



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월21일  
(11) 등록번호 10-2697177  
(24) 등록일자 2024년08월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B64D 45/00 (2006.01) B64C 39/02 (2023.01)  
G06N 3/08 (2023.01)  
(52) CPC특허분류  
B64D 45/00 (2013.01)  
B64C 39/024 (2023.01)  
(21) 출원번호 10-2022-0141977  
(22) 출원일자 2022년10월31일  
심사청구일자 2022년10월31일  
(65) 공개번호 10-2024-0060910  
(43) 공개일자 2024년05월08일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020180029801 A\*  
KR1020190035402 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
(주)가이온  
대전광역시 유성구 가정로 218, 융합기술연구생산  
센터 2층 232호 (가정동)  
(72) 발명자  
유기진  
경기도 성남시 분당구 매화로 92, 105동 805호(야  
탑동, 매화마을공무원아파트)  
이현규  
충청북도 청주시 서원구 성봉로220번길 23, 102동  
810호(개신동, 현대아파트)  
강현섭  
서울특별시 강남구 영동대로 325, 401호 (대치동,  
해암프리존빌라트)  
(74) 대리인  
특허법인비엘티

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 오경흡

(54) 발명의 명칭 드론 비행 관제 및 장애진단 시스템과 방법

(57) 요약

본 발명은 드론의 고장을 진단하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 드론의 비행 과정에서 생성되는 복수의 로그 데이터로부터 학습 데이터를 생성하는 학습 데이터 생성부, 상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 상기 복수의 로그 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 모델을 생성하는 로그 예측 모델 생성부, 상기 생성된 로그 예측 모델을 기초로 예측된 로그 값과 실제 로그 값의 차이에 대한 로그별 임계치를 저장하는 로그별 임계치 설정부, 비행중인 드론으로부터 복수의 로그 데이터를 수신하는 로그 데이터 수신부; 및 상기 예측 모델을 이용하여 상기 수신한 로그 데이터 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 값을 생성하고, 실제 로그 값과 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 그 결과에 따라 드론의 상태를 판단하는 드론 상태 판단부를 포함하는 드론 장애진단시스템과 그 동작 방법을 제시한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2023.01)

B64D 2045/0085 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	0113221079
과제번호	A0113-22-1079
부처명	과학기술정보통신부&법무부
과제관리(전문)기관명	정보통신산업진흥원
연구사업명	2022년도 AI 바우처 지원사업
연구과제명	무인이동체(드론)핵심부품의 조기 결함검출을 위한 AI기반의 장애진단 솔루션
기여율	1/2
과제수행기관명	(주)스마티
연구기간	2022.04.01 ~ 2022.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	0113221079
과제번호	A0113-22-1079
부처명	과학기술정보통신부&법무부
과제관리(전문)기관명	정보통신산업진흥원
연구사업명	2022년도 AI 바우처 지원사업
연구과제명	무인이동체(드론)핵심부품의 조기 결함검출을 위한 AI기반의 장애진단 솔루션
기여율	1/2
과제수행기관명	(주)가이온
연구기간	2022.04.01 ~ 2022.10.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

드론의 비행 과정에서 생성되는 복수의 로그 데이터로부터 학습 데이터를 생성하는 학습 데이터 생성부;

상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 상기 복수의 로그 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 모델을 생성하는 로그 예측 모델 생성부;

상기 생성된 로그 예측 모델을 기초로 예측된 로그 값과 실제 로그 값의 차이에 대한 로그별 임계치를 저장하는 로그별 임계치 설정부;

비행중인 드론으로부터 복수의 로그 데이터를 수신하는 로그 데이터 수신부; 및

상기 예측 모델을 이용하여 상기 수신한 로그 데이터 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 값을 생성하고, 실제 로그 값과 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 그 결과에 따라 드론의 상태를 판단하는 드론 상태 판단부를 포함하고,

상기 복수의 로그 데이터에 포함된 로그는 주요 로그 및 일반 로그로 구분되고,

상기 학습 데이터 생성부는

상기 주요 로그 각각에 대해서 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들을 선정하여 학습 데이터로 생성하고,

상기 로그 예측 모델 생성부는

상기 선정된 로그들을 입력 값으로 하여 각 주요 로그를 예측하는 예측 모델을 생성하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단시스템.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 학습 데이터 생성부는

각 주요 로그와 소정의 기준치 이상의 상관계수를 가지는 로그들을 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들로 선정하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 로그 예측 모델 생성부는

그래디언트 부스팅 트리(GBT) 회귀모델에서 잔차가 최소화되는 모델을 선정하여 상기 예측 모델로 생성하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 드론 상태 판단부는

상기 주요 로그 각각에 대한 실제 로그 값 및 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중을 기초로 드론의 상태를 판단하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단시스템.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 드론 상태 판단부는

상기 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중에 따라서, 드론의 상태를 정상, 주의 및 비상 상태로 구분하고,

판단된 드론의 상태를 관제사에 제공하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단시스템.

#### 청구항 7

증상처리장치 및 메모리를 구비하는 드론 장애진단시스템에서 동작하는 드론 장애진단방법에 있어서,

드론의 비행 과정에서 생성되는 복수의 로그 데이터로부터 학습 데이터를 생성하는 학습 데이터 생성 단계;

상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 상기 복수의 로그 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 모델을 생성하는 로그 예측 모델 생성 단계;

상기 생성된 로그 예측 모델을 기초로 예측된 로그 값과 실제 로그 값의 차이에 대한 로그별 임계치를 저장하는 로그별 임계치 설정 단계;

비행중인 드론으로부터 복수의 로그 데이터를 수신하는 로그 데이터 수신 단계; 및

상기 예측 모델을 이용하여 상기 수신한 로그 데이터 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 값을 생성하고, 실제 로그 값과 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 그 결과에 따라 드론의 상태를 판단하는 드론 상태 판단 단계를 포함하고,

상기 복수의 로그 데이터에 포함된 로그는 주요 로그 및 일반 로그로 구분되고,

상기 학습 데이터 생성 단계는

상기 주요 로그 각각에 대해서 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들을 선정하여 학습 데이터로 생성하고,

상기 로그 예측 모델 생성 단계는

상기 선정된 로그들을 입력 값으로 하여 각 주요 로그를 예측하는 예측 모델을 생성하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단방법.

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 학습 데이터 생성 단계는

각 주요 로그와 소정의 기준치 이상의 상관계수를 가지는 로그들을 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들로 선정하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 로그 예측 모델 생성 단계는

그래디언트 부스티드 트리(GBT) 회귀모델에서 잔차가 최소화되는 모델을 선정하여 상기 예측 모델로 생성하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단방법.

**청구항 11**

제7항에 있어서,

상기 드론 상태 판단 단계는

상기 주요 로그 각각에 대한 실제 로그 값 및 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중을 기초로 드론의 상태를 판단하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 드론 상태 판단 단계는

상기 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중에 따라서, 드론의 상태를 정상, 주의 및 비상 상태로 구분하고,

판단된 드론의 상태를 관제사에 제공하는 것

을 특징으로 하는 드론 장애진단방법.

**청구항 13**

제7항, 제9항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터가 실행하도록 기능시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 드론(무인이동체) 비행 관제 및 장애진단 시스템과 그 방법에 관한 것으로 보다 상세하게는 드론의 비행에 관련된 다수의 로그정보를 활용하여 드론의 상태를 보다 정확하게 진단하고 이를 바탕으로 안전하게 제어할 수 있도록 하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 드론(무인이동체)은 조종사 없이 무선전파의 유도에 의해서 비행 및 조종이 가능한 비행기나 헬리콥터 모양의 무인항공기로서 최근에는 영상 촬영, 물품배송을 위한 수단으로 사용되기도 한다. 최근 드론의 이용이 활발해지면서, 드론의 고장 등 상태이상 발생 시 확인되지 못하여 드론이 추락하는 사고가 늘어나고 있다. 이에 따라 비행중인 드론 상태를 보다 정확히 판단할 수 있도록 하는 진단기술이 필요하다.

[0003] 종래기술인 한국등록특허 제10-2261899호, "드론의 이상 진단장치 및 그 방법"은 이와 같이 드론의 이상 상태를 진단할 수 있도록 하는 것으로, 진동센서로부터 수신되는 진동정보를 분석하여 드론의 상태를 분석할 수 있도록 한다.

[0004] 그러나, 이와 같이 종래에는 진동과 같은 드론의 몇 가지 상태정보만으로 드론의 상태를 분석하여 진단의 정확도가 떨어지는 문제가 있었으며, 다수의 상태정보를 모두 분석할 경우에는 연산량이 급격히 늘어나고 빠른 진단이 이루어지지 못한다는 문제가 있었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2261899호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 본 발명은 드론의 상태를 정확히 진단할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 본 발명은 최대한 다양한 로그를 사용하여 진단의 정확도를 높이면서도 최소한의 연산으로 빠른 진단이 가능하도록 하는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 본 발명은 드론 상태의 판단에 필수적인 주요 로그를 판단대상으로 하면서도, 관련성 높은 다른 로그들을 충분히 고려할 수 있도록 하여 진단의 정확도를 높이는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 본 발명은 드론의 상태를 세분화하고 각각의 상태에 따라 관제사가 다른 조치를 할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템은 드론의 비행 과정에서 생성되는 복수의 로그 데이터로부터 학습 데이터를 생성하는 학습 데이터 생성부, 상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 상기 복수의 로그 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 모델을 생성하는 로그 예측 모델 생성부, 상기 생성된 로그 예측 모델을 기초로 예측된 로그 값과 실제 로그 값의 차이에 대한 로그별 임계치를 저장하는 로그별 임계치 설정부, 비행중인 드론으로부터 복수의 로그 데이터를 수신하는 로그 데이터 수신부 및 상기 예측 모델을 이용하여 상기 수신한 로그 데이터 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 값을 생성하고, 실제 로그 값과 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 그 결과에 따라 드론의 상태를 판단하는 드론 상태 판단부를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0011] 이 때, 상기 복수의 로그 데이터에 포함된 로그는 주요 로그 및 일반 로그로 구분되고, 상기 학습 데이터 생성부는 상기 주요 로그 각각에 대해서 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들을 선정하여 학습 데이터로 생성하고, 상기 로그 예측 모델 생성부는 상기 선정된 로그들을 입력 값으로 하여 각 주요 로그를 예측하는 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 학습 데이터 생성부는 각 주요 로그와 소정의 기준치 이상의 상관계수를 가지는 로그들을 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들로 선정할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 로그 예측 모델 생성부는 그래디언트 부스티드 트리(GBT) 회귀모델에서 잔차가 최소화되는 모델을 선정하여 상기 예측 모델로 생성할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 드론 상태 판단부는 상기 주요 로그 각각에 대한 실제 로그 값 및 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중을 기초로 드론의 상태를 판단할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 드론 상태 판단부는 상기 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중에 따라서, 드론의 상태를 정상, 주의 및 비상 상태로 구분하고, 판단된 드론의 상태를 관제사에 제공할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0016] 본 발명은 드론의 상태를 정확히 진단할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0017] 본 발명은 최대한 다양한 로그를 사용하여 진단의 정확도를 높이면서도 최소한의 연산으로 빠른 진단이 가능하도록 하는 효과가 있다.

[0018] 본 발명은 드론 상태의 판단에 필수적인 주요 로그를 판단대상으로 하면서도, 관련성 높은 다른 로그들을 충분히 고려할 수 있도록 하여 진단의 정확도를 높이는 효과가 있다.

[0019] 본 발명은 드론의 상태를 세분화하고 각각의 상태에 따라 관계사가 다른 조치를 할 수 있도록 하는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템의 내부 구성을 도시한 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템에서 활용하는 주요 로그의 일례를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템에서 주요 로그 및 일반 로그를 활용하는 일례를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단방법의 흐름을 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략하기로 한다. 또한 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 구체적인 수치에 불과하며 이에 의하여 발명의 범위가 제한되지 아니한다.

[0022] 본 발명에 따른 드론 장애진단시스템은 중앙처리장치(CPU) 및 메모리(Memory, 기억장치)를 구비하고 인터넷 등의 통신망을 통하여 다른 단말기와 연결 가능한 서버의 형태로 구성될 수 있다. 그러나 본 발명이 중앙처리장치 및 메모리 등의 구성에 의해 한정되지는 아니한다. 또한, 본 발명에 따른 드론 장애진단시스템은 물리적으로 하나의 장치로 구성될 수도 있으며, 복수의 장치에 분산된 형태로 구현될 수도 있으며, 드론 내부에 존재하거나 드론과 통신 가능한 제어장치에 존재할 수도 있다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템의 내부 구성을 도시한 구성도이다.

[0024] 도면에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템(101)은 학습 데이터 생성부(110), 로그 예측 모델 생성부(120), 로그별 임계치 설정부(130), 로그 데이터 수신부(140) 및 드론 상태 판단부(150)를 포함하여 구성될 수 있다. 각각의 구성요소들은 물리적으로 동일한 컴퓨터 시스템 내에서 동작하는 소프트웨어 모듈일 수 있으며, 물리적으로 2개 이상으로 분리된 컴퓨터 시스템이 서로 연동하여 동작할 수 있도록 구성된 형태일 수 있는데, 동일한 기능을 포함하는 다양한 실시형태가 본 발명의 권리범위에 속한다.

[0025] 학습 데이터 생성부(110)는 드론의 비행 과정에서 생성되는 복수의 로그 데이터로부터 학습 데이터를 생성한다. 본 발명에서는 인공지능 기술을 이용하여 드론의 고장을 진단하는데, 인공지능 기술은 일반적으로 다양한 상황을 나타내는 학습 데이터를 이용하여 학습을 시키고 이를 통해 모델을 생성함으로써, 생성된 모델이 원하는 답을 찾아낼 수 있도록 한다. 일반적으로 인공지능을 이용하여 드론 등의 기기 상태를 모니터링하는 경우, 몇 가지 주요 상태정보를 입력으로 하고 고장 및 정상 상태를 결과값으로 하여 고장상태를 진단하였는데, 이 경우 주어진 몇 가지 상태만을 확인할 수 있어, 진단의 정확도가 높지 않다는 문제점이 있다. 또한, 드론이 정상상태인지 비정상상태인지를 나타내는 정답 정보가 존재해야 하기 때문에, 학습 데이터를 확보하는 데에 어려움이 있다.

[0026] 그러나, 학습 데이터 생성부(110)에서 생성하는 학습 데이터는 드론과 관련된 다양한 로그들을 수집하고, 드론의 상태가 정상인지 비정상인지에 대한 정보가 없이도 학습 데이터를 생성할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 학습 데이터 생성부(110)에서 학습 데이터를 생성하기 위해 활용하는 복수의 로그 데이터는 어떤 상태를 나타내는 로그인지에 따라서 주요 로그 및 일반 로그로 구분될 수 있다. 주요 로그는 드론의 상태 이상 여부를 확인하는 데에 중요한 로그로 드론의 상태를 보다 직접적으로 나타내는 로그를 의미한다. 본 발명에서 설명하는 실시예에서 드론의 로그는 총 108가지가 수집될 수 있으며, 이 중 15가지가 주요 로그로 선별될 수 있다. 주요 로그에 대해서는 도 2에 도시되어 있으며 도 2에서 보다 상세하게 설명하도록 한다.

[0028] 학습 데이터 생성부(110)에서는 상기 주요 로그 각각에 대해서 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들을 선정하여 학습 데이터로 생성할 수 있다. 위의 예에서 총 15개의 주요 로그들중 어느 하나의 주요 로그에 대해 전체

로그 108개 중 해당 로그를 제외한 나머지 107개를 두고 이 중 해당 로그를 예측하는 데에 활용될 수 있는 로그를 선별한다. 이와 같은 과정을 15개 전체 주요 로그에 대해서 수행함으로써, 15가지 학습 데이터 세트가 생성될 수 있다.

- [0029] 이 때, 학습 데이터 생성부(110)는 각 주요 로그와 소정의 기준치 이상의 상관계수를 가지는 로그들을 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들로 선정할 수 있다. 예를 들어 하나의 주요 로그에 대해서 나머지 107개의 로그들과의 상관계수를 구하고, 이 값이 0.3 이상으로 양의 상관관계를 가지는 로그들을 해당 로그를 예측할 수 있는 유의미한 관계의 로그로 선정할 수 있다. 이처럼 본 발명에서는 특정 로그가 정상 상태인지를 모델로 판단하는 것이 아니라, 비행과 관련된 주요 로그를 관련있는 다른 로그로 예측해 보고 그 예측 값이 실제 값과 차이나는 정도를 바탕으로 고장여부를 판단하게 되므로, 드론의 이상 또는 정상 상태에 대한 정답정보가 없이도 드론의 상태를 판단할 수 있게 된다.
- [0030] 또한, 학습 데이터 생성부(110)는 드론의 기체 종류(쿼드콥터, 헥사콥터, 옥타콥터)에 따라서 각각 학습 데이터 세트를 구성할 수 있고, 결국 주요 로그가 위 예시에서와 같이 15개라고 한다면, 총 45개의 모델을 생성하기 위한 학습 데이터 세트를 생성할 수 있다.
- [0031] 로그 예측 모델 생성부(120)는 상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 상기 복수의 로그 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 모델을 생성한다. 앞서 설명한 바와 같이, 로그는 주요 로그와 일반 로그로 결정되는데, 상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 주요 로그들을 예측할 수 있도록 하는 예측 모델을 생성하게 된다. 이 때, 모델의 입력 값은 상기 생성된 학습 데이터에 포함된 각각의 주요 로그를 예측하기 위해 선정된 로그들이 될 수 있다.
- [0032] 이 때, 로그 예측 모델 생성부(120)는 그래디언트 부스티드 트리(GBT) 회귀모델에서 잔차가 최소화되는 모델을 선정하여 상기 예측 모델로 생성할 수 있다. 이를 통해 본 발명에서는 관련성 높은 여러 로그들을 입력값으로 하여 비행 상태에 관한 중요한 정보를 나타내는 주요 로그를 예측하고, 예측된 주요 로그 값이 실제 드론의 해당 주요 로그 값과 차이가 나는 경우 이상이 있을 가능성이 있다고 판단하도록 할 수 있다.
- [0033] 로그별 임계치 설정부(130)는 상기 생성된 로그 예측 모델을 기초로 예측된 로그 값과 실제 로그 값의 차이에 대한 로그별 임계치를 저장한다. 상술한 바와 같이, 예측 모델을 통해 주요 로그들을 예측한 뒤에 실제 로그 값과의 차이에 따라 고장 여부를 판단하기 위해서는 기준이 필요한데, 그 기준이 되는 것이 상기 로그별 임계치가 된다.
- [0034] 로그별 임계치 설정부(130)에서 설정하는 로그별 임계치는 정상 비행데이터를 이용하여 예측하였을 경우의 차이(잔차)와 비정상 비행데이터를 이용하여 예측하였을 경우의 차이(잔차)의 분포를 분석하고 이를 통해 정상과 비정상을 구분할 수 있는 수치로 선정할 수 있다. 예측 모델이 주요 로그별로 생성되기 때문에, 임계치 또한 각각 생성된 모델별로 하나씩 설정되게 된다.
- [0035] 로그 데이터 수신부(140)는 비행중인 드론으로부터 복수의 로그 데이터를 수신한다. 이 때에는 실제 드론으로부터 수신되는 실시간 정보들을 수신할 수 있는데, 드론의 센서로부터 직접 정보를 수신하거나 관계 시스템을 통하여 정보를 수신하는 것이 가능하다.
- [0036] 위 예시에서, 로그 데이터 수신부(140)는 108가지 드론 비행 관련 로그를 실시간으로 수신하고 이를 15가지 예측 모델에 적용함으로써, 드론의 상태를 분석할 수 있도록 한다.
- [0037] 드론 상태 판단부(150)는 상기 예측 모델을 이용하여 상기 수신한 로그 데이터 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 값을 생성하고, 실제 로그 값과 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 그 결과에 따라 드론의 상태를 판단한다.
- [0038] 드론 상태 판단부(150)는 이를 위하여 상기 주요 로그 각각에 대한 실제 로그 값 및 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중을 기초로 드론의 상태를 판단할 수 있다.
- [0039] 예를 들어, 드론 상태 판단부(150)는 15가지 주요 로그들에 대해서 예측 값과 실제 값을 비교하고 임계치를 초과하는 주요 로그가 0개-4개일 경우 드론의 상태를 정상으로 판단하고, 5개-10개일 경우 주의상태로 판단하며, 11개-15개일 경우 비상상태로 판단하여 각각의 상황에 맞는 조치를 취할 수 있다. 이처럼 주요 로그 중 예측 값과 실제 값에 차이가 크게 나는 로그들이 얼마나 많은지에 따라 드론의 상태가 판단되게 되므로, 단순히 한 두 가지의 로그가 정상 범위를 벗어나는지 여부만으로 드론의 상태를 파악하는 것에 비해 보다 정교한 상태 분석이 가능하게 된다.



- [0040] 드론 상태 판단부(150)는 이처럼 상기 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중에 따라서, 드론의 상태를 정상, 주의 및 비상 상태로 구분하고, 판단된 드론의 상태를 관계사에 제공할 수 있다. 또한, 주의 상태 또는 비상 상태일 경우, 후보 착륙지 목록을 제공하여 자동착륙을 유도할 수도 있고, 지도 상의 착륙지를 관계사가 선택하여 자동 착륙하도록 할 수 있다. 또한, 비상 상태인 경우에는 관계사가 직접 드론을 원격지에서 수동 제어할 수 있는 모드를 제공하는 것도 가능하다.
- [0041] 드론 상태 판단부(150)는 로그의 종류나 주요 로그의 개수 등에 따라서 드론의 상태를 보다 더 세분화하여 상태별 맞춤 알림 및 보조 기능을 제공하도록 할 수 있다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템에서 활용하는 주요 로그의 일례를 나타낸 도면이다.
- [0043] 도면에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에서 총 108가지 드론의 로그 중에서, 드론의 고장 진단에 활용되는 예측 대상 주요 로그를 15가지 선정할 수 있다. 이는 실제 드론의 비행과 관련이 높은 로그로 사전에 전문가로부터 선별되어 저장된 정보일 수 있다.
- [0044] 본 실시예에서는 기체자세 Roll, 기체자세 Pitch, 기체자세 Yaw, X축 진동, Y축 진동, Z축 진동 등 비행제어 컴퓨터(FC)로부터 수집되는 로그 정보 6가지와, X축 가속도, Y축 가속도, Z축 가속도, X축 각속도, Y축 각속도, Z축 각속도, X축 자기장, Y축 자기장, Z축 자기장 등 총 9가지 관성측정장치(IMU)에서 수집되는 로그 정보를 주요 로그로 선별할 수 있다.
- [0045] 이 15가지 주요 로그와 관련성 높은 로그를 나머지 로그들 중에서 선별하고 이를 학습시켜 선별된 로그들을 입력값으로 하여 각 주요 로그를 예측하도록 하며, 이 예측 값과 실제 주요 로그의 값을 비교함으로써, 이상 여부를 판단할 수 있게 된다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단시스템에서 주요 로그 및 일반 로그를 활용하는 일례를 나타낸 도면이다.
- [0047] 도면에서 좌측 첫 번째 열에 검은 색으로 표시된 로그가 15가지 주요 로그이며, 흰 색으로 표시된 로그는 일반 로그에 해당한다. 여기에서 붉은 색으로 표시된 첫 번째 주요 로그와 나머지 107개(주요 로그 14개, 일반 로그 93개)의 상관계수를 구해보고, 이 중 0.3 이상의 양의 상관관계를 가지는 로그들을 선별하게 된다. 도면에서 파란 색으로 표시된 로그 4가지가 이와 같이 붉은색 주요 로그를 예측하는 데에 활용될 수 있는 로그로 선별된 로그들이다.
- [0048] 이후, 드론에서 실시간으로 로그 데이터가 입력되면, 파란 색으로 표시된 로그들을 입력 값으로 하여, 예측 모델을 통해 로그 값을 예측하고, 예측된 값을 붉은 로그의 실제 값과 비교하여 이상 여부를 판단하게 된다.
- [0049] 이와 같은 과정이 좌측 1열의 15가지 로그에 대해서 모두 이루어지게 되면 15개 중 몇 개의 주요 로그에 대해서 임계치를 초과하는 예측 오류가 존재하는지를 확인할 수 있게 되고, 이 개수에 따라서 드론의 상태를 판별할 수 있게 된다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 장애진단방법의 흐름을 도시한 도면이다.
- [0051] 본 발명에 따른 드론 장애진단방법은 중앙처리장치 및 메모리를 구비하는 드론 장애진단시스템(101)에서 동작하는 방법으로, 앞서 설명한 드론 장애진단시스템(101)에서 구동될 수 있다.
- [0052] 따라서, 드론 장애진단방법은 상술한 드론 장애진단시스템(101)에 대하여 설명된 특징적인 구성을 모두 포함하고 있으며, 아래의 설명에서 설명되지 않은 내용도 상술한 드론 장애진단시스템(101)에 대한 설명을 참조하여 구현할 수 있다.
- [0053] 학습 데이터 생성 단계(S401)는 드론의 비행 과정에서 생성되는 복수의 로그 데이터로부터 학습 데이터를 생성한다. 본 발명에서는 인공지능 기술을 이용하여 드론의 고장을 진단하는데, 인공지능 기술은 일반적으로 다양한 상황을 나타내는 학습 데이터를 이용하여 학습을 시키고 이를 통해 모델을 생성함으로써, 생성된 모델이 원하는 답을 찾아낼 수 있도록 한다. 일반적으로 인공지능을 이용하여 드론 등의 기기 상태를 모니터링하는 경우, 몇 가지 주요 상태정보를 입력으로 하고 고장 및 정상 상태를 결과값으로 하여 고장상태를 진단하였는데, 이 경우 주어진 몇 가지 상태만을 확인할 수 있어, 진단의 정확도가 높지 않다는 문제점이 있다. 또한, 드론이 정상상태인지 비정상상태인지를 나타내는 정답 정보가 존재해야 하기 때문에, 학습 데이터를 확보하는 데에 어려움이 있다.
- [0054] 그러나, 학습 데이터 생성 단계(S401)에서 생성하는 학습 데이터는 드론과 관련된 다양한 로그들을 수집하고,

드론의 상태가 정상인지 비정상인지에 대한 정보가 없이도 학습 데이터를 생성할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

- [0055] 학습 데이터 생성 단계(S401)에서 학습 데이터를 생성하기 위해 활용하는 복수의 로그 데이터는 어떤 상태를 나타내는 로그인지에 따라서 주요 로그 및 일반 로그로 구분될 수 있다. 주요 로그는 드론의 상태 이상 여부를 확인하는 데에 중요한 로그로 드론의 상태를 보다 직접적으로 나타내는 로그를 의미한다. 본 발명에서 설명하는 실시예에서 드론의 로그는 총 108가지가 수집될 수 있으며, 이 중 15가지가 주요 로그로 선별될 수 있다. 주요 로그에 대해서는 도 2에 도시되어 있으며 도 2에서 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0056] 학습 데이터 생성 단계(S401)에서는 상기 주요 로그 각각에 대해서 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들을 선정하여 학습 데이터로 생성할 수 있다. 위의 예에서 총 15개의 주요 로그들중 어느 하나의 주요 로그에 대해 전체 로그 108개 중 해당 로그를 제외한 나머지 107개를 두고 이 중 해당 로그를 예측하는 데에 활용될 수 있는 로그를 선별한다. 이와 같은 과정을 15개 전체 주요 로그에 대해서 수행함으로써, 15가지 학습 데이터 세트가 생성될 수 있다.
- [0057] 이 때, 학습 데이터 생성부(110)는 각 주요 로그와 소정의 기준치 이상의 상관계수를 가지는 로그들을 각 주요 로그를 예측할 수 있는 로그들로 선정할 수 있다. 예를 들어 하나의 주요 로그에 대해서 나머지 107개의 로그들과의 상관계수를 구하고, 이 값이 0.3 이상으로 양의 상관관계를 가지는 로그들을 해당 로그를 예측할 수 있는 유의미한 관계의 로그로 선정할 수 있다. 이처럼 본 발명에서는 특정 로그가 정상 상태인지를 모델로 판단하는 것이 아니라, 비행과 관련된 주요 로그를 관련있는 다른 로그로 예측해 보고 그 예측 값이 실제 값과 차이나는 정도를 바탕으로 고장여부를 판단하게 되므로, 드론의 이상 또는 정상 상태에 대한 정답정보가 없이도 드론의 상태를 판단할 수 있게 된다.
- [0058] 또한, 학습 데이터 생성 단계(S401)는 드론의 기체 종류(쿼드콥터, 헥사콥터, 옥타콥터)에 따라서 각각 학습 데이터 세트를 구성할 수 있고, 결국 주요 로그가 위 예시에서와 같이 15개라고 한다면, 총 45개의 모델을 생성하기 위한 학습 데이터 세트를 생성할 수 있다.
- [0059] 로그 예측 모델 생성 단계(S402)는 상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 상기 복수의 로그 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 모델을 생성한다. 앞서 설명한 바와 같이, 로그는 주요 로그와 일반 로그로 결정되는데, 상기 생성된 학습 데이터를 이용하여 주요 로그들을 예측할 수 있도록 하는 예측 모델을 생성하게 된다. 이 때, 모델의 입력 값은 상기 생성된 학습 데이터에 포함된 각각의 주요 로그를 예측하기 위해 선정된 로그들이 될 수 있다.
- [0060] 이 때, 로그 예측 모델 생성 단계(S402)는 그래디언트 부스팅 트리(GBT) 회귀모델에서 잔차가 최소화되는 모델을 선정하여 상기 예측 모델로 생성할 수 있다. 이를 통해 본 발명에서는 관련성 높은 여러 로그들을 입력값으로 하여 비행 상태에 관한 중요한 정보를 나타내는 주요 로그를 예측하고, 예측된 주요 로그 값이 실제 드론의 해당 주요 로그 값과 차이가 나는 경우 이상이 있을 가능성이 있다고 판단하도록 할 수 있다.
- [0061] 로그별 임계치 설정 단계(S403)는 상기 생성된 로그 예측 모델을 기초로 예측된 로그 값과 실제 로그 값의 차이에 대한 로그별 임계치를 저장한다. 상술한 바와 같이, 예측 모델을 통해 주요 로그들을 예측한 뒤에 실제 로그 값과의 차이에 따라 고장 여부를 판단하기 위해서는 기준이 필요한데, 그 기준이 되는 것이 상기 로그별 임계치가 된다.
- [0062] 로그별 임계치 설정 단계(S403)에서 설정하는 로그별 임계치는 정상 비행데이터를 이용하여 예측하였을 경우의 차이(잔차)와 비정상 비행데이터를 이용하여 예측하였을 경우의 차이(잔차)의 분포를 분석하고 이를 통해 정상과 비정상을 구분할 수 있는 수치로 선정할 수 있다. 예측 모델이 주요 로그별로 생성되기 때문에, 임계치 또한 각각 생성된 모델별로 하나씩 설정되게 된다.
- [0063] 로그 데이터 수신 단계(S404)는 비행중인 드론으로부터 복수의 로그 데이터를 수신한다. 이 때에는 실제 드론으로부터 수신되는 실시간 정보들을 수신할 수 있는데, 드론의 센서로부터 직접 정보를 수신하거나 관제 시스템을 통하여 정보를 수신하는 것이 가능하다.
- [0064] 위 예시에서, 로그 데이터 수신 단계(S404)는 108가지 드론 비행 관련 로그를 실시간으로 수신하고 이를 15가지 예측 모델에 적용함으로써, 드론의 상태를 분석할 수 있도록 한다.
- [0065] 드론 상태 판단 단계(S405)는 상기 예측 모델을 이용하여 상기 수신한 로그 데이터 중 적어도 하나의 로그에 대한 예측 값을 생성하고, 실제 로그 값과 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고,

그 결과에 따라 드론의 상태를 판단한다.

- [0066] 드론 상태 판단 단계(S405)는 이를 위하여 상기 주요 로그 각각에 대한 실제 로그 값 및 예측 값의 차이가 상기 저장된 로그별 임계치를 초과하는지 확인하고, 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중을 기초로 드론의 상태를 판단할 수 있다.
- [0067] 예를 들어, 드론 상태 판단 단계(S405)는 15가지 주요 로그들에 대해서 예측 값과 실제 값을 비교하고 임계치를 초과하는 주요 로그가 0개-4개일 경우 드론의 상태를 정상으로 판단하고, 5개-10개일 경우 주의상태로 판단하며, 11개-15개일 경우 비상상태로 판단하여 각각의 상황에 맞는 조치를 취할 수 있다. 이처럼 주요 로그 중 예측 값과 실제 값에 차이가 크게 나는 로그들이 얼마나 많은지에 따라 드론의 상태가 판단되게 되므로, 단순히 한 두 가지의 로그가 정상 범위를 벗어나는지 여부만으로 드론의 상태를 파악하는 것에 비해 보다 정교한 상태 분석이 가능하게 된다.
- [0068] 드론 상태 판단 단계(S405)는 이처럼 상기 로그별 임계치를 초과하는 주요 로그가 전체 주요 로그에서 차지하는 비중에 따라서, 드론의 상태를 정상, 주의 및 비상 상태로 구분하고, 판단된 드론의 상태를 관제사에 제공할 수 있다. 또한, 주의 상태 또는 비상 상태일 경우, 후보 착륙지 목록을 제공하여 자동착륙을 유도할 수도 있고, 지도 상의 착륙지를 관제사가 선택하여 자동 착륙하도록 할 수 있다. 또한, 비상 상태인 경우에는 관제사가 직접 드론을 원격지에서 수동 제어할 수 있는 모드를 제공하는 것도 가능하다.
- [0069] 드론 상태 판단 단계(S405)는 로그의 종류나 주요 로그의 개수 등에 따라서 드론의 상태를 보다 더 세분화하여 상태별 맞춤 알림 및 보조 기능을 제공하도록 할 수 있다.
- [0070] 본 발명에 따른 드론 장애진단방법은 컴퓨터가 실행하도록 기능시키기 위한 프로그램으로 제작되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다.
- [0071] 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CDROM, DVD 와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0072] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0073] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있다.

**부호의 설명**

- [0074] 101: 드론 장애진단시스템
- 110: 학습 데이터 생성부                      120: 로그 예측 모델 생성부
- 130: 로그별 임계치 설정부                      140: 로그 데이터 수신부
- 150: 드론 상태 판단부

도면

도면1



도면2

로그 수집 부품 및 센서		예측대상 주요 15종 로그명
비행제어 컴퓨터 (FC)		기체자세 Roll
		기체자세 Pitch
		기체자세 Yaw
		X축 진동
		Y축 진동
		Z축 진동
관성측정장치 (IMU)	가속도 센서	X축 가속도
		Y축 가속도
		Z축 가속도
	각속도 센서	X축 각속도
		Y축 각속도
		Z축 각속도
	지자기 센서	X축 자기장
		Y축 자기장
		Z축 자기장

도면3

로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	
로그	로그	로그	로그	로그	로그	로그	

도면4

