DWC-Radar

Resolving the Daily Water Cycle over Land with Radar Satellites

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 15. Ausschreibung (2018)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2019	**Projektende**	30.09.2021
Zeitraum	2019 - 2021	**Projektlaufzeit**	23 Monate
Keywords	Sentinel-1; Daily water cycle; soil moisture modelling; rainfall modelling		

Projektbeschreibung

Die Erfassung und Analyse des täglichen Wasserkreislaufs (daily water cycle, DWC) über Landflächen stellt eine der großen Herausforderungen in der Satelliten-Erdbeobachtung dar. Die dafür nötigen Messungen könnten durch den G-Class Satelliten geschaffen werden, welcher kürzlich als einer von drei Kandidaten für den Earth Explorer 10 (EE10) von der ESA ausgewählt wurde. Der G-Class Satellit wird auf eine geosynchrone Erdumlaufbahn gebracht und ist mit einem C-Band Synthetic Aperture Radar (SAR) ausgestattet, welcher es erlaubt, Bodenfeuchte (Soil Moisture, SM) und Regenfall (RF) zu bestimmen. SM und RF sind als hydrologische Schlüsselvariablen besonders wichtige Parameter in der Abschätzung von Umweltrisiken wie Überflutungen, Hangrutschungen, Pflanzenkrankheiten, Dürren, sowie in der Wettermodellierung und im Agrarmanagement. SM kann aus SAR Daten anhand eines Radar-Rückstreuungsmodells abgeleitet werden, welches die Interaktionen der Mikrowellen mit dem Boden und der Vegetation beschreibt. RF kann dann, in einem zweiten Schritt, aus den gewonnenen SM Daten durch die Invertierung eines Bodenwassermodells bestimmt werden. Dieser Ansatz wurde bereits durch Forschungen bestätigt und ist in operationellen Services bereits in Verwendung (für SM), oder steht vor einer baldigen Einführung (für RF). Die Analyse des DWC ist jedoch bislang nicht möglich, da die verwendeten Messungen von Satelliten in polaren Orbits stammen, welche einen Ort bestenfalls 1-2 pro Tag überfliegen. RF kann derart bereits geschätzt werden, die Schätzungen sind jedoch mit Ungenauigkeiten behaftet und es sind lokale Kalibrierungsdaten notwendig. Die Modellkalibrierung sowie die Signalqualität könnten durch die Verwendung mehrerer SM-Messungen pro Tag/Ort deutlich verbessert werden. Diese können entweder von einer Konstellation von Satelliten in polaren Orbits gemessen werden, oder besser, durch einen geostationären Satelliten wie G-Class mit seiner vorgesehenen Abtastrate von 1-3h.
Als Beitrag zu der G-Class Phase 0 hat sich das DWC-Radar Projekt zum Ziel gesetzt, die erstmalige Verfügbarkeit von fünf Europäischen C-Band Radarsatelliten (drei Metop ASCAT und zwei Sentinel-1 Satelliten) zu nutzen, um einen neuartigen, fusionierten Rückstreudatensatz zu generieren. Basierend darauf werden Algorithmen und Datensätzen zur Bestimmung von SM und RF entwickelt und verglichen, um Vor- und Nachteile der innovativen G-Class Technologie zu beleuchten. Die gewonnenen Datensätze werden des Weiteren für drei Anwendungen der C-Glass Mission getestet, nämlich Bewässerungskartierung, Flutprognose, sowie Risikoanalyse zu Hangrutschungen. Die Arbeiten fokussieren sich auf Mittelmeer-Anrainerstaaten, die dem Klimawandel besonders ausgesetzt und auch Zielgebiet von C-Glass sind. Die im Projekt gewonnenen Resultate, Source Codes und Datensätze werden samt Visualisierung öffentlich zugänglich gemacht. Durch die Analyse der technologischen und wissenschaftlichen Anforderungen der C-Glass Mission, der Abfassung zweier

Algorithm Theoretical Baseline Documents (ATBDs) für SM und RF, sowie durch die enge Zusammenarbeit mit dem wissenschaftlichen G-Class Team trägt das DWC-Radar Projekt direkt und umfassend zu ESAs EE10-Phase0-Aktivitäten bei.

Abstract

Observing and understanding processes of the daily water cycle (DWC) over land with a high spatial resolution is one of the outstanding grand challenges in Earth Observation (EO). This challenge has been taken up by the G-Glass mission, which is a geosynchronous C-band radar satellite that was recently selected by ESA as one of the candidate missions for its 10th Earth Explorer (EE10). Among other variables, G-Class will observe soil moisture (SM) and rainfall (RF), which are key to understand the DWC. Accurate SM and RF estimates are of paramount importance as they play a key-role in many fields as, to cite a few, natural hazard assessment (floods and landslides), drought management, weather forecasting, agriculture, and disease prevention. Both variables can be retrieved from spaceborne radar observations in a sequential manner: Firstly, SM can be estimated by inverting a backscatter model that describes the interaction of the microwave pulses with the vegetation and soil surface. Secondly, RF can be derived from the soil moisture data by inverting a soil water balance model. Research has already demonstrated the feasibility of this approach, and a number of operational services are already running (for SM) or are about to be introduced soon (for RF). However, existing services do not properly resolve the DWC as they rest on polar-orbiting radar satellites that capture SM at best twice a day at their ascending and descending passes respectively. Even though daily RF can be estimated from such data, estimates remain rather noisy and the model needs auxiliary data for calibration. To more densely sample SM across one day, and to improve model calibration and reduce the noise in the daily RF estimates it is essential to collect several backscatter measurements per day. This may either be achieved by a constellation of polar-orbiting satellites or much better still, as proposed by G-Class, by a geosynchronous satellite that observes the same land surface areas every few hours (1-3 hours).
The goal of the DWC-Radar project is to exploit the first-time availability of five contemporary C-band radar instruments in space (three Metop ASCAT instruments, two Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) sensors) to retrieve SM and RF estimates at 1km resolution to support Phase 0 activities for G-Class, demonstrating scientific algorithms and data products, and highlighting known strengths and weaknesses of this ground-breaking technology. Furthermore, the project will demonstrate the high practical utility of this technology by using the developed sub-daily SM and improved RF data as input for three applications targeted by G-Class, namely irrigation water use mapping, flood forecasting and landslide risk assessment. The data records and three use cases will be tested and validated over the larger Mediterranean region, which is particularly vulnerable to climate change, and the main target area of G-Class. The data records of sub-daily backscatter, SM, and RF will be made publicly available through a visualization tool at the Earth Observation Data Centre for Water Resources Monitoring. The results of DWC-Radar will directly feed into the ESA EE10 Phase 0 activities closely interacting with the G-Class Science Team, addressing science requirements for G-Class and providing algorithms for sub-daily SM and RF documented in two separate Algorithm Theoretical Baseline Documents.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- National Research Council - Research Institute for Geo-Hydrological Protection
- EODC Earth Observation Data Centre for Water Resources Monitoring GmbH