

스마트폰 기반 비행제어 시스템을 위한 롤각 제어기 개발

박 승 현¹ · 박 정 환 · 김 태 영 · 이 학 태

¹인하대학교 항공우주공학과

Development of a Roll Angle Controller for Smartphone-based Flight Control System

Seung-Hyun Park¹ · Jung-Hwan Park · Tae Young Kim · Hak-Tae Lee

¹Department of Aerospace Engineering, Inha University

Abstract

The previously developed smartphone-based flight control system was installed to a fixed wing unmanned aircraft. Roll angle controller was implemented, which will be used for the waypoint navigation later. The controller was able to hold a steady bank angle, which was demonstrated through a flight test. PWM recording function was also added so that the pilot input can be logged for system identification.

I. 서 론

지난 연구에서 스마트폰에 기반한 비행제어 시스템[1]을 구현하고 보트를 이용하여 경로점 운항에 성공하였다 [2]. 본 논문은 이를 확장하여 고정익 무인항공기에 비행제어 시스템을 장착하고 비행시험을 실시한 결과를 기술한다.

경로점 비행을 위해 필요한 뱅크 각 제어기를 구현하였으며 비행 시험을 통하여 실제로 주어진 뱅크 각을 유지면서 선회비행을 할 수 있음을 확인하였다.

추후 시스템의 동적 특성 파악을 위하여 파일럿의 조종 입력을 기록하는 기능도 추가하였다. 이를 이용하여 조종 이상으로 추락한 사고를 분석할 수 있었고, 사고가 무선 수신기의 이상이 아니라 내부 배선의 문제일 가능성이 큼을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 다수의 구성품으로 이루어져 있고, 구성품마다 사용하는 소프트웨어가 달라 사용하기 까다로운 기존의 비행제어 시스템 대신 개발자 환경이 공개되어있고, 비행 제어에 필요한 센서들이 내장되어있는 안드로이드 기반의 비행제어 시스템의 개발을 다룬다.

스마트폰으로는 만들지 못하는 PWM (Pulse Width Modulation) 신호를 만들기 위해서 IOIO 보드가 사용되었고, IOIO보드의 Digital Input 핀을 사용하여 각 서보모터에 전달되

는 PWM 신호를 기록한다 [2].

이전 논문에서 보트로 테스트했던 것에 이어, Bank 각도를 유지하게 하는 제어기를 개발 후 RC 비행기를 사용하여 비행시험을 수행하고, 시험 중 생긴 문제에 대해서 차후 해결방안에 대해서 다루게 된다.

II. Flight Control System

1. Control System Hardware

비행제어 시스템의 구성은 그림 1과 같다 [2]. 항공기의 자세와 위치, 그리고 항법 계산은 스마트폰 내에서 이루어지고, IOIO 보드와의 bluetooth 무선통신을 통하여 조종명령을 전달하면, IOIO보드가 서보를 움직이는 PWM 신호를 생성한다.

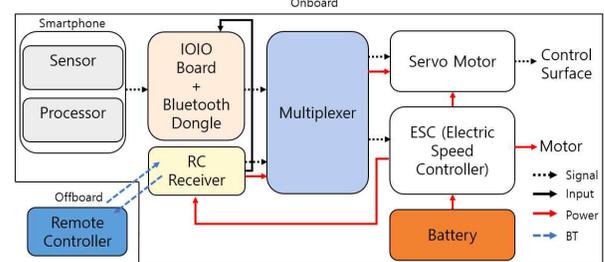


그림 1. 스마트폰 비행제어시스템 하드웨어 다이어그램

그림 2.는 실제 고정익 무인기 내부에 장착한 모습을 보여 준다. 스마트폰과 IOIO보드 이외에 수동 조종을 위한 RC 수신기와 수동/자동 전환을 위한 Multiplexer가 있다.

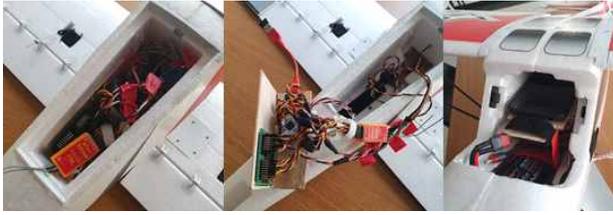


그림 2. 고정익 무인기에 비행제어 시스템이 장착되어 있는 모습

2. 롤각 제어기

스마트폰 자체 센서가 롤각과 롤각속도를 제공하기 때문에 이를 이용한 PD 제어기를 그림 3과 같이 구현하였다. 롤각 오차와 롤각속도의 조합을 바탕으로 에일러론의 명령을 생성한다.

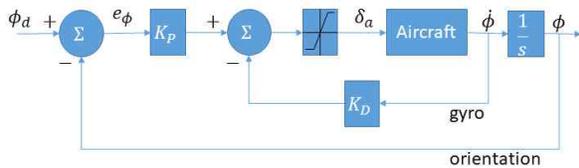


그림 3. 롤각과 롤각속도를 이용한 롤 제어기

이는 추후 그림 3과 같이 방향 제어기의 내부에 위치하게 된다. 방위각의 오차와 요각속도를 이용하여 롤각 명령을 생성하고, 그림 3의 제어기가 생성된 명령을 추종하게 된다.

3. PWM 신호 로깅 시스템

추후 항공기의 동적 특성에 대한 system identification을 위해서는 조종사의 조종명령을 기록할 필요가 있기 때문에 IOIO의 PWM입력 기능을 이용하여 RC 수신기에서 나오는 신호를 기록하도록 설정하였다. 각 서보와 연결된 케이블의 신호라인에 케이블을 하나 더 부착하여 핀에 연결하였으나, 그림 2와 같이 배선이 복잡해지는 결과를 초래하였다. 에일러론, 엘리베이터, 러더, 스로틀, 플랩, 그리고 자동/수동 전환 신호의 입력을 기록하도록 설정하였다.

III. Flight Test

1. 롤각 유지

일정한 롤각을 유지하는 선회 비행모드에 대한 비행 시험을 실시하였다. 스마트폰 UI에서 슬라이더로 롤각을 설정하면, 핸드폰의 롤 각도가 해당 각도로 유지되도록 에일러론을 조종한다. 그림 5는 지상에서 롤각을 30도로 설정하고 기체에 부착 후 기체를 좌우로 흔들어보면서 작동 여부를 확인하는 모습이다.



그림 5. 롤 제어기 작동 확인

롤각을 왼쪽으로 30도로 설정하고 비행시험을 실시하였다. 롤각을 제외한 나머지는 모두 수동으로 설정하였으며, 선회비행을 하는 동안 스로틀은 변화시키지 않았고, 조종사가 적절한 고도유지를 위해 엘리베이터만을 최소한으로 조종하였다.

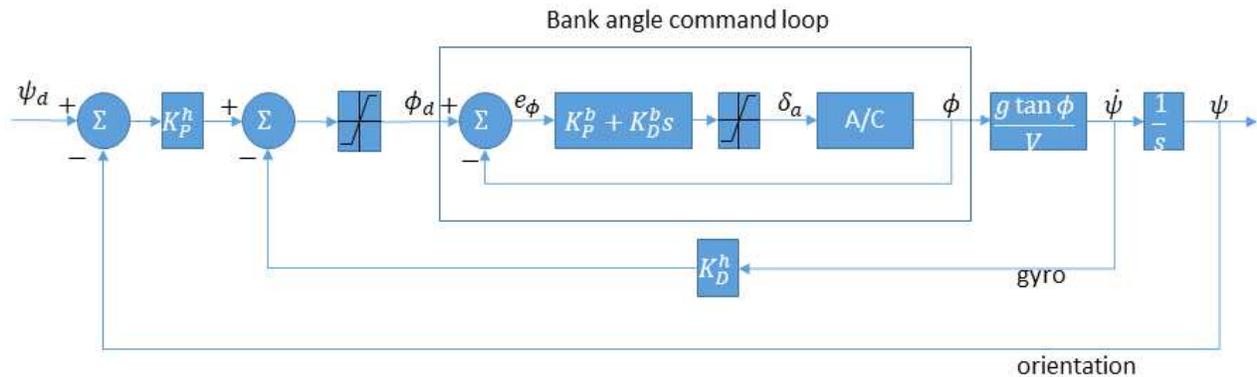


그림 4. 방향 제어기의 구성



그림 6. 비행 시험 사진

항공기는 약 2분동안 30도의 롤 앵글을 유지하며 2바퀴의 선 회를 하였다. 그림 6은 항공기가 정면으로 카메라를 향했을 때와 반대로 카메라에서 멀어져 가는 장면을 캡처한 것으로, 육안으로는 30도를 유지하고 있음을 볼 수 있다.

2. 비행테스트 중 문제점

이후 비행 시험에서 수동 비행 중 조종사가 인가하지 않은 롤 기동이 일어나는 것을 확인하고 PWM저장 기능을 이용하여 기록하였다. 그림 7은 롤각과 조종사의 롤조종 명령을 보여주는 데, 기체는 심하게 왼쪽으로 롤하려는 성향을 보이고 조종사는 이를 보정하기 위해 지속적으로 오른쪽 에일러론 명령을 인가하고 있는 것을 볼 수 있다.

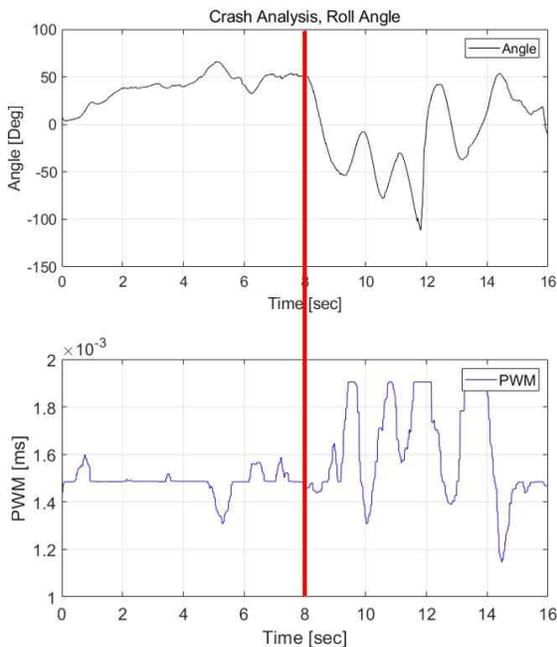


그림 7. 추락 당시 데이터 기록

초기에는 수동 조종 무선조종기의 전파 간섭을 의심했으나, 조종명령 기록을 통하여 무선조종기에는 문제 없음을 확인 할 수 있었고, 그림 2와 같은 복잡한 배선 때문에 내부적으로 간섭이 생겼을 가능성이 높음을 알 수 있다.

다음 그림 7는 로깅된 데이터 중 롤 각도와 PWM 값을 그래프로 그려본 그림이다. 그림에서 8초일 때를 보면 아무런 조종기 인풋이 없는데도 불구하고 롤이 계속 왼쪽으로 발생하고, 최대 100도까지 꺾이는 것을 확인할 수 있었다.

따라서, 이 문제를 해결하기 위하여, 그림 8과 같은 통합 보드를 설계하여, 최종적으로 서보가 연결되는 전선 이외에는 내부 배선을 모두 제거할 계획이다. 통합보드를 사용하면 각 채널별로 완전 수동 조종 또는 자동/수동 전환이 가능하도록 점퍼를 이용하여 설정할 수 있고, 또한 추가로 아나로그 입력단을 구성하여 추후에 대기속도 센서 등을 추가할 수 있도록 하였다.

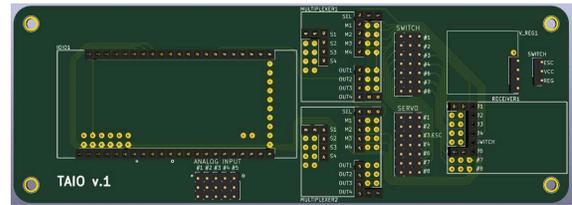


그림 8. 통합 보드

IV. 결 론

본 연구에서는 스마트폰 기반의 비행 제어시스템을 구성하고 이를 고정익 무인항공기에 장착하여, 경로점 비행의 근간이 되는 롤각 유지 비행에 성공하였다. 스마트폰이 기본적으로 제공하는 롤각과 롤각속도를 이용하여 매우 안정적인 선회비행이 가능함을 보였다. 또한 동적 특성 파악을 위해 설정한 조종입력 기록기능이 사고 원인 조사에도 유용하게 이용될 수 있음을 확인하였으며, 이 문제를 해결하기 위해 배선을 최소화하는 통합 보드를 제작 중에 있다.

후기

본 연구는 국토교통부의 ‘무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용(과제번호: 19ATRP-C108186-05)’에 의해 수행되었습니다

참고 문헌

- [1] P. Bryant, G. Gradwell and D. Claveau, "Autonomous UAS controlled by onboard smartphone," 2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Denver, CO, 2015, pp. 451-454.
- [2] 박승현, 박정환, 정호준, 이학태. (2019). 스마트폰 기반 비행제어 시스템 초기 개발. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, (), 275-276.