

BA-Abschlussarbeit

Heterogene Datenfusion mit Spike-basierten neuronalen Netzwerken

Kurzbeschreibung

Kurze elektrische Impulse, die als Spikes bezeichnet werden, werden von den Neuronen im Gehirn verwendet, um Informationen zu übertragen. Biologische, Spike-basierte neuronale Netzwerke unterscheiden sich von künstlichen neuronalen Netzen dadurch, dass sie aufgrund der Spike-basierten Datenverarbeitung besonders energieeffizient komplexe Aufgaben wie die Erkennung und Klassifizierung von Bildern erledigen können. Solche neuronalen Netze werden so trainiert, dass sie Informationen mit Hilfe einzelner Spikes, genauer gesagt deren Timing/Frequenz, kodieren und übertragen können. Die Spike-basierte Datendarstellung und -berechnung ist der Kern vieler Prozesse im Gehirn, insbesondere angesichts der Vielzahl von Sinnesorganen, mit denen wir ausgestattet sind.

Eine sehr wichtige Aufgabe, sowohl im Gehirn als auch in vielen technischen Anwendungen, ist die multisensorische Fusion. Dabei handelt es sich um einen mehrstufigen Prozess, der sich auf die Assoziation, Korrelation und Kombination von Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen konzentriert. Ziel ist es, eine höhere Genauigkeit und bessere Erkenntnisse zu gewinnen, als dies mit einem einzelnen Sensor allein möglich wäre. Das Projektziel ist die Exploration und Implementierung verschiedener heterogener Datenfusionsalgorithmen unter Verwendung von Spiking Neural Networks. Für die Implementierung der Spiking Neural Networks werden wir das Neural Engineering Framework und den Nengo Simulator verwenden. Damit können wir die Algorithmen auf PC, GPU, FPGA, und sogar neuromorphe Computern beschreiben, implementieren und einsetzen. Die Arbeit umfasst die Übertragung traditioneller Datenfusionsalgorithmen auf Spiking neuronale Netzwerke und deren Implementierung in Nengo. Das Testen und die Evaluierung der implementierten Algorithmen werden an verschiedenen Datensätzen für die Datenfusion gemessen werden. Das ultimative Ziel des Projekts ist der Aufbau einer Toolbox mit Datenfusionsalgorithmen, die in Spiking Neural Networks implementiert sind und auch auf neuromorphe Computersystemen mit geringem Stromverbrauch effizient und nativ ausgeführt werden können.

Tasks

- Einführung in Spiking Neural Networks: Modelle, Lernregeln, das Neural Engineering Framework und der Nengo-Simulator
- Einführung in die Datenfusion und Auswahl von Datenfusionsalgorithmen
- Implementierung von Datenfusionsalgorithmen in Nengo
- Evaluierung und Tests mit Benchmark-Datensätzen für die Datenfusion

Voraussetzungen

- Gute Programmierkenntnisse (Python)
- Gute Mathematikenkenntnisse

Betreuer

Prof. Dr. Ing. Cristian Axenie, M.Sc.