

Editorial

국토관측위성영상 처리 및 활용기술 연구개발 현황

김태정 ^{1)†}

Current Research and Development Status for CAS 500-1/2 Image Processing and Utilization Technology

Taejung Kim ^{1)†}

Abstract: CAS(Compact Advanced Satellite) 500-1 satellite and its follow-up, CAS 500-2, are scheduled to be launched in 2021. For these satellites, a research project on ‘CAS 500-1/2 Image Acquisition and Utilization Technology Development’ has been carried out. This paper summarizes publications carried out under the project, papers presented within this special issue and contributions of the project.

Key Words: CAS 500-1/2, satellite ground station, orthoimages, object extraction, change detection

요약: 2021년에 발사예정인 국토관측위성의 처리와 활용을 위한 ‘국토위성정보 수집 및 활용기술개발’ 과제가 2018년 7월부터 시작되어 2020년 12월에 종료예정이다. 본 논문에서는 그 동안 상기 과제를 수행하며 발표한 논문들과 본 특별호에 수록한 논문들을 소개하고 과제의 성과에 대해서 간략히 정리하고자 한다.

1. 서론

우주산업발전과 위성영상 활용수요 충족의 목적을 가지고 진행되고 있는 차세대중형위성 시리즈의 첫번째 위성프로그램으로 국토관측위성 1호기와 2호기가 2021년에 발사예정이다. 국토관측위성 1호기 및 2호기는 50 cm 해상도의 전정색밴드, 2 m 해상도의 다중분광밴드를 가진 고해상도 위성영상을 12 km의 촬영폭으로 취득할 수 있는 동일한 사양을 가지는 위성이다. 이 위

성의 주 활용부서는 국토교통부이며 국토지리정보원 내에 국토위성센터가 설립되어 국토관측위성의 활용을 담당하게 될 예정이다.

국토관측위성영상의 활용을 위한 연구개발과제로 ‘국토위성정보 수집 및 활용기술 개발’ 연구과제가 2018년 6월에 시작되어 2020년 12월까지 진행되고 있다. 이 연구과제는 인하대학교를 주관연구기관으로 하고 상지대학교를 협동연구기관으로 하여, 건국대학교, 경남대학교, 경북대학교, 남서울대학교, 서울시립대학교, 충

Received October 22, 2020; Revised October 22, 2020; Accepted October 26, 2020; Published online October 28, 2020

¹⁾ 인하대학교 공간정보공학과 정교수 (Professor, Department of Geoinformatic Engineering, Inha University)

[†] Corresponding Author: Taejung Kim (tejid@inha.ac.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

북대학교, 한국해양대학교 등 총 9개 대학교와 (주)공간정보기술, (주)범아엔지니어링, (주)신한항업, (주)쓰리디랩스, (주)중앙항업, (주)지오씨앤아이, (주)지인컨설팅, (주)한컴인스페이스 등 8개의 전문기업, (주)썬트랙아이, 픽소니어(주), (주)가이아쓰리디 등 3개의 시제품개발기업이 참여하고 있다. 이 사설에서는 그동안 상기 연구과제에서 수행하였던 연구개발 성과들과 본 특별호에 수록된 논문들을 간략히 소개하고자 한다.

2. 국토관측위성영상 처리 및 활용기술 개발 현황

국토관측위성영상의 활용성을 높이기 위해서는 원시 위성영상에 존재하는 기하학적 왜곡과 기복변위를 제거한 정밀정사영상의 제공여부가 가장 중요한 과업으로 식별되어 본 연구과제에서는 자동으로 정밀정사영상을 생성할 수 있는 기술개발에 주력해왔다. 이를 위해서 자동기준점 추출기술(Shin *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2019a)과 자동기준점을 통해서 얻을 수 있는 정밀센서 모델링의 정확도 분석(Yoon *et al.*, 2018), 북한지역의 기준점 구축방안(Lee and Yoon, 2019)이 발표되었다. 남한지역의 경우는 자동기준점 추출을 위해서 25cm급 항공컬러정사영상과 국토관측위성영상 간의 영상정합이 필요하여(Shin *et al.*, 2018) 2m 해상도의 다중분광밴드를 전정색밴드와 합성하여 50cm 해상도의 컬러영상을 만드는 영상융합기술(Park *et al.*, 2019b)이 개발되었다. 아울러 향후 국토관측위성영상에 적용하기 위한 대기보정기술(Lee, 2019)이 연구되었다.

한편, 국토관측위성영상을 다양한 분야에 활용하기 위해 객체추출과 토지이용분류에 대한 연구개발이 진행되었다. 국토관측위성에 적용하기 위한 객체추출 프로세스(Lee *et al.*, 2018), 위성영상으로부터 산림/식생분류를 위한 기술(Song *et al.*, 2018a; Lee *et al.*, 2019a) 및 AI기반 다양한 영상분류기술(Rhee *et al.*, 2018; Cho and Jeong, 2018; Lee *et al.*, 2019b; Choi *et al.*, 2019a; Moon *et al.*, 2020)이 연구되었다.

다중시기 영상으로부터 지표면의 변화를 탐지하기 위한 연구가 다양하게 진행되어 무감독변화탐지방법(Choi *et al.*, 2018, Chung *et al.*, 2018; Jung *et al.*, 2019), AI기

반 변화탐지기술(Song *et al.*, 2018b; Song and Choi, 2020; Song *et al.*, 2020)이 연구되었다. 그리고 변화탐지방법을 적용한 산불피해 및 산림재해분석(Lee and Lee, 2019; Youn and Jeong, 2019; Lee and Jeong, 2019; Lee *et al.*, 2019c), 무인기영상 등 이종센서 및 보조자료를 활용한 변화탐지(Shin *et al.*, 2019a; Shin *et al.*, 2019b; Baek and Jung, 2019; Jang *et al.*, 2020) 기술개발이 수행되었다. 변화탐지에 필수적으로 사용되는 상대방사보정기술(Seo and Eo, 2018; Seo and Eo, 2019a; Seo and Eo, 2019b)도 심도있게 연구되었다.

국토관측위성은 동일한 사양을 가진 두 개의 위성으로 구성되므로 스테레오 영상을 획득하기가 상대적으로 용이할 것으로 예측된다. 국토관측위성 스테레오 처리를 위해서 무기준점 기반의 상대보정기술(Oh and Lee, 2018; Oh and Lee, 2019; Oh and Han, 2020), 영상정합 및 DEM 생성기술(Ahn and Kim, 2019; Kim *et al.*, 2019)이 연구되었다. 그 외에 위성영상을 GIS 분야에 활용하기 위한 시도(Choi *et al.*, 2019b), 이종자료에서 사용된 기법의 위성영상 적용(Bang *et al.*, 2018; Shin *et al.*, 2019c)이 시도되었다.

본 특별호는 상기한 여러 연구결과를 바탕으로 ‘국토위성정보 수집 및 활용기술 개발’ 연구과제의 최종 결과물에 대한 보고를 위해서 작성하였다. 먼저 과제에서 개발된 국토위성정보용 활용기술 및 운영시스템에 대한 성과와 의의를 정리하였고(Yoon *et al.*, 2020), 정밀영상생성시스템에 대한 소개(Park *et al.*, 2020) 및 성능(Lee *et al.*, 2020)에 대해서 보고하였다. 그리고, 국토관측위성영상에 적용하게 될 영상품질지표의 표준화 이슈에 대해서 정리하였다(Chang and Park, 2020). 또한, 본 특별호에는 국토관측위성영상의 활용을 위해 개발된 객체탐지기술(Lee and Lee, 2020), 변화탐지기술(Jung *et al.*, 2020a), DEM 제작기술(Oh and Lee, 2020; Rhee *et al.*, 2020)의 최종결과에 대해서 보고한다. 국토관측위성영상 활용의 확장성을 위해서 고급영상융합기술(Choi *et al.*, 2020), 여러 변화탐지방법의 성능분석(Lee and Jeong, 2020), 그림자 분석을 통한 건물탐지(Jung *et al.*, 2020b) 기술개발에 대한 논문을 포함하였다.

3. 결론

이제까지 국토관측위성의 활용을 위해서 수행한 ‘국토위성정보 수집 및 활용기술 개발’ 과제의 논문성과들과 본 특별호에 게재된 논문들에 대해서 간단하게 소개하였다. 이 과제는 위성영상 전처리, 정밀센서모델링, 정사보정, 기준점 구축, 자동기준점 매칭, 객체추출, 토지이용분류, 변화탐지, 상대방사보정, 3차원 공간정보 생성, 위성영상 품질 및 운영기준 등 위성영상의 취득부터 활용에 이르는 일련의 기술들을 하나의 연구과제에서 다루었다. 이를 통해서 각 단계의 기술들의 활용성을 높이기 위해서 노력하였고 특히 정밀정사영상과 여러 활용산출물 생성을 위성지상국의 기본기능으로 담기 위해서 노력했다는 데에 의의가 있다고 생각된다. 아울러, 상기 과제에서 여러 논문발표와 고급인력양성을 추진하였으며 이를 통해서 우리나라 원격탐사분야의 발전에 일조하였기를 기대한다.

사사

본 연구는 국토교통부 위성정보 활용센터 설립 운영사업(과제명: 국토위성정보 수집 및 활용기술개발)의 연구비지원(과제번호: 20SIUE-B148328-03)에 의해 수행되었습니다.

References

Ahn, H. and T. Kim, 2019. A Method of DTM Generation from KOMPSAT-3A Stereo Images using Low-resolution Terrain Data, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(5-1): 715-726 (in Korean with English abstract).

Baek, W.K., and H.S. Jung, 2019. A Review of Change Detection Techniques using Multi-temporal Synthetic Aperture Radar Images, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(5-1): 737-750 (in Korean with English abstract).

Bang, D.S., D.G. Lee, S.R. YANG and H.J. Lee, 2018.

Study on the Tree Height Using Unmanned Aerial Photogrammetry Method, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 21(3): 35-47 (in Korean with English abstract).

Chang, E. and Y. Park, 2020. Applying Standards of Image Quality: Issues and Strategies, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 907-916 (in Korean with English abstract).

Cho, K.H. and J.C. Jeong, 2018. Automatic selection method of ROI(region of interest) using land cover spatial data, *Journal of Cadastre & Land InformatiX*, 48(2): 171-183 (in Korean with English abstract).

Choi, H., D. Seo and J. Choi, 2020. A Pansharpening Algorithm of KOMPSAT-3A Satellite Imagery by Using Dilated Residual Convolutional Neural Network, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 961-973 (in Korean with English abstract).

Choi, H., H.J. Lee and G. Kim, 2019b. Damage Analysis of Typhoon Surge Flood in Coastal Urban Areas Using GIS and ADCIRC, *Journal of Coastal Research*, 91(SI): 381-385.

Choi, H., H.J. Lee, H.J. You, S.Y. Rhee and W.S. Jeon, 2019a. Comparative Analysis of Generalized Intersection over Union and Error Matrix for Vegetation Cover Classification Assessment, *Sensors and Materials*, 31(11): 3849-3858.

Choi, J., H. Park, D. Kim and S. Choi, 2018. Unsupervised Change Detection of KOMPSAT-3 Satellite Imagery Based on Cross-sharpened Images by Guided Filter, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(5): 777-786 (in Korean with English abstract).

Chung, M., Y. Han, J. Choi and Y. Kim, 2018. Optimal Parameter Analysis and Evaluation of Change Detection for SLIC-based Superpixel Techniques Using KOMPSAT Data, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(6-3): 1427-1443 (in Korean with English abstract).

Jang, Y.J., J.H. Oh, and C.N. Lee, 2020. Urban

- Building Change Detection Using nDSM and Road Extraction, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 38(3): 237-246 (in Korean with English abstract).
- Jung, M., H. Choi and J. Choi, 2020a. Analysis of Change Detection Results by UNET++ Models According to the Characteristics of Loss Function, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 929-937 (in Korean with English abstract).
- Jung, S., J. Park, W.H. Lee and Y. Han, 2020b. Object-based Building Change Detection Using Azimuth and Elevation Angles of Sun and Platform in the Multi-sensor Images, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 989-1006 (in Korean with English abstract).
- Jung, S.J., T.H. Kim, W.H. Lee and Y.K. Han, 2019. Object-based Change Detection using Various Pixel-based Change Detection Results and Registration Noise, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 37(6): 481-489 (in Korean with English abstract).
- Kim, S., S. Rhee and T. Kim, 2019. Digital Surface Model Interpolation Based on 3D Mesh Models, *Remote Sensing*, 11(1): 24.
- Lee, D.G., G.Y. You and H.J. Lee, 2018a. Comparison of Geospatial Feature Extraction Process on Object Based Classification Method using KOMPSAT-3A Satellite Image, *Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science*, 26(3): 13-21 (in Korean with English abstract).
- Lee, D.G. and H.J. Lee, 2020. A Study on Method of Automatic Geospatial Feature Extraction through Relative Radiometric Normalization of High-resolution Satellite Images, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 917-927 (in Korean with English abstract).
- Lee, D.G., J.H. You, S.G. Park, S.H. Baek and H.J. Lee, 2019b. Comparison between Object-based Method and Deep Learning Method for Extracting Road Features Using Submeter-grade High-resolution Satellite Imagery, *Sensors and Materials*, 31(10): 3335-3353.
- Lee, D.G., K.D. Kim, S.R. Yang and H.J. Lee, 2019a. Forest Spatial Information Generate and Forest Change Analysis using Time Series Aerial Photographic Image Database, *Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science*, 27(2): 31-41 (in Korean with English abstract).
- Lee, D.G., K.D. Kim, S.R. Yang, and H.J. Lee, 2019c. Forest Spatial Information Generate and Forest Change Analysis using Time Series Aerial Photographic Image Database, *Journal of Korean Society for Geospatial Information Science*, 27(2): 31-41 (in Korean with English abstract).
- Lee, H.S. and K.S. Lee, 2019. Multi-temporal Analysis of High-resolution Satellite Images for Detecting and Monitoring Canopy Decline by Pine Pitch Canker, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(4): 545-560 (in Korean with English abstract).
- Lee, K.D. and J.S. Yoon, 2019. GCP Chip Automatic Extraction of Satellite Imagery Using Interest Point in North Korea, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 37(4): 211-218 (in Korean with English abstract).
- Lee, K.S., 2019. Atmospheric Correction Issues of Optical Imagery in Land Remote Sensing, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(6-3): 1299-1312 (in Korean with English abstract).
- Lee, S. and J-C. Jeong, 2020. Accuracy Assessment of Unsupervised Change Detection Using Automated Threshold Selection Algorithms and KOMPSAT-3A, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 975-988 (in Korean with English abstract).
- Lee, S.M. and J.C. Jeong, 2019. Forest Fire Severity Classification Using Probability Density Function and KOMPSAT-3A, *Korean Journal of Remote*

- Sensing*, 35(6-4): 1341-1350 (in Korean with English abstract).
- Lee, Y., H. Park, H.S. Kim and T. Kim, 2020. Analysis of Geolocation Accuracy of Precision Image Processing System developed for CAS-500, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 893-906 (in Korean with English abstract).
- Moon, G.S., K.S. Kim and Y.J. Choung, 2020. Land Cover Classification Based on High Resolution KOMPSAT-3 Satellite Imagery Using Deep Neural Network Model, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 23(2): 252-262 (in Korean with English abstract).
- Oh, J. and Y. Han, 2020. A Double Epipolar Resampling Approach to Reliable Conjugate Point Extraction for Accurate Kompsat-3/3A Stereo Data Processing, *Remote Sensing*, 12(18): 2940.
- Oh, J.H. and C.N. Lee, 2018. Relative RPCs bias-compensation for satellite stereo images processing, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 36(4): 287-293 (in Korean with English abstract).
- Oh, J.H. and C.N. Lee, 2019. Conjugate Point Extraction for High-Resolution Stereo Satellite Images Orientation, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 37(2): 55-62 (in Korean with English abstract).
- Oh, J. and C. Lee, 2020. Epipolar Resampling Module for CAS500 Satellites 3D Stereo Data Processing, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 939-948 (in Korean with English abstract)
- Park, H., J.H. Son, H.S. Jung, K.E. Kweon, K.D. Lee and T. Kim, 2020. Development of the Precision Image Processing System for CAS-500, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 881-891 (in Korean with English abstract).
- Park, H., J.H. Son, J.I. Shin, K.E. Kweon and T. Kim, 2019a. Quality Analysis of GCP Chip Using Google Map, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(6-1): 907-917 (in Korean with English abstract).
- Park, S.H., K.Y. Oh and H.S. Jung, 2019b. Estimation of Global Image Fusion Parameters for KOMPSAT-3A, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(6-4): 1363-1372 (in Korean with English abstract).
- Rhee, S., S. Jung and J. Park, 2020. 1:5000 Scale DSM Extraction for Non-approach Area from Stereo Strip Satellite Imagery, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 949-959 (in Korean with English abstract).
- Rhee, S.Y., W.S. Jeon and H. Choi, 2018. Analysis of Deep Learning Applicability for Kompsat-3A Satellite Image Classification, *Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science*, 26(4): 69-76 (in Korean with English abstract).
- Seo, D.K. and Y.D. Eo, 2018. Relative radiometric normalization for high-spatial resolution satellite imagery based on multilayer perceptron, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 36(6): 515-523 (in Korean with English abstract).
- Seo, D.K. and Y.D. Eo, 2019a. Multilayer Perceptron-Based Phenological and Radiometric Normalization for High-Resolution Satellite Imagery, *Applied Sciences*, 9(21): 4543.
- Seo, D.K. and Y.D. Eo, 2019b. Local-Based Iterative Histogram Matching for Relative Radiometric Normalization, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 37(5): 323-330 (in Korean with English abstract).
- Shin, J., H. Park and T. Kim, 2019c. Characteristics of Laser Backscattering Intensity to Detect Frozen and Wet Surfaces on Roads, *Journal of Sensors*, 2019: 1-9.
- Shin, J.I., W.S. Yoon, H.J. Park, K.Y. Oh and T. Kim, 2018. A Method to Improve Matching Success Rate between KOMPSAT-3A Imagery and Aerial Ortho-Images, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(6-1): 893-903 (in Korean with English abstract).

- Shin, J.I., W.W. Seo, T. Kim, J. Park and C.S. Woo, 2019a. Using UAV multispectral images for classification of forest burn severity – A case study of the 2019 Gangneung forest fire, *Forests*, 10(11): 1025.
- Shin, J.I., W.W. Seo, T. Kim, C.S. Woo and J. Park, 2019b. Analysis of Availability of High-resolution Satellite and UAV Multispectral Images for Forest Burn Severity Classification, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(6-2): 1095-1106 (in Korean with English abstract).
- Song, A. and J. Choi, 2020. Fully convolutional networks with multiscale 3D filters and transfer learning for change detection in high spatial resolution satellite images, *Remote Sensing*, 12(5): 799.
- Song, A., J. Choi, Y. Han and Y. Kim, 2018b. Change detection in hyperspectral images using recurrent 3D fully convolutional networks, *Remote Sensing*, 10(11): 1827.
- Song, A., Y. Kim and Y. Han, 2020. Uncertainty Analysis for Object-Based Change Detection in Very High-Resolution Satellite Images Using Deep Learning Network, *Remote Sensing*, 12(15): 2345.
- Song, J.Y., J.C. Jeong and S.H. Lee, 2018a. Development of a Classification Method for Forest Vegetation on the Stand Level, Using KOMPSAT-3A Imagery and Land Coverage Map, *Korean j. Environ, Ecol*, 32(6): 686-697 (in Korean with English abstract).
- Youn, H. and J. Jeong, 2019. Detection of Forest Fire and NBR Mis-classified Pixel Using Multi-temporal Sentinel-2A Images, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(6-2): 1107-1115 (in Korean with English abstract).
- Youn, S.J., J. Son, H. Park, J. Seo, Y. Lee, S. Ban, J.S. Choi, B.G. Kim, H. Lee, K.S. Lee, K.E. Kweon, K.D. Lee, H.S. Jung, Y.J. Choung, H. Choi, D. Koo, M. Choi, Y. Shin, J. Choi, Y.D. Eo, J.C. Jeong, Y. Han, J. Oh, S. Rhee, E. Chang and T. Kim, 2020. CAS 500-1/2 Image Utilization Technology and System Development: Achievement and Contribution, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(5-2): 867-879 (in Korean with English abstract).
- Yoon, W., H. Park and T. Kim, 2018. Feasibility Analysis of Precise Sensor Modelling for KOMPSAT-3A Imagery Using Unified Control Points, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(6-1): 1089-1100 (in Korean with English abstract).