

초음파센서 기반의 드론 프로젝트 영상의 파동현상 안정화

*최은빈 **박영현 ***전병우

성균관대학교

*eunbin544@skku.edu, **neversky@skku.edu, ***bjeon@skku.edu

Stabilization of Drone-Projected Image Fluctuation
based on Ultrasonic Sensor

*Eunbin Choi **Younghyeon Park ***Byeungwoo Jeon

Sungkyunkwan University

요약

본 논문은 이동형 프로젝트 디스플레이 구현을 위해 드론에 빔 프로젝터를 탑재한 드론 탑재형 프로젝트 시스템을 제안한다. 드론 탑재형 프로젝트 시스템의 주된 문제점은 드론의 모터에서 발생하는 흔들림이 그대로 프로젝트에 전달되기 때문에 프로젝트 영상에 왜곡이 발생하게 된다는 것이다. 이러한 왜곡현상은 드론의 움직임에 따라 파동현상 (Fluctuation), 축 이동, 축 회전으로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 드론 탑재형 프로젝트에서 자주 발생하는 파동현상을 초음파센서를 이용하여 안정화하는 방법을 제안한다.

1. 서론

자율 비행 시스템 (Autonomous Flying Projector, AFP)의 한가지 간단한 응용으로, 드론에 빔 프로젝터를 탑재하여 넓은 공공장소나 상업공간에서 유용한 정보나 광고를 제공하는 디지털 사이니지 (Digital Signage)를 생각할 수 있다. 우리는 종래연구에서 드론의 페이로드 (Payload)의 제한된 크기와 전체적인 시스템의 무게중심을 고려하여 AFP의 일종인 드론 탑재형 프로젝트 시스템을 설계하였다 [1]. 본 논문에서는 드론의 호버링 도중에도 발생하는 파동현상 (Fluctuation)을 해소하기 위해 소프트웨어 기반의 영상 안정화 방법을 제안한다.

현재 AFP에서 발생하는 영상의 왜곡을 안정화하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있다. Y. Hosomizo [2]는 드론의 속도와 회전각도와 같은 센서값을 이용하여 현재 위치를 추측하는 추측항법과 드론에 탑재된 카메라를 이용하여 컴퓨터비전 기반의 영상보정 방법을 이용하여 프로젝트 영상을 안정화하였다. 센서값을 이용하는 경우, 센서값의 오차가 누적되기 때문에 드론의 정확한 위치를 추측하는 데에 어려움이 있고, 컴퓨터비전 기반의 영상보정 방법의 경우, 기존 영상과 왜곡 영상의 대응점을 찾아 변환행렬을 계산하는 데의 시간 복잡도가 높다. 따라서 Y. Hosomizo [2]은 AFP에 탑재된 카메라를 통해 프로젝트가 투영시키고자 하는 대상에 표시된 마커를 인식하였고, 추측항법에서 사용하는 센서값을 통해 변환행렬의 파라미터를 유추하였다. 여기서 제안한 방법의 경우, 투영시킬 대상에 마커가 필요하므로 제한된 장소에서 영상의 안정화가 가능하다.

본 논문에서는 특정 장소에 국한되지 않고 영상의 안정화를 구현

하기 위해 AHRS (Attitude and Heading Referene System)와 초음파센서를 이용하여 영상의 안정화를 수행한다. 또한 연산의 복잡도를 줄이기 위해 센서 기반의 안정화를 제안한다.

2. 제안된 드론 탑재형 프로젝트 시스템

본 연구에서 설계한 드론 탑재형 프로젝트 시스템을 구현하기 위해 소형드론에 빔 프로젝터를 탑재하였으며, 추가적으로 영상처리용 임베디드 보드, AHRS, 초음파센서를 통해 안정화를 구현한다. 영상처리용 보드는 초음파센서와 AHRS를 통해 비행정보를 획득할 수 있고, [1]에서 제안한 프로젝트 영상 안정화 모델에 비행정보를 제공함으로써 드론 탑재형 프로젝트 시스템의 비행 시에 발생하는 영상의 왜곡현상을 보정할 수 있다. 보정된 영상은 프로젝터를 통해 투사하고자 하는 표면에 투영된다. 또한, 드론 탑재형 프로젝트 시스템은 비행 물체이기 때문에, 해당 시스템에 부착된 모든 디바이스는 추가적인 어댑터 없이 배터리로 작동해야한다.



(a) 전면부 (b) 하단부
그림 1. 드론 탑재형 프로젝트 시스템의 하드웨어 구성

따라서 영상처리용 보드의 전원도 컨버터를 통해 프로젝터의 내장 배터리에서 공급된다. 그림 1은 본 논문에서 제안한 드론 탑재형 프로젝터 시스템 하드웨어 구성의 전면부와 하단부를 각각 보여준다. 그림 1(b)에서 볼 수 있듯이, 파동현상 측정을 위해 초음파센서를 드론 하단부에 부착하였고, 이를 이용하여 비행 시에 지면과 드론 탑재형 프로젝터 시스템까지의 거리를 측정할 수 있다.

3. 프로젝션 영상 안정화 방법

프로젝션 영상의 파동현상을 안정화하기 위해 초음파센서를 통해 획득한, 지면과 드론 탑재형 프로젝터 시스템까지의 거리값을 종래연구 [3]에서 제안한 호모그래피 모델에 곱해주었다. 파동현상을 안정화하기 위한 방법은 다음과 같다.

$$H = H_{roll} \times H_{pitch} \times H_{yaw} \times t_{fluctuation} \quad (1)$$

식 (1)에서 H_{roll} , H_{pitch} , H_{yaw} 은 각각 종래연구 [3]에서 구한 Roll, Pitch, Yaw축 회전에 의한 호모그래피 모델이고, $t_{fluctuation}$ 는 프로젝션 영상의 파동현상 움직임에 따른 위치 변화값을 의미한다.

$$H^* = H^{-1} \quad (2)$$

따라서 식 (1)에서 구한 H 의 역행렬은 H^* 라고 표현할 수 있고, 이는 프로젝션 영상의 파동현상을 안정화하기 위한 모델로 정의된다.

4. 실험 결과 및 분석

우리는 프로젝션 영상의 파동현상 안정화 실험을 위해 본 논문에서 제안한 드론 탑재형 프로젝터 시스템을 삼각대에 부착하였고, 해당 시스템에 의한 프로젝션 영상을 정지된 카메라로 촬영하였다. 그림 2는 프로젝션 영상 안정화 모델을 통해 지면과 드론 탑재형 프로젝터 시스템까지의 거리값 변화에 따른 프로젝션 영상 안정화 모습을 보여준다. 실험을 위하여, 지면에서 드론 탑재형 프로젝터까지의 거리를 2cm씩 변화하면서 프로젝션 영상의 모습을 촬영하였다.

또한, 거리가 1.20m일 경우의 프로젝션 영상을 기준으로 나머지 프로젝션 영상과 비교하기 위해 노란색 선을 표시해주었다. 그림 2의 영상화 수행결과를 기반으로, 본 논문에서 제안한 영상 안정화 방법을 적용할 경우, 프로젝션 영상의 파동현상이 안정화 방법을 적용하지 않은 경우에 비해 줄어들음을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문은 드론 탑재형 프로젝터 시스템에서 발생하는 프로젝션 영상의 파동현상과 같은 왜곡을 보정하는 방법을 제안하였다. 종래연구에서 제안한 호모그래피 모델에 초음파센서를 통해 측정된 거리값을 기반으로 프로젝션 영상의 위치 변화값을 곱해주었다. 실험결과에서 확인해 볼 수 있듯이, 안정화 방법을 적용할 경우, 적용하지 않은 프로젝션 영상에 비해 왜곡이 줄어든 것을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 Grand ICT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2019-2015-0-00742).

참고문헌

- [1] 최은빈, 박영현, 전병우, “드론 탑재형 프로젝터를 위한 센서정보 기반 프로젝션 영상 안정화 평가 방법,” 한국방송미디어공학회 추계학술대회, 2019.
- [2] Y. Hosomizo, D. Iwai, and K. Sato, “A Flying Projector Stabilizing Image Fluctuation,” Proc. IEEE 3rd Global Conf. on Consumer Electronics (GCCE), 2014.
- [3] 최은빈, 박영현, 전병우, “이동형 프로젝션 디스플레이를 위한 자세방위기준장치 기반의 안정화 방법 구현,” 제 31회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 (IPTU), 2019.

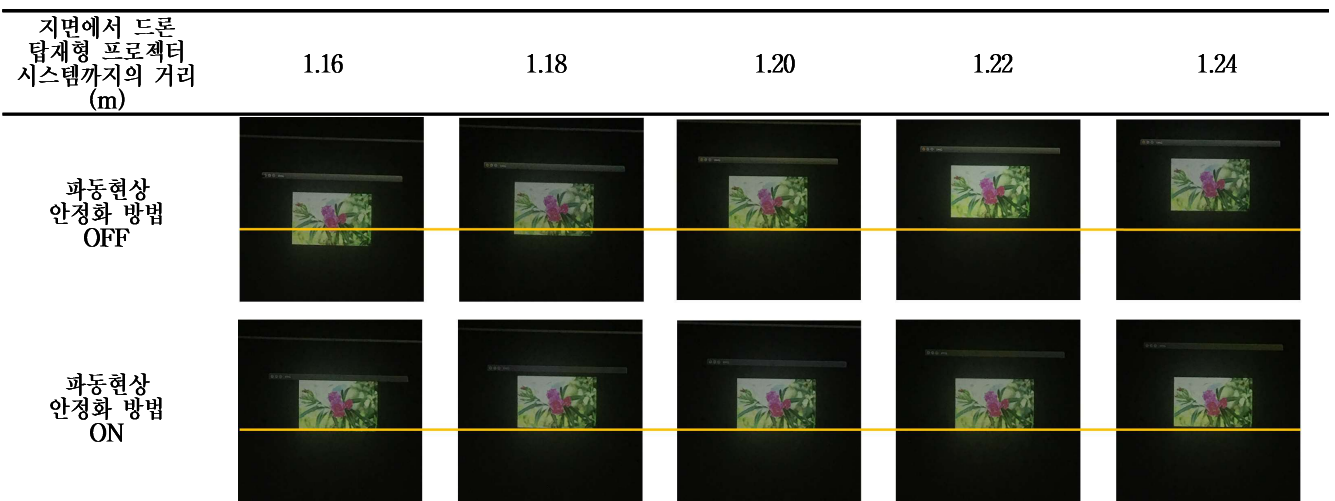


그림 2. 드론 탑재형 프로젝터 시스템의 파동현상에 따른 영상 안정화 수행결과