

자율비행을 위한 그래프 비행경로의 계획 방법

곽정훈¹, 성연식^{1*}

¹동국대학교 멀티미디어공학과

e-mail: sung@dongguk.edu

Planning Method of Graph-based Flight Path for Autonomous Flights

Jeonghoon Kwak¹, Yunsick Sung^{1*}

¹Dept. of Multimedia Engineering, Dongguk University-Seoul

요 약

무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)는 조종사 없이 비행이 가능하고 고성능 카메라를 장착 가능함으로써 최근에는 이용하여 감시 및 정찰 자율화에 다양하게 활용되고 있다. 재난상황과 같은 급박하게 진행되는 상황에서 UAV가 비행하기 위한 그래프 기반 비행경로에서 비행하기 위한 비행경로를 계획하는 방법이 필요하다. 이 논문에서는 그래프 기반 비행경로에서 UAV가 감시 및 정찰을 시작하는 지점으로부터 감시 및 정찰하는 지점을 경유하며 도착지점까지 비행하기 위한 비행경로를 계획하는 방법을 제안한다. 실험에서는 그래프 기반 비행경로에서 조종사가 선택한 감시 및 정찰을 위한 지점을 거쳐가기 위한 비행경로를 계획한 결과를 검증한다.

1. 서론

감시 및 정찰을 위한 촬영과 같은 임무를 수행하기 위해 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)[1]를 활용하여 감시 및 정찰 임무를 수행하고 있다. UAV가 비행할 비행경로를 설정하기 위해 조종사가 직접 위성 위치 확인 시스템(Global Positioning System, GPS)로 비행경로를 설정하는 방법이 있다[2-3]. 조종사는 GPS를 기반으로 감시 및 정찰 임무를 수행하기 지점을 지나며 비행하기 위한 웨이포인트를 순서대로 비행경로를 설정한다.

UAV가 비행하는 환경을 고려하여 조종사가 조종한 비행기록을 이용하여 비행경로를 생성하는 연구가 있다[4-5]. 데모기반학습을 이용하여 UAV가 비행 가능한 그래프 기반 비행경로로 생성한다. 하지만 그래프 기반 비행경로에서 조종사가 원하는 지점을 거치는 비행경로를 계획하는 방법이 필요하다.

비행경로를 계획하는 방법으로는 Dijkstra's 알고리즘[7], A* 알고리즘[8]과 같은 길 찾기 알고리즘을 이용하여 비행경로 계획이 가능하다. 하지만 조종사가 지정한 감시 및 정찰 임무를 위한 지점으로 비행하기 위한 비행경로를 계획하는 과정에서 무한루프 또는 최적의 비행경로를 도출하는 시간이 오래 걸린다. 그래프 기반 비행경로

를 이용하여 조종사가 지정한 지나가야되는 지점인 중간지점을 지나서 도착지점으로 비행하기 위한 비행경로 계획 방법이 필요하다.

이 논문에서는 UAV가 비행 가능한 그래프 기반 비행경로를 기반으로 중간지점을 거치며 도착지점으로 비행하기 위한 비행경로 계획 방법을 제안한다. A* 알고리즘[8]을 이용하여 시작지점에서 지정한 중간지점까지의 최적의 비행경로를 도출하고 중간지점에서 다음의 중간지점 또는 도착지점까지의 도출한 각 비행경로를 합쳐 비행경로를 계획한다.

UAV가 그래프 기반 비행경로에 따라 중간지점을 지나가는 비행 가능한 비행경로 계획이 도출가능하다. 조종사가 지정한 중간지점을 거치는 비행경로를 계획하는 시간을 단축 가능하다.

이 논문에서는 다음과 같이 구성한다. 2장에서는 그래프 기반 비행경로를 이용한 비행경로 계획방법을 제안한다. 3장에서는 제안한 방법을 실험으로 검증한다. 마지막으로 4장에서는 제안한 방법에 대한 결론 및 향후 연구를 도출한다.

2. 중간지점에 따른 비행경로 계획 방법

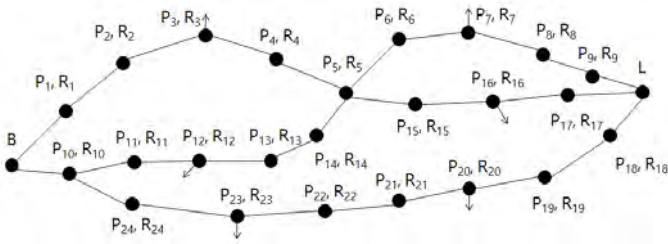
그래프 기반 비행경로에서 중간지점에 따른 비행경로를 계획하기 위한 과정은 (그림 1)과 같다. 이 논문에서는 중간지점은 촬영지점[5]으로 설정한다. 첫 번째, 비행기록을 기반으로 생성된 그래프 기반 비행경로 G를 입력한다.

* 교신저자: 성연식 (sung@dongguk.edu)



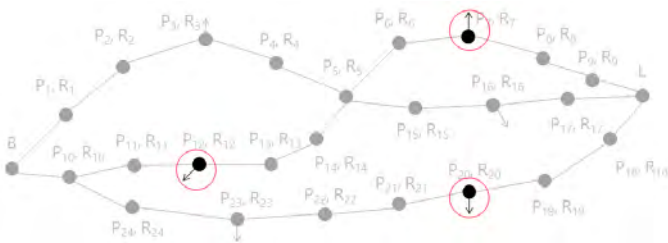
(그림 1) 비행경로 계획 과정

(그림 2)와 같이 여섯 개의 촬영지점을 포함하고 있는 비행경로를 입력받는다. 각 촬영지점에서는 촬영하기 위한 방향 R이 \emptyset 이 아니다.



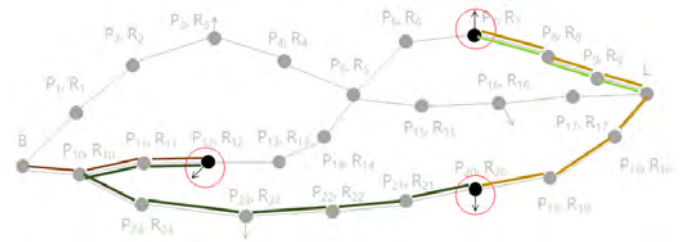
(그림 2) 그래프 기반 비행경로

두 번째, 중간지점 선택에서는 지나갈 촬영지점들을 선택한다. (그림 3)과 같이 지나갈 세 개의 촬영지점들을 선택한다. 선택한 세 개의 촬영지점들을 기반으로 비행경로를 계획한다. 시작지점으로부터 조종사가 선택한 촬영지점에서 가까운 순으로 촬영지점 순서로 지점집합 P를 설정한다.



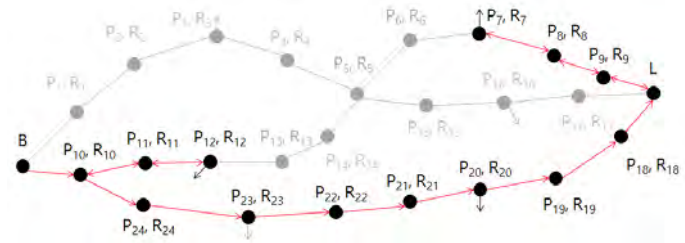
(그림 3) 조종사가 선택한 촬영지점들

세 번째, 비행경로 계획에서는 시작지점으로부터 도착지점으로 비행하는 과정에서 촬영지점들을 지나며 비행하기 위한 비행경로를 계획한다. 시작지점으로부터 유클리디안 거리가 가장 가까운 촬영지점까지의 비행경로를 A* 알고리즘[8]으로 촬영지점까지 비행하는 비행경로를 계획한다. 촬영지점과 다음으로 가까운 촬영지점과의 비행경로를 A* 알고리즘[8]으로 계획한다. 시작지점으로부터 가장 멀리 있는 촬영지점에서는 도착지점으로 비행하기 위한 비행경로를 계획한다. 각각을 계획한 지점집합 P와 방향 집합 R을 반환한다. (그림 4)와 같이 세 개의 촬영지점으로 비행하기 위한 네 개의 비행경로 계획 결과이다. 시작지점과 가까운 촬영지점으로 비행하기 위한 비행경로를 계획한다. 가장 멀리 있는 촬영지점에서 도착지점으로 비행하기 위한 비행경로를 계획한다.



(그림 4) 각각의 비행경로 계획 결과

네 번째, 비행경로 병합에서는 계획한 모든 비행경로를 결합한다. 시작지점에서 가까운 순으로 계획한 지점집합 P와 방향집합 R을 순서대로 입력하여 전체 비행경로를 도출한다. (그림 5)와 같이 세 개의 촬영지점을 비행하기 위한 비행경로이다. 시작지점에서 세 개의 촬영지점들을 거쳐 도착지점으로 비행하기 위한 비행경로가 생성된다.



(그림 5) 비행경로 계획 결과

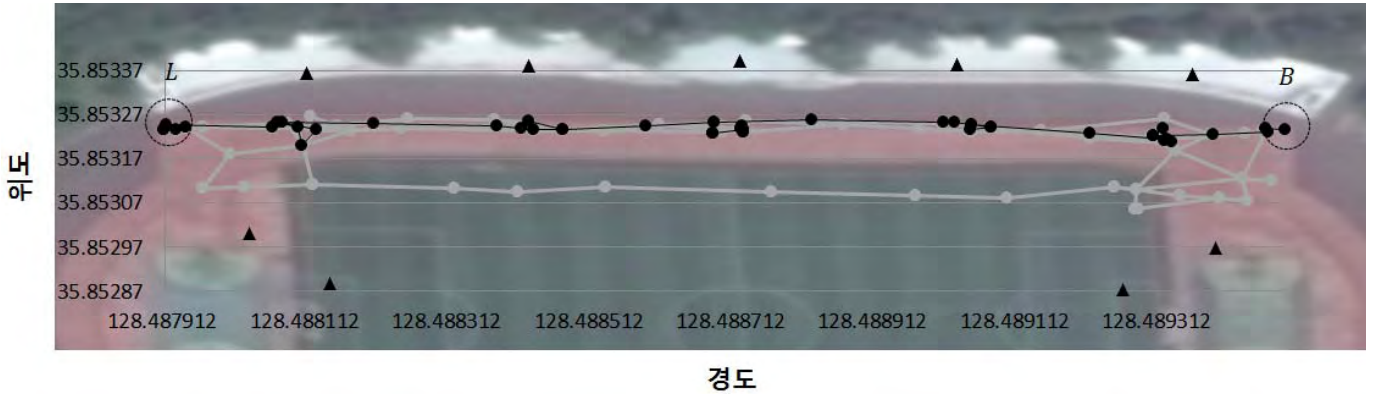
3. 실험

실험을 검증하기 위해서 계명대학교 운동장을 감시하는 그래프 기반 비행경로를 기반으로 감시하기 위한 촬영지점을 지나기 위한 비행경로를 계획하였다. 계명대학교의 운동장에 있는 시설물 및 동아리방을 감시하기 위해 생성된 그래프 기반 비행경로[6]를 이용하였다. 위도 35.85337에 있는 각각의 삼각형은 높이가 다른 두 개의 촬영하기 위한 촬영지점이 있다. 위도 35.85297와 위도 35.85287에는 하나의 촬영하기 위한 촬영지점이 있다.

조종사는 위도 35.85337에는 총 열 개의 감시지점을 촬영하기 위한 촬영지점을 선택하였다. (그림 6)에서는 시작지점으로부터 총 열 개의 촬영지점을 지나며 도착지점으로 비행하기 위한 비행경로를 도출하였다. 하지만 비행경로를 찾는 과정에서 지나온 촬영지점을 다시 지나가는 문제점 있었다.

4. 결론

이 논문에서는 UAV가 그래프 기반 비행경로를 기반으로 비행경로를 계획하는 방법을 제안하였다. 조종사가 UAV를 이용하여 생성된 그래프 기반 비행경로에서 촬영할 지점에 대한 촬영지점을 선택한다. 시작지점과 촬영지점, 촬영지점과 촬영지점, 그리고 촬영지점과 도착지점을 연결하는 최단 비행경로를 찾아 연결한다. UAV가 시작지



(그림 6) 비행경로 계획 결과

점으로 부터 촬영지점들을 거쳐 도착지점까지 비행하기 위한 비행경로를 생성이 가능하였다.

이 논문에서는 계획한 비행경로를 연결하는 과정에서 비용은 고려되지 않았다. 향후 연구로는 다수 개의 비행경로를 조합하는 과정에서 최적의 비행경로를 계획하는 방법이 필요하다.

사사표기

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2014R1A1A1005955).

참고문헌

[1] Paul Gerin Fahlstrom, Thomas James Gleason, "Introduction to UAV Systems," Forth Edition, Willy, 2012.

[2] Lucas Vago Santana, Alexandre Santos Brandão, Mário Sarcinelli-Filho, "Outdoor Waypoint Navigation with the AR.Drone Quadrotor," 2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), pp. 303-311, Denver, Colorado, USA, June 9-12, 2015.

[3] Lucas Vago Santana, Alexandre Santos Brandão, Mário Sarcinelli-Filho, "An Automatic Flight Control System for the AR.Drone Quadrotor in Outdoor Environments," 2015 Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED-UAS), pp. 401-410, Cancun, Mexico, November 23-24, 2015.

[4] 광정훈, 성연식, "UAV 비행 기록 기반의 비행경로 생성방법", 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집, Vol. 23, No. 2, 2016.

[5] Jeonghoon Kwak, Yunsick Sung, "Unmanned Aerial Vehicle Flight Point Classification Algorithm Based on Symmetric Big Data," Symmetry, Vol. 9, No. 1, 2017.

[6] 광정훈, "UAV를 이용한 시설물 감시를 위한 그래프

기반 비행경로 생성기법", 계명대학교 석사학위논문, 2016.

[7] Dijkstra, Edsger W, "A Note on Two Problems in Connexion with Graphs," Numerische Mathematik, Vol. 1, Issue. 1, pp. 269-271, 1959.

[8] Fan-Hsun Tseng, Tsung-Ta Liang, Cho-Hsuan Lee, Li-Der Chou, Han-Chieh Chao, "A Star Search Algorithm for Civil UAV Path Planning with 3G Communication," 2014 Tenth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP), pp. 94.2-945, 2014.