

Smart-E²

Design of Adaptive Embedded Electronics with distributed ML Algorithms for Various Applications

Programm / Ausschreibung	FORPA, Dissertaionen 2024, Industrienae Dissertationen 2026	Status	laufend
Projektstart	01.04.2026	Projektende	31.08.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	29 Monate
Keywords	Tiny-ML, edge intelligence, distributed data processing		

Projektbeschreibung

Zahlreiche kooperative Entwicklungsaktivitäten der Forschungsgruppe mit Industriepartnern aus verschiedensten Bereichen hatten den Einsatz von Sensorik zum Thema, um neue Funktionen zu erschließen oder bestehende Prozesse und Produkte zu optimieren bzw. effizienter zu machen. Automatisierung generell, automatisiertes Monitoring, und Daten-basierte Steuerung sind Themen, die in den unterschiedlichsten Wirtschaftszweigen als essenziell betrachtet werden, um auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu sein. Zeitdruck und knappe Budgets haben jedoch oft zur Folge, dass viele Möglichkeiten ungenutzt bleiben, weil der Entwicklungsaufwand zu hoch erscheint.

Die Motivation für das gegenständliche Vorhaben ist daher, adaptierbare Module zu entwickeln, welche über standardisierte Schnittstellen und Protokolle mit verschiedensten Sensorkomponenten verbunden werden können. Des Weiteren sollen diese Sensor-Module je nach Bedarf durch Mikro-Kontroller oder FPGAs mit einer Intelligenz versehen werden, mit welchen die jeweiligen Algorithmen datenbasiert auch autonom Funktionen ausführen können. Darüber hinaus können solche einzelnen intelligenten Sensor-Module in ein Netzwerk integriert werden, womit eine optimierte Nutzung der Sensordaten ermöglicht wird, von der lokalen Nutzung am Ort des Einsatzes bis hin zur Nutzung im Gesamtsystem. Entsprechende Fragestellungen zu dieser optimierten Datenverteilung bzw. Nutzung, die z.B. das Trainieren und Aktualisieren der lokalen sowie globalen Algorithmen betrifft, werden bearbeitet. Als Rahmenbedingung für die zu entwickelnden Module wird festgelegt, dass diese miniaturisiert und energieeffizient sind (Schlagwort „Tiny-ML“) und somit eine einfache Implementierung in unterschiedlichste Anwendungen von Smart-Buildings, über kontrollierte Landwirtschaft bis hin zu industriellen Produktions- und Fertigungsprozessen ermöglichen. Damit sollen die Ergebnisse dieser Arbeit eine ökonomisch interessante Basislösung für diverse Wirtschaftspartner bieten, mit deren Hilfe spezielle praktische Aufgabenstellungen adressiert werden können.

Als Ergebnis der Forschungsarbeiten sollen Konzepte und Module zur Verfügung stehen, mit welchen intelligente Sensornetze in verschiedensten Aufgabenstellungen von Wirtschaft und Industrie implementiert und eingesetzt werden können. Diese Module und Konzepte werden bereits im Projektverlauf mit Pilotkunden nach Möglichkeit im realen Umfeld getestet und evaluiert. Damit stehen modulare und flexible Lösungen zur Verfügung, die über die derzeitig stark fragmentierten und oft sehr anwendungsspezifischen am Markt verfügbaren Produkte hinausgehen. Das angestrebte PhD-Projekt ermöglicht dazu eine kontinuierliche und in die Tiefe gehende Bearbeitung der entsprechenden Fragestellungen und

Forschungsthemen.

Abstract

Numerous cooperative development activities carried out by the research group with industrial partners from a wide range of sectors focused on the use of sensor technology to develop new functions or optimise existing processes and products and make them more efficient. Automation in general, automated monitoring, and data-based control are topics that are considered essential in a wide variety of industries in order to remain competitive in the future. However, time pressure and tight budgets often mean that many opportunities remain unexploited because the development effort appears to be too high.

The motivation for this project is therefore to develop adaptable modules that can be connected to a wide variety of sensor components via standardised interfaces and protocols. Furthermore, depending on requirements, these sensor modules are to be equipped with micro-controllers or FPGAs that enable the respective algorithms to perform functions autonomously on the basis of data. In addition, such individual intelligent sensor modules can be integrated into a network, enabling optimised use of the sensor data, from local use at the point of deployment to use in the overall system. Relevant questions regarding this optimised data distribution and utilisation, which concern, for example, the training and updating of local and global algorithms, will be addressed. The framework conditions for the modules to be developed stipulate that they must be miniaturised and energy-efficient (keyword "Tiny ML"), thus enabling easy implementation in a wide variety of applications, from smart buildings and controlled agriculture to industrial production and manufacturing processes. The results of this work should thus offer an economically interesting basic solution for various business partners, with the help of which specific practical tasks can be addressed.

The research work is expected to result in concepts and modules that can be used to implement and deploy intelligent sensor networks in a wide variety of economic and industrial applications. These modules and concepts will be already tested and evaluated, where possible in real-world environments, with pilot customers during the course of the project. This will provide modular and flexible solutions that go beyond the currently highly fragmented and often very application-specific products available on the market. The proposed PhD project will enable continuous and in-depth work on the relevant issues and research topics.

Projektpartner

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH