

HYENA

Hybrid precipitation nowcasting for hydro power applications

Programm / Ausschreibung	Bridge, Bridge_NATS, Bridge_NATS 2018	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2019	Projektende	30.06.2022
Zeitraum	2019 - 2022	Projektlaufzeit	33 Monate
Keywords	short range forecasting; precipitation; Machine learning; numerical weather prediction		

Projektbeschreibung

Informationen über die zu erwartenden Wetterbedingungen der nächsten Stunden und Tage hat in den letzten Jahren an Bedeutung zugenommen, sei es für den Schutz vor gefährlichen Wettersituationen, für die Freizeitplanung oder die Energiewirtschaft. Niederschlag bzw. Niederschlagsart (Regen/Schnee/Hagel/gefrierender Regen) sind hier bedeutende meteorologische Parameter, da von diesen ein hohes Schadenspotential ausgeht. Für die Wasserkraft ist insbesondere die Niederschlagsmenge innerhalb einer gewissen Zeitspanne für die Stromproduktion, -management und den Hochwasserschutz essentiell.

Derzeit werden Niederschlagsvorhersagen durch numerische Wettervorhersagemodelle (NWP) mit einer horizontalen Auflösung von wenigen Kilometern berechnet. Diese Informationen werden in weiterer Folge statistisch-dynamisch auf einem regulären Gitter mit einer horizontalen Auflösung von 1 km gerechnet (Downscaling) und nützen für den aktuellen Zustand (Analyse) Daten der Wetterradare. Die so erzeugten Daten dienen als Eingangsdaten für hydrologische Modelle um z.B. Abfluss- und Durchflussmenge eines Fluss- und Staudammeinzugsgebietes und mögliche Stromerzeugung zu berechnen. NWPs und Downscaling Methoden liefern Information unter der Nutzung einer kombinierten Gewichtung von Beobachtungen und NWP Vorhersagen. Obwohl NWP Modelle aufgrund höherer Auflösung und verbesserter Modellphysik an Güte gewinnen, weisen die räumliche und zeitliche Niederschlagsverteilung häufig Defizite auf. Neben Spin-Up Effekte sind diese Einschränkungen auf Limitierungen in der Grenzschichtphysik sowie Abweichungen zwischen Ist-Zustand der Atmosphäre und des numerischen Modells zurückzuführen.

Statistische und Machine Learning Methoden sind schnell operierende Rechenmethoden und in der Lage, rasch verfügbare Daten unterschiedlicher Art wie Sensordaten von Messstationen, Radardaten, Satellitendaten sowie NWP Modelldaten zu verarbeiten, unabhängig von der räumlichen und zeitlichen Auflösung. Da die Menge der verfügbaren Daten schnell wachsend ist, sind selbst-adaptive Techniken wie neuronale Netze geeignete Methoden, das Potential der Daten zu verarbeiten um einen Mehrwert zu den bestehenden, klassischen NWP Modellen zu erzielen.

Das Ziel des Projektes ist es, geeignete wissenschaftliche Verfahren zu entwickeln, einzusetzen und sinnvoll miteinander zu verknüpfen um alle verfügbaren Informationsquellen wie Radardaten, Satellitendaten, Stationsdaten und NWP Daten zu einem Niederschlagsnowcasting (Vorhersagen für die kommenden wenigen Stunden) zu vereinen. Dabei wird ein Data mining bzw. feature Selektion Methoden und ein Machine Learning Algorithmus zum Nowcasting von Niederschlag für Anwendungen im Bereich Hydro Power entwickelt. Anhand von Feedback der hydrologischen Abflussmodellierung werden

wissenschaftliche Fragestellungen untersucht, der Prototyp evaluiert und verfeinert. Ein Python basierender Prototyp bestehend aus einem Präprozessing Modul, einem Vorhersagemodul und einer Unsicherheitsabschätzung soll unter Nutzung der im Haus verfügbaren GPU Recheninfrastruktur entwickelt werden.

Abstract

Information on expected weather conditions for the next hours and days-ahead gained increasing importance for protection against adverse weather situations, in daily life and leisure planning as well as for energy providers and other fields ranging from broadcasted forecasts to tailor-made solutions for specific target groups. Precipitation and its type is one of the most important meteorological parameters due to its potential to cause severe local and/or widespread damage. For hydropower the amount of precipitation within a certain time is essential for power production management and flood prevention measures.

Precipitation forecasts are currently obtained from Numerical Weather Prediction (NWP) models with a horizontal resolution in the kilometer scale. This information is downscaled statistically-dynamically in form of a regular spatial grid with a fixed horizontal resolution of 1 km using information from weather radars for the current state (analysis). These data serve as input to hydrological models to estimate e.g. the river or catchment runoff or the power production at hydropower plants and management of water reservoirs. NWP and downscaling methods provided meaningful information using a downscaled weighted combination of observations and NWP forecast. However, although current NWP models are gaining skill in precisely forecasting precipitation due to increased resolution and improved model physics, the spatial distribution and temporal evolution still often lack accuracy. Besides spin-up effects, these deficiencies are mainly caused by limitations in model physics of the boundary layer and differences from the initial state of the model and of the atmosphere.

Statistical and machine learning techniques operate fast and enable a rapid digesting of frequently updated data such as observations, satellite and radar data as well as are able to combine different sources of data, independently of temporal or spatial resolutions. As the amount of available data grows fast, self-adapting techniques such as neural networks, holding the promise of being skillful enough to exploit the available information potential and add skill to the NWP model outputs. The aim is, thus, to combine different and scientifically more advanced methodologies to optimally integrate all available sources of information such as radar fields, satellite information, in-situ observations, and NWP data for precipitation nowcasting (i.e., up to a few hours ahead). Therefore, we propose the development of a data mining / feature selection and machine learning based nowcasting prototype for precipitation and hydropower applications. By means of feedback from hydrological modelling of discharge, scientific issues will be investigated, and the nowcasting prototype will be evaluated and refined. A Python based prototype, with a pre-processing data mining module, a forecasting module and an uncertainty estimation module, will be developed using the in-house available GPU computing facilities.

Projektkoordinator

- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) - Teilrechtsfähige Einrichtung des Bundes

Projektpartner

- VERBUND Energy4Business GmbH