

SOPHIA

Satellite Observation for Predictive Highway Infrastructure Maintenance

Programm / Ausschreibung	WRLT 24/26, WRLT 24/26, ASAP 2025	Status	laufend
Projektstart	01.11.2025	Projektende	30.04.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	30 Monate
Projektförderung	€ 262.725		
Keywords	earth observation; predictive maintenance; highways; degradation		

Projektbeschreibung

Die Verkehrsinfrastruktur eines jeden Landes bildet das Rückgrat der Wirtschaft. Es ist die wichtigste Aufgabe der Infrastrukturbetreiber, das Straßen- und Schienennetz immer intakt zu halten, da Unterbrechungen und Störungen gravierende volkswirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Folgen haben können. Daher sind die Infrastrukturbetreiber verpflichtet, die Instandhaltungsarbeiten sorgfältig zu planen, wobei sie die Auswirkungen auf den Verkehrsfluss berücksichtigen und gleichzeitig den Haushaltszwängen Rechnung tragen müssen. Diese komplexen Anforderungen haben zum Konzept der vorausschauenden Instandhaltung geführt, bei der die Instandhaltung auf der Grundlage von Echtzeitschätzungen des Zustands der Straßeninfrastruktur durchgeführt wird, um Betriebssicherheit und Kosteneinsparungen zu erreichen. Von Erdbeobachtungssatelliten erfasste Daten können als idealer Input für ein solches vorausschauendes Instandhaltungsmodell für Autobahnen dienen, da sie in regelmäßigen Abständen für das gesamte Autobahnnetz zu überschaubaren Kosten verfügbar sind. Das zentrale Ziel des vorgeschlagenen Forschungsprojekts SOPHIA (Satellite Observation for Predictive Highway Infrastructure Maintenance) ist es, zu überprüfen, ob Satellitendaten, die möglicherweise durch andere leicht verfügbare Datenquellen ergänzt werden, zur Erstellung eines Degradationsmodells für Autobahnen verwendet werden können, um deren vorausschauende Instandhaltung zu ermöglichen.

Zwei einflussreiche Parameter für die Verschlechterung des Zustands von Autobahnen sind von erheblichen Veränderungen im Laufe der Zeit betroffen. Zwischen 1990 und 2020 hat sich das Transportvolumen im österreichischen Donaukorridor auf der Schiene verdreifacht und auf der Straße fast versechsfacht. Gleichzeitig führt der Klimawandel zu einem Anstieg der Temperaturen und zu Extremereignissen wie Dürren oder Starkregen. Beide Einflüsse können mit Hilfe von Satellitendaten erfasst und in das Degradationsmodell, inklusive prognostizierter Veränderungen (z.B. Klimawandelszenarien), implementiert werden.

Die zwischenzeitlich vorhandenen Zeitreihen von vielen Jahren an Satellitendaten und Straßenzustandserfassungsdaten durch den RoadSTAR des AIT, bieten den erfahrenen Partnern nun eine einzigartige Möglichkeit so eine Methodologie zu entwickeln. Diese Weltraumanwendung würde somit eine innovative Lösung zur Bewältigung der Herausforderungen des Mobilitätswandels bieten. Bei einer vorausschauenden, optimierten Instandhaltungsstrategie kann der Betrieb eines Infrastrukturbauwerks kontinuierlich aufrechterhalten werden, während die Lebensdauer maximiert und der Instandhaltungsaufwand durch rechtzeitige Planung von Eingriffen minimiert wird, bevor eine Zustandsverschlechterung die

Wartung erschwert. Infolgedessen können Ressourcen wie Baustoffe geschont und Emissionen, einschließlich indirekter Emissionen durch Verkehrsstörungen, vermieden werden. Darüber hinaus kann eine Umstellung auf satellitengestützte Datenerfassung die Arbeitsbedingungen verbessern. Unsere Vision ist es, dass in Zukunft auf der Grundlage der Ergebnisse von SOPHIA ein hochentwickeltes Instrument für die vorausschauende Wartung entwickelt werden könnte, das Daten von verschiedenen Satelliten (optische, Radar-, Hyperspektraldaten usw.) und anderen Quellen nutzt. Ein solcher Dienst könnte Infrastrukturbetreiber bei der Bewertung und Instandhaltung der ihnen anvertrauten Infrastrukturbauwerke erheblich unterstützen.

Abstract

The transport infrastructure of a country constitutes the backbone of its economy. It is the vital task of infrastructure operators to maintain the continuous integrity of the highway and railway network at all times, since interruptions and disturbances have dire economic, ecological and societal consequences. Therefore, infrastructure operators are compelled to schedule maintenance works carefully, considering the impact on the traffic flow while also taking into account budgetary constraints. This complex set of requirements has given rise to the concept of predictive maintenance, where maintenance is carried out based on real-time estimations of the degradation state of the roadway infrastructure fostering safety and cost-savings. Data acquired by earth observation satellites may serve as an ideal input for such a predictive maintenance model for highways, since it is available at regular intervals for the entire highway network at a comparatively low cost. The central aim of the proposed research project SOPHIA (Satellite Observation for Predictive Highway Infrastructure Maintenance) is to verify, that satellite data, which is possibly supplemented by other readily available data sources, can be used to establish a degradation model for highways, thus enabling their predictive maintenance.

An important aspect is, that two influential parameters on highway deterioration are subject to significant changes over time. Between 1990 and 2020, the transport volume in tons in the Austrian Danube corridor tripled by rail and increased almost sixfold by road. At the same time climate change causes an increase in temperatures and extreme events such as droughts or torrential rain. Both of these influential effects can be captured by satellite data and may be included, considering also prognosticated changes (i.e. climate change scenarios), into the degradation model.

The time series of many years of satellite and road condition data now available from AIT's RoadSTAR, offers the experienced partners a unique opportunity to develop such a methodology. This space application would thus offer an innovative solution for overcoming the challenges of mobility transition. With a predictive, optimized maintenance strategy, the operation of an infrastructure asset can be continuously maintained while maximizing service life and minimizing maintenance effort through timely planning of interventions before condition deterioration aggravates maintenance. In consequence material resources can be spared and emissions, including indirect ones by traffic disturbance, avoided. In addition, a shift to satellite-based data acquisition can improve work conditions. An essential aspect is also climate adaptation, since climate change scenarios may be implemented. It is our vision that in the future based on the results of SOPHIA a sophisticated predictive maintenance tool could be developed, which utilizes data from several different satellites (optical, radar, hyperspectral, etc.) and other sources. Such a service could assist infrastructure operators substantially in the assessment and maintenance of the infrastructure assets in their care.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Rocket NG GmbH
- DATelite Informatik Kft.