

# 클라우드 서비스 기반 저비용 위성 기지국 설계 및 데이터 수신 시스템 개발

배준영, 윤경호, 방형기, 최우열

조선대학교

{bjy5420, cp4563, qkdgudr112345, wyc}@chosun.ac.kr

## Development of Cloud Service-Based Low-Cost Satellite Ground Station and Data Reception System

Junyeong Bae, Gyeongho Yun, Hyunggi Bang, Wooyeol Choi

Chosun University

### 요약

본 논문은 위성 데이터 수집 시스템의 설치 및 운영 비용과 데이터 수집의 어려움을 극복하기 위해, 클라우드 서비스 기반의 저비용 위성 기지국 설계 및 데이터 수집 시스템을 구현한다. Raspberry Pi 4, AWS(Amazon web service)와 저가형 V-dipole 안테나를 활용하여 위성 데이터의 신호 및 관측 이미지 수집하고, AWS를 활용하여 해당 이미지를 클라우드 시스템에 저장하는 것을 목표로 한다. 시스템 구동 및 평가를 통해, 수신된 다양한 이미지를 AWS의 s3 Bucket에 저장할 수 있는 시스템을 개발 및 운영할 수 있음을 확인하였다.

### I. 서론

최근 위성통신 기술은 IoT(Internet-of-Things) 기술의 발전과 함께 다양한 기후 인공위성들이 개발되고 있다. 특히, NASA, SpaceX, 한화에어로스페이스와 같은 항공 우주 관련 회사의 협업을 통해 인공위성 기술의 발전이 가속화되고 있다 [1]. 그러나, 인공위성 신호를 수신 및 디코딩하기 위해 위성 수신국 설비가 요구되며, 구축 및 운용으로 인한 한계를 지닌다. 이를 개선하기 위해, 최근 아두이노 장치와 같은 소형 컴퓨팅 장치를 기반으로 지상 기지국을 개발하는 연구가 활발히 수행되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 Raspberry Pi 4와 V-dipole 안테나를 이용하여, 기상 위성의 RF (Radio Frequency)를 수집하는 소형 기지국을 설계한다. 이후, 수신된 신호를 디코딩하여 생성된 이미지를 AWS(Amazon Web Service)의 s3 bucket을 이용하여 이미지를 저장, 제공하는 시스템을 설계 및 구현한다.

### II. 본론

#### 2.1 위성 신호 수집 및 처리를 위한 소형 위성 기지국 설계

본 논문에서는 위성 데이터 신호를 수집 및 처리하기 위해 Raspberry Pi 4와 무선통신 하드웨어인 RTL-SDR(Software-Defined Radio), V-dipole 안테나를 활용한다. 그림 1은 본 논문에서 활용되는 V-dipole 안테나의 설계도를 의미한다. 이때, 수직으로 편파된 모든 지상파 신호를 20dB 감소시켜 주파수의 영향을 줄이고, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 위성의 기상 데이터 신호를 효과적으로 수신하기 위해 안테나가 수평으로 편파 되도록 정렬하였다 [2]. 또한, 안테나의 길이는 NOAA 기후 위성 RF 주파수 137MHz에 대한 공진 주파수를 가질 수 있도록 53.4cm로 설정하였으며 수신 범위를 늘리기 위하여 안테나의 각도를 120°로 설정하였다. 나아가, 안테나와 RTL-SDR을 동축 케이블로 연결하여 Raspberry Pi로 RF 신호 데이터를 송신할 수 있도록 구현하였다.

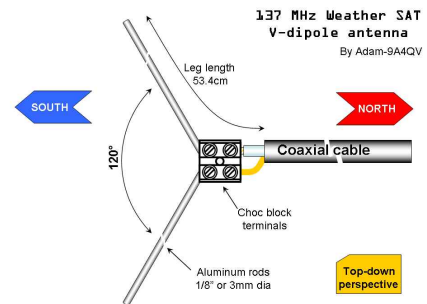


그림 1. V-dipole 안테나의 형태 구성

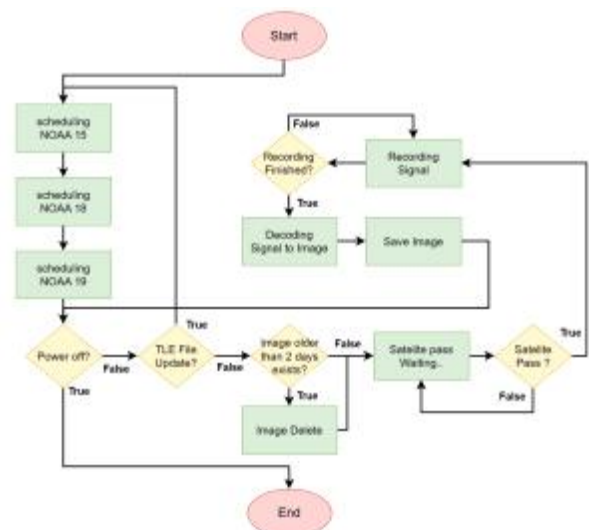


그림 2. 위성 데이터 수신 시스템 흐름도

그림 2는 본 논문에서 설계한 Raspberry Pi 4 기반 위성 수신 및 처리 지상국 시스템의 흐름도를 나타낸다. 쉘 스크립트를 통해 지속적으로 weather TLE (Two Line Element) data 파일 업데이트를 수행하며, NOAA 위성이 통과할 때 Satdump 프로그램을 통하여 137MHz RF 신호

를 수신한다. 이후, 수신된 신호는 wxtoimg 프로그램을 통해 디코딩하여, 복호된 이미지를 저장한다. 이때, 시스템 운용 간에 발생할 수 있는 저장 장치 메모리 초과를 방지하기 위해, 셸 스크립트를 통해 2일이 지난 이미지는 자동 삭제되도록 구현하였다 [3].

### 2.2 AWS 기반 이미지 저장 클라우드 구축

본 논문에서는 Raspberry Pi 4에 저장된 위성 이미지를 다양한 분야에서 활용할 수 있도록 AWS의 s3 bucket을 활용한다 [4]. s3 bucket은 해당 이미지를 제공하기 위해 public access 차단을 해제하여 접근할 수 있도록 설정하며, 해당 버킷 정책 중 s3:GetObject 작업을 허용하여 url을 통해 이미지를 내려받을 수 있게 설정한다. 또한, AWS의 IAM (Identity and Access Management)와 python의 boto3 라이브러리를 활용하여 리소스에 접근할 수 있는 사용자를 생성하고, 이미지를 업로드 하도록 처리한다 [5].

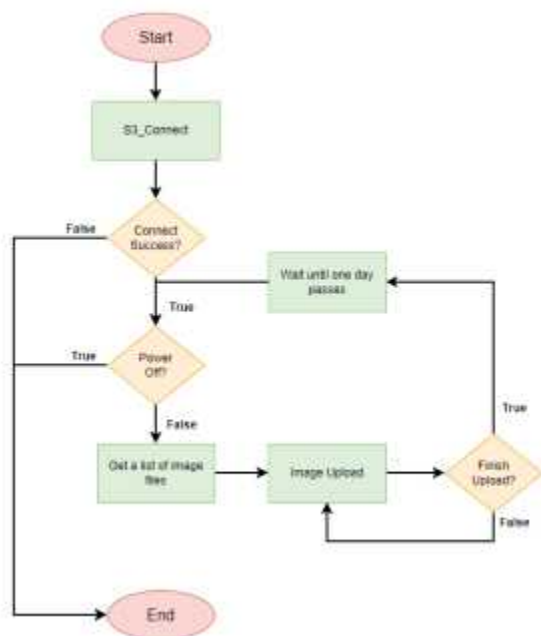


그림 3. 위성 관측 이미지 처리를 위한 AWS 기반 클라우드 프로세스

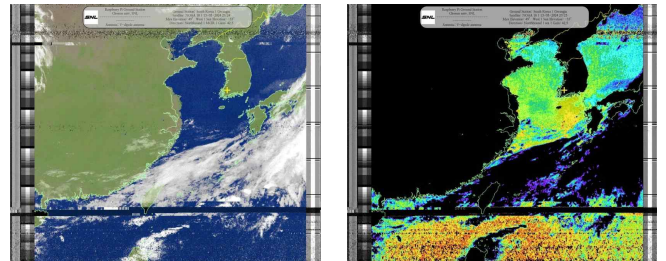
그림 3은 Raspberry Pi 4 기반 소형 지상국에서 AWS의 s3 bucket에 이미지를 저장하기 위한 프로세스를 나타낸다. 시스템 실행 시, AWS의 IAM을 통해 생성된 사용자의 access key와 secret access key를 통해 기존에 생성된 AWS의 s3 bucket에 연결한다. 이후, 위성 이미지가 저장된 폴더에 접근하여 해당하는 이미지 파일 이름을 담은 리스트를 생성하고 s3 bucket에 데이터 업로드를 수행한다. 본 연구에서 다루는 NOAA 위성은 하루에 평균 2번 우리나라 지역을 지나므로, 불필요한 오버헤드를 줄이기 위해 하루에 1번 s3 bucket에 데이터를 업로드 하도록 설정한다.

### 2.3 소형 위성 지상국 및 데이터 수집 시스템의 성능 분석

해당 그림 4는 본 논문에서의 AWS의 s3 bucket에 저비용 위성 지상국이 수신한 NOAA 위성 이미지가 업로드된 결과를 나타낸다. 그림 4를 통해, AWS의 s3 bucket과 개발된 저비용 위성 지상국이 수신한 이미지를 업로드 할 수 있음을 확인하였다. 나아가, 그림 5는 개발된 저비용 위성 지상국이 수신한 위성 이미지를 보여 준다. 해당 그림을 통해, NOAA 위성이 송신한 RF 신호를 수신하기 위해 개발된 저비용 위성 지상국이 성공적으로 작동함을 확인하고, 이 신호를 wxtoimg 프로그램을 통해 디코딩 후 다양한 기후 위성 이미지를 생성할 수 있음을 확인하였다.



그림 4. AWS s3 Bucket 기반의 NOAA 이미지 스토리지



(a) NOAA 18 MCIR

(b) NOAA 18 sea

그림 5. 소형 지상국의 수신 데이터 기반 위성 관측 이미지

## III. 결론

본 논문에서는 AWS 및 저비용 위성 지상국을 활용한 위성 데이터 수집 시스템을 설계 및 구현하였다. 실험 결과를 통해, 저비용 위성 지상국과 AWS를 결합하여 NOAA 위성을 통한 다양한 기후 이미지 데이터를 수집할 수 있음을 확인하였다. 추후, 개발된 시스템을 바탕으로 후속 연구를 통해 다양한 안테나 테스트를 통한 성능 비교 및 여러 위치에 위성 지상국들을 설치하여 데이터 수집을 확장할 예정이다. 또한, 수집된 이미지를 Denoising AI를 통해 이미지에 포함된 noise를 제거 후 기후 예측 AI 개발을 위한 빅데이터 클라우드 서비스를 개발 및 구현을 수행할 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2021R111A3050535).

## 참고 문헌

- [1] 이정호, 윤보열, 김윤수, 임덕원, 허문범, 이병선 “인공위성 활용 분야 기술 발전 현황 및 전망” 한국항공우주학회지(JKSAS) vol. 44, no. 8, pp. 728-740, August 2016.
- [2] RTL-SDR, SIMPLE NOAA/METEOR WEATHER SATELLITE ANTENNA: A 137 MHZ V-DIPOLE(2017), Retrieved March 5, 2024, from <https://www.rtl-sdr.com> (<https://www.rtl-sdr.com/simple-noaameteor-weather-satellite-antenna-137-mhz-v-dipole/>)
- [3] jekhokie, raspberry-noaa-v2(2021) Retrieved March 20, 2024, from <https://github.com/> (<https://github.com/jekhokie/raspberry-noaa-v2>)
- [4] AWS(Amazon Web Service), Amazon Simple Storage Service Documentation(2024) Retrieved April 4, 2024, from <https://docs.aws.amazon.com> (<https://docs.aws.amazon.com/s3/>)
- [5] AWS(Amazon Web Service), AWS Identity and Access Management Documentation(2024) Retrieved April 10, 2024, from <https://docs.aws.amazon.com> (<https://docs.aws.amazon.com/iam/>)