

임무 기반 드론의 최적성능 및 소요량 분석 방법론 연구[☆]

The Study on analysis methodology of optimal performance and quantity for Mission-Based drones

하 영 석^{1*}
Young-Seok Ha

요 약

본 논문은 드론 운영개념에 따라 체공시간, 총 운영시간, 적정 소요량 등 작전운용성능과 소요량의 과학적 검증이 필요하나, 이를 체계적으로 분석할 수 있는 방법론이 없어 본 연구를 수행하였다. 본 연구는 임무기반한 모의분석을 통한 검증 6단계의 분석 방법론 연구 및 제안을 통해 드론의 운용개념 기반의 최적 ROC와 소요량을 제시할 수 있으며, 그 결과 기술적, 경제적 효과를 제시 하였다.

☞ 주제어 : 드론, 소요량, 모의분석, 적정 소요량

ABSTRACT

This paper addresses the analysis method about optimal performance and required quantity for Mission-Based drones. In the case of drones, although scientific verification of operational performance and quantity of demanded, such as total flight time, total operation time, and appropriate required quantity, is required depending on the operation concept, there is no methodology for analyzing them systematically. That is the reason this research was carried out. Through the suggestion and study about Mission-Based six step analysis method and, this study can present the optimal ROC (Required Operational Capability) and the required quantity based on the operational concept of drones, and technical and economic effects were suggested.

☞ keyword : Drone, Quantity of demand, Simulation analysis, Appropriate Quantity

1. 서 론

최근 군 구조 개편에 의한 제대별 작전지역 확장과 병력 감축을 고려 현 유인전투 병력을 대체하기 위해 다양한 드론 체계 사업이 진행 될 예정이다.

이러한 드론은 용도에 따라 정찰용, 수송용, 공격용 등이 주를 이루며, 선행연구 시 이러한 드론의 작전운용성능 및 소요량의 적절성을 과학적이고 체계적인 분석이 요구되나, 하지만 성능 분석을 위한 과학적인 방법론이 부재한 상황이다. 따라서 드론의 경우 임무기반에 운용개념에 따라 체공시간, 총 운영시간, 적정 소요량 등의 작전운용성능과 소요량의 과학적 검증이 반드시 필요하다.

이를 위하여 임무기반의 운영개념 구체화, 시나리오 제작, 시뮬레이션 결과 검증, 운영개념 구체화, 수학적 모델 작성, 수학적 모델 및 시뮬레이션 결과 비교와 같은 6단계

절차를 통하여 드론 임무 기반 최적 요구성능 설정 및 소요량을 결정하였다.[1][2][3]

2. 드론 성능 분석 방법론 연구

2.1 성능 분석 방법론의 필요성

드론 체계의 선행연구 항목인 작전요구성능 적절성 검토 및 소요량 분석을 위한 과학적인 방법론 부재에 따라 효과적 분석이 제한된다.

현 드론의 작전운용성능 설정시 유사체계의 검토결과를 준용하여 설정하였으며, 정확한 작전운용성능 설정을 위해서는 모의분석 등과 같은 과학적 분석을 통한 신뢰성 있는 분석 방법론이 필요하다.

신뢰성 있는 드론 성능 분석 방법론을 통해 연구개발간 도출된 문제에 따라 작전운용성능 및 소요량을 수정하는 등의 문제점을 소요기회 및 선행연구 시 조기검증으로 사업 리스크를 감소 시킬 수 있으며, 작전운용성능 최적화를 통한 과도한 작전운용성능의 설정 방지, 작전운용성능 및 소요량 최적화를 통한 다양한 획득대안(개발, 구매)에 대한

1 Acquisition Research Divison, Defense Agency for Technology and Quality,Dajejeon, 34027, Korea

* Corresponding author (ace1002@empal.com)

[Received 19 November 2019, Reviewed 21 November 2019, Accepted 4 December 2019]

검토가 가능하며, 소요 최적화로 인한 비용 절감을 유도하는 등의 효과를 기대할 수 있다.

2.2 임무분석 기반의 모의 분석 방법론 연구

드론의 작전운용성능 및 소요량 검증시 모의분석(시뮬레이션) 기반의 검증 방법론 개발 및 적용을 통해 선행연구 결과의 신뢰성 및 품질 향상이 가능하며, 이를 위해 드론의 작전운용성능 및 소요량 검증을 위한 임무기반의 모의분석 검증 방법론 6단계의 분석 방법론을 연구하였다.[4][5]

2.2.1 분석방법 1단계

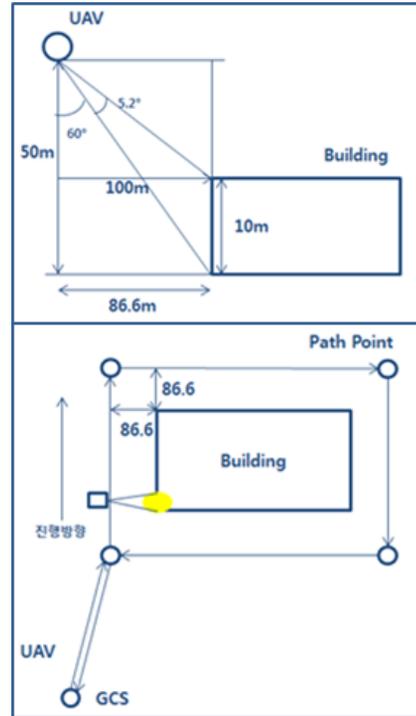
드론의 작전운용성능 항목 중 체계의 성능에 미치는 영향이 크고 정량적 분석이 가능한 항목을 분석대상으로 선정하고, Scenario를 구성하였다.

- Scenario 1. 건물의 외벽(4면)을 정찰하는데 소요되는 시간분석(제공시간)
- Scenario 2. 각 드론에게 할당된 정찰영역에서 특정 Spot 탐색에 소요되는 시간분석(제공시간)
- Scenario 3. 특정 원형 범위 전체를 감시 및 정찰에 소요되는 시간분석(총 운용시간)

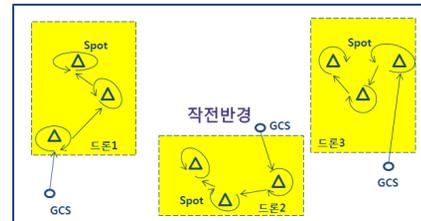
2.2.2 분석방법 2단계

드론의 작전개념을 고려한 임무분석 및 분석 대상별 운용개념을 구체화하였다.

- Scenario 1. 폭 00m, 너비 00m인 건물의 외벽(4면)을 정찰하는데 소요되는 시간분석(제공시간)
 - 건물의 높이를 00m로 가정
 - 피타고라스 정리를 이용해 건물까지 최대 거리 계산
 - 계산에 의해 최대거리 86.6m에서 건물외벽 전면탐지 가능
 - UAV가 PathPoint를 지나도록 Path를 구성하여 탐색 소요시간 산출
 - UAV의 회전, 이착륙 소요시간 추가
 - UAV는 진행방향과 수직으로 건물을 탐지
- Scenario 2. 각 드론에게 할당된 정찰영역에서 특정 Spot 탐색에 소요되는 시간분석(제공시간)
 - 드론별 임무에 따라 시나리오를 작성하고, 정찰 소요 시간을 계산

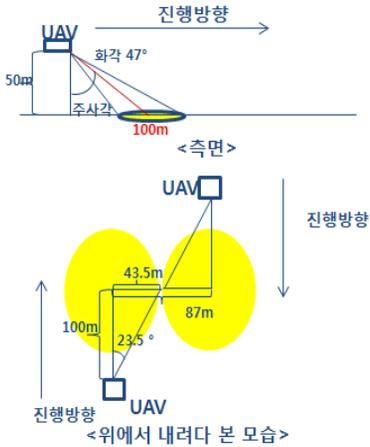


(그림 1) Scenario 1 운용개념 구체화
(Figure 1) Scenario 1 Implementation of Operation Concept



(그림 2) Scenario 2 운용개념 구체화
(Figure 2) Scenario 2 Implementation of Operation Concept

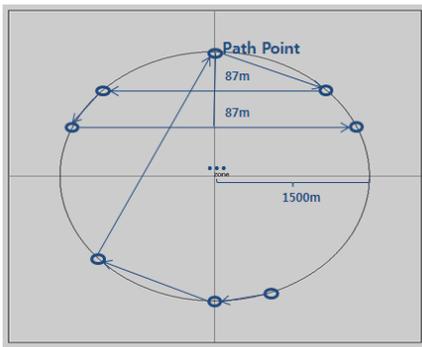
- 각 드론에게 특정 지역을 정찰하도록 임무를 부여
- 각 드론별에 주어진 지점(Spot)을 정찰
- 각 지점에서 선회하며 해당 지역을 정찰
- Scenario 3. 감시반경 원형 범위를 정찰에 소요되는 시간분석(총 운용시간)
 - 감시반경 전체 탐색시 소요시간을 줄이기 위해서는 87m 간격으로 탐색 필요



(그림 3) Scenario 3 운용개념 구체화 1

(Figure 3) Scenario 3 Implementation of Operation Concept 1

- Scenario 3. 감시반경 원형 범위를 87m 간격감시 및 정찰에 소요되는 시간분석(총 운용시간)
- UAV가 WayPoint를 지나도록 Path를 구성하여 탐색 소요시간 산출
- 감시반경 전체 탐색시 소요시간 최소화를 위해서는 87m 간격으로 탐색시 최소시간으로 전체 탐색 가능



(그림 4) Scenario 3 운용개념 구체화 2

(Figure 4) Scenario 3 Implementation of Operation Concept 2

2.2.3 분석방법 3단계

드론의 운영개념에 따라 분석 항목별 시나리오 제작 및 장비/로직을 모델링하였다.

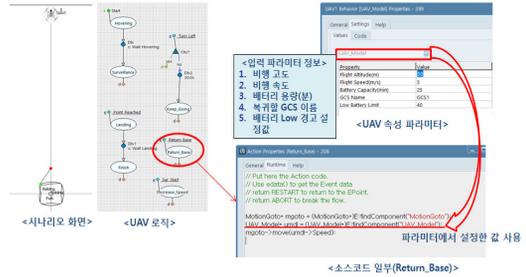


그림 5. Scenario 1. 시나리오 제작 및 장비/로직 모델링 (Figure 5) Scenario 1 Scenario Production and Equipment / Logic Modeling

- 드론의 속성 파라미터 작성
- 입력 파라미터 정보(비행고도, 속도, 배터리 용량(분), 배터리 Low 경고 설정 등)
- 드론의 시나리오 모델링 값에 적용

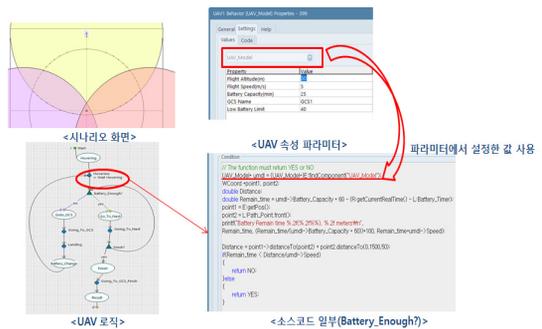


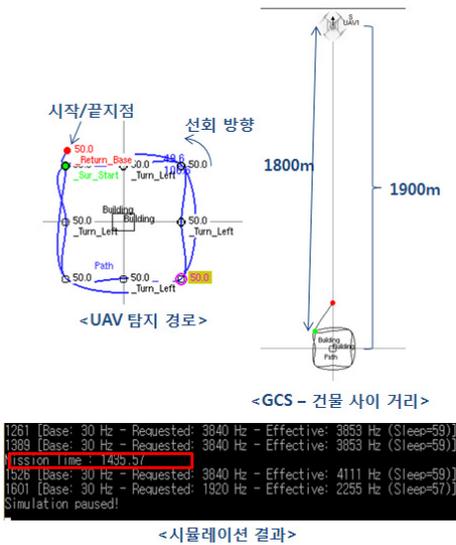
그림 6. Scenario 3. 시나리오 제작 및 장비/로직 모델링 (Figure 6) Scenario 3 Scenario Production and Equipment / Logic Modeling

2.2.4 분석방법 4단계

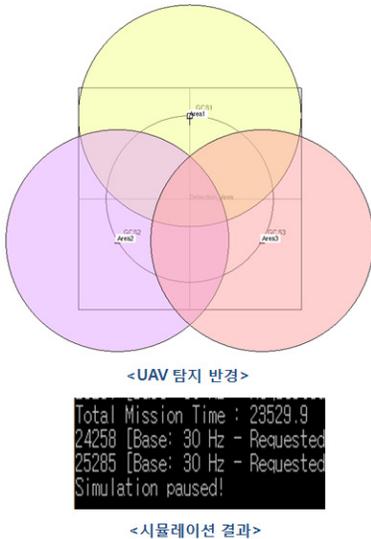
시나리오별 시뮬레이션 수행 후 시뮬레이션 결과값과 ROC 수치 비교분석을 수행하였다.

○ Scenario 1.

- 시뮬레이션 결과 : 임무수행시간-1435.54초= 23.93분
- 운영 개념에 따라 외벽 탐지 시간 및 선회 횟수 등을 가감하여 계산에 반영할 수 있음
- UAV 이착륙 및 선회에 소요되는 시간 반영



(그림 7) Scenario 1 시뮬레이션 결과
(Figure 7) Scenario 1 Simulation result

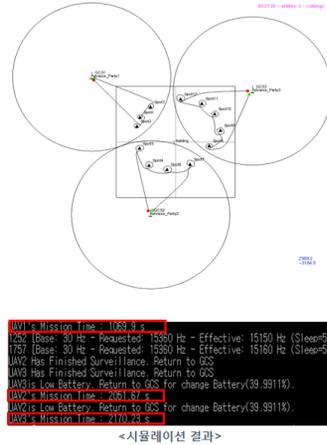


(그림 8) Scenario 2 시뮬레이션 결과
(Figure 8) Scenario 2 Simulation result

- GCS와 건물사이 거리 1500m의 경우 탐지 소요시간은 23529.9초 = 392.165분
- 탐지 범위가 중첩된 범위를 줄여 탐지 소요기간 단축 가능
- GCS와 건물사이 거리 1900m의 경우 탐지 소요시간

은 18181.1초 = 303.02분
- 탐지 소요시간 약 90분 단축 가능

○ Scenario 3.



(Figure 9) Scenario 3 시뮬레이션 결과
(Figure 9) Scenario 3 Simulation result

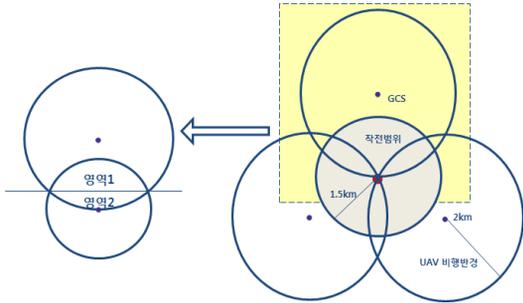
- 중앙의 건물을 중심으로 산개해 있는 Spot 를 탐지
- 각 드론별 정찰 범위 및 Spot 개수, 위치는 임의로 설정
- UAV는 배터리 잔량이 설정된 값보다 작으면 GCS로 귀환(Default 40%)
- UAV 탐지 경로 설정에 따라 시간 차이는 있을 수 있음
- 분석결과

드론 1의 경우 3 Spot 탐지 탐지시간은 약 17.8분으로 배터리 교환이 필요 없으나, 드론 2,3의 경우 각기 4, 5 Spot을 탐지했으며 탐지 시간은 34분과 36분으로 배터리 교환이 1회 필요하다.

2.2.5 분석방법 5단계

드론의 주어진 감시영역을 총 운용시간(배터리 교환 포함)으로 정찰시 필요한 드론 소요량 분석하였다.

- 드론별는 정찰범위를 3등분하여 각각 정찰
- UAV가 맡은 범위를 정찰하는데 소요되는 시간은 같음
- UAV가 Waypoint를 지나도록 Path를 구성하여 탐색 소요시간 산출



(그림 10) 3기의 드론이 감시반경 탐지에 소요되는 시간 검토 (Figure 10) Review the time it takes for 3 drones to detect watch radius

- UAV의 회전, 이착륙 소요시간, 배터리 교체를 위해 GCS를 다녀가는 시간 추가
- 실 상황에서 GCS는 운용 범위 밖에서 유동적으로 조절하여 배치
- 각 UAV 탐지범위의 교집합 영역이 작을수록 탐지 시간 감소
- 영역 1과 2로 나누어 UAV 1기 계산결과와 같은 방식으로 계산

2.2.6 분석방법 6단계

이와같이 임무기반의 모의분석 결과값을 활용하여 드론의 요구성능인 제공시간, 총운용시간, 적정 소요량, 운용거리 등을 수정하여 연구개발에 반영하여 적용한다.

2.2.7 시나리오 구체화 방안

드론 모의분석을 위한 시나리오 제작을 위해서는 구체적인 운영개념이 필요하나 선행연구 단계에서는 운영개념이 명확하지 않아 시나리오 제작이 어렵다. 하지만 연구시 소요군과 지속적인 토론회를 통해 운영개념 구체화 및 최적의 운용 시나리오 구체화 필요하다.

2.2.8 경제적 효과

과학적인 검증을 통한 최적의 운용시간 및 소요량 분석으로 상당한 경제적 효과 예상된다. Tabel 1은 국외 소형 드론의 연구개발 동향을 나타낸다. [8][9][10][11][12]

군용 드론은 1대 가격이 5000만원 ~ 2억원이다. 향후 드론 체계 소요 최소 0000 set 이상 예상된다. 본 연구 결과를 활용하여 최적의 요구성능 및 소요량 산정으로 1 set

(표 1) 국외 소형드론 연구개발 동향

(Table 1) Overseas Small Drone R&D Trend

구분	PD-100 III	Indago-III	Snipe Nano	MK-2 GEN3	MAVIC PRO
형상					
제조사/국적	FLIR UAS/노르웨이	Lockheed Martin/미국	AEROVI RONMENT/미국	PSITactical/미국	DJI/중국
운용반경	2 km	10km	1km	1km	7km
제공시간	28 min	50 min	20 min	30 min	30min
운용고도	100 m	152 m	30.48m	3,600m	-
속도	21.6 km/h	61.2 km/h	35.4 km/h	56 km/h	65 km/h
기체중량	33 g	2.61 kg	140 g	561g	734 g
크기	20 x 8 x 5 cm	81.3x81.3 x 17.8cm	-	25x42.5 x9 cm	19.8x8.3x 8.3 cm
임무장비	EO, FLIR	Dual EO/IR	EO and IR	EO and IR	EO
GCS	1.4 kg	1.8 kg	-	1.54 kg	158 g

당 1대의 소요량을 절감하면 약 500억원 ~ 2000억원의 경제적 효과 창출이 가능하다.

3. 결 론

본 논문을 통해 드론의 소요기획 및 개발 연구시 운영개념에 따라 제공시간, 총 운용시간, 적정 소요량 등 작전 운용성능과 소요량의 과학적 검증에 대한 프로세스 확보가 가능하고 임무기반의 최적 운용시간 및 적정 소요량 분석이 가능하게 되었다.

제시된 방법론에 따라 임무기반의 모의분석 검증 6단계의 분석 방법론 연구를 통해 드론의 운용개념 기반의 최적 ROC와 소요량을 제시할 수 있으며, 그 결과 기술적, 경제적으로 효과가 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

참고문헌(Reference)

- [1] Federal Aviation Administration. Summary of Small Unmanned Aircraft Rule. 2016. Available online: https://www.faa.gov/uas/media/Part_107_Summary.pdf
- [2] YS. HA, "Unmanned Aerial Vehicle(UAV) Precedent Study Report", 0000-17-5516-R(C), 0000.
- [3] YS. HA, "The Preliminary Study on MAV(Micro

- Aerial Vehicle)", DTaQ-16-5048-R(C) , 2016.
- [4] Suraj G. Gupta, Mangesh M. Ghonge & Dr. P. M. Jawandhiya(2013), Review of Unmanned Aircraft System (UAS), International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET),1646~1658, 2013
- [5] Department of Defense (DoD), U.S. Army Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2010-2035. Office of the Secretary of Defense. US Fort Rucker, Alabama., 2010.
- [6] Classification of the Unmanned Aerial Systems. Available online: <https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/5>.
- [7] Chao, H.Y.; Cao, Y.C.; Chen, Y.Q. Autopilots for small unmanned aerial vehicles: A survey. Int. J. Control Autom. Syst. 36 - 44, 2010.
- [8] Black Hornet PRS, <https://www.flir.com/products/black-hornet-prs/>
- [9] Indago3 UAV, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/indago-vtol-uav.html>
- [10] Snipe Nano UAS, https://avinc.com/images/uploads/product_docs/Snipe_Datasheet_2017_web_rv1.3.pdf
- [11] InstantEye Mk-2, <https://instanteyerobotics.com/products/gen4/>
- [12] MAVIC PRO, <https://www.dji.com/kr/mavic>

● 저 자 소개 ●



하 영 석(Young-Seok HA)

1999년 2월 : 창원대학교 전기공학과(학사)
2002년 2월 : 창원대학교 전기전자제어공학과(석사)
2012년 2월 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과(박사수료)
2007년 11월 :~ 현재 : 국방기술품질원 지휘정찰부 선임연구원
관심분야 : 무인항공기, 비행제어 시스템, 통신, 드론
E-Mail : ace1002@empal.com