

4차 산업혁명기술을 활용한 군 항공기 안전점검 체계 설계*

엄 정 호*

요 약

2018년부터 시행된 항공안전정책기본계획은 무결점 항공안전관리체계 구축과 미래 항공안전 인프라 구축을 목표로 4차 산업혁명 기술을 적용한 항공안전관리 기술 개발을 포함하고 있다. 인공지능과 빅데이터를 활용한 항공기 고장관리, 가상/증강 현실 기술을 활용한 비행훈련체계 등 다양한 항공안전관리 체계를 구축하고자 한다. 현재 공군에서도 스마트한 공군력 건설이라는 목표 아래 신기술을 활용한 비행안전관리 체계 사업을 추진 중이다. 본 연구에서는 비행 전에 항공기의 최종 안전성을 점검하는 항공기 상태 점검체계를 4차 산업혁명기술을 적용하여 설계하고자 한다. 공군에서는 항공기 상태 점검으로 기골 결합 점검과 비행 전 항공기 종합점검을 실시한다. 본 연구에서는 최소한 점검 오류를 줄일 수 있는 무결점 점검을 위해서 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 그리고 드론을 활용한 기골 결합 점검체계와 비행 전 항공기 상태 점검체계 설계를 제안한다.

An Architecture of the Military Aircraft Safety Check System Using 4th Industrial Revolution Technology

Jung-Ho Eom*

ABSTRACT

The aviation safety policy master plan is promoting the development of aviation safety management technology applying the 4th industrial revolution technology with the goal of establishing a flawless aviation safety management system and establishing a future aviation safety infrastructure. The master plan includes the establishment of various aviation safety management systems such as aircraft fault management using AI & Big data and flight training system using VR/AR. Currently, the Air Force is promoting a flight safety management system using new technology under the goal of building smart air force. Therefore, this study intends to apply the 4th Industrial Revolution technology to the aircraft condition check system that finally checks the safety of the aircraft before flight. The Air Force conducts airframe flaw checks and pre-flight aircraft check. In this study, we architect the airframe flaw check system using AI and drones, and the pre-flight aircraft condition check system using the IoT and big data for more precise and detailed check of aircraft condition and flawlessness check.

Key words : Safety Management, Aviation Safety, Safety Check, Flawlessness Check, Defect Prediction

접수일(2020년 1월 31일), 1차 수정일(2020년 3월 17일),
계재확정일(2020년 3월 20일)

* 대전대학교 군사학과&안전융합학부 교수(교신저자)

★ 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5C2A03082827).

1. 서 론

공군은 스마트 공군력 건설이라는 최종 목표 아래 4차 산업혁명 신기술을 전 공군에 적용하여 항공우주작전 수행체계 지능화 및 국방 운영환경 효율화로 업무 혁신과 전투력을 증강시키기 위해서 공군 혁신과제를 추진하고 있다. 지능형 CCTV와 드론/로봇을 활용한 기지경계 체계, AI와 빅데이터 기반 항공기 수리부속 수요예측체계, 사물인터넷 기반 원격 기지 환경관리체계 등 4차 산업혁명 기술을 기반한 지능형 스마트 비행단 구축 사업을 추진하고자 한다[1,2]. 또한, 증강·가상현실과 웨어러블 기반 초실감형 교육훈련체계, 빅데이터·AI 기반 지능형 사고예방체계, 빅데이터·스마트위치 기반 조종사 건강관리체계 추진 등 안전분야에서의 적용 방안도 준비하고 있다[3]. '19년 1월, 공군본부에서 개최된 감찰참모 회의 때에는 4차 산업혁명기술을 활용한 안전관리 발전방안을 활성화시키고 공군의 비행과 지상 안전관리를 위해서 현장 중심의 선제적이고 정확한 안전관리 기법 도입을 강조한 바 있다[4].

국내에서는 제1차 항공안전정책기본계획에 빅데이터 기반 안전관리와 스마트 항공기 고장관리 등의 항공기 안전관리체계 구축이 포함되어 있다. 빅데이터 기반 안전관리는 안전데이터를 통합 활용하기 위해서 체계적이고 효율적인 통합/분석 플랫폼을 구축하는 것이며, 스마트 항공기 고장관리는 항공기 고장과 결함에 대한 위험분석 체계를 구축하고 항공기 기종별 고장빈도 및 고장 유형을 분석할 수 있는 시스템을 고도화하는 것이다[5].

공군에서는 항공기 기체 결함에 의한 사고를 최소화하기 위해서 다양한 정비단계를 거치고 있다. 특히, 가장 기본적이면서 중요한 항공기 기골 결합 점검과 비행 전 최종 항공기 상태 점검을 실시한다. 항공기 기골 결합 점검은 항공기 동체와 주요 구성 부품의 결합이나 변형을 점검하는 것이며, 비행 전 항공기 상태 점검은 엔진, 동체, 주요 부속품 등의 정상 작동 여부를 점검하는 것이다.

최근 10년간 국내 항공사건 통계[5]를 봤을 때,

기체 이상에 의한 사고가 전체 104건 중에 8건으로 8%를 차지하고 있다. 인적요인에 의한 사고는 76건(73%)으로 정비사의 정비 실수로 인한 사고도 포함된다. 그래서 항공기 기골 결합 점검은 가장 기본적인 안전점검 과정이며, 비행 전 항공기 상태 점검은 항공기가 이륙하기 이전에 가장 마지막 단계의 안전점검 과정으로 소홀히 할 수 없다.

본 논문에서는 항공기 점검을 보다 정밀하고 세밀하게 수행하기 위해서 기존의 점검 방법에 4차 산업혁명기술을 적용한 기법을 제안하고자 한다. 정비사가 결함을 세밀하게 식별할 수 있는 부품이나 정확하게 상태를 진단할 수 없는 동체를 4차 산업혁명 기술을 적용하여 점검 기법을 고도화하고자 한다. 특히, 정비사가 접근하기 힘든 동체나 부품을 점검하기 위해서 드론, 지능형 스마트 CCTV, IoT 센서, 그리고 초소형 점검 로봇을 활용한다. 아울러 보다 정확한 점검 결과를 산출할 수 있는 빅데이터 기술과 항공기 기체나 부품의 수명과 결함 발생 시점을 예측할 수 있는 인공지능 기술을 접목한다.

논문 구성은 2장에서 국내 항공사고 현황을 살펴보고 3장에서 4차 산업혁명기술의 군 항공기 안전점검 기법 적용을 기술한다. 4장에서는 군 항공기 안전점검 체계 설계를 제안하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 국내 항공사고 현황

제1차 항공안전정책기본계획[5]의 통계자료를 보면, 국내 주요 항공사고는 2016년 기준 과거 10년간 초경량 비행장치를 비롯해서 104건이고 준사고도 74건이 발생하였다고 밝혔다. 이 중에서 기체 결함에 의한 사고도 8건이 포함되어 있다. 주요 기체 결함은 엔진, 이착륙장치, 날개에 장착된 양력조절 장치, 출입문 등 작동이 많은 장치에서 발생하였다. 노후한 항공기 경우에는 오랜 사용으로 인한 피로균열이 사고 원인으로 밝혀졌다[6].

군 항공기 경우에는 '19년 2월에 서해에서 임무

중이던 KF-16D 전투기가 엔진 결함으로 추락한 바 있다[7,8]. 사고 원인은 엔진 연소실로 연료가 공급되지 않아 엔진이 정지된 것으로 판단하였다. 하지만 사고 원인은 항공기 상태를 사전에 충분히 점검함으로써 예방 가능한 사안이었다. '18년 7월에는 포항에서 해병대 제1사단 항공대 소속의 M UH-1 마린은 헬기가 시험비행 도중에 추락한 바 있다[7,9]. 사고 원인은 날개들을 모터 기어에 연결해주는 로터 마스트에 결함으로 밝혀졌다. 다음 표는 최근 10년간 기체 결함에 의해 군에서 발생한 항공사고 사례를 보여준다.

<표 1> 기체결함에 의한 군 항공기 사고 사례

연도	기종	사고 내용
2012	MH-53E	주한미군 헬기 추락
2012	T-50B	공군 블랙이글스 항공기 형성 추락 (정비사 과실)
2016	UH-1H	육군헬기 춘천 추락
2016	세스나	김포국제공항 경비행기 추락 (정비 불량)
2016	KF-16	공군 전투기 추락
2018	MUH-1	포항 해병대 헬기 추락
2019	KF-16D	공군 전투기 서해 추락

위의 표에서 정비사 과실이나 정비 불량은 인적요소에 의한 사고이지만, 기체 결함과 마찬가지로 항공기 상태 점검에 대한 문제점을 드러낸 사고이다. 이런 사례를 분석해 보면, 기체 결함을 예측하지 못하고 정밀한 정비도구나 시스템 부재로 발생하였기 때문에 보다 정밀하고 세밀한 항공기 상태 점검 기술이 필요하다는 것을 알 수 있다.

3. 4차 산업혁명기술의 군 항공기 안전점검 기법 적용

3.1 기존 ICT 기술의 군 항공기 안전점검 기법 적용의 한계

기존의 정보통신기술을 활용한 군 항공기 안전점검은 항공기의 외골 상태 파악, 데이터 전송과

저장, 항공기 상태 분석 등 일차적인 안전점검을 수행하였다. 항공기 점검 장비도 정비사가 사용하고 점검한 데이터도 정비사가 직접 입력하였으며, 기존의 정보통신기술으로는 입력된 데이터의 일차원적 분석을 수행하고 그 결과를 바탕으로 정비사가 재분석을 수행하였다. 즉, 제한된 점검 결과 데이터와 숙달된 정비사의 경험에 기반하여 항공기를 점검하고 있다. 항공기 안전점검은 항공기 상태 점검과 정비 상황 결과 등으로 이루어지는데, 보다 엄격하고 정밀한 점검과 정비를 위해서는 현재의 정보통신기술의 능력을 뛰어넘는 신기술이 필요하다. 기존의 정보통신기술을 활용한 항공기 상태 점검이 갖는 제한사항은 다음과 같다.

첫째, 방대한 양의 점검 데이터를 수집하고 분석할 수 있는 소프트웨어(프로그램)와 이러한 데이터를 저장하고 처리할 수 있는 하드웨어(컴퓨팅 파워: 연산 속도, 저장 공간 등)의 성능이 제한적이었다.

둘째, 인간의 능력으로 접근할 수 없고 식별이 불가능한 장비나 부품까지 점검이 가능한 스마트 CCTV나 초소형 첨단 점검 로봇 등과 같은 장치들을 개발할 수 있는 기술력이 부족하였다.

셋째, 수집되고 분석된 데이터를 토대로 결함을 실시간으로 예측하거나 이상 징후를 사전에 파악할 수 있는 알고리즘이 없었다.

넷째, 항공기 안전을 저해하는 요인을 분석하기 위한 다양하고 거대한 데이터의 관리가 힘들었으며, 물리적으로 떨어져 있던 데이터들을 신속하게 공유할 수 있는 기술이 없었다.

마지막으로, 수집한 데이터를 분석하여 사고로 연결될 수 있는 의미 있는 결함정보를 실시간으로 추출할 수 있는 알고리즘 구현이 제한적이었다.

3.2 4차 산업혁명기술의 군 항공기 안전점검 기법 적용의 장점

사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 스마트 CCTV, 드론과 로봇 등의 4차 산업혁명기술을 항공기 안전점검에 적용한다면, 각 안전점검 기법에서의

지능화된 안전점검뿐 아니라 각 분야에서 수집된 다양한 정보를 신속하고 정확하게 저장하고 분석할 수 있다[10]. 또한, 각 정보의 연관성을 파악하여 비행안전을 저해하는 요인을 다각적인 관점에서 신속하게 파악하고 대응할 수 있다. 아울러 4차 산업혁명기술이 적용된 디바이스를 활용한다면 인간의 한계를 극복할 수도 있다. 4차 산업혁명기술을 군 항공기 안전점검 기법에 적용한다면, 다음과 같은 장점을 가질 수 있다.

우선, 클라우드 기술에 속하는 자원 가상화, 데이터 분산 처리 기술 등은 수많은 컴퓨팅 자원을 적재적소에 필요한 만큼 신속히 할당하여 사용할 수 있으므로, 방대한 양의 안전점검 데이터를 저장하고 처리할 수 있는 항공 안전관리 인프라 제공이 가능하다[11].

둘째, 빅데이터 기술은 방대한 양의 데이터를 처리, 저장 및 관리하기 위한 데이터베이스와 다양한 알고리즘을 제공한다. 또한, 빅데이터 분석 알고리즘을 적용하여 실시간으로 이상(결함)을 분석할 수 있다[12].

셋째, IoT 기술에 속하는 다양한 센서 기술, 드론 기술 등을 사용하면 기존에는 획득할 수 없었던 항공기 상태 점검과 관련된 여러 형태의 데이터를 정확하게 수집할 수도 있다. 또한, IoT 센서를 통해서 위험 징후를 조기 감지하여 사고 예방과 모니터링이 가능하다[13].

넷째, 인공지능 기술인 머신러닝, 딥러닝 기술 등을 적용한 알고리즘은 기존의 위험 관련 데이터를 축적한 후에 학습시켜서 그 진조 현상을 이용하여 위험(결함)을 미리 예측할 수 있다. 또한 인공지능 알고리즘을 활용한 의사결정 시스템은 보다 신속하게 위험에 대처할 수 있게 한다[14].

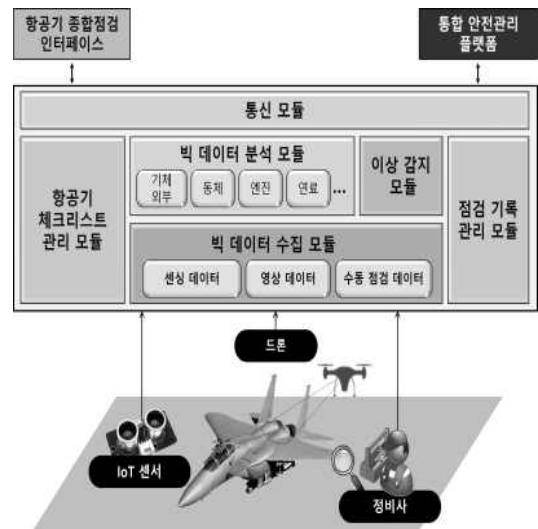
마지막으로 초소형 첨단 지능형 로봇을 통해서 인간이 접근할 수 없는 부품이나 장치에 도달하여 영상 촬영이나 IoT 센서를 통해서 상태를 파악할 수 있다. 항공기 내부 점검을 위해서 견고한 이동과 능숙한 조작이 가능하며, 영상장비나 센서를 통해 수집한 데이터를 신속하게 안전관리 플랫폼에 전송이 가능하다[15].

4. 군 항공기 안전점검 체계 설계

항공기 정비는 정비에 필요한 기술능력과 정비 시설에 따라 운항정비와 공장정비로 구분된다. 이 중에서 운항정비는 항공기를 직접 지원하는 정비 과정으로 비행 전/후 점검과 기체의 정시점검이 있다. 비행 전 점검은 비행 이륙 전에 최종적으로 항공기 상태를 점검하는 단계이다. 기체 정시점검 중에 C 점검은 부품의 수리, 비행계기의 정밀도와 내부 주요 기계 시스템을 점검한다[16]. 본 연구에서는 가장 기본적이면서 비행안전과 밀접한 관련이 있는 비행 전 점검과 C 점검의 기골 결함 점검 체계 설계를 제안하고자 한다.

4.1 BID 기술 기반의 비행 전 항공기 종합점검 시스템

BID(Big data, IoT, Drone) 기술 기반 비행 전 항공기 종합점검 시스템은 항공기 이륙 전에 항공기의 안전 상태와 작동 여부를 종합적으로 점검하기 위한 시스템이다. 시스템은 아래 그림과 같이 6개의 모듈로 구성되어 있으며, 빅데이터 분석 모듈과 이상 감지 모듈이 핵심 기능을 수행한다.



(그림 1) 항공기 종합점검 시스템 설계

항공기 종합점검 시스템의 전체적인 동작 절차는 다음과 같다. 우선, IoT 센서, 드론, 정비사로부터 수집된 데이터는 빅데이터 수집 모듈을 통해 통합 및 정제되어 상위 계층 모듈로 전달된다. 이후 빅데이터 분석 모듈 및 이상 감지 모듈에서 전달된 데이터의 특성과 점검항목에 따른 기술이 적용되어 항공기의 이상 여부가 분석된다. 이러한 분석과정에서 항공기 체크리스트 관리 모듈과 연동하여 점검 세부항목 별로 분석이 이루어지게 한다. 뿐만 아니라 체크리스트 관리 모듈이 존재함으로써 인해 추후 정비점검 항목에 변화가 생겼을 때 즉각 대처할 수 있다. 또한 분석결과는 점검 기록 관리 모듈을 통해 데이터베이스에 축적하여 각 항공기마다 특별히 관리해야 할 부위를 식별하여 종합점검 시에 반영하거나 이상 부위에 대한 복원/수리 등의 처리 이력을 검색할 수 있게 한다. 이러한 일련의 분석과정과 데이터베이스에 저장된 데이터들은 항공기 종합점검 인터페이스를 통해 상세히 확인할 수 있다. 점검 이력과 관련한 데이터는 시간이 흐름에 따라 계속 축적되어 방대해질 수 있고, 빅데이터 분석기술을 통해 다양한 분야에서 의미 있는 정보로 사용될 수 있기 때문에 통신 모듈을 통해 통합 안전관리플랫폼으로 전송되어 관리된다.

제안한 시스템은 항공기 외부 상태 점검, 동체 점검, 엔진계통 점검 등을 종합적으로 수행하기 위해 드론이 촬영한 영상(이미지), 초음파 센서 등을 통해 획득한 센싱 데이터, 정비사가 점검한 결과 등의 수집한 데이터를 기반으로 이상 상태를 감지한다. 항공기 점검용 드론은 손상 위험도를 최소화하면서도 항공기에 근접할 수 있도록 충돌 방지 기술이 적용된다. 충돌 방지 기술은 크게 비전 센서 기반 기술과 레이더 기반 기술이 있다. 또한, 정밀 촬영을 위해 고화소 카메라를 장착한다. 시각적으로 점검이 불가능한 부분이나 기체 내부를 점검하기 위해서는 형광 침투 탐상 검사(FPI: Fluorescent penetrant inspection), 초음파 탐상 검사(UT: Ultrasonic Testing), 와전류 탐상 검사(Eddy Current Testing) 기법 등을 사용한다. 그 외에 연료나 윤활유 상태를 파악하는 등

수동 검사가 필요한 부분은 정비사가 모바일 장비를 통해 이상여부를 점검하고 결과를 입력하는 방식을 사용한다. 모듈별 세부기능은 다음과 같다.

빅데이터 수집 모듈 : 점검 디바이스로부터 센싱 데이터, 드론 촬영 영상(이미지) 데이터, 수동 점검 데이터를 수신하고 점검항목 별로 취합하여 분석 모듈로 전달하는 역할을 수행한다. 또한, 수집된 데이터를 분석에 적합한 데이터로 변환하는 역할도 수행하는데, 이를 위하여 결측 또는 오류 데이터를 처리하는 정제 기술, 노이즈 제거 및 정규화 기술 등이 사용된다. 특히 드론 촬영 이미지는 분석을 쉽게 할 수 있도록 부위별 촬영 이미지를 통합하는 과정을 거쳐야 하는데, 이 때 빅데이터 기반의 이미지 통합 기술을 사용한다.

항공기 체크리스트 관리 모듈 : 항공기 종류별 점검을 실시하는 체크리스트를 관리한다. 데이터 수집 모듈에 수집한 데이터를 빅데이터 분석 모듈로 전송할 때 항공기별 점검항목에 맞게 필터링할 수 있는 참조 역할을 한다.

점검기록 관리 모듈 : 항공기 종합점검 이력을 기록하고 관리하기 위한 모듈이다. 과거에 이상이 발생한 부위에 대해서 좀 더 세심한 점검과 분석을 위해서 관련 데이터를 수집하여 분석 모듈에 제공한다. 관리 모듈은 모든 점검 기록의 방대한 양의 데이터를 저장하고 있기 때문에 데이터 저장 및 검색, 처리 등을 위해서 클라우드 환경과 빅데이터 기술을 사용한다.

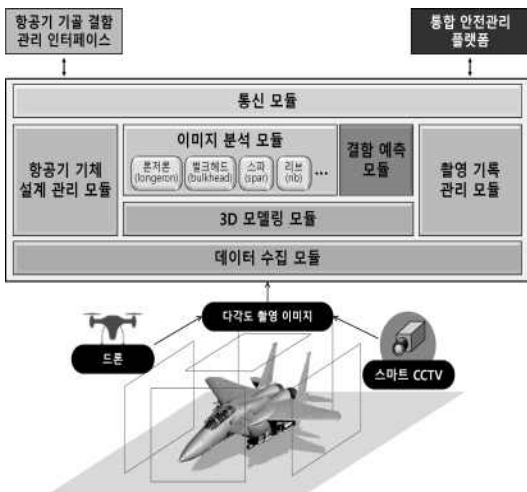
빅데이터 분석 모듈 및 이상 감지 모듈 : 항공기 체크리스트 관리 모듈에 저장된 체크리스트별 취합된 센싱 데이터와 항공기 주요 부위 촬영 정보를 빅데이터 기술을 활용하여 분석한다. 또한, 이전에 이상이 발견된 부위에 대해서는 심화 분석을 수행한다. 외부의 이상 결함이나 동체 상태는 드론이 촬영한 이미지를 활용하여 CNN의 일종인 AlexNet, VGG(Visual Geometry Group)와 같은 모델들을 사용하여 이상 판단 기준 값과 비교하여 결정한다. 기체 내부 결함은 검사기법에 따라 수집한 데이터를 분석하되 단순히 정상/비정상 상태로 구분할 것이라면, 빅데이터 분류기술인 베이지안 분류, 서포트 벡터 머신, 퍼셉트론(Perceptron),

의사결정 트리, 랜덤 포레스트(Random Forest) 등이 사용될 수 있다. 단계적으로 구분할 것이라면 빅데이터 군집화 기술인 집괴법, 분리법, K-means 등이 사용될 수 있다. 여기에 인공지능 기술인 DBN 기반 분류 기술을 적용하면 더욱 정확하고 세밀하게 이상 여부 판단이 가능하다.

통신 모듈 : 다양한 센서 장비로부터 데이터를 수집하거나 항공기 종합점검 인터페이스와 연동할 때나 통합 안전관리 플랫폼으로 항공기 종합점검 정보를 전송할 때 데이터 통신을 위해 사용된다. 통신 대상 장치의 종류와 거리, 전송량 등에 따라 블루투스, ZigBee, 6LoWPAN, KNX, WiMAX, Wifi 등의 무선통신 기술을 이용할 수도 있다.

4.2 SAD 기술을 이용한 기골 결합 예측 시스템

SAD(Smart CCTV, AI, Drone) 기술을 이용한 기골 결합 예측 시스템은 항공기의 외관과 주요 기골에 대한 다각도 촬영 이미지를 분석하여 기골의 변형이나 결합을 감지하고 예측하는 시스템이다. 다음 그림은 기골 결합 예측 시스템의 설계를 보여준다.



(그림 2) 기골 결합 예측 시스템 설계

기골 결합 예측 시스템은 항공기의 외관과 주요 기골을 이상 유무를 판단하기 위하여 다각도에서 촬영된 이미지를 수집하여 정밀 분석한다. 촬

영은 드론이나 초소형 로봇을 이용할 수도 있고 이미지 병합에 용이하도록 미리 위치시킨 여러 대의 지능형 스마트 카메라를 이용할 수도 있다. 촬영용 드론은 정밀 촬영을 위해 고화소 카메라를 장착한다. 초소형 로봇은 촬영이나 접근하기 힘든 장치에 접근하여 정밀 촬영할 수 있도록 초소형 점판 카메라를 탑재하고 자율형 움직임이 가능해야 한다.

제안한 시스템의 전체적인 동작 절차는 다음과 같다. 우선, 데이터 수집 모듈은 드론과 지능형 스마트 CCTV 등으로부터 항공기를 다양한 각도에서 촬영한 이미지를 수집하여 통합하고 정제한다. 이렇게 생성된 2D 이미지들은 3D 모델링 모듈에서 딥러닝 기반 3D 모델링 기술을 통해 3차원 이미지로 변환된다. 3차원 이미지는 이미지 분석 모듈과 결합 예측 모듈에서 딥러닝 기반 3D 이미지 분석 기술을 통해 분석되어 각 부위별로 결합 여부가 판단된다. 이때 항공기 기체 설계 관리 모듈로부터 정상적인 항공기 기골에 대한 3D 모델링 정보를 획득하여 결합 판단의 기준으로서 사용한다. 점검 대상 항공기에 대한 3D 모델링 정보와 기골 결합의 분석 결과는 촬영 기록 관리 모듈을 통해 데이터베이스에 저장된다. 그리고 각 항공기의 기골 변형 양상을 시계열 분석을 통해 분석하여 변형 속도를 예측하는 등의 분석에 사용된다. 기골 결합 분석 이력과 관련한 데이터는 시간이 흐름에 따라 계속 축적되어 방대해질 수 있으며, 빅데이터 분석기술을 통해 다양한 분야에서 의미 있는 정보로 사용될 수 있기 때문에 통신 모듈을 통해 통합 안전관리플랫폼으로 전송되어 관리된다.

기골 결합 예측 시스템은 다각도 촬영 이미지 수집하는 모듈, 이미지 병합과 3D 모델링하는 모듈, 항공기별 기체 설계 관리 모듈, DNN 기반 이미지 분석 및 기골 결합 감지 모듈, 촬영 기록 관리 모듈과 통신 모듈로 구성된다.

데이터 수집 모듈 : 드론이나 지능형 스마트 CCTV로부터 수신한 이미지를 병합하기 위해서 적절한 형식과 크기로 변환하여 3D 모델링 모듈로 전달하는 역할을 수행한다. 이미지 수집 시 항공

기에 레이저나 백색광을 투사하여 물체의 형상정보를 취득하여 3D 이미지로 변환이 용이한 스캐닝 기술을 사용할 수 있다. 이러한 스캐닝 기술로는 CMM(Coordinated measuring Machine), 3D Scanner 등이 있다.

3D 모델링 모듈 : 수신한 이미지로부터 3D 형상 모델을 생성하여 항공기 외관에 대한 3차원 좌표를 결정한 후 이미지 분석 모듈로 전달한다. 수집된 영상의 고정밀 처리를 위하여 위치와 치수 측정 기술, 관심영역 지정 기술 등이 사용된다. 특히 2D 이미지부터 3D 이미지를 획득하기 위해 Stereo Image, Shape From Shading, 3D Modeling 기술을 사용할 수 있는데, 최근에는 딥러닝을 활용한 3D Synthesis 기술이 연구 중이다.

이미지 분석 모듈 및 결함 예측 모듈 : 론저론, 벌크헤드, 스트링거, 스파, 리브 등 항공기 외관을 비롯한 기골 부품별로 이미지를 분석하여 균열, 비트립, 변형 등의 이상 현상을 평균 기준치 값과 비교하여 감지한다. 3D 모델링된 항공기 외관 정보를 활용하여 Deep CNN 기술이나 컴퓨터 비전 및 패턴 인식 기술에 DNN 기반 학습을 접목한 기술 등을 활용하여 학습을 통해 결함이 발생한 시점을 예측할 수도 있다. 특히 입력된 3D 모델을 분석하여 분류, 구성 요소, 모델 간 상관관계 정보를 추출하는 딥러닝 기술인 3D Geometry Analysis 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.

항공기 기체 설계 관리 모듈 : 항공기 별로 표준화된 3D 형상 모델을 생성하기 위해서 항공기 기종별 설계도면(데이터)을 관리한다.

촬영기록 관리 모듈 : 항공기 기골 결함 분석 이력을 기록하고 관리하기 위한 모듈이다. 또한, 이전에 이상이 발생한 기골에 대한 촬영 기록은 별도로 보관하여 점검이 시작될 때 데이터 수집 모듈에 전송한다. 관리 모듈은 모든 이미지와 영상 촬영 기록을 보관하고 있기 때문에 이미지(영상) 저장 및 검색, 처리 등을 위해서 클라우드 환경과 빅데이터 기술을 사용한다.

통신 모듈 : 항공기 촬영 데이터 수집, 항공기 기골 결함 관리 인터페이스와 연동할 때나 통합

안전관리 플랫폼에 항공기 기골 결함 분석 정보를 전송할 때 데이터 통신을 위해 사용된다. 통신 대상 장치의 종류와 거리, 전송량 등에 따라 블루투스, ZigBee, 6LoWPAN, KNX, WiMAX, Wifi 등의 무선통신 기술을 이용한다.

4.3 제안한 시스템의 성능 비교

본 연구에서 제안한 항공기 종합점검 시스템과 기골 결함 예측 시스템은 기존의 항공기 점검 및 결함 예측 방식에 비해서 다음과 같은 성능을 향상시킨다.

첫째, 빅데이터와 인공지능 알고리즘 및 드론, 지능형 CCTV, IoT 센서를 활용함으로써 정비사에 의한 오류를 최소화할 수 있다. 정비사가 접근할 수 없는 점검 대상 부품에 드론이나 초소형 점검 로봇, CCTV 등을 활용하여 상태 영상이나 이미지를 획득하여 정확한 상태 분석이 가능하다. 아울러 빅데이터와 인공지능 알고리즘을 이용하여 수학적 확률 통계 방식보다 정확하게 상태 분석이 가능하다.

둘째, 기존의 점검 방식은 항공기의 기체와 부품 등에 대한 현재 상태만 판단하지만, 제안한 시스템은 빅데이터 분석 기법과 딥러닝 알고리즘을 통해서 부품의 노후화 수준, 수명 주기, 예외 결함 발생 가능성 예측도 가능하다. 현재는 정비사의 육안 점검과 점검 도구로 측정된 현재 상태 점검 결과를 위주로 판단하지만, 제안한 시스템의 점검 기법을 통해서 노후화 속도와 예상 수명을 예측하여 선제적인 예방 정비가 가능하다.

셋째, 드론, 지능형 스마트 CCTV와 각종 IoT 점검 센서를 활용하여 정비사가 접근하기 힘든 기체 점검이 가능해짐에 따라 인간의 한계를 극복할 수 있다. 예를 들면, 기존에는 항공기 동체 위의 점검을 위해서는 정비사가 직접 동체에 올라가서 균열, 부식 등의 점검을 수행했으나, 드론과 지능형 스마트 CCTV를 통해 실시간 영상이나 이미지를 통해서 보다 정확한 점검이 가능하다. 또한, 초소형 점검 로봇을 활용한다면, 동체 내부와 엔진 속까지도 정밀하게 점검할 수 있다.

마지막으로, 모든 점검 과정은 점검 결과 관리 모듈에 자동적으로 저장되고 통합 안전관리 플랫폼과 연동되어 실시간으로 점검 진행 사항을 확인할 수 있다. 기존에는 정비사가 점검 결과를 정비 관리체계에 업로드한 후에 점검 사항을 확인할 수 있었으나, 제안한 시스템은 드론, 로봇, 센서, CCTV를 통해 획득한 점검 영상이나 이미지를 통합 안전관리 플랫폼을 통해서 실시간으로 점검 과정을 관찰할 수 있으며, 동일 부품이나 부품을 사용하는 항공기의 점검 상황도 확인할 수 있다. 이렇게 함으로써 항공기간 상호 점검결과를 비교 가능하여 다른 항공기 점검에서 탐지하지 못한 결함을 탐지하여 오류 발생 확률을 줄일 수 있다.

5. 결 론

항공기 사고 원인은 조종사 과실, 조류 충돌, 정비사 과실, 부품 불량, 기체 결함 등 다양하다. 이 중에서 정비사 과실, 부품 불량, 기체 결함 등으로 인한 사고는 충분히 사전에 예방이 가능하다. 현재까지 공군에서는 경험이 풍부한 정비사에 의해서 점검도와 프로그램을 이용하여 항공기 점검을 수행하였다. 하지만, 최근 도입되는 항공기들의 도입 비용은 천문학적이기 때문에 이러한 주요 국가자산을 보호하기 위해서는 보다 더 정밀하고 세심한 점검과정이 필요하다.

본 논문에서 제시한 항공기 안전점검 시스템은 정비사의 점검 한계를 극복하고 기존의 점검도구보다 점검 오류를 줄이며, 해체하지 않고 기체 내부까지 세밀하게 점검할 수 있도록 4차 산업혁명 기술을 적용하였다. 초소형 카메라가 장착된 드론과 스마트 지능형 CCTV를 통해서 항공기 기골과 동체 내부를 점검할 수 있으며, IoT 센서를 통해서 기골의 균열과 비틀림 정도를 측정할 수 있고 인공지능과 빅데이터 기술을 통해서 실시간으로 이상(결함)을 식별하고 결함 발생 시점도 예측할 수 있다.

향후에는 제안한 시스템의 구현을 통해서 기존의 점검도구와 성능평가를 진행하고 공군 안전관리분야에 제안할 계획이다.

참고문헌

- [1] 이재경, '신기술정책과에게 듣는 공군과 4차 산업혁명', 월간공군, No.493, pp.6~11, 2019.
- [2] 이종성, '지능형 스마트비행단 1호, 제20전투비행단', 월간공군, No.493, pp.12~14, 2019.
- [3] <http://news1.kr/articles/?3569741> (검색일: 2019.9.28.)
- [4] <http://newsimpact.co.kr/archives/4564> (검색일: 2019.10.2.)
- [5] 국토교통부, '제1차(2018~2022) 항공안전정책기본계획', 2017.
- [6] <http://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=201040> (검색일: 2019.12.17.)
- [7] <https://namu.wiki>, "항공 사건사고" (검색일: 2019.12.17.)
- [8] http://kookbang.dema.mil.kr/newsWeb/m/20190530/8/BBSMSTR_000000010025/view.do (검색일: 2019.12.17.)
- [9] <https://namu.wiki>, '포항 해병대 헬기추락 사고' (검색일: 2019.12.17.)
- [10] 중앙안전관리위원회, '제4차 국가안전관리 기본계획(안)', 2019.
- [11] Quan Zou, "Research on cloud computing for disaster monitoring using massive remote sensing data", Proceedings of IEEE 2nd International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis, pp.29~33, 2017.
- [12] 박진서 외 2명, "항공분야 빅데이터의 정책적 활용방안 연구", 한국교통연구원 연구총서 19, 2014.
- [13] 명승일 외 3명, "IoT 기반 재난예방 및 안전 모니터링 기술", 전자통신동향분석 33(1), pp.101~110, 2018.
- [14] 국경완, "인공지능 기술 및 산업 분야별 적용 사례" 정보통신기획평가원 주간기술동향 1888호, pp.15~27, 2019.
- [15] Md. Razaul Haque Usmani et al, "Hazard Reconnaissance Rover Using Raspberry Pi and Multiple Sensors", Proceedings of International Conf

erence on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques, 2019.

- [16] 김학중, “항공기 정비사업의 시장 현황 분석 및 경쟁력 향상에 관한 연구”, 인하대학교 석사학위논문, 2005.

———— [저 자 소 개] ————



엄 정 호 (Jung-Ho Eom)
1994년 2월 공군사관학교 항공공학과
학사
2003년 2월 성균관대학교 전기전자
및 컴퓨터공학과 석사
2008년 2월 성균관대학교 컴퓨터공학
과 박사
2011년 3월~현재 대전대학교 군사학
과&안전융합학부 교수
email : eomhun@gmail.com