

드론의 비행 특성과 제어 시스템의 성능을 평가하는 Drone Test bed

김태형¹, 이승기¹, 백승표¹, 이상민¹, 장경원^{2*}

¹원광대학교 전자융합공학과 학생,

²원광대학교 전자융합공학과 교수

To evaluate the flight characteristics of drones and the
performance of the control system

Drone Test bed

Taehyung Kim¹, Seunggi Lee¹, Seungpyo Baek¹, Sangmin Lee¹, Gyeongwon Jang^{2*}

1 Wonkwang University Electronic Convergence Engineering student,

2Professor, Department of Electronic Convergence Engineering, Wonkwang University

요 약

본 논문에서는 3축 자이로스코프형 드론 테스트베드의 구현을 연구하였다. 구현될 드론 테스트베드는 기존 시장에 출시된 드론의 동작 특성을 분석하기 위해 드론과 분리된 독립적인 자이로 센서를 적용해 드론의 비행 특성을 측정하고 관제 시스템의 성능을 평가한다. 연구의 순서는 모델링, MATLAB 및 Arduino 프로그램을 사용한 시뮬레이션, 생산 및 데모 테스트였습니다. 그 결과 드론의 비행특성과 관제시스템의 성능을 정확하게 평가했다. 본 논문에서 제안하는 드론 테스트베드는 IMU 센서를 이용하여 드론의 비행 특성을 분석하고, 드론의 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)를 측정하여 실시간으로 모니터링한다. 사고를 사전에 예방할 수 있습니다.

주제어 : 원광대학교, 전자융합공학과, 드론테스트베드, 비행성능, 제어성능, 아이엠유센서

Abstract

In this paper, we studied the implementation of a 3-axis gyroscope-type drone test bed. The drone test bed to be implemented measures the flight characteristics of the drone and evaluates the performance of the control system by employing an independent gyro sensor separated from the drone to analyze the motion characteristics of the drone released on the existing market. The sequence of the study was modeling, simulation using MATLAB and Arduino programs, and production and demonstration tests. As a result, the flight characteristics of the drone and the performance of the control system were accurately evaluated. The drone test bed proposed in this paper analyzes the flight characteristics of the drone using the IMU sensor, measures the roll, pitch, and yaw of the drone, and monitors it in real time. Accidents can be prevented in advance.

Key Words : Wonkwang University, Electronic Convergence Engineering, Drone test bed, Flight characteristics, Control performance, IMU sensor

1. 서론

우리나라 정부는 4차 산업의 핵심인 드론산업을 국토교통 7대 신산업으로 선정하였고, 드론 활성화 지원 로드맵('17~'26)을 수립하여 미래 중점산업으로 육성 추진하고 있다. 국내 시장의 경우 군수용 무인비행장치를 중심으로 드론시장이 활성화 되어 왔으나, 민수시장의 경우는 이제 시작이며 아직 미미한 수준이다. 그러나 최근 촬영용 및 농업용 등 임무용 드론에 대한 수요가 증가하는 추세를 보이고 있어 상업용 및 민수 활용 시장이 빠르게 발전, 성장하고 있다. 구체적으로 2016년 5월 제5차 규제개혁 장관회의에서 '원칙 개선 네거티브 방식'의 본격 적용을 골자로 하는 신산업 규제완화 정책에서 드론산업과 관련된 내용이 포함되어 2016년 하반기부터 순차적으로 규제 개선이 이루어지고 있으며 드론 관련 제조산업과 활용산업의 동반 성장을 추진하고 있다. 드론은 미래 핵심 기술요소이며, 그 자체로 성장하기보다 다양한 산업과의 접목 및 활용되어 더 큰 가치를 창출해낼 수 있기 때문이다. 특히 활용산업(8.9조)이 제조산업(3.8조) 대비 2.3배가 높은 수준의 경제적 가치를 창출할 것으로 기대되고 있다. 그러나 드론을 비롯한 한국의 첨단산업 육성정책은 정부주도로 이루어져 민간의 혁신역량이 자유롭고 빠르게 확산되기 어려운 한계점이 있다. 반면 국토교통부는 2026년까지 1조4천억원을 드론 산업에 투자해 국내시장 규모를 2조5천억원 수준으로 키우겠다는 계획을 밝혔다. 먼저 드론 사업법 위 네거티브 전환 및 소형 드론 자본금 요건 폐지('16. 9월)를 통해 드론을 통한 다양한 사용사업이 가능하도록 원스톱 지원서비스를 운영하고 있다. 또한, 연구개발 사업을 추진하고

사업화 시범 사업을 확대해 나감으로써 기술의 발전과 실제 현장 적용을 최대한 많이 지원, 활용 방안을 확보하고자 노력하고 있다. 창업으로 드론 관련 사업 전개가 가능하도록 적극 지원하고, 드론을 활용하여 수요를 확대하고 공급·수요의 양 측면에서 관련 산업 육성을 지원하고 있다. 국토교통부가 드론 산업의 생태계 구축에 적극 지원함에 따라 공공분야 중심의 시장 활성화와 민간분야 자율경쟁 활성화가 기대된다. 이러한 가운데 드론 운용의 안정성 향상과 드론 활용 영역 확대를 위한 교통 및 통신 인프라 구축 사업이 동시에 추진되고 있다. 드론의 사전적 의미는 '수발이 날 때 내는 소리'라는 뜻으로, 사람이 탑승하지 않고 무선원격제어장치에 의해서 지정된 임무를 수행할 수 있도록 제작한 무인 항공기를 말한다. 드론은 국립국어원에서 드론 대신 "무인기"로 사용되며 국토부에서는 세분화하여 무인항공기 항목에 "초경량 비행장치"로 분류하였다. 가장 오래된 기록으로는 1849년 오스트리아에서 베니스를 공격하는데 열기구로 폭탄을 설치하였으니 UAV 기준의 최초의 드론인 것이다. 그 후 드론은 1차 세계대전이 한창이던 1910년대에 연구가 시작되어, 1918년경 'Bug'라는 이름의 드론이 미국에서 처음 개발된 것이다(한국항공우주연구원, 2017). 첫 번째로 군사용 드론이 제대로 실전된 것은 1982년 1차 중동전쟁인 이스라엘과 레바논의 사막전쟁에서부터 사용되었다. 이스라엘이 레바논을 도와주던 시리아군의 레이더와 미사일 기지의 위치를 파악 폭파하기 위해 '스카우트'라는 드론을 날려서 미사일을 발사하여 파괴하였고, 이를 통해 전쟁에서 승리를 거두는 성과를 내었다. 이후 이스라엘이 드론 기술개

발에 적극적으로 뛰어들면서 드론의 상업화가 진행되기 시작하였으며, 더불어 군사용 기술로 시장을 확대해 온 것이 군용 드론 시장이었다(한국항공우주연구원, 2017). 최근 무인비행장치 드론은 세계적으로 다양한 이용 분야와 다른 산업과의 융합으로 주목을 받으며 활용되고 있다. 기존에 사용되었던 드론은 원래 군사용으로 개발된 드론은 상업용, 개인용, 공용으로 넓어지고 있다. 물류서비스는 이미 진행 중이고, 통신, 재난구조, 기반시설 점검, 범죄자 추적, 및 취미활동 등 다양한 목적으로 활용, 및 사고현장 정보를 신속하게 판단 할 수 있는 뉴스나다큐멘터리 같은 방송 프로그램에도 매우 유용하게 쓰이고 있다. 또 우리나라에서 열린 평창 동계올림픽의 최고의 감동은 개막식과 폐막식의 하이라이트를 장식한 오륜기와 보드 타는 영상을 드론으로 하늘에서 표현하는 환상적인 쇼는 지금도 세계적인 관심과 많은 사람들의 가슴에 잔잔한 여운과 자부심과 경이로움으로 남아 있다. 평창올림픽에 사용된 드론은 LED(발광다이오드) 조명 장치를 장착하여 하늘에서 수많은 연출할 수 있었고 이 공연은 놀라게도 2018대의 드론을 인텔의 조종사 한 명이 컴퓨터 한 대로 조종했다고 한다. 그리고 드론은 사실상 활용 분야가 무궁무진한 산업이라고 할 수 있다. 특히 4차 산업혁명과 함께 드론산업은 IT 최강국인 우리나라 차세대 중요 산업 키워드 가운데 하나라는 점에서 이 분야의 창조적 기술은 산업 전반에 발전 할 수 있는 길이 넓게 열려있다. 다보스포럼은 드론이 자율교통수단의 일종으로서 4차 산업혁명의 진행에 기여할 것으로 전망하였는데, 드론은 교통수단으로서의 역할을 넘어 정보의 수집과 가공 그리고 배포 및 활용에 이르기까지 다양한 산업에 융합을 통

해 4차 산업혁명을 이끌 것으로 전망하고 있다. 또한 4차 산업혁명은 3D 프린팅을 통한 드론 핵심부품 생산에 머물지 않고, 자료 분석 및 활용과 자율비행 그리고 드론항행 관리 체계에 이르기까지 다양한 분야에서 드론산업의 발전하고 있는 실정이다(한국항공우주연구원, 2017). 이러한 현재 드론의 우리 사회의 전반적인 부분에서 차지하는 비중이 기하급수적으로 커지고 있다. 따라서 드론은 4차 산업혁명 시대에서 가장 주목받는 산업 분야이고 드론 시장은 2026년 90조원 까지 성장할 것으로 전망되고 있다. 국내의 경우 주로 방재, 산림 감시, 항공촬영 등의 분야에 활용되고 있으며 다양한 산업분야에 활용 영역을 넓혀가고 있다. 2022년부터 2026년까지의 경우 외국의 경우 43조 2000억에서 90조 3000억 원으로 약 2배 증가를 하였지만, 국내의 경우 1조 4000억에서 4조 4000억 원으로 약 4배가 증가하는 만큼 국내에서 많은 관심을 받고 있다. 드론의 제작과 활용에 있어서 핵심적인 요소는 안정적인 비행 특성과 제어 성능을 갖추어 기기오작동과, 사고를 예방하는 것이다. 이 연구에서는 드론의 비행특성 시험과 제어기의 성능을 평가하기 위한 테스트베드를 제작하는 것을 목적으로 한다. 국내에 있는 드론테스트베드의 기술 동향은 드론의 비행특성이 분석목적이 아닌 조종 목적으로 활용하고, 봄 & 볼 조인트 구조이다 그래서 사람이 다칠 위험이 있거나 드론에 충격이 가할 위험이 있다. 또 롤 과 피치, 요의 움직임에 제한이 있으며 드론 조종 시 봄의 운동에 의해 사용공간상의 제약이 있어 테스트베드를 아무 곳에서 시연하기 어려운점이 있다.. 가격은 약 2,500,000원 선 이므로 비싼 가격이다.

본 논문에서는 드론의 비행특성 시험과 제어기의 성능을 평가하기 위한 테스트베드를 제작하는 것을 목적으로 한다. 제작된 드론 테스트 베드는 단순한 비행 연습을 위한 목적이 아닌 비행체의 동적 특성과 제어 성능을 모니터링하고 테스트해볼 수 있으며, 현재 시장에 출시된 다른 제품군과 비교하여 보다 저렴한 가격으로 보급할 수 있는 것을 목적으로 한다. 드론 테스트 베드는 크게 붐형과 자이로스코프 타입으로 나뉜다. 자이로 스코프 타입은 1축, 2축, 3축 및 3축 이상 유형으로 분류되며, 드론의 3차원 공간상의 Roll, Pitch, Yaw를 구현하기 위해서는 3축 이상의 구조로 구현되어야 한다. 그러기 위해서는 3축 자유 회전이 가능한 테스트 베드를 제작하고 3축의 회전을 측정하기 위해 자이로 짐벌 형태로 설계, 다양한 유형과 크기의 드론을 부착할 수 있는 베이스 설계와 체결 클램프 제작 3개의 축의 회전각도 측정 및 분석과 데이터 시험, 3개의 엔코더를 사용해 각각 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)값을 측정한다. 독립형 자이로 센서를 활용하여 엔코더 측정값과 비교 분석하고 Matlab GUI를 작성하여 전송받은 데이터 값을 시각화하고 기존 제품들과 비교해 저렴한 가격으로 구현하여 가격 경쟁력을 확보한다. 제품 특징으로는 기존 시장의 제품들에 비해 비교적 저렴한 가격에 드론의 비행특성과 제어 성능을 테스트 할 수 있으며, 3단 분리를 통해 이동이 간편하다. 엔코더와 IMU센서를 이용하여 측정된 데이터값을 시각화 할 수 있다. 3개의 엔코더와 IMU센서를 사용하여 여러 분야에 활용을 위해 제작된 드론의 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)값을 측정하여 드론의 비행특성과 제어기의 성능을 테스트하고, 실시간으로 모니터링하여 제작된 드론의 기기 오

작동 및 비행 특성과 제어 성능 파악 미숙으로 인한 사고를 드론 테스트베드를 통해 미리 예방할 수 있다는 기대효과가 있다.

1.1 연구의 배경 및 구성

국내 드론산업은 군용 수입 위주로 시작되어 현재는 세계 7위권의 기술력을 확보한 것으로 평가되고 있다. 그러나 국내 드론 시장 규모는 세계 시장(71억 달러)의 1.4% 수준이며, 아직 초기 시장 형성 단계로 정부 정책 및 제도는 정비수준이다. 무인항공기 분야 연구개발은 국방과학연구소와 한국항공우주연구원 등 정부출연 연구소가 주도하고 한국항공우주산업이 주로 체계 종합(System Integrator)및 비행체 개발을 담당하고 한화 테크윈, 메타 로보틱스, 천풍 등의 대기업을 포함한 중소기업이 농업용 드론을 개발하고 있다(산업연구원, 2018).최근 소형 드론을 중심으로 시장이 다변화되는 상업용 시장에서는 가격, 기술경쟁력의 중국에 비해 매우 낮게 형성되어 있어, 국내 드론 산업 경쟁력 확보와 미래 시장을 선도할 핵심 기술 및 제품 개발이 시급한 현실이다. 또한 무인기의 비행체 국산화는 상당한 수준이나, 국내 드론 전문 업체들은 규모가 영세한 편이며 KT, LG, SK 등 대형 통신서비스 업체와 중소 IT업체에서 드론 관련투자를 추진하고 있다. 이는 드론의 상업적 활용은 미미한 상태이지만 시장은빠르게 성장 중이다. 그러나 대부분의 국내 드론 관련 업체들은 주요 부품(메인컨트롤러(FC), 조종기, 모터 등)를 수입, 조립하여 제품을 생산하여 판매하고 있어 가격 및 기술 경쟁력

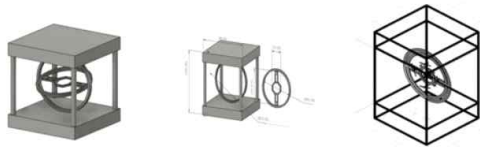
및 연구 개발 모두에서 취약한 상황이며 국내 항공법과 항공사용사업법, 항공안전법상 영리 목적으로 드론을 사용 시 사전 신고 및 허가의 어려움이 많은 것이 현실이다. 또 본 논문에서 설명했듯이 시험운행을 하는데도 인명사고가 일어나며, 많은 돈을 들여 드론을 제작하였는데 시연을 하다 드론이 부딪혀서 고장이라도 나면 큰 손해이기 때문에 드론테스트베드가 필요한 것이다. 국내 주요 드론 기업들은 상업용 드론 개발을 하면서 민수 시장에 점진적으로 본격 진입하기 시작하고 있는데, 그 중 유콘시스템은 군수용 드론 분야에서 특화하고 휴인스, 메타로보틱스, 천풍, 신드론 등은 2013년부터 농업용 드론 개발, 스타크는 고해상도 카메라가 장착된 드론으로 산악지역에 활용 가능한 드론을 개발하여 드론을 통한 산불감시 시범사업에 참여하였다. 그러나 전체적인 무인항공기 분야에서의 우리나라 기술 수준은 비교적 낮은 편이며 관련 기업의 투자가 부족하고 테스트 및 상용화를 위한 법·제도가 미흡하며 정부 부처간의 상반된 법 체계로 현실성이 부족한 실정이다. 특히 무인항공기의 관련 인프라 및 산업의 여건이 상대적으로 미비하고, 기술적 연관성이 밀접한 관련 산업의 활발한 투자가 적극적으로 이루어지지 못하고 있다. 기술적으로 드론의 경우, 군용 무인기에 발전에 비해 상업용 무인기의 발전 및 기술이 낮은 편이다. 상업용 투자 측면에서는 무인항공기 특성상 해외에서는 민간 기업의 연구 및 기술개발 투자가 활발하지만, 국내에서는 기존의 농업용 농기계 관련 업체나 정부출연기관에 의해 기술개발이 이루어지는

편이다. 여기서 국내 드론산업에 투자할 기업 수가 절대적으로 부족하고 정부의 정책 및 법 제도 정립이 해외에 비해 미흡하여 국내 상업화시장 성장속도가 느린 상황이다(산업연구원, 2018).

이 연구의 목표는 3축 자유 회전이 가능한 테스트베드 제작, 3축의 회전을 측정하기 위해 자이로 짐벌 형태로 제작하고, 다양한 유형과 크기의 드론을 부착할 수 있는 베이스 설계와 체결 클램프 제작, 3개의 축의 회전각도 측정 및 분석과 데이터 시현 3개의 엔코더를 사용해 각각 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)값을 측정, 독립형 자이로 센서를 활용하여 엔코더 측정값과 비교 분석 Matlab GUI를 작성하여 전송받은 데이터 값을 시각화, 국내·외 관련 제품과의 경쟁력 확보 기존 제품들과 비교해 저렴한 가격으로 구현하여 가격 경쟁력 확보하는 것이다. 드론 테스트베드는 제작된 드론의 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw)값을 측정하여 드론의 비행 특성과 제어 성능을 평가할 수 있어야 한다. 그렇지 않으면 문제 발생시 사고로 이어질수있기 때문이다. 제작될 드론 테스트 베드는 단순한 비행 연습을 위한 목적이 아닌 비행체의 동적 특성과 제어 성능을 실시간으로 모니터링하고 테스트해볼 수 있으며 드론의 3차원 공간상의 Roll, Pitch, Yaw를 구현하기 위해서 3축 자이로스코프 구조로 구현한다. 이에 따라서 IMU센서와 엔코더 센서를 이용 해 보다 정확하게 드론의 운동 특성을 확인할 수 있다.

1.1.1 연구 내용

드론 테스트 베드의 연구 순서는 설계 순서 결정 및 회의, 모델링, 센서 제어, 작품 제작, 작품 시연, 실험 및 문제점 보완 순서로 진행됐다. 먼저 Fusion360 프로그램을 이용한 3D프린팅 모델링으로 작품의 외관, 외형을 설계 하였다.



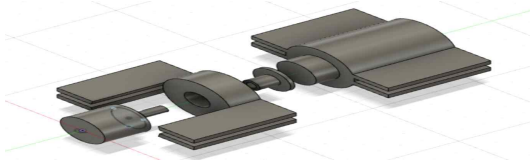
<Fig. 1.> Drone test bed modeling

그림에서 보면 드론을 테스트 하기 위한 베드를 만들어야 하는데 드론의 무게와 힘을 고려해서 베드를 고정시킬 수 있는 기둥과 물체를 설계하고 그 안에 베드를 고정시켜 드론을 시동 하였을 경우 매우 안정적이게 시동할수있도록 3축 자이로 스코프 타입의 테스트 베드를 구현하기 위한 초기 모델링 설계를 했다.



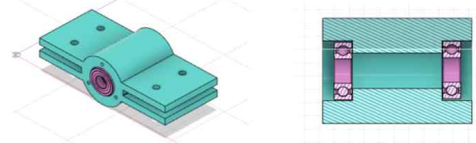
<Fig. 2.> Drone test bed modeling

2개의 원을 8개의 곡선진 선 으로 나뉘어 그 사이에 연결부를 제작해 결합을 목표로 하였고 플라스틱 판 모형을 이용하여 연결 부를 구상하였다.



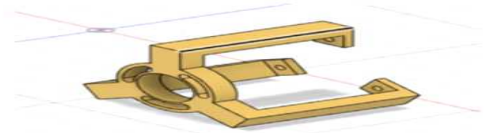
<Fig. 3.> Drone test bed connection modeling

초기 연결부 모델링은 엔코더를 한쪽 연결부에 부착시키고 다른 한쪽에는 플랜지 커플링을 부착해서로 연결 하려고 하였으나 엔코더축에 하중이 가해진다는 점과 엔코더를 연결부에 부착했을 때 결속력이 떨어진다는 문제점들을 발견하였다.



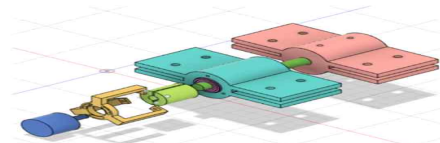
<Fig. 4.> Drone test bed connection modeling

드론테스트베드의 베드의 연결부 이다. 따로따로 떨어져 있는 8개의 선을 연결부를 이용해 결합할수 있다.



<Fig. 5.> Drone test bed encoder coupling part modeling

그림은 엔코더 결합부인데 그림 3 원형 구멍 뒤쪽에 결합하여 엔코더가 드론 시동시에도 잘 고정되고 잘 움직일수 있도록 해주는 역할을 한다.



<Fig. 6.> Drone test bed connection part and encoder connection part modeling

<Fig. 6>은 초기 모델링에서 발견된 문제점들을 개선하여 만든 모델링입니다. <Fig.6>은 축이 고정된 <Fig.4>에서 축을 <Fig.4>의 바깥쪽 까지 빼내 커플링을 이용하여 엔코더의 축과 연결할수있게 하였으며 <Fig.5>을 이용해 <Fig.4>가 회전할 때 엔코더는 가만히있고 엔코더의 축이 <Fig.4>에 고정된 축과 같이 회전할수있게 하였다.

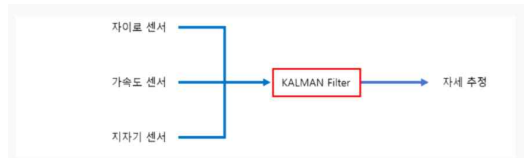


Fig. 7. Drone test bed circumscribed circle frame

<Fig. 7> 는 20x40 프로파일에 위,아래 하나씩 부착하여 외접원 프레임을 고정하고 프로파일은 전

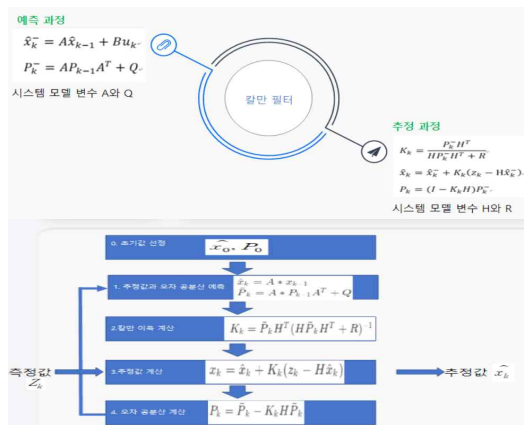
체적인 무게를 지탱해준다.

이 연구의 주요 핵심 센서는 IMU센서와 엔코더 센서 이다. IMU 센서는 칼만자이로를 장착한 IMU센서를 사용했다.



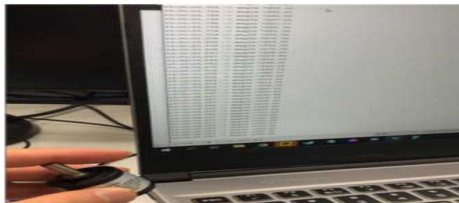
<Fig. 8.> Kalman Fliter

칼만 자이로는 기존의 자이로 보다 Raw Data를 칼만 필터를 사용하여 noise 제거 및 정확도가 향상한다.



<Fig. 9.> Kalman filter formula

칼만 필터(Kalman filter)는 잡음이 포함되어 있는 측정치를 바탕으로 선형 역학계의 상태를 추정하는 필터로 과거예수행한 측정값을 바탕으로 현재의 상태 변수의 결합분포를 추정한다. 칼만 필터는 상태 예측과 측정 업데이트를 반복적으로 수행하며 자세를 계산하는 과정이다.



<Fig. 10.> 1 encoders control

하나의 엔코더를 사용하여 회전시 값이 나오는지

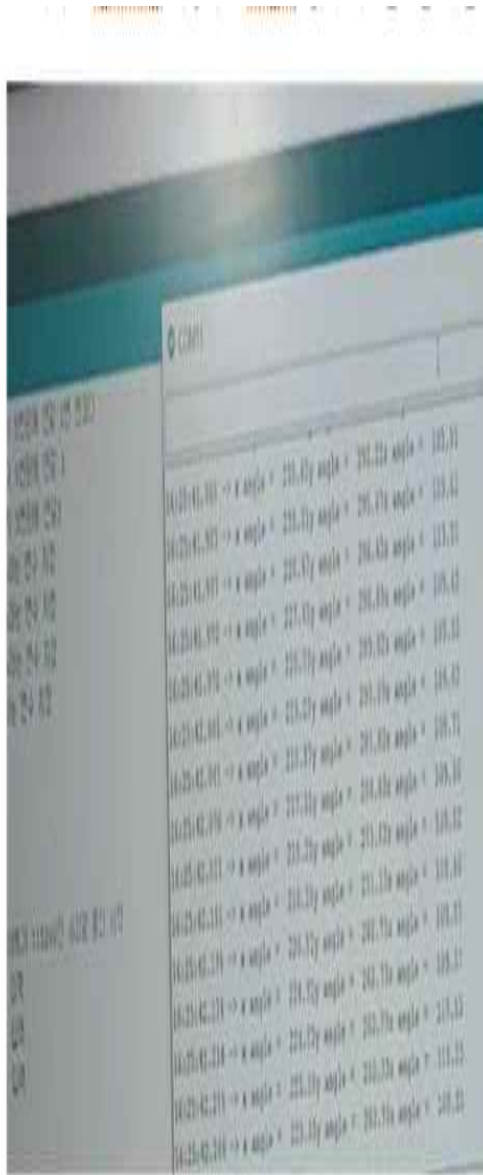
를 확인한다. 3개의 엔코더를 사용하여 롤(Roll), 피치(Pitch), 요(yaw) 각각의 회전 값을 측정하고 값들을 송신 수신 합니다.IMU 센서도 사용하여 엔코더와 같이 롤(Roll), 피치(Pitch), 요(yaw) 각각의 회전 값을 측정하고 추가적으로 가속도를 측정한다.

```

1 const int pulsePin=5; //pwm단자 5번핀에 연결
2 float pulseHigh; //pulseHigh라는 변수 지정
3 double angle; // angle 이라는 변수 지정
4
5
6
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(115200); //버트레이트가 115200인 시리얼 통신 시작
10  pinMode(5, INPUT); // 5번핀 입력
11
12 }
13
14 void loop() {
15   pulseHigh = pulseIn(pulsePin, HIGH); //pulseIn 이라는 함수를 사용하여 피펄 high인곳의 시간 측정
16
17   angle = (float) ((12706-(pulseHigh))/12450)*360; // angle 값을 구하는 식
18
19
20   if (angle>180){
21     angle=angle-360;
22   }
23   else {
24     angle=angle;
25   }
26   Serial.print(" ");
27   Serial.println(angle); // angle 값을 출력
28
29 }
30
31 //Serial.println(pulseHigh);

```

<Fig. 10.>Encoder 1 code



<Fig. 10.>3 encoders control

세개의 엔코더를 사용하여 값이 동시에 나오는지 확인. 하나의 엔코더를 사용하여 나오는 값을 매트랩으로 받은 후 그래프 표현 세개의 엔코더를 사용하여 나오는 값을 매트랩으로 받은 후 그래프 표현한다.

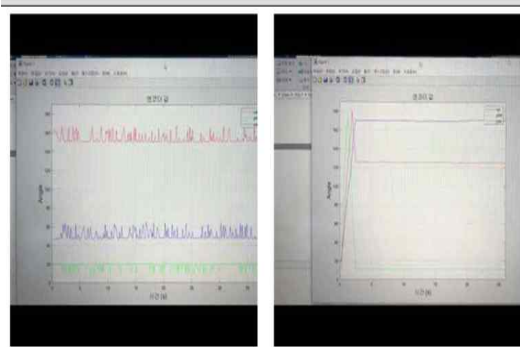
```

encoder_angle

1  const int pulsePinx= 3; //pwm단자 3번핀에 연결 1번 엔코더
2  const int pulsePiny= 5; //pwm단자 5번핀에 연결 3
3  const int pulsePinz= 7; //pwm단자 7번핀에 연결2
4  float pulseHighx; //pulseHigh라는 변수 지정
5  float pulseHighy; //pulseHigh라는 변수 지정
6  float pulseHighz; //pulseHigh라는 변수 지정
7  double anglex; // angle 이라는 변수 지정
8  double angley;
9  double anglez;
10
11 void setup() {
12   Serial.begin(115200); //버트레이트가 115200인 시리얼 통신 시작
13   pinMode(3, INPUT); // 3번핀 입력
14   pinMode(5, INPUT); // 5번핀 입력
15   pinMode(7, INPUT); // 7번핀 입력
16
17
18 }
19
20 void loop() {
21   pulseHighx = pulseIn(pulsePinx,HIGH); //pulsein 이라는 함수를 사용하여 파형이 high인곳의 시간 측정
22   pulseHighy = pulseIn(pulsePiny,HIGH);
23   pulseHighz = pulseIn(pulsePinz,HIGH);
24   anglex = (float) ((12883-(pulseHighx))/12648)*360; // angle 값을 구하는 식
25   angley = (float) ((12777-(pulseHighy))/12513)*360;
26   anglez = (float) ((12706-(pulseHighz))/12453)*360;
27   //한주기 뒤에 보드 12883 인터럽트 235
28   // 2번 엔코더 12706 253 360 약간 넘어감
29   // 3번 12777 264
30
31   //Serial.print("x angle = "); //angle= 이라는 문구 출력
32   Serial.print(anglex); // angle 값을 출력
33   Serial.print(" "); //angle= 이라는 문구 출력
34   Serial.print(angley);
35   Serial.print(" "); //angle= 이라는 문구 출력
36   Serial.println(anglez);
37   //Serial.println(pulseHighx);
38
39 }

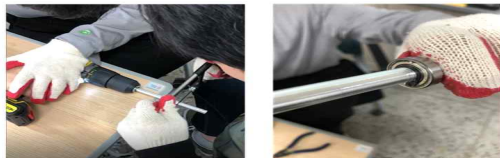
```

<Fig. 10.>Encoder 3 code



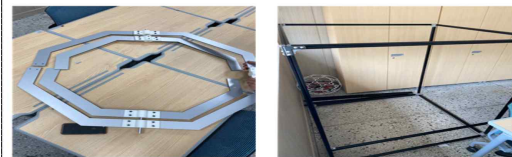
<Fig. 11.>Moving average filter

그래프로 표현하였을 때 나오는 노이즈가 심해 필터가 필요하여 이동평균 필터 설계했다. 이동평균 필터는 지정된 갯수의 최근 측정값만을 가지고 평균을 내서 노이즈를 제거하는 필터이다.



<Fig. 12.> Drone test bed connection shaft, snap ring, and bearing

연결부의 축에 홈을 내 고정되지 않고 미끄러지는 스냅링과 베어링을 결합하여 베어링의 탈락을 방지했다.



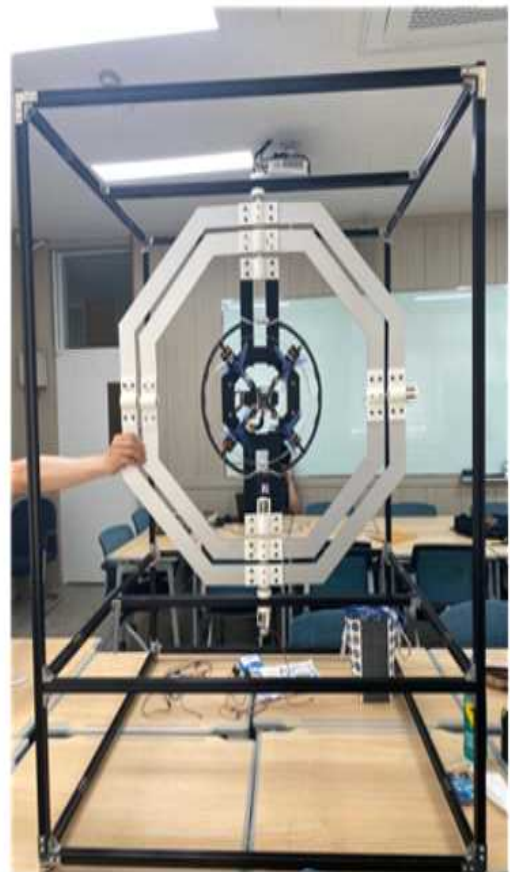
<Fig. 13.> drone test bed body

알루미늄 프로파일을 이용해 몸체를 만들고 복합 알루미늄 복합패널을 이용해 내접원을 만들고 그 내접원을 3D모델링으로 출력한 연결부로 내접원과 결합했다.

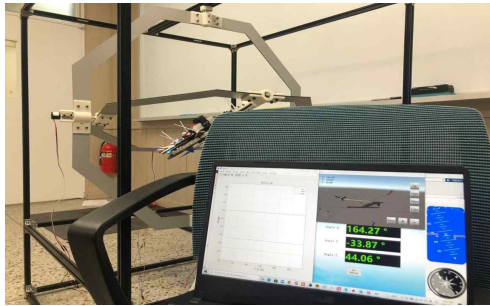


<Fig. 14.>Octagonal bed

드론이 올라갈 팔각베드를 연결하기위해 중심부를 찾고 베드위에 드론이 올라갔을 때 휘거나 부러지지 않는지 테스트를 했다.



<Fig. 15.> Final finished



<Fig. 16.> Drone test bed demonstration

2. 결론

본 연구는 기존의 국내의 드론테스트보다 성능이나 가격면에서 더 용이하고 더 저렴하도록 화용성을 확장한 연구로써 주요 결론을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 3축 자유 회전이 가능한 짐벌 형태로 제작
- (2) 엔코더 3개 값을 Matlab으로 데이터 시각화
- (3) IMU센서를 블루투스 통신을 이용해 무선으로
- (4) 각도값을 측정하고 3D시뮬레이션을 확인할 수 있다.
- (5) 다양한 크기의 드론 등을 시험비행 할 수 있도록 구현

3. 향후 개선사항

Matlab의 연산량 증가로 인한 연산 속도 문제 해결해야하고 구부러지는 알루미늄 복합판넬의 특징에 의해 무거운 드론을 테스트 할 때, 내접원이 구부러지는 현상이 발생한다. 추후 구부러지지 않는 소재로 교체하여 프레임이 휘는 단점을 개해야하고, 엔코더의 선을 블루투스 무선 통신으로 변경하여 선 꼬임 문제 개선, 이동하기 편리하도록 캐스터를 설치해 이동의 불편함을 개선해야 한다.

REFERENCES

- [1] J. H. Kwon. (2019). Government policies and support measures for the development of the drone industry in Korea. Thesis on domestic drone policy data,
UCI: I804:47015-20000175307
- [2] C. Park. (2021). A study on drone's electromagnetic binding device and detachable CFRP module, dissertation
UCI: I804:45016-200000513368
- [3] C. Park.(2021.8).RISS.
<http://www.riss.kr/link?id=T15955143>
J. H. Kwon.(2019).RISS.
<http://www.riss.kr/link?id=T15055100>

저 자 약 력

김태형(Kim, Tae Hyeong)

[회원]



- 2015년 3월 : 원광대 전자융합공학과 입학
- 2022년 2월 : 원광대학교 전자융합공학과 졸업예정
- E-Mail : 9920kim@naver.com

<관심분야>

드론, 데이터 처리, 빅 데이터, 딥 러닝, 헬스케어