

공연용 수상드론의 대형 변형에 대한 이동 좌표 계산

박보은, 손현수, 오훈*

스카이스시스, *울산대학교

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

A calculation of movement coordinates for deformation of water drones for public performance

Bo Eun Park, Hyunsoo Son, Hoon Oh*

SKYSYS, *Univ. of Ulsan

요약

본 논문에서는 수상드론을 이용한 공연에서 시간의 흐름에 따른 선형이동, 확대 및 축소, 회전, 포핑 등의 대형 변형을 위한 좌표 계산 사례를 소개한다. 각 변형 시 드론들의 좌표를 계산하기 위한 변형식과 이를 구현하는 프로그램 코드를 제시하고 계산된 결과를 드론 운용 툴에 적용하는 방법을 제시한다. 마지막으로 앞서 소개한 각 방법을 적용한 실제 수상드론의 공연장면을 소개하여 본 논문에서 구현한 프로그램 코드의 활용성을 확인하였다.

I. 서론

최근 드론에 대한 관심이 고조되면서 에너지원 탐사, 해양사고 수습, 위험세력 대응, 항만시설 관리, 해양 감시/정찰/방어 등의 분야에서 수중, 수상, 공중 로봇과 같은 해양로봇의 필요성이 제기되고 있으며, 관련 해법 중의 하나로서 해양환경인지를 위해 다수의 수중, 수상, 공중 로봇들로 구성된 이종협력네트워크를 활용하는 연구가 점차로 증가하고 있다[1,2]. 공연예술분야의 ICT 활용은 이미 연극, 뮤지컬을 포함하여 다양한 공연예술 장르에서 활용되고 있다. 특히, 시각적인 효과를 극대화 할 수 있는 영상 활용을 많이 하고 있는데 그 이유는 뮤지컬 공연에서 실제 무대 세트의 사용보다 영상이 편리하고 효율적 가치가 있기 때문이다[3].

미래 문화산업분야에서 드론은 드론저널리즘 실현, 공연도구 활용, 증강현실 게임, 키덜트문화 확대 등 다양한 분야에서의 활용도가 더욱 높아질 것으로 예상되고 있다. 공연 드론의 경우 드론에 스피커나 모니터를 띄워 공연 도구로 활용이 가능하고, 배우를 태운 드론이 자율비행하면서 공연의 완성도를 높일 수 있을 것으로 전망된다. 가격이 싼 완구용 드론시장의 확대에 따라 드론배틀 및 드론 레이싱 게임이 활성화되는 등 드론이 새로운 문화산업 시장을 창출할 수 있는 가능성을 높여주고 있다. 드론이 문화산업 분야 각 장르에서 활용되기 위해서는 기존의 문화콘텐츠를 차용하거나 새로운 스토리를 만드는 시도가 필요하다[4].

한편 국내외적으로 드론을 활용한 공연이 다양하게 시도되고 있으며 관객들에게 많은 호응을 받고 있다. 드론을 이용한 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 Element-wise 혹은 Vectorization

프로그래밍에서 동일한 연산을 반복 수행하는 경우에는 보통 반복문을 사용하게 된다. 이러한 방법에 비해서 차원을 기준으로 행렬 내에서 같은 위치에 있는 원소끼리 연산하는 방식을 Element-wise(요소별 연산) 혹은 Vectorization(벡터화)이라고 부른다. 신경망에서도 자주 다루어지는 방식으로 Python 언어에서는 Numpy 패키지[5]가 이러한 기능을 제공한다.

벡터화 연산을 사용하면 명시적으로 반복문을 사용하지 않고도 배열의

모든 원소에 대해 반복연산을 수행할 수 있고 연산 속도도 벡터화 연산이 훨씬 빠르다.

```
arr = np.array([[1.2, 2.1, 3.3], [4.1, 5.2, 6.3]])

# 반복문을 이용한 배열 연산
tX1 = np.array([])
tY1 = np.array([])
for i in range(3):
    tX1 = np.append(tX1, arr[0][i] * 3)
    tY1 = np.append(tY1, arr[1][i] * 2)

# Element-wise 연산
tX2 = arr[0] * 3
tY2 = arr[1] * 2
```

<그림 1> 반복문을 이용한 배열 연산과 Element-wise 연산

위 그림에서 제시한 코드의 실행 결과는 서로 같다. 코드에서 확인할 수 있듯이 Element-wise 연산이 훨씬 간결함을 알 수 있다. 본 논문에서는 대형의 변화된 좌표를 구하기 위하여 직관적이면서도 간결한 Element-wise 연산을 활용하였다.

2.2 대형 변형

수상드론을 이용한 공연에서는 각본마다 시작 시점의 대형(source)과 종료 시점의 대형(target)이 사전에 정의되어 있고 source에서 target에 이르기까지의 시간이 정해져있다. 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 수상드론이 운용되는 환경을 고려하여 2차원에서의 선형 변형 방법만 고려하였다.

2.3 MissionPlanner

드론의 자율 운항 방법중에 하나인 경로 비행을 위하여 다양한 툴을 사용할 수 있으나 본 논문에서는 MissionPlanner를 이용하였다. 아래의 그림은 해당 툴을 이용하여 드론의 대형과 시간의 흐름에 따라서 변화하는 좌표를 Waypoint로 지정하는 방법을 보여준다.



<그림 3> MissionPlanner를 이용한 경로주행 설정

MissionPlanner는 각 드론의 시간 간격별 Waypoint를 Dataframe 형태로 구성하여 외부 파일로부터 입력받을 수 있다. 아래의 그림에서 입력 파일의 일부를 확인할 수 있다.

logC WPL 110	0	1	0	16	0	0	0	35.8502124	129.3827099	-0.100000	1	
1	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	1
2	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61022380	129.37452030	100.000000	1	
3	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61025700	129.37481890	100.000000	1	
4	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61034010	129.37556070	100.000000	1	
5	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61037660	129.37588720	100.000000	1	
6	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61027840	129.37590470	100.000000	1	
7	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61024190	129.37557720	100.000000	1	
8	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61015870	129.37483330	100.000000	1	
9	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61012490	129.37453100	100.000000	1	
10	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61003600	129.37454170	100.000000	1	
11	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61008050	129.37484880	100.000000	1	
12	0	3	16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	35.61014360	129.37559370	100.000000	1	

<그림 4> MissionPlanner Waypoint 입력 파일

2.4 변형 연산

• 초기 위치

아래의 코드에서 배열 sCoords는 source 대형의 위도 경도이고 eCoords는 target 대형의 위도 경도로 울산시 북구 송정호수공원내이다.

```
sCoords=np.array([(129.374265, 129.37454825, 129.3747375, 129.37504875, 129.3753, 129.3752275, 129.3757465, 129.3756625, 129.376191),
(35.609795, 35.609645, 35.610134, 35.610035, 35.610473, 35.6100925, 35.610455, 35.6099175, 35.609818)])
eCoords=np.array([(129.374983, 129.374589, 129.374665, 129.374781, 129.374877, 129.374873, 129.375009, 129.375165, 129.375361),
(35.609992, 35.609936, 35.609828, 35.609224, 35.609168, 35.609112, 35.60906, 35.609, 35.608944)])
```

<그림 5> 초기 대형의 좌표 배열

• 선형 이동

하나의 드론이 source 대형에서 target 대형으로 이동하는 벡터의 요소는 아래의 식을 이용하여 구할 수 있다.

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

이 변형식을 이용하여 전체 10 frame 중에서 9번째 frame의 모든 드론의 위치를 구하는 코드는 아래와 같다.

```
dys = eCoords(0) - sCoords(0)
dys = eCoords(1) - sCoords(1)

mxCoords = sCoords(0) + dys * (8 / 9)
myCoords = sCoords(1) + dys * (8 / 9)
```

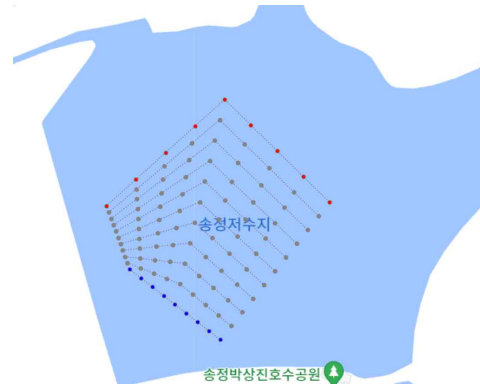
<그림 6> 한 frame에 대한 좌표 계산 코드

• 기타 변형

확대 및 축소, 회전, 모핑 변형 역시 주어진 변형식을 프로그램 코드로 작성하여 쉽게 목적하는 드론의 좌표를 계산할 수 있다.

• 변형 결과

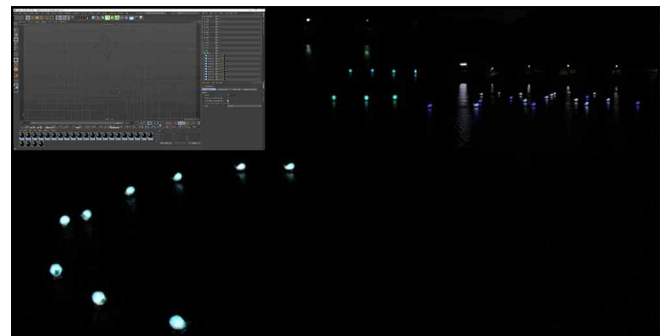
위 방식을 모든 frame에서 모든 드론의 좌표에 적용하여 계산하면 전과정에 대한 Dataframe을 얻을 수 있고 이 결과를 Waypoint 파일로 출력하면 MissionPlanner에서 자동으로 드론의 좌표를 설정할 수 있다. 다음 그림에서 빨간색 점은 시작 대형에서 각 드론의 위치이고 파란색 점은 종료 대형에서 각 드론의 위치이다. 중간에 있는 회색 점은 계산된 드론의 위치를 나타낸다.



<그림 7> 전체 frame의 드론 좌표 시각화

• 적용 사례

다음 그림은 본 논문에서 구현한 방법을 적용하여 군집 자율운항한 수상드론의 공연 장면이다.



<그림 8> 수상드론의 군집운항 공연 사례

III. 결론

본 논문에서는 수상드론을 이용한 공연에서, 시간의 흐름에 따른 선형 이동, 확대 및 축소, 회전, 모핑 등의 변형을 프로그램 코드로 계산한 사례를 소개하였다. 드론들의 중간 단계 좌표를 계산하기 위한 변형식이 프로그램 코드로 구현되는 과정을 제시하고 Numpy 패키지를 이용한 보다 직관적이고 간결한 기법과 계산된 전체 frame의 각 드론 좌표를 확인하기 위한 시각화도 소개하였다. 이렇게 계산된 결과를 드론 운용 툴인 MissionPlanner에 Waypoint 입력파일로 적용하는 방법도 소개하였다. 마지막으로 앞서 소개한 각각의 방법을 적용하여 실제로 공연한 수상드론 군집운항의 한 장면을 소개하여 본 논문에서 구현한 프로그램 코드의 활용성을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

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

참고 문헌

- [1] A. J. Healey, D. P. Horner, and S. P. Kragelund, "Collaborative unmanned vehicles for maritime domain awareness," Proceedings of the 2005 International Workshop on Underwater Robotics, Genoa, Italy (2005).
- [2] H.-S. Kim, and G. Cho, "Study on advanced development and application of micro marine robot for maritime domain awareness," ICIC Express Letters, Part B: Applications 7(3), 571-576 (2016).
- [3] 임영준, "4차 산업시대의 공연예술", 한국멀티미디어학회지, 제21권 제1호, 2017.6
- [4] 윤홍근, "드론의 문화산업분야 활용방안에 관한 연구", 디지털산업정보학회 논문지, 제11권 제4호, 2015.12
- [5] <https://numpy.org/doc/stable/user/basics.broadcasting.html>