

원자력 시설의 부지 정보 변경 사항 확인을 위한 인공위성 이미지 분석

윤성호^o

^o한국원자력통제기술원
e-mail: shyoon@kinac.re.kr^o

A Satellite Image Analysis to Identify Changes in Site Information for Nuclear Facilities

Sung-Ho Yoon^o

^oKorea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control

● 요약 ●

본 논문에서는 인공위성 이미지 비교 알고리즘을 설계하여 국제원자력기구(IAEA)와의 안전조치협정 추가의정서에 따른 원자력 시설 부지 정보의 변동 사항을 검출하는 시험을 수행하였다. 구글 어스에서 특정 장소에 대해 촬영 시간이 다른 인공위성 이미지를 얻어 시험 데이터로 사용하고 본 논문에서 개발한 5단계 이미지 비교 알고리즘을 구동한 결과 추가되거나 사라진 건물을 추적할 수 있었다. 향후 알고리즘 성능에 중요한 역할을 하는 검출 조정값(역치) 자동 도출 기능 및 이미지 전처리 프로세스를 개선한다면 대량 이미지 분석이 필요한 업무에 활용할 수 있을 것이다.

키워드: 인공위성 이미지(Satellite Image), 이미지 비교(Image Comparison)

I. Introduction

우리나라는 국제원자력기구(IAEA)와 체결한 안전조치협정 추가의정서[1] 제2조 a항 iii (건물 및 부지) 항목을 이행하기 위해 매년 말일을 기준으로 우리나라 원자력 시설의 부지 정보 변동 사항을 IAEA에 보고하고 있다.

원자력 사업자가 신고한 부지 정보를 검증하기 위해 한국원자력통제기술원 안전조치실에서는 매년 10명 내외의 검사원을 2~3일간 현장 파견하고 있어 업무 난이도에 비해 많은 인력을 투입하고 있다.

이에 따라 업무 효율 및 검증 능력 향상을 위해 구글 어스[2]에서 제공하는 기간별 인공위성 이미지를 비교해 자동으로 변동 사항을 검출하는 오픈 소스 기반 이미지 분석 방법론을 도출하였다.

Table 1. Development Environment

Software	Function
Windows 11 pro 64bit	Operating System
Python 3.11.5	Programming Language
OpenCV-python 4.8.1.78	Image Processing Library
Numpy 1.25.2	Numerical Computing Library

본 논문에 사용된 테스트 이미지는 구글 어스 프로에서 한국원자력통제기술원을 검색하고 2018년과 2020년 인공위성 사진을 각각 다운로드한 jpg 파일이다.

II. Method

1. Development Environment

이미지 비교 분석을 위한 시스템 환경은 표 1과 같다.

2. Image Processing Model

그림 1과 같이 원자력 시설에 대한 인공위성 이미지 비교 분석 모델을 5단계로 구성하고 파이썬 코드를 이용해 구현하였다.

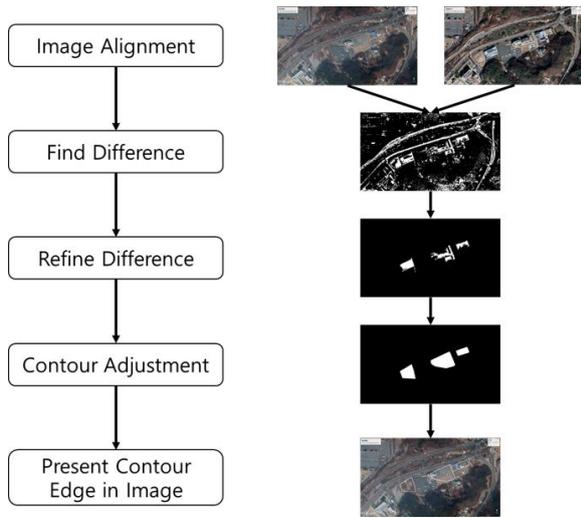


Fig. 1. The Process of Image Difference Recognition

1단계 이미지 정렬: 동일한 위치에 대한 위성사진이라도 촬영 각도가 미세하게 차이 나기 때문에 사진의 형태가 다르게 나타난다. 이를 8개의 매개변수를 가진 형태 변환 모델을 사용하여 일치시킨다.

2단계 차이점 도출: 정렬시킨 두 이미지의 차이점을 비교하기 위해 그레이 스케일 이미지로 변환시킨 후 기준값 이상의 명도(Contrast) 차이를 가지는 화소를 추출한다.

3단계 차이점 정제: 2단계에서 도출한 차이점을 나타내는 화소들에서 윤곽(Contour)을 생성하고 윤곽의 면적, 형태, 둘레 길이, 연결 여부 등의 역치(Threshold) 조건을 설정해 검출 대상에 대한 윤곽만 추출한다.

4단계 윤곽선 조정: 3단계에서 도출한 검출 대상 시실 윤곽을 사용자가 구분하기 쉽도록 단순화된 윤곽으로 조정한다.

5단계 윤곽선 표기: 기존 이미지에 4단계에서 도출한 윤곽선을 표기하여 최종 산출물을 생성한다.

III. Result

본 논문에서 제안한 이미지 비교 분석 모델을 테스트 이미지에 적용한 결과는 그림 2와 같이 흰색 테두리로 표시한 부분으로 나타났다.



Fig. 2. Comparison Result

건물 이미지를 검출하기 위한 역치는 윤곽의 면적과 둘레 길이 범위를 설정하여 조정하였다. 역치가 작아지면 작은 건물도 찾을 수 있지만 노이즈가 커지고 역치가 커지면 원하는 대상을 검출할

수 없었다. 따라서 사용자가 찾고자 하는 대상의 역치 범위를 파악해야 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

역치 민감도를 낮추기 위해서는 이미지 조정 단계에서 대비값 조정과 같은 추가적인 기법을 사용하여 날씨나 계절의 차이에 따라 나타나는 도로, 나무와 같은 객체를 제거해야 할 것으로 보였다.

IV. Conclusions

본 연구에서 제안한 위성 이미지 비교 분석 모델을 사용해 시험 이미지를 분석한 결과 사용자가 이미지 검출 역치를 조정함으로써 업무에 활용 가능한 수준의 결과를 얻을 수 있었다.

향후 검출하고자 하는 대상에 따라 역치를 자동으로 최적화 하는 알고리즘 및 날씨와 계절의 영향을 제거하는 알고리즘을 추가한다면 다른 분야에서도 대량 이미지 분석에 활용할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] Protocol Additional to the Agreement between the Government of the Republic of Korea and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons
- [2] Google, <http://earth.google.com/web/>
- [3] OpenCV, <https://opencv.org/>