

## 포병의 사격지원을 위한 정보수집용 캔위성의 구현

이정훈<sup>1\*</sup>, 신준섭<sup>1</sup>, 곽지후<sup>1</sup>, 박하늘<sup>1</sup>, 권동한<sup>2</sup>  
한국과학영재학교<sup>1</sup>, 하나고등학교<sup>2</sup>

## Implementation of CanSat for Information Gathering To Support Artillery Fire

Jeonghun Lee<sup>1\*</sup>, Jun Seob Shin<sup>1</sup>, Ji Hoo Gwak<sup>1</sup>, Ha Neul Park<sup>1</sup>, Ryan Donghan Kwon<sup>2</sup>**Key Words** : CANSAT, Satellite, Military use, Measurement, Image Processing, ESPCN

## 서론

정확한 기상과 지상 상황 파악은 포병의 사격 정밀도인 원형 공산 오차(CEP)에 지대한 영향을 준다. 포탄은 날아가면서 항력 등 다양한 힘을 받고 이는 기상 상황에 따라 값이 바뀌기에 기상 상황을 바탕으로 초탄 발사 후 탄착군을 관측해서 더 정확한 차탄 사격을 해야 한다. 하지만 지상 상황과 탄착군의 관측은 교전 중에 힘들기에, 적의 갑작스러운 도발이 있다면 파악하기 어렵다. 이에 따라 자주포에 탑재하여 신속한 전개가 가능한 형태의 정보 자산의 필요성이 대두된다고 사려되었다.

캔위성은 그 크기가 작고 소음이 적기 때문에 UAV 형태의 정보자산보다 생존성이 높으며, 제품의 단가가 저렴하기 때문에 경제성도 뛰어나다. 또한 로켓 형태의 발사체나 자주포에 탑재해서 발사한다면 포탄의 궤적의 기상정보를 신속하고 용이하게 수집할 수 있을 것이다. 따라서 본 팀은 기상과 지상 상황의 정보를 수집하고 분석할 수 있는 정보수집용 캔위성을 구현해 보고자 한다.

## 임무 목표

본 팀에서 캔위성을 사용하여 이루고자 하는 임무 목표는 다음과 같다.

1. 온습도, 공기 밀도 데이터를 기록하고 수집한다.
2. 풍향과 풍속 데이터를 기록하고 수집한다.
3. 캔위성의 위치와 고도 정보를 수집하고 기록한다.
4. 지상 상황을 촬영하고 분석한다.

## 설계 및 제작

## 설계 - 풍속 및 풍향의 측정

풍속의 측정은 피토관(Fig.1)을 통하여 이루어진다. 피토관을 각각 4방위 별로 배치해 각 방향에서의 풍속을 측정한 다음, 각 풍속의 벡터 합을 계산해 풍속과 풍향을 산출하는 것이다. 이때 피토관은 차압 센서를 사용해 식 (1)로 풍속을 측정한다.

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (m/s) \quad (1)$$

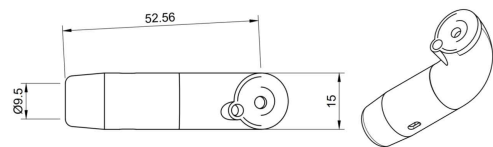


Fig. 1. Pitot Tube (mm)

## 설계 - 공기 밀도와 온습도의 측정

$$\rho = \frac{P_T - e^{-\frac{\Delta H_{vap}}{8.314}(\frac{1}{T} - \frac{1}{373})} \frac{a}{100}}{286.8543434 T} + \frac{e^{-\frac{\Delta H_{vap}}{8.314}(\frac{1}{T} - \frac{1}{373})} \frac{a}{100}}{462.207327 T}$$

(2)

온습도 센서를 설치해 식(2)을 이용하여 공기 밀도를 측정하도록 했다.

## 설계 - 영상 처리 및 분석

카메라를 통해 수집한 지상영상의 OpenCV 또는 머신러닝-딥러닝을 이용한 분석의 정밀도 향상을 위하여 Single Image Super Resolution (이하 Super Resolution, SR)를 사용하여 지상영상 화질을 향상하고자 하였다. 본 팀은 Shi, 2016[1]에 의해 제안된 ESPCN (Efficient Sub-Pixel CNN) SR 모델을 일부 변형하여 사용하였다. 위 논문에서 제안된 바와는 달리 하이퍼볼릭 탄젠트 함수 (tanh) 대신 ReLU 함수를 활성화 함수로 사용하였으며 한개의 층을 추가하여 적은 epoch의 학습만으로 나은 성능을 도출할 수 있도록 했다.

해당 모델(Table 1)은 범용적인 SR 구현에 사용될 수 있지만, 본 팀은 항공우주분야 도메인에 한정되어 모델을 이용할 계획에 있어 한국항공우주연구원에서 공개한 위성영상 객체판독 데이터셋의 위성영상 데이터를 사용하여 모델의 학습을 진행하였다.

Table 1. Main module

```
def get_model(upscale_factor=3, channels=1):
    conv_args = {
        "activation": "relu",
        "kernel_initializer": "Orthogonal",
        "padding": "same",
    }
    inputs = keras.Input(shape=(None, None,
    channels))
    x = layers.Conv2D(64, 5,
    **conv_args)(inputs)
    x = layers.Conv2D(64, 3, **conv_args)(x)
    x = layers.Conv2D(32, 3, **conv_args)(x)
    x = layers.Conv2D(channels *
    (upscale_factor ** 2), 3, **conv_args)(x)
    outputs = tf.nn.depth_to_space(x,
    upscale_factor)
    return keras.Model(inputs, outputs)
```

해당 데이터에 Python 이미지 처리에 범용적으로 사용되는 Pillow 라이브러리의 BICUBIC Resample Filter를 사용하여 도출한 LR(Low Resolution)데이터를 모델 입력으로, 원본 HR(High Resolution)데이터를 모델 출력으로 사용하여 학습을 진행하였다. (Fig. 2)

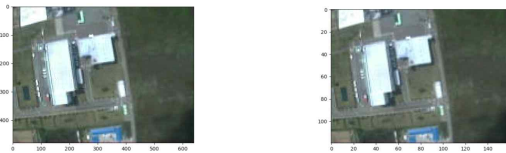


Fig. 2. 160x120 to 640x480 image

제작 - 캔위성의 주요 부품과 위치(Table 2, Fig. 3) 캔위성이 운용하는 주요 센서는 총 3종으로, 피토관의 차압, 온습도, 기압을 측정한다. 이 센서들을 운용하기 위하여 메인 프로세서로 Arduino Nano가 사용되며, 이 Nano 보드는 캔위성의 ATMEGA128과 UART 통신으로 연결되어 지상으로 정보를 송신한다.

Table 2. Main components of CANSAT

부품	부품명
차압센서	53A003H2211
온습도 센서	SHT-85
기압센서	BMP 390
프로세서	Arduino nano
카메라	SCAM30TTL
블루투스 모듈	ESD110V2
GPS 모듈	KGM4646XS4

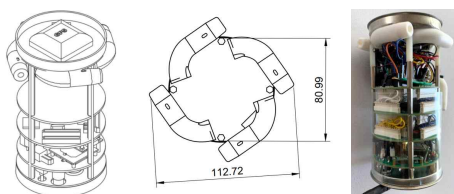
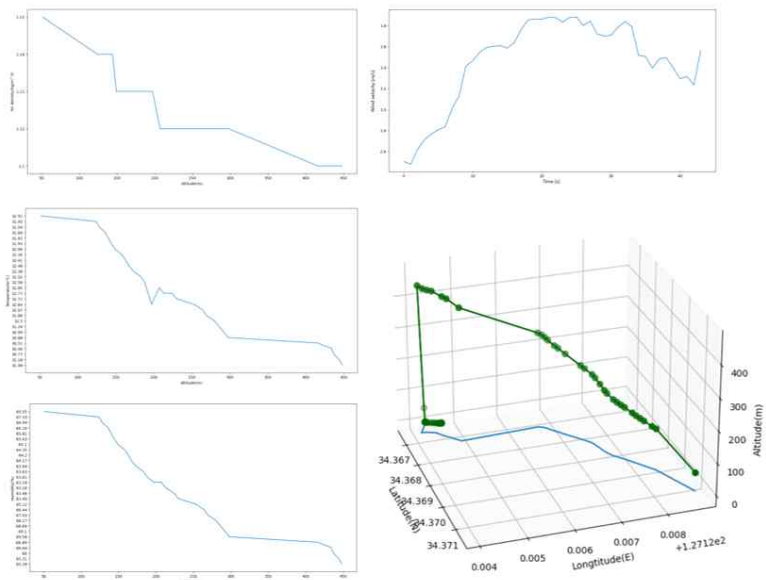


Fig. 3. CANSAT structure

## 임무 및 운용

대회 당일 로켓을 사용하여 520m 상공에서 캔위성을 전개시켰다. 풍속 측정시 피토관 하부의 구멍으로 공기가 유입되어 오염된 데이터를 식(3)을 사용하여 정확한 차압 값으로 보정시켰다. 이때  $\theta$  값은 IMU로 측정하였다. 발사 직후부터 착륙까지의 수신된 주요 운용데이터는 Fig. 4와 같으며 풍향은 남서풍이었다.

$$\frac{1}{2} \rho v_{wind}^2 - C_1 v_{down} \cos(\theta) s = \frac{(\Delta P)^2 \rho}{2} \quad (3)$$

Fig. 4.  $\rho_{air}(kg/m^3)$ ,  $v_{wind}(m/s)$ ,

Humidity(%), Temperature (°C) by altitude and location

이에 따라 정보수집용 캔위성이 정상적으로 작동하는 것을 확인 할 수 있었다.

## 후 기

본 연구는 과학기술정보통신부가 주최하고 KAIST 인공위성연구소에서 주관하는 “2022 캔위성 체험·경연 대회”의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1) Wenzhe Shi, Jose Caballero, Ferenc Huszar, Johannes Totz, Andrew P Aitken, Rob Bishop, Daniel Rueckert, and ZehanWang. Real-time single image and video super-resolution using an efficient sub-pixel convolutional neural network. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 1874-1883, 2016.