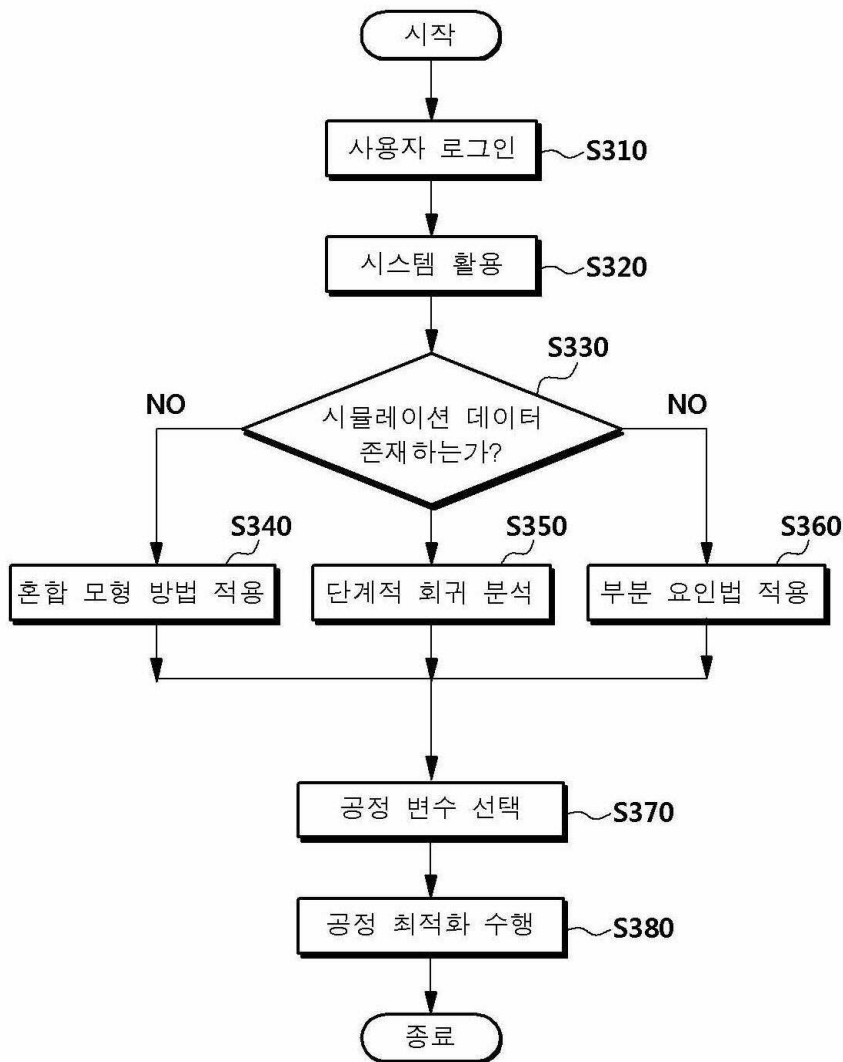
도면6



도면7

고장유형	계측센서								
	FW INLT TEMP	EXT STM TEMP	FWH SHL STM PRESS	FWH FW OTLT TEMP	FWH CASCADE DRN TEMP	FWH CASCADE DRN LCV POS	FWH DRN LCV POS	FWH LVL1	FWH LVL2
HTR TUBE FOULING				↓	↑				
TEMP SENSOR DEFECT				↓					
EXT STM NRY MECH		↓	↓	↓	↓				
LCV STUCK OPEN						↑		↓	
HTR TUBE LEAK					↓	↑	↑	↑	↑
LEVEL TR 1/2 DEFECT								↑ ↓	↑ ↓

도면8



도면9

