



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년04월07일  
(11) 등록번호 10-1027242  
(24) 등록일자 2011년03월29일

(51) Int. Cl.  
H04L 12/24 (2006.01) H04L 12/56 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-0133944  
(22) 출원일자 2008년12월24일  
심사청구일자 2008년12월24일  
(65) 공개번호 10-2010-0075292  
(43) 공개일자 2010년07월02일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020030028054 A\*  
JP2007124057 A  
KR1020060093524 A  
KR1019960035312 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
포항공과대학교 산학협력단  
경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학교내  
주식회사 포스코  
경북 포항시 남구 괴동동 1번지  
(72) 발명자  
홍원기  
경상북도 포항시 남구 이동 현대홈타운아파트  
101-1702  
황화원  
경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 씨엔에스·로고스

전체 청구항 수 : 총 7 항

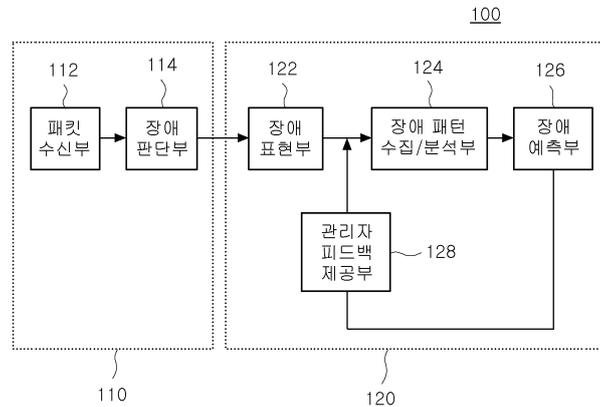
심사관 : 김병성

(54) 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법 및 장치에 관한 것으로서, 수집한 패킷을 이용하여 발생되는 장애 여부를 판단하고 장애 정보를 기록하는 단계; 상기 기록된 장애 정보를 바탕으로 장애 표현식을 구성하고, 상기 장애 표현식을 바탕으로 상기 기록된 장애 정보가 실제 발생한 장애인지 여부를 판단하는 단계; 실제 발생한 장애인 경우, 상기 장애 표현식을 장애 발생 시간을 기준으로 분류하여 장애 발생 시간별 패턴을 기록하는 단계; 및 2-과라미터 와이블 분포 모델 기반의 장애 예측을 위한 확률값을 도출하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**이장진**

경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내

**노홍선**

경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내

**원영준**

서울특별시 도봉구 창5동 826 북한산한신휴플러스

아파트 101-606

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

수집한 패킷을 이용하여 장애 여부를 판단하고 장애 정보를 기록하는 장애 정보 제공 모듈; 및

상기 장애 정보를 이용하여 동일한 장애의 발생 확률을 예측하는 장애 예측 모듈 - 상기 장애 예측 모듈은, 상기 장애 정보를 바탕으로 장애 표현식을 구성하는 장애 표현부; 상기 장애 표현식을 바탕으로 상기 기록된 장애 정보가 실제 발생한 장애인지 여부를 판단하여 "예" 또는 "아니오"로 표현하는 관리자 피드백 제공부; 상기 장애 표현식을 장애 발생 시간을 기준으로 분류하여 장애 발생 시간별 패턴을 기록하는 장애 패턴 수집/분석부; 및 2-파라미터 와이블 분포(Two-parameter Weibull Distribution) 모델 기반의 장애 예측을 위한 확률값을 도출하는 장애 예측부;를 포함하며, 상기 관리자 피드백 제공부는 상기 장애 예측부의 결과에 대하여 상기 기록된 장애 정보가 실제 발생한 장애인지 여부에 대한 판단 정보를 피드백으로 상기 장애 패턴 수집/분석부에 제공함 -;

을 포함하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 장애 정보 제공 모듈은,

상기 공정 제어 네트워크에서 발생하는 상기 패킷을 수집하는 패킷 수신부; 및

패킷 분석을 통하여 발생하는 장애 여부를 판단하고, 상기 장애 정보를 기록하는 장애 판단부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 장애 패턴 수집/분석부는 상기 관리자 피드백 제공부에서 "예"로 판단한 경우에만 상기 장애 표현식을 대상으로 장애별로 모니터링 시작 시간부터 모니터링 종료 시간까지 발생한 장애 발생 시간 시리즈의 형태로 패턴을 기록하는 것을 특징으로 하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 장애 표현식은 양방향 플로우 정보, 장애 발생 시간, 장애 유형 및 관리자에 의한 판단 내역을 시스템에 적용하기 위한 논리값인 관리자 피드백 논리값 중 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 장치.

**청구항 6**

수집한 패킷을 이용하여 발생하는 장애 여부를 판단하고 장애 정보를 기록하는 단계;

상기 기록된 장애 정보를 바탕으로 장애 표현식을 구성하고, 상기 장애 표현식을 바탕으로 상기 기록된 장애 정보가 실제 발생한 장애인지 여부를 판단하는 단계;

실제 발생한 장애인 경우, 상기 장애 표현식을 장애 발생 시간을 기준으로 분류하여 장애 발생 시간별 패턴을 기록하는 단계;

2-파라미터 와이블 분포 모델 기반의 장애 예측을 위한 확률값을 도출하는 단계; 및

실제 발생한 장애가 아닌 경우 피드백의 형태로 오류값을 수정하는 단계;

를 포함하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제6항에 있어서, 확률값을 도출하는 단계는,

상기 2-파라미터 와이블 분포 모델에 기반하여, 단위 시간별로 동일한 장애 유형이 발생할 확률을 계산하는 단계;

동일한 장애 유형이 발생할 확률을 누적하는 단계; 및

동일한 장애 유형이 발생할 확률을 누적된 확률값으로 나누어서 장애가 발생할 확률을 예측하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 동일한 장애 유형이 발생할 확률을 계산하는 단계는,

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

수학적 식에 의해 계산되고, t는 시간, η는 동일한 장애가 발생하는 주기 (Scale Parameter), β는 동일한 장애가 발생하는 빈도수(Shape Parameter)를 나타내고, f(t)>0, t>0, η>0인 것을 특징으로 하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법 및 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 Ethernet/IP 기반의 공정 제어 네트워크에서 측정 시간 동안 탐지되는 장애를 판단하고, 장애별 실제 발생 주기 측정을 통하여 앞으로 발생 가능한 동일한 장애의 발생 확률을 예측하기 위한 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법 및 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] Ethernet/IP를 기반으로 하는 공정 제어 네트워크는 공정 프로세스와 제어되는 장비 간의 통신을 지원한다. 공정 제어 네트워크에서 발생하는 통신 장애는 정확한 시간별 이벤트에 영향을 받는 공정 프로세스에 지연을 발생 시키기도 하며, 심지어 전체 공정의 중단을 초래하기도 한다.

[0003] 현재, 발생하는 통신 장애에 대한 대처는 수동적이며, 단순 반복적인 경험에 치우친 잦대로 장애를 판단하여 처리하고 있다. 이는 장애 발생 후의 사후 처리이므로 공정에 차질을 유발하며, 경험에 의한 단순 장애 대처 방법은 비효율적일 수 밖에 없다.

[0004] 따라서, 공정 제어 네트워크에서 발생하는 통신 장애를 효과적으로 처리하기 위한 능동적인 대처 방안이 요구되고 있다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

[0005] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 공정 제어 네트워크에서 동일한 장애가 발생할 확률을 예측하기 위한 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법 및 장치를 제공하는 데 그 목적이

있다.

**과제 해결수단**

[0006] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 수집한 패킷을 이용하여 장애 여부를 판단하고 장애 정보를 기록하는 장애 정보 제공 모듈; 및 상기 장애 정보를 이용하여 동일한 장애의 발생 확률을 예측하는 장애 예측 모듈을 포함하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 장치를 제공한다.

[0007] 본 발명은, 수집한 패킷을 이용하여 발생하는 장애 여부를 판단하고 장애 정보를 기록하는 단계; 상기 기록된 장애 정보를 바탕으로 장애 표현식을 구성하고, 상기 장애 표현식을 바탕으로 상기 기록된 장애 정보가 실제 발생한 장애인지 여부를 판단하는 단계; 실제 발생한 장애인 경우, 상기 장애 표현식을 장애 발생 시간을 기준으로 분류하여 장애 발생 시간별 패턴을 기록하는 단계; 및 2-파라미터 와이블 분포 모델 기반의 장애 예측을 위한 확률값을 도출하는 단계를 포함하는 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법을 제공한다.

**효과**

[0008] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 공정 제어 네트워크에서 측정 시간 동안 탐지되는 장애를 판단하고, 장애별 실제 발생 주기 측정을 통하여 앞으로 발생 가능한 동일한 장애의 발생 확률을 예측함으로써, 공정 제어 네트워크에서 발생하는 통신 장애를 효과적으로 처리할 수 있고, 전체 공정의 효율을 향상시키는 효과가 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0009] 이하, 본 발명의 일실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0010] 실시예

[0011] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 장치를 나타낸 블록 구성도이다.

[0012] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 장애 예측 장치(100)는 크게 실시간 처리 주기로 패킷을 수집하고, 장애 여부를 판단하여 결과값을 기록하는 장애 정보 제공 모듈(110)과 사용자에 의해 설정된 비실시간 처리 주기로 장애 정보 제공 모듈(110)의 결과값을 이용하여 동일한 장애의 발생 확률을 예측하는 장애 예측 모듈(120)로 나뉘어진다.

[0013] 본 발명에 따른 장애 정보 제공 모듈(110)은 공정 제어 네트워크에서 발생하는 패킷을 수집하는 패킷 수신부(112) 및 패킷 미러링, 탭 방식 등의 패킷 분석을 통하여 발생하는 장애 여부를 판단하고, 장애의 종류와 단위 측정시간대별 장애 발생 시간 등을 포함하는 장애 정보를 기록하는 장애 판단부(114) 등을 포함한다.

[0014] 장애 판단부(114)는 공정 제어 네트워크에서 특화된 장애 유형을 가지고 있으며, 기존의 일반적인 네트워크 장애 판단 장치로의 대체도 가능하다. 여기서, 특화된 장애 유형이란 일반적인 공정 제어 네트워크에서 자주 발생하는 장애들, 예컨대 비정상적인 프레임, 불완전한 패킷, 에러 발생 등을 의미한다.

[0015] 본 발명에 따른 장애 예측 모듈(120)은 장애 표현부(122), 장애 패턴 수집/분석부(124), 장애 예측부(126) 및 관리자 피드백 제공부(128) 등을 포함한다.

[0016] 장애 표현부(122)는 장애 판단부(114)에 기록된 장애 정보를 바탕으로 장애 표현식을 구성한다. 본 발명의 장애 표현식에 대한 자세한 설명은 도 2에서 후술하기로 한다.

[0017] 관리자 피드백 제공부(128)는 장애 표현부(122)에서 구성된 장애 표현식을 바탕으로 기록된 장애 정보가 실제 발생한 장애인지 여부를 판단하여 "예" 또는 "아니오"로 표현한다.

[0018] 장애 패턴 수집/분석부(124)는 장애 표현식을 장애 발생 시간을 기준으로 분류하여 장애 발생 시간별 패턴을 기록한다. 이때, 장애 패턴 수집/분석부(124)는 관리자 피드백 논리값이 "예"인 경우에만 장애 표현식을 대상으로도 3과 같이 장애 x, y, z별로 모니터링 시작 시간부터 모니터링 종료 시간까지 발생한 장애 발생 시간 시리즈의 형태로 패턴을 기록한다. 도 3에서 동일한 길이의 화살표는 동일한 장애가 발생한 시간을 의미한다.

[0019] 장애 예측부(126)는 수학적 식 1 내지 수학적 식 4에 의해 2-파라미터 와이블 분포(Two-parameter Weibull

Distribution) 모델 기반의 장애 예측을 위한 확률값을 도출한다.

[0020] 수학식 1은 2-파라미터 와이블 분포 모델의 수학적 정의를 설명한 것으로서, 단위 시간별로 동일한 작업을 반복할 때 총 작업 수에 비례한 작업이 실패할 확률을 계산하는 데 사용하는 모델링 방법이다.

**수학식 1**

[0021] 
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

[0022] 여기서, t는 시간, η는 동일한 장애가 발생하는 주기(Scale Parameter), β는 동일한 장애가 발생하는 빈도수(Shape Parameter)를 나타내고, f(t)>0, t>0, η>0이다.

[0023] 수학식 2는 누적 분산 함수(Cumulative Distribution Function: CDF)값을 나타내며, 이는 동일한 작업이 실패할 확률을 누적값으로 보여준다.

**수학식 2**

[0024] 
$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

[0025] 또한, 본 발명에서는 실제 측정된 장애와 장애가 발생한 주기값을 이용하여, 작업은 장애 유형, 실패할 확률은 장애 발생 확률로 대입하여 예측 모델을 수립한다. 이를 바탕으로 시간의 흐름에 따라 네트워크가 실패할 확률 즉, 장애가 발생할 확률은 수학식 3에 의해 표현되며, 네트워크가 안정적인 확률은 수학식 4에 의해 표현된다.

**수학식 3**

[0026] 
$$\text{Failure}(t) = f(t)/F(t)$$

**수학식 4**

[0027] 
$$\text{Reliability}(t) = 1 - F(t)$$

[0028] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 장애 표현식을 나타낸 도면이다.

[0029] 도 2를 참조하면, 장애 표현식은 양방향 플로우 정보(210), 초 또는 설정 단위 시간별 장애 발생 시간(220), 장애 유형(230) 및 실제 공정 제어 네트워크 관리자에 의해 입력되는 관리자 피드백 논리값(240) 등을 포함한다.

[0030] 양방향 플로우 정보(210)는 패킷의 집합체로서, 기존의 네트워크에서 단방향 개념인 발신 IP 주소, 수신 IP 주소, 송신 포트 번호, 수신 포트 번호 및 프로토콜 정보 등을 포함한다. 여기서, 양방향 플로우 정보(210)는 발/수신 양방향 모두에 해당되는 패킷의 집합체로서, 발신 하드웨어 주소인 송신 MAC 주소, 수신 하드웨어 주소인 수신 MAC 주소 등을 더 포함할 수도 있다.

[0031] 장애 유형(230)은 공정 제어 네트워크에 특화된 장애 유형을 기본으로 하고 있으며, 상황에 따라 추가될 수 있다.

[0032] 관리자 피드백 논리값(240)은 실제 관리자에 의한 판단 내역을 시스템에 적용하기 위한 논리값으로서, 장애 판단부(114)의 오류값을 수정하는 데 사용된다.

[0033] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 장애 예측부(126)의 내부 프로세스를 나타낸 도면이다.

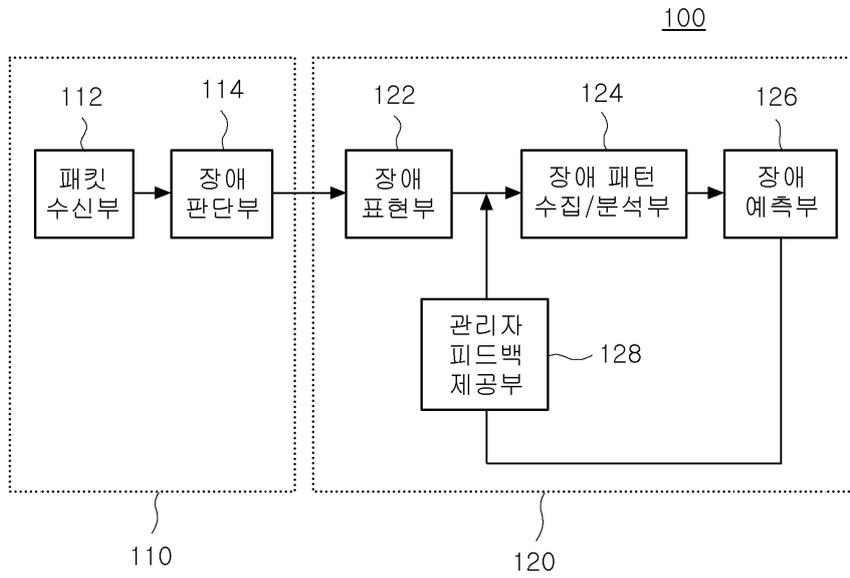
[0034] 도 4를 참조하면, 장애 예측부(126)의 입력값으로 장애 유형과 장애 유형별 발생 시간 로그 데이터의 두 가지 값을 이용하고, 이를 바탕으로 2-파라미터 와이블 분포 모델에 의해(410) 시간대별 동일 장애의 발생 확률값을 획득(420)함으로써, 장애의 예측이 가능하다. 자세하게는, 장애 유형과 장애 유형별 발생 시간 로그 데이터의 두 가지 값은 실제 측정된 시간대의 제한된 시간 대역의 발생 내역을 커버하며, 이를 바탕으로 모니터링 시작 시간대부터 무한 시간대까지의 장애 발생 확률의 표현이 가능하다.

[0035] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 공정 제어 네트워크에서의 장애 예측 방법을 나타낸 흐름도이다.

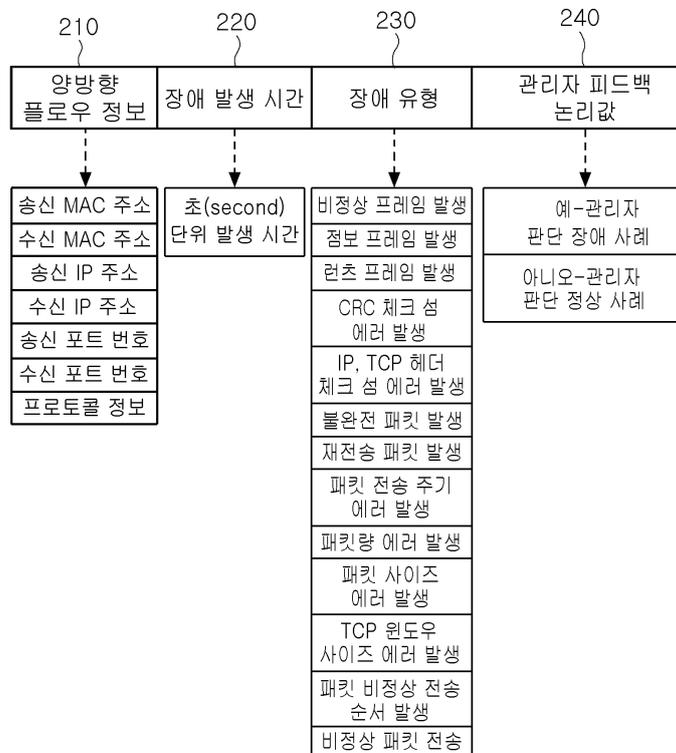


도면

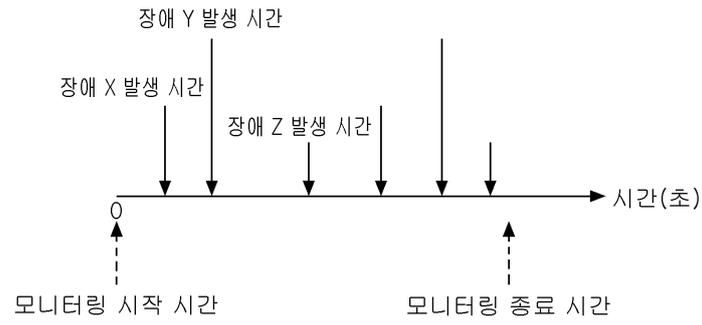
도면1



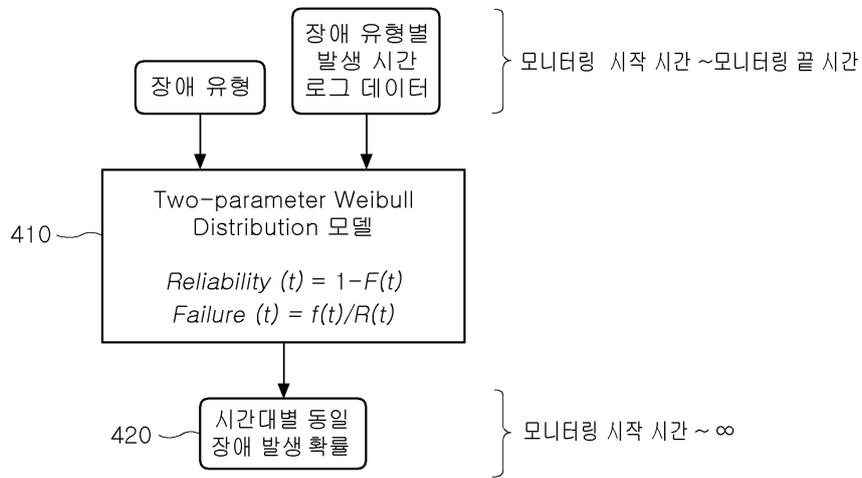
도면2



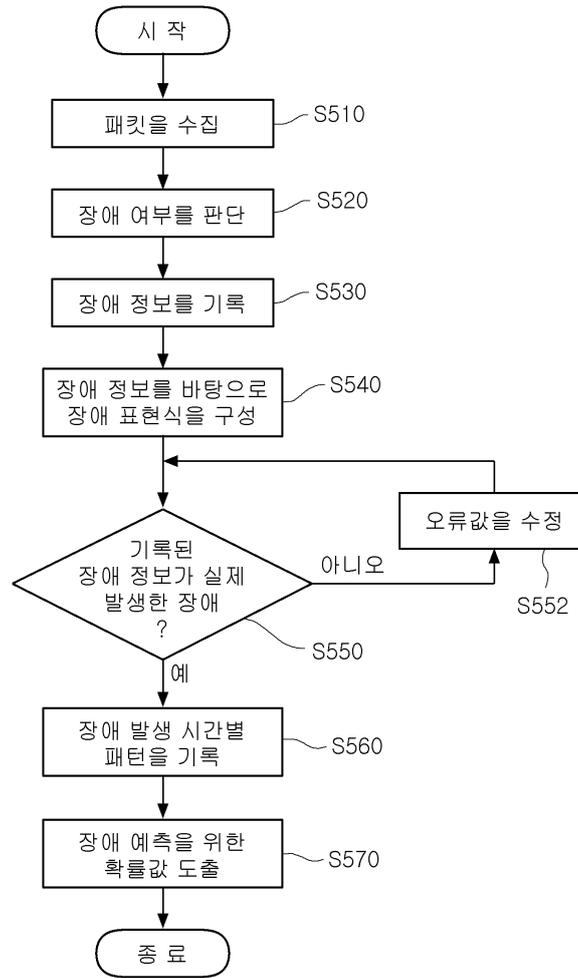
도면3



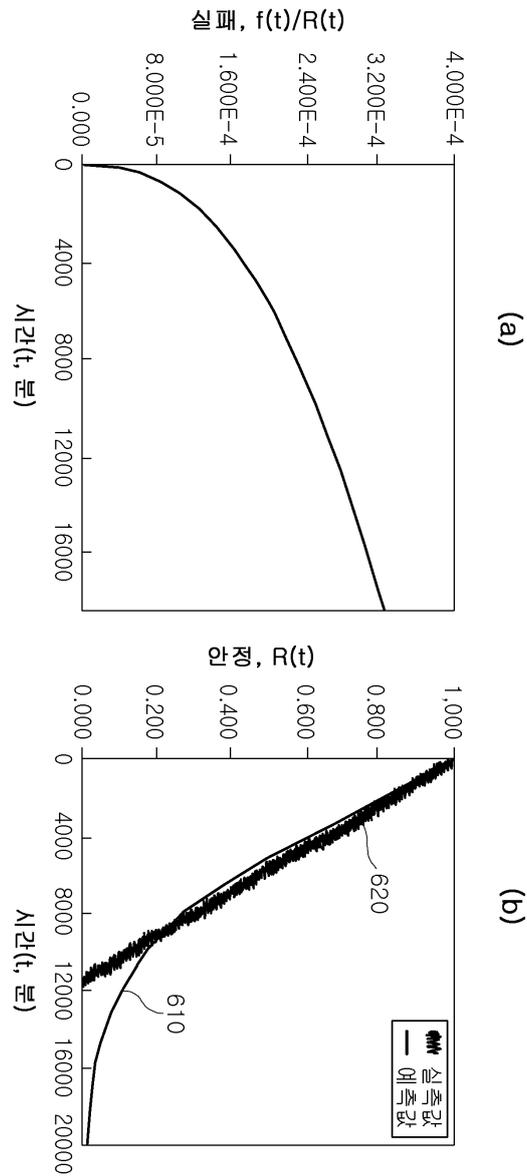
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

사익 관리자 피드백 제공부

【변경후】

상기 관리자 피드백 제공부