
드론의 삼각 편대비행에서 포메이션 유지 및 충돌 방지 제어를 위한 연구

조은솔* 이강환**

*한국기술교육대학교

A Study for Drone to Keep a Formation and Prevent Collisions in Case of Formation Flying

Eun-sol Cho* · Kang-whan Lee**

*Korea University in Technology and Education

E-mail : koren2696@koreatech.ac.kr

요 약

본 논문에서는 드론의 삼각 편대비행에서 정해진 삼각형 포메이션을 유지하고 서로간의 충돌을 사전에 방지할 수 있는 방법을 제안한다. 기존 연구에서는 카메라로 입력된 빛을 이용하거나 영상을 처리해야만 드론의 충돌을 제어할 수 있었다. 그러나 빛이 없고 어두운 지역에서 드론이 영상을 처리하고 서로의 위치를 확인하는 것은 어려울 뿐만 아니라 서로의 존재를 확인하지 못하여 충돌하게 될 수도 있다. 따라서 본 논문에서는 ALPS(Ad hoc network Localized Positioning System) 알고리즘을 통해 구한 세 드론과의 거리와 상대좌표를 이용하여 서로 간의 충돌을 막아주는 새로운 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 드론의 포메이션 삼각형의 중심과 측정된 각각의 드론의 좌표와의 거리를 정해진 일정한 값으로 유지하도록 한다. 따라서 정해진 포메이션 형태가 흐트러질 경우에는, 각 드론과 중심좌표의 거리를 일정하게 유지하도록 드론의 위치를 재설정한다. 모의실험의 결과 제안된 알고리즘이 적용된 시스템을 사용할 경우, 드론의 충돌을 사전에 방지함으로써 충돌로 인한 고장이나 사고를 막을 수 있을 것이라 기대된다.

ABSTRACT

In this paper, we suggest an advance method for maintaining a perceived behavior as triangle formation and preventing collision between each other in case of a flying drone. In the existing studies, the collision of the drone is only controlled by using light entered in the camera or the image processing. However, when there is no light, it is difficult to confirm the position of each other and they can collide because this system can not confirm the each other's position. Therefore, in this paper, we propose the system to solve the problems by using the distance and the relative coordinates of the three drones that were determined using the ALPS(Ad hoc network Localized Positioning System) algorithm. This system can be a new algorithm that will prevent collisions between each other during flying the drone object. The proposed algorithm is that we make drones maintaining a determined constant value of the distance between coordinates of each drone and the measured center of the drone of triangle formation. Therefore, if the form of fixed formation is disturbed, they reset the position of the drone so as to keep the distance between each drone and the center coordinates constant. As a result of the simulation, if we use the system where the supposed algorithm is applied, we can expect that it is possible to prevent malfunction or an accident due to collisions by preventing collisions of drones in advanced behavior system.

키워드

드론, 삼각 편대비행, 충돌 방지, ALPS

I. 서론

최근 군사적 목적으로 개발되었던 드론이 민간 용으로도 확대되면서 사진 촬영용 소형드론으로부터 정밀농업, 인프라 관리, 택배 및 화물수송 등으로 응용분야 범위가 크게 확대되고 있다.

대부분의 드론의 임무는 넓은 작업 공간에서 수행되기 때문에 다수의 드론이 협동 작업을 통해 작업의 효율성을 높일 수 있다. 이 경우 공동 작업 공간 내에서 여러 대의 드론이 동시에 비행하기 때문에 서로 간의 충돌이 발생할 위험이 매우 커진다. 그럼에도 불구하고 현재 드론간의 충돌을 고려하지 않는 연구사례가 많이 보이고 있다. 이렇게 충돌이 발생하는 경우, 주어진 임무의 실패일 뿐만 아니라 고가의 무인 항공기의 파손으로 인해 경제적 손실을 입거나 또는 드론의 고장 및 추락 등으로 인한 인명 피해도 발생할 수가 있다[1].

따라서 다중의 드론이 편대 비행 작업을 할 경우에는 사전에 서로간의 충돌이 발생하지 않도록 하기 위한 제어가 반드시 선행되어야 한다.

본 논문에서는 드론의 충돌 방지 제어를 위하여 다중 드론이 삼각형 포메이션 형식을 유지하도록 하고 그 삼각형의 중심과 각각의 측정된 드론 좌표와의 거리를 정해진 일정한 값으로 유지될 수 있도록 함으로써 충돌이 발생하기 전에 미리 드론의 충돌을 예방하도록 한다.

II. 관련 연구

본 논문에서 제안하는 드론의 충돌 방지 제어 알고리즘은 드론의 포메이션을 삼각형 형태로 구성하게하고 중심좌표 및 상대좌표 거리의 값을 추출하여 서로 간격을 일정하게 유지할 수 있도록 한다. 삼각형 포메이션을 구성하고 있는 각 세 드론들의 상대좌표는 ALPS(Ad hoc network Localized Positioning System) 알고리즘을 통해 구할 수 있다.

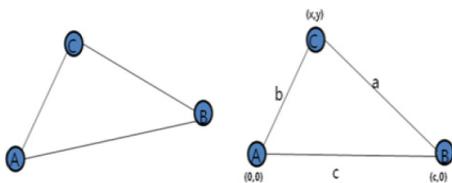


그림 1. ALPS 알고리즘의 구성도

그림 1에서 제안된 ALPS 알고리즘에 따른 상대좌표의 구성도와 같이 노드 A와 B가 있고, 좌표를 알고자 하는 미지 노드 C가 있을 경우에, 노드와 노드 사이에서 환산된 RSSI에 의한 절대 거리 정보를 a,b,c로 정의한다. 주어진 헤드 노드 A가 기준 노드가 되어 상대 위치 좌표를 (0,0)의 값으로 설정하고 노드 B는 노드 A와 같은 동일

선상에 위치하고 있다고 가정하여 상대 거리인 c의 값을 이용하여 (c,0)이라는 상대 위치 좌표를 구한다. 위와 같이 구한 두 개의 노드의 상대 좌표 값으로 다음 수식 (1)과 같이 미지 노드 C의 상대 위치 좌표도 계산하여 나타낼 수 있다[2].

$$L(x,y) = \begin{cases} x = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2c} \\ y = \sqrt{b^2 - x^2} \end{cases} : location_{init} = (0,0) \quad (1)$$

III. 제안 알고리즘

본 논문에서 초기 드론의 포메이션을 형성할 때에 삼각형의 모든 내각이 $50^\circ < \theta < 70^\circ$ 을 만족해야하고 같은 높이에 세 드론을 상공에 띄우는 호버링 성공 후에는 그 포메이션을 계속 유지하도록 한다. 정해진 포메이션 형태가 흐트러질 경우에는, 각 드론과 중심좌표의 거리를 일정하게 유지되도록 드론의 위치를 재설정 한다. 드론 충돌 예측 및 방지제어 알고리즘은 그림 2와 같다.

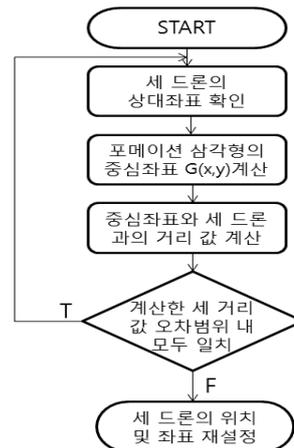


그림 2. 드론 충돌방지 제어 알고리즘 순서도

ALP 알고리즘을 이용해서 구한 세 드론의 상대좌표를 이용해서 드론 포메이션 삼각형에서의 중심좌표 G(x,y)를 계산한다, 드론 포메이션 삼각형의 중심좌표는 다음 수식 (2)로 구할 수 있다.

$$G(x,y) = \begin{cases} x = \frac{3c^2 + b^2 - a^2}{6c} \\ y = \frac{\sqrt{b^2 - x^2}}{3} \end{cases} \quad (2)$$

위와 같이 계산한 중심좌표와 각각의 드론 좌표와의 거리 값을 계산하여 정해진 오차 범위 내에서 모든 값이 일치하는지 검사하여 충돌을 지속적으로 제어한다.

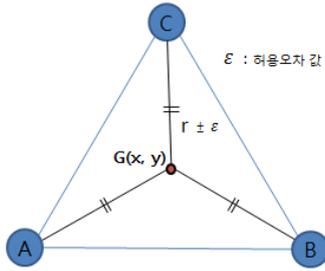


그림 3. 드론 충돌방지 제어 알고리즘 구성도

다음의 그림 3과 같이 세 값이 모두 일치한다면 포메이션이 유지되고 있다는 것을 의미하므로 다시 RSSI에 의한 데이터로 알고리즘을 반복하여 반복 검사하고 일치하지 않는다면 세 드론의 위치 및 좌표를 재설정하여 드론의 충돌을 방지할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 드론의 비행 중 센서로부터 수집되어 환산된 RSSI를 통해 각 드론의 상대좌표를 구하고 충돌을 예측 및 방지하는 기법을 제안하였다.

드론 충돌 방지 알고리즘을 활용한다면 넓은 작업 공간에서 다수의 드론이 편대비행으로 협동작업을 하는 경우에 드론 서로 간의 충돌을 방지할 수 있다. 최근 응용분야가 광범위해 지고 있는 드론 시장에서 충돌로 인해 발생하는 인명사고 및 피해와 경제적 손실까지도 줄일 수 있을 것이라 기대한다.

본 알고리즘에서는 드론의 포메이션 형태를 삼각형으로 정의하고 있고 현재까지는 충돌가능성만을 예측하는 알고리즘을 구현한 것이다. 따라서 더 나아가 충돌을 제어하기 위한 구체적인 방법을 연구해야 할 필요성이 있고 다양한 포메이션을 형성하는 편대비행에서도 적용할 수 있도록 하는 것이 앞으로의 해결과제이다.

참고문헌

- [1] 박재병, “다중 무인 항공기의 협동 작업을 위한 무 충돌 비행 계획”, 전자공학회논문지-SC, 제 49권, 제 2호, pp.63-70, 2012
- [2] 오영준, 이강환 “에드 혹 네트워크에서 노드의 국부 위치 정보를 이용한 최적 계층적 클러스터링 경로 라우팅 알고리즘”, 한국정보통신학회 논문지, 제 16권, 제 11호, pp.210-216, 2012.11