

건설현장상시모니터링을 위한 드론 스테이션 이착륙 알고리즘 검증

이재호, 진경호
 한국건설기술연구원 건설정책연구소
 e-mail: engine@kict.re.kr, khchin@kict.re.kr

A Verification of Drone Station Take-off and Landing Algorithm for Constant Monitoring of Construction Sites

Jaeho Lee, Kyung-Ho Chin
 Dept. of Construction Policy Research,
 Korea Institute of Civil engineering and building Technology

요약

본 논문에서는 건설현장 모니터링이 가능한 사양의 드론이 스테이션 이착륙하는 방법으로, SIFT 알고리즘을 기반으로 한 자동착륙 알고리즘을 설계하였으며, 이착륙에 적용할 수 있는 비교방법으로 SURF, ORB에 해당하는 알고리즘도 추가적으로 선정하여 성능검증을 하였다. ORB가 압도적으로 빠른 성능을 보여주었으나 매칭 비율이 낮았기 때문에, 상대적으로 연산시간이 느리지 않고, 이착륙에 가장 중요한 매칭률이 높은 SIFT가 적합한 것으로 판단되었다.

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

드론 기술이 발전함에 따라 다양한 산업 및 응용 분야에서 사용되고 있다. 드론의 효율적인 활용을 위해서는 자동 착륙 기능이 필수적이다. 하지만 기존의 딥러닝 기반의 자동 착륙 알고리즘은 많은 학습 데이터와 높은 연산량이 필요한 한계를 가진다. 이런 문제점을 개선하기 위해 비 인공지능 기반의 Key Point Matching(KPM) 방식 연구가 이루어졌다.

본 논문에서는 드론의 비전 기반 자동 착륙 알고리즘 개발을 위해 Scale-Invariant Feature Transform(SIFT) 알고리즘을 활용한 KPM 방식으로 건설 현장에 투입 가능한 드론스테이션과 드론 간의 이착륙에 대해 검토하였다.

논문의 구성은 드론의 비전 기반 자동 착륙 알고리즘 설계를 위해 SIFT 알고리즘과 SIFT 기반의 비전 기반 자동 착륙 알고리즘에 대한 상세 설계과정 및 구성 요소를 기술한다. 이후 실험 결과 및 성능 평가를 통해 제안된 알고리즘의 적용 가능성과 한계를 검토한다.

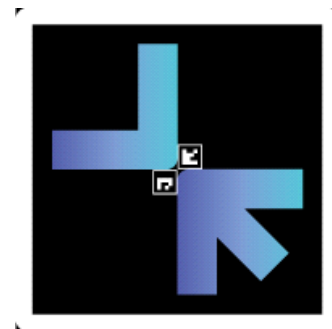
1.2 연구의 범위 및 방법

본 실험 내용에서는 KPM 기법들 중 SIFT, Speeded-Up Robust Feature(SURF), Orientated Fast and Robust Brief(ORB) 을 선정하여 각각에 대해 이미지 매칭 성능 실험을 진행한다. 목표물에 대한 이미지는 그림1의 원본 이미지와

실물을 촬영한 이미지로 실험을 표1에 구분하였다.

[표 1] 연구 범위 및 방법

드론 모델	DJI Matrice 300 RTK
목표물(Marker)	(주) 뷰메진 로고
카메라 센서	DJI Zenmuse H20T
시뮬레이션	H20T 카메라 영상 데이터 취득
테스트조건	마커가 위치한 주변 환경, 명암, 움직임, 이미지 크기, 그리고 마커 없는 영상 비교



[그림 1] 마커 이미지 원본

2. 본 론

2.1 SIFT 알고리즘의 기본 원리 및 작동 방식

SIFT(Scale-Invariant Feature Transform) 알고리즘은

1999년에 개발한 이미지의 특징점 추출 방법[1]이다. SIFT는 이미지의 다양한 크기(scale) 및 회전과 관계없이 일관된 특징점을 찾아내는 것을 목표로 한다. 알고리즘 단계는 다음과 같다

- (1) 공간 생성 : 입력 이미지에 Gaussian blur를 적용하여 다양한 인접한 크기의 이미지 생성
- (2) 특징점 검출 : 생성된 공간에서 최대와 최소값을 찾아내어 특징점 후보 선정
- (3) 키 포인트 정제 : 이미지 경계에 가까운 포인트나 낮은 대비를 가진 포인트와 같이 모호한 특징점 제거
- (4) 키 포인트 방향 할당 : 각 키 포인트에 대해 주변 화소의 그래디언트 방향과 크기를 사용하여 방향 할당
- (5) 특징 벡터 생성 : 각 키 포인트 주변으로 작은 영역을 잡고, 그래디언트 크기와 방향에 관한 정보를 바탕으로 한 특징 벡터 생성
- (6) 매칭 : 생성된 특징 벡터들을 효율적으로 매칭할 수 있는 알고리즘을 사용, 인식하고자 하는 목표 이미지와 입력 이미지 사이에서 대응되는 특징 확인

SIFT 알고리즘은 높은 인식률과 강인함을 가지고 있으며, 다양한 이미지 변환에 대해 일관된 특징점을 찾아낼 수 있기 때문에, 드론의 비전 기반 자동 착륙 알고리즘을 설계하였다.

2.2 SIFT 기반 자동 착륙 알고리즘 설계

SIFT 기반 자동 착륙 알고리즘은 다음과 같은 단계로 구성된다

- (1) 목표물 정보 획득 : 동작에 필요한 정보는 목표물의 이미지와 실제 길이. 드론이 인식할 특정한 목표물 설정
- (2) 특징점 매칭 : 드론의 카메라로부터 스트리밍되는 영상과 목표물 이미지 사이에서 SIFT 알고리즘으로 특징점 매칭
- (3) 위치 정보 및 회전량 추출 : 매칭된 특징점을 기반으로 목표물에 대한 좌표 계산, 회전량 추출
- (4) 거리 계산 : 목표물의 실제 길이와 픽셀 길이 비율을 사용하여 카메라와 목표물 간의 거리 추정
- (5) 위치 정렬 및 착륙 실행 : 앞서 추출한 위치 정보, 거리 및 회전량을 기반으로 드론의 위치 및 방향 정렬, 자동 착륙 실행

이렇게 설계된 SIFT 기반 자동 착륙 알고리즘은 딥러닝 방식 대비 연산량 및 학습 데이터를 줄여 전체 시스템의 효율과 정확도를 높여준다.

2.3 실험 결과 및 성능 분석

[표 2] .SIFT, SURF, ORB에 대한 연산 시간 및 매칭 성공 비율 결과 표

	SIFT_FLANN		SIFT_BF		
	time(s)	matching rate	time(s)	matching rate	
marker1	0.346	5/63 7%	0.296	7/63 11%	
marker2	0.386	13/60 20%	0.296	16/60 26%	
		SURF_FLANN		SURF_BF	
marker1	0.536	0/72 0%	0.441	0/72 0%	
marker2	0.533	5/137 3%	0.455	5/137 3%	
		ORB_FLANN		ORB_BF	
marker1	0.056	11/155 7%	0.046	8/140 5.7%	
marker2	0.069	13/217 5.9%	0.05	9/176 5.1%	

연산시간 면에서는 ORB가 압도적으로 빠른 성능을 보여주었지만 매칭 비율은 낮았다. 따라서 연산시간도 느리지 않으면서, 매칭률이 비교적 높은 SIFT_BF를 사용한다.

3. 결론

본 논문에서는 드론의 비전 기반 자동 착륙을 위한 SIFT 기반의 KPM 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 연산량 및 학습 데이터를 줄이면서 전체 시스템의 효율성과 정확도를 높여줄 것으로 기대된다. 다양한 조명, 각도, 속도, 고도 변화 등의 상황에서 안정적으로 작동함을 실험적으로 확인하였으며, 기존의 딥러닝 기반 방법과 비교하여 더 나은 성능을 보인다. 제안된 SIFT 기반의 비전 기반 자동 착륙 알고리즘이 드론 산업 분야에 기여하며, 드론의 안정적인 착륙을 지원하여 다양한 응용분야로 확장 가능할 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원과 국토교통부의 ‘2023년 스마트건설 아이디어 구현을 위한 연구개발 및 기술지원 사업’ 과제 “건설현장용 이동식 충전용 드론스테이션 고도화” 연구 결과의 일부임.

참고문헌

[1] Lowe, D.G. (2004). “Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints” International Journal of Computer Vision, 60(2), pp.91-110.