

Erkennung von Pumpenanomalien anhand von Vibrationen mittels Machine Learning

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie
Vertiefung: Embedded Systems
Betreuer: Prof. Dr. Andrea Vezzini
Experte: Joël Wenger
Industriepartner: ennos ag, Merzligen

Eine der Herausforderungen beim Entwickeln und Betreiben von Pumpen ist das Verhindern und Detektieren von Kavitation. Dabei handelt es sich um kleine Dampfblasen in der Pumpe, welche die Komponenten beschädigen und zu einem Rückgang der Fördermenge führen. Um zu zeigen, dass diese Anomalien mithilfe von Machine Learning detektiert werden können, wurde eine Software entwickelt und das Vorgehen mit einer Pumpe auf einem Prüfstand getestet.

Ausgangslage

Die Solar-Wasserpumpen der ennos ag kommen für die Bewässerung von Feldern in Entwicklungsländern zum Einsatz. Da diese Pumpen als all-in-one-Geräte angeboten werden, muss die Funktion für die Detektion von Kavitation direkt auf der Pumpensteuerung laufen. Der darin integrierte Microcontroller verfügt jedoch nur über begrenzte Speicherressourcen, weshalb das Modell auf einer dezentralen Peripherie betrieben werden muss, um einen Machine Learning Ansatz umsetzen zu können.

Umsetzung

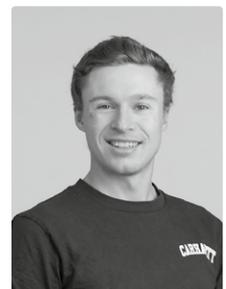
Mithilfe von zwei Inertial Measurement Units von STMicroelectronics können einerseits die Vibrationen der Pumpe erfasst werden und andererseits verschiedene Arten von Machine Learning Modellen ausgewertet werden. Dabei handelt es sich um Decision Trees, welche mit dem Software-Tool Weka erstellt wurden und um speziell für Microcontroller optimierte Modelle, wofür das NanoEdge AI Studio verwendet wurde. Dies ermöglicht die Evaluation des Vorgehens, jedoch müssen diese Modelle direkt auf der Pumpe trainiert werden, bevor die Detektion starten kann. Um diesen Ansatz zu validieren, wurde eine Testsoftware entwickelt, mit deren Hilfe unter anderem Parameter angepasst werden können, um die Detektion robuster oder sensibler einzustellen. Damit wurden die Modelle schliesslich bei Versuchen mit einer Pumpe auf einem Prüfstand getestet (Abbildung 1).

Resultate

Die Tests zeigen, dass die Detektion mithilfe der Decision Trees nicht zielführend ist. Die anderen Modelle waren jedoch in der Lage, Kavitation zu detektieren. Eine Visualisierung davon ist in Abbildung 2 dargestellt und zeigt die Ausgaben der Testsoftware während des Tests. Es ist ersichtlich, dass eine Anomalie detektiert wird, sobald mithilfe des Prüfstands Kavitation erzeugt wird.

Ausblick

In einem nächsten Schritt muss nun ein Machine Learning Modell von Grund auf entwickelt werden. Dadurch kann das Training mit zuvor aufgezeichneten Daten durchgeführt werden und muss nicht direkt auf der Pumpe erfolgen. Somit kann die Kavitationsdetektion in die Pumpensteuerung integriert werden.



Luc Probst
luc.probst@gawnet.ch



Abbildung 1: Prüfstand und Solar-Wasserpumpe, womit die beiden Machine Learning Ansätze getestet wurden

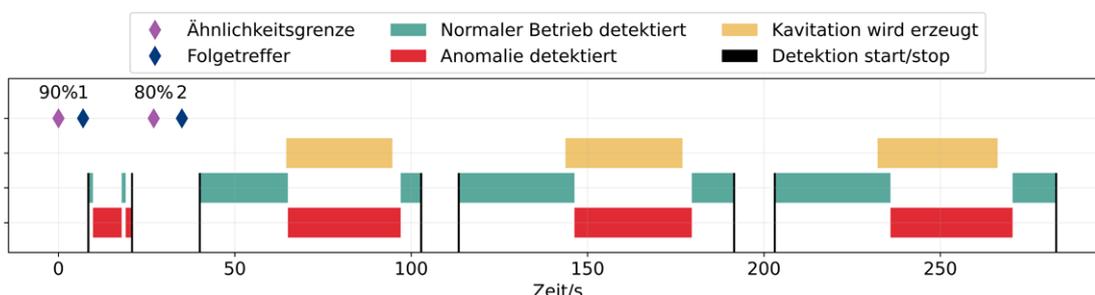


Abbildung 2: Das Testergebnis zeigt, dass Kavitation detektiert werden kann, wenn die Parameter passend eingestellt sind.