

# 스마트 글로브를 활용한 드론 카메라 원격 제어

권용비, 신수용

금오공과대학교

ybkwon@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

## Remote control of drone camera using smart glove

Yong Bi Kwon, Soo Young Shin

Kumoh National Institute of Technology

### 요약

최근 방송·영화촬영, 관측, 탐사, 감시 등 다양한 활용 분야에서 활용되는 드론에서 카메라는 필수 장치다. 대부분의 카메라는 시야를 확장하기 위해 모터 혹은 짐벌 등에 장착되며 컨트롤러 조작을 통해 카메라 시야를 회전시킨다. 그러나 별도의 컨트롤러 사용은 사용자의 소지품 증가의 불편과 조작을 위한 사전 교육이 필요하다. 이에 본 논문에서는 사용자 움직임의 자유도 및 직관적인 조작을 통한 접근성 향상을 위해 웨어러블 기기 중 하나인 스마트 글로브를 컨트롤러로 사용한다. 또한 스마트 글로브와 연동하는 SDK와 드론 원격 제어 GCS, 제어보드 및 카메라 짐벌을 사용하여 원격 드론 카메라 제어 시스템을 구성한다.

### I. 서론

최근 드론 산업은 레저용, 군사용 뿐 아니라 방송·영화 촬영, 안전, 인프라 점검, 측량, 3D 맵핑 등 여러 분야에서 광범위하게 활용되 되며 지속적으로 성장하였다[1]. 특히 카메라는 드론의 눈의 역할을 하는 핵심 장치이며 영상촬영, 관측, 탐사, 감시 등의 용도로 사용되고 있다.

드론에 장착된 카메라는 본체에 고정되어 있거나 짐벌 장치에 설치된다. 짐벌은 모터 축을 회전하여 카메라 촬영범위를 확장하거나 드론의 임의의 움직임에 의해 비스듬해진 카메라 화면을 복구하기 위해 회전 각도를 보상하는 기능을 담당한다. 전자의 경우, 기존의 짐벌 제어를 위해 컨트롤러를 항상 소지하여야 하며 조작을 위하여 사전 교육이 필요하여 접근성이 낮다는 단점이 있다.

본 논문에서는 사용자 움직임의 자유도와 직관적인 사용법으로 조작에 대한 접근성을 향상시키기 위하여 컨트롤러를 대신하여 웨어러블 기기로 짐벌을 제어한다. 직관적인 제스처 컨트롤을 위한 웨어러블 기기로는 스마트 글로브를 사용한다. 또한 스마트 글로브와 연동하는 SDK (Software Development Kit) 와 드론을 원격 제어하는 GCS (Ground Control Station), 드론에 장착한 제어보드 및 카메라 짐벌을 사용한다.

### II. 본론

#### 1. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템 구성은 그림 1과 같다. 스마트 글로브는 탑재된 AHRS(Attitude Heading Reference System) 센서로부터 사용자의 제스처를 인식하고 이 데이터를 블루투스 통신을 통하여 쿼터니언 데이터의 형태로 SDK에 전송한다. SDK는 수신된 쿼터니언 데이터를 오일러 각(롤/피치/요) 형태로 변환하고 변환된 데이터를 UDP 프로토콜을 사용하여 GCS로 전송한다. GCS는 전송된 데이터를 드론에 장착된 제어보드에 전송하고 드론을 제어한다. 제어보드는 카메라 짐벌을 제어한다.



그림 1. 시스템 구성

#### 2. SDK : 쿼터니언 데이터로부터 롤/피치/요 데이터 변환

SDK는 스마트 글로브로부터 쿼터니언 데이터를 수신한다. 쿼터니언  $q = (q_w, q_x, q_y, q_z)$ 는 3개의 벡터  $q_x, q_y, q_z$ 와 1개의 스칼라  $q_w$ 로 이루어진 수체계이며 주로 3D 공간을 표현하기 위해 사용된다[2-3]. 반면 짐벌은 롤/피치/요  $(\phi, \theta, \psi)$  데이터를 이용하여 제어 가능하다. 따라서 쿼터니언 데이터는 롤/피치/요 데이터로의 변환이 필요하다. [4-5] 문헌을 참고하여 아래와 같은 변환 식을 사용하였다.

$$\phi = -\text{asin}(2q_w q_z + 2q_x q_y) \quad (1)$$

$$\theta = \text{atan2}(2q_w q_y - 2q_x q_z, q_w^2 + q_x^2 - q_y^2 - q_z^2) \quad (2)$$

$$\psi = \text{atan2}(2q_w q_x - 2q_y q_z, q_w^2 - q_x^2 + q_y^2 - q_z^2) \quad (3)$$

위의 식에서 롤/피치/요의 축의 종속 순서는 YXZ 이다. 롤/피치/요를 포함한 오일러 각 방식에서는 중간 종속 축이  $+90^\circ$  및  $-90^\circ$  일 때 다른 두 축이 하나로 겹침이 발생하고 이로 인하여 자유도 손실 및 자세 제어 장애가 나타나는 짐벌 락 현상이 발생한다[6]. 짐벌 락 현상을 회피하기 위하여 두 번째 종속 축 값의 범위를  $(-85^\circ \sim 85^\circ)$ 로 제한한다.

이후 SDK는 UDP 프로토콜을 사용한 UDP Client로 동작하여 롤/피치/요 데이터를 GCS로 전송한다.



그림 2 주요 하드웨어(CaptoGlove, Tarot T-3D, Raspberry pi 3B+)



그림 3 CaptoGlove를 통한 짐벌 제어 시연

### 3. GCS 및 제어보드

지상 제어국 GCS은 드론을 원격 제어 하며 UDP Server로 동작하며 SDK로부터 롤/피치/요 데이터를 수신한다. 또한 수신된 데이터를 드론에 장착된 제어보드에 전달한다. 드론 및 제어보드는 와이파이를 기반으로 GCS와 통신한다. 드론 원격 제어는 구현에 사용할 드론의 ROS 기반 전용 드라이버를 사용하여 수행한다. 제어보드는 짐벌을 제어하기 위해 롤/피치/요 데이터를 각각의 PWM 신호로 변환하여 SBUS 모듈을 통해 한 개의 PWM 신호를 전달한다.

### 4. 시스템 구현

앞서 서술한 드론 카메라 원격 제어 시스템의 구현을 위해 표 1과 같이 하드웨어를 구성하였다. 스마트 글로브 CaptoGlove는 10자유도의 AHRS 센서와 손가락 굽힘 센서, 손가락 압력 센서, Bluetooth Low Energy 4.0 모듈로 구성된다. 드론은 Parrot사의 Bebop2를 사용하며, 이에 GCS는 해당 드론을 지원하는 ROS 기반의 “bebop\_autonomy” 드라이버로 드론을 제어한다. 짐벌은 3축 Tarot T-3D V를 사용한다. 그림 2는 주요 하드웨어 구성 요소이며, 그림 3은 CaptoGlove를 통한 짐벌 제어 시연의 일부 사진이다.

표 1. 하드웨어 구성

스마트 글로브	CaptoGlove
GCS	리눅스 os 랩톱
드론	Parrot Bebop 2 drone
제어보드	Raspberry pi 3B+
짐벌	Tarot T-3D V

## III. 결론

본 논문에서는 스마트 글로브를 활용한 드론 카메라 원격 제어 시스템을 구현하였다. 기존의 별도의 컨트롤러를 사용한 제어를 대신하여 스마트 글로브를 사용함으로써 사용자 움직임의 자유도 향상되었다. 또한 스마트 글로브의 AHRS 센서를 활용한 직관적인 제스처 컨트롤을 통해 드론 카메라 조작에 대한 접근성이 향상되었다. 향후 LTE 통신 기반 드론 및 제어보드 제어를 통한 드론의 가용 범위 확장과 짐벌 락 문제 회피로 인한 짐벌 동작 범위 제한 문제 해결에 대한 연구가 필요하다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1089542).

## 참 고 문 헌

- [1] 정동규, and 송도선. “드론산업 동향 분석.” Proceedings of KIIT Conference. 2019.
- [2] 박부성, “사원수의 발견”, 2010  
(<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3570720&cid=58944&categoryId=58970>)
- [3] 박부성, “사원수의 활용”, 2011  
(<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3571563&cid=58944&categoryId=58970>)
- [4] Hughes, Noel H. “Quaternion to Euler angle conversion for arbitrary rotation sequence using geometric methods.” Accessed online at noelhughes.net/uploads/quat 2 , 2008.
- [5] Diebel, James. “Representing attitude: Euler angles, unit quaternions, and rotation vectors.” Matrix 58.15-16 (2006): 1-35.
- [6] Wikipedia. [online]. [cited 2020.7.22].  
([http://en.wikipedia.org/wiki/Gimbal\\_lock](http://en.wikipedia.org/wiki/Gimbal_lock)).