

Binärisierte neuronale Netzwerke auf Microcontrollern in der Leistungselektronik

Bachelorarbeit im Bereich Leistungselektronik



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Dominik Stolte • S3|21/202

dominik.stolte@tu-darmstadt.de

Hintergrund:

Binärisierte neuronale Netze (BNNs) ermöglichen den effizienten Einsatz von KI-Algorithmen auf ressourcenbegrenzter Hardware wie Microcontrollern. Durch die Reduktion der Gewichte und Aktivierungen auf binäre Werte (+1/-1) lassen sich Rechenoperationen stark vereinfachen, was sie ideal für Echtzeitanwendungen in der Leistungselektronik machen könnte. In dieser Arbeit soll ein BNN auf einem Microcontroller (z. B. STM32) implementiert werden, um Regelungsaufgaben – wie die Ansteuerung von Leistungsstellern oder die Optimierung von Schaltvorgängen – zu übernehmen.

Ziel:

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Implementierung eines binarisierten neuronalen Netzes auf einem Microcontroller zur Regelung leistungselektronischer Systeme. Das System soll in der Lage sein, Echtzeitdaten zu verarbeiten, Regelungsentscheidungen zu treffen und mit anderen Systemkomponenten zu kommunizieren. Besonders im Fokus steht die Effizienz der Implementierung hinsichtlich Speicherbedarf, Rechenzeit und Energieverbrauch.

Aufgaben:

- **Recherche:** Analyse des Stands der Technik zu binarisierten neuronalen Netzen und deren Einsatz in der Leistungselektronik.
- **Modellierung:** Auswahl und Training eines BNNs für eine konkrete Regelungsaufgabe (z. B. Stromregelung, Spannungsstabilisierung).
- **Hardware-Integration:** Portierung des trainierten Modells auf einen Microcontroller (STM32).
- **Optimierung:** Anpassung des Modells und der Software für Echtzeitfähigkeit und minimale Latenz.
- **Validierung:** Test der Implementierung auf realer Hardware gegen eine Hardware-In-The-Loop.

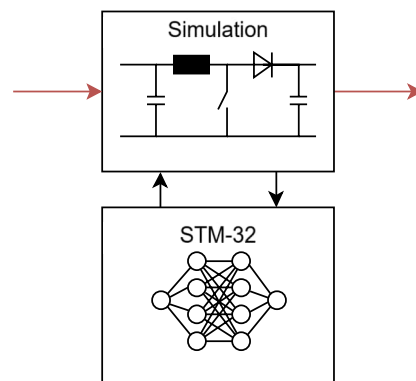


Figure 1: System Level

Anforderungen:

- Grundkenntnisse in **Machine Learning** (insbesondere neuronale Netze) und **Leistungselektronik**.
- Grundkenntnisse in Python, C/C++, oder Rust.
- Erfahrung mit Microcontrollern und embedded Entwicklungsumgebungen (z. B. STM32CubeIDE, PlatformIO).
- Selbstständige Arbeitsweise und Interesse an interdisziplinären Themen.
- Erfahrung mit Versionierungssystemen (Git), oder die Bereitschaft den Umgang zu lernen.
- Erfahrungen mit Textsatzsystemen wie Latex oder Typst, oder die Bereitschaft den Umgang zu lernen.

Betreuung:

Die Arbeit wird eng betreut und bietet die Möglichkeit, praktische Erfahrungen in den Bereichen **KI-Hardware-Integration** und **Leistungselektronik** zu sammeln. Die Betreuung wird über das Versionskontrollsystem transparent durchgeführt. Alle Probleme, die der Betreuung auffallen, werden in einem Issue Tracker dokumentiert. Der Fortschritt kann so über die gesamte Zeit dokumentiert werden. Bei Interesse bitte eine [kurze E-Mail](#) mit Notenauszug und einer kurzen Motivation (max. 1 Seite) an die angegebene Adresse senden. Gerne können Sie bereits erste Ideen oder Fragen zum Thema einbringen!
