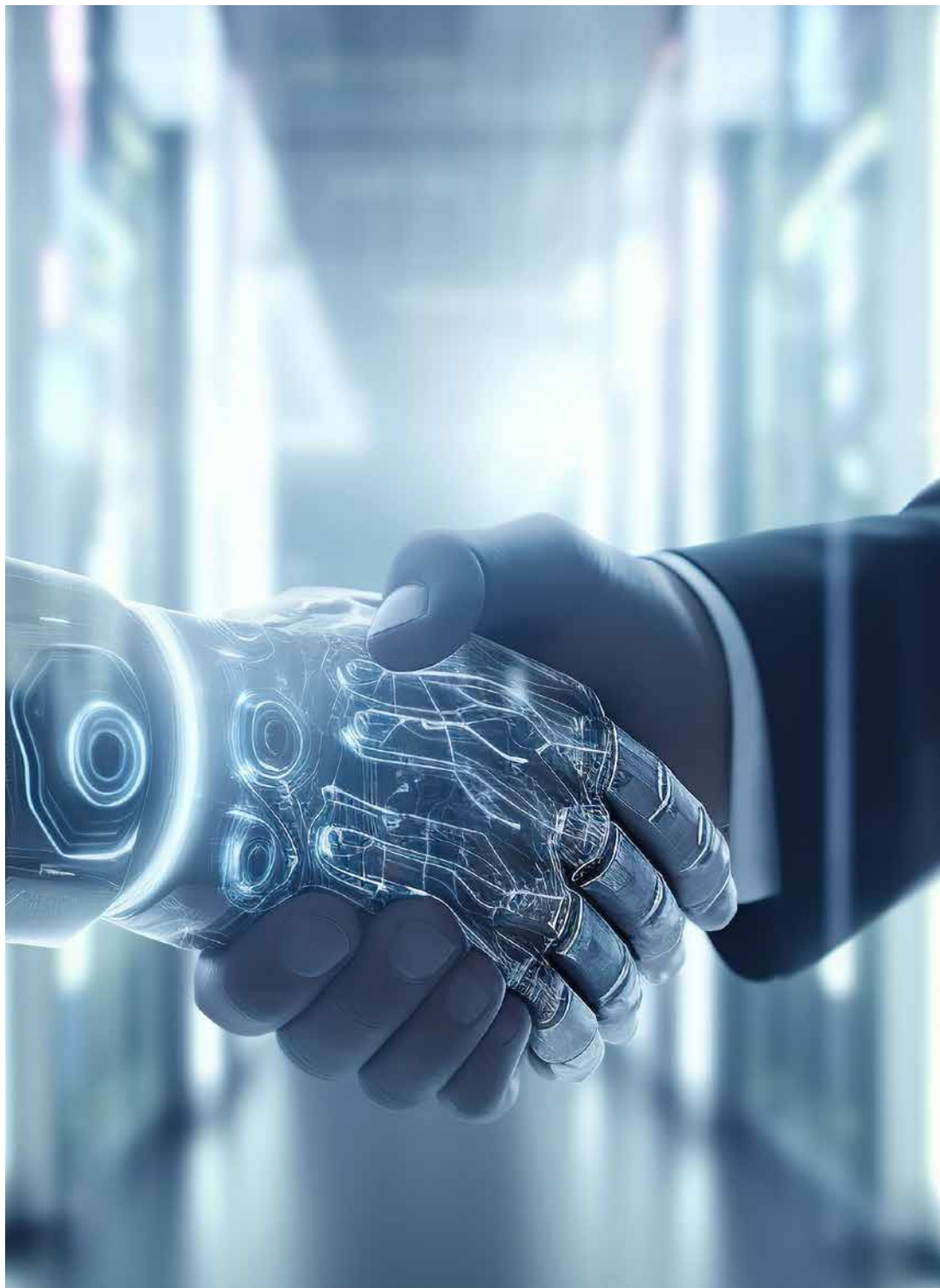


Elektrotechnik und Informationstechnologie

Bachelor-Thesis 2023



Sehr geehrte Damen und Herren



Prof. Dr. Urs Rötthlisberger
Studiengangleiter
Elektrotechnik und Informations-
technologie

Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure entwickeln Geräte und Systeme welche überall in unserem Alltag genutzt werden: Smartphones, Computer, Roboter, Solaranlagen, Internet-Router, Internet of Things, Medizin-Elektronik, Sensoren und Steuerungen mit Künstlicher Intelligenz u.v.m.

Die Diplomandinnen und Diplomanden bearbeiten in ihren Abschlussarbeiten ebenfalls konkrete Aufgabenstellungen, welche von Industriepartnern oder von Forschungsgruppen eingereicht wurden. Die Absolventinnen und Absolventen zeigen damit, dass sie berufsbefähigt sind, d.h. dass sie in der Lage sind, Aufgaben aus der realen Berufswelt selbständig zu bearbeiten und zu lösen.

Es ist mir eine grosse Freude, Ihnen in dieser Broschüre die Bachelor Thesis des Jahres 2023 aus dem Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnologie präsentieren zu dürfen.

Den Diplomandinnen und Diplomanden wünsche ich im Namen aller Dozierenden für ihre berufliche und private Zukunft viel Erfolg und alles Gute.



Horw, im Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

Arnold Joël Flexibles Picking mittels Robotik und 3D-Kamera	6
Arnold Jonas Multiprotokoll Terminalprogramm	7
Arnold Marco Flexible Lasten im CKW Netz	8
Arnold Patrick Fehleranalyse mittels Vibrationslogger	9
Birrer Nathanael Li-Ion Ladedauer Modellierung E-Bikes	10
Bucheli Jan ESP32 BT-LE Bibliothek für das Microcontroller-Board TinyK22	11
Bühler Stephan HW & SW für Bio-Weltraumexperiment	12
Buob Daniel GUI zur Ansteuerung eines autonomen mobilen Roboters	13
Casamassima Fabio Batteriemo­dell	14
Durrer Thomas Steuerung für Folienschweissgerät	15
Estermann Basil Stroboskop	16
Estermann Marcel Formula Student Electric	17
Felber Marco Anomalitätsdetektion	18
Felder David Intelligente Datenladestation für intelligente Schuhe	19
Fluri Ivan Formula Student Electric	20
Frei Simon Classify steps from surgical procedures using simulation data	21
Garofalo Marco E-Bike Controller Engineering	22
Häfliger Daniel Leistungselektronik Schutzwestenkühlung	23
Heini Fabian Formula Student Electric	24
Hellmüller Philipp Leistungselektronik für DC Microgrids	25
Herger Ivan CNN-Beschleuniger für intelligente Space-Kamera	26
Hermann Adrian Bedieneinheit für Türsystem	27
Hofstetter Joël Schaltroboter für Starkstromanlagen	28
Kälin Joy Pattern recognition and LED detection for NextGen Cubes	29
Karlen Ricardo Digitalisierung eines Bienenkastens	30

Kayser Rudy Analyse von Software-Container auf Embedded Linux	31	Steiner Manuel E-Bike Digitalisierungskonzept	56
Kost Regina Steuerung eines Verkaufsautomaten	32	von Moos Joel Disaggregation & Prognose von EV-Ladestationen-Lastkurven	57
Kryenbühl Ruedi SDR-Empfänger für IoT-Anwendungen	33	Waber Ismael Virtual Assistant for Endoscopic Surgery in Simulation Environment	58
Kunz Alexander Lokalisation mit Beschleunigungssensoren	34	Waber Jeremiah Wirbelstromprüfung beim Metallrecycling	59
Lang Janick PCIE-Demonstrator für Compliance in Produktionstest	35	Widmer Michael LoRaWAN Regatta Datenlogger	60
Lehner Louis LoRaWAN Datenlogger	36	Wyer Emanuel Fehlersimulationen an einem motorbetriebenen System	61
Mathier Kilian Inter-Satellite Message Forwarding	37	Wyss Joshua Hue Apple IR Remote	62
Maurer Patrick Picking von Reagenzgläsern mit Cobot	38		
Meyer Til Formula Student Electric	39		
Odermatt Stefan Entwicklung einer neuer Generation von intelligenten Schuhen	40		
Paradiso Simone Steuerungselektronik eines energieautarken Automaten	41		
Pfenniger David Vision-basierte Fahrzeugklassifikation basierend auf Fahrzeugteilen	42		
Portmann Martin UHF Ground Station Implementation	43		
Prajzler Tomas Hardware-in-the-Loop-Simulation des Elektrizitätsnetzes	44		
Reding Felix Detektion und Demodulation von akustischen Signalen	45		
Rölli Mario Bustaster für Gebäudeautomation	46		
Roos Manuel Dynamische Kontrolle des Düsendrucks in einem Druckkopf	47		
Ruoff Lukas Schotterheizung mit geschlitztem Mikrowellenleiter	48		
Sbrogio Silvano Ethernet Schnittstelle für intelligenten Starkstromsensor	49		
Schedler Elias Lautsprecher-Entwicklung für 3D gedruckte Geometrien	50		
Scheuber Armin Design eines BLDC-Lüftercontrollers	51		
Schnyder Franz Regelung mit Reinforced Learning (KI)	52		
Schuler Beat PCB Rennstrecke	53		
Sieber Timon Sicherheitsschalter	54		
Sonderegger Yanic Firmware für E-Bike Controller	55		

Flexibles Picking mittels Robotik und 3D-Kamera

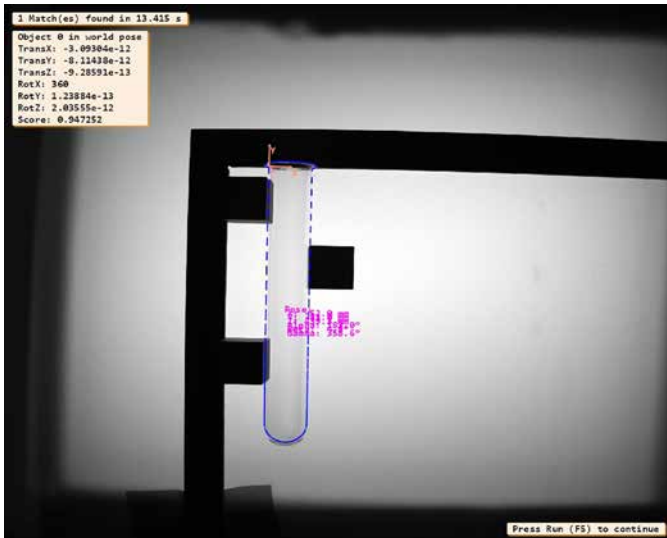


Abb. 1: Formbasiertes Matching am Reagenzglas: Es ist zu sehen, dass die Unterkante nicht korrekt erkannt wurde.

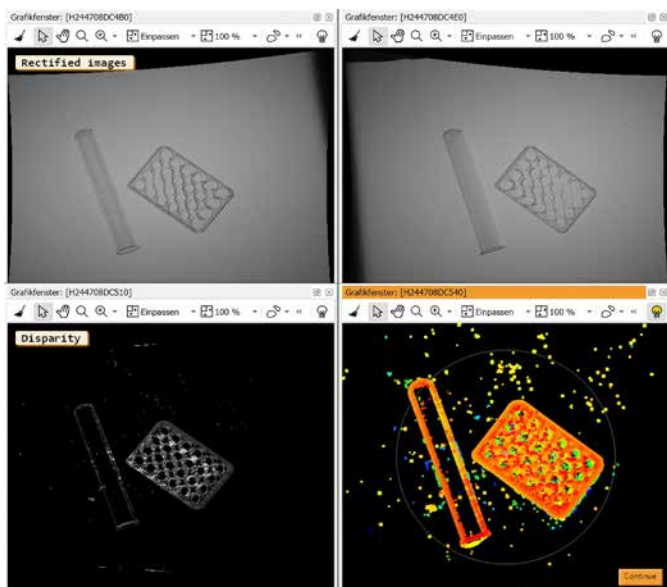


Abb. 2: Für das oberflächenbasierte Matching werden Punktwolken benötigt. Dafür wird aus zwei Bildern (oben) eine «Disparity Map» erstellt und in eine Punktwolke umgerechnet (rechts unten).

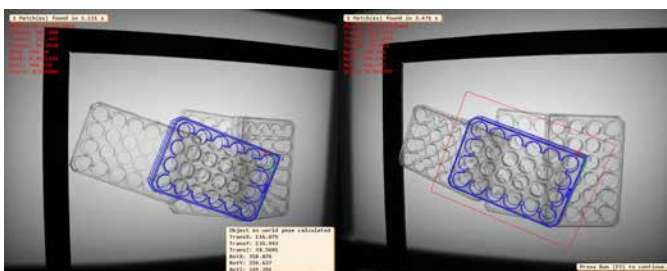


Abb. 3: Doppeltes formbasiertes Matching: Aus den beiden Posen, links oben in den Bildern, wird eine präzisere Pose (unten in der Mitte) berechnet.

Problemstellung

In Laboren werden häufig transparente Objekte wie Reagenzgläser und Mikrotiterplatten verwendet. Für die Automatisierung, zum Beispiel für Pick-and-Place-Anwendungen stellen diese Körper eine grosse Herausforderung dar, da sie nur schlecht mit 3D-Sensoren und Kameras erfasst werden können. Die Recherche zeigte, dass es in der Forschung und Industrie verschiedene Ansätze gibt, um transparente Objekte zu erkennen und ihre 3D-Position zu bestimmen. Viele davon benötigen jedoch teure oder komplexe Ausrüstung.

Lösungskonzept

In dieser Arbeit wurde hauptsächlich mit sichtbarem Licht und Polarisation gearbeitet, was einfach verfügbar war. Mit verschiedenen Versuchsanordnungen wurde festgestellt, dass Objekte mit Hintergrundbeleuchtung am besten zum Vorschein treten. Basierend darauf wurde formbasiertes Matching und oberflächenbasiertes Matching untersucht. Mit dem formbasierten Matching konnten Gegenstände erkannt und lokalisiert werden. Die Präzision war jedoch nicht so hoch, insbesondere die Tiefeninformation war ungenau. Zudem wurde festgestellt, dass die Reagenzgläser nicht immer zuverlässig erkannt werden. Um die Präzision zu verbessern, wurde das formbasierte Matching auf zwei Bilder angewendet und daraus eine neue Pose berechnet. Auf Kosten von Geschwindigkeit konnte so die Präzision bei Mikrotiterplatten verbessert werden.

Realisierung

Zur Demonstration wurde ein Testprogramm für Mikrotiterplatten erstellt. Dafür wurden Bilder eines Stapels aufgenommen und schrittweise Objekte entfernt. In den Bildern wird nach den Objekten gesucht und die 3D-Pose zurückgegeben.

Ergebnisse

Für die Mikrotiterplatten konnte mit dem doppelten formbasierten Matching eine Möglichkeit gefunden werden, die eventuell für industrielle Anwendungen tauglich ist. Die Erkennungszeit beträgt durchschnittlich ca. 2.4 s und die Durchschnittliche Abweichung liegt in x- und y-Richtung unter einem Millimeter und in z-Richtung unter zwei Millimeter. Für die Reagenzgläser konnte keine zuverlässige Methode bestimmt werden. Das liegt daran, dass die Reagenzgläser zu weniger Kontrast neigen als die Mikrotiterplatten.

Ausblick

Für die Reagenzgläser könnte es sinnvoll sein, den Ansatz des formbasierten Matchings weiterzuführen, da dieser Ansatz aus zeitlichen Gründen nicht zu Ende geführt werden konnte.



Diplomand
Arnold Joël

Dozent
Prof. Dr. T. Prud'homme

Themengebiet
Robotik, Bildverarbeitung

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
IET

Multiprotokoll Terminalprogramm

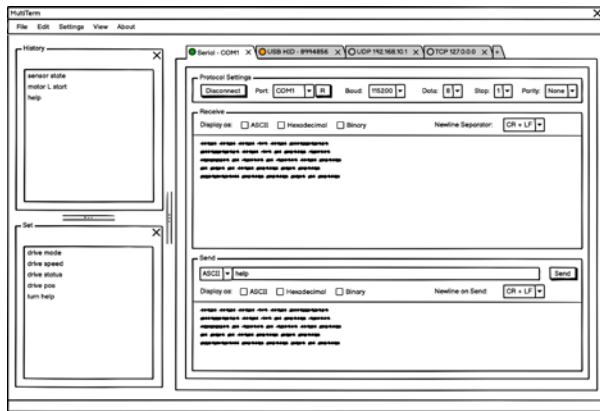


Abb. 1: Mockup der Send-Receive Ansicht

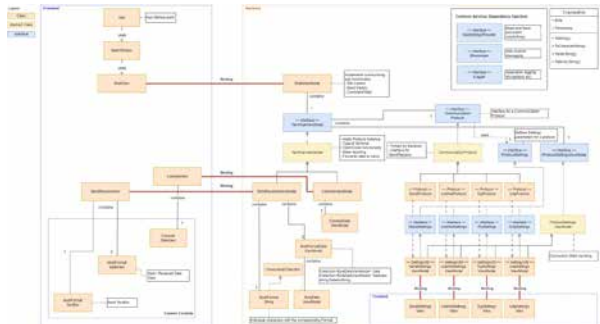


Abb. 2: Gesamtübersicht der Softwarearchitektur

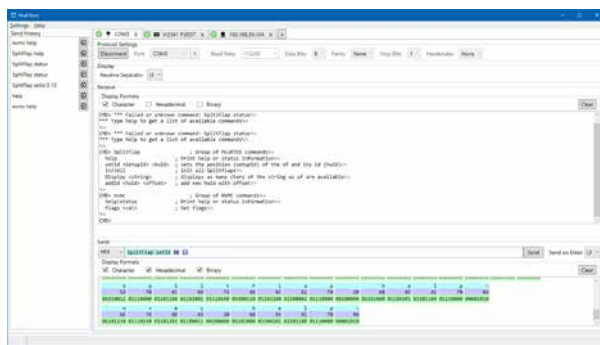


Abb. 3: MultiTerm Applikation: Send-Receive Ansicht

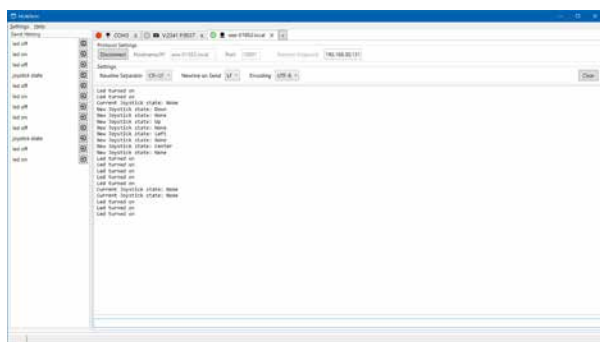


Abb. 4: MultiTerm Applikation: Konsolenansicht

Problemstellung

Zum Datenaustausch mit Embedded Systemen werden an der Hochschule Luzern im Studiengang Elektrotechnik verschiedene Protokolle eingesetzt. Hauptsächlich wird die serielle Schnittstelle verwendet sowie UDP und TCP für netzwerkgebundene Systeme. Künftig soll auch USB HID eingesetzt werden. In dieser Arbeit soll eine neue Benutzersoftware konzipiert und implementiert werden, die sowohl zum Datenaustausch als auch zur Protokollanalyse mit den vier genannten Protokollen eingesetzt werden kann.

Lösungskonzept

Nach der Definition der Anforderungen wird das Konzept für das User Interface erarbeitet und ein Mockup erstellt. Für jedes zu implementierende Protokoll wird eine Definition der Datenübertragung erstellt und eine passende Softwarebibliothek evaluiert. Anschliessend wird die Softwarearchitektur erstellt, wobei grosser Wert auf einfache Erweiterbarkeit gelegt wird. Zwei Datenansichten sind konzipiert, die Send-Receive Ansicht für Protokollanalyse und die Konsolensicht für reinen Datenaustausch.

Realisierung

Die Software wird in C# (.NET 6) implementiert und für das User Interface wird das WPF-Framework eingesetzt. Bei der Implementierung kommen gängige Entwurfsmuster wie Dependency Injection und MVVM zur Anwendung. Nebst der Kernfunktionalität der MultiTerm Applikation werden grafische Steuerelemente und eine umfangreiche Infrastruktur entwickelt. Ein Installer wird erstellt, womit die Software einfach verbreitet und automatisch aktualisiert werden kann.

Ergebnisse

Die resultierende Software kann produktiv eingesetzt werden und ist zukunftssicher umgesetzt aufgrund der gut erweiterbaren Architektur und den eingesetzten modernen Technologien. Alle vier angeforderten Protokolle sind implementiert und die Verbindung zu mehreren Geräten kann gleichzeitig aufrechterhalten werden.



Diplomand
 Arnold Jonas

Dozent
 Prof. C. Jost

Themengebiet
 Technische Informatik

Projektpartner
 Hochschule Luzern, Technik & Architektur, IET

Flexible Lasten im CKW Netz

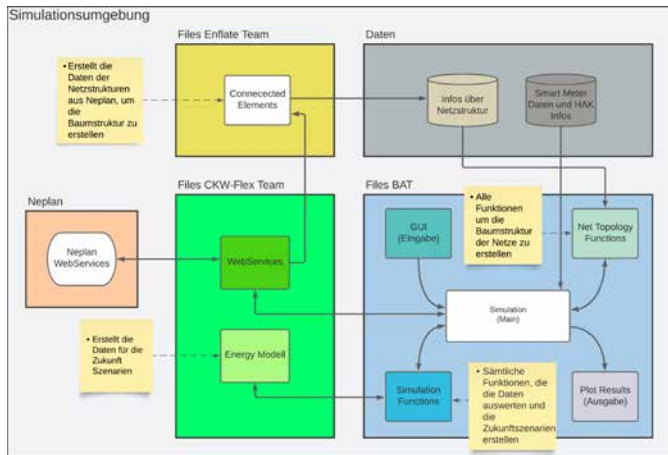


Abb. 1: Blockdiagramm Simulationsumgebung

Problemstellung

Durch das vermehrte Aufkommen von neuen Verbrauchern und Erzeugern wie Wärmepumpen, Elektroladestationen und Photovoltaikanlagen, muss in Zukunft mit einer veränderten Belastung des Stromnetzes gerechnet werden. Dies wird zu neuen Herausforderungen in den Elektrizitätsnetzen führen und mithilfe der Digitalisierung auch neue Möglichkeiten bieten. Es soll daher untersucht werden, wo sich Überlastungen in der Netzebene 7 im CKW-Netz abzeichnen und wieso. Basierend auf diesen Informationen sollen zukünftig neue Lenkungsabgaben und Anreizsysteme entwickelt werden, um den Lastfluss zu optimieren.

Lösungskonzept

Um die Netze zu untersuchen, wurde eine bestehende Simulationsumgebung verwendet und überarbeitet. Die Simulationsumgebung nutzt den Webservice von Neplan. Damit kann mithilfe eines Python Scripts automatisierte Simulationen wie Lastflussanalysen an den Netzen durchgeführt werden. Bei den eingelesenen Daten handelt es sich um reale Smart Meter Daten zu drei verschiedenen extremen Tagen. In einem weiteren Schritt konnte durch die Verwendung von Daten aus einem parallelen Projekt die Simulation in die Jahre 2030 und 2040 überführt werden.

Realisierung

Die Simulationsumgebung wurde in mehreren Aspekten erfolgreich verbessert (siehe Abb. 1). Beispielsweise wurde die Eingabe und Ausgabe grundlegend überarbeitet. Der wichtigste Fortschritt besteht jedoch darin, dass die Spannungsunterschiede an den Knoten in die Analysen einbezogen wurden und auf Verletzungen gemäß den geltenden Richtlinien überprüft werden konnten. Dies konnte durch die Implementierung einer Baumdatenstruktur, welche den Netzaufbau aus Neplan beinhaltet, realisiert werden. Anschliessend wurden Simulationen für Zukunft Szenarien und weitere Untersuchungen an den Netzen durchgeführt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse aus der Simulationsumgebung zeigen, dass vor allem an kalten Wintertagen in Zukunft Überlastungen auftreten können (siehe Abb. 2 und Abb. 3). Aufgrund des starken Ausbaus von PV-Anlagen werden auch diese früher oder später Überlastungen verursachen, wenn keine Massnahmen ergriffen werden. Deshalb wurden Simulationen mit verschiedenen Verhaltensmodellen durchgeführt, welche zeigen, dass mit der Verwendung geeigneter Lenkungsabgaben und Anreizsysteme die Überlastungen stark reduziert werden können.

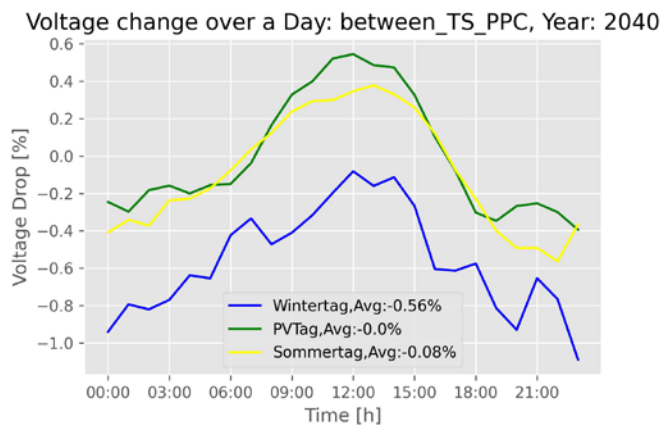


Abb. 2: 24 Stunden Grafik der Spannungsveränderung aller drei Tage zwischen den Trafostationen und den PPC-Knoten (tiefster Knoten, an den mehrere Lasten angeschlossen sind) im Jahr 2040.

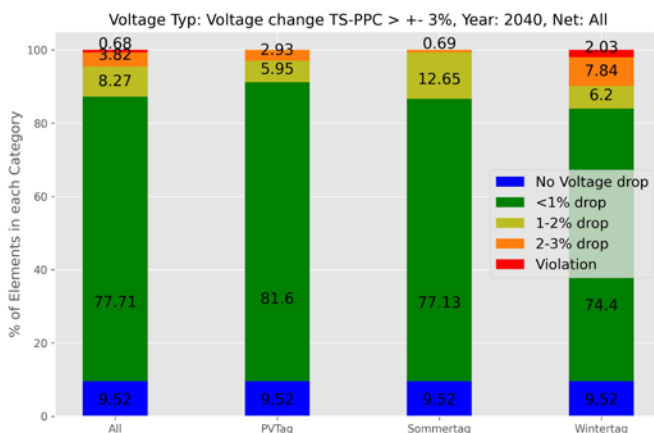


Abb. 3: Balkendiagramm der Spannungsveränderung aller Tage zwischen den Trafostationen und den PPC-Knoten im Jahr 2040.



Diplomand
Arnold Marco

Dozent
Prof. Dr. J. Mühlethaler

Themengebiet
Energie und Antriebssysteme

Projektpartner
CKW AG



Fehleranalyse mittels Vibrationslogger

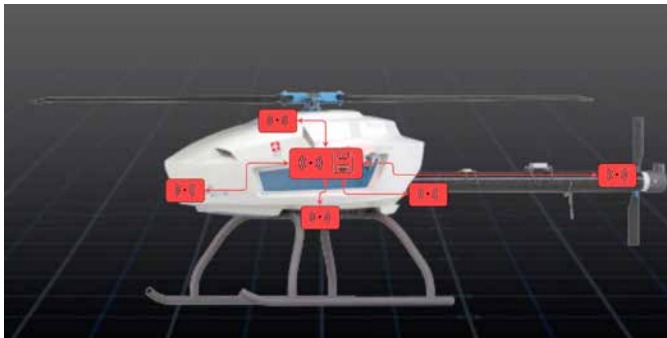


Abb. 1: Veranschaulichung Sensorsystem

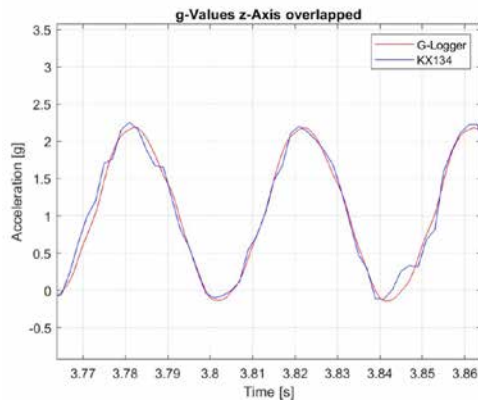


Abb. 2: Beschleunigungsmessungen beider Messsysteme



Abb. 3: Versuchsaufbau

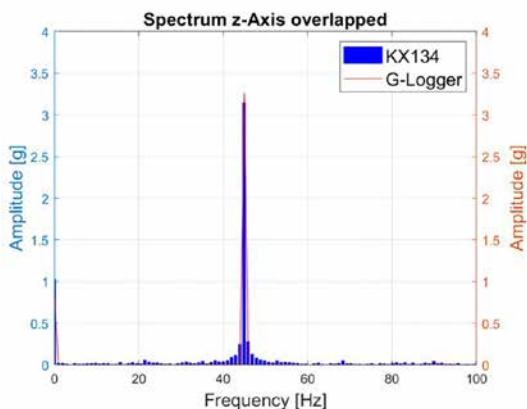


Abb. 4: Spektren der beiden Beschleunigungsmesssysteme

Problemstellung

Der Industriepartner Aeroscout produziert autonom fliegende, unbemannte, helikopterartige Drohnen für Laser Scanning (Lidar), Luftbildaufnahmen und viele weitere Anwendungen. Der sichere Betrieb von Drohnen bringt auch einiges an Wartungsaufwand mit sich. Aeroscout möchte in Zukunft den Wartungsaufwand der Drohnen mit einem health and usage monitoring systems (HUMS) optimieren. Es soll ein dauerhaft installiertes Sensorsystem für die Drohnen entwickelt werden, welches auf kostengünstigen Beschleunigungssensoren basiert.

Die Grafik (Abb. 1) zeigt das Prinzip einer möglichen Struktur eines solchen Sensorsystems. Diese Sensorknoten sollen Beschleunigungsdaten an unterschiedlichen Stellen der Drohne erfassen und auswerten. Durch den Vergleich von Messdaten der einzelnen Sensorknoten können auffällige Abweichungen vom Normalbetrieb erkannt werden. So sollen mechanische Probleme frühzeitig erkannt werden.

Lösungskonzept

Es soll betrachtet werden, ob mit einem low-cost Beschleunigungssensor qualitativ hochwertige Beschleunigungsmessungen, wie mit einem professionellen Messsystem gemacht werden können.

Dafür muss zu Beginn eine bestehende Hardware in Betrieb genommen werden. Anschliessend soll die Softwarestruktur deutlich verändert und neu ein Echtzeitbetriebssystem eingebunden werden. Anschliessend werden Beschleunigungsmessungen erhoben und auf ihre Plausibilität und Richtigkeit geprüft.

Realisierung

Nachdem die Software teils erweitert und teils neu aufgebaut wurde, konnten Beschleunigungsmessungen (Abb. 2) durchgeführt werden. Etliche Messdatensätze wurden im Zeit- und Frequenzbereich mit der Berechnungsssoftware Matlab und einem Versuchsaufbau (Abb. 3) analysiert und verifiziert. Abschliessend wurde die Datenverarbeitung mit einem Mikrocontroller durchgeführt.

Ergebnisse

Der Plot (Abb. 4) zeigt das Spektrum, welches mit dem Mikrocontroller errechnet wurde und das Spektrum des professionellen Beschleunigungsmesssystem. Das professionelle Messsystem misst die Beschleunigungen der drei Achsen X, Y und Z doppelt so schnell, wie der low-cost Sensor. Trotzdem konnten mit dem kostengünstigen Beschleunigungssensor sehr ähnlich Datensätze erhoben werden. Auch das durch den Mikrocontroller errechnete Frequenzspektrum weist eine hohe Qualität auf. Es hat sich also gezeigt, dass ein zukünftiges Sensorsystem auf Basis dieser low-cost Sensoren aufbauen könnte.



Diplomand
Arnold Patrick

Dozent
Prof. Dr. Ch. Eck

Themengebiet
Mechatronik/Automation/Robotik/
Signal Processing

Projektpartner
Aeroscout GmbH



Li-Ion Ladedauer Modellierung E-Bikes



Abb. 1: Messplatz mit zwei Akkus am Aufzeichnen der Ladekurve (links) und ein Akku am Entladen (rechts)

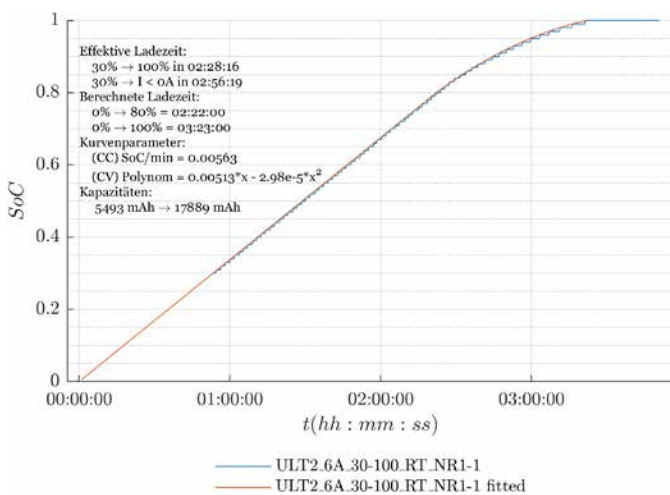


Abb. 2: Kurven-Fit der SoC-Ladekurve mit dem extrahierten Parameter für die lineare CC-Phase (0%–80%) und nicht-lineare CV-Phase (80%–100%).

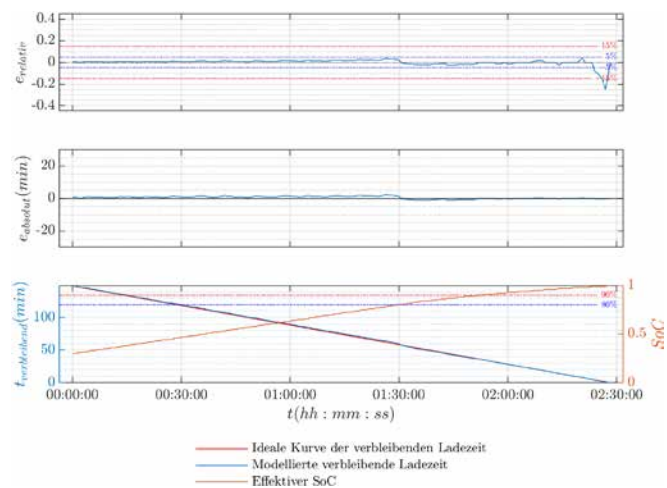


Abb. 3: Fortlaufende Genauigkeit der Ladedauerschätzung auf dem E-Bike-System mit relativem und absolutem Fehler.

Problemstellung

Bei Ladepausen auf E-Bike-Touren ist nicht klar, wie lange das Aufladen des Akkus dauert und die Pause kann nicht optimal geplant werden. Eine Abschätzung der Ladezeit ist daher ein wichtiger Aspekt für das Nutzererlebnis. Für Elektroautos gibt es solche Funktionen bereits, jedoch noch nicht für E-Bikes. Die Firma Biketec GmbH, die u.a. die Elektronik und Software für Flyer-E-Bikes entwickelt, möchte deshalb eine Ladedauer-Vorhersage für ihr E-Bike-System.

Lösungskonzept

Da die Batteriemanagementsysteme der verschiedenen Hersteller der gekauften Batterien den SoC-Wert (State Of Charge, zu Deutsch: Ladezustand) bereits mit ihrer geschützten, proprietären Software modellieren, kann der Verlauf des SoC-Wertes nicht vorhergesagt werden. Dies macht die Verwendung von gängigen Batteriemodellen zur Vorhersage der Ladedauer unmöglich. Meine Lösung bestand nun darin, den SoC-Wert und damit die Ladedauer auf der Grundlage früherer Ladezyklen zu schätzen.

Realisierung

Um das Modell zu verbessern und zu verifizieren, wurden in einem ersten Schritt über 30 Ladekurven mit drei verschiedenen Batterien aufgezeichnet (Abb. 1). Jeweils mit unterschiedlichen Anfangs- und End-SoC-Werten sowie Aussentemperaturen. Jede Ladekurve wurde parametrisiert (Abb. 2) und dann überprüft, ob die Ladezeit der nachfolgenden Ladung genau geschätzt werden kann. Es wurde festgestellt, dass es unvorhersehbare Schwankungen der Ladedauer im höheren einstelligen Prozentbereich gibt. Durch Mittelwertbildung der extrahierten Parameter aus den letzten fünf vorherigen Kurven konnte dieses Problem minimiert werden. Nachdem das Modell in Matlab zufriedenstellend funktioniert hatte, wurde es in C auf dem Biketec-System implementiert.

Ergebnisse

Es wurden wieder sechzehn Messungen mit zwei verschiedenen Batterien und verschiedenen Anfangs- und Endwerten des SoC durchgeführt. Bei allen Messungen wurde die vom Biketec-System vorhergesagte Ladezeit mit der tatsächlich verbleibenden Zeit verglichen (Abb. 3). Das implementierte Modell hat die Ladedauer mit einem mittleren Fehler von 2% vorhergesagt (Std.-Abw.: 2%). Dies entspricht einer durchschnittlichen absoluten Abweichung von 3,7 Minuten (Std.-Abw.: 3,6 Minuten).

Ausblick

Unter Laborbedingungen konnten die Anforderungen erfüllt werden. Feldtests müssen nun zeigen, ob die Genauigkeit der Vorhersage auch unter realen Bedingungen ausreichend ist.



Diplomand
Birrer Nathanael

Dozent
Prof. Dr. P. Eberle

Themengebiet
Modellieren/Simulieren, Messen, Analyse,
Recherche, Evaluation, Studie erstellen

Projektpartner
Biketec GmbH



ESP32-Bluetooth LE Bibliothek für das Microcontroller-Board TinyK22

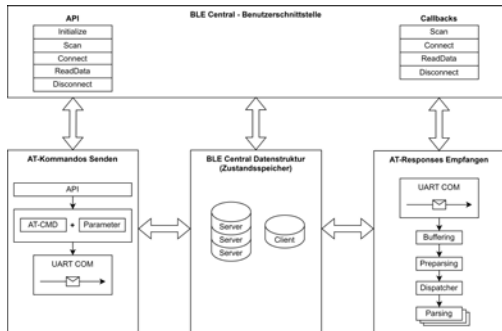


Abb. 1: Umsetzungskonzept der Softwarebibliothek

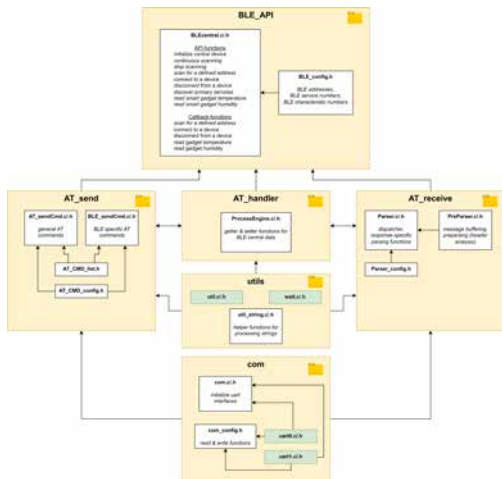


Abb. 2: Softwarearchitektur

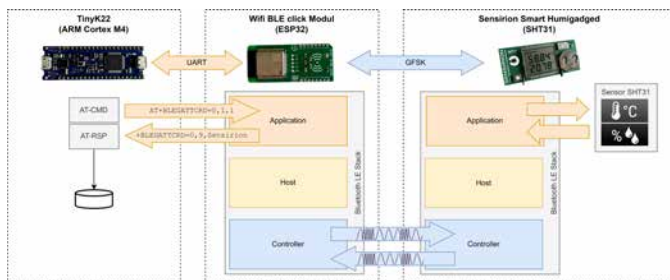


Abb. 3: Übersicht der Kommunikationsschnittstellen

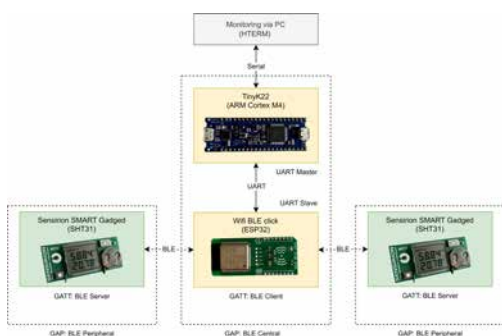


Abb. 4: Verbindungstopologie beim Use Case Szenario

Problemstellung

Das TinyK22 Microcontrollerboard (ARM Cortex M4) wird an der Hochschule Luzern in verschiedenen Unterrichtsmodulen eingesetzt und soll in Kombination mit einem ESP32 Microcontrollerboard Drahtloskommunikation ermöglichen. ESP32 Microcontroller unterstützen das Steuern von Bluetooth LE und 2.4 GHz WiFi über AT-Kommandos via UART-Schnittstelle. Diese Funktionalität wird für die Entwicklung einer Softwarebibliothek für das TinyK22 genutzt. Die Ausarbeitung und Umsetzung eines realitätsnahen Anwendungsszenarios dient als Proof of Concept und soll die Funktionalität der entwickelten Funktionsbibliothek bestätigen.

Lösungskonzept

Die UART Schnittstelle bildet das Fundament der Softwarebibliothek und gewährt die Kommunikation zwischen dem TinyK22 und dem ESP32 Microcontrollerboard. Aufbauend auf dieser Grundlage wird die Interaktion mit dem ESP32 in drei einzelne Funktionsblöcke aufgeteilt: Sende-, Empfangs- und Zustandsspeicher-Teil (siehe Abbildung 1). Der Sende-Teil gewährleistet die ordnungsgemäße Verkettung von AT-Kommandos mit entsprechenden Parametern und übermittelt diese Befehlsnachrichten an das ESP32 Microcontrollerboard.

Der Empfangs-Teil puffert und verarbeitet die empfangenen Antworten vom ESP32. Dabei werden die Parameter jeder Nachricht durch unterschiedliche Parser-Funktionen individuell extrahiert und verarbeitet. Der Zustandsspeicher koordiniert Verbindung und Nutzdaten und interagiert mit Sende- und Empfangs-Teil. Das Zusammenspiel der drei Funktionsblöcke wird abschliessend in einem Benutzerinterface (API) zusammengeführt.

Realisierung


Bei der Implementierung der Software wurde ein modularer Aufbau angestrebt (siehe Abbildung 2), der sich am Use Case Szenario orientiert. Die Kombination aus TinyK22 und ESP32 bildet ein «BLE-Central» Gerät (spezifizierte BLE Rolle), das sich mit «BLE-Peripherals» verbinden lässt. Abbildung 3 veranschaulicht, wie die Kommunikation zwischen den beteiligten Komponenten erfolgt.

Ergebnisse

Das umgesetzte Use Case Szenario verifiziert die erfolgreiche Realisierung der Softwarebibliothek. Im Szenario wird das «BLE-Central» Gerät drahtlos mit dem Sensormodul («BLE-Peripheral») verbunden, um dessen Temperaturwert periodisch auszulesen (siehe Abbildung 4).

Ausblick

Die entwickelten Bibliotheksfunktionen bilden eine solide Basis, um die zweite Funktionalitätsrolle «BLE-Peripheral» zu implementieren.



Diplomand
Bucheli Jan

Dozent
Dr. O. Kasten

Themengebiet
Technische Informatik/Embedded Systems

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur, IET

HW & SW für Bio-Weltraumexperiment

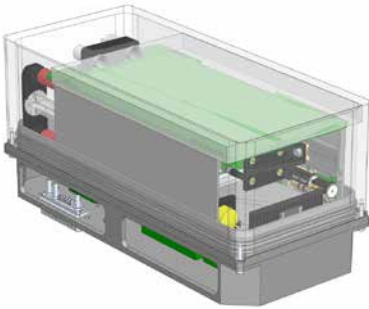


Abb. 1: CAD-Konzept ICE-Cube



Abb. 2: Prototyp ICE-Cube



Abb. 3: Steuerungselektronik

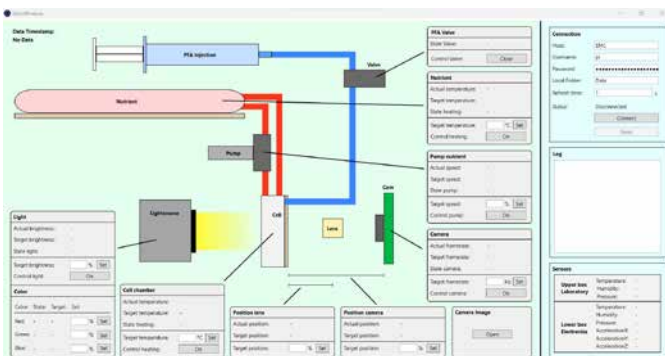


Abb. 4: Benutzeroberfläche

Problemstellung

Das Institut für Medizintechnik der Hochschule Luzern Technik und Architektur hat ein Konzept für ein biologisches Experiment entwickelt, um die Zellkultivierung in der Schwerelosigkeit auf der internationalen Raumstation ISS zu beobachten. Das Experiment wird in einem sogenannten ICE-Cube durchgeführt, einem standardisierten Würfelsystem, das für kommerzielle Zwecke entwickelt wurde. Für das vorhandene Konzept soll die Elektronik entwickelt und der ICE-Cube als Prototyp aufgebaut werden.

Lösungskonzept

Es wird eine Steuerung entwickelt, die aus einem PCB mit einem Raspberry Pi Zero besteht. An dieses PCB werden alle elektrischen Komponenten angeschlossen. Um die Zellen am Leben zu erhalten, müssen diese, wie auch der Nährstoff, der sich im Infusionsbeutel befindet, erwärmt werden. Dazu werden zwei PCBs entwickelt, die mit ihrer berechneten Leiterbahn die Zellen und der Nährstoff auf 37°C erwärmen.

Für die Beobachtung der Zellkultivierung wird eine Raspberry Pi Kamera eingesetzt, die durch eine abgesetzte Linse und einer Beleuchtung einem Lichtmikroskop entspricht.

Realisierung

Zusätzlich zur Elektronik wurde eine grafische Benutzeroberfläche in C# entwickelt, um den ICE-Cube zu bedienen. Von dieser Oberfläche aus können alle Komponenten ferngesteuert werden. Darüber hinaus wurden weitere Ideen zur Verbesserung eingebracht und für zukünftige Testversuche umgesetzt. Als Beispiel wurden zwei Polfilter verwendet, um das Direktlicht auszublenden und somit bessere Aufnahmen der Zellen zu ermöglichen.

Ergebnisse

Das Ergebnis ist ein aufgebauter und funktionsfähiger Prototyp des ICE-Cubes. Sowohl der Nährstoff als auch die Zellkammer können auf 37°C erwärmt werden. Mit der einstellbaren Kamera und Linse kann ein fokussiertes Bild in verschiedenen Vergrößerungen aufgenommen werden. Durch RGB-LEDs kann die Farbe der Beleuchtung dabei angepasst werden. Mit der drehzahlvariablen Pumpe können die Zellen mit Nährstoff versorgt werden.

Ausblick

Während der Realisierung konnten bereits Schwachstellen identifiziert und weitere Verbesserungen erkannt werden. Durch den entwickelten Prototyp kann der ICE-Cube auf seine Funktionsfähigkeit überprüft und weiterentwickelt werden. Das Ziel ist ein zuverlässiges Konzept für die Nutzung des ICE-Cubes auf der internationalen Raumstation ISS, die sich in 408 km Höhe über der Erdoberfläche befindet.



Diplomand
Bühler Stephan

Dozent
Prof. R. Mettler

Themengebiet
Technische Informatik
Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
IMT – CC bioscience & medical
engineering, Dr. Simon Wüest

GUI zur Ansteuerung eines autonomen mobilen Roboters

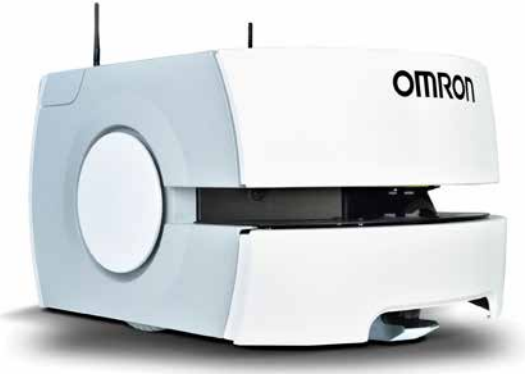


Abb. 1: Autonomer mobiler Roboter für Materialtransport

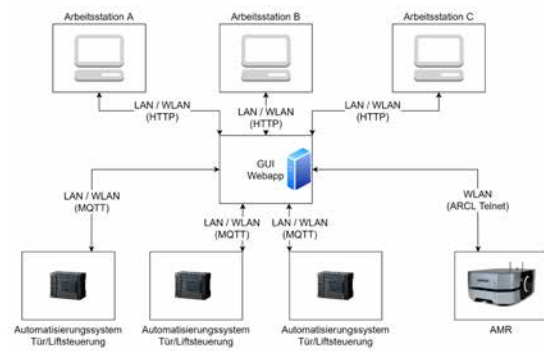


Abb. 2: Systemarchitektur für Webapplikation

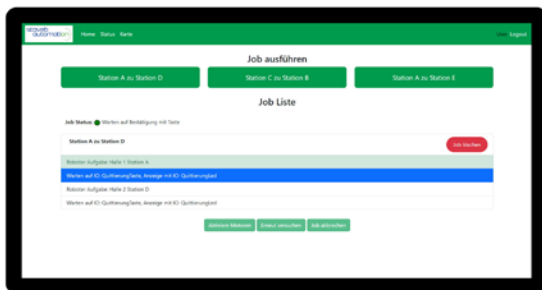


Abb. 3: Startseite der Webapplikation für Job-Ausführung auf Laptop

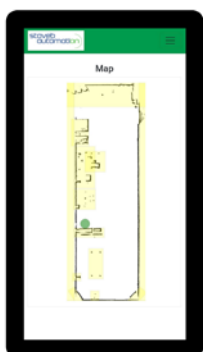


Abb. 4: Kartenseite mit Position des Roboters auf Smartphone

Problemstellung

Die Firma Staveb Automation AG ist ein Integrator von autonomen mobilen Robotern (vgl. Abb. 1). Diese Roboter transportieren Material in Produktions- und Logistikprozessen. Dabei kann dieser Roboter anhand einer aufgenommenen Karte autonom seinen Fahrweg planen.

Zur Ansteuerung dieses autonomen mobilen Roboters soll ein benutzerfreundliches GUI (Graphical User Interface) erstellt werden. Das GUI soll auf verschiedenen Zielgeräten, wie PC, Tablet oder Smartphone verwendet werden können. Folglich wird ein Responsives Design benötigt.

Lösungskonzept

Für das GUI mit einem Responsiven Design wird eine Webapplikation entwickelt.

Folglich kann mit einem Internetbrowser auf die Webapplikation zugegriffen und der Roboter gesteuert werden (vgl. Abb. 2). Die Webapplikation soll auf einem Raspberry Pi 4 mit Docker ausgeführt werden.

Realisierung

Die Webapplikation wird mit dem Python Framework Flask erstellt. Für das Responsive Design wird Bootstrap verwendet. Dadurch passt sich das GUI der Bildschirmgröße an und kann auf verschiedenen Zielgeräten verwendet werden (vgl. Abb. 3 & 4).

Für die Kommunikation mit dem Roboter wird das Telnet-Protokoll benötigt. Darüber werden die Befehle an den Roboter gesendet und der Status des Roboters ausgelesen, um diesen in der Webapplikation anzuzeigen. Für die Steuerung des Roboters wird ein Job-Handler entwickelt. Dieser sendet die Befehle an den Roboter und kann über MQTT eine Tür ansteuern.

Ergebnisse

In der Webapplikation können mit dem Service-Benutzer-Level verschiedene Jobs für den Roboter erstellt werden. Dazu werden die vorhandenen Ziele vom Roboter ausgelesen. Diese Ziele können im Job als Aufgabe hinzugefügt werden.

Die Jobs werden in einer Datenbank gespeichert und können über die Tasten auf der Startseite ausgeführt werden. Der Job-Handler stellt sicher, dass die Aufgaben korrekt nacheinander ausgeführt werden. Zum Schluss des Projekts wird die Webapplikation zusammen mit dem Roboter mit einem simulierten Anwendungsfall getestet.



Diplomand
Buob Daniel

Dozent
Prof. Dr. T. Prud'homme

Themengebiet
Signalverarbeitung & Kommunikation,
Embedded Systems, Technische Informatik,
Mechatronik, Automation, Robotik

Projektpartner
Staveb Automation AG



Batteriemodell

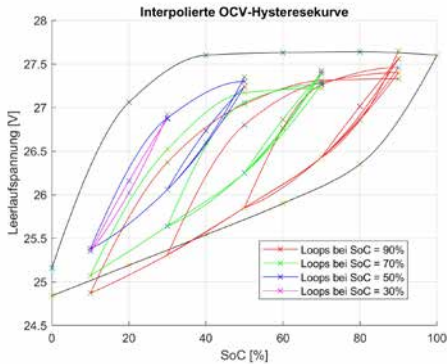


Abb. 1: Gemessene OCV-Hysterese der Batterie – Messpunkte mittels pchip-Interpolation verbunden

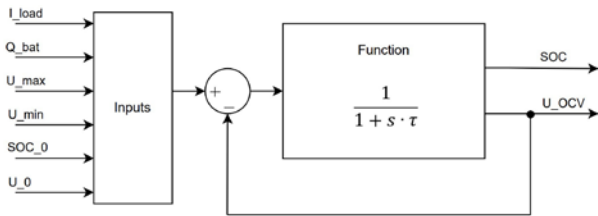


Abb. 2: Konzept des Simulationsmodells mit In-/Outputs, basierend auf einem PT1-Glied

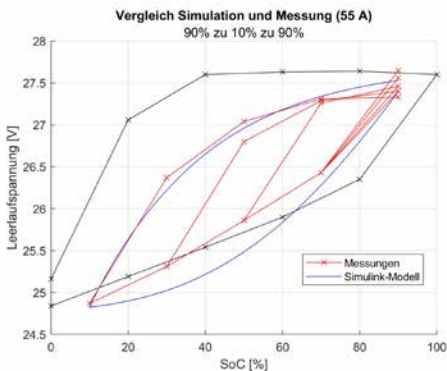


Abb. 3: Vergleich von Simulation und Messung (I = 55 A)

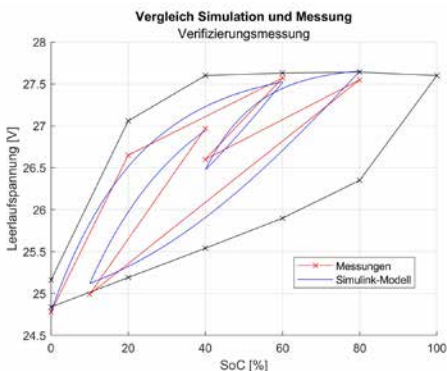


Abb. 4: Vergleich von Simulation und Messung bei mehreren Zyklen (I = 55 A)

Problemstellung

Der PC-24 der Firma Pilatus Flugzeugwerke AG besitzt zwei Bordbatterien. Eine dient zum Starten der Triebwerke, die andere zur Speisung der Avionik. Diese Batterien können Probleme verursachen, weshalb es zum Abbruch des Motorstarts führt. Es soll ein bestehendes Batteriemodell (Ni-Cd Batterie mit 20 Zellen) weiterentwickelt werden, um ein besseres Verständnis der Batterie zu ermöglichen. Die Ermittlung des effektiven Ladezustandes (State of Charge «SOC») der Batterie stellte dabei den Hauptfokus dar.

Lösungskonzept

Ein Problem des Modells stellt die Bestimmung der Kapazität anhand der Leerlaufspannung (Open Circuit Voltage «OCV») dar, wegen der OCV-Hysterese. Diese beschreibt, dass bei einem SOC sich die Batterie auf verschiedenen OCVs stabilisieren kann, weshalb keine eindeutige Beziehung zwischen OCV und SOC besteht. Somit ist der Rückschluss auf die Kapazität über die OCV zu ungenau. Nach der Recherchephase bezüglich den SOC-Monitoring Methoden, wurde der Ansatz zur Schätzung anhand der OCV-Hysterese gewählt. Das Ziel ist es, die OCV-Hysterese der Batterie auszumessen, um diese in einem Simulationsmodell zu integrieren. Dabei soll es möglich sein anhand eines Stromabbildes den neue SOC und OCV vorherzusagen.

Realisierung

Daraufhin wurden die Messungen der OCV-Hysterese geplant und durchgeführt, was den Fokus dieser Arbeit darstellt. Die Messresultate zeigen, dass die Verläufe bei der Hysterese sehr ähnlich sind, lediglich bei anderen Startpunkten beginnen. Die Kurvenform ist dabei analog zu der eines RC-Gliedes, sprich einem PT1-Glied, wobei die OCV zu einem Maximum/Minimum konvergiert. Daher wird das Simulationsmodell basierend auf einem PT1-Glied realisiert.

Ergebnisse

Die Messergebnisse zeigen, dass die Kurvenformen (Loops) bei den verschiedenen SOC's Gemeinsamkeiten aufweisen und analog zu einem PT1-Glied verlaufen. Das entwickelte Modell kann mit einem definierten Anfangspunkt und dem Belastungsprofil als Excel-File den Spannungsverlauf der OCV-Hysterese abbilden und die neue OCV und SOC vorhersagen. Aus Zeitgründen konnte das Simulationsmodell nicht optimiert werden – Ungenauigkeiten bestehen beim Simulieren des Entladens.

Ausblick

Ein nächster Schritt wäre die Optimierung des Simulationsmodells, insbesondere das Entladen. Danach kann das Modell auf Zellbasis skaliert werden und mit dem vorherigen Simulationsmodell kombiniert werden.



Diplomand

Casamassima Fabio

Dozent

Prof. Dr. J. Mühlethaler

Themengebiet

Energie- und Antriebssysteme

Projektpartner

Pilatus Flugzeugwerke AG



Steuerung für Folienschweissgerät

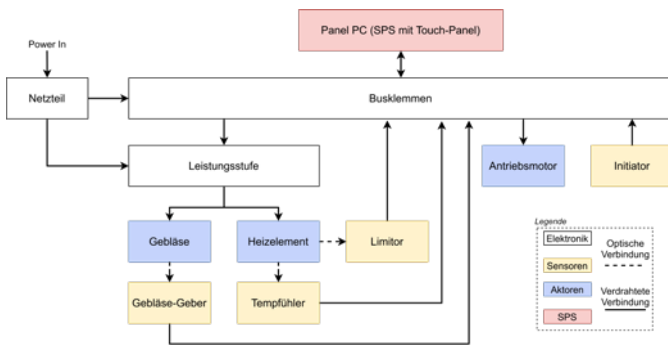


Abb. 1: Blockschaltbild neue Steuerung

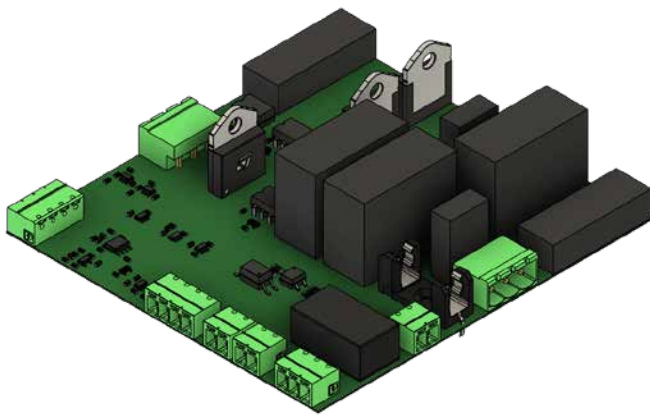


Abb. 2: Leistungsstufe PCB



Abb. 3: Prototyp

Problemstellung

Die Firma Disa Elektro AG aus dem Kanton Obwalden stellt Folienschweissgeräte her. Diese Geräte kommen beispielsweise bei Dachdeckern für das Abdichten von Dächern zum Einsatz. Dabei werden zwei Folienbahnen erhitzt und zusammengepresst. Da diese Geräte bereits seit 2008 produziert werden, sind mehrere Elektronik-Komponenten für die Steuerung zwischenzeitlich nicht mehr verfügbar. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Steuerung komplett überarbeitet. Vom Industriepartner vorgegeben, war die Umsetzung mittels einer SPS. Zudem sollen die bestehenden Aktoren, Sensoren sowie der mechanische Aufbau weiterhin verwendet werden.

Lösungskonzept

Ein Panel-PC mit Touch-Funktion soll für die Bedienung des Gerätes eingesetzt werden. Alle Aktoren und Sensoren werden möglichst über Busklemmen angeschlossen. Für jene Aktoren, welche nicht an Busklemmen angeschlossen werden können, wird eine Leistungsstufe entwickelt. Für den Panel-PC wird ein GUI entwickelt, welches erlaubt, Parametersätze zu laden und zu verändern. Weiter können Geräteeinstellungen über das GUI vorgenommen werden.

Realisierung

Für die Ansteuerung des Heizelementes wird eine Wellenpaketsteuerung eingesetzt. Eine Phasenanschnittsteuerung wird für die Ansteuerung des Gebläses verwendet.

Aufgrund langer Lieferzeiten konnten der Panel-PC sowie die Busklemmen nicht beschafft werden. Dies hatte zur Folge, dass ein Laptop als SPS, andere Busklemmen sowie ein anderer Temperatursensor verwendet werden musste. Zusätzlich musste die Elektronik angepasst werden.

Ergebnisse

Die Wellenpaketsteuerung für das Heizelement konnte erfolgreich implementiert werden. Aufgrund des Temperatursensors konnten jedoch maximal Temperaturen bis 150 °C gemessen werden. Die Einstellungen am Gerät sowie die Auswahl eines Parametersatzes können über ein GUI verändert werden. Die Phasenanschnittsteuerung für das Gebläse konnte infolge eines Fehlers in der Elektronik nicht richtig umgesetzt werden. Die Messung der Drehzahl des Gebläses ist aufgrund des Signalpegels des Sensors nicht möglich. Während der Realisation wurde festgestellt, dass die überarbeitete Steuerung aufgrund der Platzverhältnisse nicht in den bestehenden mechanischen Aufbau integriert werden kann.

Ausblick

Dieses Projekt wird weitergeführt und optimiert, sobald die passenden Busklemmen sowie der Panel-PC eingetroffen sind.



Diplomand
Durrer Thomas

Dozent
Prof. Dr. T. Prud'homme

Themengebiet
Mechatronik, Automation

Projektpartner
Disa Elektro AG



Stroboskop mit besonderen Anforderungen

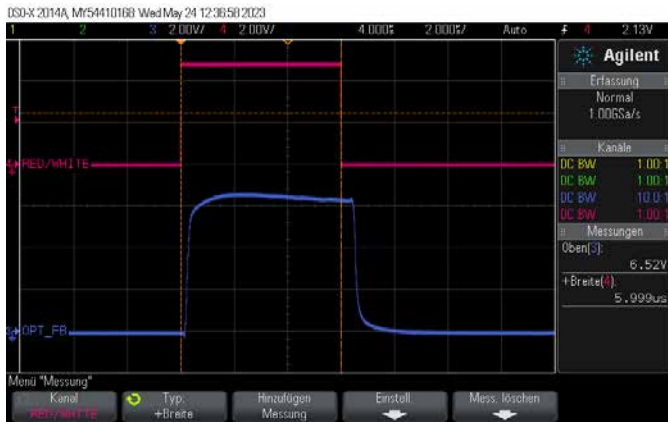


Abb. 1: Erzeugung eines Lichtblitzes gemäss dem PWM-Puls (6µs, rot). Der blaue Verlauf entspricht der optischen Intensität der LEDs.

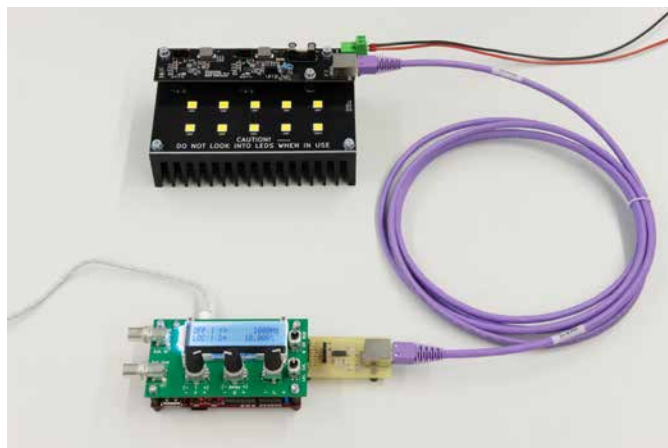


Abb. 2: Verkabelung des Stroboskop-Systems mit Leistungsstufe (schwarz, mit Kühlkörper) und Bedieneinheit unten.



Abb. 3: Langzeitbelichtung (1s) eines angeregten Lautsprechers (100Hz) in einem abgedunkelten Raum. Mit Blitzfrequenz 200Hz und justierter Phase wird die Membran nur an den Extremalpositionen beleuchtet.

Problemstellung

Die Arbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Stroboskops, welches höhere Blitzraten erreicht als kommerzielle Standardprodukte. Es soll das veraltete Exemplar der Physik-Vorlesung ersetzen und zur Betrachtung von schnellen Bewegungen in Forschungsprojekten der Hochschule Luzern dienen. Das Stroboskop soll eine Synchronisation mit externen Takten wie auch das flexible Einstellen der Blitzwiederholraten und -pulsbreiten ermöglichen.

Lösungskonzept

Power-LEDs mit kurzer Reaktionszeit werden von einer schnellen analogen Leistungsstufe angesteuert, sodass hohe Blitzfrequenzen erreicht werden können. Die Eingabe von Parametern wie Wiederholrate oder Intensität erfolgt über eine Bedieneinheit. Ein SoC-FPGA steuert das System. Die Software interpretiert die Benutzer-Einstellungen und evaluiert die gültigen Parameter, während die digitale Hardware taktgenaue Signale zur Ansteuerung der Leistungsstufe generiert.

Realisierung

Die Bedieneinheit ist als Leiterplatte mit Schaltern, Drehreglern und Display ausgeführt und wird direkt auf das SoC-Board aufgesteckt. Die Verarbeitung der User-Einstellungen erfolgt auf dem Mikrocontroller des Zynq 7000S SoCs. Dort werden Parameter wie Periodendauer und Pulsbreite evaluiert und in der digitalen Logik auf ein PWM-Signal abgebildet. Dieses wird via Ethernet-Kabel differentiell auf die Leistungsstufe übertragen, wo zehn weisse Power-LEDs von Treiber-ICs gemäss dem PWM-Takt ein- und ausgeschaltet werden.

Ergebnisse

Testversuche zeigen, dass das Stroboskop Lichtblitze mit minimaler Dauer von 1µs und Frequenzen bis zu 500kHz erzeugen kann. Die Validierung belegt, dass periodische Vorgänge visualisieren werden können, die von blossen Auge nicht sichtbar sind. Dank der Synchronisations-Funktionalität kann der Stroboskop-Takt mit externen Geräten abgestimmt werden.

Ausblick

Eine potenzielle Erweiterung stellt die Entwicklung einer Leistungsstufe esteuert werden. Eine Kamera nimmt dabei ein Bild über alle drei Farbsekanzen auf. In der Nachbearbeitung können die RGB-Kanäle wieder separiert werden, wodurch aus einer Aufnahme im Endeffekt drei resultieren. Dadurch erhofft man sich eine bessere zeitliche Auflösung. Die Implementation in Software und FPGA unterstützt aktuell bereits den RGB-Modus. Allerdings wäre eine neue Leistungsstufe mit RGB-LEDs nötig.



Diplomand
Estermann Basil

Dozent
Dr. S. Köster

Themengebiet
Technische Informatik (Embedded Systems)

Projektpartner
Hochschule Luzern

Formula Student Electric



Abb. 1: castor



Abb. 2: Sicht in den Hochspannungs-Akkumulator mit dem Akkumulator-Management-System



Abb. 3: Getestetes und für den Einbau vorbereitetes HVPCB

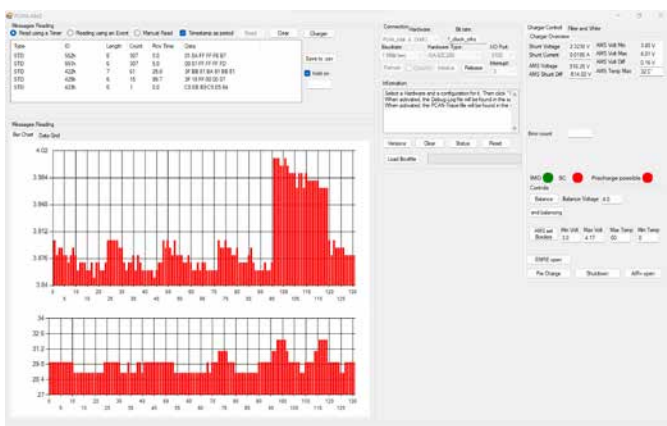


Abb. 4: Auf «castor» angepasste Charger-Software

Problemstellung

Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Teil des Formula Student Projektes des Teams Akademischer Motorsportverein Zürich (AMZ). Das Team besteht aus Studierenden der Hochschule Luzern (HSLU) und der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH). Das Ziel des AMZ ist es, jedes Jahr einen Prototypen eines elektrischen Rennwagens für die Teilnahme an der Formula Student zu bauen. Der diesjährige Rennwagen «castor» soll durch Zuverlässigkeit überzeugen.

Dazu soll ein neues Hochspannungs-Leiterplatten-Layout, passend zum ergänzten Schema und den angepassten Dimensionen, entworfen, umgesetzt und getestet werden. Für das Akkumulator-Management-System soll ein neues Konzept umgesetzt werden. Die bestehende Charger-Software soll auf den neuen Hochspannungs-Akkumulator und das neue Akkumulator-Management-System angepasst werden.

Lösungskonzept

Das Regelwerk der Formula Student Germany dient als Grundlage der Konzeptentscheide und deren Umsetzung. Auf der Hochspannungs-Leiterplatte werden diverse Sicherheitsüberprüfungen durchgeführt um ein sicheres Betreiben des Fahrzeuges zu gewährleisten. Das Akkumulator-Management-System überprüft aus Sicherheitsgründen kontinuierlich die Spannung und Temperaturwerte der einzelnen Akkumulator-Zellen. Der Charger wird verwendet um den Hochspannungs-Akkumulator zu laden.

Realisierung

Schrittweise wurden die bestückten PCBs getestet und im Fahrzeug eingebaut. Parallel dazu wurde die Firmware der Prozessoren auf die neuen Konzepte und Hardware angepasst. Sobald das Fahrzeug von allen Arbeitspaketen als fahrbereit erklärt wurde, startete die dynamische Test- und Optimierungsphase.

Ergebnisse

Die neue Hardware, Software sowie die erarbeiteten Konzepte haben bereits über 100 Testkilometer überstanden und laufen zuverlässig.

Ausblick

Es werden weitere dynamische Tests absolviert und sich an den Formula Student Wettbewerben mit anderen Universitäten und Fachhochschulen gemessen.



Diplomand
 Estermann Marcel Josef

Dozent
 Prof. Dr. A. Omlin, Prof. E. Styger,
 Prof. R. Mettler

Themengebiet
 Signalverarbeitung & Kommunikation,
 Embedded Systems & Automation,
 Energiesysteme & Antriebstechnik

Projektpartner
 ETH Zürich



Anomalitätserkennung

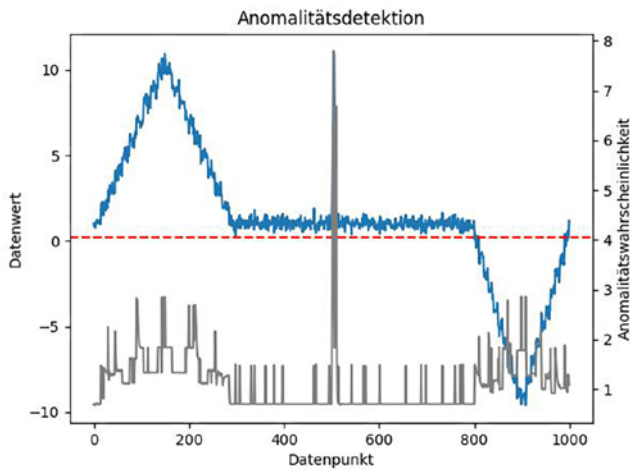


Abb. 1: Anomalitätserkennung bei zusätzlichem Peak

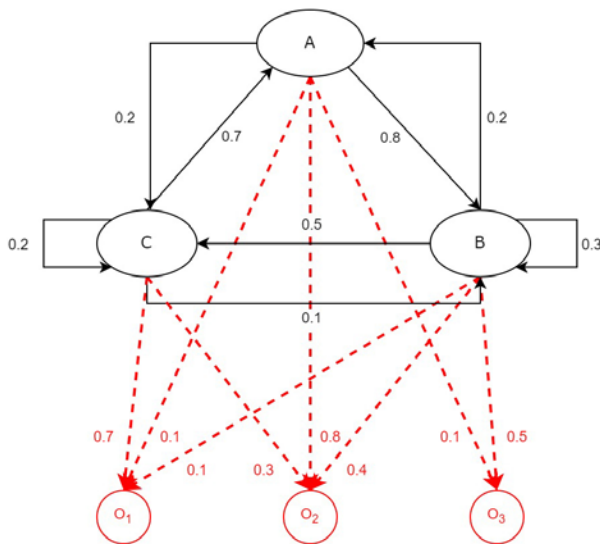


Abb. 2: Graphische Darstellung Hidden Markov Model

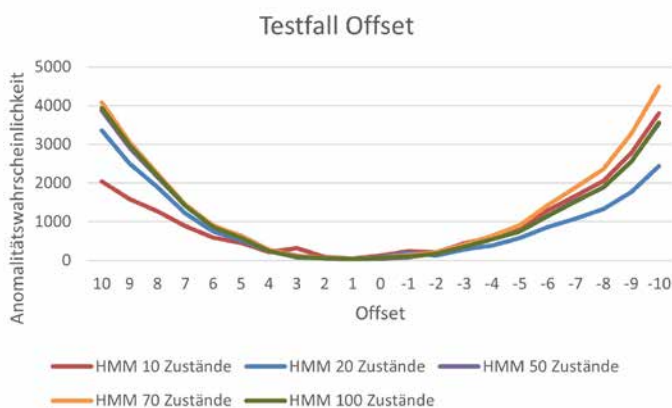


Abb. 3: Resultate für Testfall Offsetverschiebung

Problemstellung

Durch Erkennung von relativen Änderungen in Messdaten sollen Störungen in Maschinen automatisch detektiert werden können. Die Neurad GmbH ist dabei eine Anomalitätserkennung bei einer automatischen Schiebetüre einzubauen. Dazu soll in dieser Arbeit das Hidden Markov Model geprüft werden, ob es für den gewünschten Einsatzbereich geeignet ist.

Lösungskonzept

Um diese Aufgabe zu lösen, soll zuerst das Verständnis vom Hidden Markov Model erlangt werden. Anschliessend soll eine Simulation- und Testumgebung aufgebaut werden, so dass die definierten Testfälle durchgespielt werden können. Damit die Tests gemacht werden können, braucht es einen einfachen Prototyp des Hidden Markov Modells, welches mit Bibliotheksfunktionen erstellt werden kann. Zum Schluss sollen die Resultate analysiert werden und eine Bewertung zum Hidden Markov Model erstellt werden.

Realisierung

Ein Bestandteil der Simulationsumgebung ist die Signalgenerierung. Aufgrund von zu wenig Messdaten vom realen System, wurde entschieden die Trainings- und Testdaten zu generieren. Dabei wurde als Basis der Stromverlauf vom Elektromotor bei der Schiebetüre genommen und vereinfacht. Durch die Generierung konnte ein grosses Trainingsset angelegt werden, wobei sich das Signal nur im Rauschen unterscheidet. Für die Testsignale konnte auf das Grundsignal noch die Anomalie addiert werden. Diese Datensets konnten dann verwendet werden, um das Hidden Markov Model zu trainieren und zu testen. Das Hidden Markov Model wurde mit dem Python Modul hmmlearn implementiert. So konnte einfach das Model umgesetzt werden und eine Anomalitätserkennung erstellt werden. Mit diesen Implementierungen war es anschliessend möglich die definierten Testfälle durchzuführen und zu analysieren.

Ergebnisse

Aus den Resultaten der Testfälle geht hervor, dass einige Anomalien sehr gut erkannt werden und andere sehr stark von der Wahl der Parameter abhängt. Da das Trainieren des Modells mit grosser Datenmenge und grossen Parametern sehr viel Zeit benötigt, konnten die optimalen Parameter nicht evaluiert werden. Trotzdem wird der Einsatz des Hidden Markov Modells für diese Anwendung als möglich betrachtet, unter der Voraussetzung, dass die Parameter und somit die Anomalitätserkennung optimiert werden können.



Diplomand
Felber Marco

Dozent
Prof. K. Schuster

Themengebiet
Nachrichtentechnik/Signal Processing,
Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
Neurad GmbH



Intelligente Datenladestation für intelligente Schuhe



Abb. 1: Intelligente Ladestation während des Ladevorganges eines Schuhs

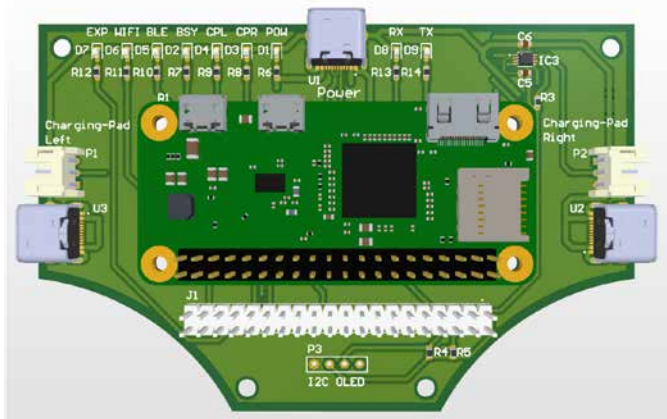


Abb. 2: Vorderseite des erstellten PCB

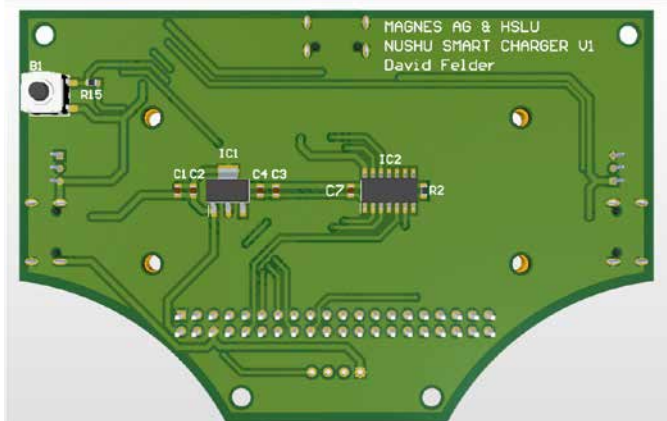


Abb. 3: Rückseite des erstellten PCB

Problemstellung

Die Firma Magnes AG (Spin-off der ETH Zürich) ist Hersteller eines tragbaren Ganganalysesystems. Das Ganganalysesystem Nushu ist ein tragbares System und besteht aus einem mit Sensoren ausgestatteten Schuhpaar sowie einem dazugehörigen Analyseprogramm. Die Schuhe können von einer IOS-App bedient werden und über diese werden die aufgezeichneten Sensordaten von den Schuhen an eine externe Datenbank übertragen. In dieser externen Datenbank werden die Daten mittels unterschiedlichen Algorithmen analysiert und die wichtigsten Gangparameter berechnet.

In der aktuellen Version des Analysesystems Nushu müssen die Daten manuell von den Schuhen an den externen Analyseserver übermittelt werden. In der Bachelorarbeit von David Felder wurde für das Analysesystem Nushu eine intelligente Ladestation entwickelt, welcher diesen Datentransferprozess automatisiert.

Lösungskonzept

Da während des Datentransferprozesses über Bluetooth Low Energy sowie über ein lokales WLAN-Netzwerk, welches die Schuhe erzeugen, kommuniziert werden muss, wurde entschieden die intelligente Ladestation basierend auf dem Einplatinencomputer Raspberry Pi Zero zu realisieren.

Auf diesem Einplatinencomputer läuft eine Anwendung, welche die Kommunikation mit den Schuhen sowie der externen Datenbank steuert. Nachdem die Schuhe auf der intelligenten Ladestation platziert wurden, muss der Einplatinencomputer in einer ersten Phase die Sensordaten von dem Nushu herunterladen. Dies geschieht über Bluetooth Low Energy sowie über ein lokales WLAN-Netzwerk. In der nächsten Phase muss sich der Einplatinencomputer mit dem Heimnetzwerk des Patienten verbinden und die Daten in die externe Datenbank hochladen.

Realisierung

Die intelligente Ladestation wurde in Form eines Prototyps realisiert. Für den Prototyp wurde ein PCB entwickelt, welches sämtliche notwendigen Komponenten beherbergt, um den Datentransferprozess erfolgreich zu automatisieren. Für den Einplatinencomputer wurde eine Python-Applikation entwickelt, welche den Datentransferprozess automatisiert. Zusätzlich bietet der Prototyp eine Konfigurationsmöglichkeit per Bluetooth Low Energy an.

Ergebnisse

Der entwickelte Prototyp automatisiert den Datentransfer zwischen den Schuhen und der externen Datenbank erfolgreich. Die Ladestation lässt sich per Bluetooth konfigurieren und der aktuelle Zustand wird mit unterschiedlichen LEDs angezeigt.



Diplomand
Felder David

Dozent
Prof. Dr. P. Eberle

Themengebiet
Technische Informatik, Automation

Projektpartner
Magnes AG



Formula Student Electric



Abb. 1: Rennauto castor

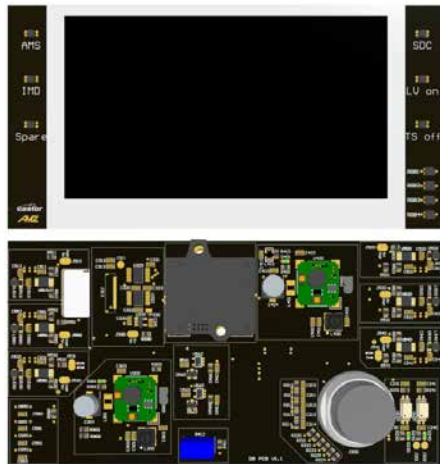


Abb. 2: Dashboard PCB

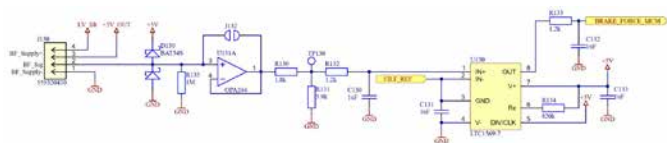


Abb. 3: Sensoranbindung

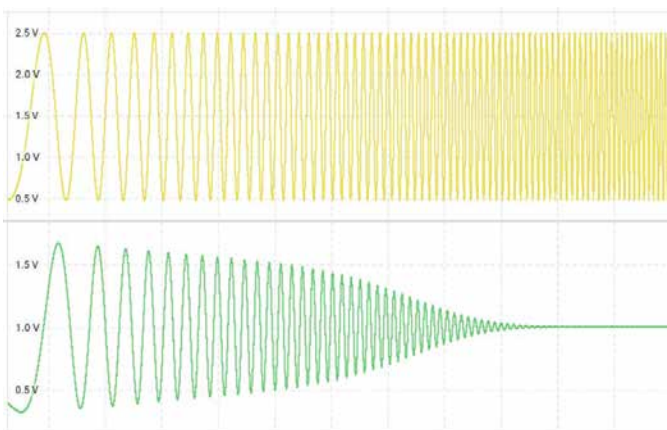


Abb. 4: Signalfilterung Messung

Problemstellung

Jedes Jahr baut der Akademische Motorsportverein Zürich ein Rennauto um an den Events der Formula Student Electric teil zu nehmen. 16 Studierende der ETH und 4 der HSLU bauen das diesjährige Auto castor. Das gesamte Projekt wurde zu Beginn in Arbeitspakete unterteilt. Die HSLU-Studierenden übernehmen einen grossen Teil der Elektronik Arbeitspakete. Im Rahmen dieser Bachelorthesis werden die Pakete «Sensoren & Aktoren» und „Dashboard“ bearbeitet. Dazu gehört die Evaluation und Installation aller Sensoren und Aktoren sowie die Creation eines PCBs für deren Signalverarbeitung. Die Sensoren und Aktoren sind essenziell für die Kontrolle über das Fahrzeug. Zum zweiten Paket gehört die Creation des Dashboard PCBs und die Implementation der Software für LED's, Buzzer und Display. Das Dashboard zusammen mit dem Lenkrad bildet die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Fahrer*in.

Lösungskonzept

Bereits im Rahmen des dieser Arbeit vorhergehenden Industrieprojektes wurden Sensoren und Aktoren evaluiert und Konzepte zur Realisierung der Hardware entworfen. Im Rahmen der Bachelorthesis wurden diese Konzepte umgesetzt, getestet und verbessert, sowie die Software entwickelt.

Realisierung

Die Sensoren und Aktoren wurden früh bestellt, getestet und in castor eingebaut. Nach der Bestückung der PCBs und deren Inbetriebnahme wurden sie separat getestet, bevor auch sie ins Auto eingebaut wurden. Die Zusammenarbeit im Team forderte eine gute Koordination für Kommissionierungen, Tests und Verbesserungen von Teilsystemen im Auto. Die Software wurde fortlaufend in enger Absprache mit angrenzenden Systemen implementiert. Klare Schnittstellen und eine gute Unterteilung des Systems standen im Vordergrund. Dank dem Wissen und den Werkzeugen, was im Projekt vorhanden war, konnten viele Ideen und Lösungen schnell umgesetzt werden.

Ergebnisse

Die entwickelten Komponenten funktionieren wie erwartet und erfüllen die Anforderungen. Das Rennauto funktioniert als Gesamtsystem mit wenigen Einschränkungen, welche bis zu den Rennen beseitigt werden. Das Team freut sich auf die Events der Formula Student Saison 2023. Wir sind überzeugt mit castor ein hoch performantes Rennauto gebaut zu haben und hoffen damit in der Schweiz, Deutschland, Österreich und Ungarn gute Resultate zu erzielen.



Diplomand

Fluri Ivan

Dozent

Prof. E. Styger, Prof. R. Mettler,
Prof. Dr. A. Omlin

Themengebiet

Signalverarbeitung, Embedded Software

Projektpartner

ETH Zürich



Classify steps from surgical procedures using simulation data

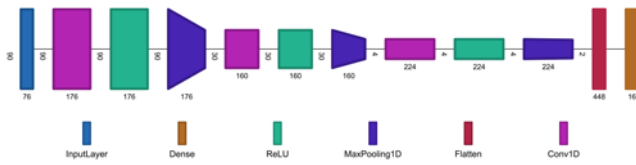


Abb. 1: CNN-Model mit 3 Convolutional + Max Pooling Layern

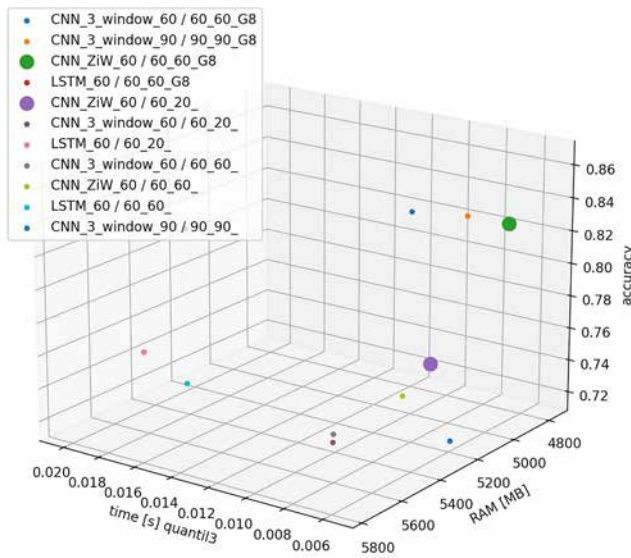


Abb. 2: Evaluation Zeit, RAM, Genauigkeit



Abb. 3: Ausschnitt aus Gestenklassifizierung-Sequenz mit Actionevaluator

Problemstellung

Die Firma VirtaMed AG erstellt Simulatoren, mit welchen chirurgische Aufgaben in einer Risikofreien Umgebung trainiert werden können. Für diese Simulatoren soll ein Gestenklassifizierer implementiert werden, welcher die ausgeführten Gesten automatisch erkennt. Zudem soll anhand der erkannten Gesten ein Feedback erstellt werden können, mit welchem dem Benutzer mitgeteilt wird, ob die Aufgabe korrekt ausgeführt wird.

Lösungskonzept

Zu Beginn des Projektes wurde eine Recherche über Machine Learning Classifiers im Allgemeinen und Gestenerkennung in einem chirurgischen Umfeld durchgeführt. Es wurde entschieden, dass der Klassifizierer auf Convolutional Neural Networks basieren soll. Da keine aktuellen Simulator Daten vorlagen, wird das öffentliche JIGSAWS Dataset verwendet. Die erkannten Gesten werden an den Actionevaluator übergeben, welcher die Gesten auswertet.

Realisierung

Die verschiedenen Teilsysteme (Modelle und Actionevaluator) wurden mit Python implementiert.

Zuerst mussten verschiedene Klassifizierer-Architekturen miteinander verglichen werden, um das optimale Modell zu evaluieren. Das Modell, welches am besten abgeschnitten hatte, ist in Abbildung 1 zu sehen. Anschliessend wurden zwei verschiedene Ansätze für den Actionevaluator implementiert.

Ergebnisse

Die verschiedenen Modelle wurden miteinander verglichen, basierend auf der Genauigkeit, der Geschwindigkeit und benötigtem RAM. Der Vergleich ist in Abbildung 2 dargestellt, das beste Modell erzielte eine Genauigkeit von 86%. Des Weiteren wurden zwei Actionevaluator implementiert. Der eine zwingt den Benutzer nach einer bestimmten Abfolge vorzugehen, der andere sucht basierend auf verschiedenen Sequenzen die nächste erwartete Geste. Mit der cv2 Library konnten die Videos des JIGSWAS Dataset mit den Ergebnissen dargestellt werden (Abbildung 3).



Diplomand
 Frei Simon

Dozent
 Prof. A. Rumsch

Themengebiet
 Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
 VirtaMed AG



E-Bike Controller Reverse Engineering



Abb. 1: Zeigt den kompletten E-Bike Controller mit allen Komponenten, Kabeln und Gehäuse vor dem Reverse Engineering.

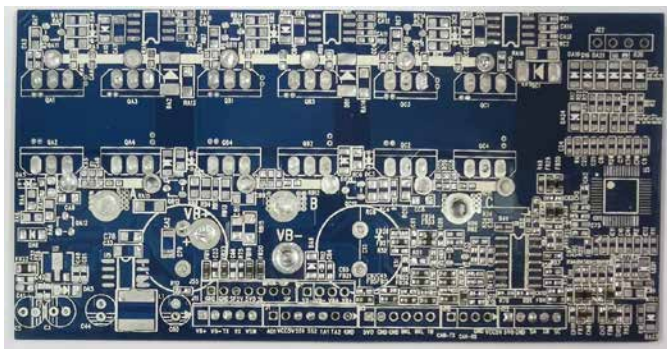


Abb. 2: Zeigt den Top-Layer des PCBs (Printed Circuit Board), wo alle Komponenten entfernt wurden.

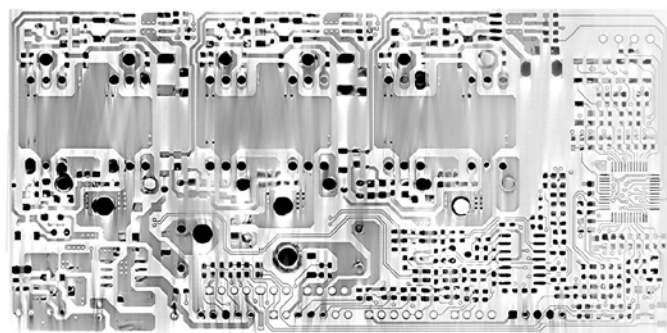


Abb. 3: Zeigt den Top-Layer des PCBs, das mit dem Computertomographen geröntgt wurde.

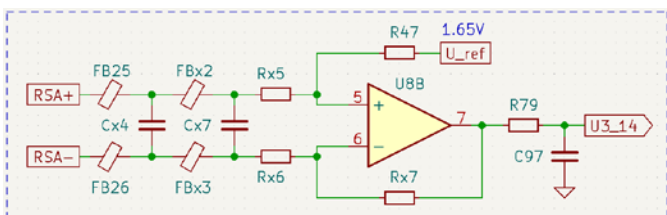


Abb. 4: Ausschnitt aus dem kompletten Schema. Es zeigt eine bidirektionale Motorstrommessung mittels Shunt einer Phase.

Problemstellung

Die Funktionsweise eines E-Bike Controllers soll untersucht werden. Der Controller beinhaltet mehrere Schaltgruppen, die verschiedene Funktionen haben. Die exakten Schaltgruppen und deren Funktionen sind jedoch unbekannt. Das Ziel der Untersuchung ist es, die verschiedenen Schaltgruppen und ihre Komponenten zu identifizieren und gut zu verstehen. Mit den gewonnenen Kenntnissen soll der E-Bike Controller als Schema in der ECAD Software KiCad gezeichnet werden. In einem zweiten Schritt sollen die verschiedenen Schaltgruppen genau erklärt werden. Mit dem erlangten Schaltverständnis werden die Schaltungen auf mögliche Verbesserungen untersucht.

Lösungskonzept

Für die Analyse des E-Bike Controllers wird das Vorgehen des Reverse Engineering eingesetzt. Reverse Engineering ist der Prozess, bei dem man ein ausreichendes Verständnis für ein Produkt auf Designebene erlangt, um dessen Wartung, Verbesserung oder Ersatz zu unterstützen. In dieser Arbeit liegt der Fokus des Reverse Engineering bei der Hardware. Es muss ein PCB (Printed Circuit Board) analysiert werden.

Realisierung

Die Komponenten wurden mit verschiedenen Messmitteln wie: «BODE 100 und U1732A Handheld LCR Meter» gemessen und identifiziert. Die 4 Layer des PCBs konnten mit einem Computertomographie Scan (CT-Scan) geröntgt und als digitale Schnittbilder dargestellt werden. Aus den CT-Scans konnten die einzelnen Leiterbahnen nachverfolgt werden. Mit den nun bekannten Komponenten und Leiterbahnen, konnte die komplette Schaltung als Schema im «KiCad» gezeichnet werden.

Ergebnisse

Die Schaltgruppen und ihre Komponenten konnten klar definiert werden. Die Schaltgruppen können in fünf Hauptfunktionen unterteilt werden: Ein- und Ausgänge (Klemmen), Spannungslevel, Steuerteil, Leistungsstufe und Strommessung. Zusätzlich konnte das komplette Schema in der ECAD Software KiCad gezeichnet werden. Die jeweiligen Funktionen der Schaltgruppen konnten genau erklärt werden. An einigen Stellen der Schaltung wurden Verbesserungen und Modifikationen vorgenommen. Das angewendete Vorgehen des Reverse Engineering hat sich als sehr effektiv herausgestellt. Alle Ziele wurden erfüllt. Die Resultate des Reverse Engineering helfen den E-Bike Controller gut zu verstehen.



Diplomand
Garofalo Marco

Dozent
Prof. Dr. M. Thalmann

Themengebiet
Energiesysteme & Antriebstechnik,
Automation, Mechatronik

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
IET

Leistungselektronik Schutzwestenkühlung

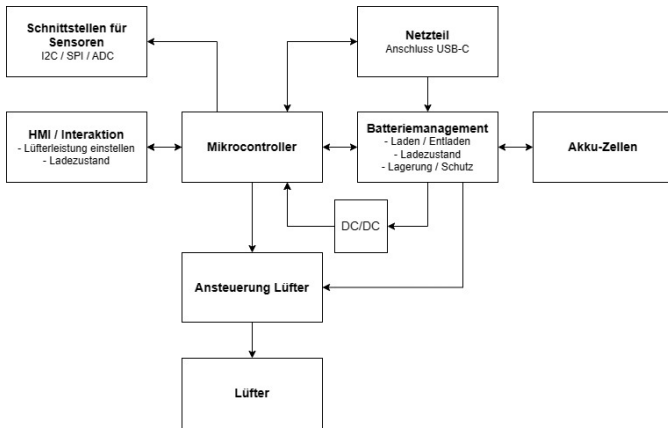


Abb. 1: Blockschaltbild Gesamtsystem

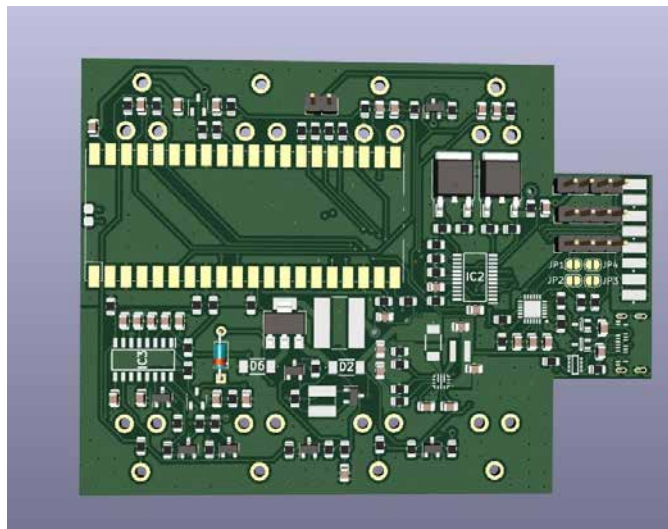


Abb. 2: Rendering überarbeitete Leiterplatte



Abb. 3: Zusammengesetztes Funktionsmuster

Problemstellung

Am CC FNUM wird eine neuartige Schutzwestenkühlung mittels Gebläse entwickelt. Die zur Steuerung und Stromversorgung benötigte Leistungselektronik ist dabei als Funktionsmuster ausgeführt und soll überarbeitet und industrialisiert werden. Der daraus entstehende Prototyp soll in einer Kleinserie produziert und für umfangreichere Tests der Kühlweste verwendet werden können.

Lösungskonzept

Die Leistungselektronik wird den Anforderungen entsprechend von Grund auf neu konstruiert. Dazu wird eine Systemarchitektur entwickelt, auf dessen Basis anschliessend die Hard- und Software für einen Prototypen zu Test- und Optimierungszwecken erstellt wird. Sind alle Funktionen am Prototyp gegeben, werden passende Masse sowie Anordnung von Bauteilen definiert. Aus diesen Vorgaben wird der Prototyp überarbeitet und erneut realisiert. Dieser zweite Prototyp soll zur Veranschaulichung dienen und mit kleinen Änderungen an Hard- und Software bereits als Kleinserie produziert werden können.

Realisierung

Die Leistungselektronik wird auf die beiden Hauptfunktionen als Stromquelle und zur Steuerung der Gebläse ausgelegt. Da sich die Kühlweste weiterhin in der Testphase befindet werden zusätzlich Loggingfunktionen für externe Temperatur- und Feuchtesensoren eingebaut, die in der Weste platziert werden können. Um auf allfällige Änderungswünsche am Benutzerinterface oder Gebläse einfach reagieren und die Hardware reduzieren zu können, wird ein Mikrocontroller eingebaut. So können Änderungen mit kleinem Aufwand softwareseitig vorgenommen werden. Um die Leistungselektronik benutzerfreundlich zu halten, wird sie mit nur zwei Anschlüssen ausgestattet und die gesamte Ladeelektronik integriert. An einem Anschluss kann die Leistungselektronik über USB-C geladen, am zweiten über einen speziellen Stecker an die Gebläse, sowie die Sensoren in einem angeschlossen werden.

Ergebnisse

Der entstandene Prototyp erfüllt die vorgegeben Anforderungen und veranschaulicht die beabsichtigten Funktionen für die Anwendung. Er ist funktionsfähig, kann für die Produktion in einer Kleinserie allerdings noch in diversen Teilen optimiert werden.

Ausblick

Die Kühlweste soll in den kommenden Monaten als Kleinserie produziert und an eine Testgruppe der Polizei abgegeben werden. Auf Basis deren Feedbacks wird die Weste wie auch die Leistungselektronik anschliessend weiter überarbeitet.



Diplomand
Häfliger Daniel

Dozent
Prof. K. Schuster

Themengebiet
Technische Informatik, Energie- und Antriebssysteme, Mechatronik/ Automation/ Robotik

Projektpartner
CC FNUM

Formula Student Electric



Abb. 1: Diesjähriges Rennauto castor

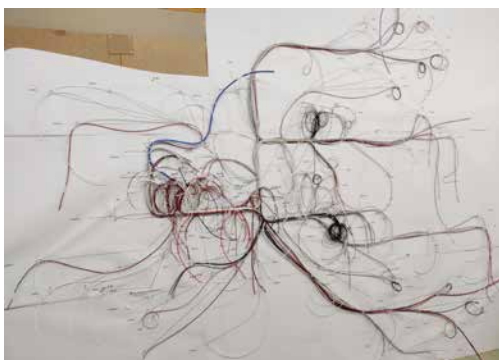


Abb. 2: Vorbereitung des Kabelbaum auf am Kabelbrett



Abb. 3: Installation Kabelbaum aus Sicht von hinten nach vorne



Abb. 4: Energymeter Box (EMB) Verdrahtung

Problemstellung

Jedes Jahr baut der Akademische Motorsportverein Zürich ein Rennauto, um an den Events der Formula Student Electric teilzunehmen. Insgesamt 16 Fokusstudenten der ETH und 4 Studenten der HSLU bauen den diesjährigen Castor. Die Studierenden der HSLU übernehmen dabei einen grossen Teil der elektronischen Arbeitspakete.

Diese Arbeit befasst sich mit der Umsetzung der Konzepte für den Kabelbaum, Grounding/EMV-Konzept, Shutdown Circuit, EMB/HV-Box. Es wird beschrieben, wie diese Konzepte entwickelt, installiert und in Betrieb genommen wurden. Der Shutdown Circuit soll im Fehlerfall den HV-Speicher vom Rest des Fahrzeugs trennen. Die EMB beinhaltet die gesamte Verteilung des HV-Systems.

Lösungskonzept

Das Reglement der Formula Student Germany dient als Grundlage für die Konzeptentscheidungen und deren Umsetzung. Für den Kabelbaum wurden ultraleichte Signalkabel und leichte Motorsportstecker gewählt, um das Gewicht möglichst gering zu halten. Um einen störungsfreien Betrieb der Systeme zu gewährleisten, wurden EMV- und Grounding-Konzepte erarbeitet und umgesetzt.

Realisierung

Die Schnittstellen und Signale des Kabelbaums wurden in einer Excel-Netzliste aufgelistet. Anhand dieser Liste konnten in diesem Jahr erstmals viele Verbindungen bereits extern mit Hilfe eines Kabelbretts vorbereitet werden, so dass der Kabelbaum in kurzer Zeit im Fahrzeug montiert werden konnte.

Ergebnisse

Dank der guten Planung und der Unterstützung des gesamten Teams konnte dieses Jahr sehr früh damit begonnen werden, das Fahrzeug zu testen.

Ausblick

Die erste Veranstaltung ist bereits abgeschlossen, nun folgen weitere Testtage, um das Fahrzeug für die kommenden Veranstaltungen weiter zu optimieren.



Diplomand
Heini Fabian

Dozent
Prof. Dr. A. Omlin, Prof. E. Styger,
Prof. R. Mettler

Themengebiet
Nachrichtentechnik/Signal Processing
Signalverarbeitung, Kommunikation
Embedded Systems, Automation
Energiesysteme, Antriebstechnik



Projektpartner
ETH Zürich

Leistungselektronik für DC Microgrids

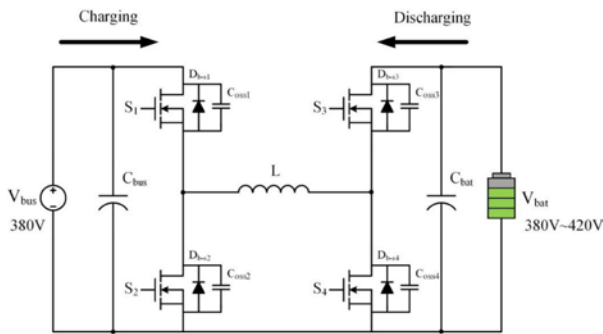


Abb. 1: In dieser Abbildung ist die Grundschiung des bidirektionalen DC-DC-Converters ersichtlich. Quelle: Kou-Bin Liu, Chen-Yao Liu, Yi-Hua Liu, Yuan-Chen Chien, Bao-Sheng Wang und Yong-Seng Wong, 2016, S. 3

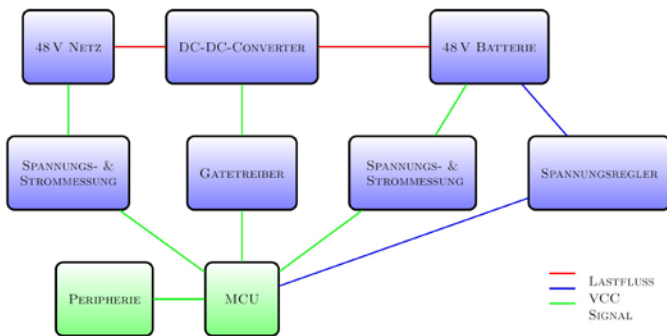


Abb. 2: Das erstellte Blockdiagramm des Converters. Die MCU und dessen Bedientaster befinden sich auf einem separaten PCB.



Abb. 3: Das unbestückte PCB. Mittig sind die grossen Kühlflächen der MOSFETs ohne Lötstopmmaske ersichtlich.

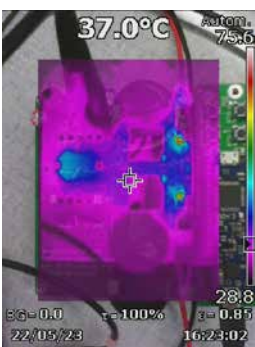


Abb. 4: Die gelb bis rot gefärbten Bereiche auf dem PCB kennzeichnen die MOSFETs. Diese erreichen eine Temperatur von 76°C.

Problemstellung

Ein stabiles Versorgungsnetz wie in Zentraleuropa besitzt nicht die ganze Welt. Viele Teile haben keinen Strom. An diesem Punkt setzt das Forschungsprojekt DC Microgrids an. Um solche ländlichen Gebiete zu elektrifizieren, sollen 48V DC-Netze erbaut werden. In dieser Arbeit soll ein kostengünstiger DC-DC-Converter für dieses Projekt entwickelt werden. Dieser soll bei 48V 200W übertragen können.

Lösungskonzept

Die Grundlage für den Converter bot die Publikation «Analysis and Controller Design of a Universal Bidirectional DC-DC Converter». Dies befasst sich mit einem sehr simplen Aufbau, welcher bidirektional als Buck- und Boost-Converter verwendet werden kann. In Abb.1 ist der Aufbau schematisch dargestellt. Dies wurde mittels Simulationen in ein geregeltes System auf 48V angepasst. Anschliessend konnte das Konzept für ein PCB erstellt werden. In Abb.2 befindet sich das Blockdiagramm des Converters. Für Modularität und da noch keine ideale MCU gefunden wurde, ist die Ansteuerung vom Converter getrennt.

Realisierung

Bei der Realisierung wurde auf günstige Hauptkomponenten wie MOSFETs und Gatetreiber geachtet. Die gewählten MOSFETs waren sehr günstig, lagen jedoch an der Leistungsgrenze. Um diese trotzdem zu verwenden, wurden die MOSFETs über grosse Kupferflächen (Abb.3) gekühlt. Bei diesen wurde die Lötstopmmaske entfernt, damit ein z.B. Kupferwinkel angelötet werden könnte, um so die Oberfläche und Kühlleistung zu erhöhen. Die Induktivität wurde über das Onlinetool Frenetics berechnet und selbst hergestellt.

Ergebnisse

Aus zeitlichen Gründen und Messproblemen wurde erst ein Lastfluss bis 60W getestet. Diese Tests zeigten, dass der Converter funktionierte, jedoch auch, dass eine Leistung von 200W mit dieser Schaltung nicht erreicht werden kann. Die verwendeten MOSFETs erhitzen sich bei 60W bereits auf 76°C (Abb.4). Durch Optimierung der Kühlfläche könnte vielleicht eine Leistung von 100W erreicht werden. Für 200W sind effizientere MOSFETs zu verwenden. Trotzdem konnte mit knapp CHF 22.– (1000 Stück) ein günstiger Converter entwickelt werden.

Ausblick

In weiterführenden Arbeiten kann die effektive Grenze der MOSFETs getestet werden und allenfalls ein Re-Design des Converters erfolgen. Auch die Kosten der Nebenkomponten wie die Spannungsregler könnten optimiert werden. Um den Converter auch im geplanten Einsatzgebiet zu verwenden, wird ein geregeltes Batterielademanagement benötigt.



Diplomand
 Hellmüller Philipp

Dozent
 Prof. Dr. J. Mühlethaler

Themengebiet
 Energie- und Antriebssysteme

CNN-Beschleuniger für Intelligente Space-Kamera

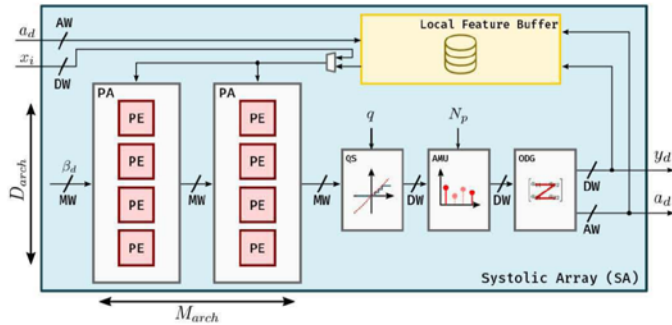


Abb. 1: Architektur des Systolic Arrays von BinArray

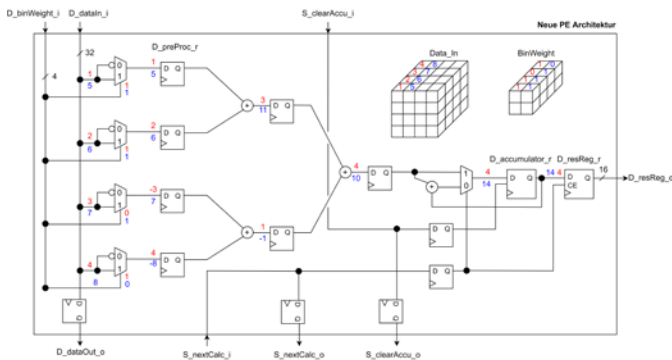


Abb. 2: Architektur der neuen Processing Elemente

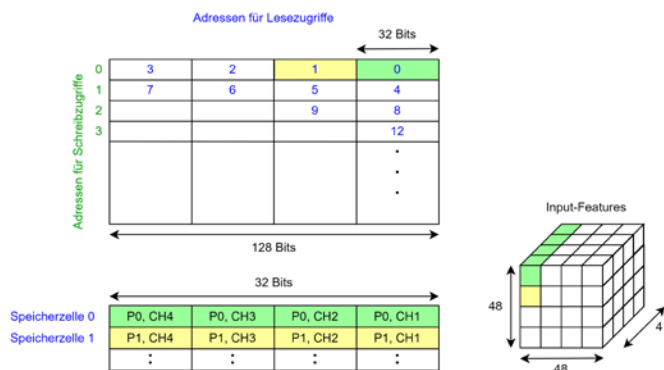


Abb. 3: Anordnung der Daten im Input-Buffer für ICP4

Problemstellung

Im Rahmen eines ESA-Projektes wird am CC ISN an einer intelligenten Kamera für Weltraum-Applikationen, wie der aktiven Entsorgung von Weltraumschrott, gearbeitet. Für die Detektion und Nachverfolgung sollen CNN eingesetzt werden. Diese sind jedoch sehr rechenintensiv bei gleichzeitig stark begrenzter Versorgungsenergie auf dem Trägersatelliten. Daher wird der am CC ISN entwickelte Hardwarebeschleuniger BinArray eingesetzt, der besonders ressourceneffizient ist. In der vorliegenden Ausbaustufe kann mit diesem jedoch nicht die nötige Framerate erreicht werden.

Lösungskonzept

Zur Erreichung der benötigten Framerate soll das existierende Parallelisierungskonzept der Output-Channel-Parallelisierung (OCP) um das Konzept der Input-Channel-Parallelisierung (ICP) erweitert werden. Während bei OCP mehrere Output-Channels parallel berechnet werden, sollen nun mit ICP auch mehrere Input-Channels parallel verarbeitet werden.

Realisierung

Damit mehrere Input-Channels verarbeitet werden konnten, musste die Architektur der Processing Elemente entsprechend angepasst werden. Dadurch änderte sich das Interface der Lesezugriffe der einzelnen Buffer. Zusätzlich mussten die Daten in den Buffern anders angeordnet werden, um mit einem Lesezugriff die korrekten Daten zu erhalten. Dadurch musste auch die Abfolge der zu generierenden Adressen angepasst werden.

Ergebnisse

Für die ICP-Faktoren 1,2,4 und 8 konnte ein synthetisierbares Design erstellt werden. Das Design konnte für ICP1 und 4 ausserdem erfolgreich verifiziert werden. Durch die Timinganalyse konnte bewiesen werden, dass das neue Design mit der selben Taktrate wie das Design für OCP1 betrieben werden kann. Im Fall von ICP4, womit eine Beschleunigung um Faktor 4 erzielt wird, stieg der Hardware-Ressourcen Verbrauch nur um das Dreifache an.

Ausblick

In einem weiteren Schritt muss die korrekte Funktion auf den höherliegenden Hierarchiestufen sichergestellt werden. Ausserdem müssen die Daten für das Befüllen der Buffer über den AXI-Bus korrekt angeordnet werden.



Diplomand
Herger Ivan

Dozent
Prof. Dr. J. Wassner

Themengebiet
Technische Informatik, Signal Processing

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur, IET

Bedieneinheit für Türsystem



Abb. 1: Beleuchtungskonzept der Bedienstelle



Abb. 2: : Farbmischung und Dimmung der Acrylglaslinse

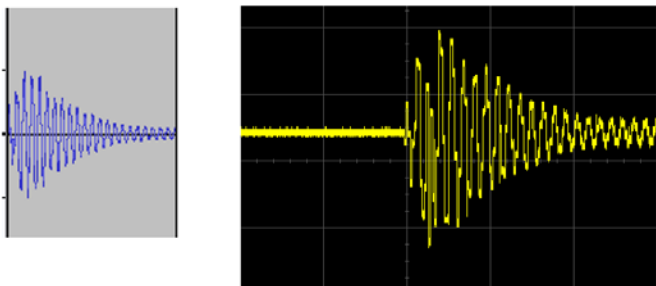


Abb. 3: Links: Original WAV-File | Rechts: Ausgabe Lautsprecher über den DAC.



Abb. 4: Funktionsmuster der zwei Lösungskonzepte, mit Beleuchteter Taste.

Problemstellung

Schindler Aufzüge AG entwickelt ein neuartiges, elektrisches Türsystem für eine elektrische Schiebetüre. Diese besitzt einen mechanischen Button. Der mechanische Teil des Buttons ist bereits konzipiert.

Das Ziel dieses Projektes ist es, eine Schnittstelle zur Einbindung des mechanischen Buttons, in die elektrische Türsteuerung zu entwerfen. Geeignete Signalgeber sollen auf der Bedienstelle eine Benutzerkomfortable Rückmeldung geben, dass die Taste gedrückt wurde.

Lösungskonzept

In dieser Arbeit werden zwei Konzepte erarbeitet. Das erste Konzept beinhaltet einen Hallensensor. Dies ermöglicht eine Stufenlose und genaue Detektion der Schalterposition. Das zweite Konzept ist mit einem Microswitch umgesetzt. Beide Konzepte enthalten das gleiche Beleuchtungskonzept einer Acrylglaslinse, zur optischen Rückmeldung.

Realisierung

Beim Ersten Konzept misst ein Hallensensor den Abstand zu einem Magneten. Wird der Button gedrückt, ändert die Ausgangsspannung des Hallensensors. Dies wird mit einem ADC erfasst. Wurde die Taste betätigt, wird ein Klick-Ton auf dem Lautsprecher ausgegeben. Beim zweiten Konzept wurde ein Microswitch einer Computer-Maus verwendet. Dessen akustische und optische Rückmeldung, für eine komfortable Bedienung konzipiert sind. Bei einer Betätigung der Taste, wird bei beiden Konzepten eine Acrylglaslinse durch RGB-LEDs beleuchtet. Mit PWM-Signalen können diverse Farben gemischt und die Helligkeit angepasst werden. Die Steuerung ermöglicht ein angenehmes, softes Blinken als Rückmeldung.

Ergebnisse

In Gebäudestrukturen für Menschen mit Unterstützungsbedarf, ist das Hallensensor-Konzept besser geeignet, da es eine Bedienung ohne viel Kraftaufwand ermöglicht. Zudem ist eine benutzerspezifische, akustische Rückmeldung möglich. Das Konzept mit dem Microswitch bietet eine einfachere Lösung, bei welchen keine benutzerspezifischen Anpassungen notwendig oder gewünscht sind. Es ist, verglichen mit dem Konzept des Hallensensors, bewährt und bekannt aus der Funktionsweise von konventionellen Lichtschaltern.



Diplomand

Hermann Adrian

Dozent

Prof. K. Schuster

Themengebiet

Nachrichtentechnik/Signal Processing,
Technische Informatik

Projektpartner

Schindler Aufzüge AG



Schaltroboter für Starkstromanlagen



Abb. 1: Dreistellungstrenner inkl. ME4 Antrieb



Abb. 2: ME4 Antrieb inkl. Adapter

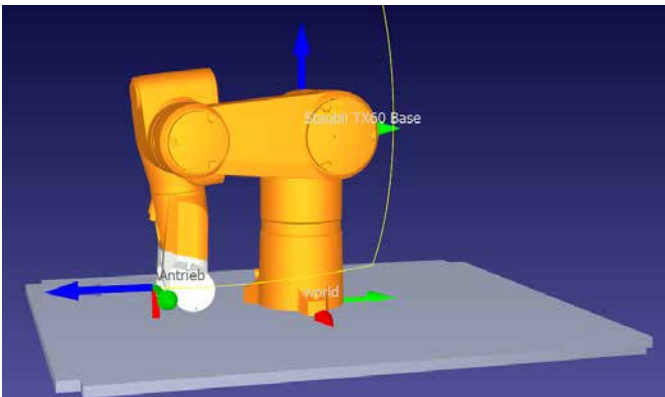


Abb. 3: Simulation in RoboDK

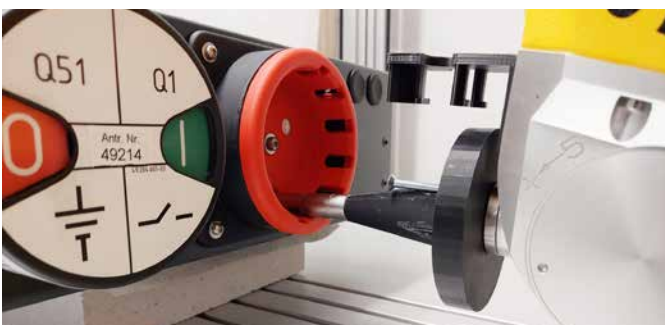


Abb. 4: Realisation

Problemstellung

In den Starkstromanlagen auf der Netzebene 2 bis 7 müssen gewisse gefährliche Operationen (insbesondere Schalten, Prüfen, Erden & Kurschliessen von elektrischen Starkstromanlagen) von geschulten Mitarbeitern vor Ort ausgeführt werden. Es sollte geklärt werden, wie mit dem Einsatz von Industrierobotern das Gefahrenpotential vermindert oder sogar vermieden werden könnte.

Lösungskonzept

Zunächst wurden die unterschiedlichen Operationen analysiert, anschließend ein Arbeitsschritt ausgewählt und dieser detaillierter untersucht. Für diesen wurden verschiedene Lösungskonzepte erarbeitet und ausgewertet. Die vorgeschlagene Lösung wurde mit der Software RoboDK programmiert. Dadurch soll die entwickelte Lösung besser erklärt und diskutiert werden können. Zum Schluss wurde die Lösung oder ein Teil der Lösung mit einem realen Roboter umgesetzt und demonstriert.

Realisierung

Nach der Besichtigung vor Ort bei der CKW in Rothenburg konnten die Arbeitsschritte grob analysiert werden. Zur genaueren Analyse wurde der Dreistellungstrenner mit ME4 Antrieb ausgewählt. Mithilfe eines Antriebs der Firma GE konnte der ausgewählte Schaltvorgang manuell durchgeführt werden. Durch die Verwendung eines Drehmomentmessgeräts konnte die benötigte Kraft gemessen werden. Für die Simulation und Realisation wurde der Stäubli TX-60 Roboter verwendet, da dieser in der Schule zur Verfügung stand. Für den Übergang zwischen Roboter und Antrieb wurde das gedruckte 3D Adapterstück verwendet.

Ergebnisse

Die Gefahren für den Mitarbeiter können mithilfe eines Roboters verhindert werden. Idealerweise sollte der Roboter auf einem Transportwagen zum Einsatz kommen, damit dieser vom geschulten Mitarbeiter im Raum verschoben werden kann. Zwischen dem Roboter und dem Antrieb soll ein Adapterstück verwendet werden. Dadurch kann die problematische und diffizile Einführungsphase vom Drehwerkzeug umgangen werden. Ausserdem wäre der Roboter daher für weitere Schaltvorgänge einsetzbar.



Diplomand
Hofstetter Joël

Dozent
Prof. Dr. T. Prud'homme

Themengebiet
Robotik

Projektpartner
CKW AG

CKW.

Pattern Recognition and LED Detection for NextGen Cubes



Abb. 1: Ein Produkt, welches automatisiert über Bildverarbeitung getestet wird.

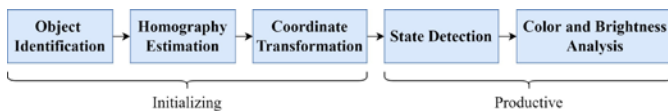


Abb. 2: Konzeptioneller Aufbau der Lösungsfindung.

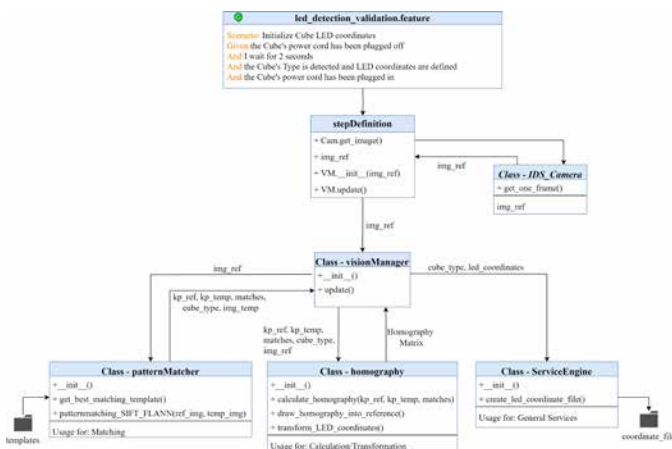


Abb. 3: SW-Architektur der Initialisierungsphase, welche das Produkt erkennt und die produktrelevanten Koordinaten transformiert.

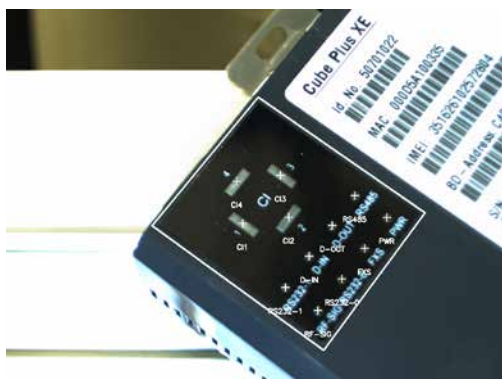


Abb. 4: Produkt Detektion und deren detektierter LED-Koordinaten.

Problemstellung

Das Unternehmen Schindler Aufzüge AG testet unter anderem die zugrundeliegende Software verschiedenster Produkte. Dabei sollen mehrere Produkte über eine Testautomatisierungssoftware getestet werden können, wozu Informationen bezüglich verschiedener Statusindikatoren der Produkte benötigt werden. Die Problemstellung beinhaltet dabei zum einen das Detektieren verschiedener Produkte über ein Kamerasystem und zum anderen das Detektieren der den LEDs zugrunde liegenden Eigenschaften, wie Blinkfrequenz und Farbe.

Lösungskonzept

Das Lösungskonzept der beschriebenen Problemstellung wird in zwei Bereiche aufgeteilt: Die Initialisierungsphase und die produktive Phase. Während der ersten Phase soll das Erkennen von verschiedenen Produkttypen sowie das Bestimmen der relevanten LED-Koordinaten erreicht werden. In der produktiven Phase soll das Ablesen der Blinkfrequenzen der LEDs, sowie deren Farbdetektion bewerkstelligt werden.


Realisierung

Die Realisierung beginnt mit einer Validierung eines Kamerasystems. Daraufhin wird ein geeigneter Algorithmus gefunden, der die verschiedenen Produkte detektieren kann. Die dafür notwendige Objektidentifikation der verschiedenen Produkte, geschieht über einen Deskriptor-basierten Matching-Algorithmus. Dieser Algorithmus ermöglicht das Lokalisieren von relevanten Merkmalen des Produktes. Basierend auf einer Distanzmetrik, kann eine Identifikation der Produkte, auf deren Deskriptoren-Matching Distanz stattfinden. Die Koordinaten der so erlangten Merkmalspaare, können anschliessend dazu verwendet werden, eine Transformation von hinterlegten Merkmalsbeschreibungen in eine aktuelle Umgebung umzuwandeln. Die Bestimmung der Blinkfrequenz geht mit einer Framraten-Optimierung der Industriekamera einher.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die verschiedenen Produkte detektiert werden können.

Dabei kann das Produkt auch verschiedene geometrische Transformationen erfahren. Die erfolgreiche Produktdetektion und die LED-Koordinaten-Transformation des Produktes, sind stark miteinander gekoppelt, womit eine Transformation der relevanten Koordinaten in der Umgebung ermöglicht wird. Des Weiteren können verschiedene Zustände der LEDs detektiert werden. Die Lösungsfindung erfüllt die zu Beginn erteilten Anforderungen und kann weiterverwendet werden, um die zugrundeliegende Software der konkreten Produkte zu testen.




Diplomand
Kálin Joy

Dozent
Prof. Dr. K. Zahn

Themengebiet
Bildverarbeitung, Automation & Signalverarbeitung

Projektpartner
Schindler Aufzüge AG



Digitalisierung eines Bienenkastens

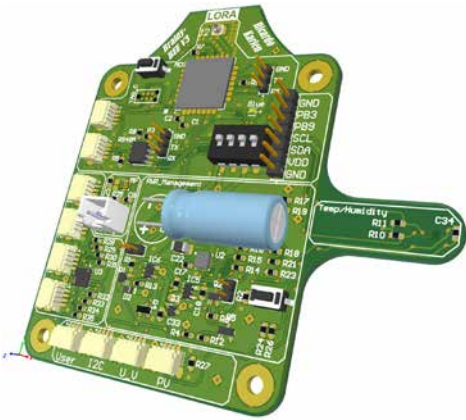


Abb. 1: 3D Ansicht PCB Design

Messung	Messbereich	Faktor	Min / Max	Bitspeicher	Übertragung	Header	Total Bit's
Temperature	-30.0°C - 70.0°C	x10 + 300	0 - 1000	36,8	668	10 1001 1100	29C 10
Humidity	0% - 100%	x1	0 - 100	48	48	0110000	30 7
Load	0.00kg - 160.00kg	x100	0 - 16000	84,79	8479	10 0001 0001 1111	211F 14
Feed Level	0.00l - 10.00l	x100	0 - 1000	3,78	378	01 0111 1010	17A 10
Sunshine	0% - 100%	/11	0 - 100	67	6	110	6 3
Voltage Battery	2.8V - 3.5V	x10 - 2,8	0 - 7	3,2V	5	101	5 3
Schwarmalarm	true / false	-	0/1	1	1	1	1 1
Adresse	0 - 65565	-	0 - 65565	45656	45656	1011 0010 0101 1000	B258 16
							04
							8

Abb. 2: Datenzusammensetzung Übertragung mit LoRa



Abb. 3: Grafische Darstellung Webserver Thingspeak

Problemstellung

Diese Bachelor-Thesis befasst sich mit einer Entwicklung eines Systems, um einen Bienenkasten zu digitalisieren. Es soll ein effizienteres Imkern ermöglichen sowie der Gesundheitszustand der Bienen mit Sensorwerten zu bestimmen. Die Sensordaten sollen dem Imker übers Internet zur Verfügung stehen. Wenn ein Bienenvolk schwärmt, soll dies detektiert werden und der Imker soll eine Notifikation auf dem Smartphone erhalten. Der Bienenkasten soll autark ohne externe Energieversorgung funktionsfähig sein.

Lösungskonzept

Mit der Messung von Gewicht, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und des Futterstandes, sollen Rückschlüsse auf die Gesundheit ermöglicht werden. Mit einer automatischen Nachfütterung soll der Imker entlastet werden. Dazu soll ein Schaltungsdesign mit Mikrocontroller realisiert werden. Die Bienenkästen sollen autark oder seriell betrieben werden können.

Realisierung

Es wird eine Schaltung mit einem PCB Design (siehe. Abb. 1) entworfen. Die Sensoren und das PCB ist so entwickelt, dass alles im Bienenkasten verbaut ist. Die Internetanbindung wird mit LoRaWAN implementiert, wodurch die Messwerte dem Imker zur Verfügung stehen. Der Bienenkasten kann autark als einzelnes System betrieben werden, indem ein kleines PV Modul verbaut wird. Die Daten werden über LoRa versendet. Trotzdem ist es möglich mehrere Bienenkästen miteinander zu verbinden, indem eine RS485 Schnittstelle inkludiert wird. Dadurch ist es möglich die Daten über eine externe Sendeeinheit zu versenden. Die Firmware ist so implementiert, dass ein autarker Modus, serieller Modus und ein sender Modus möglich ist.

Ergebnisse

Die Elektronik konnte fertig gestellt werden, jedoch ohne Einbau in den Bienenkasten. Der autarke Modus ist für einen Prototypenversuch einsatzbereit, es können alle Sensoren ausgelesen werden und diese in 8 Byte komprimiert (siehe. Abb. 2) mit LoRa versendet werden. Die automatische Fütterung konnte in der Firmware erfolgreich implementiert werden. Beim sender Modus kann über den RS485 Bus ein «Data Request» ausgesendet und die empfangenen Daten gesammelt und anschliessend mit LoRa versendet werden. Die Daten werden dem Imker grafisch dargestellt (siehe. Abb. 3).

Ausblick

Das Projekt ist ein eigenes Start-up von meinem Bruder und mir. Das Projekt wird nach dieser Bachelor-Thesis weiterentwickelt. Dabei ist das Ziel, im Herbst der Prototyp fertig aufzubauen und zu testen.



Diplomand
 Karlen Ricardo

Dozent
 Prof. Ch. Jost

Themengebiet
 Technische Informatik, Embedded Systems

Analyse von Performanz- und Speichereinbussen durch Software-Container auf Embedded Linux

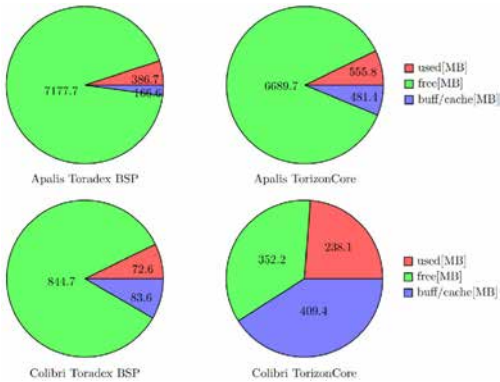


Abb. 1: RAM Auslastung Apalis&Colibri

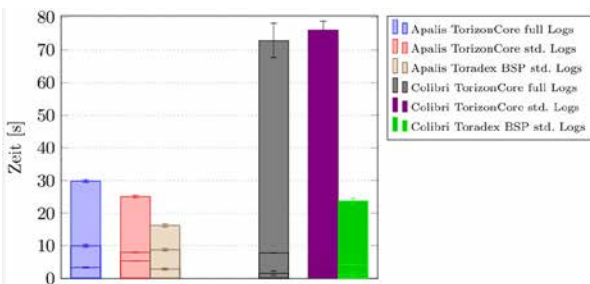


Abb. 2: Boot Zeiten

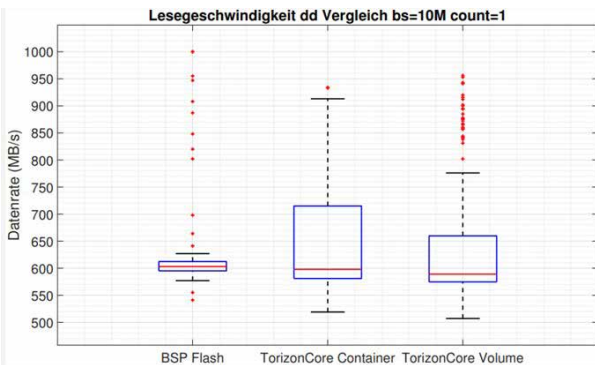


Abb. 3: Lesegeschwindigkeit Apalis

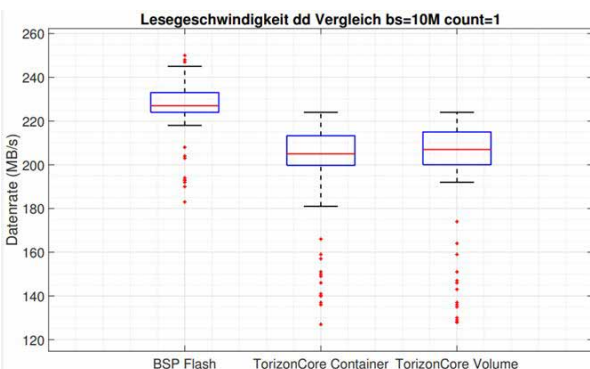


Abb. 4: Lesegeschwindigkeit Colibri

Problemstellung

Genauere Aussagen über Leistungsfähigkeit der Toradex Produkte sind noch nicht vorhanden. Insbesondere in Bezug zur Boot Zeit, Performanz- und Speichereinbussen sollen mehr Daten gewonnen werden. Das Hauptziel ist, die Hypothesen von Toradex zu erfassen, untersuchen und Erkenntnisse zu sammeln. Dabei sollen Aussagen zur Performanz- und Speichereinbussen mit dem Einsatz von Software-Container auf Embedded Linux im Vergleich zur nativen Linux-Softwareplattform von Toradex getroffen werden.

Lösungskonzept

Für die folgenden Untersuchungen stehen die Computermodule Colibri iMX6ULL und Apalis iMX8QM zur Verfügung. Durch Analysen mit der nativen Linux-Softwareplattform Toradex BSP und der Container-Softwareplattform TorizonCore sollen die Unterschiede zwischen Toradex BSP und TorizonCore auf den genannten Computermodulen untersucht werden.

Realisierung

Um die RAM Nutzung im Leerlauf zu ermitteln wird der Befehl «free» in der Kommandozeile ausgeführt. Die Ausgabe des Befehls wird mit einem Zeitstempel auf ein externes Speichermedium geloggt. Um die Bootzeit eines Systems zu messen, wird eine serielle Verbindung verwendet, über die kontinuierlich Log-Daten ausgegeben werden. Um diese Daten mit einem Zeitstempel zu versehen und zu speichern, wird die Software «Termite 3.4» eingesetzt.

Das Messen der Zugriffzeit erfolgt mithilfe eines Bash-Skripts, das sowohl die Schreib- als auch die Lesegeschwindigkeit ermittelt. Das Skript wird sowohl auf dem Toradex BSP als auch auf dem TorizonCore ausgeführt.

Ergebnisse

Die Untersuchung von der RAM Idle Usage ergeben folgende Erkenntnisse: Auf dem Colibri-Computermodul wird festgestellt, dass das TorizonCore-Image weniger freien Speicherplatz bietet als das Toradex BSP-Image. Ähnliche Beobachtungen wurden auf dem Apalis-Computermodul gemacht. Die Bootzeitmessungen nach dem Laden eines Images zeigen, dass das Toradex BSP-Image eine schnellere Bootzeit aufweist als das TorizonCore Image auf beiden Hardware-Computermodulen.

In Bezug auf die Schreibgeschwindigkeit wurde festgestellt, dass das Toradex BSP-Image im Allgemeinen schneller ist als das TorizonCore-Image. Ebenfalls sind auch Ausreissermessungen beobachtet worden. Bei der Lesegeschwindigkeit zeigte das Toradex BSP-Image eine höhere Geschwindigkeit auf dem Colibri-Computermodul, während auf dem Apalis-Computermodul keine eindeutige Aussage möglich war.



Diplomand
Kayser Rudy

Dozent
Dr. O. Kasten

Themengebiet
Technische Informatik, Embedded Linux

Projektpartner
Toradex AG



Steuerung eines Verkaufsautomaten

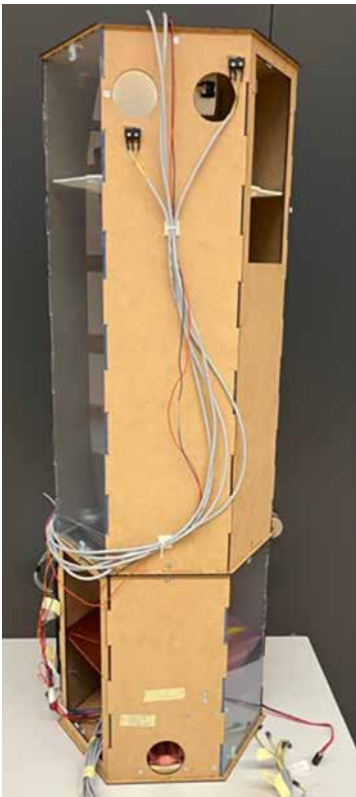


Abb. 1: Funktionsmuster des energieautarken Verkaufsautomaten.

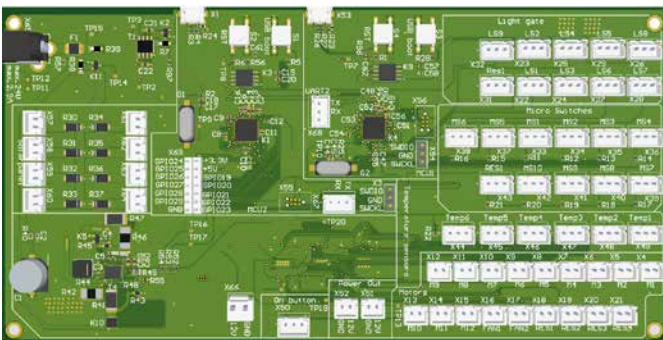


Abb. 2: Steuerplatine in der Top-View Ansicht.

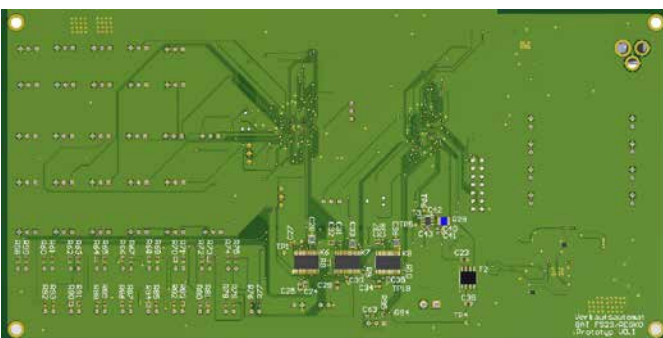


Abb. 3: Steuerplatine in der Bottom-View Ansicht.

Problemstellung

In einer vorausgegangenen interdisziplinären Arbeit (Elektrotechnik und Maschinenbau) wurde ein Konzept entwickelt für einen energieautarken Verkaufsautomaten. Mit dieser Arbeit soll die damals auf dem Breadboard entstandene Schaltung auf einer einzigen Steuerplatine untergebracht und mit weiteren neuen Funktionen ausgestattet werden.

Lösungskonzept

Zu Beginn des Projekts wurden umfangreiche Untersuchungen und Recherchen durchgeführt, um die Bedürfnisse des Kunden besser zu verstehen. Anschliessend wurde ein passendes Gesamtkonzept für die Hardware und Software entwickelt. In dieser Phase wurden verschiedene mögliche Konzepte erarbeitet und bewertet. Danach wurden Hardware und Software realisiert (Altium Designer und MicroPython).

Realisierung

Aufgrund der Verfügbarkeit der Bauteile, der Preise der Komponenten und den neuen Anforderungen an den Automaten musste ein neues Konzept für die Hardware und Software erarbeitet werden. Für die Hardware musste gewisse Sensoren und Aktoren von der vorausgegangenen Arbeit übernommen werden. Für die Hardware bedeutet dies ein neues Schemata und PCB Layout zu zeichnen und dies anschliessend mit der passenden Software auszustatten. Abschliessend wird die ganze Hardware und Software getestet. Zuerst in einem Unit-Test und danach in einem Integrationstest.

Ergebnisse

Entstanden ist ein komplett neuer Print mit einem Battery-Management-Chip, 2x Microcontroller (RP2040) mit jeweils 16MB externem Flash-Speicher sowie 3x Motortreiber (DRV8912) welche total 18 Motoren kontrollieren und ansteuern können. Die Motortreiber lassen sich über SPI überwachen und ansteuern. Der Print verfügt ebenso über 60 GPIOs, davon sind 11 für Erweiterungen verfügbar.



Diplomand
Kost Regina

Dozent
Prof. Dr. M. Thalmann

Themengebiet
Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
NyDee GmbH

SDR-Empfänger für IoT-Anwendungen



Abb. 1: Eins von drei Software Defined Radios, mit dem die Daten empfangen und versendet werden.

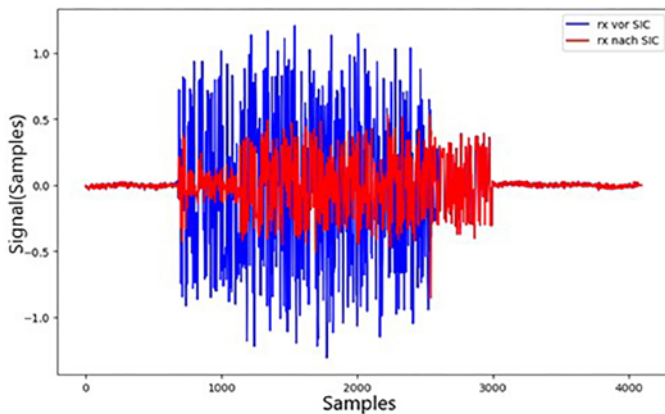


Abb. 2: Zwei Signale wurden gleichzeitig versendet und haben sich in der Leistung überlagert.

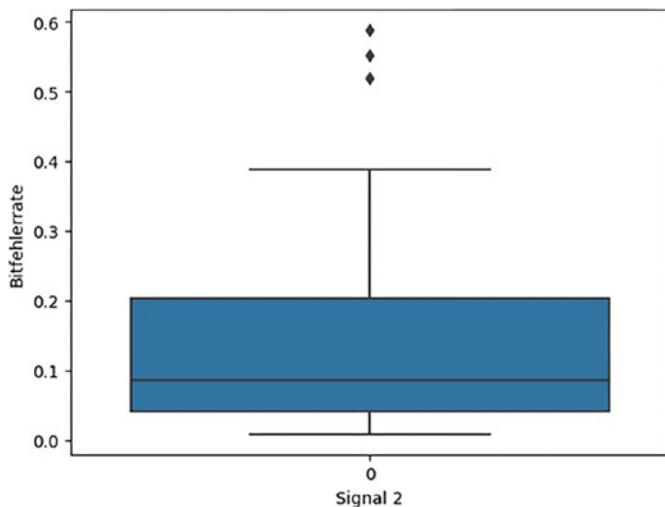


Abb. 3: Der Median der Bitfehlerrate vom mittels rekonstruierten NOMA rekonstruierten Signals beträgt 0.086.

Problemstellung

In der heutigen Zeit werden viele Daten drahtlos über elektromagnetische Wellen übertragen. In Zukunft werden die Anzahl Datenübertragungen noch stark zunehmen, besonders im Hinblick auf Internet of Things (IoT). Bis im Jahr 2025 sollen fast 42 Milliarden IoT-Geräte im Einsatz sein. Nehmen die Anzahl Datenübertragungen zu, kommt es immer mehr zu Kollisionen dieser Datenpakete. Da IoT Geräte auf Energie Optimierung gebaut werden, wird meist nicht geprüft, ob die Daten auch tatsächlich beim Empfänger angekommen sind und somit gehen die Daten bei einer Kollision verloren. Daher muss für IoT Anwendungen ein neues Verfahren entwickelt werden, damit mehr Datenübertragungen sicherer durchgeführt werden können.

Lösungskonzept

In dieser Bachelor-Thesis wird das Non-orthogonal Multiple Access (NOMA) – Verfahren untersucht und eine Datenübertragung auf Basis von NOMA mittels Software Defined Radio (siehe Abb.1) realisiert. Im Gegensatz zu anderen Verfahren werden beim NOMA-Verfahren, die Signale nicht nur in der Zeit und der Frequenz moduliert, sondern auch in der Leistung. Durch die zusätzliche Modulierung in der Leistung, können mehr Teilnehmer gleichzeitig Daten versenden, ohne dass Daten verloren gehen.

Realisierung

Für die Datenverarbeitung des NOMA-Verfahrens wurde die Programmiersprache Python und das Jupyter Notebook eingesetzt und mittels TCP die Daten ans Programm GNURadio gesendet. Mittels GNURadio können die Daten über das Software Defined Radio versendet werden. Ein wichtiges Verfahren bei NOMA ist die sukzessive Interferenzunterdrückung. Bei der sukzessiven Interferenzunterdrückung wird das ursprüngliche Signal ohne Überlagerung rekonstruiert und vom empfangenen Signal subtrahiert, somit kommt das nächste Signal mit kleinerer Leistung zum Vorschein (siehe Abb.2).

Ergebnisse

Diese Bachelor-Arbeit zeigt, dass das NOMA-Verfahren mit einem SDR durchgeführt werden kann. Es braucht aber noch einige Optimierungen, um die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Rekonstruktion zu verringern und das Verfahren bei einem IoT Gerät einsetzen zu können (siehe Abb.3).



Diplomand

Krynühl Ruedi

Dozent

Prof. Dr. T. Hunziker

Themengebiet

Nachrichtentechnik, Signal Processing

Lokalisation mit Beschleunigungssensoren

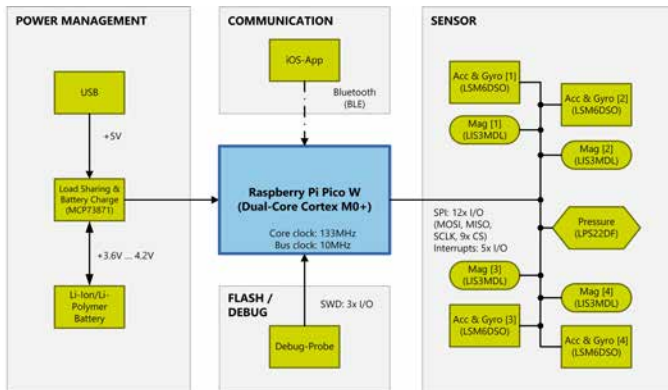


Abb. 1: Blockschaltbild des Hardwarekonzeptes

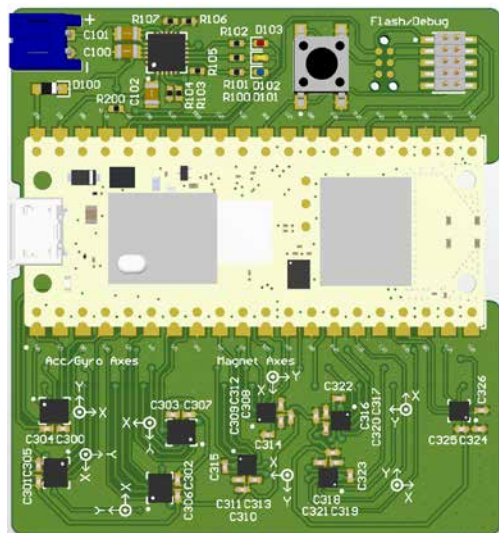


Abb. 2: Erstellte PCB Variante mit unterschiedlich ausgerichteten Sensoren

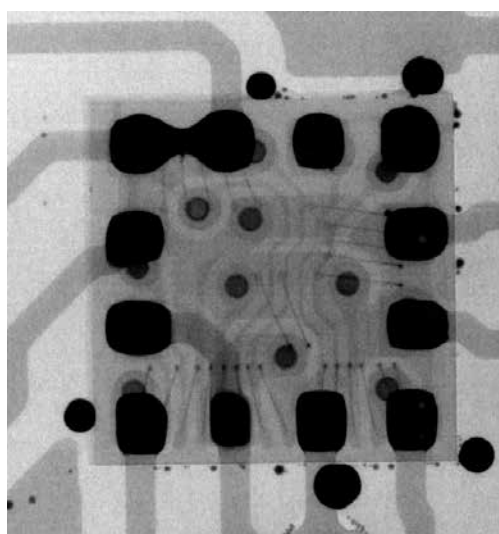


Abb. 3: Kurzschluss zwischen zwei Pins aufgenommen mithilfe eines Computertomographen

Problemstellung

Im Alltag gibt es viele herausfordernde Situationen, mit denen sehbehinderte Menschen konfrontiert werden. Um ihnen mehr Selbstständigkeit und Unabhängigkeit zu ermöglichen, arbeitet man an der Entwicklung einer unterstützenden Navigationshilfe. Das Ziel dieser Orientierungshilfe ist es, blinden Menschen zu ermöglichen, eine definierte Strecke eigenständig und ohne Begleitung zu bewältigen. Im Rahmen einer studentischen Arbeit wurde bereits eine iOS-Applikation zur Navigation entwickelt. Nun steht die Entwicklung einer Sensoreinheit zur Erfassung von Positionsdaten an.

Lösungskonzept

Es wird ein Hardwarekonzept für einen Mikrocontroller, eine BT-Schnittstelle und eine Ladeelektronik entwickelt. Zur Lokalisierung werden Beschleunigungs-, Gyroskop- und Magnetfeldsensoren verwendet. Durch die Verwendung mehrerer identischer Sensoren und die Mittelung der Daten kann das Rauschen reduziert werden. Geplant sind vier inertielle Messeinheit (Acc & Gyro) und vier Magnetfeldsensoren. Zusätzlich wird ein Luftdrucksensor in das Konzept integriert.

Realisierung

Insgesamt wurden neun Sensoren auf dem Board platziert. Als MCU wurde ein Raspberry Pi Pico W mit FreeRTOS verwendet. Die Kommunikation mit den Sensoren wird über SPI realisiert. Über Bluetooth Low Energy können die Daten an ein iPhone übertragen werden. Die Ladeelektronik ermöglicht die gleichzeitige Stromversorgung des PCB und das Laden eines Li-Ion/Li-Polymer Akkus. Es wurden zwei Varianten des PCB mit unterschiedlich ausgerichteten Sensoren hergestellt, um systematische Fehlerummierungen zu vermeiden. Mithilfe eines Computertomograph werden die Bauteile auf fehlerhafte Lötstellen geprüft.

Ergebnisse

In umfangreichen Tests wurden beide PCB-Varianten getestet und bestätigt, dass sie voll funktionsfähig sind. Die SPI-Schnittstelle kann mit einer maximalen Frequenz von 10 MHz betrieben werden. Es wurden erfolgreich Daten über Bluetooth BLE an ein iPhone übertragen. Das PCB wird an den Schuhen befestigt und dient zur Aufzeichnung von Daten. Durch das Erkennen von Ruhephasen während des Gehens konnte eine relative Messgenauigkeit von weniger als 1 % über eine Distanz von 50 m erreicht werden.



Diplomand
Kunz Alexander

Dozent
Prof. Dr. M. Thalman

Themengebiet
Nachrichtentechnik/Signal Processing
Technische Informatik (Embedded Systems)

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur, IET

PCIe-Demonstrator für Compliance in Produktionstest



Abb. 1: Toradex Apalis iMX8 SoM

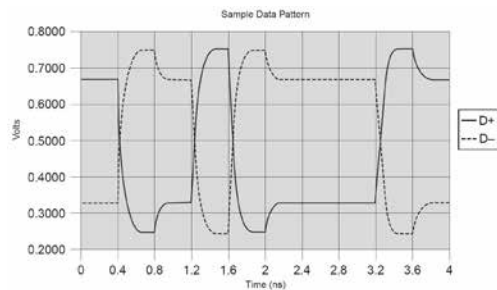


Abb. 2: PCI Express Signal



Abb. 3: Adapterplatine

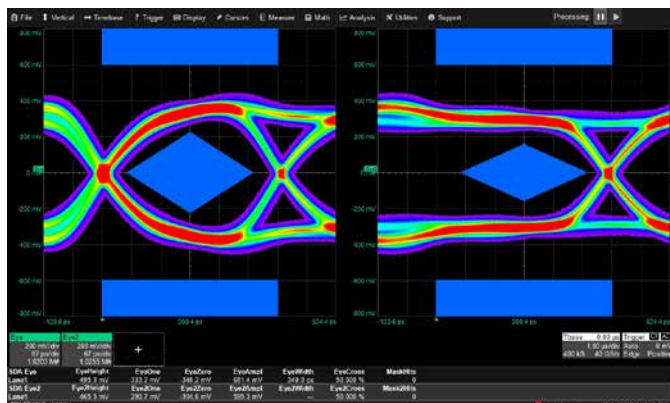


Abb. 4: Augendigramm

Problemstellung

Zum aktuellen Zeitpunkt werden die Embedded Computing Module der Firma Toradex (Abb. 1) mithilfe eines Prüfaufbaus auf eine korrekte Funktionsweise geprüft. Diese Prüfung erfolgt manuell durch einen Mitarbeiter. Mit steigendem Produktionsvolumen wird dieser Vorgang jedoch immer weniger kosteneffizient. Langfristig möchte man den Vorgang automatisieren, sodass das steigende Produktionsvolumen kein Hindernis darstellt. Dies hat jedoch zur Folge, dass die Kontaktierung zum Testen der Module anders realisiert werden muss. Dadurch entstehen gezwungenermassen eine grössere Distanz zwischen dem zu testenden Modul und der Testelektronik. Der Einfluss dieser Distanz soll mittels Messungen ausfindig gemacht werden können. Im Fokus liegen dabei hochfrequente Schnittstellen wie z.B. PCI Express (Abb. 2).

Lösungskonzept

Da die Signale nicht zugänglich sind, wird zusätzliche Hardware benötigt. Wie eine Messung realisiert werden kann, ist zu Beginn des Projekts noch unklar und ist Teil von ausführlichen Recherchen. Es gilt in einem ersten Schritt eine möglichst optimale Referenzmessung der Schnittstelle aufzunehmen. In einem zweiten Schritt gilt es die Signalqualität unter der Nutzung von verschiedenen Signalleitern zu prüfen und diese zu vergleichen.

Zum Schluss soll eine Aussage gemacht werden, welche Signalleiter für eine Nutzung in Bezug auf die Automatisierung infrage kommen.

Realisierung

Um die Signale messen zu können wurde eine 4-lagige, impedanzkontrollierte Platine designt und hergestellt (Abb. 3). Diese Platine macht die entsprechenden Signale zugänglich für verschiedene Messungen, welche Auskunft darüber geben sollen, wie es um die Qualität der Signale steht (Abb. 4). Zudem soll die Platine die Möglichkeit schaffen, mit verschiedenen Signalleitern experimentieren und die Ergebnisse vergleichen zu können. Dies soll zeigen, wie stark die Qualität der Übertragung durch verschiedene Signalleiter verschlechtert wird.

Ergebnisse

Es hat sich gezeigt, dass mit impedanzkontrollierten Folienkabel die besten Resultate zu erzielen sind. Selbst bei einer Länge von 60cm ist ein fehlerfreier Testbetrieb möglich. Auch die günstigeren, nicht impedanzkontrollierten Folienkabel sind noch genügend gut. Zwar wird bei gewissen Kabeln die Spezifikation nicht mehr erfüllt, jedoch ist dies für den Testbetrieb kein Problem.



Diplomand
Lang Janick

Dozent
Dr. O. Kasten

Themengebiet
Nachrichtentechnik, Signal Processing,
Technische Informatik, Embedded
Systems

Projektpartner
Toradex AG



LoRaWAN Datenlogger

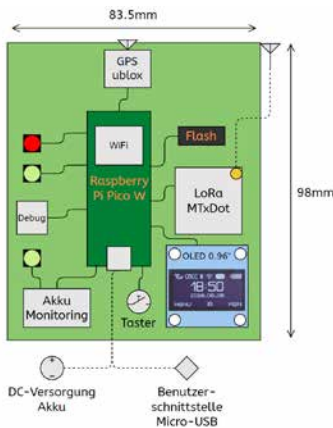


Abb. 1: Aufbau Hardware

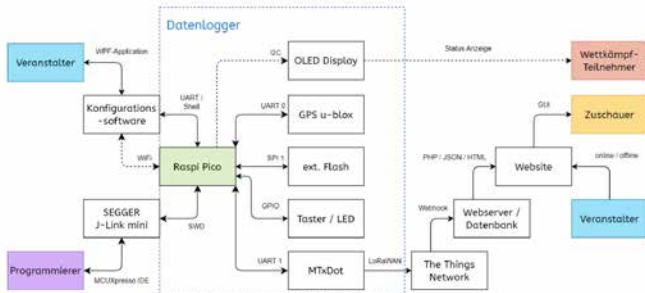


Abb. 2: Blockschaltbild Datenlogger

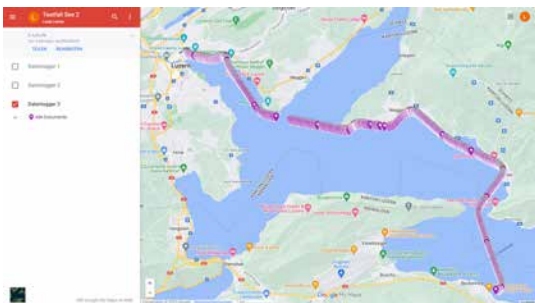


Abb. 3: Testversuch Vierwaldstättersee (Lokal gespeicherte Daten)

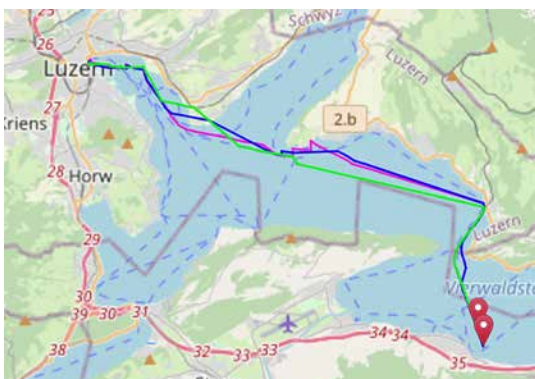


Abb. 4: Testversuch Vierwaldstättersee (Standortverfolgung Website)

Problemstellung

Seit vielen Jahren ist der Vierwaldstättersee ein Austragungsort für eine Segelboot-Regatta. Um die Position der Teilnehmenden während des gesamten Wettkampfes auch von Land aus mitzuverfolgen, benutzen die Organisatoren herkömmliche GPS-Tracker. Künftig sollen für diese Wettkämpfe LoRaWAN Datenlogger eingesetzt werden. Das Ziel ist es zu Beginn, eine Hardware zu erstellen, welche alle Teilnehmenden mobil auf ihre Sportgeräte mitnehmen können. Weiter sollen die genauen Positionsdaten auf dem Gerät gespeichert werden und in Echtzeit per LoRaWAN an eine öffentliche Website versendet werden. Die Website kann während des Wettkampfes von aussenstehenden Personen genutzt werden, um die Standortpositionen aller Wettkämpfer live mitzuverfolgen. Zudem soll es den Organisatoren möglich sein, die abgespeicherten Daten jedes Datenloggers am Ende des Wettkampfes abzurufen.

Lösungskonzept

Die Hardware soll möglichst dem Vorgängermodell entsprechen und von den Dimensionen nicht verändert werden. Die Software für den Datenlogger wird auf dem Raspberry Pico implementiert. Grösstenteils konnte der bestehende Code vom vorgängigen Projekt übernommen werden. Der Fokus bei der Software lag darin, die Daten, welche per LoRaWAN versendet werden, zu minimieren und auf einer Website darzustellen.

Realisierung

Um die Ausreiser der GPS-Koordinaten zu minimieren, wurde eine stabilere Spannungsversorgung realisiert. Mithilfe der neuen Hardware konnte die parallel entwickelte Website getestet und erste Versuche der Standortverfolgung an Land und auf See durchgeführt werden. Der Veranstalter wird zusätzlich mit weiteren Informationen der Datenlogger versorgt.

Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurde ein funktionsfähiger Datenlogger entwickelt, der GPS-Standortdaten empfängt und diese per LoRaWAN an einen Webserver versendet. Durch die Kombination dieser Technologien konnte ein System geschaffen werden, welches in erster Linie die Erfassung und Übertragung von Positionsdaten für Segelschiffe ermöglicht. Der entwickelte Datenlogger bietet eine präzise Ortungsfunktion. Dies ermöglicht eine zuverlässige Verfolgung von z.B. Segelschiffen, deren Positionen in Echtzeit erfasst und lokal auf dem Datenlogger abgespeichert werden. Der Datenlogger sendet die Standortinformationen über das LoRaWAN an TTN, wo sie danach an den Webserver weitergeleitet und auf der Website dargestellt werden.



Diplomand
 Lehner Louis

Dozent
 Prof. E. Styger

Themengebiet
 Embedded System, Nachrichtentechnik,
 Energie- & Antriebssysteme, Automation

Projektpartner
 Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
 IET, Christoph Zumbühl

Inter-Satellite Message Forwarding

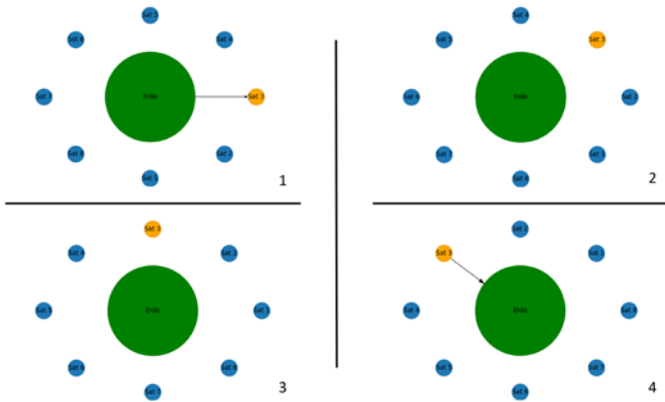


Abb. 1: Ablauf ohne ISL

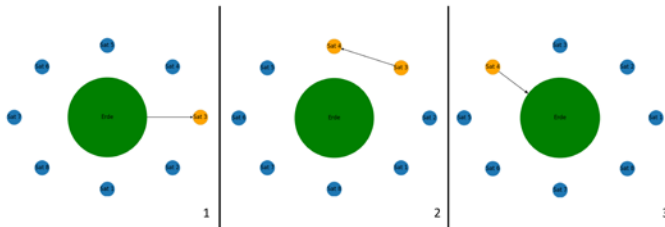


Abb. 2: Ablauf mit ISL

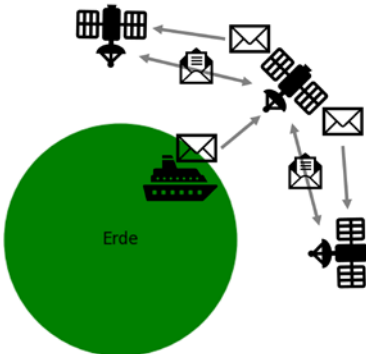


Abb. 3: Aufbau Szenario Zentral

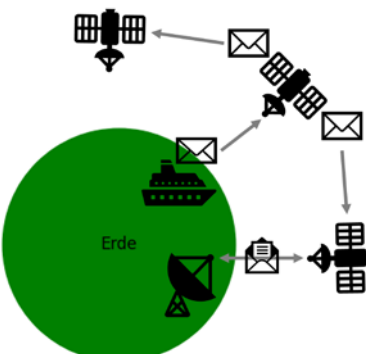


Abb. 4: Aufbau Szenario Bodenstation

Problemstellung

Die Firma Astrocast SA hat das Ziel ein kosteneffizientes Satellitengestütztes IOT-Netzwerk für eine Weltweite Datenübertragung bereitzustellen. Zurzeit behalten die Satelliten die Datenpakete so lange, bis der Kontakt mit einer Bodenstation hergestellt werden kann. Zur Verringerung der Latenz sollen in Zukunft Nachrichten auch von Satellit zu Satellit mittels Inter-Satellite-Links übertragen werden können.

Dabei wurde, um die Komplexität gering zu halten, ein Weiterleitungs-Algorithmus definiert. Mit diesem werden eintreffende Pakete an den nächsten Satelliten mit Bodenkontakt weitergeleitet. Diese Arbeit hat das Ziel, diesen Weiterleitungs-Algorithmus mit der Anwendung des Network Simplex Algorithmus zu verbessern.

Lösungskonzept

Zur Lösung des Problems werden die folgenden zwei unterschiedlichen Szenarien mit dem Network Simplex Algorithmus modelliert:

- Szenario Zentral
 Dabei wird vorausgesetzt, dass jeder Satellit die Bodenkontaktinformationen sowie die Paketinformationen aller anderen Satelliten kennt. Daher muss ein Informationsaustausch der Pakete zu jedem Zeitpunkt stattfinden. Danach wird pro Zeitschlitz die Paketverschiebung mittels Network Simplex Algorithmus berechnet. Abschliessend können die Pakete verschoben werden.
- Szenario Bodenstation
 In diesem Szenario wird mit dem Network Simplex Algorithmus die Paketverschiebungen bei einer Bodenstation berechnet. Dabei ist die Voraussetzung, dass der Mittelwert des Paketeingangs der Bodenstation bekannt ist. Die Informationen der Paketverschiebung werden anschliessend an die jeweiligen Satelliten gesendet. Abschliessend kann jeder Satellit seine Pakete zu jedem Zeitpunkt verschieben.

Realisierung

Bei der Realisierung wurde die NetworkX Bibliothek für die Berechnung des Network Simplex Algorithmus verwendet. Anschliessend wurden die Simulationen gemäss dem Konzept implementiert und mit dem bestehenden Weiterleitungs-Algorithmus verglichen.

Ergebnisse

Für das zentrale Szenario konnte die Erfolgsrate im Vergleich zum Weiterleitungs-Algorithmus nicht verbessert werden. Der Grund dafür ist, dass der Network Simplex Algorithmus für diese Simulation nicht optimal eingesetzt werden konnte. Auch für das Szenario Bodenstation konnte unter Anwendung des Network Simplex Algorithmus keine Verbesserung im Vergleich zum Weiterleitungs-Algorithmus erzielt werden. Jedoch wurde die Berechnungszeit effizienter.



Diplomand
 Mathier Kilian

Dozent
 Prof. Dr. T. Hunziker

Themengebiet
 Nachrichtentechnik, Signal Processing

Projektpartner
 Astrocast



Picking von Reagenzgläsern mit Cobot



Abb. 1: Roboteraufbau mit Reagenzgläsern



Abb. 2: GUI zur Steuerung der Bilderkennung und Positionsübertragung



Abb. 3: Gesamtaufbau mit Kamera und Roboter

Problemstellung

Transparente Objekte mit einer Kamera zu erkennen, stellt eine Herausforderung dar. In Laboren, wo solche verwendet werden, wäre dies aber hilfreich. Vor allem, wenn die Objekte mit einem Roboter umplatziert oder mit einer Kamera erkannt werden möchten.

Ziel dieser Arbeit war es, Reagenzgläser mit dem Omron TMS-700 Cobot zu lokalisieren, aufzunehmen und abzulegen. Die integrierte Kamera vom Roboter sollte dazu verwendet werden. Da die Kamera jedoch eine fehlerhafte Verbindung zum Cobot-PC aufwies, wurde die Glasererkennung mit einer externen Kamera durchgeführt.

Lösungskonzept

Es sollte eine Bildverarbeitungssoftware realisiert werden, welche die Reagenzgläser 2D erkennt, die Position in 3D Roboterkoordinaten umrechnet und die Position über eine geeignete Schnittstelle dem Roboter übermittelt. Der Roboter seinerseits fährt nach Empfang der Position das Glas an, hebt es an und platziert es am vorgegebenen Ort. Als Greifer wird eine Vakuumpumpe mit einem Saugnapf verwendet, da dieser sich optimal an die Rundung vom Glas anpasst.

Realisierung

Die Bildverarbeitungssoftware wurde mit OpenCV in C# programmiert, zudem wurde eine TCP/IP Verbindung zur Positionsübertragung programmiert. Mithilfe einer Kamerakalibration kann die Umrechnung der 2D Glasposition in 3D Roboterkoordinaten durchgeführt werden. Das Roboterprogramm, in TMFlow geschrieben, übernimmt die Steuerung seiner Bewegungen.

Ergebnisse

Es wird eine Lösung präsentiert, die in der Lage ist, Reagenzgläser zu lokalisieren, die Position in Roboterkoordinaten umrechnet und diese dem Cobot übermittelt. Dieser kann so die Gläser umplatzen. Zur Steuerung wurde ein GUI programmiert (siehe Abb2), mit welchem die Bilderkennung und die Positionsübermittlung durchgeführt werden. Die Gläser werden mit einer Genauigkeit in der Rotation von $\pm 180^\circ$ zuverlässig erkannt. Eine Erkennung in der Rotation von 360° ist nicht zu 100 % zuverlässig, da es schwierig ist, die Öffnung vom Boden vom Reagenzglas zu unterscheiden. Zudem kann je nach Position vom Glas ein Offsetfehler nach oben auftreten, der auf die Umrechnung zurückzuführen ist, da diese auf die Bildmitte optimiert ist. Die Gläser werden auf einem Stoff-Hintergrund platziert, welcher Licht nur schwach reflektiert. So kann das Glas stark beleuchtet werden, um die 2D Erkennung zu verbessern.



Diplomand

Maurer Patrick

Dozent

Prof. Dr. T. Prud'homme

Themengebiet

Mechatronik, Automation, Robotik

Projektpartner

Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
IET

Formula Student Electric



Abb. 1: Diesjähriges Rennauto castor



Abb. 2: LV-Supply PCB

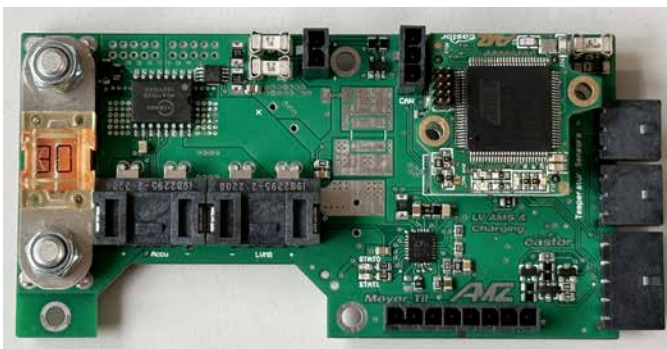


Abb. 3: LV-AMS PCB

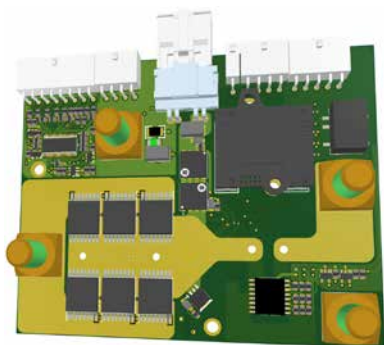


Abb. 4: PGE-AMS PCB

Problemstellung

Jedes Jahr baut der Akademische Motorsportverein Zürich ein Rennauto um an den Events der Formula Student Electric teil zu nehmen. Insgesamt 16 Fokusstudenten der ETH und 4 Studenten der HSLU bauen das diesjährige Auto castor. Die HSLU Studenten übernehmen dabei einen grossen Teil der Elektronik Arbeitspaketen.

In dieser Arbeit werden die Umsetzung der Konzepte für das LV-Supply, LV-AMS und der ESF sowie das Konzept des PGE-AMS behandelt. Die Arbeit handelt davon, wie diese Komponenten gefertigt, getestet und in Betrieb genommen wurden. Hauptanforderung an das LV-Supply und LV-AMS sind dabei stets eine stabile Spannungsversorgung zur Verfügung zu stellen.

Lösungskonzept

Das Regelwerk der Formula Student Germany dient als Grundlage der Konzeptentscheide und deren Umsetzung. Dabei sind bezogen auf diese Arbeit besonders das Verwenden von Lithium Akku Zellen stark geregelt. Dementsprechend muss das Konzept des LV-AMS und des PGE-AMS alle Regeln einhalten damit es verwendet werden darf. Das LV-Supply ist kaum von Regeln betroffen, musste aber aufgrund ändernder Systeme im Fahrzeug neu designet werden.

Realisierung

Das LV-Supply PCB wurde von Grund auf neu designet, um alle Änderungen zum Vorjahr möglichst effizient umsetzen zu können. Dabei ist jeder einzelne Anschluss am LV-Supply einzeln schaltbar, gefiltert und wird mit einer Sicherung abgesichert.

Das LV-AMS ist die Schutzelektronik für ein 7S Li-Ion Akku und wurde mit einer Ladeschaltung erweitert, sodass kein Ladegerät mehr notwendig ist. Das PGE-AMS Konzept ist ebenfalls eine Schutzelektronik. Jedoch für einen 14S Li-Po Akku, welcher für den Power Ground Effect vorgesehen ist. Der Powered Ground Effect wird in dieser Saison aufgrund enttäuschender Testergebnisse aber nicht mehr zum Einsatz kommen, weshalb das Konzept nicht umgesetzt wurde.

Ergebnisse

Die umgesetzten Konzepte funktionieren und sind voll funktionsfähig. Während der Testphase des Fahrzeugs sind einige Fehler oder nötige Änderungen aufgetaucht, welche jedoch alle zeitnah behoben werden konnten.

**Diplomand**
Meyer Til**Dozent**
Prof. Dr. A. Omlin, Prof. E. Styger,
Prof. R. Mettler**Themengebiet**
Nachrichtentechnik/Signal Processing
Signalverarbeitung, Kommunikation
Embedded Systems, Automation
Energiesysteme, Antriebstechnik**Projektpartner**
ETH Zürich

Entwicklung einer neuen Generation von intelligenten Schuhen

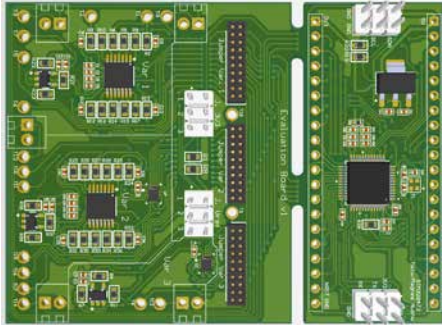


Abb. 1: PCB, welches für die Evaluation eines geeigneten Konzeptes erstellt wurde

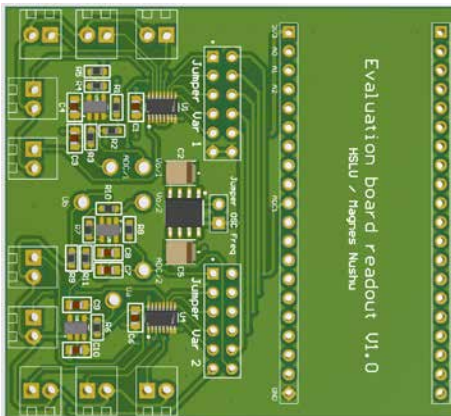


Abb. 2: PCB, welches für die Auswahl einer geeigneten Messverstärkerschaltung entwickelt wurde

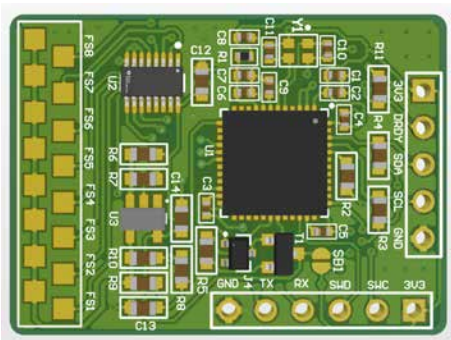


Abb. 3: PCB des Hardwaremoduls



Abb. 4: Visualisierung der mit dem Hardwaremodul gemessenen Druckverteilung

Problemstellung

Die Firma Magnes AG konzentriert sich auf die Analyse der menschlichen Bewegung mithilfe von KI-Algorithmen und tragbaren Sensoren, welche Biofeedback liefern. Mit Nushu hat das Schweizer Unternehmen ein tragbares Analysesystem in Form von intelligenten Schuhen entwickelt. Bisher verwendet Nushu neben den Sensoren, welche verschiedene Gangparameter ermitteln, nur einen Kraftsensor. Da mit dem einzelnen Kraftsensor jedoch nur schwierig aussagekräftige Informationen bezüglich der Ganganalyse gewonnen werden können, soll der Schuh mit weiteren Kraftsensoren ergänzt werden. Insbesondere kann durch den Einsatz von mehreren Kraftsensoren die Druckverteilung im Schuh messbar gemacht werden.

Lösungskonzept

Damit der Schuh mit weiteren Sensoren ergänzt werden kann, soll ein zur momentan bestehenden Hardware, separates Hardwaremodul entwickelt werden. Das Modul muss mindestens fünf Kraftsensoren auswerten und die ausgewerteten Daten anschliessend über einen I2C Bus übermitteln können. Während der Entwicklung muss die Grösse des Hardwaremoduls auf ein Minimum begrenzt werden, da dieses anschliessend im Schuh eingebettet werden soll.

Realisierung

Damit für das Hardwaremodul eine optimale Lösung evaluiert werden kann, werden drei PCB hergestellt. Mit dem ersten PCB wurden verschiedene Konzepte implementiert und miteinander verglichen. Das zweite PCB implementiert verschiedene Messverstärkerschaltungen, wodurch diese miteinander verglichen und die für die Anwendung optimale ausgewählt werden konnte. Im letzten PCB wurde das ausgewählte Konzept mit der Messverstärkerschaltung im finalen Design des Hardwaremoduls kombiniert. Dadurch entstand ein finales Funktionsmuster des Hardwaremoduls, mit welchem bereits erste Messungen durchgeführt wurden.

Ergebnisse

Durch die genaue Evaluation verschiedener Konzepte und Messverstärkerschaltungen konnte eine für die Anwendung optimale Lösung realisiert werden. Das entwickelte Hardwaremodul unterstützt modular bis zu acht Kraftsensoren und weist dabei eine Grösse von 22x30mm auf. Weiter wurde auf dem Hardwaremodul ein Mikrocontroller implementiert, wodurch der Mikrocontroller der Nushu Schuhe, welcher unterschiedliche Machine Learning Algorithmen implementiert, entlastet werden konnte. Durch eine Auswertung und anschliessende Animation in Blender konnte die Funktionsweise des Hardwaremoduls bestätigt werden.



Diplomand
 Odermatt Stefan

Dozent
 Prof. Dr. P. Eberle

Themengebiet
 Nachrichtentechnik/Signal Processing,
 Technische Informatik (Embedded
 Systems)

Projektpartner
 Magnes AG



Steuerungselektronik eines energieautarken Automaten

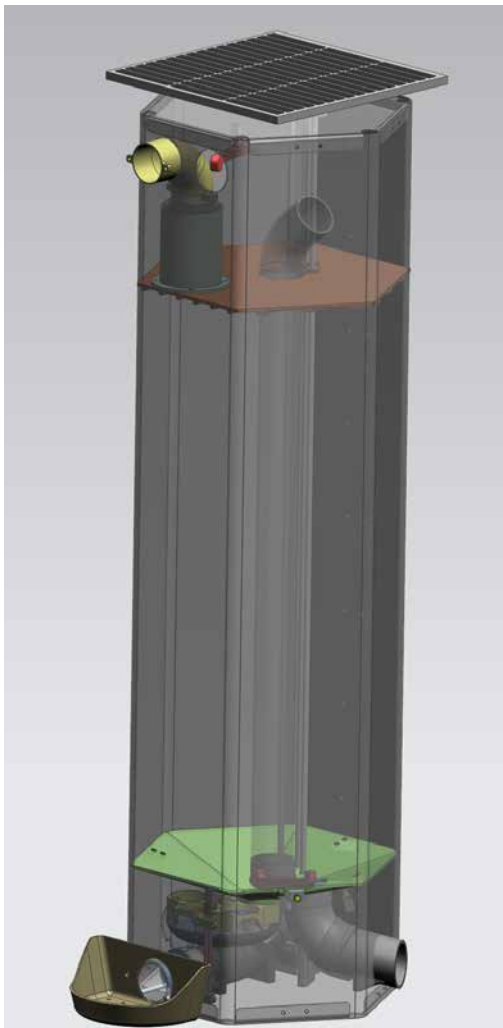


Abb. 1: 3D-Modell des Automaten

Das Bild zeigt einen Screenshot einer Webhooks-Datenbank. Die Tabelle enthält folgende Spalten: A (Zeitpunkt), B (Skript), C (Pin Value), D (Voltage) und E (Status). Die Daten zeigen regelmäßige Abfragen des Arduino-Boards mit einer Spannung von 3.34 V und einem Status von 'Correct Working'.

	A	B	C	D	E
1	-	-	Value1	Value2	Value3
2	Time	Script	Pin Value	Voltage	Status
3					
4	November 8, 2022 at 06:55PM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
5	November 8, 2022 at 08:31PM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
6	November 8, 2022 at 08:34PM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
7	November 9, 2022 at 10:50AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
8	November 9, 2022 at 10:52AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
9	November 9, 2022 at 11:49AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
10	November 9, 2022 at 11:50AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
11	November 11, 2022 at 10:00AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
12	November 11, 2022 at 10:22AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
13	November 11, 2022 at 10:31AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
14	November 11, 2022 at 10:35AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
15	November 11, 2022 at 10:36AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
16	November 11, 2022 at 10:37AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
17	November 11, 2022 at 10:37AM	data_from_Arduino	0	3.34 V	Correct Working
18	November 11, 2022 at 10:38AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working
19	November 11, 2022 at 10:40AM	data_from_Arduino	4	3.34 V	Correct Working

Abb. 2: Überwachungsschnittstelle

Problemstellung

Die Firma NyDee forderte die Schaffung eines elektrisch autarken Automaten. Die Umsetzung muss interdisziplinär mit einem Studenten der Maschinenteknik erfolgen.

Der Industriepartner möchte kugelförmige Objekte verkaufen können. Der Verkaufsautomat sollte in der Lage sein, digitale Zahlungen anzunehmen und fernüberwacht zu werden. Die Schaffung einer Stromversorgung durch Solarzellen ist notwendig, um den Energiebedarf zu decken. Ziel des Projekts ist die Erstellung eines Musters.

Lösungskonzept

Zu Beginn des Projekts wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, um die Bedürfnisse der Kunden besser zu verstehen. Treffen mit dem Maschinenteknikstudenten wurden regelmässig vereinbart. Dank der intensiven Anfangsphase konnten die Hauptkomponenten für die Realisierung des Automaten festgelegt werden. Anschliessend wurden die einzelnen Komponenten recherchiert und bewertet (Abb.1). Während der Analysephase wurden mehrere Konzeptänderungen vorgenommen.

Realisierung

Gemeinsam mit dem Industriepartner wurde beschlossen, die Elektronik für zwei verschiedene digitale Bezahlverfahren vorzubereiten. Für die Steuerung der Elektronik wurde das Arduino MKR NB 1500 Entwicklungsboard gewählt. Es wurde für die Kommunikation mit dem Online-Überwachungssystem konfiguriert (Abb.2).

Die Implementierung des Fernüberwachungssystems wurde durch die Integration mehrerer kostenloser, online verfügbarer Systeme realisiert. Ausserdem wurde eine Datenbank eingerichtet, in der die Transaktionshistorie eingesehen werden kann.

Um den Batteriestand konstant zu halten, wurde auf der gewünschten Fläche eine off-grid Solaranlage installiert. Die Tests bezüglich der erzeugten Energie waren nicht zufriedenstellend. Um den Batteriestand konstant zu halten, wurde beschlossen, die Elektronik nach jeder Transaktion auf Stand-by zu schalten.

Ergebnisse

Fast alle Anforderungen konnten bei der Verifizierung bzw. Validierung als Erfüllt gekennzeichnet werden. Die verschiedenen Teile für den Betrieb wurden getestet und sind funktionsfähig. Die Hauptanforderung, die nicht erfüllt wurde, sind die Herstellkosten für einer 10er Serie. Dieser kann reduziert werden, indem alles auf Ihrer eigenen Leiterplatte hergestellt wird. Kann festgestellt werden, dass die Idee des Industriepartners umsetzbar ist.



Diplomand
Paradiso Simone

Dozent
Prof. Dr. M. Thalmann

Themengebiet
Technische Informatik, Energie- und Antriebssysteme, Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
NyDee GmbH

Vision-basierte Fahrzeugklassifikation basierend auf Fahrzeugteilen



Abb. 1: Fahrzeugdetektion mit YOLO



Abb. 2: Perspektivische Transformation mit Homographie-Matrix



Abb. 3: Rücktransformierte bounding box

Problemstellung

Die Firma Sick beauftragte die Hochschule Luzern damit, ein vision-basiertes Verfahren für die Klassifikation von Fahrzeugen zu untersuchen. Dies soll eine Alternative für die gegenwärtig eingesetzten Lasermesssysteme bieten, die für die Bestimmung von Mautgebühren, die Detektion von überhohen Fahrzeugen vor Tunneln und die allgemeine Datenakquise des Verkehrs eingesetzt werden. Bisherige Tests waren vielversprechend, basierten aber auf einem kleinen Datensatz.

Lösungskonzept

Für die Klassifikation der Fahrzeuge soll ein Convolutional Neural Network (CNN) eingesetzt werden. Um dieses zu trainieren, sollen mithilfe eines Python Skripts mehr Daten von einem open-source Livestream aus dem Internet gesammelt werden. Dieses Skript soll 24/7 ausgeführt und jederzeit ohne Datenverlust gestoppt und neugestartet werden können.

Realisierung

Das Python Skript wurde erweitert, sodass die Verbindung bei einem Abbruch neu hergestellt wird, zusätzlich mit einer Zeitschaltuhr über Nacht ausschaltet, da ohne Strassenbeleuchtung wenig zu erkennen ist, und die Daten kontinuierlich abgespeichert werden. Mithilfe der neuen Daten und dem Hyperparameter Tuning Tool «Weights & Biases» wurde danach ein neues CNN zur Klassifikation trainiert.

Ergebnisse

Die Resultate vom neuen Klassifikator wurden mit einem bisherigen Modell verglichen, wobei die Anzahl falscher Klassifizierungen um Faktor 2.9 gesenkt werden konnte. Zudem sind 10'719 neue Bilder, bestehend aus ausschliesslich selteneren Fahrzeugklassen, aufgenommen und gespeichert worden.

Ausblick

Es braucht noch mehr Daten von den sehr seltenen Fahrzeugkategorien, um auch diese mit hoher Sicherheit richtig zu klassifizieren. Zudem wurde ein Modell zur Erkennung von Fahrzeugteilen eingebaut, das in Nachfolgeprojekten verwendet werden kann.



Diplomand
Pfenniger David

Dozent
Prof. Dr. K. Zahn

Themengebiet
Machine Learning

Projektpartner
Sick



UHF Ground Station Implementation

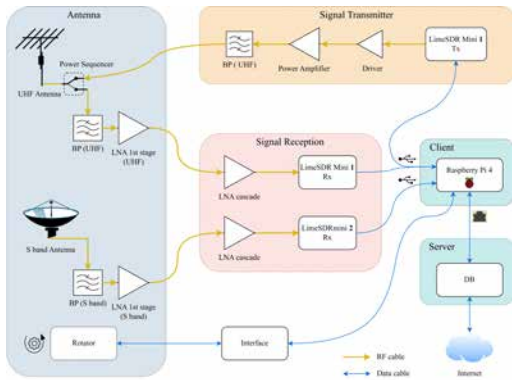


Abb. 1: Block diagram GS

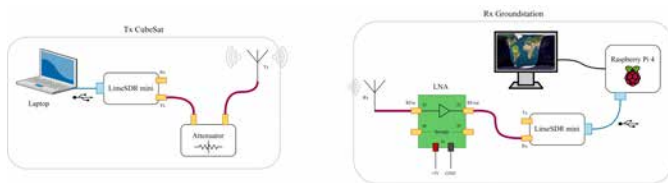


Abb. 2: Wireless transmission test

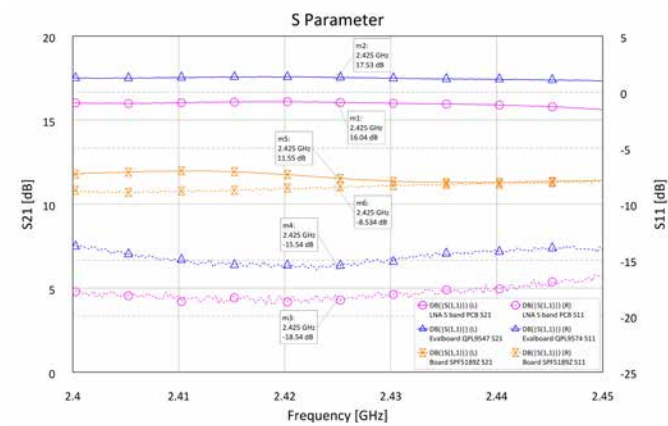


Abb. 3: S Parameter

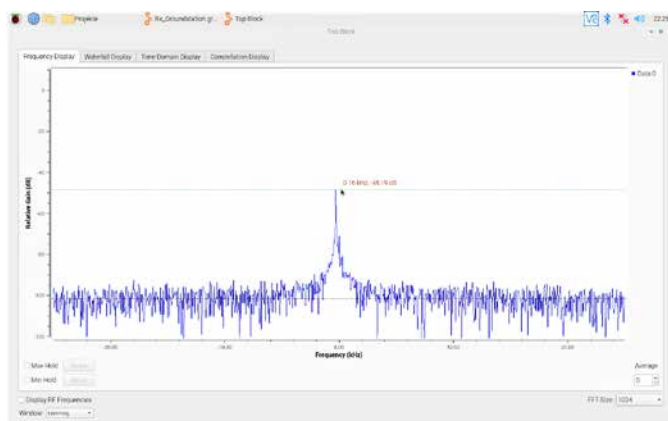


Abb. 4: Received Signal

Problem

The CubeSat team from ARIS wants to develop and operate their first nanosatellite. This nanosatellite, or CubeSat, has been planned as the first mission with the name Swiss Artificial Gravity Experiment (SAGE).

Without reliable communication, the SAGE mission cannot succeed. A CubeSat, however good, can be developed, but it is useless if it can neither receive nor transmit a signal. The challenge is to ensure a data link between the CubeSat and the ground station (GS).

Solution Concept

The topology and surrounding transmitter stations at the future location of the ground station at ETHZ on Höggerberg were investigated. Based on possible orbital data of the satellite, a link budget was calculated. At the system level, a possible concept (see Figure 1) is shown that fulfil the requirements of the CubeSat team SAGE and the global open source network SatNOGS.

Implementation

One low-noise amplifier (LNA) each was developed and assembled for the two frequency ranges UHF and S band. A microstrip filter for the frequency range in the S band was developed and manufactured. A wireless transmission test (see Figure 2) was carried out with two LimeSDR mini, one LNA, one Raspberry Pi 4 and two antennas.

Result

The two self-developed and assembled LNA made of FR-4 printed circuit board material show comparatively beneficial properties (see Figure 3) to purchased reference products. A microstrip filter developed in-house for the 2.425 GHz frequency range shows an attenuation of -3 dB in the passband. The LNA in the UHF frequency range improves the signal-to-noise ratio (SNR) for wireless signal transmission to a received signal of -48.19 dB (see Figure 4).

Outlook

After the modulation type (like BPSK, QPSK, MSK or FSK) has been determined, another wireless transmission test should be repeated. This test is more meaningful if the recommended final antennas are used, as they have different directivity and the associated gain to the antenna used.



Diplomand
Portmann Martin

Dozent
Dr. G. Wichmann

Themengebiet
Nachrichtentechnik/Signal Processing
und Technische Informatik

Projektpartner
Akademische Raumfahrt Initiative
Schweiz (ARIS)



Hardware-in-the-Loop Simulation des Elektrizitätsnetzes

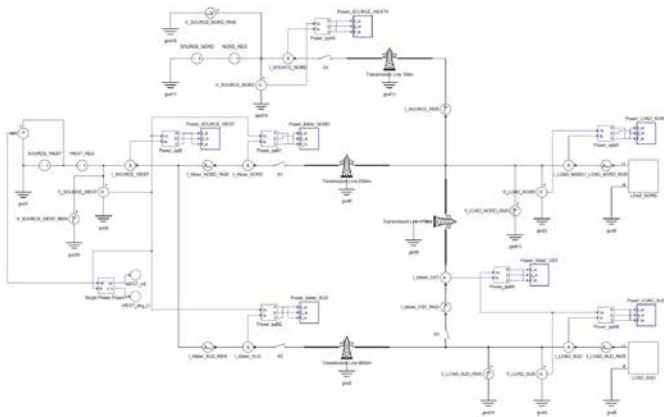


Abb. 1: Schema des Übertragungsnetz Modelles



Abb. 2: SCADA Panel des Kurzschluss Modelles

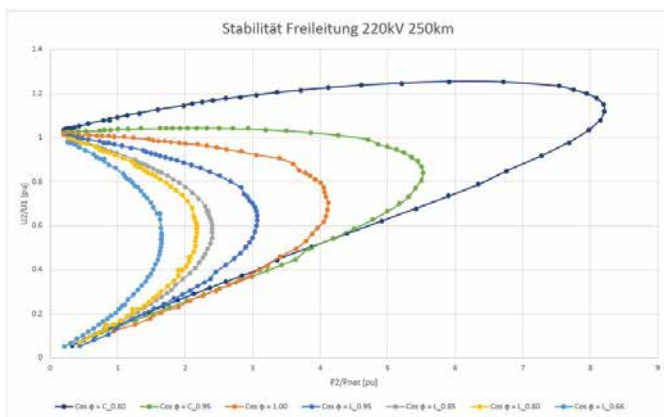


Abb. 3: Resultat der Stabilitätsmessung

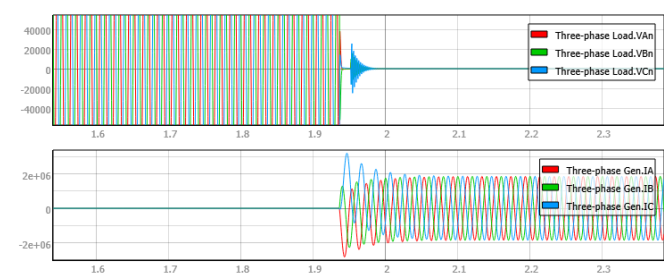


Abb. 4: Dreipoliger Generatornaher Kurzschluss

Problemstellung

Das Elektrizitätsnetz ist ein komplexes System, welches ständig problemlos funktionieren muss. Um dies sicherzustellen, müssen viele Tests durchgeführt werden, damit überprüft werden kann, dass alle Kriterien erfüllt sind. Da das experimentelle Testen von verschiedenen Situationen wegen den hohen Spannungen und Leistungen in der Praxis meistens nicht realisierbar ist, ist es oft nötig, sich auf die Simulationen zu verlassen. Diese Arbeit hat das Ziel, solche Simulationsmodelle zu erstellen, und mögliche darauf basierende Aufgaben zu erstellen, welche von den zukünftigen Studenten des Moduls Elektrische Energieversorgung (EEV) an der HSLU bearbeitet werden könnten.

Lösungskonzept

Zunächst war es vorgesehen, zwei grössere Netze zu erstellen. Eins für den Übertragungsnetz, eins für den Verteilungsnetz. In diesen zwei Modellen würden dann an deren Strängen die verschiedenen Testsituationen aufgebaut, wie zum Beispiel Kurzschluss oder Regeltransformatoren. Es zeigte sich aber, dass es für die Software nicht möglich wäre, so grosse Modelle zu simulieren. Aus diesem Grund wurden somit mehrere kleinere Modelle erstellt, welche jeweils das gegebene Problem angehen.

Realisierung

Es wurde bestimmt, dass der Fokus bei dem Übertragungsnetz liegen soll und dass die Simulationsmodelle Situationen, welche sich typischerweise in dieser Netzebene befinden, widerspiegeln. Die Arbeit ist hiermit in zwei Teile getrennt. In dem ersten Teil werden einige Beispiele entworfen und in dem zweiten dann ein Teil dieser vertieft weiterbehandelt.

Ergebnisse

Im Prinzip wurden vier Modelle erstellt. Ein Modell stellt ein kleines vermaschtes Netz dar. Hier können mithilfe Querregler die Lastflüsse und Spannungen verändert werden. Das zweite Modell dient zur Messung der Stabilität der Leitungen. In dem dritten können verschiedene Kurzschlüsse getestet werden und das letzte ist eine mithilfe Mikrocontroller gesteuerte Längsregelung.



Diplomand
Prajzler Tomas

Dozent
Prof. Dr. J. Mühlethaler

Themengebiet
Embedded Systems, Technische Informatik / Energiesysteme & Antriebstechnik

Projektpartner
Typhoon HIL GmbH



Detektion und Demodulation von akustischen Signalen

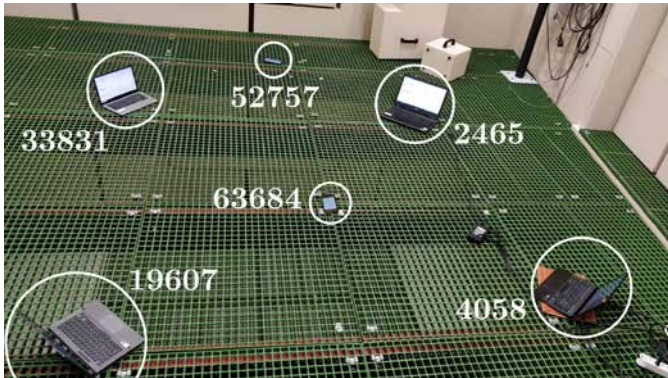


Abb. 1: Test des gesamten Systems im reflexionsarmen Raum der HSLU

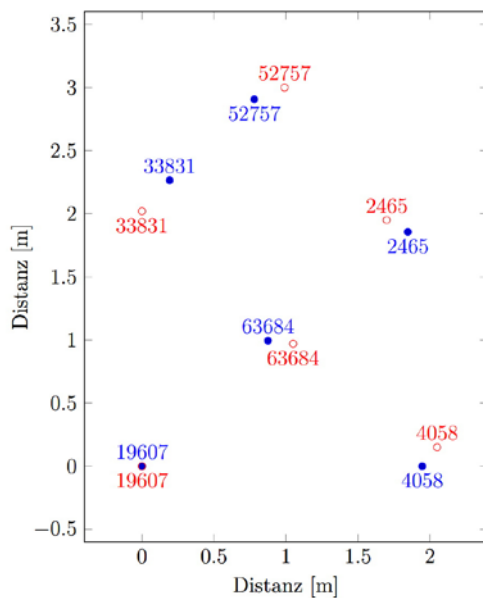


Abb. 2: Reale Positionen der Geräte (rot) und rekonstruierte Positionen (blau)

Positions

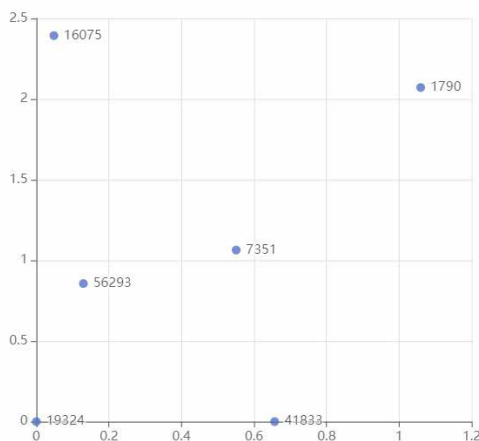


Abb. 3: Darstellung auf der Webseite

Problemstellung

Es soll ein System entwickelt werden, welches mittels akustischen Signalen die Positionen mehrerer Geräte (Laptops, Smartphones, etc.) bestimmen kann. Diese sollen auf einer zweidimensionalen Karte dargestellt werden. In der vorhergehenden Arbeit wurde bereits eine akustische Datenübertragung in einer Web-Applikation entwickelt, welche als Basis für diese Arbeit dient.

Lösungskonzept

Um die Positionen der Geräte zu rekonstruieren, müssen zuerst Informationen über die Distanzen zwischen den Geräten gewonnen werden. Es wurde ein Messverfahren entwickelt, welches die Distanz zwischen zwei Geräten messen kann. Dazu senden die Geräte in zufälligen Abständen ein akustisches Signal aus und messen die Zeit, zu welcher sie ein solches Signal empfangen. Anhand der gemessenen Ankunftszeiten kann die Distanz berechnet werden. Wenn die Distanzen zwischen mehreren Geräten gemessen wurden, können daraus deren Positionen rekonstruiert werden.

Realisierung

Die Web-Applikation wurde in JavaScript geschrieben und für die Audioverarbeitung wurde die Web Audio API verwendet. Damit konnte der Sender und Empfänger direkt im Webbrowser implementiert werden. Wenn ein akustisches Signal empfangen wurde, wird die Empfangszeit an einen Webserver gesendet. Dieser wurde mit dem Flask Framework in Python implementiert. Er berechnet anhand der gemessenen Zeiten die Distanzen zwischen den Geräten. Wenn genügend Distanzmessungen vorhanden sind, rekonstruiert er die Positionen der Geräte mittels linearer Regression. Diese werden danach an die Geräte zurückgesendet, welche sie auf einem zweidimensionalen Plot darstellen.

Ergebnisse

Das gesamte System wurde in verschiedenen Umgebungen getestet. Dabei konnten die Positionen der Geräte mit einer mittleren Abweichung von ca. 20cm gegenüber ihren realen Positionen rekonstruiert werden. Die Distanzen zwischen den Geräten betragen im Mittel ca. 2m. Es konnte festgestellt werden, dass Reflexionen des Schalls an Wänden ein Problem darstellen, da diese die Distanzmessungen verfälschen. Deshalb wurde ein Test im reflexionsarmen Raum der HSLU durchgeführt, welcher zeigte, dass die Positionen der Geräte erfolgreich bestimmt werden können.



Diplomand
Reding Felix

Dozent
Prof. Dr. T. Hunziker

Themengebiet
Nachrichtentechnik/Signal Processing

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
IET

Bustaster für Gebäudeautomation



Abb. 1: Abdeckungsart mit 2, 4 und 6 Schaltern der Hager Kallysto Serie

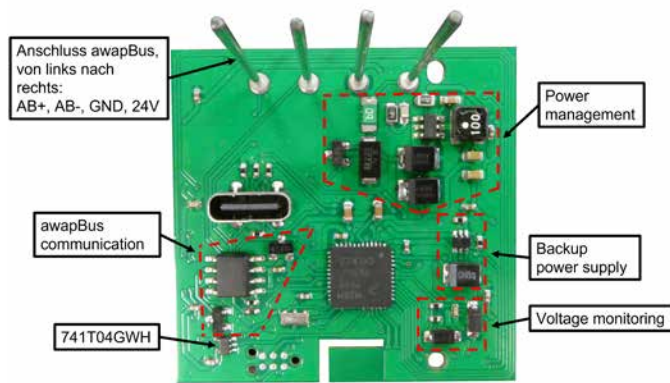


Abb. 2: Hinterseite des Bustaster-PCBs

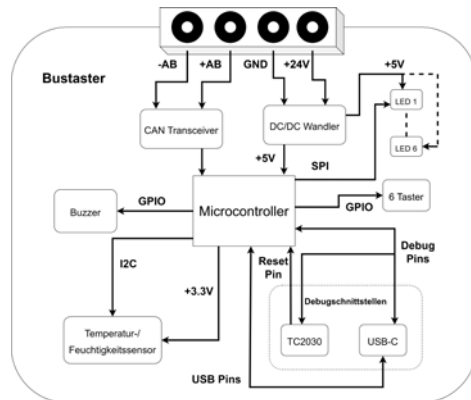


Abb. 3: Schematischer Aufbau des Bustasters

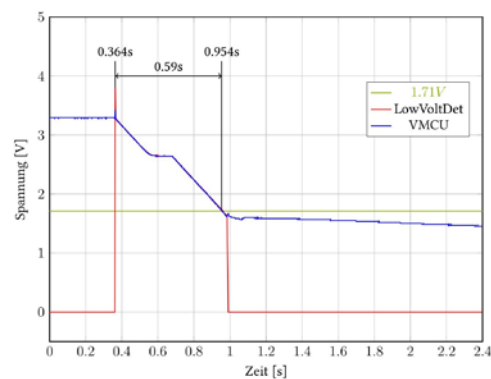


Abb. 4: Daten zur Speisungsreserve der MCU

Problemstellung

In dieser Arbeit soll für die Firma awaptec GmbH eine Elektronik entwickelt werden, die in das Gehäuse der Hager Kallysto Serie passt und mittels eines Bussystems mit einer SPS-basierten Gebäudeautomation verbunden ist. Die Elektronik soll so gestaltet werden, dass sie kompatibel mit dem Bussystem der Firma awaptec ist. Weiter soll der Bustaster mittels Sensoren Umgebungstemperatur so wie auch Luftfeuchtigkeit messen können. Der zu entwickelnde Bustaster soll ebenfalls mit allen drei verschiedenen Abdeckungsarten der Hager Kallysto Serie kompatibel sein. Diese gibt es in der Abdeckungsart mit 6 Schaltern, 4 Schaltern und 2 Schaltern (siehe Abb. 1).

Lösungskonzept

Die Firma awaptec besitzt bereits einen funktionierenden Gebäudetaster namens awapSwitch. Dieser ist aber nur im Abdeckungsformat der EDIZIOdue der Feller AG vorhanden. Im Rahmen dieses Projektes wird ein Bustaster entwickelt mit möglichst allen Eigenschaften des awapSwitches, aber im Abdeckungsdesign der Kallysto Serie der Firma Hager.

Realisierung

Es wurde ein Schema erstellt, das sich an dem awapSwitch orientiert. Danach wurde anhand des Schemas das PCB gestaltet (siehe Abb. 2). Für ein möglichst angenehmes Handling ist der Bustaster dieser Arbeit so gestaltet, dass dieser gleich zu montieren ist wie der awapSwitch. Nach der Gestaltung der Hardware wurde die Software so programmiert, dass diese mit dem bestehenden awapBus kompatibel ist und alle Eigenschaften des awapSwitches aufweist.

Ergebnisse

Der in dieser Arbeit entwickelte Bustaster kann mit allen drei Abdeckungsvarianten der Kallysto Serie eingesetzt werden. Die Druckflächen dieser Abdeckungsarten können alle mit den RGB-LEDs in unterschiedlichen Farben und Helligkeitsstufen beleuchtet werden. Der Bustaster kann akustische Signale erzeugen. Mit der Möglichkeit die Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit zu messen, reichen seine Fähigkeiten über den eines einfachen Tasters hinaus. Mithilfe der vier, durch das Gehäuse reichenden Kontaktstifte ist die Anbindung an den awapBus sichergestellt. Schnell und einfach kann der Bustaster über die USB-C Schnittstelle ausgelesen und programmiert werden. Die benötigte Leistung des Bustasters liegt im Ruhezustand bei sparsamen 67.68mW. Zudem kann mithilfe der 'backup power supply'-Eigenschaft die MCU des Bustasters noch 0.59s weiter betrieben werden (Abb. 4), so dass wichtige Informationen noch ins Flash geschrieben werden können.



Diplomand
Röllli Mario

Dozent
Prof. Ch. Jost

Themengebiet
Embedded Systems, Hard-/Softwareentwicklung, Mikrocontroller

Projektpartner
awaptec GmbH



Dynamische Kontrolle des Düsendrucks in einem Druckkopf

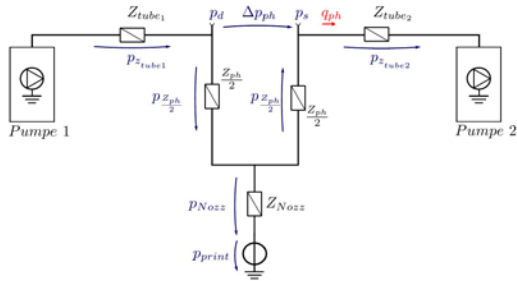


Abb. 1: Abbildung des Fluidkreislaufes mit elektrotechnischer Analogie

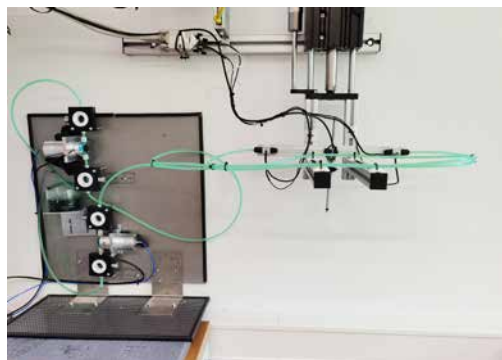


Abb. 2: Aufbau des hydraulischen Kreises

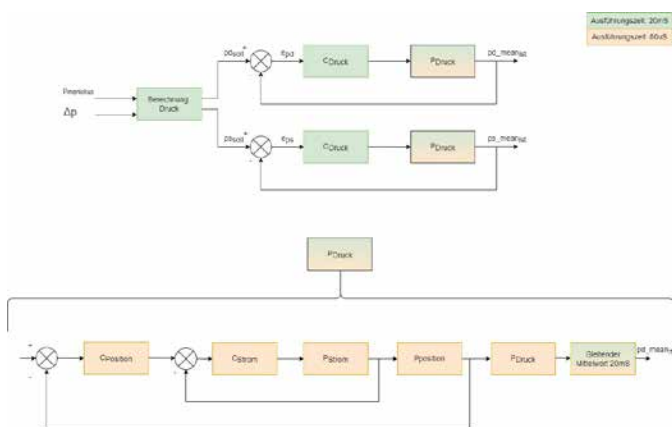


Abb. 3: Übersicht der Regelstrecken

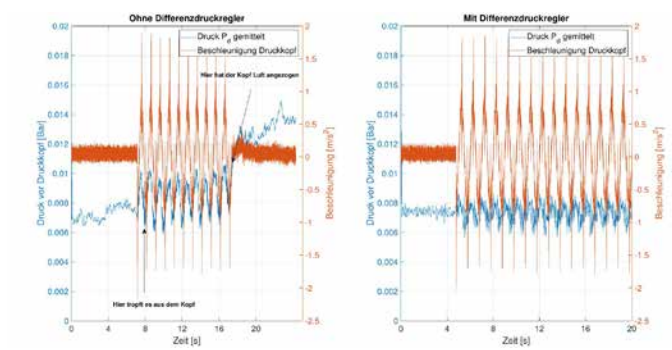


Abb. 4: Vergleich Einfluss der Beschleunigung mit und ohne Regler

Problemstellung

Die Membranpumpen der Firma KNF Flodos werden für die Tintenversorgungssysteme in der Industriedruckerbranche verwendet. Mithilfe eines neu entwickelten Antriebskonzept für KNF - Membranpumpenköpfe soll der Düsendruck eines Tintendruckkopfes geregelt werden. Es ist von Bedeutung, dass der Druck am und im Druckkopf konstant ist. Ist dies nicht der Fall, kann nicht korrekt gedruckt werden, denn es besteht die Gefahr, dass der Druckkopf tropft oder Luft ins Tintensystem gelangt. Das Verhalten des Druckes ist von besonderem Interesse, wenn der Druckkopf sich bewegt. In diesem Fall wird durch die Beschleunigung ein zusätzlicher Druck erzeugt, welcher sich negativ auf das Verhalten des Druckkopfes auswirken kann. Ziel dieser Arbeit ist der Düsendruck statisch, wie aber dynamisch mit bewegtem Druckkopf stabil zu halten.

Lösungskonzept

Um den Düsendruck stabil zu halten, wird ein hydraulischer Demonstrator mit zwei Pumpen und Linearantrieben aufgebaut. Eine Pumpe wird vor dem Druckkopf montiert, um den Druck vor dem Druckkopf zu regulieren. Die zweite Pumpe ist zuständig für die Regulierung des Drucks nach dem Druckkopf. Durch die Vorgabe dieser beiden Drücke kann der Düsendruck geregelt werden. Ein Rapid Prototyping System übernimmt die Kontrolle der programmierten Regelstrecken.

Realisierung

Zuerst wurden Positionsregler für die Linearantriebe entwickelt. Anschließend wurde das Fluidmodell mithilfe von elektrotechnischen Analogien zur Fluidynamik unter Verwendung von RLC-Komponenten beschrieben und validiert. Basierend auf diesem Modell wurden die erforderlichen Druckregler entworfen. Diese Druckregler wurden sowohl für den statischen als auch den dynamischen Fall überprüft. Für den dynamischen Fall wurde das Fluidsystem an einen Linearmotor angebracht, der als Störgröße die Bewegung entlang der Z-Achse in das System einbrachte und somit getestet werden konnte.

Ergebnisse

Der Düsendruck kann sowohl im statischen, als auch im dynamischen Betrieb bis zu einer maximalen Beschleunigung von 10 ms⁻² stabil geregelt werden. Die Modellierung des Fluidsystems erforderte iterative Schritte, die mehrmals durchgeführt wurden. Das abgeleitete Modell ist nur für bestimmte Arbeitspunkte gültig und muss für zukünftige Arbeiten noch weiterentwickelt werden.



Diplomand
Roos Manuel

Dozent
Prof. K. Schuster

Themengebiet
Nachrichtentechnik/Signal Processing,
Mechatronik/Automation

Projektpartner
KNF Flodos



Schotterheizung mit geschlitztem Mikrowellenleiter

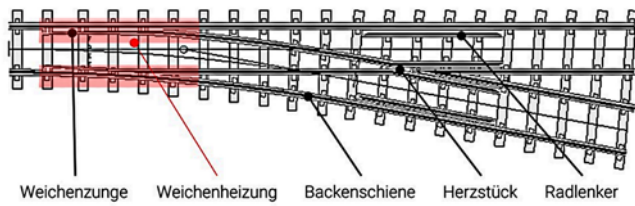


Abb. 1: Übersicht Bestandteile einer Weiche

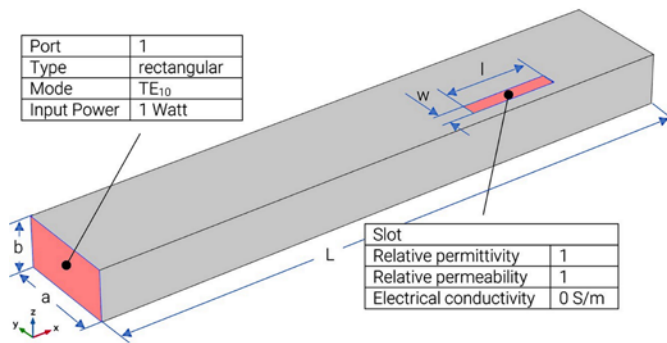


Abb. 2: Grundlegender Aufbau Simulation

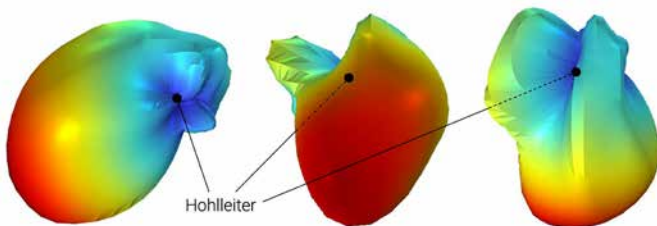


Abb. 3: Erreichte Richtwirkung

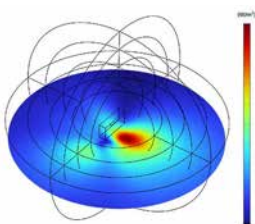


Abb. 4: Intensität Leistungsabgabe

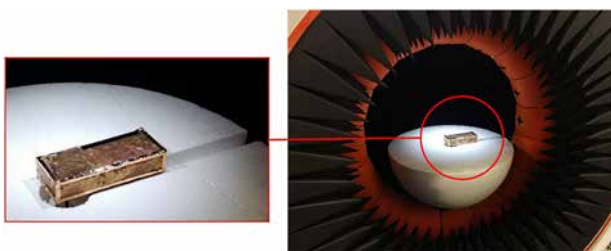


Abb. 5: Verifikation in Nahfeldmesskammer

Problemstellung

Die Zuverlässigkeit einer Weiche ist entscheidend für eine störungsfreie Bahninfrastruktur. Vor allem im Winter können Schneefall und Eisbildung diesen massiv behindern. Aktuell wird mit verschiedenen Systemen wie z.B. mit Heizstäben oder Gasbrennern das Funktionieren der Weiche in den Wintermonaten sichergestellt. Mit riesigen Energiemengen werden sie gängig und der Bereich zwischen den Schienen freigehalten, wobei auf den Schotterbereich kaum eine direkte Einstrahlung wirkt.

Lösungskonzept

Bereits vorgängige Studien innerhalb der Hochschule Luzern haben ergeben, dass sich durch den Einsatz von Mikrowellen gute Ergebnisse beim Schmelzen von Eis erzielen lassen. Dieser neue Ansatz der Wärmeeinwirkung soll weiterverfolgt werden. Das System einer handelsüblichen Mikrowelle, welche Medien in ihrem Inneren effizient erhitzt, soll dabei auf diese Anwendung adaptiert werden. Es entstand die Idee eines geschlitzten Mikrowellenhohlleiters, welcher seine Strahlungsenergie durch Schlitze auch an sein Umfeld abgeben kann. Mit einer ausgeklügelten Richtwirkung liess sich so Bereiche innerhalb der Weiche heizen, ohne dass gesetzliche Emissionswerte überschritten werden.

Realisierung

Nach einer umfangreichen Einarbeitung in die Theorie der Physik innerhalb von Hohlleitern, galt es verschiedene Konzepte von Geometrien und Schlitzanordnungen mit einer numerischen Simulationssoftware zu entwickeln. Das durch verschiedene Parameter-Sweeps entstandene Modell wurde anschliessend in mehreren Iterationen verbessert, um möglichst viel Leistung auf einen Punkt zu konzentrieren bei indes gesetzteskonformer Abstrahlungsintensität. Abschliessend konnten die vielversprechenden Resultate aus der Simulation mit selbst hergestellten Prototypen in der Nahfeldmesskammer verifiziert werden.

Ergebnisse

Die Simulationen der entwickelten Geometrien sowie deren Verifikation in der Nahfeldmesskammer zeigen, dass im sehr begrenzten zur Verfügung stehenden Bauraum zwischen Backenschiene und Weichenzunge ein Hohlleiter platziert werden kann, welcher ausreichend Schnee bewältigt und genügend Energie bereitstellt, um den Phasenwechsel von Eis zu Wasser zu vollziehen. Unter Einhaltung des gesetzlichen Rahmens konnte die abgestrahlte Leistung ausreichend konzentriert werden.



Diplomand
 Ruoff Lukas

Dozent
 Prof. Dr. T. Graf, Prof. M. Joss

Themengebiet
 Nachrichtentechnik, Signal Processing,
 Energie- und Antriebssysteme

Projektpartner
 SBB AG



Ethernet Schnittstelle für intelligenten Starkstromsensor

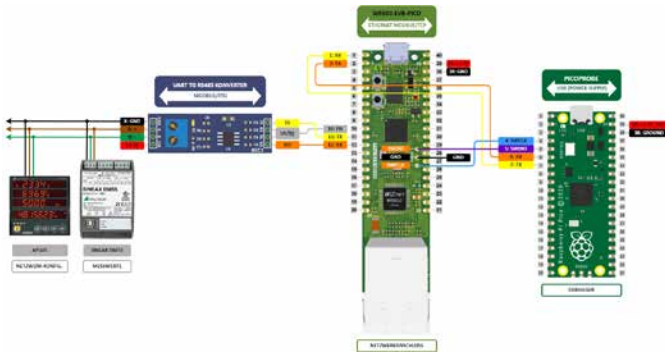


Abb. 1: Anschlusschema Funktionsmuster mit allen Komponenten

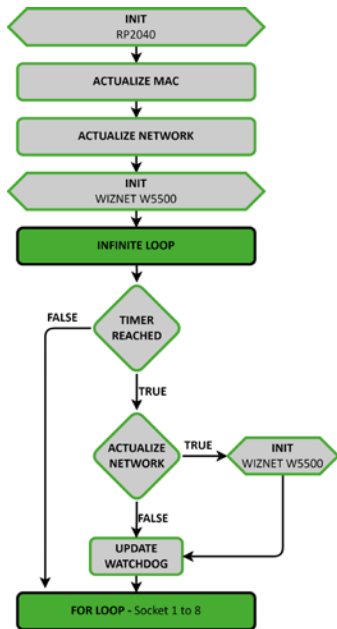


Abb. 2: Software Ablaufdiagramm Init, Inifnite- und FOR-Loop

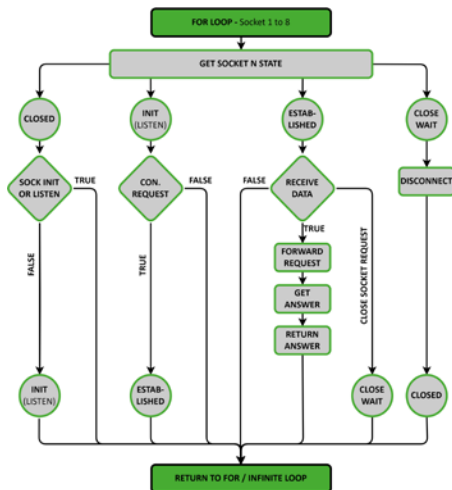


Abb. 3: Software Ablaufdiagramm FOR-Loop im Detail

Problemstellung

Die Firma Camille Bauer Metrawatt AG (CBM) entwickelt und produziert Messinstrumente rund um das Thema elektrische Messgrößen. Der intelligente Starkstromsensor SINEAX DM5 soll, aufgrund von diversen Kundenanfragen, um die Option einer auf Ethernet-basierenden Kommunikationsschnittstelle mit Modbus/TCP-Protokoll erweitert werden. Im Rahmen dieses Projekts soll ein Funktionsmuster als Gateway realisiert werden, welches mittels Konverter an die bestehende RS485-Schnittstelle mit Modbus/RTU-Protokoll angeschlossen werden kann.

Lösungskonzept

Nach einer Hardware Evaluation entschied sich die Firma CBM das Projekt mit dem Mikrocontroller RP2040 von Raspberry Pi in Kombination mit dem Ethernet-Controller W5500 von Wiznet umzusetzen. Für die Realisierung wurde das Entwicklungsboard W5500-EVB-Pico von Wiznet als Ethernet to UART-Gateway verwendet.

Realisierung

Für das Entwicklungsboard wurde eine Software geschrieben, welche die Kommunikation zwischen der Ethernet- sowie UART-Schnittstelle ermöglicht. Das Gateway empfängt die Modbus/TCP-Anfragen vom Modbus Master über Ethernet und leitet diese als Modbus/RTU-Anfrage an die UART-Schnittstelle weiter. Dieses Signal wird mit einem RS485-Konverter gewandelt und an den Modbus Slave (DM5) weitergeleitet. Dieser verarbeitet die Anfrage und gibt eine entsprechende Antwort zurück. Die Modbus/RTU-Antwort wird entgegengenommen und schlussendlich als Modbus/TCP-Antwort an den Modbus Master weitergeleitet. Die Software wurde so aufgebaut, dass alle acht zur Verfügung stehenden Sockets gleichzeitig benutzt werden können. Zudem wurden Funktionen zum Auslesen der MAC-Adresse und der Konfiguration der Ethernet-Schnittstelle (IP-Adresse, Gateway, Port) implementiert.

Ergebnisse

Die beiden Funktionstests mit 50.000 bis 75.000 Anfragen über 30 Minuten verliefen mit einer Fehlerquote von weniger als 0.02% vielversprechend. Dabei konnte auch der parallele Betrieb der 8 Sockets und dem Auslesen der Ethernet-Konfigurationen erfolgreich verifiziert werden.

Ausblick

Durch das realisierte Funktionsmuster wurde bewiesen, dass die Umsetzung der Ethernet-Schnittstelle auf diesem Weg möglich ist. Die Firma CBM kann somit mit der Implementierung der Ethernet-Schnittstelle mit Modbus/TCP beginnen.



Diplomand
 Sbragio Silvano

Dozent
 Prof. Ch. Jost

Themengebiet
 Technische Informatik (Embedded Systems)

Projektpartner
 Camille Bauer Metrawatt AG



Lautsprecher-Entwicklung für 3D gedruckte Geometrien

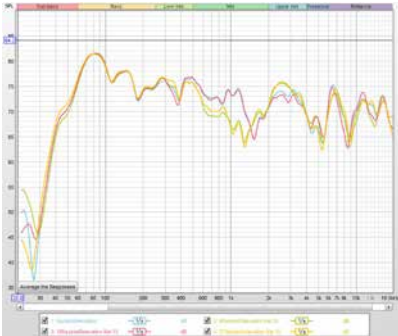


Abb. 1: Frequenzgang des entwickelten Lautsprechers. Er wurde in einem reflexionsarmen Raum aufgenommen und dient zur Anpassung des digitalen Signalprozessors.

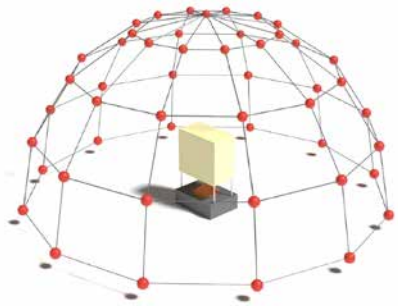


Abb. 2: Dreidimensionaler Aufbau der akustischen Messung. Diese Messung diente der Charakterisierung und Verbesserung des Raumfrequenzgangs.



Abb. 3: Fertige Lautsprecherelektronik mit dem Lautsprechertreiber.

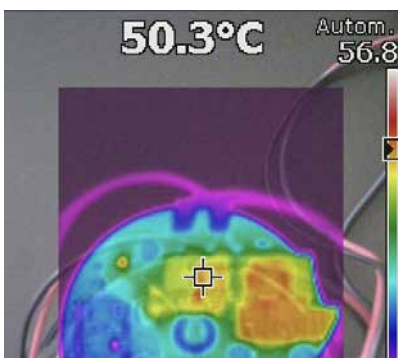


Abb. 4: Temperaturmessung der Lautsprecherelektronik bei der Wiedergabe von weissem Rauschen unter Vollast.

Problemstellung

Im Rahmen eines Innovationscheck-Vorprojekt wurde unter dem Einsatz des 3D-Drucks ein Lautsprecher entwickelt. Diese Bachelorarbeit befasste sich mit der Elektronik und der Bluetooth Übertragung.

Diese Elektronik musste zudem in ein bestehendes Lautsprechergehäuse eingebaut werden können, ohne dass das 3D-gedruckte Gehäuse zusätzlich modifiziert werden musste. Die Elektronik sollte so sparsam wie möglich in Bezug auf den Stromverbrauch sein und über einen Standby-Betrieb verfügen sowie per Bluetooth-Übertragung funktionieren.

Die bisher verwendete Elektronik wurde jeweils extern angeschlossen und basiert auf einem Evaluationsboard von Dayton Audio. Dieses Evaluationsboard wurde als Vorlage für eine eigens entwickelte individuelle Lösung genommen. Somit haben zwei parallele Ingenieurarbeiten stattgefunden: Auf der einen Seite die Weiterentwicklung des 3D-Designs und des Lautsprechers im Rahmen des Innovationschecks, und auf der anderen Seite die Elektronik-Entwicklung in dieser Bachelorarbeit.

Lösungskonzept

Die Lautsprecherelektronik verwendet als Bluetooth-Verbindung ein Qualcomm-Chip, mit dem aptX Adaptive Protokoll für kurze Latenzzeiten und einer guten Audioqualität. Das Signal des Bluetooth Moduls wurde mittels eines DSPs von Analog Devices prozessiert und sorgt für einen flachen Frequenzgang. Mittels eines Verstärker-ICs von Texas Instruments wurde das Signal anschliessend für den Zwei-Wege-Lautsprecher verstärkt. Eine eigens entwickelte Leiterplatte, die an die Geometrie des Lautsprechertreibers angepasst ist, vereinte diese Funktionen.

Realisierung

Mit dem DSP von Analog Devices konnten die notwendigen Zusatzfunktionen wie Standby programmiert und Schutzfunktionen gegen Übersteuerung implementiert werden. Der Frequenzgang des Lautsprechers wurde gemessen und optimiert. Ausserdem wurde der Stromverbrauch gemessen und der Standby-Verbrauch gesenkt. Durch die elektronische Messung konnten Verbesserungen für zukünftige Versionen dokumentiert werden.

Ergebnisse

Der Lautsprecher ist einsatzbereit und verfügt über die Grundfunktionen für einen einfachen Betrieb. Funktionen wie True Wireless Mirroring und Low Latency konnten nicht implementiert werden. Durch die Messung des Klirrfaktors konnte die Qualität des Lautsprechers nachgewiesen werden. Ein weiteres Merkmal des Lautsprechers ist sein niedriger Standby-Verbrauch.



Diplomand
Schedler Elias

Dozent
Prof. Dr. A. Taghipour

Themengebiet
Nachrichtentechnik/Signal Processing

Projektpartner
Verena Hutter

Design eines BLDC-Lüftercontrollers

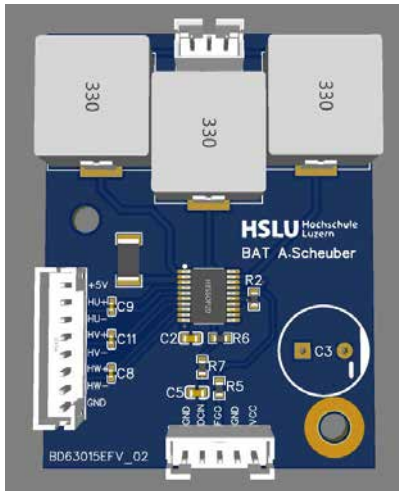


Abb. 1: PCB BD63015EFV_02



Abb. 2: BLDC-Lüftercontroller

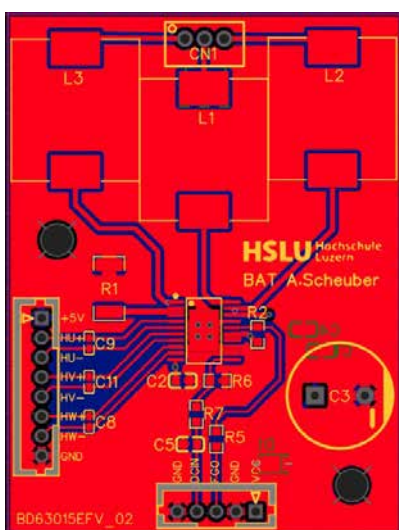


Abb. 3: Layout BD63015EFV_02

Problemstellung

Es soll ein BLDC-Controllerboard entworfen und realisiert werden, womit ein Lüfter bei Umgebungstemperaturen von bis zu 60°C mit einer Drehzahl von mindestens 35.000 U/min betrieben werden kann. Das neue Controllerboard soll mit dem bestehenden System kompatibel sein.

Der aktuell eingesetzte BLDC-Controller erreicht seine thermische Belastungsgrenze unter Volllast bereits nach 63 Sekunden bei Raumtemperatur.

Lösungskonzept

Es wird ein neuer Treiber eruiert, zwei unterschiedliche Schaltungen dazu entworfen und danach werden entsprechende PCBs designet. Die Anforderung der Kompatibilität setzt die Verwendung derselben Schnittstellen und mechanischen Abmessungen des aktuellen Boards voraus. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Kühlkonzept des Treibers.

Realisierung

Bei der Realisierung wurde ein Treiber eruiert, der aufgrund seiner technischen Daten als passend erschien. Da die ersten Versuche auf dem Steckbrett vielversprechend waren, wurden zwei unterschiedliche Schaltungen entworfen und die entsprechenden PCBs entworfen und produziert. Nach ersten Versuchen in der Klimakammer stellte sich heraus, dass die Boards mit einer zusätzlichen Kühlung ausgestattet werden müssen. Die kleine Kontaktfläche des Treibers wie auch der verfügbare Platz auf dem Board, bedingten eine aktive Kühlung bestehend aus Kühlkörper und Lüfter.

Ergebnisse

Das Testen der entworfenen Schaltungen in der Klimakammer hat ergeben, dass die Boards bei Umgebungstemperaturen von bis zu 50°C mit der maximalen Drehzahl betrieben werden können. Die geforderte Drehzahl von 35.000 U/min konnte jedoch nicht erreicht werden.



Diplomand
 Scheuber Armin

Dozent
 Dr. G. Wichmann

Themengebiet
 Energie- und Antriebssysteme, Mechatronik, Automation

Projektpartner
 Swisens



Regelung mit Reinforcement Learning

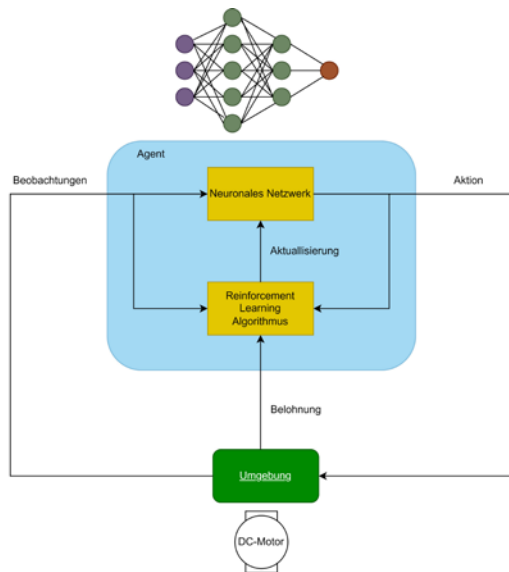


Abb. 1: Aufbau einer Regelung mit Reinforcement Learning

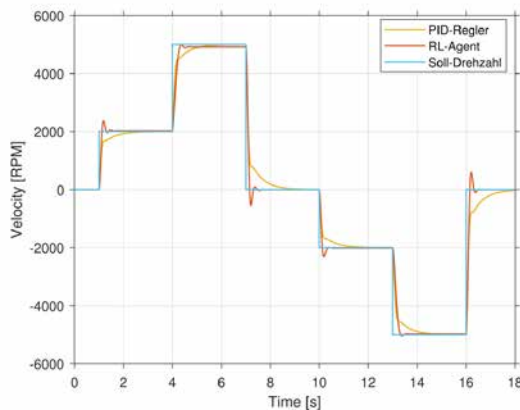


Abb. 2: Der Vergleich zwischen der Regelung mit RL und einem PID-Regler in der Simulation

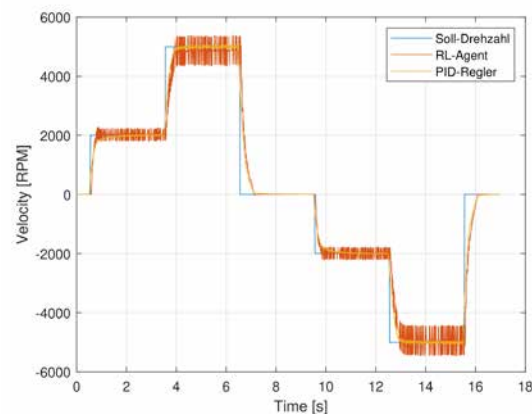


Abb. 3: Das trainierte neuronale Netzwerk am echten System im Vergleich zu einem PID-Regler

Problemstellung

Die im Labor für Regelungstechnik der Hochschule Luzern vorhandenen stabilen Prozesse wie Gleichstrommotor, Luftkanal oder Füllstand werden derzeit mit klassischen Reglern geregelt. Da bei der Modellierung nicht alle Effekte optimal abgebildet werden können, sind die modellbasierten Regler heikel in der Einstellung.

In dieser Arbeit sollte eine Regelungsstrategie mit Reinforcement Learning (RL), einer Methode, bei der ein selbstlernendes neuronales Netz zur Regelung trainiert wird, entwickelt werden. Dazu soll die von Matlab zur Verfügung gestellte Toolbox für diese Problemstellung verwendet werden. Ziel ist es, die Erfahrungen aus den stabilen Prozessen zu nutzen, um das instabile Furuta Pendel mittels Reinforcement Learning zu regeln. Die Simulationsergebnisse der trainierten neuronalen Netzwerke sollen am realen System getestet und ausgewertet werden.

Lösungskonzept

Nach einer gründlichen Einarbeitung in die Thematik kann mit Hilfe der mitgelieferten Beispiele aus der Dokumentation der Matlab Toolbox eine Regelungsstrategie mit RL für den Gleichstrommotor sowie ein Vorschlag für das Furuta Pendel gezeigt werden.

Realisierung

Die Regelungsstrategie wird in der Matlab Umgebung trainiert und anhand der Trainingsergebnisse kontinuierlich verbessert. Mit den Verbesserungen konnten in der Simulation brauchbare neuronale Netzwerke trainiert werden. Das Ausführungsmodul der Firma Beckhoff für trainierte neuronale Netzwerke ermöglicht den Test am realen System.

Ergebnisse

Für einen Gleichstrommotor konnte eine Regelung basierend auf Reinforcement Learning entwickelt werden. Die trainierten neuronalen Netzwerke zeigten in der Simulation gute Ergebnisse, konnten diese aber am realen Aufbau nicht bestätigen. Aufgrund der Inkompatibilität der vorhandenen SPS mit dem genannten Ausführungsmodul wurde für die Tests am realen System eine alternative Lösung entwickelt, die über ein Ethernet Kabel direkt auf die Klemmen des Aufbaus zugreift. Die Regelung mit Reinforcement Learning erwies sich als eine sehr zeitintensive Lösung, die am realen System des Gleichstrommotors keine Verbesserung gegenüber einem klassischen PID-Regler ausgelegt nach Kuhn brachte. Die Regelung des instabilen Furuta Pendels konnte nicht realisiert werden, jedoch konnte ein Ansatz für weiterführende Arbeiten vorbereitet und dokumentiert werden.



Diplomand
Schnyder Franz

Dozent
Prof. Dr. Ch. Eck

Themengebiet
Mechatronik, Automation, Robotik,
Künstliche Intelligenz

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
IET

PCB Rennstrecke

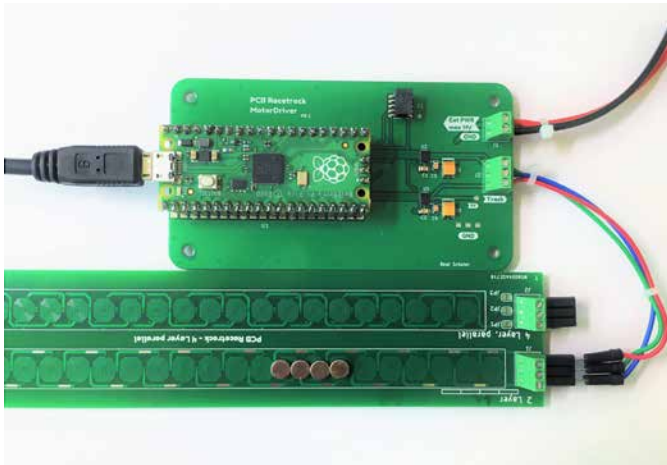


Abb. 1: Motortreiber mit PCB-Testbahn



Abb. 2: Erueierung Nutzlast mit Gewichten



Abb. 3: Leiterbahn-Spulen auf Testbahn

Problemstellung

Mit Leiterbahnen können in Leiterplatten (PCB) Spulen erstellt werden. Daraus können PCB-Linearmotoren erstellt werden, welche kleine Fahrzeuge mit Magneten bewegen können. Ziel der vorliegenden Arbeit war, ein Fahrzeug möglichst schnell und zuverlässig auf der Rennstrecke bewegen zu können. Dazu konnte auf ein HSLU-internes Vorprojekt aufgebaut werden. Zudem sollte das Erstellen der Rennstrecke mit Hilfe von Skripten automatisiert werden.

Lösungskonzept

Mit Recherchen über bestehende PCB-Rennstrecken wurden Vor- und Nachteile von verschiedenen Konzepten evaluiert. Ausserdem konnten Erkenntnisse vom internen Vorprojekt gesammelt und PCB-Teststreifen ausgemessen werden. Um die Performanz von Teststreifen vergleichen zu können wurde eine Messmethode entwickelt. Dabei wird das Fahrzeug mit Gewichten belastet.

Für das automatisierte Erstellen der Rennstrecke wurden verschiedene Softwarelösungen analysiert und evaluiert.

Realisierung

Für den Betrieb der Rennbahn wurde ein Motortreiber entwickelt und hergestellt. Basierend auf Erkenntnissen der analysierten PCB-Teststreifen wurden neuartige Teststreifen erstellt. Für das automatisierte Erstellen einer Rennbahn wurde die Scripting-Funktion von KiCAD ausgewählt.

Ergebnisse

Die neuen Teststreifen können die doppelte Nutzlast bewegen, wie der Referenzstreifen. Die Teststreifen sind als Geraden ausgelegt. Mit einem KiCAD-Script konnte eine einfache Spulenbahn erstellt werden.

Ausblick

In weiteren Schritten kann das KiCAD-Script so erweitert werden, dass eine komplette Rennbahn automatisch erzeugt werden kann. Damit kann eine Rennbahn mit Kurven erstellt werden. Mit dieser können die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge gemessen werden.



Diplomand
Schuler Beat

Dozent
Prof. E. Styger

Themengebiet
Energie- und Antriebssysteme
Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
Hochschule Luzern, Technik & Architektur,
IET

Sicherheitsschalter

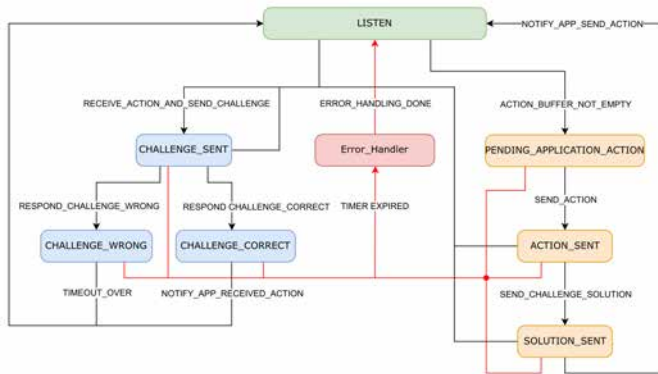


Abb. 1: Zustandsmaschine Kommunikation

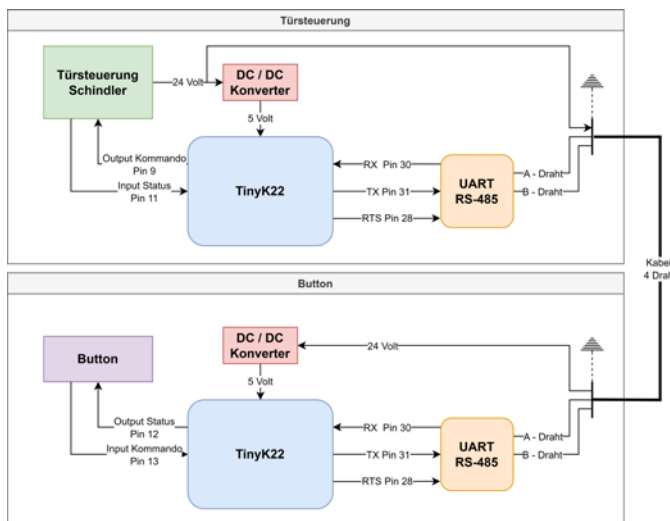


Abb. 2: Systemübersicht

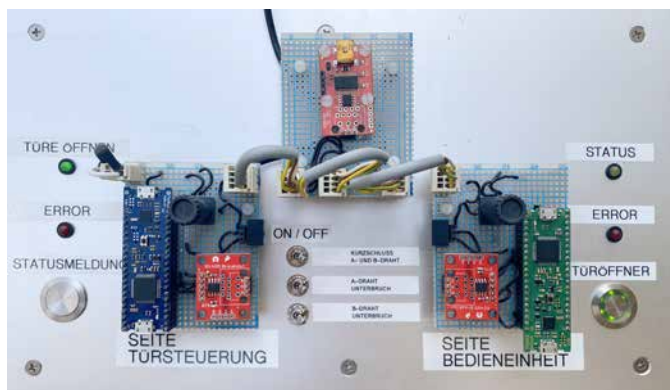


Abb. 3: Funktionsmuster

Problemstellung

Die Firma Schindler Aufzüge AG in Ebikon hat ein neuartiges Türsystem entwickelt. Das Türsystem ist bereits als High End Produkt fertig entwickelt. Der Benutzer kann über ein Touchdisplay mit der Türe interagieren. Nun soll eine preiswertere Alternative zu der bereits bestehenden Türe entwickelt werden. Diese wird einen reduzierten Funktionsumfang aufweisen. Das Touchdisplay wird durch einen einfachen Button mit einer Rückmeldung über LEDs ersetzt. Eine Lösung zur sicheren Kommandoübertragung zwischen der Türsteuerung und dem Button ist zu erarbeiten. Die Übertragung der Kommandos und Öffner Befehle ist vor manipulativen Eingriffen zu schützen. Die Kommunikation soll gegenüber Störeinflüssen robust sein.

Lösungskonzept


Die Datenübertragung basiert auf dem RS-485 Protokoll. Damit die Leitung vor Manipulationen geschützt ist, wird mithilfe der Challenge-Response-Authentifizierung die Identität der Gegenseite überprüft. Die Detektion und Behandlung von Fehlern durch das System erhöhen die Zuverlässigkeit und Robustheit der Übertragung.

Realisierung

Bei der Türsteuerung sowie beim Button wird ein Mikrocontroller eingesetzt, welcher über die UART mit dem RS-485 Transceiver verbunden ist. Ein Kabel mit 4 Adern verbindet die beiden Transceiver miteinander und versorgt den Button mit 24 Volt Spannung. Für die Sicherheitsüberprüfung stellt der Mikrocontroller der Türsteuerung dem Mikrocontroller des Buttons eine Challenge. Die Lösung sendet der Button zurück. Ist die Lösung korrekt, wird der Türsteuerung mitgeteilt die Türe zu öffnen. Dieser Ablauf wird in der Zustandsmaschine gesteuert.

Ergebnisse

Die Übertragung der Befehle funktioniert zuverlässig. Manipulationen und Störungen auf der Kommunikationsleitung werden erkannt und entsprechend behandelt. Im Fehlerfall sorgen die implementierten Timer dafür, dass bei einer Störung die Übertragung abgebrochen wird und eine Fehlerbehandlung durchgeführt wird. Danach ist es wieder möglich Kommandos zu übertragen. Die Zeitdauer zwischen der Betätigung des Sicherheitsschalters und dem anliegenden Öffner Kommando an der Türsteuerung ist kleiner als 3 Millisekunden. In dieser Zeit wird auch die Sicherheitsauthentifizierung durchgeführt. Die Anforderungen sind erfüllt und die Datenübertragung ist robust, sicher und zuverlässig.




Diplomand
Sieber Timon

Dozent
Prof. K. Schuster

Themengebiet
Signal Processing/Technische Informatik

Projektpartner
Schindler Aufzüge AG



Firmware für E-Bike Controller

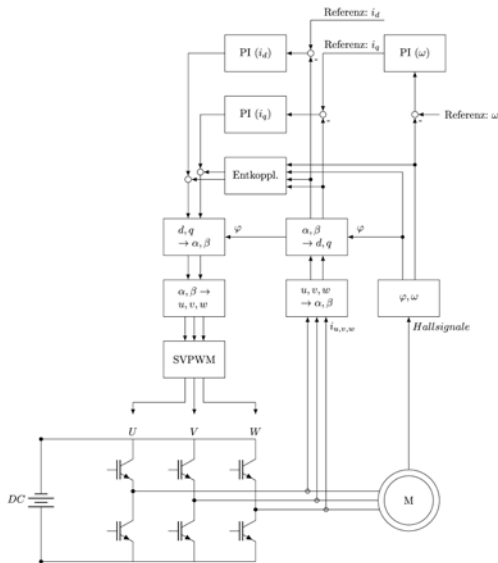


Abb. 1: Stellt den Umrichter, den Motor, das Feedback über die Strommessung und die Hallensoren sowie die feldorientierte Regelung in Kombination mit der Raumzeigermodulation zusammen in einer Grafik dar. (Omlin, 2022)

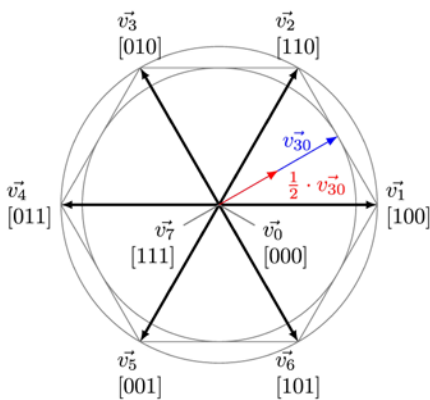


Abb. 2: Zeigt die Raumzeigermodulation (SVPWM) (Wikipedia, 2018)



Abb. 3: Zeigt den TSDZ10 500W E-Bike Mittelmotor

Problemstellung

AureusDrive kauft für die Classic und Comfort E-Bike Modellreihen Motoren vom chinesischen Unternehmen Tong Sheng ein und verbaut diese an den Fahrrädern. Es handelt sich dabei um das 500W Mittelmotor Model TSDZ10 mit zugehörigem Controller, welcher standardmässig mit einer funktionsfähigen Firmware ausgeliefert wird. Diese Firmware bringt aber gewisse Einschränkungen mit sich und lässt, so wie sie ist, keine Modifikationen zu. Als Auftragsgeber und Industriepartner hat AureusDrive somit Interesse daran, für die Classic und Comfort E-Bike Modellreihen eine eigens entwickelte Firmware anzubieten, mit welcher Anpassungen und Verbesserungen umgesetzt werden können.

Lösungskonzept

Bei der Realisierung sollte der Motor mittels Field Oriented Control (FOC) geregelt und mit Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM) angesteuert werden. Die Implementierung erfolgte auf einem Infineon XMC1302 Mikrocontroller. Sämtliche Hardware, wie das Fahrrad selbst, der Akku, der Motor mit Getriebe und der zugehörige Controller mit integrierter Leistungselektronik war vorhanden und die Aufgabe beschränkte sich auf die Programmierarbeit.

Realisierung

Anfangs wurde davon ausgegangen, dass auf einem bereits bestehenden Open Source Projekt aufgebaut werden kann. Wie sich aber herausstellte, war der Stand dieses Projektes nicht so weit fortgeschritten, wie zu Beginn eingeschätzt. Stattdessen wurde ein alternativer Lösungsansatz in Form eines Beispielprojektes vom Mikrocontroller Hersteller Infineon gefunden und weiterverfolgt.

Die gewählte Alternative ist strukturiert aufgebaut und verfügt über eine zugehörige Dokumentation, was eine bessere Ausgangslage bietet. Da die Implementation aber auf den TSDZ10 portiert werden musste und zusätzliche Anpassungen notwendig waren, stieg somit auch der Arbeitsaufwand und die Zielsetzung musste für den gegebenen Zeitrahmen reduziert werden.

Ergebnisse

Als Ergebnis resultiert aufgrund des Mehraufwands anstelle eines fertigen Produktes nun eine solide Basis für die Weiterführung der bisher geleisteten Arbeit. Gemäss dem aktuellen Stand ist es möglich, den TSDZ10 Motor mit SVPWM anzusteuern, wobei er im FOC Closed Loop betrieben wird.

Ausblick

Für ein finales Produkt in Form eines funktionstüchtigen E-Bikes sind unter anderem noch die Phasenstrommessung, die UART Kommunikation und das Hallensensor Feedback fertigzustellen.



Diplomand

Sonderegger Yanic

Dozent

Prof. Dr. M. Thalmann

Themengebiet

Embedded Systems, Technische Informatik, Energiesysteme & Antriebstechnik

Projektpartner

AureusDrive AG

AUREUS Drive

E-Bike Digitalisierungskonzept

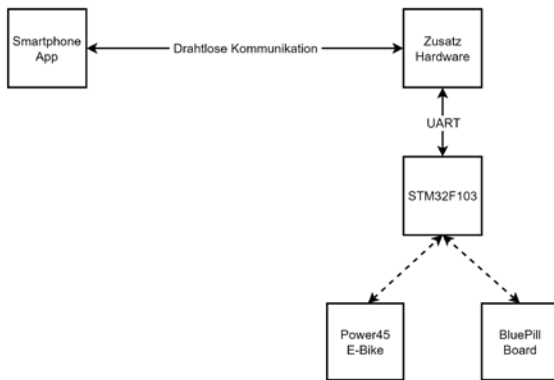


Abb. 1: Konzeptübersicht Digitalisierungsprojekt

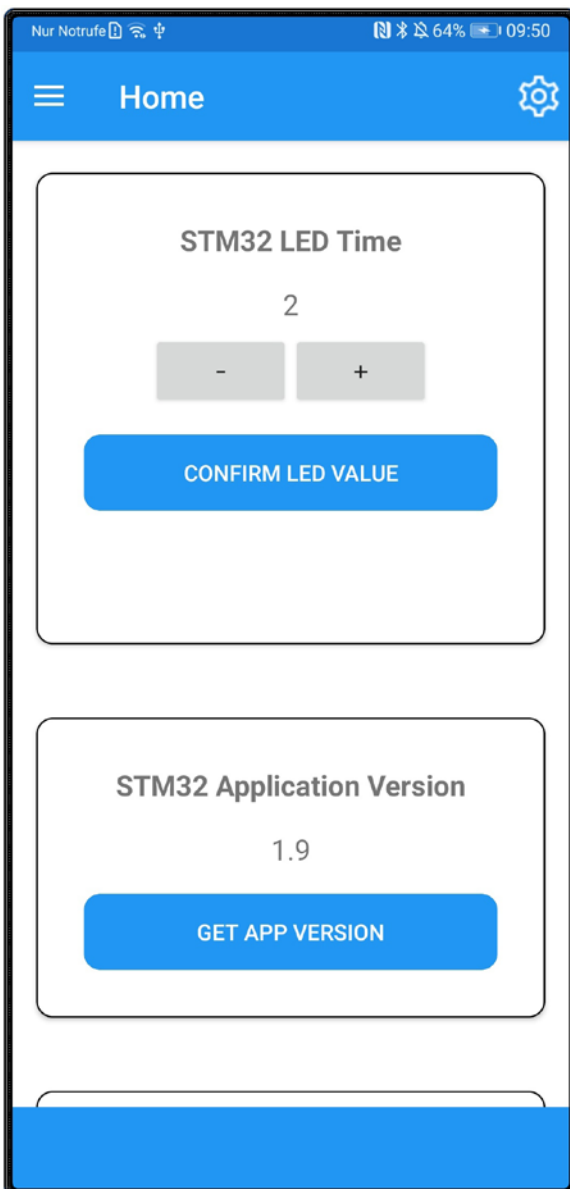


Abb. 2: Smartphone App Ansicht

Problemstellung

Für die Firma AureusDrive soll ein Konzept zur Digitalisierung ihres Power45 E-Bikes erstellt werden. Dabei sollen via Smartphone diverse Parameter des E-Bikes sowie eine Softwareaktualisierung ermöglicht werden. Da das E-Bike aktuell über einen Mikrocontroller verfügt, welcher nicht mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle ausgestattet ist, muss diese in einem ersten Schritt evaluiert und getestet werden. Zusätzlich soll diverse Sicherheitsaspekte wie eine Kryptografische Verschlüsselung der Softwaredateien ins Projekt miteinbezogen werden.

Lösungskonzept

Um die Kommunikation mit dem E-Bike zu gewährleisten, wird aufgrund der Sicherheitseinrichtungen und der geringen Energiemenge Bluetooth Low Energy benutzt. Da das E-Bike keine drahtlose Kommunikationstechnologie verwendet, wird als BLE-Schnittstelle ein Arduino Nano 33 IoT verwendet, welches via UART mit dem E-Bike kommuniziert. Um die Softwareaktualisierung über das Smartphone zu realisieren, wird ein eigener Bootloader entwickelt. Das ein Update oft kritisch ist, wird der Flash-Speicher aufgeteilt und es werden drei Softwarepartitionen auf dem Mikrocontroller zur Verfügung stehen. Der Bootloader kann die jeweilige Partition auswählen und aufstarten. Auf dem Smartphone wird zusätzlich eine eigene App entwickelt, um die gesamten Vorgänge zu steuern.

Realisierung

Für die App wird eine Cross-Plattform Umgebung von Xamarin verwendet, welche eine Entwicklung von iOS und Android Apps ermöglicht. Die BLE-Implementierung erfolgt einerseits auf dem App sowie auf dem Arduino. Das Arduino dient lediglich als Datenkommunikationsschnittstelle des E-Bikes. Um die Datenkommunikation via BLE zu ermöglichen, werden eigene Datenpakete entwickelt, welche den Ablauf koordinieren. Um beim Softwareupdate eine Sicherheit zu gewährleisten, wird die Software vorgängig verschlüsselt und nach der erfolgreichen Datenübertragung auf dem E-Bike entschlüsselt.

Ergebnisse

Die Kommunikation der BLE-Verbindung sowie die Einbindung mit dem originalen Mikrocontroller des E-Bikes funktioniert sehr gut. Durch die eigene Entwicklung des Bootloaders ist es zudem möglich, die unterschiedlichen Softwarepartitionen auszuwählen und eine zusätzliche Entschlüsselung der Softwaredatei zu gewährleisten. Die App konnte dank der Entwicklung auf einer Cross-Plattform Umgebung für Android und iOS-Geräte erstellt werden.



Diplomand
 Steiner Manuel

Dozent
 Prof. Dr. M. Thalmann

Themengebiet
 Nachrichtentechnik/Signal Processing,
 Technische Informatik (Embedded
 Systems)

Projektpartner
 AureusDrive AG



Disaggregation & Prognose von EV-Ladestationen-Lastkurven

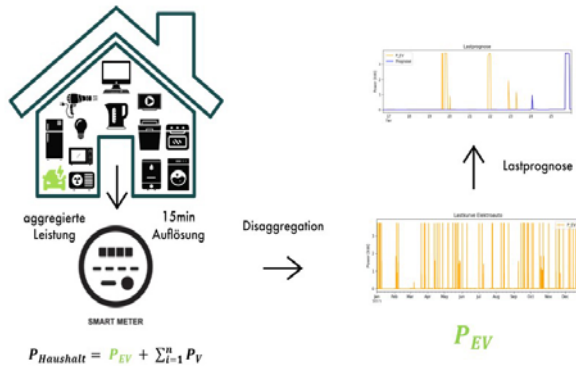


Abb. 1: Problemstellung der Bachelor-Thesis

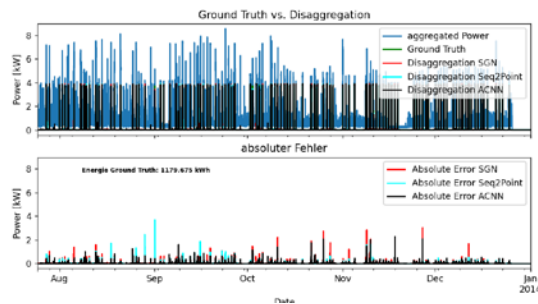


Abb. 2: Disaggregation 3.7kW Ladestation makro

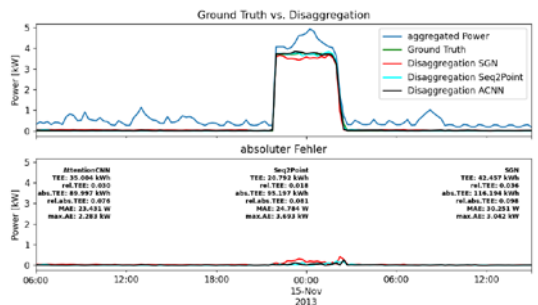


Abb. 3: Disaggregation 3.7kW Ladestation mikro

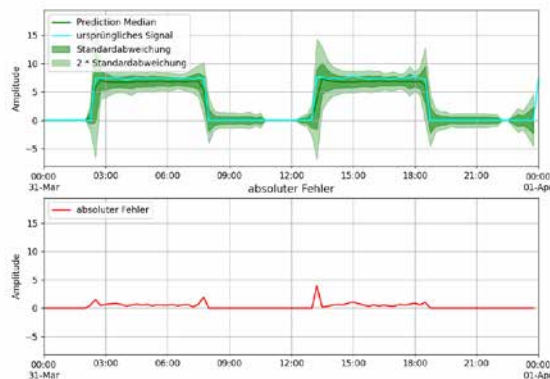


Abb. 4: Lastprognose synthetisches Rechtecksignal

Problemstellung

Die Aufgabe dieser Bachelor-Thesis bestand darin für die beiden Teilaufgaben Disaggregation und Load Forecasting, unter Verwendung von frei verfügbaren Daten, jeweils drei verschiedene Deep Learning Algorithmen zu testen und anschliessend zu vergleichen.

Lösungskonzept

Der Start des Projektes war die State-of-the-Art Recherche, mit welcher verschiedene freiverfügbare Datensätze, Deep Learning Algorithmen für die Disaggregation und das Load Forecasting recherchiert wurde. Anschliessend wurde mittels Nutzwertanalyse die bestmögliche Lösung evaluiert. Für die freiverfügbaren Daten sollte ein Datensatz generiert werden, während für die Disaggregation die auf dem NILM Toolkit basierende Bibliothek «NerualNilm Pytorch» verwendet werden sollte. Die Umsetzung der Lastprognose, sollte mit der Bibliothek «GluonTs» umgesetzt werden.

Realisierung

Die Realisierung erfolgte wiederum in drei Arbeitsschritten. Als erstes wurde der benötigte Datensatz erstellt. Anschliessend folgte die Umsetzung der Disaggregation und zum Schluss wurde das Load Forecasting in Angriff genommen. Für die Umsetzung der beiden Teilaufgaben wurden Softwareteile neu entwickelt, wie auch bestehende Software aus den Bibliotheken angepasst.

Ergebnisse

Es konnte ein freiverfügbarer Datensatz generiert werden, welcher es ermöglichte, die Deep Learning Modelle zu trainieren und zu testen. Bei der Teilaufgabe Disaggregation konnte erfolgreich die Elektroautolastkurve disaggregiert werden, unter Berücksichtigung des zu grossen Fehlers für die 2.3kW Lastkurve. Das Load Forecasting für Elektroautolastdaten hat mit den verwendeten Modellen nicht funktioniert. Es konnte lediglich eine Prognose für synthetisch generierte Signale gemacht werden.



Diplomand
von Moos Joel

Dozent
Prof. Dr. A. Paice

Themengebiet
Energieversorgung und Antriebstechnik

Projektpartner
iHomeLab

Virtual Assistant for Endoscopic Surgery in Simulation Environment

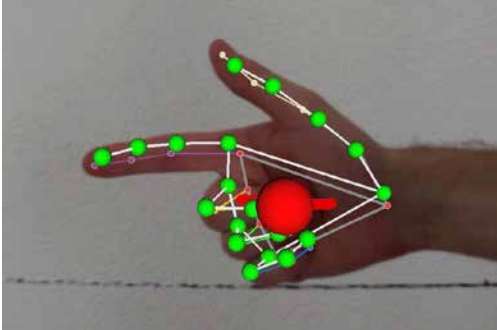


Abb. 1: 3D-Handpose mit virtuellem Ball

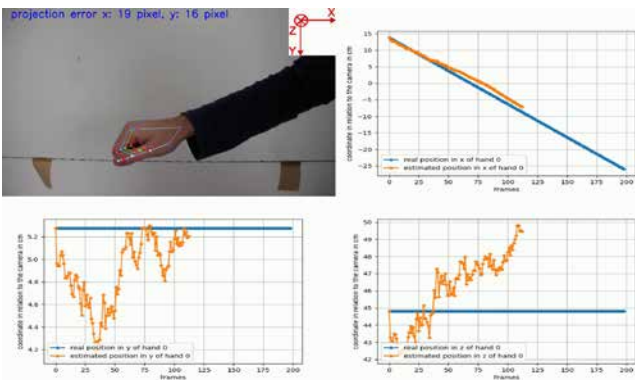


Abb. 2: Bewegungsbestimmung der Hand im dreidimensionalen Raum

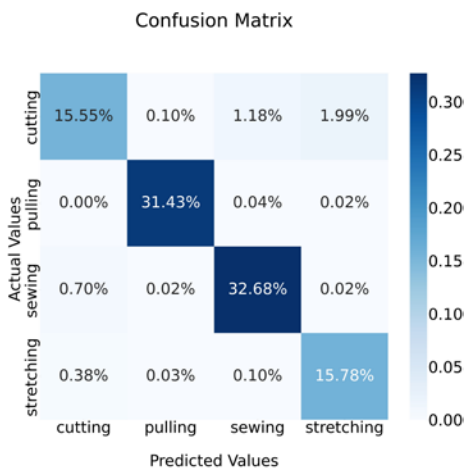


Abb. 3: Testergebnisse des Deep-Learning-Netzwerks

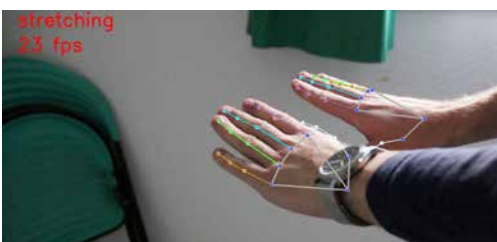


Abb. 4: Gestenklassifikation in einem Video

Problemstellung

Die Firma VirtaMed AG produziert Simulatoren für die chirurgische Ausbildung. Mittels virtueller Realität wird eine hochrealistische Simulation ermöglicht. Bei manchen operativen Eingriffen wird ein Endoskop mit integrierter Kamera für die Sicht auf die Operationsstelle im Körper benötigt. Das Endoskop wird in der Realität wie auch momentan beim Simulator von einer Assistenzperson gesteuert. Damit für eine Trainingseinheit am Simulator der Chirurg auch ohne Assistenz trainieren kann, soll die Kameraführung mithilfe der Handbewegungen automatisiert werden. Da es sich um eine virtuelle Kamera in der Simulationsumgebung handelt, werden keine mechanischen Komponenten benötigt. In dieser Arbeit wird untersucht, wie mit Machine Learning die ausgeführten Gesten und die Bewegungsrichtung der Hände im dreidimensionalen Raum ermittelt werden können.

Lösungskonzept

Mit dem Machine-Learning-Algorithmus MediaPipe wird die dreidimensionale Handpose in einem Video detektiert. Ein trainiertes Deep-Learning-Netzwerk verwendet die Informationen von MediaPipe, um die ausgeführte Geste zu bestimmen. Dabei kommt Zeitreihenklassifikation zum Einsatz.

Realisierung

Mehrere Python-Skripts ermöglichen ein effizientes Erstellen von Trainingsdaten und neuronalen Netzwerken für neue Handgesten. In einem zweiten Schritt wird MediaPipe eingesetzt, um mithilfe von Computer Vision die Bewegungsrichtung und zurückgelegte Strecke der Hand im Raum abzuschätzen. Verschiedene Verfahren werden angewandt, um die Genauigkeit der Schätzung zu erhöhen.

Ergebnisse

Beim Messen der im Raum zurückgelegten Distanz werden auf Bildebene Toleranzen von 13% erreicht. Die Bildtiefe ist wenig konstant und stark von der geschätzten Handpose durch MediaPipe abhängig. Dabei entstehen Abweichungen von 10 cm und teilweise mehr. Die Gestenklassifikation mit Deep Learning kombiniert mit MediaPipe erzielt gute Resultate. Handgesten können in einem Video mit einer hohen Genauigkeit erkannt werden. Ein erstelltes neuronales Netzwerk mit 25'000 Parametern besitzt dabei eine Testgenauigkeit von 95%. In wenigen Stunden kann mit den geschriebenen Skripts ein Netzwerk mit ähnlicher Zuverlässigkeit auf neue Gesten trainiert werden. Der limitierende Faktor der Ausführungszeit ist dabei MediaPipe, welcher ohne Grafikkarte die Verarbeitung von 20 Bildern pro Sekunde erlaubt.



Diplomand
Waber Ismael

Dozent
Prof. A. Rumsch

Themengebiet
Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
VirtaMed AG



Wirbelstromprüfung beim Metallrecycling

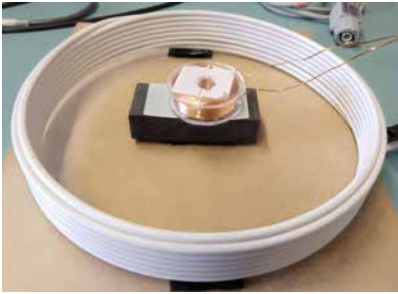


Abb. 1: Verwendetes Messsystem



Abb. 2: Erstelltes PCB zur Ansteuerung der Sendespule

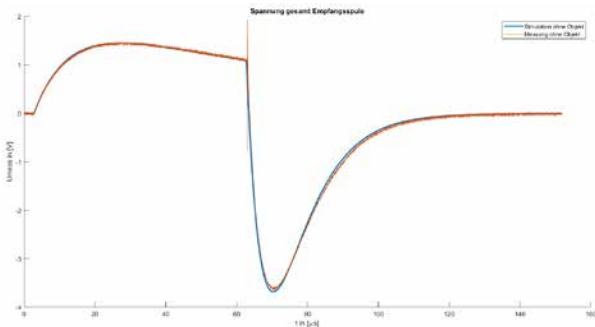


Abb. 3: Messkurve an der Messspule, rot gemessene Kurve, blau mit Modell berechnete Kurve

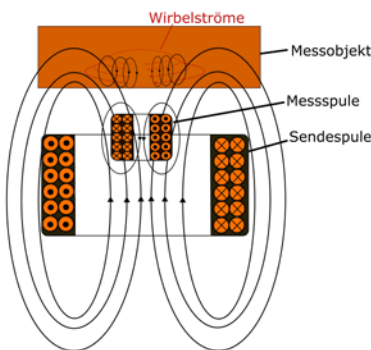


Abb. 4: Systemskizze des Pulsinduktionssensors mit Messobjekt

Problemstellung

Die Firma Sorec AG ist eine Recyclingfirma spezialisiert auf Elektroschrott und Almetalle. Um Metalle korrekt zu sortieren, wird unter anderem ein Induktionssensor benötigt. Ein induktiver Sensor, der in dieser Arbeit untersucht wird und für den im Rahmen dieser Bachelorarbeit eine Schaltung zur Ansteuerung entwickelt wurde, ist der Pulsinduktionssensor. Pulsinduktionssensoren haben im Vergleich zu anderen Induktionssensoren einen grossen Messbereich von mehreren Dutzend Zentimetern und sind aus diesem Grund auch in der Lage durch ein Förderband hindurch Metallobjekte zu klassifizieren.

Lösungskonzept

Anhand einer Schaltung mit mehreren Konfigurationsmöglichkeiten wurde ein zweiteiliger Pulsinduktionssensor bestehend aus Messspule und Sendespule, wie in Abbildung 1 und 4 dargestellt, mit unterschiedlichen Metallobjekten getestet. Anhand der Messungen wurde ein physikalisches Modell des Sensorsystems erarbeitet siehe Abbildung 3. Mithilfe der Messungen und dem erarbeiteten Modell wurde die Schaltung für den Induktionssensor optimiert.

Realisierung

Die entwickelte Schaltung in Abbildung 2 generiert mit einstellbarer Frequenz Strompulse in der Sendespule. Die Amplitude der Strompulse wie auch die Höhe der Selbstinduktionsspannung der Sendespule kann auf dem PCB eingestellt werden. Dadurch kann das Messsystem mit unterschiedlichen Einstellungen getestet werden und so optimiert werden.

Ergebnisse

Die Messungen zeigen, dass die Metalle anhand tiefer Frequenzen im kHz Bereich besser unterschieden werden können. Weiter haben Messungen von dünnbeschichteten Kupferobjekten gezeigt, dass diese ähnliche Messkurven an der Messspule generieren wie ferromagnetische Materialien. Mit dem vorhandenen Messaufbau können ferromagnetische Metalle von nicht ferromagnetischen Metallen mit bis zu 12mm Abstand unterschieden werden.

Ausblick

Um die Reichweite des Messsystems zu erhöhen, muss als nächster Schritt der Messaufbau optimiert werden. Die Arbeit zeigt, dass die Erhöhung der Induktivität der Messspule und der Sendespule das Messsystem weiter verbessern wird.



Diplomand
 Waber Jeremiah

Dozent
 Prof. Dr. K. Zahn

Themengebiet
 Nachrichtentechnik & Signal Processing &
 Mechatronik & Automation & Robotik

Projektpartner
 Sorec AG



LoRaWAN Regatta Datenlogger

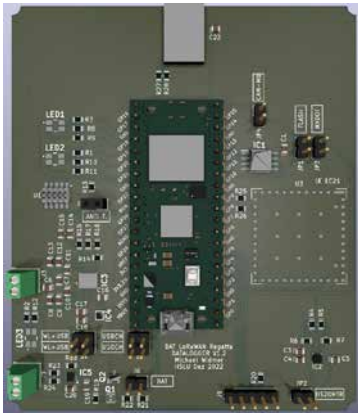


Abb. 1: 3D-Darstellung der entwickelten Hardware

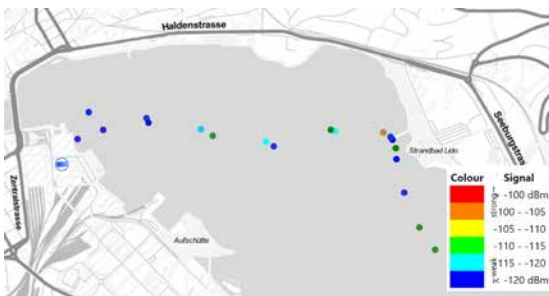


Abb. 2: Live-Positionen eines Kursschiffes im Seebecken Luzern



Abb. 3: Fein aufgelöste Logdaten bei der Anlegestelle in Vitznau

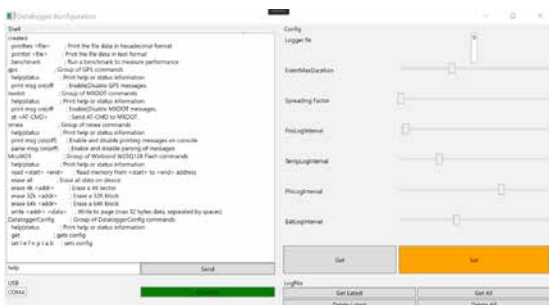


Abb. 4: Benutzeroberfläche der Konfigurationssoftware

Problemstellung

Bei Segelregatten auf dem Vierwaldstättersee möchte man die Positionen der Segelboote auf einer Website live mitverfolgen können. Es soll ein Datenlogger entwickelt werden, welcher mit Hilfe eines GPS-Moduls seine Position ermitteln kann und drahtlos ins Internet überträgt. Die drahtlose Übertragung soll auf einem lizenzfreien Band realisiert werden.

Lösungskonzept

Es werden mehrere Funktionsmuster entwickelt und hergestellt. Die Funktionsmuster werden mit einem GPS-Modul und einem LoRaWAN Modul ausgestattet. Segelregatten können über 12 Stunden andauern. Die dadurch entstehende Datenmenge ist für einen Microcontroller zu gross. Um die Informationen der Segelboote über diesen Zeitraum speichern zu können, wird der Speicher mit einem externen 16 Megabyte SPI-Flash erweitert. Der externe Speicher wird mit einem ausfallsicheren Dateisystem betrieben. Mit dem Dateisystem können einzelne Logdateien verwaltet werden. Die Logdateien werden für die spätere Weiterverarbeitung in eine CSV-Datei (Comma-Separated Values) gespeichert. Der Datenlogger muss autonom arbeiten können. Die Hardware benötigt somit eine Laderegler Schaltung für einen LiPo-Akkumulator.

Realisierung


Es wurden zwei Funktionsmuster hergestellt und getestet. Vor einer Nutzung kann der Datenlogger über eine Software konfiguriert werden. Der Datenlogger berechnet dann nach dem Start die Intervallzeiten für das Logging sowie das Senden. Alle Logeinträge werden mit Datum und Uhrzeit gekennzeichnet. Die Datum- und Uhrzeit-Informationen werden über das GPS-Modul bezogen.

Ergebnisse

Die Funktionalität des Datenloggers wurde mit Feldtests geprüft. Der Datenlogger startet das Sammeln und Übermitteln von Daten selbstständig, sobald gültige Positionsdaten eingelesen werden können. Die gesendeten Daten werden an einen Netzwerkservers weitergeleitet. Dieser Server formatiert die Daten und erstellt Anfragen an eine Website, welche die Positionen als Punkte auf einer Karte darstellt.

Ausblick

Die Integration der Website wird noch angepasst, sodass die einzelnen Punkte als Fahrweg interpretiert werden können.



Diplomand
 Widmer Michael

Dozent
 Prof. E. Styger

Themengebiet
 Nachrichtentechnik/Signal Processing, Technische Informatik (Embedded Systems), Energie- und Antriebssysteme, Mechatronik/Automation/Robotik

Projektpartner
 Hochschule Luzern, Technik & Architektur, IET, Christoph Zumbühl

Fehlersimulationen an einem motorbetriebenen System

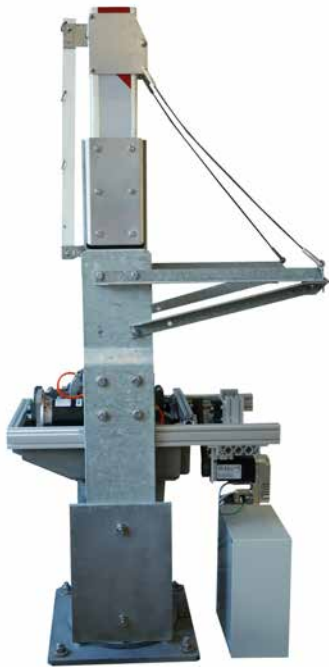


Abb. 1: Barriere mit dem integrierten Gegenmotor

Problemstellung

Die Autonomous Systems & Robotics-Abteilung der HSLU hat für die Firma Kummler+Matter EVT AG ein Mess- und Übertragungssystem entwickelt, welches in ein motorbetriebenes System integriert werden kann. Ziel ist es, anhand der aufgezeichneten Daten den Zustand der Barriere zu bestimmen. Die Ermittlung und Zuordnung der Zustandsprofile anhand der Messergebnisse der in Betrieb genommenen Barrieren ist umständlich und zeitaufwendig. Aus diesem Grund soll das motorbetriebene System an einem Prüfstand mit einem Gegenmotor unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt werden, um die Zustandsprofile zu ermitteln.

Lösungskonzept

Der Gegenmotor soll in eine SPS-basierte Automatisierungslösung integriert werden. Dadurch kann der Gegenmotor flexibel angesteuert und mit komplexen Lastmomentprofilen betrieben werden. Zusätzlich kann die Steuerung der Barriere eingebunden werden.

Realisierung

Zu Beginn des Projektes erfolgte eine umfassende Einarbeitung und Konfiguration des Gegenmotors mithilfe der bereitgestellten Software des Herstellers. Dadurch war es möglich, den Gegenmotor in eine Beckhoff SPS zu integrieren. Im weiteren Verlauf wurde das Projekt kontinuierlich mit neuen Funktionen erweitert, wodurch nun verschiedene Experimentenmodi zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, das Lastmomentprofil des Gegenmotors auf unterschiedliche Weise vorzugeben.

Ergebnisse

Im Manual-Modus besteht die Möglichkeit den Lastverlauf mittels eines Schiebereglers bei einer Drehmoment- oder Geschwindigkeitsregelung festzulegen. Im AutoSingleExperiment-Modus hingegen wird das Lastmomentprofil in einer Konfigurationsdatei definiert, eingelesen und entsprechend ausgeführt. In allen Modi werden die Parameter des Gegenmotors in einer Messdatei erfasst und exportiert. Hierbei wird das Dateiformat CSV verwendet. Um die Experimente auszuführen und zu verfolgen, wurde ein User Interface entwickelt.

Alle verwendeten Funktionen und Modi konnten erfolgreich umgesetzt und am Prüfstand getestet werden, mit Ausnahme des Manual-Modus mit Geschwindigkeitsregelung. Dennoch konnten die Mindestanforderungen der Steuerung erfolgreich erfüllt werden.

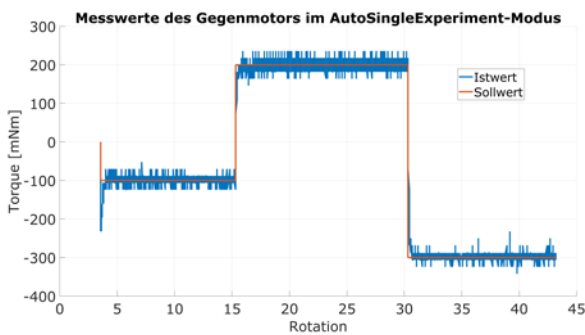


Abb. 2: Messwerte des Gegenmotors mit einem Lastmomentprofil aus einer Konfigurationsdatei

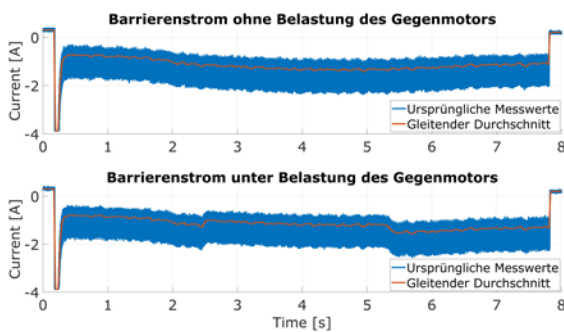


Abb. 3: Zustandsprofile des Barrierenstroms ohne und unter Belastung des Gegenmotors



Diplomand
Wyer Emanuel Marcel

Dozent
Prof. Dr. T. Prud'homme

Themengebiet
Mechatronik, Automation, Robotik

Projektpartner
Kummler+Matter EVT AG
Autonomous Systems and Robotics,
Hochschule Luzern



Hue Apple IR Remote



Abb. 1: Hue Apple IR Remote am Ständer der Gottardo Stehleuchte montiert



Abb. 2: Hue Apple IR Remote

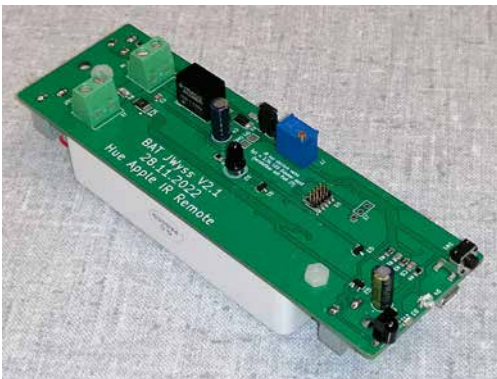


Abb. 3: Bestücktes PCB

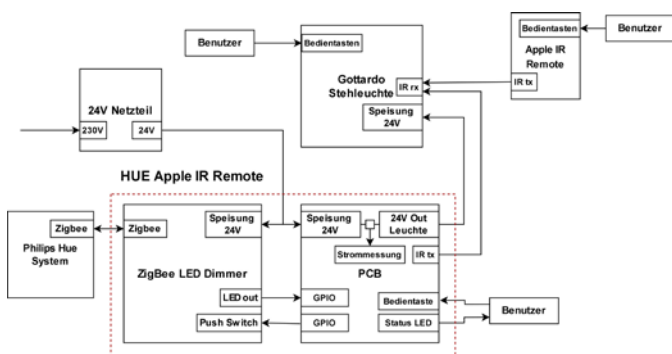


Abb. 4: Blockdiagramm der Hardware

Problemstellung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll eine Gottardo Stehleuchte in ein Philips Hue Automatisierungssystem integriert werden. Dazu muss eine Mikrocontrollerschaltung und die dazugehörige Software entwickelt werden. Durch das entwickelte Gerät soll die Stehleuchte neben der bestehenden Ansteuerung über die Infrarotfernbedienung, also auch mit der Philips Hue App ein- und ausgeschaltet und gedimmt werden können.

Lösungskonzept

Es wird ein PCB entwickelt, welches die Integration der Gottardo Stehleuchte in das Philips Hue System ermöglicht. Der Mikrocontroller auf dem PCB muss zum einen über das ZigBee Protokoll mit dem Philips Hue System kommunizieren, damit Befehle vom Philips Hue System verarbeitet werden können. Zum anderen muss die Hardware in der Lage sein, Infrarotbefehle zu versenden, um so die Leuchte zu steuern. Um den Zustand der Leuchte in der Philips Hue App aktuell zu halten, muss es mit dem Mikrocontroller möglich sein, den Status der Leuchte zu messen und an das Philips Hue System weiterzuleiten.

Realisierung

Es wurde eine Mikrocontrollerschaltung mit einem Raspberry Pi Pico entwickelt, welche zwischen der Leuchte und dem Leuchten Netzteil eingesteckt wird. Dies ermöglicht es, die Mikrocontrollerschaltung über das Leuchten Netzteil zu Speisen und gleichzeitig den Strom der Leuchte zu messen. Durch die Strommessung kann der Status der Leuchte bestimmt werden. Für die Kommunikation mit dem Hue System wird ein Hue kompatibler Schalt-Aktor verwendet. Der Mikrocontroller misst den Ausgang des Schaltaktors und kann so Befehle vom Hue System entgegennehmen. Wenn die Leuchte mit der bestehenden Fernbedienung eingeschaltet wird, wird der Zustand der Leuchte in der App über den Taster Eingang am Schalt-Aktor aktualisiert. Die Gesamte Elektronik (PCB und Schaltaktor) ist in einem 3D Druck Gehäuse untergebracht und kann am Ständer der Leuchte befestigt werden.

Ergebnisse

Das Ergebnis dieser Arbeit ist ein elegantes Gerät, durch welches eine Gottardo Stehleuchte einfach in das Philips Hue System integriert werden kann. Das Gerät kann schnell und ohne Werkzeuge an der Leuchte montiert werden. Nach der Montage kann die Stehleuchte von überall her mit der Philips Hue App ein- und ausgeschaltet und gedimmt werden.



Diplomat
Wyss Joshua

Dozent
Prof. E. Styger

Themengebiet
Mechatronik/Automatik/Robotik

Hochschule Luzern
Technik & Architektur
Technikumstrasse 21
6048 Horw
T +41 41 349 33 11
technik-architektur@hslu.ch
hslu.ch/technik-architektur



Mehr Informationen zum
Bachelor Elektrotechnik und
Informationstechnologie