

[Oceanography] Article

동북아 해역의 VIIRS DNB 자료 구축 및 배포

김의현 · 유주형 · 윤석*

한국해양과학기술원 해양위성센터, 부산 49111, 대한민국

Archive and distribution of VIIRS DNB data for the Northeast Asian Sea

Euihyun Kim · Joo-Hyung Ryu · Yoon Suk*

Korea Ocean Satellite Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Busan 49111, Republic of Korea

Received: 19 March 2021, accepted: 1 April 2021

요약문 야간 불빛영상은 1972년 미공군으로부터 군사적인 목적을 위해 최초로 수집되었다. 이후 사회/경제/문화/과학 등의 분야에서 인간활동을 이해하는데 유용하게 활용되어 왔으며, 해양에서는 야간조업 선박 탐지 등 감시 목적으로 활용되어 왔다. 한국해양과학기술원(Korea Institute of Ocean Science & Technology) 해양위성센터(Korea Ocean Satellite Center)에서는 2016년 6월부터 야간 불빛영상인 S-NPP (Suomi National Polar-orbiting Partnership) VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) DNB (Day & Night Band) 영상을 직수신하고 있다. 현재까지 약 4년동안의 VIIRS DNB 영상이 구축되었으며, 홈페이지를 통해 영상을 배포하고 있다. 더불어 자체 지상시스템을 통해 라디언스(radiance) 변환 및 좌표 정보 입력 등의 자료 전처리와 지형보정 및 달빛 영향력 보정 등의 품질 개선을 위한 처리를 수행하고 있다. 현재 해양 위성센터 지상시스템에서는 자료 직수신 이후 약 1시간 이내에 처리되고 있어 시간적인 측면에서 효율성과 활용도가 높다고 평가받고 있다. 이러한 점은 동북아 해역의 야간 감시/관측 임무와 육상 재난/재해 감시 분야에서 연구를 통해 (준)실시간 정보획득의 실현 가능성을 확인한 바 있다. 현재 해양위성센터에서는 해양 광역감시 및 정찰 등 다양한 연구 분야에 활용하기 위한 노력을 하고 있으며, 올해 하반기부터는 NOAA-20 위성으로부터 관측된 야간 불빛영상을 직수신 하여 배포할 예정이다. 추후 다양한 연구 활용 및 지원을 통해 보다 다양한 야간 불빛영상을 배포할 수 있을 것으로 기대된다.

주요어: JPSS, S-NPP, VIIRS, DNB, NOAA-20

Abstract Night-time satellite data were first collected from the U.S. Air Force in 1972 for military purposes. Since then, it has been useful to understand the human activities in the fields of society, economy, culture, and science, etc. In the perspective of oceanography, the night-time satellite data has been used for monitoring purposes such as detecting night-time fishing boats. The Korea Ocean Satellite Center (KOSC) of the Korea Institute of Ocean Science & Technology (KIOST) has been directly receiving the Suomi National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day & Night Band (DNB) data since June 2016. It has been archived and distributed for about four years. In addition, the KOSC operates its own ground system, which pre-processing the data including the radiance transformation, conversion of coordinate system, terrain correction, and calibration of lunar irradiation effect for quality improvement. Currently, the contributed data is preprocessed within about an hour after the receiving, so it is evaluated the high efficiency and usefulness in terms of time.

*Corresponding author: sync03@nie.re.kr

This has confirmed the feasibility of real-time information acquisition through the research in the field of night-time monitoring/observation missions in the Northeast Asian Sea and onshore disaster/accident monitoring. The KOSC is making efforts to utilize the distributed data in various research such as maritime domain awareness. From the second half of this year, the NOAA-20 data will be directly received and distributed as an additional night-time satellite data. In the future, it is expected that the more diverse data will be distributed through the research utilization and supports.

Keywords: JPSS, S-NPP, VIIRS, DNB, NOAA-20

1. 서론

최초의 야간 불빛영상은 1972년 미공군으로부터 군사적인 목적을 위해 수집되었다(Croft, 1978). 미공군은 인공조명에서 방출되는 저강도 에너지를 감지하기 위해 DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) OLS (Operational Line-scan System)를 설계·운영하였으며(Elvidge et al., 1999), 사회·경제·문화·과학 등 인간활동을 이해하는데 유용하게 활용되었다(Elvidge et al., 1997). 현재는 2011년에 발사된 S-NPP 위성이 연장선상의 임무를 수행하고 있다(Elvidge et al., 2013). S-NPP VIIRS 영상은 공간해상도와 방사해상도 측면에서 DMSP OLS보다 향상되었으며, 더욱 엄격한 검/보정을 통해 전구 관측 임무를 수행하고 있다(Baugh et al., 2013; Elvidge et al., 2013; Elvidge et al., 2015; Elvidge et al., 2017). KIOST 해양위성센터에서는 동북아 해역의 감시/관측 임무를 수행하기 위해 X-band 안테나를 2014년에 구축하였으며, 2016년 6월부터 VIIRS 위성영상을 직수신하고 있다. 현재까지 약 4년동안의 야간 불빛영상이 구축되어 KIOST 해양위성센터 홈페이지(<http://kosc.kiost.ac.kr/>)를 통한 배포 서비스가 진행되고 있다. 배포되는 야간 불빛영상은 KIOST 해양위성센터 지상시스템을 통해 동북아 해역을 대상으로 재배치(remapping)되고 있다. 그 외 품질 개선을 위한 지형보정, 달빛 영향력 보정 등이 연구되었으며, 신속한 자료처리와 배포를 통해 시간적인 측면에서 효율성과 활용도가 높다고 평가받고 있다(Lee et al., 2019; Kim et al., 2021). 본 논문에서는 KIOST 해양위성센터에서 배포하고 있는 야간 불빛영상과 산출물, 자료처리에 대한 내용을 정리하였다.

2. 야간 불빛영상 직수신 및 자료처리

S-NPP 위성은 (미)국립해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)과 (미)항공우주국(National Aeronautics and Space Administration, NASA)의 공동개발로 설계되어 2011년 10월에 발사되었다. 현재까지 전구 관측 임무를 수행하기 위해 운용되고 있으며, 834 km 상공의 태양 동주기 궤도에서 운용되고 있는 극궤도 위성이다(Seaman, 2013). S-NPP 위성의 탑재 센서인 VIIRS는 가시광선 파장 영역부터 적외선 파장 영역(0.4 ~ 12 μm)까지 관측하는 센서로 총 22개의 밴드를 관측한다(Table 1). 관측되는 밴드는 750 m 공간해상도를 갖는 16개의 Moderate 밴드, 375 m 공간해상도를 갖는 5개의 Imagery 밴드, 750 m 공간해상도의 Panchromatic 밴드인 DNB (Day & Night Band)로 구성된다. DNB 밴드는 약 0.5~0.9 μm 의 파장범위에 대해 유의한 반응도(spectral response function)를 갖는 야간 불빛영상으로 중심파장은 약 0.7 μm 에 해당된다. 야간 가시채널로 설계되어 있기에 인공조명으로 인한 저강도의 방출 에너지를 감지하는데 현재 활용되고 있다.

Table 1. Channel specifications of S-NPP VIIRS

| S-NPP VIIRS channels | | | | | |
|----------------------|-----------------|------------------------|------|-----------------|------------------------|
| Band | Wavelength (um) | Spatial resolution (m) | Band | Wavelength (um) | Spatial resolution (m) |
| M1 | 0.412 | 750 | M12 | 3.7 | 750 |
| M2 | 0.445 | | M13 | 4.05 | |
| M3 | 0.488 | | M14 | 8.55 | |
| M4 | 0.555 | | M15 | 10.76 | |
| M5 | 0.672 | | M16 | 12.01 | |
| M6 | 0.746 | | I1 | 0.64 | |
| M7 | 0.865 | | I2 | 0.865 | |
| M8 | 1.24 | | I3 | 1.61 | |
| M9 | 1.38 | | I4 | 3.74 | |
| M10 | 1.61 | | I5 | 11.45 | |
| M11 | 2.25 | | DNB | 0.7 | 750 |

한반도 주변을 포함한 동북아 해역은 매일 3~4회 수신되며, 야간 불빛영상은 한국시간으로 오전 0시 30분(UTC 15:30)과 오전 3시 30분(UTC 18:30) 사이에 관측된다. 단일 궤도를 통과하는데 약 101분의 시간이 소요되기 때문에 하루 중 야간 불빛영상은 1~2회 관측된다. KIOST 해양위성센터에서는 2016년 6월부터 X-band 안테나를 통해 동북아 해역이 촬영된 VIIRS 야간 불빛영상을 직수신하고 있다(Fig. 1). 최초 수신되는 자료는 14 bit의 DN (Digital Number) 값으로 기록된 RDR (Raw Data Record) 형식으로 해양위성센터의 지상시스템에서 SDR (Sensor Data Record) 형식으로 변환하여 배포하고 있다. 해양위성센터 지상시스템에서는 TeraSCAN 소프트웨어를 통해 라디언스(radiance) 변환 및 좌표정보 입력 등의 자료처리와 알고리즘 산출물 등이 획득된다. 현재 자료처리에 사용되는 TeraSCAN 소프트웨어는 CSPP (Community Satellite Processing Package) 3.2버전을 사용하고 있다. 야간 불빛영상인 DNB 영상은 SDR 형식으로 변환되는 과정에서 천리안 해양관측위성(Geostationary Ocean Color Imagery, GOCI) 영상과 동일한 좌표체계 하에 동북아 해역을 대상으로 재배치된다(Table 2, Fig. 1(b)). 야간 불빛 강도는 한 픽셀당 2~11 Watts/cm²/sr의 라디언스 값으로 표현된다. 현재 사용자의 요구사항을 반영하여 HDF, GeoTIFF 포맷 형식으로 자료를 배포하고 있다.

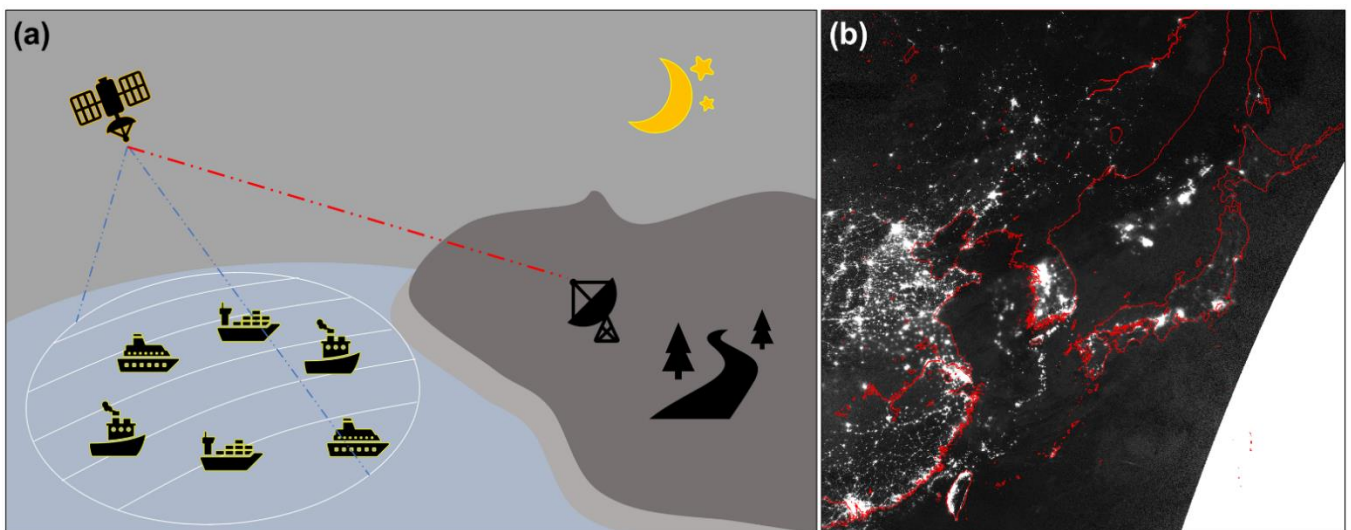


Figure 1. (a) Directly receiving system of KOSC for night-time satellite data. (b) Night-time DNB data resampled for the Northeast Asian Sea.

Table 2. Coordinate system of distributed S-NPP VIIRS data

| Projection | Spheroid | Latitude of true scale | Longitude of true scale | Scaling factor |
|------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------|
| Mercator | +a = 6378137 m +b = 6378137 m | 37.286° | 140.833° | 1 |

3. 직수신 야간 불빛영상 보정

KIOST 해양위성센터에서는 자료처리 과정에서의 품질 개선을 위해 지형보정, 달빛 영향력 보정, 잡음처리 등의 연구를 진행해 왔으며, 현재 연구 결과를 반영하여 자료처리를 진행하고 있다. 기존 산출물 알고리즘에서는 육상 지형에 대한 정확한 정보가 포함되어 있지 않아 산악 지형에서의 기하오차 등 지형 정보에 관한 문제점이 확인되었다. 현재는 자료처리 과정에서의 지형 정보를 추가하여 보정된 자료를 산출하고 있다. 더불어 달빛 영향력에 의한 야간 불빛영상에서의 편차를 줄이기 위해 해양 환경 및 육상 토지피복에 따른 보정 방법을 연구하였다(Lee et al., 2019; Kim et al., 2021). 그 외 영상 경계에서의 줄무늬 발생 등 다양한 잡음을 보정하기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있어 야간 불빛영상을 신속·정확하게 배포하기 위한 노력을 하고 있다.

4. 연구사례 및 이점

KIOST 해양위성센터에서 배포하고 있는 야간 불빛영상은 현재까지 총 2편의 논문에서 활용이 되었다. Lee et al. (2019)에서는 산간지역에서 발생하는 재해/재난을 신속하게 탐지하기 위해 육상 토지피복에 따른 달빛 영향력을 연구하였다. 육상에서의 달빛 영향력을 상대보정함으로써 산간지역에서 발생하는 밝기 변화를 효과적으로 탐지할 수 있었으며, 개발된 기술을 통해 실시간 변화 탐지 가능성을 확인하였다. Kim et al. (2021)에서는 야간조업 선박을 탐지/모니터링하기 위한 연구를 수행하였으며, 탐지 알고리즘의 임계값을 결정하기 위해 해양에서의 달빛 영향력을 연구하였다. 해양에서의 달빛 영향력을 보정함으로써 탐지 알고리즘의 단일 임계값을 결정하였고, 이를 통해 야간 조업선박을 신속하게 탐지할 수 있었다. 이처럼 KIOST 해양위성센터에서 배포하고 있는 야간 불빛영상은 주로 동북아 해역의 야간 감시/관측 임무와 더불어 육상 재난/재해 감시 목적으로 사용되고 있다. 현재 KIOST 해양위성센터에서는 야간 불빛영상을 직수신한 후 약 1 시간 이내에 처리하여 배포하고 있기에 (준)실시간 정보획득의 실현 가능성을 보여주고 있다. 국외의 경우 NOAA CLASS (Comprehensive Large Array-data Stewardship System)에서 VIIRS 야간 불빛영상을 배포하고 있으나 자료 처리과정에서의 1~2일정도의 공백이 있어 (준)실시간으로 자료를 제공받는데 어려움이 있다. 반면 KIOST 해양위성센터는 S-NPP 위성으로부터 직수신 받아 자체적인 자료 처리과정을 진행하기에 해양 광역감시 및 정찰 등의 분야에서 시간적인 효율성을 인정받고 있다. 더욱이 동북아 해역을 대상으로 재배치된 자료를 제공하고 있기에 한반도 재해/재난/안보 등의 분야에서 활용도가 높을 것으로 기대된다.

5. 결론 및 토의

KIOST 해양위성센터에서는 2016년 6월부터 S-NPP VIIRS 위성영상을 직수신하고 있어 현재까지 약 4년동안의 야간 불빛영상을 구축할 수 있었다. 구축된 야간 불빛영상은 지형보정 및 달빛 영향력 보정 등 꾸준한 연구를 통해 품질 개선이 되었으며, 재난/재해 관리 및 감시/정찰 분야에 활용하기 위한 연구가 진행되어 왔다. 현재 KIOST 해양위성센터의 자체 지상시스템에서는 야간 불빛영상을 직수신한 후 약 1시간 이내에 자료 처리가 이루어

어지고 있어 시간적인 측면의 효율성과 활용성을 인정받고 있다. 추후 다양한 활용 연구를 통해 다양한 산출물을 제공할 예정이며, 수요기관의 요구사항을 반영하여 자료 품질 개선 및 연구를 진행할 예정이다. 현재 해양위성센터에서는 NOAA-20 위성으로부터 관측된 야간 불빛영상을 올해 하반기부터 배포할 예정이며, 국외위성 수신을 위한 시스템을 증설하고 있어 보다 다양한 자료를 배포할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 통해 다중 위성 활용 및 융복합 감시체계를 실현할 수 있을 것으로 기대된다.

6. 사사

본 연구는 해양경찰청 R&D 과제인 '위성연계 접경수역 선박 모니터링 및 분포 예측 체계 개발' 및 한국해양과학기술원 '해양위성센터 운영' 사업 일환으로 수행되었습니다.

7. 참고문헌

- Baugh K, Hsu FC, Elvidge CD, Zhizhin M (2013) Nighttime lights compositing using the VIIRS day-night band: Preliminary results. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network* 35:70-86
- Croft, TA (1978) Nighttime images of the earth from space. *Scientific American* 239(1):86-101
- Elvidge CD, Baugh KE, Kihn EA, Kroehl HW, Davis ER (1997) Mapping city lights with nighttime data from the DMSP Operational Linescan System. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 63(6):727-734
- Elvidge CD, Baugh KE, Dietz JB, Bland T, Sutton PC, Kroehl HW (1999) Radiance calibration of DMSP-OLS low-light imaging data of human settlements. *Remote Sensing of Environment* 68(1):77-88
- Elvidge CD, Baugh KE, Zhizhin M, Hsu FC (2013) Why VIIRS data are superior to DMSP for mapping nighttime lights. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network, Hawaii, USA*, 35(0):62-69, 12-18 Jan 2013
- Elvidge CD, Zhizhin M, Baugh K, Hsu FC (2015) Automatic boat identification system for VIIRS low light imaging data. *Remote sensing* 7(3):3020-3036
- Elvidge CD, Baugh K, Zhizhin M, Hsu FC, Ghosh T (2017) VIIRS night-time lights. *International Journal of Remote Sensing* 38(21):5860-5879
- Kim E, Kim SW, Jung HC, Ryu JH (2021) Moon phase based threshold determination for VIIRS boat detection. *Korean Journal of Remote Sensing* 37(1):69-84
- Lee B, Lee YK, Kim D, Kim SW (2019) Correction of lunar irradiation effect and change detection using Suomi-NPP data. *Korean Journal of Remote Sensing* 35(2):265-278
- Seaman C (2013) *Beginner's guide to VIIRS imagery data*. CIRA/Colorado State University, Fort Collins, CO, USA

8. 데이터셋에 대한 메타데이터

S-NPP D&N 야간 불빛자료는 해양위성센터 홈페이지(<http://kosc.kiost.ac.kr/>)에서 무료로 다운로드 가능합니다.

| Sort | Field | Subcategory#1 |
|---|--------------------|---|
| Essential | *Title | Night-time satellite data for the Northeast Asian Sea |
| | *DOI name | 10.22761/DATA2021.3.1.002 |
| | *Category | Ocean |
| | Abstract | |
| | *Temporal Coverage | June 2016~Current |
| | *Spatial Coverage | Northeast Asian Sea |
| | | (Latitude) 33 ~ 42°N (Longitude) 122 ~ 131°E |
| | *Personnel | Yoon Suk |
| Korea Ocean Satellite Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology | | |
| syoon@kiost.ac.kr | | |
| *CC License | CC BY | |
| Optional | *Project | 1. "Development of satellite based system on monitoring and predicting ship distribution in the contiguous zone" funded by the Korea Coast Guard 2. "Management of the Korea Ocean Satellite Center" funded by the Korea Institute of Ocean Science & Technology |
| | *Instrument | |