

직관적 제어가 가능한 드론과 컨트롤러 개발

석정환¹ · 한희정¹ · 백준혁¹ · 장원주¹ · 김 현[†]
서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과^{1,†}

Development of an intuitive motion-based drone controller

Jung-Hwan Seok¹ · Jung-Hee Han¹ · Jun-Hyuk Baek¹ · Won-Joo Chang¹ · Huhn Kim[†]

Mechanical System Design Engineering, Seoul National University of Science and Technology^{1,†}

(Received October 27, 2017 / Revised November 21, 2017 / Accepted November 24, 2017)

Abstract: Drones can be manipulated in a variety of ways. One of the most common controller is joystick method. But joystick controller uses both hands and takes a long time to learn. Particularly, in the case of 8-character flight, it is necessary to use both front and rear flight (Pitch), left and right flight (Roll), and body rotation (Yaw). Joystick controller has limitations to intuitively control it. In particular, when the main body rotates, the viewpoint of the forward direction is changed between the drones and the user, thereby causing a mental rotation problem in which the user must control the rotating state of the drones. Therefore, we developed a motion matching controller that matches the motion of the drones and the controller. That is, the movement of the drone and the movement of the controller are the same. In this study, we used a gyro sensor and an acceleration sensor to map the controller's forward / backward, left / right and body rotation movements to drone's forward / backward, left / right, and rotational flight motion. The motor output is controlled by the throttle dial at the center of the controller. As the motions coincide with each other, it is expected that the first drone operator will be able to control more intuitively than the joystick manipulator with less learning.

Key Words: Controller, Drone, Intuitive control, Motion-based

1. 서 론

초기 군사적 목적을 가지고 개발된 드론은 현재 촬영, 농업, 배달, 인명구조, 레저, 탐사 등 광범위한 곳에서 사용되고 있다. 이러한 곳에서 사용되는 드론을 조종하는데 사용되는 조종기는 몇 가지 형태가 있는데 먼저 첫 번째 Fig.1 (a) 과 같은 형태이다. 좌측 스틱으로 출력량(Throttle)과 본체 회전(Yaw)을 조종하고, 우측 스틱으로 전·후진(Pitch)과 좌우(Roll)를 조종하는 방법이다. 다른 조종 방식으로는 손의 제스처로 조종하는 방식¹⁾ Fig.1 (b), 그리고 손으로 방향을 가리키는 포인팅 방식³⁾ Fig.1 (c) 등이 있다. 이 중 가장 보편적으로 사용하는 조종기 Fig.1 (a)은

사용률이 약 86%에 달하지만 학습시간이 약 4.5시간에 달한다⁴⁾. 이렇게 오랜 시간이 걸리는 이유는 8자 비행^{2,5)}에서 잘 알 수 있다. 8자 비행의 경우 드론의 전진 비행과 본체 회전, 좌우 비행을 모두 사용하게 된다. 기존의 조이스틱 조종기로 3축 회전이 모두 필요한 8자 조종을 할 경우 직관적으로 제어하기가 힘들고 상당한 학습이 필요하다.

본 연구는 이와 같은 기존 조종기의 어려움을 해결하기 위해 보다 직관적으로 제어할 수 있는 드론과 컨트롤러를 제안한다. 즉 손을 앞으로 기울이면 드론이 전진하고, 좌우로 기울이면 드론도 똑같이 좌우로 기울게 되고, 손목을 회전하면 드론도 제자리 회전을 하게 되는 방식이다. 이렇게 손과 드론의 움직임이 같아지면 드론을 처음 조종하는 일반인도 어려운 비행을 직관적으로 조종할 수 있고, 쉽고 안전한 환경에서 드론을 조종할 수 있을 것으로 예상된다⁶⁾.

1. 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과
† 교신저자 : 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과
E-mail: tjrlkj1@gmail.com



Fig. 1 Diverse methods to control drones

2. 본 론

2.1. 직관적 제어

본 연구에서 개발하고자 하는 직관적 제어가 가능한 드론과 컨트롤러는 다음과 같다. 드론과 손이 쥐고 있는 컨트롤러의 움직임이 동일한 것이다. Fig.2처럼 컨트롤러를 쥐고 있는 손을 앞으로 기울이면 드론도 동일하게 앞으로 기울어지고, 당기면 드론도 같은 방향으로 비행하게 된다. 컨트롤러를 좌우로 움직이면 그에 따라 드론도 좌우 방향으로 기울이게 되며, 손목을 회전 시키면 드론도 제자리 회전을 하게 된다. 사용자가 원하는 드론의 움직임을 손으로 구현함으로써 직관적인 제어가 가능할 것이다.

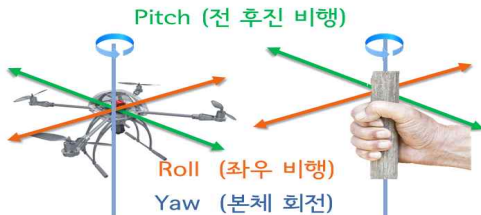


Fig. 2 Intuitive control method

2.2. 모션 일치 조종기의 설계

본 연구에서 개발한 모션 일치 조종기는 Fig. 3과

같이 한 손으로 조종기를 잡았을 때 사용감이 편하도록 설계하였다. 그리고 조종에 필요한 기능을 구현하기 위한 내부 부품들이 배치될 수 있도록 하였다. 정면의 중앙 부분에는 드론의 모터 출력량을 조절할 수 있는 스로틀 제어 다이얼이 위치한다. 다이얼 양옆에는 조종기와 드론의 영점을 조정하는 캘리브레이션 버튼을 두었다. 전원스위치는 조종기 전면부 아래쪽에 두어 사용자가 조종 시 실수로 전원을 꺼버리는 상황을 줄이고자 한다. 본체의 내부에는 2.4GHz RF Transceiver, Cortex-M3 MCU 회로, 건전지 등 부품이 고정될 수 있도록 리브 설계를 하였다. 리튬 배터리의 경우 사용시간이 5~7분이므로 건전지의 교체가 쉽도록 아래에 배터리 커버를 만들었다.

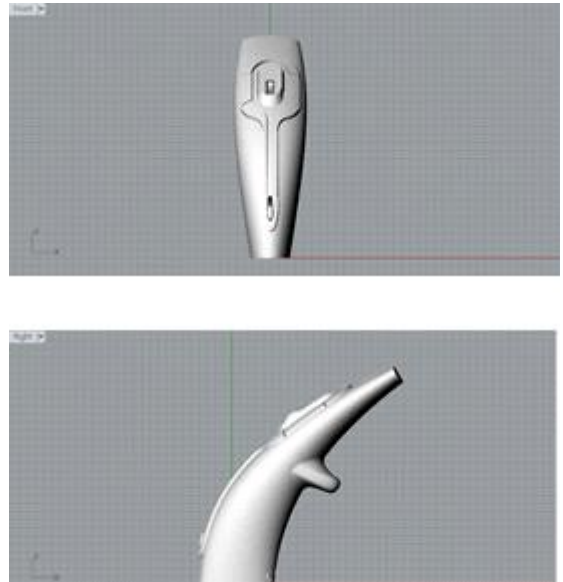


Fig. 3 Modeling of a controller cover : Front view of a controller cover(above), Right view of a controller(below)

Fig. 3의 측면도처럼 제품 뒷면에는 사용자가 좀더 안정적으로 조종기를 쥌 수 있도록 검지와 중지 사이에 지지할 수 있는 부분을 두었다. 조종기 그림 시 영점 조정 캘리브레이션 단계와 조종할 때 안정감을 줄 것이다.

2.3. 모션 일치 조종기의 제어 시스템

조종기의 회로는 E2BOX사의 EBFO-QUADV2 제품을 사용하였다. 회로는 가속도센서와 자이로 센서로 이루어져있고 센서의 기울기를 컨트롤러와 드론

간 모션일치 되는 원리이다. 회로에는 조종기의 수평, 회전각의 영점을 조정하는 캘리브레이션 버튼이 있다. 사용자가 컨트롤러를 들고 있을 때 영점기준이 다르기 때문에 값을 캘리브레이션으로 설정하게 된다.

조종기의 움직임과 드론의 동작이 일치되는 전·후진, 좌우비행과 다르게 본체회전은 사용자의 손목 회전 각도에 제약이 있다. 따라서 손목이 움직일 수 있는 -60~+20도 사이에서의 움직임은 조종기의 움직임과 드론의 움직임을 일치하고 범위를 벗어나는 각도는 일정한 속도로 회전하도록 IAR컴파일러를 통해 알고리즘을 구현하였다.

2.4. 모션 일치 드론의 구성

드론은 본 실험에서 비교대상이 되는 조이스틱 드론과 같은 사양이 되도록 제작하였다. Table 1과 같이 무게, 지속시간, 기능, 출력, 크기와 통신 방식을 동일하게 하였다. 외관은 Fig.4 와 같이 모션 일치 드론의 회로를 기존 조이스틱 드론의 프레임에 얹어 납땜하였다. 무게는 최종 결함 시 0.5g의 차이를 보인다. 기능면에서는 두 드론 모두 높이가 유지되는 호버링기능이 탑재 되지 않은 것을 선택했다. 모터출력은 0720 규격의 모터를 사용하여 차이가 없도록 했다. 외형크기는 동일한 안전가드를 씌워 13X13X7(cm)의 크기를 가진다. 조종기와 드론 간 송수신은 RF Transceiver를 통해 이루어진다.

3. 시스템 제작

Table 1 Properties of drones

Type	Motion-based Drone	Joystic Drone
Weight	43.862g	43.312g
Time	7min	6min
Function	unequipped Hovering	
Output	0720Motor X 4	
Size	1 3 X 1 3 X 7 (cm)	
Way of communicate	RF transceiver	

조종기는 Fig. 5와 같이 FDM 타입의 3D 프린터를 통해 제작했다. 재료는 경질의 PLA(Poly Lactic

Acid)를 사용했다. 출력 시 무게감을 다르게 출력하여 실험하였다. 출력은 조밀할수록 안정감은 있으나 출력물의 무게가 늘어나 사용자가 오랜 조종 시 피로감을 느낄 수 있는 점을 감안하였다. 구성품은 Table 2와 같다. 부품을 배치, 고정하기 위해 설계된 내부 리브의 경우 소재의 특성을 고려해 두께를 설계하여 내부를 충분히 단단하게 하였다.



Fig. 4 A motion-based drone (above) and a joystick drone (below)



Fig. 5 The developed controller

Table 2 Consist of a motion-based controller

Consist	Function
Calibration Button	Get zero point
Control way of Output	control output
Power button	Switch on/off
Sensor circuit	Gyro, Acceleration
RF Transceiver	Communicate with Drone
Lithium Battery	Power device

4. 테스트

본 연구에서 개발한 모션일치 컨트롤러와 조이스틱 컨트롤러간의 사전 테스트를 진행하였다. 실험은 눈으로 보는 제 3자의 시점 TPV(Third Person View) 방식과 HMD(Head Mount Display)를 착용 하고 1인칭 시점 FPV(First Person View)에서 보는 두 가지 방식으로 진행했다. 테스트는 Fig.6 (a)의 가운데 흰 사각형 안에서 진행되었다. 인원은 비행경험이 없는 3명으로 진행하였다. 상·하강, 전·후진, 좌·우, 본체 회전에 대한 사전교육을 약 30분간 했고 이후 본 코스 실험을 하였다. 테스트를 통해 발견한 문제점들은 다음과 같다. 첫째, 사전 테스트의 공간이 좁아 실험자들이 정해진 공간에 착륙하기가 어려웠다. 두 번째로 스로틀에 대한 실험자들의 어려움이었다. 두 드론 모두 호버링 기능이 없어 고도를 안정하게 조절하기가 어려웠다. 세 번째로 FPV로 실험 시 실험자가 HMD를 착용하고 실험하기 때문에 위치(드론의 전진거리와 고도)의 확인이 어려웠다. 네 번째로 첫 실험환경에서 벽과의 거리 때문에 착륙에 어려움이 있었다.

이와 같은 문제점들을 해결하기 위해 Fig.6 (b)과 같이 실험환경을 변경하였다. 먼저 사전 테스트의 공간을 약1.5배 확대하였다. 전후좌우에 대한 범위도 넓어지고 착륙에도 어려움 없이 교육이 가능 할 것으로 예상된다. 두 번째로 호버링기능이 없어 고도조절 어려움은 사전교육 방식을 상승-유지-하강의 순서로 교육을 변경하였다. 3초간 고도를 유지해 보며 실험자가 스로틀에 대한 감을 더 잘 읽힐 것으로 예상된다. 세 번째로 HMD착용으로 위치확인 어려운 문제는 장애물을 눈에 잘 띄는 안전대와 경광봉으로 바꾸었다. 그리고 고도위치 확인은 벽면에 마스킹테이프로 고도안내를 한다. 마지막으로 벽면

과의 충돌로 착륙이 어려웠던 문제는 실험장 내 실험 위치를 변경하였다. 회전 후 벽면에 부딪히던 부분을 없애 착륙 시 충돌에 대한 두려움 없이 실험이 진행 될 것이다.

변경된 실험의 코스는 Fig.6과 같다. 작은 네모에서 드론이 출발하여 전진 후 우회전, 전진하여 장애물을 위로 통과 한 후 좌회전 비행 후 전진하여 착지하게 된다.



(a) Previous experiment environment



(b) Changed experimental environment

Fig. 6 Experiment environment

5. 결론

본 연구에서는 직관적 제어가 가능한 모션 일치 방식을 적용한 드론과 조종기를 개발하였다. 모션일치 조종기란 손의 움직임과 드론이 동일하게 움직여 직관적으로 조절이 가능한 것이다. 개발된 모션일치 조종기의 유용성을 검증하기 위해 상·하강, 전·후진 등 단위 조작별 작동을 평가하였다. 그 결과 본 연구에서 사용된 아이디어와 방법은 직관성 측면에서 적합한 요건을 갖추었음을 확인하였다. 추후 기존 조이스틱 조종기와 본 연구에서 개발한 모션일치 조종기의 사용성 평가를 진행할 예정이다.

후기

"This research was supported by ADBL Center in Seoul National University of Science and Technology."

"이 논문은 서울과학기술대학교 CK-II 21세기 다빈치형 인재양성사업단 지원에 의하여 작성되었음."

참고문헌

- 1) 전종우 외2, “안전하고 자유로운 조종을 위한 한손 조종기”, 한국항공우주학회 추계학술대회 논문집, 2016.
- 2) 조민희, “사용자 자기 중심적 관점의 드론 조종기 개발과 사용자 경험 평가”, 연세대학교 정보대학원 석사졸업논문, 2015.
- 3) 유영재 외2, “제스처를 활용한 사용자 중심 무인비행기(드론) 원격 조종 인터페이스 개발”, 한국항공우주학회 추계학술대회 논문집, 2016.
- 4) HOU Zhi jiu WE IM in feng “Research on F light Control Simulation System of UAV“ Beijing Aerospace Automatic Control Institute, Beijing 100854, China, 2010.
- 5) Adrian Kurt, Mansour Hamidi, Urs Zysset, "Drone control", Future User Interfaces Course, University of Fribourg, 2015.