멀티콥터형 공공임무용 무인이동체의 FMEA 기반 고장유형 도출

김준영*, 장홍석*, 정호전*
*한국산업기술시험원
e-mail : kimjy@ktl.re.kr

Deriving failure mode for Multi-copter type Unmanned Aircraft Vehicle in public mission based FMEA analysis

Junyoung Kim*, Hongseok Jang, Hojeon Jeong
*Korea Testing Laboratory

요 약

최근 무인이동체는 세계적으로 다양한 분야에서 활용성이 크게 증가하고 있는 추세이다. 특히 산불 대응, 우편물 배송 등의 공공분야에서의 활용을 위한 연구도 활발히 수행되고 있다. 그러나 공공분야 활용을 위한 연구 및 개발, 나아가 실용화가 진행됨에도 불구하고 무인이동체 운용에 대한 위험도 분석 및 그에 따른 안전요구사항 반영이 미비한 실정이다. 이에, 무인이동체를 대상으로 운용목적에 따라 운용환경에서의 고장유형을 도출하고, 이를 안전확보 목적으로 설계 및 제작에 반영하기 위한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 공공분야에서의 활용을 목적으로 개발되는 멀티콥터형 무인이동체에 대해 FMEA (Failure Mode Effect Analysis)기법을 기반으로 운용목적에 따른 고장유형을 확인하고자 한다. 이를 위해 멀티콤터형 무인이동체의 구조 및 목적에 따른 무인이동체의 운용 특성을 분석하고, 이에 따라 발생할 수 있는 고장유형을 도출하였다. 도출된 고장유형은 향후 공공분야 활용 목적으로 개발되는 무인이동체의 설계 및 제작단계에서 고려사항으로 활용될 수 있다.

1. 서론

최근 무인이동체는 세계적으로 다양한 분야에서 활용성이 크게 증가하고 있는 추세이다. 특히 산불 대응, 우편물 배송 등의 공공분야에서의 활용을 위한 연구도 활발히 수행되고 있다. 그러나 공공분야 활용을 위한 연구 및 개발, 나아가 실용화가 진행됨에도 불구하고 무인이동체 운용에 대한 위험도 분석 및 그에 따른 안전요구사항 반영이 미비한 실정이다. 이에, 무인이동체를 대상으로 운용목적에 따라 운용환경에서의 고장유형을 도출하고, 이를 안전확보 목적으로 설계 및 제작에 반영하기 위한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 공공분야에서의 활용을 목적으로 개발되는 멀티콥터형 무인이동체에 대해 FMEA (Failure Mode Effect Analysis)기법을 기반으로 운용목적에 따른 고장유형을 확인하고자 한다. 이를 위해 멀티콤터형 무인이동체의 구조 및 목적에 따른 무인이동체의 운용 특성을 분석하고, 이에 따라 발생할 수 있는 고장유형을 도출하였다. 도출된 고장유형은 향후 공공분야 활용 목적으로 개발되는 무인이동체의 설계 및 제작단계에서 고려사항으로 활용될 수 있다.

2. 멀티콥터형 공공임무용 무인이동체의 FMEA 기반 고장유형 도출 방법

2.1 FMEA

FMEA는 고장 유형 영향 분석(Failure Mode and Effects Analysis)으로 제품개발 및 공정 프로세스 상에서 발생 가능한 고장(Failure)과 이러한 고장으로 인해 야기될 수 있는 위험을 구조화하여 사전에 방지하는 방법이다.

발생 가능한 문제점이 어떤 것이 있으며, 이것이 고객에게 어떠한 영향을 미치게 되는가 하는 것을 분석하고 그 문제점의 근본 원인을 추적하여 해결하는 방법이다. 따라서 신제품 개발 및 기존 제품의 성능 및 기능 개선을 위한 중요한 사전활동으로 활용되고 있다.

FMEA의 최종적인 목표는 우선적으로 해결해야 할 고장유형의 제시와 그에 대한 예방 조치의 제시이다.

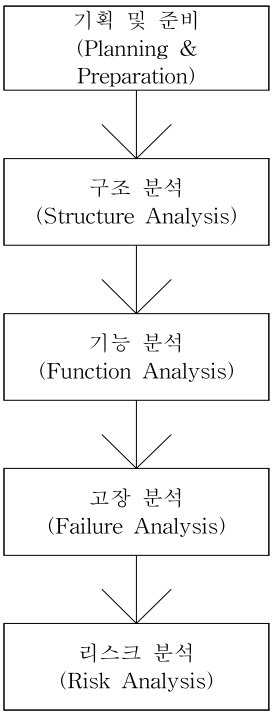

그림 1 FMEA 수행 절차

2.2 멀티콥터형 무인이동체 구조

다음과 같은 진행할 대상에 대한 PBS(Physical Breakdown Structure)를 이용하면 대상 장비의 구조에 대한 기본적인 파악이 가능하다.

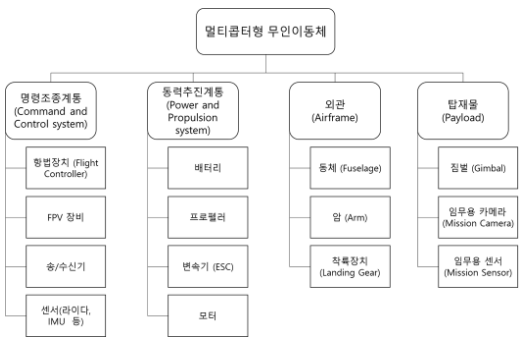

그림 2 멀티콥터형 무인이동체의 PBS

전체적인 시스템 구조를 완전히 파악할 수 있는 경우, 운용의 핵심이 되는 부품들을 기준으로 고장 분석을 시작할 수 있다.

2.3 공공임무용 멀티콥터형 무인이동체 운용

2.3.1 산불 대응 임무용

소화탄을 탑재하고 산불대응 임무를 수행하는 무인이동체시스템의 운용은 산불 상황을 실시간으로 모니터링하는 상황 감시 임무와 진화 작업이 끝난 후 재발화 등을 방지하기 위해서 뒷불 감시 임무와 소화탄 투하 임무를 수행한다.

주간에는 주로 산불진화헬기에 의한 산불 진화작업이 수행되기 때문에 모니터링과 재발화 방지를 목적으로 임무를 수행한다.

2.3.1 우편물 배송 임무용

무인이동체를 활용하여 지정된 지점에 우편물을 배송하는 임무를 수행한다.

기존 배송담당자가 현장에 방문 시 소요되는 비교적 긴 시간과 많은 노력이 요구되는 업무를 무인이동체를 자동화하여 업무의 효율성을 높이고, 특히 사람의 접근이 취약한 도서산간 지역의 우편물 배송을 목적으로 임무를 수행한다.

2.4 고장 유형

다음과 같이 멀티콥터형 무인이동체의 구조와 운용방법을 반영하여 멀티콥터형 무인이동체에에 대한 고장 유형 도출하였다.

표 1 무인이동체의 고장 유형

운용 목적	고장 유형	원인	고장 영향
산불 대응 임무용	항법위치 정확도 미흡	항법장치의 위치 정확도 기능 부족	임무 수행 (소화탄 투하) 위치 정확도 저하
	운용 고도 상승 불가능	운항 중 높이 제어 기능 손실	임무수행을 위한 운용 조건 불만족
	운용 체공시간 부족	배터리의 성능 부족	임무수행을 위한 운용 조건 불만족 혹은 비행 중 기체 추락
	목표 임무 중량 적재 불가	기체 프레임 및 적재함의 강도 부족	기체 손상
	내풍성능	모터의 출력 부족	임무수행을 위한 운용 조건 불만족
	임무 이미지 취득 불가	제자리 비행 기능 부족	임무수행을 위한 운용 조건 불만족

운용 목적	고장 유형	원인	고장 영향
우편물 배송 임무용	항법위치 정확도 미흡	항법장치의 위치 정확도 부족	임무 수행(우편물 배송) 위치 정확도 저하
	운용 고도 상승 불가능	운항 중 높이 제어 기능 손실	임무수행을 위한 운용 조건 불만족
	운용 체공시간 부족	배터리의 성능 부족	임무수행을 위한 운용 조건 불만족 혹은 비행 중 기체 추락 비행 중 기체 추락
	목표 임무 중량 적재 불가	기체 프레임 및 적재함의 강도 부족	기체 및 적재함 손상
	임무물 Unloading 불가	적재함의 기능 결함	임무수행 목적 달성 조건 불만족
	장애물 감지 및 회피 불가	라이다 감지 센서 기능 손실	임무수행 중 충돌

3. 결론

공공분야에서 활용하기 위한 멀티콥터형 무인이동체의 구조와 운영환경을 반영한 무인이동체시스템의 운영 개념을 도출하고, FMEA 기법을 적용하여 무인이동체시스템의 운영에서 발현 가능한 고장유형을 도출하였다.

향후 무인이동체 시스템 설계에 있어서 도출된 고장유형을 활용하여 리스크를 분석하고 우선순위를 도출할 수 있다. 도출한 고장 유형 및 리스크 분석을 설계 및 제작에 반영하여 무인이동체시스템의 안전을 확보할 수 있을 것이다.

감사의 말

이 논문은 과학기술정보통신부/산업통상자원부/국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다. (과제번호 22DPIW-C153652-04)

참고문헌

[1] KS A IEC 60821, 고장모드 영향분석 절차(FMEA), 2018
[2] 무인비행장치 안전관리 가이드, 2020 / 서울지방항공청