Journal of Convergence for Information Technology
Vol. 10. No. 10, pp. 123-127, 2020
e-ISSN 2586-4440
DOI : https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2020.10.10.123

실시간 영상 기반 산불 추적 및 매핑기법 개발

조인제[1], 김규범[2*], 박범순[3]
[1]가톨릭 관동대학교 무인항공학과 교수, [2]가톨릭 관동대학교 무인항공학과 교수, [3]가톨릭 관동대학교 항공정비학과 교수

Development of a Forest Fire Tracking and GIS Mapping Base on Live Streaming

In-Je Cho[1], Gyou-Beom Kim[2*], Beom-Sun Park[3]
[1]Professor, Department of Unmanned Aircraft System Engineering, Catholic Kwandong University
[2]Professor, Department of Unmanned Aircraft System Engineering, Catholic Kwandong University
[3]Professor, Department of Aviation Maintenance, Catholic Kwandong University

요 약 야간 중대형 산불의 전체적인 화선정보를 얻기 위하여 누락되는 산불에 대한 반복적인 임무비행과 임무수행 종료 후 획득되는 정사영상 정합에 대한 소요시간을 줄이기 위하여 실시간 동영상으로 산불발생 여부를 판단하고 드론의 위치와 영상카메라의 각도정보, 지도상의 고도정보를 활용하여 판단된 산불위치를 계산하여 지도에 도시할 수 있는 지상통제시스템을 개발하였다. 개발된 기능의 신뢰성을 검증하기 위하여 비행고도 별, 영상카메라의 지향하는 위치정보의 오차거리를 측정하였으며, 신뢰할 수 있는 범위내의 위치정보를 지도에 표시하였다. 본 논문에 개발된 기능으로 다수의 산불 발생위치를 실시간 식별이 가능하므로 산불 진화대책 수립을 위한 전체적인 화선정보를 보다 신속하게 획득할 수 있을 것으로 예상된다.

주제어 : 산불, 실시간 탐지, 지상통제장치, 임무비행계획, 야간산불

Abstract In order to obtain the overall fire line information of medium and large forest fires at night, the ground control system was developed to determine whether forest fires occurred through real-time video clips and to calculate the location of the forest fires determined using the location of drones, angle information of video cameras, and altitude information on the map to reduce the time required for regular video matches obtained after the completion of the mission. To verify the reliability of the developed function, the error distance of the aiming position information of the flight altitude star and the image camera was measured, and the location information within the reliable range was displayed on the map. As the function developed in this paper allows real-time identification of multiple locations of forest fires, it is expected that overall fire line information for the establishment of forest fire extinguishing measures will be obtained more quickly.

Key Words : Forest Fires, Real-Time Detection, Ground Control System, Mission Flight Plan, Night forest fire

1. 서론

야간 산불의 경우 초기 산불탐지를 위해 적정고도에서 지향하는 카메라의 산불 동영상으로 발생위치를 추정하게 되고 추정된 위치를 기반으로 정사영상 수집을 위한 두 번째 임무비행을 수행하게 된다[1]. 이때 초기 산불발생 지점은 운용자의 추정으로 설정됨으로 부분적인 화선의 영상수집이 이루어질 수밖에 없고 전체적인 화선 파악을 위해 추가적인 정사영상 촬영 임무비행을 수행해야만 한다[2].

Fig 1과 같이 적정고도에서 산불을 지향하는 카메라

*Corresponding Author : Gyou-Beom Kim(dronekim@cku.ac.kr)
Received August 25, 2020 Revised September 20, 2020
Accepted October 20, 2020 Published October 28, 2020

영상으로는 산불 발생지점의 위치정보를 알 수 없고 운용자가 지형을 비교하여 발생위치를 추정하게 된다. 그러나 야간에 경우 비교할 지형이 영상에 나타나지 않으므로 추가적인 정사영상 촬영 임무비행이 수행되게 된다[3,4].

Fig. 1. Forest Fires from thermal imaging camera

이에 초기산불 발생지점의 정확한 위치정보를 알기 위하여 드론의 정보(위도, 경도, 고도)와 지향하는 카메라 각도정보 그리고 지도의 고도정보를 활용하여 산불 발생 위치를 계산하고 계산된 산불 발생지점을 지도에 표시할 수 있는 지상통제시스템(GCS) 산불추적 프로그램을 개발하였다[5,6].

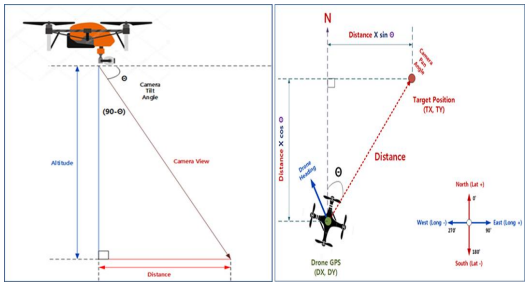

Fig. 2. Calculation of the location of the forest fire

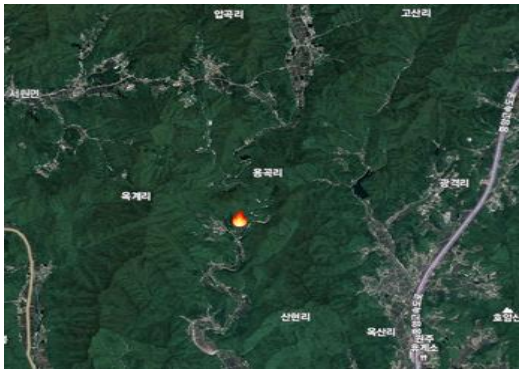

Fig. 3. Forest fire point indication using camera information

드론의 위치, 고도정보 및 카메라 팬/앵글 각도정보에 따른 산불 발생지점 계산은 다음의 수식을 통하여 계산하였다.

1. 추정 거리 = Altitude X tan(90 - ⊖)
- Tilt ⊖ 값이 60도 이하일 경우 : 정확도 하락 경고 표시 필요
- Tilt ⊖ 값이 20도 이하일 경우 : 거리 값 표시 추정 불가

2. Gimbal의 각도 체계와 GPS 각도 체계 차이에 대한 변환기능 필요
- ⊖ = (Drone Heading + Pan Angle) % 360
- Cy = Distance X cos⊖
- Cx = Distance X sin⊖

위도와 경도의 미터 당 계산적용
- 위도(Lat) 1m = 0.000009
- 경도(Long) 1m = 0.000011

추정된 Target 위치 좌표 변환
- TY = DY + (Cy x 0.000009)
- TX = DX + (Cx x 0.000011)

이와 같이 야간산불 발생위치를 계산하여 지도에 표시함으로 전체적인 화선탐지를 위한 정사영상 촬영 임무비행의 추가적인 임무수행을 줄일 수 있다[7-9].

본 논문은 야간 산불영상에 대한 드론의 위치정보와 카메라 지향 각 정보를 활용하여 실시간으로 야간산불 발생위치 계산하여 지도에 도시하는 산불추적 프로그램을 소개하며. 그에 따른 성능평가를 기술한다.

2. 본론

2.1 산불 발생위치 식별 및 지도도시 기능

산불발생 위치추적 및 지도도시 프로그램은 지도상에 드론의 위치정보와 카메라의 지향정보를 나타내는 기능과 계산된 산불 발생위치를 지도에 나타내는 관제 프로그램과 실시간 영상을 수신하여 운용자가 산불탐지를 판별할 수 있는 영상 프로그램 두 가지로 구성된다[10,11].

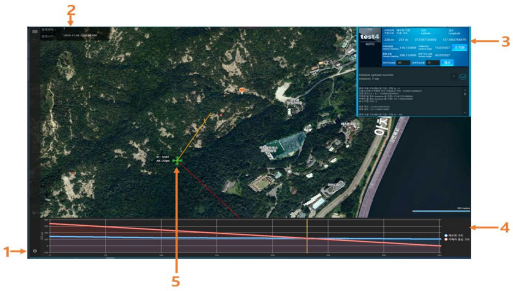

Fig. 4. Program screen composition

Table 1. Program screen composition Items

Item	Explanation
1	Button to safety close the program
2	Event(shooting number, time)for video shooting
3	Display information on drone location and camera orientation
4	Altitude data of the camera's viewing angle(red) and elevation data of the surface to the point of view(blue)
5	The location of the drone, the direction of the camera, and the location of the forest fire

관제 프로그램의 화면구성은 Fig 4와 같이 드론의 위치와 카메라의 방향 및 계산된 산불 발생위치를 표시하는 화면으로 구성되어 있으며 그 중 3 번 항목의 드론위치 및 카메라 지향각도 정보는 아래와 같이 구성되어 진다[12].

Fig. 5. Drone status display information window

Table 2. Drone status display information window configuration items

Item	Explanation
1	Drone ID and information and satellite information (HDOP)
2	Drone location information(altitude, latitude, longitude)and camera orientation information(direction, angle, correction value)
3	Initialization of forest fire locations displayed on the map
4	Calculate the display point using the camera angle from the current position
5	Status information display window received from drone
6	When displaying the location of a forest fire on a map, the information of that location

영상 프로그램은 관제 프로그램과 같이 실행되어 드론에서 제공하는 실시간 동영상으로 운용자가 산불을 추적 및 판별하여 결정된 산불 발생위치를 지도에 표시할 수 있도록 요청한다[13].

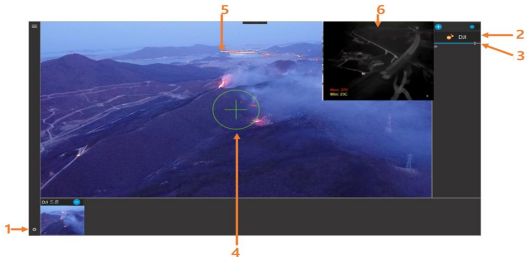

Fig. 6. Screen composition of video program

Table 3. Screen configuration items of video program

Item	Explanation
1	Button to safety close the program
2	Display the name of the drone connected to the video program
3	Adjust the video brightness using the slide bar
4	Calculation of the camera's oriented location information based on the center of the screen
5	Automatic recognition of forest fire by image processing
6	Video display when using dual video camera

2.2 산불 발생위치 판별 및 지도매핑 성능평가

산불 발생위치를 판별하기 위해 카메라의 지양각도를 변경할 때 각도에 따른 거리오차가 발생한다. 카메라의 수직방향이 직 하방(90°)도 일 때 가장 적고 상하각도를 조절하여 수평(0°)도 일 때 가장 크다.

아래 Fig 7~9 는 고도에 따른 상하 각(1°)도 변화에 따른 고도별 오차거리를 나타낸 것이다.

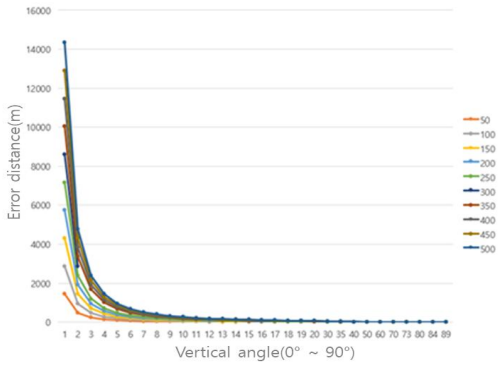

Fig. 7. Error distance(0~90°)of vertical angle(1°) according to flight altitude

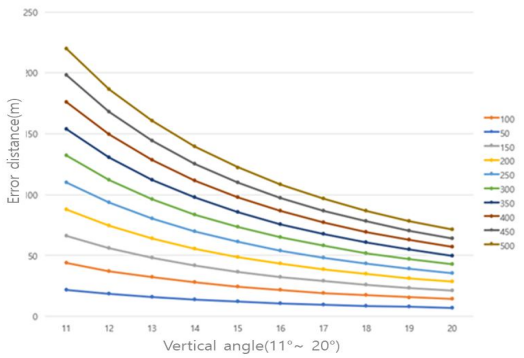

Fig. 8. Error distance(11~20°) of vertical angle(1°) according to flight altitude

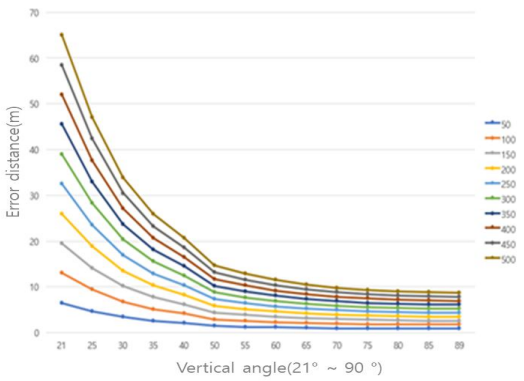

Fig. 9. Error distance(21~90°) of vertical angle(1°) according to flight altitude

Fig 7 에서 (10°~90°)도 사이는 오차거리의 변화가 미비하지만 (0°~10°)도 사이는 오차거리가 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있다. (11°~20°)도의 사이의 오차거리 변화가 미비할 것 보이지만 해당 영역을 확대하여 보면 (11°)도 비행고도 500m에서 오차거리는 220m 로 발생하는 것으로 파악된다.

추가로 (21°)도에서 (90°)도 영역 사이를 살펴보면 (21°)도에서 비행고도 500m에서 65m 정도의 오차거리가 발생함을 확인할 수 있다.

이 표를 근거로 카메라 촬영 각도를 되도록 직 하방 (90°)도에서 오차거리가 적은 (70°)도 이내 촬영을 해야 정확한 위치 값을 산출할 수 있다.

2.3 산불 발생위치 판별 및 지도매핑 오차계산

실제 촬영 위치(카메라 중심좌표)와 지도 매핑 위치(지도에 계산되어 표시되는 위치)의 차이를 계산하기 위한 공식이다. 위 계산식을 이용하여 카메라 뷰와 실제 지도 매핑된 위치 간의 거리를 계산하여 오차율을 측정한다.

두 지점(지도 매핑 포인트와 실제 view상의 포인트) 거리 계산

Radius = 6,371Km
Latitude1 : Map 표시 위도, Longitude1 : Map 표시 경도
Latitude2 : 실제 View 위도, Longitude2 : 실제 View 경도

ACOS(COS(RADIANS(Latitude1))*COS(RADIANS(Latitude2)) +
SIN(RADIANS(Latitude1))*SIN(RADIANS(Latitude2))*COS(RADIANS(Longitude1-Longitude2)))*6371*1000

실제 view 지점 카메라 좌우 각도 계산

Latitude1 : 드론 위치 위도, Longitude1 : 드론 위치 경도
Latitude2 : 실제 촬영 위치 위도, Longitude2 : 실제 촬영 위치 경도

$$\frac{Atan2(Cos(Latitude1) \times Sin(Latitude2) - (Sin(Latitude1) \times Cos(Latitude2) \times Cos(Longitude2 - Longitude1), Sin(Longitude2 - Longitude1) \times Cos(Latitude2))}{2 \times PI \times 180 \div PI}$$

Fig. 10. Calculation formula

하지만, 실제 촬영 위치는 카메라 뷰를 보고 임의의 지점을 선택하여 측정하게 되므로 정확한 값이 아닌 오차가 발생한다. 또한, 계산 수행 시 소수점 자릿수에 따른 거리 오차 발생, 지도 정보 제공업체(google, bingmap등)의 오차 등으로 인하여 계산식의 결과 또한 오차가 발생한다. 실제 산불발생 위치와 지도 표시 위치를 고려하여 산불을 감지할 수 있을 정도의 오차를 확인해보면 계산상 50m 이내 오차일 경우 실제 그 주변에서의 산불을 감지할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 결 론

현재까지 중대형 산불의 경우 전체적인 화선정보 취득을 위해 산불발생 추정지역에 대한 임무비행계획 작성시간과 임무비행 수행시간 그리고 임무종료 후 촬영 영상을 회수하여 정사영상 정합을 위한 시간을 합하여 재난지휘본부의 진화대책 수립을 위한 산불영상 획득을 위해 약 1시간 이상이 소요되었다. 물론 누락된 화선정보 에 대해서는 추가적인 임무비행 소요시간이 추가된다. 이에 신속한 전체적인 산불위치 파악을 위하여 실시간 정사영상 지도매핑 방식과 실시간 동영상 기반 산불위치 추적 방식이 연구되고 있다.

본 논문에서는 실시간 동영상을 기반으로 산불 발생 위치정보를 획득하여 최소한의 임무비행으로 전체적인 화선정보 신속하게 획득하는데 활용될 수 있다.

개선이 필요한 사항으로는 운용자가 실시간 영상을 통하여 산불을 판별하여 위치식별을 요청하는 작업을

수행해야 하는 것이다. 향후 영상처리 기술을 활용함으로써 자동으로 산불을 식별하고 지도에 표시함으로써 운용의 부담을 줄이고자 한다.

REFERENCES

[1] C. S. Woo. (2016). Drone Forestry application plan. *National Institute of Forest Science, 7.*

[2] I. K. Ha & Y. Z. Cho . (2017). A probabilistic search algorithm by hierarchical collaboration of drones. *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences,* 276-277.

[3] J. W. Kim & S. J. Kim. (2013). Development on Flight Control System for Long-Endurance UAV. *Korea Society for Aeronautical & Space Sciences(KSAS) conference,* 954-957.

[4] J. W. Kim & S. J. Kim. (2006). Development of Pilot Bay for Smart UAV. *Aerospace Engineering and Technology, 5(1).*

[5] S. H. Lee, D. H. Kim & K. H. Han. (2018). A Study on Control of Drone Swarms Using Depth Camera. *The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers, 67(8),* 1080-1088.
DOI : 10.5370/KIEE.2018.67.8.1080

[6] J. W. Choi, S. Min & H. W. Nam. (2017). Swarm UAV simulation through Mavlink message. *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences,* 268-269.

[7] D. M. Kim, B. G. Rhee, Y. A. Cho & J. G. Kim. (2017). A Study on the Design and Implementation of Small GCS for Drone control based on the MAVLink Protocol. *KOREA INFORMATION SCIENCE SOCIETY conference,* 1550-1552.

[8] S. T. Moon, Y. J. Choi, D. Y. Kim, M. H. Seung & H. C. Gong. (2016) Outdoor Swarm Flight System Based on RTK-GPS. *Journal of KIISE 43(12),* 1315-1324
DOI : 10.5626/JOK.2016.43.12.1315

[9] S. T. Moon, D. Y. Kim & H. C.l Gong. (2017) Introduction of Improved Outdoor Swarming Flight System. *The Korean Society For Aeronautical And Space Sciences conference,* 587-588

[10] S. H. Lee & K. H. Han. (2017). Implementation of Multi-channel Communication System for Drone Swarms Control. *The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers 66(1),* 179-185.
DOI : 10.5370/KIEE.2017.66.1.179

[11] D. Y. Kim, S. T. Moon & H. C. Gong. (2017). Development of Outdoor Swarm Flight System with Multiple Drones. *The Korean Society For Aeronautical And Space Sciences conference,* 776-779

[12] G. H. Kim & Y. Z. Cho. (2018) A Stepwise Network Self-Recovery Scheme for Multi-drone Ad Hoc Networks. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences 43(1),* 110-120

[13] D. Y. Kim, S. T. Moon, Y. J. Choi & H. C. Gong. (2016). Control of Multiple Drone System Based on Multi-Transmitter Module. *The Korean Society For Aeronautical And Space Sciences conference,* 890-891

조 인 제(In-Je Cho) [정회원]

· 2019년 3월 : 한국항공대학교 항공우주기계공학(박사과정)
· 2020년 2월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 무인항공학과 조교수
· 관심분야 : 비행제어시스템, 지상통제시스템
· E-Mail : nall@cku.ac.kr

김 규 범(Gyou-Beom Kim) [종신회원]

· 2003년 2월 : 건국대학교 기계항공우주 공학과(공학사)
· 2005년 2월 : 건국대학교 항공우주공학과(공학석사)
· 2013년 2월 : 건국대학교 항공우주정보시스템학과(공학박사)
· 2018년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 무인항공학과 조교수
· 관심분야 : 무인비행장치, 드론, 구조설계
· E-Mail : dronekim@cku.ac.kr

박 범 순(Beom-Sun Park) [종신회원]

· 2019년 9월 - 현재 : 아주대학교 우주전자정보공학과(박사과정)
· 2020년 2월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 항공정비학과 조교수
· 관심분야 : 항공우주공학, 항공우주전자
· E-Mail : moon5bsp@cku.ac.kr