



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	DEVELOPMENT OF AN IMPROVED SATELLITE IMAGERY METHOD FOR ESTIMATING THE CONSTRUCTION YEARS OF ROAD BRIDGES [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Hamunzala, Bennie
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16123号
Issue Date	2024-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93626
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Bennie_Hamunzala_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	氏名	Bennie Hamunzala
審査担当者 主 査 准教授	松本 浩嗣		
副 査 教 授	松本 高志		
副 査 教 授	長井 宏平		

学位論文題名

DEVELOPMENT OF AN IMPROVED SATELLITE IMAGERY METHOD FOR ESTIMATING THE CONSTRUCTION YEARS OF ROAD BRIDGES

(道路橋の建設年を推定するための改良された衛星画像解析手法の開発)

橋梁の老朽化は世界的な問題であり、限られた予算、人員で既設構造物をいかに効率的に維持管理するかが大きな課題となっている。多数の橋梁を効率的にマネジメントするためには、点検から得られる診断結果と建設されてからの経過年数との関係から将来予測を行うことが有効である。しかし、多くの国々で、建設年が不明な橋梁が多数あり、維持管理の合理化を進める際の障壁となっている。橋梁の建設年を推定する手法として、実橋梁の調査や周辺住民への聞き取り等があるが、いずれも信頼性が低く、また手間と時間がかかるという難点がある。

この問題を解決する手法として、人工衛星の利用が挙げられる。既往の研究では、1984 年から全世界をカバーしている人工衛星 Landsat 5 と Landsat 7 の計測データを用いて、橋梁の建設年代の推定を試みている。しかし、気象の影響や季節変動に伴うノイズが非常に多く判別が困難であることと、建設年を判断するための客観的な手法が確立されていないことが課題であった。

本論文は、人工衛星の計測データを用いた橋梁の建設年代推定手法を改良し、明確かつ客観的に判別可能とすることを試みたもので、全 5 章で構成されている。

1 章では、研究の社会的背景、人工衛星の概要と橋梁の建設年代推定に関する既往の研究、研究目的、論文構成が説明されている。

2 章では、本研究で構築した手法の詳細と、沖縄県名護市の橋梁への適用、実際の建設年との比較による妥当性の検証結果が説明されている。Landsat 5 は青、緑、赤の可視光線に加えて、近赤外、中間赤外 1、熱赤外、中間赤外 2 の計 7 つのバンドを計測しており、たとえば赤色と近赤外から計算される値で緑地を同定できるなど、それらの組み合わせに応じて検出可能な指標が複数ある。各指標を適用した結果、主に水面の同定に用いられる近赤外と中間赤外 2 から算出される NDWI2 が、橋梁の建設年代推定に用いる指標として最も適切であることを見出している。また、対象ピクセルの 30% 以上が雲で覆われているデータを除くという手法を新たに導入し、天候の影響を排除する手法を提案している。さらに、得られたデータを 1 年ごとに平均化し、季節変動の影響を排除することにより、著しく明確な結果を得ることに成功している。加えて、建設年代を客観的に判別することを目的に、変化点検知手法のひとつである STARS 法を導入している。都市部、山間部、海岸付近等の様々な地域を含み、比較的にコンパクトな自治体であることから、沖縄県名護市の橋梁を妥当性の検討対象として選定した。1990 年から 2006 年の間に建設された橋長 100m 以下の橋梁 44 橋に提案手法を適用し、建設年を概ね精度よく推定できることを確認している。

3 章では、提案した手法をカンボジアの橋梁に適用し、既往の研究との比較を行っている。対象は、実際の建設年が記録されている橋長 100m 以下の橋梁 423 橋である。名護市の橋梁と比べて、精度が若干落ちるものの、建設年を概ね正しく評価することができている。橋長が推定精度に及ぼす影響を検討した結果、橋長が短いほど精度は低くなるが、橋長 20m 程度までは本手法が概ね適用可能であることが示されている。既往の研究で対象としていた 88 橋について、本手法で得られた結果と比較したところ、STARS 法により客観的な推定が可能になったことに加えて、精度も著しく改善されたことが確認されている。

4 章では、提案した手法をザンビアの橋梁に適用し、その有用性を確認している。対象は、実際の建設年が記録されている橋長 100m 以下の橋梁 15 橋である。建設年代が古い 3 橋を除いて、概ね精度よく建設年を推定することができている。3 橋の推定精度が低かった原因として、それらの建設年が Landsat 5 の運用開始前であることが挙げられる。衛星の運用開始前に建設された橋梁に対しては、変化点を無理に検知するのではなく、衛星の運用開始前に建設された可能性があると判断できるようにすることが、今後の検討課題として挙げられる。

5 章では、主に 2 章から 4 章の内容から得られた結論が述べられているとともに、今後の課題等が示されている。

これを要するに、著者は、既設橋梁の建設年代を高精度かつ客観的、迅速に推定できる手法を開発することを目指して、人工衛星の計測データの分析手法を検討、提案し、周辺環境が異なる 3 つの国と地域に適用することで、その有用性を確認している。その成果は、インフラ維持管理工学の分野において、新たな知見を見出すことに貢献するとともに、国内外における実務への適用性にも大なるものがある。よって著者は、北海道大学・博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認められる。