

UAV 기반의 실시간 공중모니터링을 위한 멀티센서 시스템 설계 Design of Multi Sensor System for UAV Based Real-time Aerial Monitoring

홍주석*, 최경아**, 이임평***, 오태완****

Juseok Hong, Kyoungah Choi, Impyeong Lee, Taewan Oh

서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정*, 박사과정**, 조교수***, 학사과정****

{jshong, shale, iplee, theidps}@uos.ac.kr

요 약

재난재해 등 긴급 상황이 발생했을 때 신속한 대응 체계 수립을 위해 비 접근 및 난 접근 지대, 목표물 감시대상지역에 대한 공간정보를 신속하게 취득할 수 있는 실시간 공중모니터링 체계의 구축이 시급한 실정이다. 이에 본 연구에서는 긴급한 재난 상황과 혹은 이와 유사한 여러 상황에 신속하고 유연하게 운용될 수 있는 무인헬기 기반의 실시간 공중 모니터링 체계에 적용할 멀티 센서 시스템의 설계를 목표로 한다. 이를 위해 먼저 실시간 공중모니터링 임무 및 운용 시나리오를 크게 4가지로 설정하고 이에 적합한 디지털 카메라, 레이저 스캐너, GPS/IMU 및 무인헬기 플랫폼의 요구사항을 각각 도출하였다. 또한, 기술 동향 및 규격 조사결과를 바탕으로 도출된 요구사항에 가장 적합한 각각의 센서 및 플랫폼을 선정하였다. 마지막으로 시스템 설계의 최적화를 위하여 시뮬레이션을 통해 설정된 임무에 부합하는 품질의 공간정보 성과물이 선정된 멀티센서 시스템으로부터 취득 가능한가를 검증하였다. 본 연구를 통해 소형무인헬기 기반의 멀티 센서 시스템에 대한 최적 설계의 방법론을 정립할 수 있었고, 향후 설계의 결과는 임무로부터 도출된 요구사항에 최적화된 맞춤형 시스템 구축에 적용될 예정이다.

1. 서론

최근 공간정보 자동처리 기술의 발전, 공간정보/항공/전자/우주 기술의 융합 및 발전이 빠른 속도로 이뤄지고 있다. 그리고 재난·재해와 같은 긴급한 상황에 효과적으로 대비하고 비 접근 및 난 접근 지대에 대한 다양한 공간정보의 획득, 인공지능 및 토지 활용 현황 등에 대한 변화 탐지, 목표물 감시 등을 위해 효과적으로 활용될 수 있는 근거리 무인헬기 시장이 급속도로 확산되고 있다. 이에 본 연구는 긴급한 재난 상황과 혹은 이와 유사한 여러 상황에 신속하고 유연하게 운용될 수 있는 무인헬기 기반의 실시간 공중 모니

터링 체계에 적용할 멀티 센서 시스템의 설계를 목표로 한다. 또한 멀티센서 시스템 구축 시 발생하는 여러 가지 시행착오를 줄이고 시간/비용 절감을 위해 활용 목적에 따라 시뮬레이션을 통한 최적의 설계방안을 연구하고자 한다. 우선 무인헬기의 실시간 공중모니터링 임무 및 운용 시나리오를 설정하고 총괄 시스템의 요구사항을 도출한다. 그리고 도출된 요구사항을 바탕으로 멀티센서 및 무인헬기 플랫폼을 예비 선정하고 마지막으로 선정된 센서와 플랫폼의 제원을 이용한 시뮬레이션을 통해 공간정보 성과물의 취득가능 여부를 검증한다.

2. 연구방법

2.1 시스템 운용 시나리오 및 요구사항

우선 긴급 매핑 기반의 활용 시나리오를 화재 및 산불발생에 따른 실시간 모니터링, 홍수 및 수해상황 전후의 피해조사, 주기적 모니터링, 도시개발현황 사전/사후 분석, 이렇게 4가지로 설정하였다. 그리고 각 시나리오에 따라 상향별로 시스템 개발 후 시스템 활용에 요구되는 공간정보 성과물과 시스템의 운용요구사항들을 분석 및 도출하였다.

도출된 요구사항들은 30Km 이상의 작전 반경 및 1시간 이상의 비행 체공시간, 강우/강설/안개/야간상황 시 무인헬기 운용가능능력, 10~30Kg 정도의 멀티 센서 탑재 능력, 신속히 이동 가능한 지상통제 시스템, 운용 요원 최소화 가능여부, 신속한 임무진입 시간 등이 있다. 그림 1은 총괄 시스템의 요구사항 분석 프로세스를 보여준다.

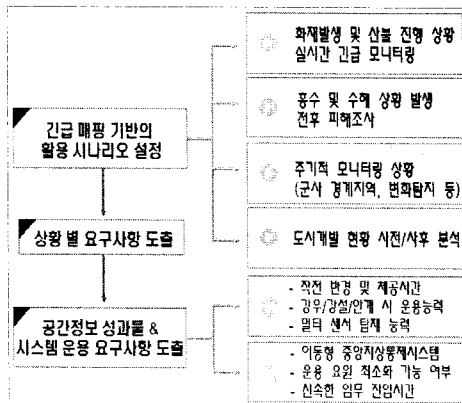


그림 1. 요구사항 분석 프로세스

2.2 센서 및 플랫폼의 선정

앞서 도출된 총괄 시스템에 대한 요구사항들의 분석결과에 따라 디지털 카메라, 레이저 스캐너, GPS/IMU 및 무인헬기 플랫폼의 요구사항을 각각 도출하였다. 또한, 기술 동향 및 규격 조사결과를 바탕으로 도출된 요구사항에 가장 적합한 각각의 센서 및 플랫폼의 후보들을 국내외 시장조사를 통하여 예비 선정하였다.

2.3 시뮬레이션을 통한 설계 검증

시스템을 구축할 때마다 중복 수행되는 여러 가지 시행착오를 줄이고, 시간적/경제적 비용을 절감하고, 시스템의 다양한 활용목적에 따라 최적의 멀티센서 시스템을 설계할 수 있는 방법론을 정립하기 위하여 항공부문 시뮬레이션을 통해 설계의 효율성을 높일 수 있는 방안을 연구하였다.

시뮬레이션은 센서 데이터의 준비, 시뮬레이션 소프트웨어 설계, 가상 구현 및 적용 이렇게 세 가지 단계로 이루어진다. 우선 예비적으로 선정된 디지털 카메라, 레이저 스캐너와 무인헬기 플랫폼의 데이터를 준비한다.

두 번째로 소프트웨어 설계는 크게 입력과 출력으로 나뉠 수 있다. 입력부에는 평균 촬영 고도나 비행속도 같은 가상 플랫폼의 운행 조건, 영상픽셀크기나 취득영상의 크기, 초점거리, 연사속도 등의 디지털 카메라의 제원, 그리고 스캔속도, 스캔각도, 취득데이터 용량 등의 레이저스캐너 제원이 있다. 출력부에는 취득영상의 촬영 커버리지 및 중복도, 스케일, 해상도등과 레이저스캐너의 지상 커버리지, 점밀도, 정확도 그리고 지상으로 전송되는 영상과 스캔데이터의 용량, 고도와 촬영 각에 따른 오차 등이 있다.

영상 부문		Laser Scanner 부문	
수행 항목	결과값	수행 항목	결과값
Field of View	28.4973 deg	Measures / scan	400 회
Image Scale	0.0157	Angle / measure	0.125 deg
Ground Resolution	0.2514 × 0.2514 (m)	Distance btw Point (min ~ max)	1.7453 ~ 1.9258 (m)
Ground Coverage	406.3086 × 305.7371	Points Density	0.2968
Distance btw Image	3.6361 m	Platform Velocity	157.0796 km/h
Over lap	98.81 %	Data Rate / 1 sec	40000 bytes
Max Range / 1hour	63.8228 km		
Data Rate / 1 sec	94322688 bytes		

표 1. 시뮬레이션 수행 결과

마지막으로 준비된 데이터를 시뮬레이션 소프트웨어에 적용시키고 결과를 분석하

는 과정을 거친다. 표1은 예비 선정된 플랫폼, 디지털 카메라, 레이저 스캐너의 제원을 이용하여 시뮬레이션을 한 결과이다. 촬영 조건은 시스템의 활용 목적을 고려하여 고도 800m, 비행속도 80~100km/hour로 설정하였다.

3. 연구결과

세 단계의 연구를 통해 두 가지의 시스템 설계안을 도출할 수 있었다. 고성능/고가의 장비로 이루어진 High Grade 시스템 A와 성능은 조금 떨어지지만 비용 효율적인 면을 강조한 Midium grade 시스템B를 예비 설계 할 수 있었다. 표2와 표3은 각각 시스템A와 시스템B의 설계결과를 나타낸다.




Component	Model	Specification
UAV (NEO S-300)		탑재무게 : 20kg
Digital Camera (Lw235)		무게 : 0.3kg, Frame rate : 12fps, effective pixels : 1616X1216, 4.4μm
MEMS GPS (MTI-G)		Position accuracy : 2.0~2.5m, GPS Data rate : 4Hz,
MEMS IMU		IMU Data rate : 100Hz

표 3. 시스템B 설계 결과

4. 결론

본 연구를 통해 소형무인헬기 기반의 멀티 센서시스템에 대한 최적 설계의 방법론을 정립할 수 있었고, 향후 설계의 결과는 임무로부터 도출된 요구사항에 최적화된 맞춤형 공중 모니터링 시스템 구축에 적용될 예정이다.

감사의 글

본 연구는 지능형국토정보 기술혁신사업단을 통한 한국건설교통기술평가원의 연구비 지원으로 수행되었습니다.






Component	Model	Specification
UAV (Camcopter S-100)		탑재무게 : 50kg, 비행고도 : 1200ft, 운용반경 : 80km, 체공시간 : 6시간
Laser Scanner (LMS-Q240)		무게 : 7kg, FOV : 80°(±40°), Scanning rate : 6~80sps
Digital Camera (Lw235)		무게 : 0.3kg, Frame rate : 12fps, effective pixel : 1616X1216, 4.4μm
GPS (CEMV-3)		Position accuracy : 1.8m, Data rate : 20Hz
IMU (HG1700)		Velocity accuracy : 0.02m/s, 무게 : 3.4kg, Data Rate : 100Hz

표 2. 시스템A 설계 결과

참고문헌

- Eisenbeiss, H. and Gruen, A. (2006), Model helicopter over Pinchango Alto, *The Japanese Journal of Survey*, Vol. 56, No. 5, pp. 34-37.
- Eisenbeiss, H. (2004), A mini Unmanned Aerial Vehicle (UAV): System overview and image acquisition, *International Workshop on Processing and Visualization Using High-Resolution Imagery*.