



Received: 2024/05/28  
Revised: 2024/06/07  
Accepted: 2024/06/24  
Published: 2024/06/30

**\*Corresponding Author:**

**Dae-Seon Choi**

Tel: +82-2-820-0943

E-mail: sunchoi@ssu.ac.kr

# 시 기반 군집드론에 AR을 활용한 피아식별 연구

## The Identification Friend or Foe by Using Augmented Reality of AI-based Swarm Drone

김승우<sup>1\*</sup>, 최대선<sup>2</sup>

<sup>1</sup>해병대사령부 전투모의분석센터 M&S발전담당 사무관/  
송실대학교대학원 소프트웨어학과 박사과정

<sup>2</sup>송실대학교 소프트웨어학과 교수

Seung-Woo Kim<sup>1\*</sup>, Dae-Seon Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M&S development manager, Battle Simulation & Analysis Center, ROK Marine/  
Dept. of Software Doctorate Program, Soongsil University

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Software, Soongsil University

### Abstract

본 논문에서는 군집 드론을 이용한 새로운 활용을 통해 군집 드론 운용 기술의 발전이 기대된다. 국방혁신 4.0에 따른 유무인 복합체계에 군집드론을 활용한 기술을 제안하고, AR(augmented reality)을 활용한 적군 및 아군 식별 기법을 제시한다. 이 기법은 전장에서 드론이 효과적으로 적군을 식별할 수 있는 피아식별법 중 하나로, 드론에 장착된 카메라만을 이용하여 적군을 식별할 수 있다.

In this paper, the development of swarm drone operation technology is expected through new applications using swarm drones. We propose a technology using swarm drones for manned and unmanned complex systems in accordance with Defense Innovation 4.0, and a technique for identifying enemies and allies using AR (augmented reality) is presented. This technique is one of the PIA identification methods that allows drones to effectively identify enemy soldiers on the battlefield, and it can identify enemy soldiers using only the camera mounted on the drone.

### Keywords

군집 드론(Swarm Drone),  
증강현실(Augmented Reality),  
피아식별(Identification Friend or Foe),  
인공지능(Artificial intelligence)

### Acknowledgement

이 논문은 2024년도 한국해군과학기술학회  
하계학술대회 발표 논문임

## 1. 서론

우크라이나와 러시아의 전쟁은 2024년 현재 2년 넘게 계속되고 있다. 최근에 이러한 전쟁에서도 드론이 아주 유용하게 사용되고 있으며, 우크라이나 군대는 러시아와의 전투에서 다양한 임무를 위해 여러 종류의 드론을 사용해 왔다. Fig. 1은 우크라이나군이 드론 조종기에 부착된 스마트폰을 이용하여 키예프 외곽의 상공을 감시하고, 러시아군을 제거하기 위해 수색 및 탐지 용도로 매빅3 드론을 사용하고 있는 모습이다[1].



Fig. 1. Ukrainian military's DJI Mavic 3 bomb

또한 군에서의 드론 활용은 통신 기술의 발전과 4차산업혁명 관련 기술과 맞물려 과거에는 운용하기 힘들었던 군집 기술이 떠오르고 있다. 군집 기술을 드론에 접목시킨 군집드론 운용 기술은 드론의 새로운 활용성을 제시한다.

국방혁신 4.0에 따른 유·무인 복합전투체계로 미래에 군사적 의존도는 높아지고 있다. 이와 같은 미래전에 대비하기 위한 장비로서 드론에는 임무별로 많은 기능이 포함되어 있는데, 이때 중요한 기능 중 하나가 적군과 아군을 구별할 수 있는 능력이다[2].

우크라이나-러시아전에서 ‘Z’의 표식은 일차적으로 피아식별을 위한 것이라는 의견이 중론이다. 또한 전술작전수행을 위해 목적과 역할을 구별하기 위한 표식일 수도 있다.



Fig. 2. Letter Z for Russian armored vehicles

구별하는 방법에는 여러 기술이 있지만, 카메라 기능 하나만으로 인공지능 분석에 따른 증강현실 기법을 통해 적군과 아군을 구별할 수 있다.

## 2. 관련 기술

### 2.1 군집드론

군집드론은 단순히 다수의 드론을 운용하는 것이 아닌, 상호 네트워크로 연결되고 동기화하여 무리를 형성함으로써 각 드론의 행동을 일일이 명령하지 않고도 미리 정의된 알고리즘에 따라 행동하는 시스템을 일컫는다. 이전에는 알고리즘 구성의 어려움과 통신, 하드웨어 구축의 문제로 실제 비행에 적용하는 움직임은 드물었다. 하지만 최근 4차산업 기술의 발달로 인공지능, 통신, 소형 컴퓨터 기술이 발전하였고, 이에 따라 기존의 한계점이었던 군집 알고

리즘 계산과 하드웨어 구성의 문제가 해결되어 군집드론 기술에 관한 많은 연구가 진행되고 있다.



Fig. 3. Swarm drone

일례로 2018년 평양정상회담 중 능라도 5.1 경기장에서 공연된 ‘빛나는 조국’ 집단체조에서는 드론 군집비행이 하이라이트를 장식했다. 공연 초반 200여대 드론이 날아올라 ‘빛나는 조국’ 문구를 LED로 수놓았으며, 상당한 수준의 드론 하드웨어 및 소프트웨어 기술력을 보여줬다는 평가이다[3].



Fig. 4. Drone swarm flight during the Pyongyang Summit [4]

2019년에는 국내 기술로 100대의 드론을 동원한 군집비행이 성공했다. 한국항공우주연구원은 3.1절 100주년을 맞아 충남 천안 독립기념관에서 자체 개발한 ‘군집드론 비행기술’을 성공적으로 시연했다.



Fig. 5. Drone swarm flight conducted by Korea Aerospace Research Institute[5]

## 2.2 AR(augmented reality) 마커

텔로 에듀(Tello EDU) 모델에는 인텔사의 Myriad 머신비전 프로세서 VPU(vision processing unit)가 탑재되어 있어 인공지능, 화상처리 알고리즘과 결합하여 다양한 머신비전(computer vision) 응용 분야에 대한 개발 및 코딩 프로그램 개발이 가능하다. 머신비전의 한 분야인 AR 마커(marker) 인식과 이를 이용한다.

AR 마커란 바코드, QR코드와 같이 데이터를 포함한 패턴 이미지의 일종으로 다양한 종류의 마커가 사용되고 있다. AR 마커는 실제 현실을 촬영한 화상 위에 마치 실물이 있는 것처럼 증강현실 CG(computer graphic)를 조합하는 기술로 개발 키트를 이용하여 다양한 응용 프로그램의 제작이 가능하다.

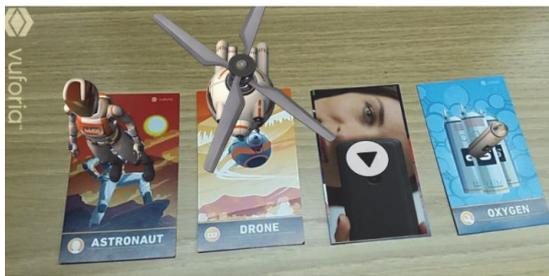


Fig. 6. Making various markers

## 3. 실험 환경

### 3.1 실험 준비

실험을 하기 위해 Fig. 7, Table 1과 같이 Python 2.7을 기반으로 드론(Tello EDU)과 AP(유무선공유기)를 준비한다.

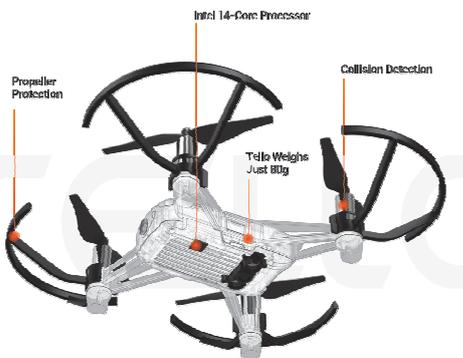


Fig. 7. Tello EDU[6]

Table 1. Development environment

Components	Specification
OS	Windows 10
Language	Python 2.7
H/W	Tello EDU, ipTIME A3004NS

### 3.2 텔로 에듀 사양

실험에 사용되는 텔로 에듀의 제원은 Table 2와 같다.

Table 2. Tello EDU specifications[7]

Components	Specification
Aircraft	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weight: 87 g</li> <li>Dimensions: 98 mm × 92.5 mm × 41 mm</li> <li>Propeller: 3 inches</li> <li>Built-in functions: range finder, barometer, LED, vision system, 2.4 GHz 802.11n Wi-Fi, 720p Live View</li> <li>Port: Micro USB charging port</li> </ul>
Flight performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Max. flight distance: 100 m</li> <li>Max. speed: 8 m/s</li> <li>Max. flight time: 13 min</li> <li>Max. flight height: 30 m</li> </ul>
Battery	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detachable battery: 1.1Ah/3.8V</li> </ul>
Camera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Photo: 5MP (2592x1936)</li> <li>FOV: 82.6°</li> <li>Video: HD720P30</li> <li>Format: JPG(photo); MP4(video)</li> <li>EIS: Yes</li> </ul>

## 4. 실험 결과

### 4.1 실험 설정

다수의 텔로 에듀를 컨트롤하기 위해서는 모든 기체와 클라이언트가 공통된 무선공유기에 접속해야 하는데 이때 텔로 에듀의 접속모드를 AP 접속모드에서 Station 모드로 변경해야 한다. 접속모드 변경은 파이썬을 이용하여 수행한다[8].

```

formation_setup.py - C:\telloedu\Multi-Tello-Formation-master\formatio...
File Edit Format Run Options Window Help
import socket
def set_ap(ssid, password):
    A Function to set tello in AP mode
    :param ssid: the ssid of the network (e.g. name of the Wi-Fi)
    :param password: the password of the network
    :return:
    my_socket = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM) # socket for s
    my_socket.bind(('', 8889))
    cmd_str = 'command'
    print('sending command %s' % cmd_str)
    my_socket.sendto(cmd_str.encode('utf-8'), ('192.168.10.2', 8889))
    response, ip = my_socket.recvfrom(100)
    print('from %s: %s' % (ip, response))
    cmd_str = 'ap %s %s' % (ssid, password)
    print('sending command %s' % cmd_str)
    my_socket.sendto(cmd_str.encode('utf-8'), ('192.168.10.2', 8889))
    response, ip = my_socket.recvfrom(100)
    print('from %s: %s' % (ip, response))
# example of setting Tello into command mode
# only works if server is connected to Tello Wi-Fi
set_ap('iptime24', 'kyu03145')
    
```

Fig. 8. Code of formation\_setup.py

이때 PC는 텔로 에듀의 WiFi에 직접 접속된 상태여야 한다.(AP 접속모드)



Fig. 9. Connecting PC to Tello EDU

윈도우 탐색기 주소창에서 “cmd” 명령어를 실행하여 명령 프롬프트 창을 활성화하고 formaton\_setup.py 파이썬 파일을 실행한다.

formation\_setup.py 파이썬 파일을 실행시키면 Fig. 10과 같은 메시지가 나타나며, 텔로 에듀가 재부팅될 때 AP 접속모드(직접 접속모드)가 Station 모드(공유기 연결모드)로 바뀌어 공유기에 우선 접속하게 된다.

```

C:\telloedu\Multi-Tello-Formation-master>python formation_setup.py
sending command command
from ('192.168.10.1', 8889): ok
sending command ap iptime24 kyu03145
from ('192.168.10.1', 8889): OK,drone will reboot in 3s
    
```

Fig. 10. Executing formation\_setup.py

4.2 실험

텔로 에듀 전원을 켜고 WiFi 접속창에서 텔로 에듀의 SSID에 접속한다. 파이썬 컨트롤 코드 Tello32.py 파이썬 파일은 명령 프롬프트 창에서 SDK 명령어를 키보드로 입력받아 UDP 통신을 통해 신호를 전송하여 기체를 컨트롤한다.

```

C:\Python27\python.exe
Tello Python3 Demo.
Tello: command takeoff land flip forward back left right
up down cw ccw speed speed?
end -- quit demo.
    
```

Fig. 11. Executing Tello32.py

명령 프롬프트 창에서 ‘command’를 입력하여 SDK 명령모드로 진입하면 노란색으로 점멸하던 LED가 초록색 혹은 보라색으로 바뀐다. 또한 정상적으로 텔로 에듀 WiFi에 접속된 상태라면 텔로 에듀에서 ‘OK’라는 회신 메시지를 보내온다. 이후 여러 가지 SDK 명령을 입력하여 텔로 에듀를 조종한다.

텔로 에듀의 자동비행을 테스트하기 전에 기체의 상태정보를 표시하기 위해 Fig. 12의 tello\_state.py 로 텔로의 전원을 켜고 WiFi 접속창에서 텔로 SSID에 접속한다. 주소창에 cmd를 입력하여 명령 프롬프트 창을 열고 명령어를 실행하여 다음과 같이 텔로의 상태정보 표시 프로그램을 실행시키고 기체를 움직여서 피치(pitch), 롤(roll), 요(yaw), 고도(h), 온도(templ), 속도(vgx), 배터리(bat), 가속도(agx) 등의 기체 상태정보가 제대로 표시되는지 확인한다.

```

명령 프롬프트 - python tello_state-r.py
Tello State:
mid:-1:
x:-100:
y:-100:
z:-100:
mpry:0.0,0:
pitch:-1:
roll:0:
yaw:0:
vgx:0:
vgy:0:
vgz:0:
templ:84:
temph:87:
tof:10:
h:0:
bat:86:
baro:27.39:
time:0:
agx:-21.00:
agy:-4.00:
agz:-999.00:
    
```

Fig. 12. Executing tello\_state-r.py

프린트 등의 활용을 위해 AR 마커를 생성한다. AR 마커 생산용 파이썬 프로그램 MakeMarker\_0to9.py 파일을 실행하여 0부터 9까지의 ArUco 마커 파일을 생성한다.

```
*MakeMarker_0to9.py - C:\telloedu\Tello-Python-master\Tello-AR\MakeMarker_0to9.py (2.7.15)*
File Edit Format Run Options Window Help
import cv2

aruco = cv2.aruco

dictionary = aruco.getPredefinedDictionary(aruco.DICT_4X4_50)

def main():
    for i in range(10):
        ar_image = aruco.drawMarker(dictionary, i, 150)
        fileName = "ar" + str(i).zfill(2) + ".png"
        cv2.imwrite(fileName, ar_image)

if __name__ == "__main__":
    main()
```

Fig. 13. Code of MakeMarker\_0to9.py

```
명령 프롬프트
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.2604]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\H4cker>cd C:\telloedu\Tello-Python-master\Tello-AR
C:\telloedu\Tello-Python-master\Tello-AR>python MakeMarker_0to9.py
```

Fig. 14. Executing MakeMarker\_0to9.py

프로그램을 실행하면 Fig. 15과 같이 ar00.png부터 ar09.png까지 모두 10개의 마커 이미지 파일이 생성된다.

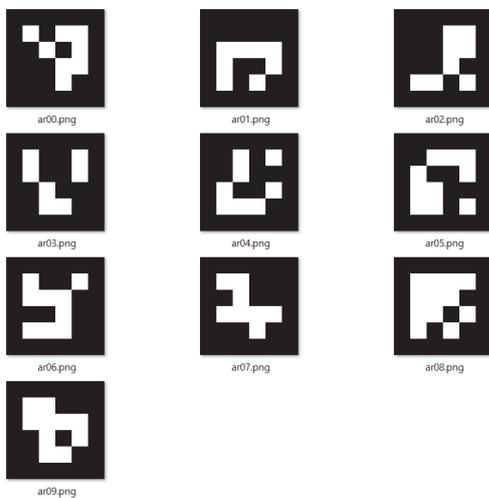


Fig. 15. AR marker image files

생성된 AR마커 이미지 파일에 다음과 같이 비행 동작을 할당하여 프린트하고 피아식별 이미지 파일만 AR 마커 카드를 만들어 텔로 에듀를 컨트롤한다. AR 마커 이미지 파일에 대한 명령은 ar00 = 이륙, ar01 = 착륙, ar02 = 상승, ar03 = 하강, ar04 = 좌회전, ar05 = 우회전, ar06 = 적군, ar07 = 아군, ar08 = 좌이동, ar09 = 우이동이다.

### 4.3 실험결과

앞의 절차가 완료되면 탱크에 부착된 AR 마커에 따라 ar06일 경우 적군 탱크로 인식하여 접근하고, ar07일 경우 아군으로 확인하고 뒤로 이동한다.

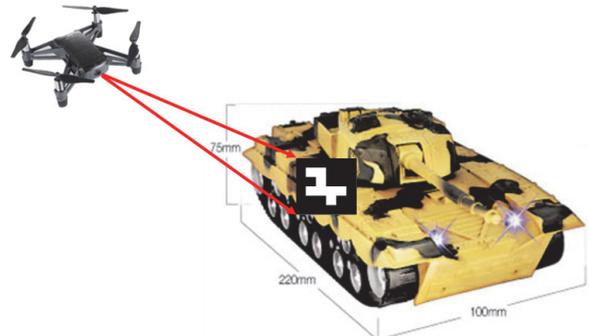


Fig. 16. Ally identification using AR markers

## 5. 결론

본 논문에서는 차세대 AI 기반 군집 드론이 활용할 수 있는 적군 및 아군 식별 수단으로서 AR 마킹을 이용한 기법을 제안하였다.

기존의 드론이 이용하는 구별법은 아군 구별에 주안점을 두었기 때문에 경계 및 시각적인 것에 적합하였으나 적을 능동적으로 찾아 섬멸하는 데에는 한계가 있었다. 그렇기 때문에 본 논문의 제안은 드론이 보다 능동적인 임무 수행에 필요한 기능을 추가시키기 위함이었고 이를 위해 적을 식별하는 데 주안점을 두었다.

하지만 본 기법은 AR 마킹을 토대로 식별하는 방법이기 때문에 적들이 장애물 등에 은폐·엄폐하는 경우, 적들의 몸을 수풀로 위장했을 경우 등 여러 가지 상황에 대해서는 취약점을 보인다. 따라서 향후 다양한 전장 상황에서도 식별이 가능한 방법을 추가적으로 개발해야 할 것이다.

## 참고문헌

[1] Chosun Ilbo. China's Commercial Drones Became Weapons of Attack on Ukraine. [Internet]. Available: [https://www.chosun.com/politics/politics\\_general/2022/06/12/M2JVYV5QB5BGH06Z2ZL3LYLOUE/?utm\\_source=naver&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=naver-news](https://www.chosun.com/politics/politics_general/2022/06/12/M2JVYV5QB5BGH06Z2ZL3LYLOUE/?utm_source=naver&utm_medium=referral&utm_campaign=naver-news).

- [2] W. H. Huh, E. J. Koo, E. Y. Cha, "IFF Technique Using the Color of Military Uniform," Proceedings of the Korea Computer Information Society Winter Conference, Vol. 21 No. 1 2013.
- [3] Electronic Times. Pyongyang Summit, Drones that Appeared in Collective Gymnastics, Equipped with Basic North Korean ICT skills. [Internet]. Available: <https://www.etnews.com/20180920000322>.
- [4] B. Kim, K. S. Kim, "A Study on Military Utilization of Swarm Drones," Defense and Technology 2021.
- [5] Gyeongin Daily. A Group Flight of 100 Drones at the Korea Aerospace Research Institute's Independence Hall. [Internet]. Available: <http://www.kyeongin.com/main/view.php?key=20190225010007886>.
- [6] DJI. Tello EDU. [Internet]. Available: <https://www.dji.com/kr>.
- [7] Ryze Tech, Tello EDU SDK 2.0 User Guide. [Internet]. Available: <https://dl-cdn.ryzerobotics.com/downloads/Tello/Tello%20SDK%202.0%20User%20Guide.pdf>.
- [8] H. J. Kim, T. H. Kim, H. H. Woo, B. Y. Buyuk, I. S. Seo, Tello Edu TT Drone Coding A to Z, 3th ed. Gumi Library, 2022.