

공연용 수상드론의 대형 변형중 위치 좌표 산출 방법

손현수, 박보은, 오훈*

스카이스시스, *울산대학교

sonhs@skysys.co.kr, boeun@skysys.co.kr, *hoonoh@ulsan.ac.kr

Calculating positional coordinates during deformation of water drones for public performance

Hyunsoo Son, Bo Eun Park, Hoon Oh*

SKYSYS, *Univ. of Ulsan

요약

수상드론을 이용한 수상공연 수행 중에 시간의 흐름에 따라서 대형의 변형이 이루어진다. 이 경우에 각 드론의 위치좌표를 계산하기 위해서 선형이동, 확대 및 축소, 회전, 포핑 등 단위 변형의 종류를 정의하고 각 변형 시 드론들의 좌표를 계산하기 위한 기본적인 변형식을 도출한다.

I. 서론

최근 드론에 대한 관심이 고조되면서 드론활용과 관련된 연구들이 많이 추진되고 있다. 단순히 드론을 특정분야에 적용시켜 운영하는 기술적 연구뿐만 아니라 드론 활용방안 분석[1], 활용 기회 및 위험요소 분석[2], 활성화방안 제시[3] 등과 같은 다양한 주제로도 연구가 추진되고 있다.

수상드론에 대한 기술수준에서 가장 적용이 빠른 분야는 수산분야이다. 국립수산물품질관리원[1]에 따르면 적조, 해파리, 부유성 해조류 등의 유해생물 모니터링, 갯벌 염생식물 분포, 고래 생태연구, 양식장 분포 현황과 작황 상태 파악 등의 무인기 활용과 채수를 위해 공중드론을 활용하고 있다. 이외에도 측량업체와 항만건설업체를 중심으로 항만 건설 시 수반되는 준설 토 투기장, 해안 갯벌선 측량과 항만건설공사 및 벌크부두의 장비제작·설치 현황 감시 등에도 사용되고 있으나 매우 보조적인 수단으로 활용되고 있다.

한편 국내외적으로 드론을 활용한 공연이 다양하게 시도되고 있으며 관객들에게 많은 호응을 받고 있다. 드론 공연에서는 드론들의 대형(formation)이 각본에 맞게 실시간으로 제어되는 것이 핵심이다. 본 논문에서는 공연용 수상드론의 군집운항시 각 수상드론의 위치를 제어할 목적으로 대형의 변형을 Python 언어를 이용하여 계산하는 방법을 설명한다.

II. 본론

2.1 군집운항

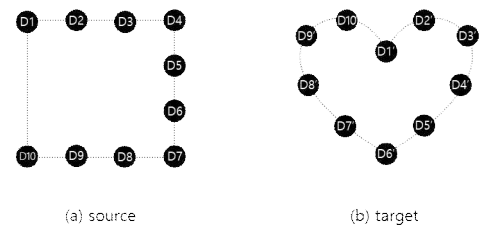
군집 운항 기술은 복잡한 임무 수행 시 다수의 드론이 협업을 통해 가능한 빠른 시간 내에 임무를 수행하고, 성공 확률을 증가시키는 것을 그 목적으로 한다. 뿐만 아니라, 다수의 이동체들이 충돌 없이 운영 가능한 시스템 개발을 위해서도 군집 운항 기술이 연구되고 있다.

군집 로봇 기술은 개미, 벌, 새 등 생명체의 군집 활동을 모방해서 발달하였다. 이들 생명체는 각 개체의 기능은 단순하지만, 군집을 이루면 먹이 탐색, 이동, 수송, 집짓기, 공격 및 방어 등에 있어 각 개체에서는 볼 수 없는 초지능을 보인다. 군집 로봇 공학(Swarm Robotics)은 이러한 생명

체의 군집행위를 모방하여 군집 로봇이 로봇 간 및 환경과 상호작용을 이용하여 우리가 원하는 임무를 수행하도록 군집 단위로 로봇을 제어하는 것을 목표로 한다[4].

2.2 대형 변형

수상드론을 이용한 공연에서는 시간의 흐름에 따라서 대형(formation)의 변형이 반드시 필요하다. 아래의 그림과 같이 시작할 때의 대형을 source라 하고 일정 시간이 지난 후의 목표 대형을 target이라 하면, 주어진 시간 내에서 변형되는 대형을 구해야 한다.



<그림 1> 각본의 시작시점 대형과 종료시점 대형

이러한 중간 단계의 대형을 frame n 이라고 한다면 이를 아래의 그림과 같이 표현할 수 있다.



<그림 2> frame : 시작 대형과 종료 대형의 중간 단계

우선 source 대형이 target 대형으로 변환되는 식을 구한 후에 주어진 시간 t 를 몇 등분할 것인지를 정하면 대형의 변형을 frame 단위로 계산할 수 있다. 이러한 frame 단위의 변형에는 연산의 종류에 따라서 이동, 확대 및 축소, 회전, 포핑 등이 있을 수 있다. 본 논문에서는 이러한 대형의 변

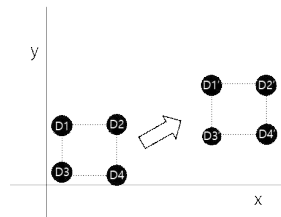
형에서 선형 변환에 대해서만 다룬다.

2.3 변형 연산

군집 운항 드론이 각본에 따라서 대형을 변형하기 위해서 필요한 단위 변형을 설정하였다. 수상드론이 운용되는 환경을 고려하여 2차원에서의 변형 방법만 고려하였다.

• 선형 이동

대형 변형에서 선형 이동은 군집이 형태의 변환 없이 모든 드론이 일정한 좌표 이동만 하는 것으로, 드론 하나의 좌표 변화에 대한 벡터를 구하고 모든 드론에 적용한다.



<그림 3> 대형의 선형 이동

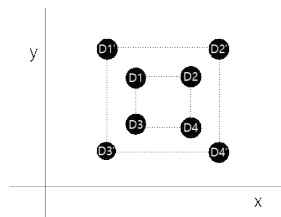
예를 들어 위 그림에서 하나의 드론 D1이 source 대형에서 target 대형인 D1'으로 선형 이동한 경우의 x축 좌표 변화를 $x_s \rightarrow x_t$ 라 하고 y축 좌표 변화를 $y_s \rightarrow y_t$ 라 하면 드론의 좌표 변화는 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$\Delta x = (x_t - x_s), \Delta y = (y_t - y_s)$$

이렇게 구한 벡터의 요소를 모든 드론의 source 좌표에 시간 t에 대한 n 등분을 곱하면 각 frame의 좌표를 구할 수 있다.

• 확대 축소

대형 변형에서 확대 및 축소는 군집이 형태가 변화하는 것으로 모든 드론에 동등한 변환식을 적용할 수 없다. 하지만 이미 target 대형에서 각 드론의 좌표를 알고 있기 때문에 각 드론의 좌표 변화를 구할 수 있다.

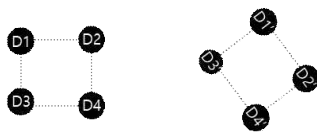


<그림 4> 대형의 확대 혹은 축소

각 드론에 대한 벡터의 요소를 구하는 방법은 선형 이동과 같다.

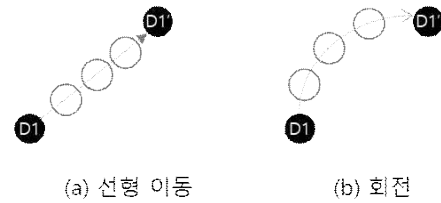
• 회전

대형 변형에서 회전은 군집내의 각 드론의 위치가 변화하지만 중심 좌표에 대한 거리와 각도의 변화로 표현할 수 있다.



<그림 5> 대형의 회전

회전이 선형 이동과 다른점은 아래의 그림과 같이 각 frame에서의 드론의 위치가 선형 이동과 다르다.



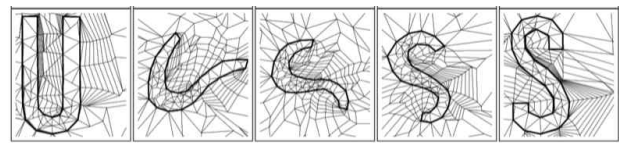
<그림 6> 대형의 선형 이동과 회전의 차이

회전에서 각 드론의 좌표는 아래의 식을 이용하여 구할 수 있다. 식에서 n은 frame 수, R은 회전 중심과 드론과의 거리, θ 는 최종 회전 각도이다.

$$xf_n = R \times \cos\theta \times ((n-1) / n)$$

• 모핑

모핑은 아래의 그림과 같이 A형태에서 B형태로 변화하는 중간 과정을 도출하는 것으로 이에 대한 다양한 방법이 연구되었다[5]. 본 논문에서는 이러한 다양한 방법 중에서 선형 이동을 활용하여 모핑을 구현하였다.



<그림 7> Morphing simple polygons-the shapes of two letters S and U[5]

III. 결론

본 논문에서는 수상드론이 군집을 이루어 미리 짜여진 각본대로 대형을 변화함으로써 공연하기 위한 좌표 계산의 기본적인 방법을 정리하였다. 수상 드론을 이용한 공연에서 시간의 흐름에 따라서 대형의 변형을 계산하기 위해서 선형 이동, 확대 및 축소, 회전, 모핑 등 단위 변형의 종류를 정의하고 각 단위 변형 시 드론들의 좌표를 계산하기 위한 기본적인 변형식을 도출하였다. 미리 주어진 source 대형이 target 대형으로 변환되는 식을 구한 후에 주어진 시간을 몇 등분할 것인지를 정하면 대형의 변형을 frame 단위로 계산할 수 있다. 본 논문에서는 수상드론의 특성을 고려하여 각 드론이 2차원 평면에서 선형적으로만 위치 변화한다고 가정하였다. 다음 연구에서는 선형 변환에 더하여 Spline을 이용한 변환 방법을 고안할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 과제(결과물)는 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다 (2023RIS-003).

참 고 문 헌

- [1] 김형태, 드론의 해양수산 분야 활용방안, KMI 현안분석, 2014
- [2] 채송화, 홍승표, 「상업용 드론의 기회와 위험요소 분석」, 한국통신학회 2015 하계종합학술회의, 2015
- [3] 서동혁, 김승민, 「무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향 : 드론 및 자율주행차를 중심으로」, 산업연구원, 2016.5
- [4] 문성태, 군집 비행 시스템의 동작 원리와 발전 방향, 융합연구리뷰, 2020
- [5] Vitaly Surazhsky, Craig Gotsman, Controllable Morphing of Compatible Planar Triangulations, November 2001ACM Transactions on Graphics 20(4), DOI:10.1145/502783.502784