

Masterarbeit

(English Version below)

Entwicklung und Bewertung eines VAE-basierten Ansatzes für kontinuierliches maschinelles Lernen zur Vorhersage der kritischen Wärmestromdichte

Methoden des maschinellen Lernens gewinnen zunehmend an Bedeutung für die Vorhersage komplexer thermo-hydraulischer Phänomene, wie beispielsweise der kritischen Wärmestromdichte (CHF). Eine zentrale Voraussetzung für leistungsfähige datenbasierte Modelle sind umfangreiche und qualitativ hochwertige experimentelle Trainingsdaten. Diese liegen häufig bei unterschiedlichen Forschungseinrichtungen vor, können jedoch aufgrund von Vertraulichkeit oder Eigentumsrechten nicht immer vollständig veröffentlicht werden. Kontinuierliches maschinelles Lernen bietet hier einen vielversprechenden Ansatz, um bereits trainierte Modelle mit neuen Daten weiterzuentwickeln, ohne dass ein direkter Zugriff auf die ursprünglichen Trainingsdaten erforderlich ist.

Eine zentrale Herausforderung besteht dabei darin, die wechselseitigen Abhängigkeiten und gekoppelten Zusammenhänge zwischen den Eingabeparametern angemessen zu erfassen. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Evaluierung eines Ansatzes, bei dem Variational Autoencoder (VAE) zur Erzeugung künstlicher Eingabedaten für das kontinuierliche maschinelle Lernen eingesetzt werden. Dabei soll untersucht werden, ob ein VAE die gemeinsame Verteilung der Eingabeparameter eines ursprünglichen Datensatzes hinreichend gut approximieren kann, um daraus geeignete Softdata für das Weitertraining eines neuronalen Netzes zur Vorhersage der kritischen Wärmestromdichte zu generieren.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Aufgaben:

- Literaturrecherche;
- Einarbeitung in den bestehenden Python-Code;
- Bewertung der Anwendbarkeit des Ansatzes zur CHF-Vorhersage und Diskussion möglicher Beschränkungen;
- Schriftliche Ausarbeitung der Ergebnisse.

Voraussetzungen

Grundkenntnisse im Bereich der Thermohydraulik und des maschinellen Lernens

Nützliche Zusatzkenntnisse

Programmierkenntnisse von Vorteil

Beginn: Ab sofort

Betreuer:

M.Sc. Zhichao Zhang

✉ zhichao.zhang@kit.edu

Institut für Angewandte Thermofluidik (IATF)

Vincenz-Prießnitz-Straße, 3
Raum 321

Master's Thesis

Development and Evaluation of a VAE-Based Approach for Continual Machine Learning for the Prediction of Critical Heat Flux

Machine learning methods are increasingly gaining importance for the prediction of complex thermo-hydraulic phenomena, such as critical heat flux (CHF). A key prerequisite for high-performance data-driven models is the availability of extensive and high-quality experimental training data. Such data are often available at different research institutions, but due to confidentiality or ownership rights they cannot always be fully published. Continual machine learning offers a promising approach to further develop already trained models with new data, without requiring direct access to the original training data.

A central challenge is to adequately capture the mutual dependencies and coupled relationships between the input parameters. The aim of this thesis is to develop and evaluate an approach in which Variational Autoencoders (VAE) are used to generate artificial input data for continual machine learning. It will be investigated whether a VAE can approximate the joint distribution of the input parameters of an original dataset sufficiently well in order to generate suitable soft data for the further training of a neural network for the prediction of critical heat flux.

The thesis comprises the following tasks:

- Literature review;
- Familiarization with the existing Python code;
- Assessment of the applicability of the approach to CHF prediction and discussion of possible limitations;
- Written documentation of the results.

Requirements

Basic knowledge in thermohydraulics and machine learning

Useful additional skills

Programming skills advantageous

Start: Immediately

Supervisor:

M.Sc. Zhichao Zhang

✉ zhichao.zhang@kit.edu

Institute for Applied Thermofluidics
(IATF)

Vincenz-Prießnitz-Straße, 3
Room 321