

진동센서를 이용한 드론 동력부의 이상 진단 시스템 구현

엄성용*, 박지현**, 김윤호***

Implementation of Abnormality Diagnosis System for Drone Power Unit by Using Vibration Sensor

Soung-Young Om*, Jihyun Park**, and Yoon-Ho Kim***

요 약

본 연구에서는 모터, 프로펠러, 암 체결부 등, 드론 동력부의 이상 상태를 자동으로 점검할 수 있도록 하는 고장진단 시스템을 설계 제작하였다. 먼저, 드론 동력부가 정상적으로 작동하는 상태에서의 진동 신호를 주파수 도메인으로 변환하여 표준데이터를 만들었고, 드론의 운용 중에 취득된 테스트 데이터와 표준데이터의 데이터 베이스와의 유클리드 거리를 비교하여 이상 유무를 판단하였다. 또한, 드론에 실제 장착하기 위해 초소형 진동 센서 모듈을 H/W로 설계하였고, 데이터 처리용량을 최소화하기 위한 알고리즘도 제안하였다. 제안된 방법의 타당성을 검증하기 위하여 프로프의 볼트가 느슨해진 경우를 가정한 진동 데이터를 취득하여 주파수 대역 별로 표준데이터와 비교실험을 수행하였으며, 실험 결과들은 제안한 방법이 소형 산업용 드론에 최적화됨을 확인하였다.

Abstract

In this paper, an automatic method for detecting an abnormal conditions such main parts as motors, propellers and arm fasteners of the drone's power units was designed and implemented. First, vibrating signal of drone unit operating under normal state was converted into frequency domain and created standard data. Then, the test data acquired during the operation of the drone and the Euclidean distance from the pre-built database were compared to determine an abnormality. In order to install to the drone, Ultra-small vibration sensor module was designed with H/W and it also proposed algorithms to minimize data processing capacity. To verify the validity of the proposed method, vibration data assumed to be loose in the props were obtained and compared to the standard data by frequency band and finally, the experimental results confirmed that the proposed method was optimized for small industrial drones.

Keywords

drone's power units, Euclidean distance, vibration sensor, frequency band, standard data, frequency domain

* 목원대학교 일반대학원, IT공학과 박사
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4165-2905>
** 목원대학교 일반대학원, IT공학과 석사과정
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6834-5342>
*** 목원대학교 융합컴퓨터·미디어학부 교수(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5739-953x>

· Received: Dec. 24, 2019, Revised: Apr. 16, 2020, Accepted: Apr. 19, 2020
· Corresponding Author: Yoon-Ho Kim
Division of Convergence Computer & Media, Mokwon University,
88, Doanbuk-ro, Seo-gu, Daejeon, 35349, Korea
Tel.: +82-42-829-7633, Email: yhkim@mokwon.ac.kr

I. 서 론

최근, 드론의 상업 및 산업현장의 적용이 급격히 증가하고 대형화가 가속되고 있으나, 이와 함께 추락사고와 그에 따르는 2차 피해 또한 증가하고 있어 드론 산업발전에 걸림돌이 되고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 산업용 드론의 동력부(모터, 프로펠러, 프레임 등.)의 고장 또는 정비 불량으로 인한 추락사고를 사전 예방할 수 있는 동력부 이상 진단시스템 개발이 필요하다.

본 연구에서는 정상 기체 상태의 진동신호를 주파수 도메인으로 변환한 학습데이터를 이상 점검 테스트 데이터와의 유클리드 거리를 측정함으로써, 비행 직전 및 이륙 시기에 모터, 프로펠러, 암 체결부 등의 동력부 이상 상태를 자동 점검 할 수 있는 드론 시스템에 실제 적용 가능한 이상 진단시스템을 설계 및 구현하였다. 또한, 데이터 처리 대상을 줄이기 위하여 이상 상태에서의 유의미한 패턴변화를 보이는 주파수 대역을 찾는 실험을 수행하였고, 드론시스템에 실제 적용이 가능하도록 초소형 진동센서 및 마이크로프로세서 환경에서 신호처리가 가능한 알고리즘을 제시하였다.

II. 관련 연구 및 접근 방법

회전체를 갖는 시스템의 이상을 자동으로 판별하기 위한 선행 연구는 다양한 방법이 제안되고있으며 선형판별분석(Linear discriminant analysis), 인공신경망(Artificial neural networks), 주성분 분석(Principal component analysis), 마할라노비스 거리 분류기(Mahalanobis distance classifier) 등 여러 가지 분석 기법을 이용하여 판별하는 방법이 사용되었고, 그 중 ‘마할라노비스 거리’ 기반의 분류 기법은 다른 분석 기법들에 비해 비교적 우수한 성능을 보여주고 있다[1]-[6].

본 연구에서는 드론시스템의 제한적 환경 특성, 예를 들면, 신호처리 시스템 성능, 용량, 물리적 사이즈 등의 제약을 극복할 수 있는 초소형 신호처리 시스템을 구현하기 위한 가볍고 효과적인 알고리즘을 개발하는데 중점을 두었다.

선행된 관련 연구에서는 정상 운영 중인 시스템

의 각종 상태 값을 변수로 설정하여 각 변수간의 상관관계를 변수간 공분산의 크기에 따라 가중치를 고려하여 거리계산을 할 수 있어 변별력을 높일 수 있다는 장점이 있어 ‘마할라노비스 거리’ 측정방법을 이용하여 왔다[4][6][7]. 하지만, 드론에 탑재가 가능한 소형 마이크로프로세서 기반의 신호처리 시스템 구현에는 ‘마할라노비스 거리’ 측정 방법의 연산처리량이 너무 무거운 것이 단점인 바, 본 연구는 동력부의 이상진단을 위해 드론의 암에서 발생하는 진동신호 스펙트럼만을 변수로 설정하여 소형 마이크로프로세서 모듈을 통한 유클리드 거리 연산만으로 시스템 구현이 가능하도록 하는 것을 목표로 한다.

이를 위하여 진동신호 주파수 스펙트럼을 진동센서의 최대 샘플링 주파수(4kHz)의 1/4인 1kHz 대역을 이상진단을 위한 신호처리 구간으로 설정하고, 이를 다시 10개의 주파수 구간변수 F1에서 F10으로 정의한다. 각 구간변수는 구간의 평균레벨로 산출한다. 이상진단 처리를 위해서는 정상상태에서 학습한 각 구간변수의 정상데이터 집단과 이상진단을 위해 채집한 샘플데이터 집단과의 ‘유클리드 거리’를 산출하여[10] 그 결과값에 따라 이상을 판별하도록 한다.

III. 이상진단 시스템 구현

3.1 데이터 수집 부분의 구현

3.1.1 진동신호 측정용 센서 모듈 H/W 설계

센서 모듈은 암(arm)에 부착되어 진동 원시 데이터를 수집하는 모듈이며, 원시 데이터는 초소형 3축 가속도 센서를 사용한다. 주파수 도메인 정보를 추출하기 위해 FFT(Fast Fourier Transform) 과정을 거친 후 결과 정보를 상위 처리 모듈로 전송한다. 센서 모듈에서 수집되어 처리된 정보는 이상 판별 알고리즘을 통해 이상유무를 식별하게 되며 세부적으로 요구되는 MCU와 가속도 센서의 사양과 설계된 센서 모듈 구성은 그림 1과 같으며, 제안하는 방법에서 사용된 진동 센서는 ICM-20689이며, 또한 MCU는 STM32F405RGT6로 구현 하였다[8][9].

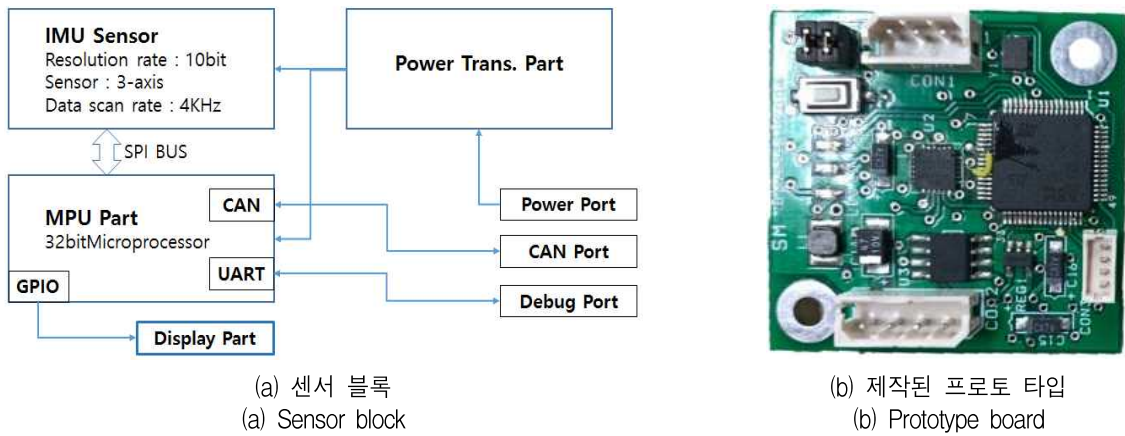


그림 1. 진동신호 취득용 센서 모듈
Fig. 1. Sensor module for acquiring vibration signal

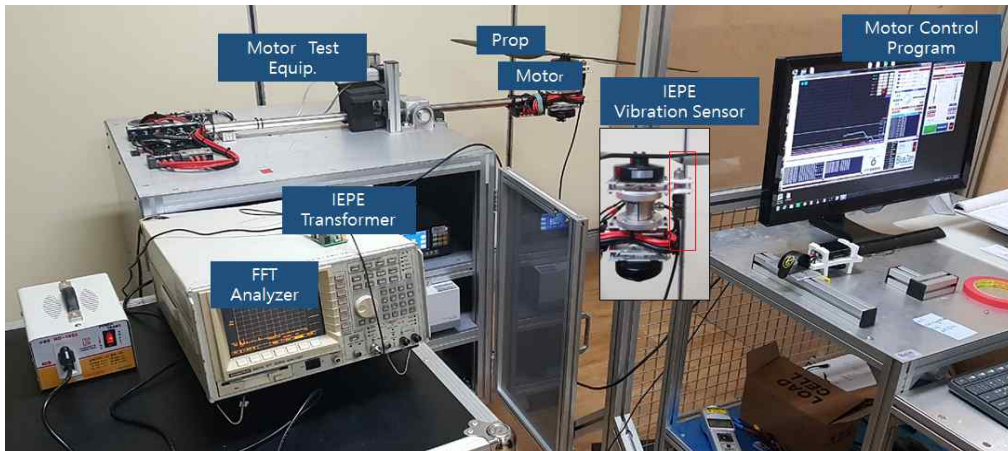


그림 2. 실험환경 구성도
Fig. 2. Experimental configuration

진동센서에서 수집되는 데이터에는 본 연구에서 다루지 않는 주파수 영역도 함께 수집되므로 필요 영역 이상은 제거하는 것이 패턴 변별력에 유리하다. 본 연구에서는 1kHz대역 이상을 필터를 통하여 제거하였으며 처리 용량을 줄이기 위하여 FFT 알고리즘을 사용하였다[2].

데이터 처리는 드론의 동력부에서 발생하는 진동 신호의 1kHz 구간을 FFT연산을 통해 주파수 도메인으로 변환하여 임의의 고장 상황을 가정하였다.

실험환경은 그림 2와 같이 구성하였으며, 먼저 정상상태에서 RPM을 증가해가면서 진동신호를 주파수 도메인에서의 패턴 변화를 측정하였고, 다음으로 프로펠러의 밸런스 이상과 프로펠러 고정볼트 풀림의 고장 상황을 인위적으로 설정하여 이때의 진동신호를 처리한 주파수 도메인에서의 패턴 변화

를 분석하였다.

3.1.2 진단 주파수 패턴 취득 및 분석

그림 3은 프로펠러의 밸런스 이상상태(비정상)에서 취득한 주파수 패턴의 변화를 나타낸다. 먼저 그림 3의 프로펠러 밸런스 이상상태에서의 주파수 패턴변화를 보면 진동 소스가 되는 추력장치의 RPM에 따라 1kHz 대역 및 100Hz 대역의 주파수 패턴 변화가 큰 것으로 확인된다. 또한, 동일 RPM에서의 이상상태에 따르는 패턴 변화를 살펴보면, 첫째 저속(210 RPM)에서는 1kHz, 및 100Hz 대역에서 유의미한 변화를 찾아볼 수 없으나, 500RPM이 넘어서면서부터 100Hz 대역의 패턴변화가 크게 나타남을 알 수 있었다.

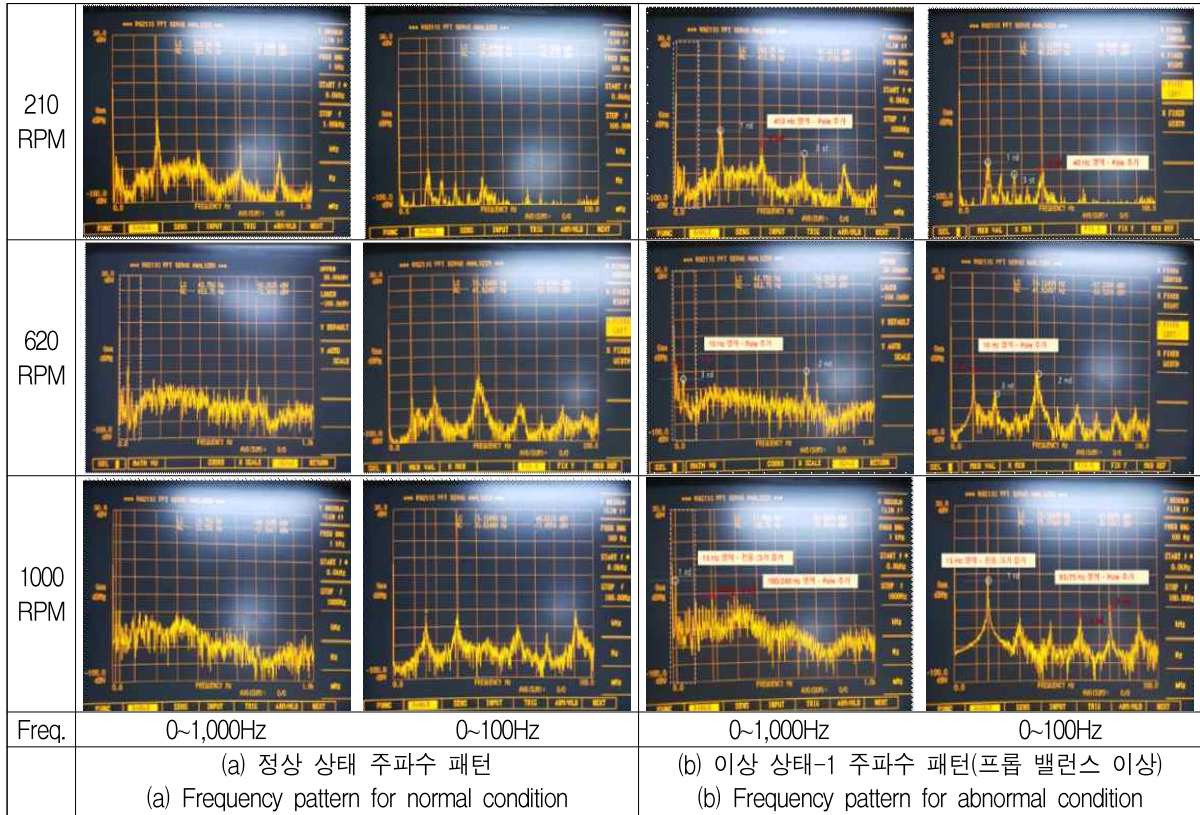


그림 3. 프롭 밸런스 이상상태에서의 주파수 패턴 변화
 Fig. 3. Variation of frequency patterns under abnormality of props valance

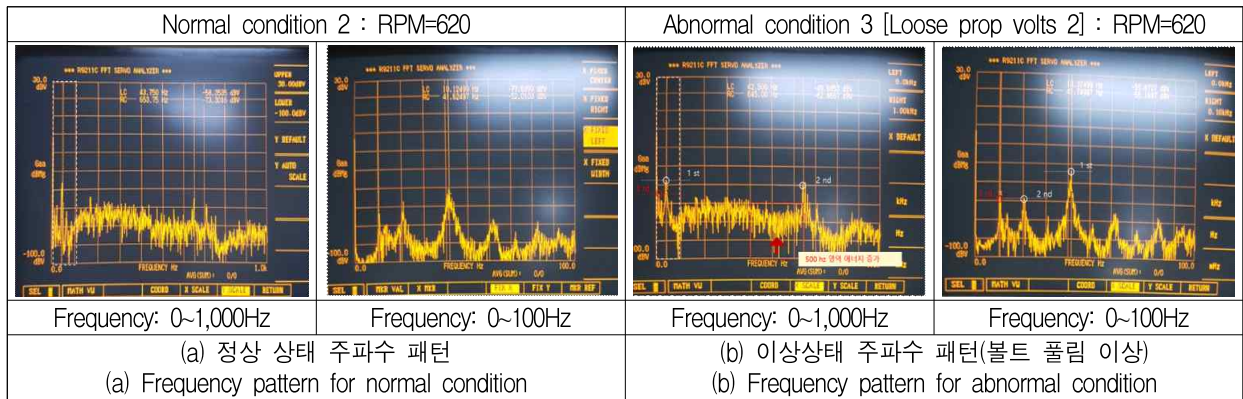


그림 4. 프롭 볼트 풀림 이상상태의 주파수 패턴변화
 Fig. 4. Variation of frequency patterns under abnormality of loose prop volts

또한 그림 4의 프롭 볼트 풀림 이상상태에서의 주파수 패턴변화를 살펴보면 1kHz 대역과 100Hz 대역에서 동시에 패턴변화가 발생함을 볼 수 있다.

상기 두 항을 고려하면 이상 진단 주파수 범위는 유의미한 패턴 변화를 보이는 0~1kHz로 설정하는 것은 타당 하다. 또한, 0~100Hz 대역은 드론의 동력 장치의 회전속도에 따르는 하모닉(Harmonics)이 발

생되는 영역임을 확인하였고, 프로펠러의 이상을 진단하는 중요한 대역이므로 특별 분류하여 데이터처리를 하는 것이 효과적이다. 특히, 100Hz 대역내에서의 첫째 하모닉은 항상 프로펠러의 회전 주파수와 일치함을 발견하였으며, 이는 본 연구에서 제안하는 드론시스템에 최적화된 이상 감지 알고리즘의 기반이 된다.

3.2 이상 감지 알고리즘

3.2.1 유클리디안 거리(Euclidean distance) 기반의 이상 감지분석

본 연구에서는 특정 RPM에서의 진동신호 데이터로부터 추출된 통계적 지표로 구성된 벡터에 대하여 유클리디안 거리를 측정하여, 해당 RPM에서의 이상상태 여부를 판정하게 된다. 즉, 한 공간에서 두 점 A와 B가 있을 때, 이들이 얼마나 떨어져 있는지에 대한 거리 척도를 알기 위해 가장 널리 사용하고 있는 방법은 ‘유클리디안 거리’이며 이를 식으로 표현하면 식 (1)과 같다[3][10].

$$\begin{aligned} A &= (a_1, a_2, a_3, \dots, a_i) \\ B &= (b_1, b_2, b_3, \dots, b_i) \\ D(\text{Euclidean distance}) &= \|A - B\| \\ D &= \sqrt{\sum_{i=1}^d (a_i - b_i)^2} \end{aligned} \quad (1)$$

상기 유클리디안 거리 D를 구하기 위하여 벡터 A는 반복 측정된 학습데이터로부터 구한 평균벡터 U가 되며, 벡터 B는 테스트 데이터가 된다. 또한, 학습 평균 벡터의 구성은 $R_{i,j}$ 이 i 번째 주파수 구역에서 j 번째 수집한 학습데이터라고 하면 이때의 평균값은 식 (2)가 된다. (본 연구에서는 $n=5$ 로 설정 하였다).

$$\mu_i = \sum_{j=1}^{n_j} \frac{R_j}{n} \quad (2)$$

여기에서 주파수 구간을 d 라고 하면 평균벡터 U는 식 (3)과 같다. (본 연구에서는 $d=10$ 으로 설정하였다.)

$$U = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \dots, \mu_d) \quad (3)$$

이상 진단을 유클리디안 거리 D를 산출하기 위한 수식은 식 (4)와 같다. (여기에서 t_i 는 I주파수 구역의 테스트 데이터를 의미한다.)

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^d (\mu_i - t_i)^2} \quad (4)$$

3.2.2 드론 동력부 이상진단 알고리즘

본 논문에서는 정상상태의 학습데이터 평균벡터 (U)를 만들기 위해 다음과 같은 조건을 제시하였다.

① 1kHz 대역의 주파수는 10개 구간으로 나누어 정상상태 학습데이터를 통해 평균벡터(U) 이상상태 여부를 판단하는 표준 데이터로 생성한다.

② 0~100Hz구간은 일정 주파수 간격으로 데이터 셋을 만들지 않고, 발생하는 각 하모닉의 피크치를 정상상태 학습데이터 군으로 하여 평균벡터(UL)를 계산한다.

③ 드론 프로펠러의 회전속도가 500RPM이 넘는 영역에 지정된 2~3개 RPM (예: 800, 1000, 1200)을 지정하여 그 시점에서의 정상상태 학습데이터 군을 만든다. 회전속도는 진동신호 0~100Hz 구간을 모니터링을 하여 첫번째 하모닉을 찾아 RPM을 추정한다.

④ 이상진단을 위한 신호 처리 절차는 그림 5와 같이 진행된다.

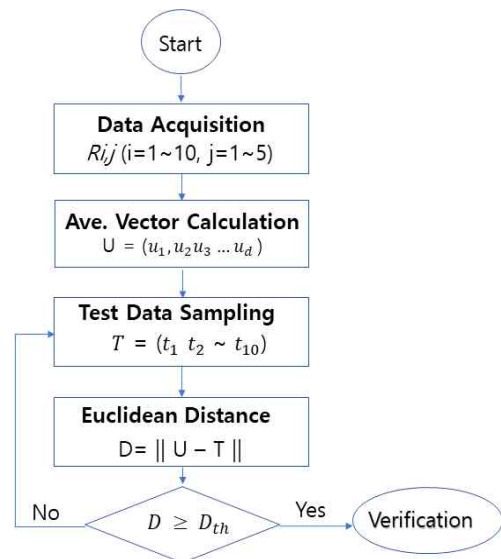


그림 5 이상진단 검출을 위한 알고리즘 흐름도
Fig. 5. Algorithm flowchart for detecting abnormality

IV. 알고리즘 검증을 위한 실험

제안한 방법의 타당성을 검증하기 위하여 정상상태 및 이상상태에 있어서 진동 데이터를 취득하여 이상 유무를 판단하는 일련의 실험을 수행하였다.

표 1. 1kHz 대역 구간별 학습데이터(-100dBV상대값)

Table 1. Experimental data sets in terms of 1kHz

No	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
1	30.1	40.3	35.7	44.3	26.0	27.2	19.2	13.9	19.6	20.0
2	31.9	41.4	36.7	43.5	26.5	28.0	21.1	13.1	20.9	19.1
3	30.3	40.9	36.0	44.7	25.8	27.5	20.5	12.5	19.0	19.8
4	28.5	38.6	34.6	42.8	27.2	27.7	19.3	13.4	19.5	20.1
5	30.0	40.5	36.3	44.0	25.9	26.3	19.0	13.1	19.9	20.2

먼저, 정상상태의 프로펠러를 회전속도 1,000 RPM으로 설정 한 후 진동신호를 샘플하여 1kHz 대역 내의 100Hz 단위의 10개구간(F1~F10)을 설정 하여[그림 6] 각 구간별 평균 레벨을 5회 측정한 학습데이터 테이블을 표 1과 같이 산출하였으며, 표 1의 데이터를 기반으로 1kHz 대역 구간별 학습데이터 평균벡터 U를 구하면 표 2와 같다.

표 2. 1kHz 대역 구간별 학습데이터의 평균벡터 U

Table 2. Experimental data sets of average vector U in terms of 1kHz

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
30.16	40.34	35.86	43.86	26.28	27.34	19.82	13.2	19.78	19.84

정상상태 프로펠러를 회전속도 1000RPM에서의 진동신호를 샘플하여 100Hz 대역 내에서 발생하는 하모닉 폴의 피크값을 6개(P1~P6)까지 순서대로 5회 측정하여 학습데이터 테이블을 표 3과 같이 산출하였고, 표 3의 데이터를 기반으로 100Hz 대역 하모닉 피크값 학습데이터 평균벡터 UL을 구하면 표 4와 같다.

동일한 방법으로, 이상상태의 프로펠러를 회전속도 1,000RPM으로 설정 한 후 진동신호를 측정하여 1kHz 대역 내 10개 구간(F1~F10)별 평균 레벨을 값을 측정하였으며, 동시에 100Hz 대역 내의 하모닉 피크값 6개를 순서대로 표 5와 같이 측정하였다.

표 3. 100Hz 대역 하모닉 피크값 학습데이터

Table 3. Experimental data sets of harmonic peak value in terms of 100Hz

No	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	50.0	51.1	30.0	39.0	32.3	52.0
2	51.3	50.4	29.2	40.2	33.0	51.3
3	49.5	50.2	30.8	38.8	33.2	52.2
4	49.1	49.5	29.4	38.1	31.9	51.0
5	48.9	51.0	29.7	40.5	32.0	50.8

표 4. 100Hz 대역 하모닉 피크값 학습데이터(평균벡터 UL)

Table 4. Experimental data sets of harmonic peak value in terms of 100Hz(average vector UL)

P1	P2	P3	P4	P5	P6
49.76	50.44	29.82	39.32	32.48	51.46

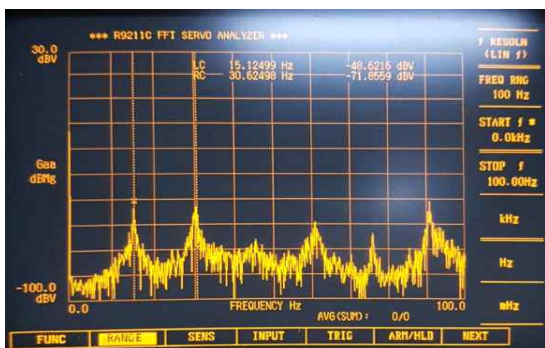
표 5. 프로펠러 밸런스 이상 상태의 100Hz 대역 하모닉 피크값 측정

Table 5. Experimental data sets of harmonic peak value in 100Hz band(in case of valance abnormality)

tp1	tp2	tp3	tp4	tp5	tp6
74.0	45.0	44.0	46.0	55.0	49.0



(a) 1kHz band



(b) 100Hz band

그림 6. 1000RPM조건에서 주파수 데이터

Fig. 6. Frequency data under 1000 RPM

표 6. 프로펠러 이상 상태 1kHz 구간 유클리드 거리 D

Table 6. Euclidean distance D in terms of propeller abnormality(1kHz band)

U(Average)	30.16	40.34	35.86	43.86	26.28	27.34	19.82	13.2	19.78	19.84
Test value	39.0	40.0	42.0	46.0	34.0	35.0	26.0	20.0	26.0	27.0
$(\mu_i - t_i)^2$	78.15	0.12	37.70	4.58	59.60	58.68	38.19	46.24	38.69	51.27
D	20.33									

상기와 같이 일련의 실험을 수행하여, 프로펠러 이상 상태 1kHz 구간 유클리드 거리 계산을 하였다. 먼저, 프로펠러의 이상상태에서 측정된 1kHz대역 구간별 진동레벨 평균 값 표 2와 1kHz 대역 구간별 학습데이터 평균벡터 U[표 4]를 이용하여 유클리드 거리 D를 구하였다[표 6].

계산된 결과는 1kHz 대역에서의 유클리드 거리 $D=20.33$, 100Hz 대역에서의 유클리드 거리는 $DL=37.10$ 이었다. 실제 정상 상태에서 샘플링 된 실험 데이터를 기반으로 유클리드 거리 D를 구하면, 대부분 $D<3.5$ 이었음을 고려할 때, 상기 데이터는 충분히 유의미한 데이터이다.

V. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 산업용 드론에 실장/탑재가 가능한 수준의 크기, 무게 및 성능을 만족할 수 있는 진동신호분석 기반의 이상 진단시스템을 설계 및 구현을 하였다. 드론 동력부 정상상태의 진동신호를 입력 받아 주파수 도메인으로 변환한 학습데이터를 만들고, 샘플된 테스트 데이터와의 유클리디안 거리를 측정함으로써 동력부 이상 상태를 식별 할 수 있는 방법을 제안하고 실험을 통해 검증을 하였다. 소형 산업용 드론에 실제 장착하기 위한 초소형 진동센서 모듈 환경에서 신호처리가 가능한 H/W를 그림 1과 같이 설계 제작하였고, 데이터 처리용량을 최소화한 알고리즘을 제시하였다. 또, 제시한 알고리즘 검증을 위한 실험환경을 그림 2와 같이 구성하여 정상상태 및 모의 이상상태(비정상 상태)에서의 데이터수집 실험을 진행하였다.

제안된 이상상태 식별 방법의 검증은, 프로펠러에 이상이 생겨 밸런스가 무너진 이상상태를 연출하여 설정하고, 회전속도 1,000RPM에서 테스트 측정한 테스트벡터 T와 정상상태의 학습된 평균벡터

U와의 유클리디안 거리를 측정하는 방법으로 진행하였다. 검증 결과, 0~1kHz 구간에서의 유클리디안 거리 D값은 20.33, 0~100Hz 구간에서의 유클리디안 거리 DL값은 37.10으로 나타났다. 여러 차례 실험을 통해 정상상태에서의 유클리디안 값이 3.5이상을 넘지 않음을 감안할 때 충분히 식별이 가능한 변화량을 확인하였는 바, 제안된 식별 방법은 충분한 식별능력을 유지함과 동시에 드론시스템에 탑재 가능한 이상 진단시스템을 구현하는데 솔루션이 될 수 있음을 확인하였다. 향후 지속적인 시스템 설계 및 구현을 위한 연구 과정으로 이상진단의 기준값(그림 5의 D_{th}) 설정을 위한 수학적 모델링 연구와, 선행 연구된 다차원변수 기반의 고장진단 연구결과들과 계량화된 비교연구를 진행하고 있다.

References

- [1] S. H. Lee and G. Lim, "Performance Comparison of Mahalanobis-Taguchi System and Logistic Regression-A Case Study", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 39, No. 5, pp. 393-402, Oct. 2013.
- [2] P. Duhamel and M. Vetterli, "Fast fourier transforms: A tutorial review and a state of the art", Signal processing, Vol. 19, No. 4, pp. 259-299, Apr. 1990.
- [3] Mihaly Bakonyi and Charles R. Johnson, "The Euclidian Distance Matrix Completion Problem", Vol. 16, No. 2, pp. 646-654, Apr. 1995.
- [4] De Maesschalck, Roy, "The mahalanobis distance", Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Vol. 50, No. 1, pp. 1-18, Jan. 2000.
- [5] K. D. Kim and E. J. Lee, "Corrosion Diagnosis of

Ship by K-means Clustering and Euclidean Distance", Korea Computer Congress 2020 (KCC2013), pp. 1381-1383, Jun. 2013

[6] S. G. Park, W. S. Park, J. E. Jung, Y. Y. Lee, and J. E. Oh, "A Fault Diagnosis on the Rotating Machinery Using Mahalanobis Distance", Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 32, No. 7, pp. 556-560, Jul. 2008.

[7] J. W. Yu, J. Y. Jang, J. Y. Yoo, and S. S. Kim, "Fault Detection Method for Steam Boiler Tube Using Mahalanobis Distance", Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 26, No. 3, pp. 246-252, Jun. 2016.

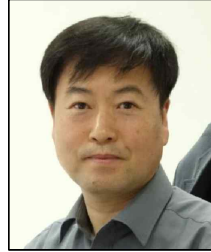
[8] Y. W. Song, H. S. Lee, H. S. Park, Y. J. Kim, and J. Y. Jung, "A Signal Processing Technique for Predictive Fault Detection based on Vibration Data", The Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 23, No. 2, pp. 111-121, May 2018.

[9] S. I. Ahn, S. J. Choi, and S. H. Kim, "Development of Fault Diagnostic Algorithm based on Spectrum Analysis of Acceleration Signal for Wind Turbine System", Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 22, No. 6, pp. 675-680, Dec. 2012.

[10] Y. H. Choi, B. J. Jo, and S. W. Jung, "Adaptive Euclidean Distance Measure Method for Numeric Data Distribution", Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 38, No. 1, pp. 67-79, Jun. 2011.

저자소개

엄 성 용 (Song-Young OM)



1985년 2월 : 청주대학교
전자공학과(공학사)
1988년 2월 : 청주대학교
전자공학과(공학석사)
2012년 2월 : 연세대학교
정보대학원(박사수료)
2015년 2월 : 세종대학교

일반대학원, 항공우주공학과(박사수료)

2020년 4월 현재 : 목원대학교, 일반대학원, IT공학과
박사(재학중)

2016년 ~ 현재 : (주)블루젠드론 대표이사/연구소장
관심분야 : 임베디드 시스템, 무인기 비행제어 시스템,
무인 이동체 통신 시스템/단말기

박 지 현 (Jihyun Park)



1999년 2월 : 홍익대학교
기계설계과(공학사)
2020년 4월 현재 : 목원대학교
일반대학원, IT공학과 석사과정
(재학중)
2016년 ~ 현재 : (주)블루젠드론
수석연구원

관심분야 : 무인기 비행제어 시스템, 무인 이동체 통신
네트워크 시스템

김 윤 호 (Yoon-Ho Kim)



1992년 6월 ~ 현재 : 목원대학교
융합컴퓨터·미디어학부 정교수,
입학취업처장, 공과대학장,
부총장
2008년 ~ 현재 : ISO/TC 292
Korea Delegate.
2012년 ~ 2014년 : 사회안전학회

회장

2017년 ~ 2018년 : 한국정보기술학회 회장

관심분야 : Image Processing, Computer Vision,
퍼지응용, IT 기반 재난안전망 설계