

쿼드콥터의 충돌방지 자동제어

이정철*, 정의필*, 김연민**, 허선행*, 류진원⁰

⁰울산대학교 IT융합학부, **울산대학교 산업경영공학부

e-mail: {jungclee*, upchong*, ymkiml, hsh092002*}@ulsan.ac.kr, Alskdj666@ulsan.ac.kr⁰

An Automatic Collision Avoidance Control for Quadcopter

Jung Chul Lee*, Ui-Pil Chong*, Yeam-Min Kim**, Seon Heang Heo*, Jin Won Ryu⁰

⁰School of IT Convergence, University of Ulsan

**School of Industrial Management Engineering, University of Ulsan

● 요약 ●

본 논문에서는 쿼드콥터 드론의 충돌방지를 위한 효율적인 자동제어 방법을 제안한다. 이 제어방법은 RC 조종기에서 노브를 이용하여 사용자가 제어하는 신호를 쿼드콥터의 리시버단에서 수신한 뒤 출력되는 PWM 신호들 중에서 쓰로틀, 피치, 롤 제어정보를 필요시 변경하는 방법으로 충돌을 방지한다. 충돌을 예측하기 위해서 전후, 좌우, 상하 6방향에 레이저 거리측정센서를 장착하고 주기적으로 거리를 측정한다. 그리고 측정 거리를 이용하여 장애물 유무를 판정하고 충돌이 예상되면 수신된 PWM 신호를 변경하여 쿼드콥터의 비행제어부로 전달함으로써 충돌을 방지하도록 한다. 본 논문에서 제안하는 충돌방지 방법을 쿼드콥터에 적용하여 실험을 통해 검증한 결과, 조종자 부주의 혹은 조종 미숙으로 인해 발생할 수 있는 충돌을 방지할 수 있어 안전성이 향상됨을 보였다.

키워드: 쿼드콥터(quadcopter), 드론(drone), 충돌방지(collison avoidance)

I. Introduction

드론은 초기에 주로 정찰, 탐지, 전투 등의 군사용으로 개발되어 사용되어 왔다. 최근에는 순찰/감시, 재난/방재, 기상관측 등의 공공, 과학연구 분야에 활용되고 있다. 뿐만 아니라 민간 분야에서도 지도 제작, 건설공기 모니터링, 공장 안전 모니터링, 농약 살포, 방송 촬영, 근거리 무인택배, 취미활동 등의 다양한 영역에서도 활용 범위를 급속히 넓혀가고 있다.

그러나 드론이 비행중에 추락할 경우 막대한 재산피해와 치명적인 인명사고를 발생시킬 수 있는 문제를 안고 있다. 특히 조선/플랜트/화학 제조산업의 고층 크레인 및 복잡한 산업 시설물에서의 드론 운영은 숙련된 조종자도 사고 위험이 높으며 근접촬영의 경우엔 더욱 사고 위험에 대한 부담이 가중되는 실정이다. 이와 같이 드론의 상업적 적용에 가장 큰 제약 요인인 안정성 확보를 위한 연구는 필수적이다[1].

현재 ArduPilot, Pixhawk 등 해외 오픈소스 기반 개발자 커뮤니티에서 충돌회피 기능이 개발되고 있지만 국내는 충돌회피 기능이 포함된 산업용 드론 제품은 아직 초기단계라 할 수 있다[2].

본 논문에서는 효율적인 쿼드콥터 드론의 충돌방지 제어 방법을 제안한다. STMicroelectronics 사의 VL53L0X 거리측정 센서로 장애물과의 거리를 측정하고 쿼드콥터의 수신기에서 출력되는 RC 조종기의 제어신호를 장애물 근접도에 따라 수정하여 비행제어모듈에 전달함으로써 자동 충돌방지를 구현하였다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 기존 연구 동향

드론의 충돌회피 기술은 지상에서 조종자가 화면이나 레이더를 통해 비행체를 관측하여 충돌을 탐지하고 회피하는 ‘지상기반 충돌회피 기술’과 드론 자체에 센서를 장착하여 지상에서의 도움 없이 스스로 충돌을 탐지하고 회피하는 ‘탑재기반 충돌회피 기술’로 나누어진다. 그림 1은 현재 일반적으로 사용되는 지상기반 충돌회피 기술이

적용되는 시스템의 구성도이다.

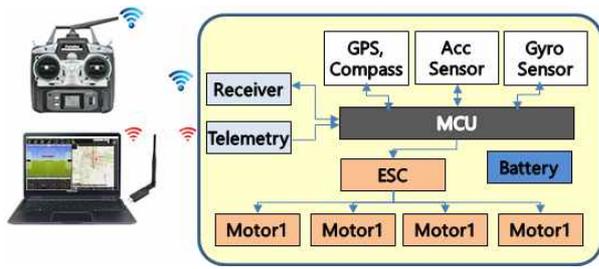


Fig. 1. GCS based Collision avoidance system Architecture

III. The Proposed Scheme

본 논문에서 제안하는 방식의 쿼드콥터 충돌방지 자동제어는 그림 2와 같이 구성된다. RC 조종기에서 노브를 이용하여 사용자가 제어하는 신호를 쿼드콥터의 리시버단에서 수신한 뒤 출력되는 PWM 신호들 중에서 스로틀, 피치, 롤 제어정보를 필요시 변경하는 방법으로 충돌을 방지한다. 충돌을 예측하기 위해서 전후, 좌우, 상하 6방향에 레이저 거리측정센서를 장착하고 주기적으로 거리를 측정한다. 그리고 측정 거리를 이용하여 장애물 유무를 판정하고 충돌이 예상되면 수신된 PWM 신호를 변경하여 쿼드콥터의 비행제어부로 전달함으로써 충돌을 방지하도록 한다.

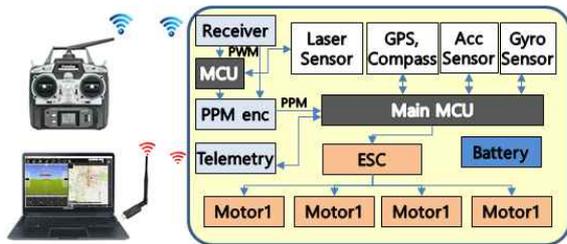


Fig. 2. Proposed Collision avoidance system Architecture

논문에서 사용된 STMicroelectronics의 VL53L0X는 940nm 수직 공동면 발광 레이저로서 최대 2m 거리를 측정할 수 있으며 I2C 인터페이스를 이용하여 제어와 데이터를 송수신할 수 있다. 본 논문에서는 상용제품인 53L0-SATEL-I1 쪽보드 6개와 ATmega 128을 이용하여 거리를 측정하였다[3].

리시버에서 수신된 8채널의 PWM 신호중 쿼드콥터의 상승하강을 제어하는 스로틀, 전후진을 제어하는 피치, 좌우이동을 제어하는 롤과 관련된 3개 채널의 PWM신호를 MCU에서 인터럽트 검출방식으로 펄스폭을 측정하였다. 만일 측정된 거리값이 모두 1m 이상이면 조종자의 제어 PWM 값을 유지하고, 1m ~ 60cm 구간이 검출되면 PWM 값으로 변경하여 호버링 상태로 변경하였다. 60cm 미만의 거리가 검출되면 반대 방향으로 이동하도록 PWM 값을 변경함으로써 충돌을 방지하도록 구현하였다.

IV. Experimental Results & Conclusions

본 논문에서 제안한 쿼드콥터 충돌방지 방법을 적용하여 실험한 결과를 그림 3에 나타내었다. 측정된 거리에 따라 호버링 혹은 반대 방향으로의 이동 제어가 실시간으로 실행되었으며 충돌을 방지할 수 있었다. 실험을 통해 검증한 결과, 조종자 부주의 혹은 조종 미숙으로 인해 발생할 수 있는 충돌을 방지할 수 있어 안전성이 향상됨을 보였다.

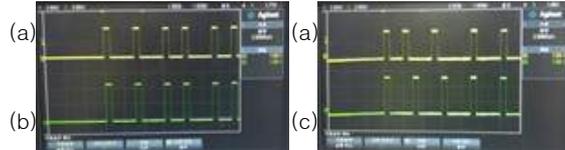


Fig. 3. (a) The original PPM waveform from receiver, (b) Generated PPM waveform when no obstacle is detected (no change), (c) Generated PPM waveform when any obstacle is detected (changed for hovering).

Acknowledgment

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2016년도 산학연협력 기술개발사업(C0395429)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

References

- [1] J.S. Kim, J.M. Jeong, Y.H. Choi, J.B. Park, "Development of Collision Avoidance System of a Quadrotor using Sonar Sensors," Proceedings of KIEEE Summer Conference, pp.1347-1348, 2016
- [2] <http://ardupilot.org/copter/docs/>
- [3] http://www.st.com/content/st_com/en/products/imaging-and-photonics-solutions/proximity-sensors/vl53l0x.html