



USING SATELLITE IMAGES TO RETRIEVE THE RIVER TURBIDITY AND WATER FLOW VELOCITY FOR MONITORING THEIR INFLUENCES ON BRIDGE SUBSTRUCTURES

WYKORZYSTANIE ZDJĘĆ SATELITARNYCH DO OKREŚLENIA MĘTNOŚCI WODY ORAZ PRĘDKOŚCI PRZEPŁYWU WODY RZEKI W CELU MONITOROWANIA ICH WPŁYWU NA PODPORY MOSTÓW

Luong Minh Chinh*
Thuyloi University Hanoi, Vietnam

Abstract

Turbidity is an important indicator of water quality in rivers, lakes, and coastal areas. Research on turbidity issues in these areas is significant not only for the development and utilization of water resources for aquaculture, tourism, and other purposes but also for assessing the level of silt (sand) in the river, allowing sediment alluvial to build up a bank of the river, and monitoring the degree of water corrosion in the bridge substructure. This allows for the building of an effective maintenance and conservation program for the bridge in response to climate change.

Traditional methods have defined the turbidity of water in a local area, on a small scale. Interpolation errors of traditional methods for large areas may exceed over 20%. The use of remote sensing technology as Landsat-8 satellite images with a high geometric resolution of 30-meter multispectral channels allows us to estimate and distribute the water turbidity in a 30 × 30 m grid in detail.

Using multi-temporal Landsat-8 data in 2014 and 2015 for modeling water turbidity of Tien and Hau rivers and coastal areas in South Vietnam, the obtained mean absolute error is approximately 20%, the Root Mean Square Error (RMSE) does not exceed 10 NTU. The models have a high coefficient of efficiency ME, approximately 90% (ME = 0.862), and the correlation coefficient R stronger than 90%. This allows an overall assessment of changes in water flow velocity concerning the amount of sediment in the river.

Keywords: turbidity monitoring, river banks erosion, bridge erosion, bridge maintenance, remote sensing

Streszczenie

Mętność jest ważnym wskaźnikiem jakości wody w rzekach, jeziorach i obszarach przybrzeżnych. Badania nad tą kwestią są istotne nie tylko dla rozwoju i wykorzystania zasobów wodnych na potrzeby akwakultury, turystyki i innych celów, ale także dla oceny poziomu mułu (piasku) w rzece, pozwalającego osadom aluwialnym budowanie brzegu rzeki oraz monitorowanie stopnia korozji w podporach mostu. Umożliwi to opracowanie skutecznego programu konserwacji i utrzymania mostu w odpowiedzi na zmiany klimatyczne.

Tradycyjne metody pozwalają określić mętność wody w obszarze lokalnym, w małej skali. Błędy interpolacji tradycyjnych metod do dużych obszarów mogą przekraczać 20%. Zastosowanie technologii teledetekcji w postaci zdjęć satelitarnych Landsat-8 o wysokiej rozdzielczości geometrycznej 30-metrowych kanałów wielospektralnych pozwala na szczegółowe oszacowanie i rozmieszczenie zmętnienia wody w siatce 30 × 30 m.

Wykorzystując wieloczasowe dane Landsat-8 z lat 2014 i 2015 do modelowania zmętnienia wody rzek Tien i Hau oraz obszarów przybrzeżnych w południowym Wietnamie, uzyskany średni błąd bezwzględny wynosi około 20%, a średni błąd kwadratowy (RMSE) nie przekracza 10 NTU. Modele mają wysoki współczynnik efektywności ME, około 90% ($ME = 0,862$), a współczynnik korelacji R jest wyższy niż 90%, co stwarza możliwość dokonania ogólnej oceny zmian prędkości przepływu wody w odniesieniu do ilości osadów w rzece.

Słowa kluczowe: monitoring mętności, erozja brzegów rzek, erozja mostów, konserwacja mostów, teledetekcja

REFERENCES

- [1] Gordon H.R., Brown O.B., Evans R.H., Brown J.W., Smith R.C., Baker K.S., Clark D.K., *A semi-analytic radiance model of ocean color*. J. Geophys. Res., Vol. 93, 1988, pp.10909-10924.
- [2] Keiser M., Aboulela H., et. al., *Spectral enhancement of the SPOT imagery data to assess marine pollution near Port Said*, Egypt. PIERS Proceedings, July 2-6, 2008, Cambridge, USA.
- [3] Lee Z.P., Carder K.L., Hawes S.K., Steward R.G., Peacock T.G., Davis C.O., *Model for the interpretation of hyperspectral remote sensing reflectance*. Applied Optics, vol. 33, 1994, pp. 5721-5732.
- [4] Liew S.C., Saengtaksin B., Kwoh L.K., 2011, *Mapping Water Quality of Coastal and Inland Waters Using High-Resolution Worldview-2 Satellite Imagery*. Proc. 34th. International Symposium on Remote Sensing of Environment, 10-15 April 2011, Sydney, Australia.
- [5] Manchino G., Nole A., et al., *Assessing water quality by remote sensing in a small lake: the case study of Monticchio lakes in Southern Italy*. Biosciences and Forestry, 2009, pp. 154-164.
- [6] Mobley C.D., *Light and Water: Radiative Transfer in Natural Water*, Academic, New York, 1994.
- [7] Mobley C.D., *Estimation of the remote-sensing reflectance from above-surface measurements*. Applied Optics, Volume 38, 1999, pp. 7442-7455.
- [8] Morel A., Gentili B., *Diffuse reflectance of oceanic waters: II. The implication of bi-directionality for the remote-sensing problem*, Applied Optics, Vol. 35, 1996, pp. 4850-4861.
- [9] Yuan-Fong Su, Jun-Jih Liou, Ju-Chen Hou, Wei-Chun Hung, Shu-Mei Hsu, Yi-Ting Lien, Ming-Daw Su, Ke-Sheng Cheng, Yeng-Fung Wang, 2008. *A multivariate model for coastal water quality mapping using satellite remote sensing images*. Sensors, Vol. 8, 2008, pp. 6321-6339.
- [10] Luong Chinh Ke, Ho Thi Van Trang, Vu Huu Liem, Tran Ngoc Tuong, Pham Thi Duyen., *Assessment of surface water pollutant models of estuaries and coastal zone of Quang Ninh – Hai Phong using Spot-5 images*. Polish Academy of Sciences, Geodesy and Cartography. Vol. 64, No 1, 2015, pp. 29-42.
- [11] *Dong Thap Department of Agriculture and Rural Development*, Report of the prevention, fighting, and overcoming of riverbank erosion in 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, Dong Thap, Vietnam 2013.
- [12] Trinh Phi Hoang., *Study of the main weather disturbances causing rain-flooding in the Mekong Delta River*. Science Journal of Pedagogical University Ho Chi Minh City, 43 (81), 2013, pp. 107-116.
- [13] *Report of My Thuan cable-stayed bridge – Test results*. Fressinet Vietnam, 2016.
- [14] Duong Thi Truc. *The water surface quality of Tien river in the area of Tan Chau district*, An Giang province. Can Tho University Journal of Science, Vol. 55, Issue: Environment and Climate Change (2), 2019, pp. 53-60.
- [15] Riki Mukhaiyar. *Digital image and remote sensing image as data for identification of a quality of a non-point source pollutant in Ciliwung river*, Indonesia. International Journal of GEOMATE, Vol. 12, Issue 32, April 2017, pp. 142-151.