배경 감산과 옵티컬 플로우를 이용한 무인 비행체 추적 방법

김기철, 손소희, 최상규, 최해철
한밭대학교 멀티미디어공학과
oper5320@naver.com, soheez45@naver.com, sgchoi@hanbat.ac.kr, choihc@hanbat.ac.kr

Unmanned Aerial Vehicle Tracking method using Background Subtraction and Optical Flow

Gicheol Kim, Sohee Son, Sang-Gyu Choi, and Haechul Choi

School of Multimedia Engineering, Hanbat National University

요약

배경제거는 영상에서 움직이는 객체를 분리할 때 유용한 방법이며, 대표적인 예인 Mixture of Gaussian (MOG) 알고리즘은 픽셀 당 3-5 가우스 모델을 혼합해 배경과 움직이는 객체를 구분한다. 소형 표적을 추적하기 위해서는 화소 혹은 작은 블록 단위로 시/공간적 밝기 변화량을 이용하는 옵티컬 플로우 기법이 적절하다. 본 논문에서는 소형 표적의 강인한 객체 추적을 위해 MOG2와 옵티컬 플로우의 결합 방법을 소개한다. 제안된 방법은 MOG2를 사용하여 전경 영역을 획득하고 전경 영역에만 옵티컬 플로우를 적용한다. 실험 결과는 제안 방법이 잡음과 배경의 미세 변화가 있더라도 무인 비행체를 잘 추적할 수 있음을 보여준다.

1. 서론

최근 무인 비행체의 활용은 군사용 목적 활용뿐만 아니라 산업용까지 다양한 분야에서 이용되고 있다. 특히 항공 촬영과 관련한 소형 무인 비행체와 관련된 시장의 성장은 기하급수적으로 증가하고 있다. 다수의 많은 무인 비행체가 허가되지 않는 곳에서 운행할 경우 많은 위험이 따르게 되고 인적, 물적 피해가 발생할 수 있다. 이러한 환경에서 무인 비행체의 허가되지 않은 장소에서의 사용을 적절히 통제하기 위해 관리 및 감시가 필요하다.

본 논문에서는 이와 관련하여 무인 비행체의 감시 및 추적을 위해 Mixture of Gaussian 2(MOG2) 방법[1][2]과 루카스-카나데 (Lucas-Kanade) 옵티컬 플로우 방법[3][4]을 사용하며, 제안 방법은 MOG2 알고리즘을 통해 배경과 움직이는 객체를 분리하고 루카스-카나데 옵티컬 플로우 알고리즘을 이용하여 무인 비행체의 움직임 추적을 보여준다.

2. 배경 감산 및 옵티컬 플로우 방법

영상 처리 분야에서 객체를 탐지 또는 추적하기 위한 방법으로 배경 감산과 옵티컬 플로우 방법이 자주 사용된다. 배경 감산은 배경 이미지에서 움직이는 영역을 탐지하기 위해 사용되며, 배경 모델로부터 차이가 임계 값 이상인 픽셀은 전경 또는 관심 대상으로 분류한다[5]. 가장 많이 사용되는 배경 감산 방법은 화소마다 3개에서 5개의 가우시안 모델을 사용하여 배경 모델을 생성하는 MOG 알고리즘이다[6]. 그러나 배경 모델을 사용하여 움직이는 객체를 식별하기 위해서는 정확한 참조 이미지가 필요하며 배경 모델은 조명 상태, 배경 떨림 등의 변화에 민감하다[7]. 본 논문에서는 배경 변화가 많이 발생하는 실외 환경에서 무인 비행체 추적을 수행하기 때문에 강인한 배경 모델 사용을 필요로 한다. 따라서 다양한 장면에 잘 적응할 수 있는 배경 모델을 사용하기 위해 고정된 가우스 분포를 사용하지 않고 각 픽셀에 대해 적절한 수의 가우스 분포를 선택하여 배경 모델을 생성하는 MOG2 알고리즘을 사용한다[1][2].

옵티컬 플로우는 영상 속 객체 혹은 카메라의 3차원 운동으로 생긴 각 픽셀의 움직임을 벡터장으로 나타낸 것으로, 어떤 객체 상의 픽셀은 프레임이 바뀌어도 밝기 값이 변하지 않다는 밝기 항상성 (Brightness Constancy)에 기초를 둔다. 본 논문에서는 전체 영상이 아닌 관심 객체 주변의 옵티컬 플로우 특징을 이용하기 위해 밝기 항상성, 시간 지속성 및 공간 일관성에 기초를 두는 루카스-카나데 옵티컬 플로우 방법을 사용한다. 시간 지속성(Temporal Persistence)은 영상에서 객체의 움직임에 비하여 시간의 변화가 더 빠르게 진행되며 이는 연속된 프레임 사이에서 객체의 이동량이 많지 않음을 의미한다. 또

한, 공간 일관성(Spatial Coherence)은 공간적으로 인접하는 점들은 같은 객체에 속할 가능성이 높아 같은 움직임을 갖는다는 가정을 의미한다.

본 논문에서는 복잡한 영상에서 무인 비행체 추적을 위해 MOG2와 루카스-카나데 옵티컬 플로우를 결합한 추적 알고리즘을 제안한다. 제안 방법의 순서도는 그림 1과 같다. MOG2를 이용한 배경 모델로 매 프레임마다 전경을 추출하게 되며, 강인한 배경 모델 생성을 위해 배경 모델 업데이트를 프레임마다 수행한다. 추출된 전경 이미지는 옵티컬 플로우 계산을 위한 입력 이미지로 사용되며, 관심 객체 주변의 옵티컬 플로우를 계산하여 무인 비행체의 움직임 추적을 보여준다.

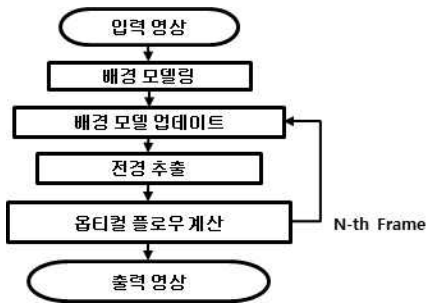

그림 1 제안 방법의 흐름도

3. 실험

그림 2 원본

그림 3 MOG2 결과

그림 4 제안 방법의 결과

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 OpenCV 3.3.0 라이브러리[9]를 이용하여 구현되었으며 실험 영상은 1920x1080의 공간 해상도를 갖는다. 그림 2, 3, 4는 입력 영상, MOG2 배경 모델을 사용하여 추출된 전경 영상 그리고 전경 영상으로부터 루카스-카나데 옵티컬 플로우를 이용한 추적 결과를 나타낸다. 실험 결과는 잡음 또는 구름과 같은 다른 움직이는 객체가 있더라도 10x6 픽셀의 크기를 갖는 소형 무인 비행체가 잘 추적됨을 보인다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 무인 비행체 추적을 위해 MOG2와 루카스-카나데 옵티컬 플로우를 결합한 추적 방법을 제안하였다. 실험 결과는 구름 또는 자동차가 있는 복잡한 영상에서 10x6 픽셀의 크기를 갖는 객체가 잘 추적됨을 보이며, 이에 나아가 더 정교한 특징점을 찾으려는 방법에 대해 깊이 있는 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

[1] Z.Zivkovic, "Improved adaptive Gausian mixture model for background subtraction", Proc. ICPR, 2004
[2] Z.Zivkovic, F. van der Heijden, "Efficient Adaptive Density Estimation per Image Pixel for the Task of Background Subtraction" Pattern recognition letters 27 (7), 773-780, 2006
[3] A. Yilmaz, O. Javed, and M. Shah, "Object tracking: A survey", ACM Computing Surveys, Vol. 38, No. 4, 1-45, 2006
[4] Brown, L. M. View independent vehicle/person classification. Technical report, Proceedings of the ACM 2nd international workshop on Video surveillance & sensor networks, pages 114-123, 2004.
[5] M. Piccardi Background subtraction techniques: a review. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics.4, pp.3099 - 3104, 2004
[6] C. Stauffer and W.E.L. Grimson, "Adaptive background mixture models for real-time tracking", Proc. IEEE CVPR 1999, pp. 24&252, June 1999.
[7] Dongxiang Zhou, "2D Shape Measurement of Multiple Moving Objects by GMM Background Modeling and Optical Flow", ICIAR 2005, LNCS 3656, pp. 789-795, 2005.
[8] B. D. Lucas, T. Kanade, 1981, "An iterative image registration technique with an application to stereo vision," Proceedings of the 1981 DARPA Imaging Understanding Workshop, pp.121-130
[9] Open Source Computer Vision [Online]. Available: https://docs.opencv.org/3.3.0/