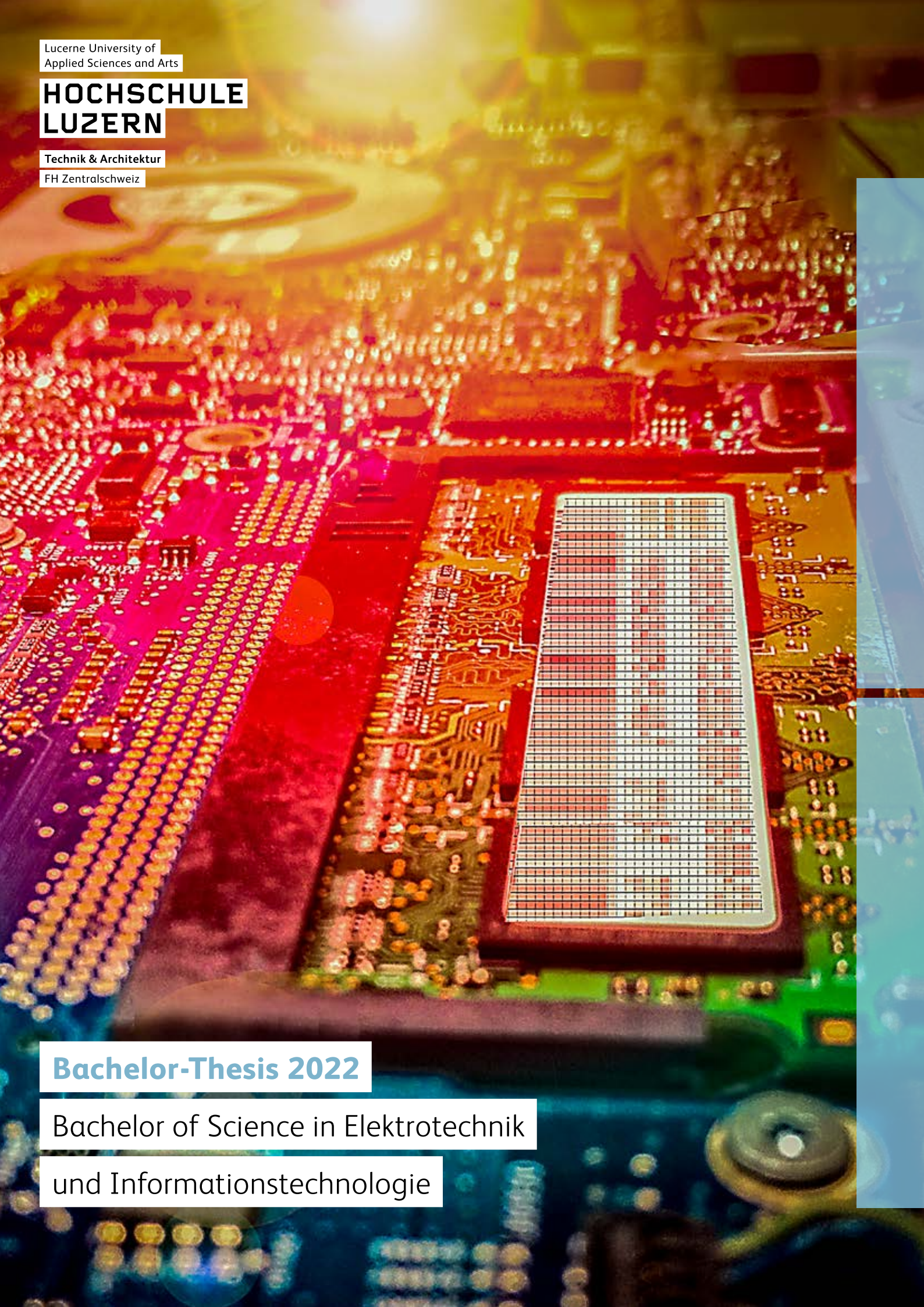
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur

FH Zentralschweiz



Bachelor-Thesis 2022

Bachelor of Science in Elektrotechnik und Informationstechnologie

Vorwort des Studiengangleiters

Sehr geehrte Damen und Herren

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 2022 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 2022

Prof. Dr. Urs Röthlisberger
Studiengangleiter
Elektrotechnik und Informationstechnologie

Inhaltsverzeichnis

Marco Anderhalden	Ultraschalldetektor	6
Severin Annen	Entwicklung einer offenen, flexiblen HW/SW Automatisierungsplattform	7
Tim Aschwanden	IIOT Cloud-Integration einer SPS mit OPC UA und Proficloud.io	8
Tobias Banz	Formula Student Electric	9
Mario Beltrametti	Funktelefonie Seilbahnanlage	10
Lukas Betschart	Formula Student Electric	11
Loïc Bianzina	Auralization of Static Scenarios	12
Lukas Böbner	Einrichtung zur Datenerhebung zum Aufwickeln mittels KI	13
Benedikt Borter	Fernwartesystem für PV-Inselsysteme in Äthiopien	14
Adrian Dummermuth	Design, Simulation und Ausmessung von Radarantennen	15
Jan Duss	SC-SemiconductorSwitch	16
Manuel Friedli	Embedded-Analytics in Smart-Meter Infrastruktur	17
Marco Gasser	iOS Navigations App	18
Adrian Gerber	NTP Messsystem	19
Gabriel Gertsch	Compression of Power Grid Waveforms	20
Pascal Grüter	Kartenroboter	21
Philipp Grüter	Prozesse in Webapplikation	22
Fabian Guggenbühl	Messverfahren für Seilspleisse mittels mm-Wellen	23
Shandro Gunanayagam	GaN Leistungsstufe für HF LLC Resonanzwandler	24
Matthias Höfflin	Modellfreie Regelung mit Reinforcement Learning	25
Joël Hofstetter	Vision-basierte Ermittlung des Füllstands einer Infusionsflasche	26
Mirco Hüsler	Tonfrequenzsperre für Rundsteuersignale	27
Yves Jacob	Formula Student Electric	28
Marco Jenny	Produktionsdaten von Linearmotoren in ERP-System einbinden	29
Manuel Keller	Dual-Camera Video-Streaming Platform	30
Adrian Kurmann	Kabelloser Datenlogger	31
Michael Lang	Firmware-Release-Test Automation	32
Rinaldo Leone	Entwicklung eines Roll-to-roll Prototypen für die Membranproduktion	33
Patrick Lieberherr	Photostrommessung	34
Adrian Liechti	Aircraft EWIS	35
Angela Limacher	IoT Lösung für Trübungsmessung	36
Michael Lusser	Diagnostik – Störungen	37

Fabian Mathis	Radarbasierte Messung von Flüssigkeiten und Festmaterialien	38
Stefan Anton Niederberger	AMZ Formula Student Electric	39
Jan Rohrer	Containerbasierte IOT-Basiskomponenten auf Embedded Linux	40
Rafael Roth	Roboterbasierte Zelle für 3D Scanning	41
Daniel Schlapbach	Miniature Radar Detector	42
Antoine Schnetz	Dynamische Hüllkurvenglättung für Bassclip auf Brustkorb	43
Aurelio Sciarmella	Beladungsmessung mit Radar	44
Sandro Senn	Robuste Kälbererkennung im Stall	45
Aron Spigaglia	Reglerentwurf Furuta Pendel	46
Livio Stadelmann	Moving Pixels	47
Julian Staffelbach	tinyLoRa	48
Mario Steinger	Automatisierte Handhabung von Mikrotiterplatten mit Hilfe eines kollaborativen Roboters	49
Michael Thalmann	GPS-Diebstahlschutz für E-Bike	50
Matthias Vogel	Automatisierte Getreidereinigung	51
Patrick Wigger	Smart Metering	52
Sandro Williner	Node-RED für Toradex Embedded-Linux-Module	53
Julia Wiss	Particle localization using Machine Learning	54
Patrick Ziegler	Seilspleiss-Monitoring	55
Dario Ziswiler	Image based Embedded Respiration Measurement using 3D ToF	56
Dominik Ziswiler	Antriebssystem für Antennenmontierung	57
Marcel Ziswiler	Messung der Korngrössenverteilung beim Kaffeemahlgut	58
Nico Zuber	Sensorkit Schiebetür	59

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Marco Anderhalden**
Dozenten Dr. Giselher Wichmann
Themengebiet Digitale Signalverarbeitung, Analoges Schaltungsdesign
Projektpartner intern

Ultraschalldetektor

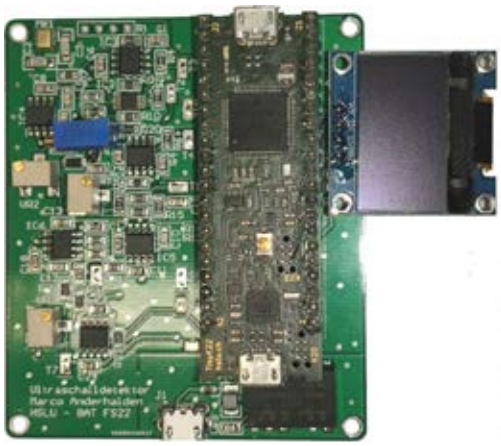


Abb. 1 Prototyp Ultraschalldetektor

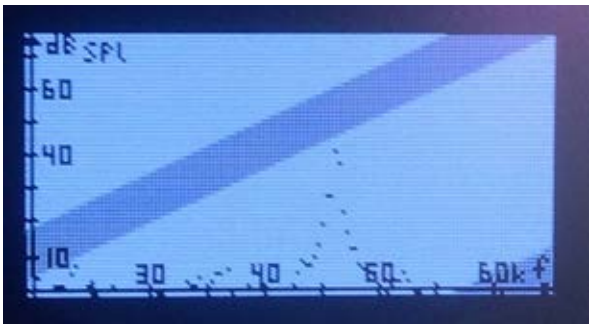


Abb. 2 Frequenzausgabe auf dem Display

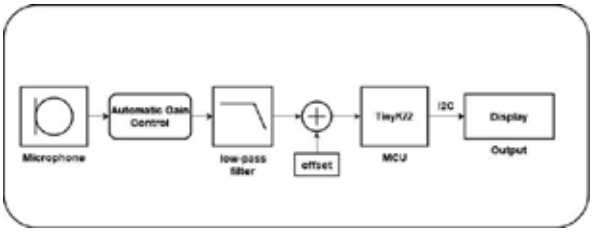


Abb. 3 Blockschaltbild des Konzepts

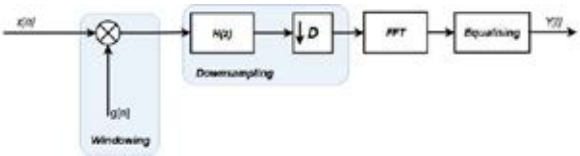


Abb. 4 Ablauf der digitalen Signalverarbeitung

Problemstellung
Verschiedene Alltagsgeräte und Geräte aus der Industrie senden teilweise erhebliche Ultraschallwellen aus (z.B. primär getaktete Transformatoren, Zahnarztbohrer). Da dieser Schall vom menschlichen Gehör nicht wahrgenommen wird, jedoch im Hörspektrum von Tieren, z.B. Hunde, liegt, kann dies zu dessen Unwohlsein oder gar zu Hörschäden führen.
Es soll ein Prototyp eines kleinen, portablen Geräts entwickelt werden, das die jeweilige Ultraschallsituation im Bereich von 20 kHz bis 50 kHz erkennt und dem Benutzer auf verständliche Weise darstellt, um so dem Tierwohl einen Beitrag zu leisten.

Implementierung
Mit dem Ziel, den Dynamikbereich der Aufnahmefähigkeit um 20 dB zu erhöhen, wurde eine analoge Schaltung entwickelt, welche die Vorverstärkung des Signals vom Mikrofon automatisch, je nach Schallpegel, anpasst.
Mit Anwendung von digitaler Signalverarbeitung werden die Ultraschallsignale auf dem Mikrokontroller in den Frequenzbereich transformiert und zur Ausgabe auf einem Display aufbereitet.
Der fertige Prototyp umfasst eine Leiterplatte mit analoger Schaltung, aufgesetztem TinyK22 und einem OLED-Display als Ausgabegerät. Der Ultraschalldetektor kann mit einer externen Power-Bank gespiesen werden.

Ergebnisse
Mit dem Prototyp können erfolgreich vorhandene Ultraschallfrequenzen im Bereich von 20 kHz bis 65 kHz angezeigt werden. Eine Fehlauslegung des analogen Filters führt jedoch zu Aliasing, was dazu führt, dass zusätzliche Frequenzen auf der Ausgabe erscheinen. Die automatische Verstärkungsanpassung erfüllt ihre Funktion der Erhöhung des Dynamikbereichs.
Aus Zeitgründen konnten genauere Messungen zur Verifizierung nicht durchgeführt werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Severin Annen**
Dozenten Prof. Dr. Thierry Prud'homme
Themengebiet Embedded Systems, Technische Informatik, Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner CC Autonomous Systems & Robotics, HSLU T&A, 6048 Horw

Entwicklung einer offenen, flexiblen HW/SW Automatisierungsplattform

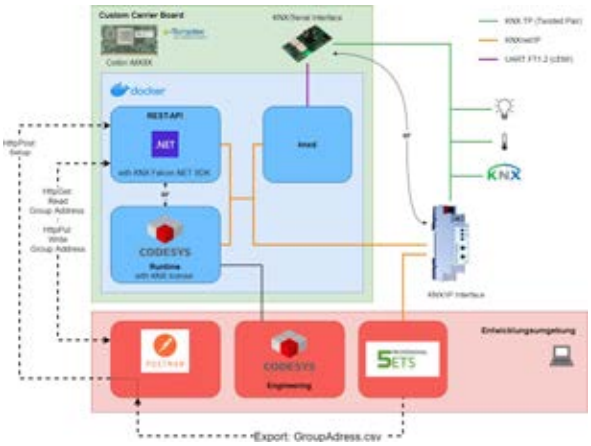


Abb. 1 Architektur

Abb. 2 Testaufbau

Problemstellung

Für diverse Kundenanfragen im Bereich der Gebäudeautomation braucht das Kompetenzzentrum Autonomous Systems & Robotics der Hochschule Luzern eine flexible Hard- und Softwareplattform. Es soll eine Schnittstelle zu dem in der Gebäudetechnik weitverbreiteten KNX-Bussystem geschaffen werden. Als Zielplattform wurde ein System-on-Module (SoM) von der Firma Toradex zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um einen kleinen Embedded-Computer, welcher mit dem firmeneigenen Betriebssystem Torizon auf Basis von Docker-Containern arbeitet.

Lösungskonzept

Es wurde eine Architektur (siehe Abb. 1) ausgearbeitet, die verschiedene Hard- und Softwarekonfigurationen darstellt. Als physische Verbindung zum Zweidraht-KNX-Bus kann ein vorhandenes IP-Interface oder ein serielles Interface verwendet werden. Auf dem SoM laufen je nach gewünschter Anwendung verschiedene Docker-Container wie die Soft-SPS-Lösung von Codesys oder die in dieser Arbeit entwickelte REST-API, welche mittels http-Requests auf den KNX-Bus schreiben oder lesen kann.

Realisierung

Der erstellte Testaufbau (siehe Abb. 2) enthält neben dem SoM mit den verschiedenen Schnittstellen einige KNX-Geräte wie eine Wetterstation. Diese mussten als Erstes mit der ETS (Engineering Tool Software) von der KNX-Assoziation konfiguriert werden. Die eigens entwickelte API basierend auf DOTnet 5.0 verwendet das Falcon .NET SDK für die Kommunikation mit KNX. Alle in der ETS angelegten Gruppenadressen können mittels CSV an einen speziell entwickelten Setup-Endpunkt via API eingelesen werden. Mit den API-Endpunkten Write und Read können die Werte beschrieben oder ausgelesen werden. Dabei gibt es verschiedene Filter, um alle oder nur spezifische Werte zu verarbeiten. Die Endpunkte wurden mit der Software Postman getestet.

Ergebnisse

Die API-Architektur sowie auch das Klassenmodell funktionieren gut, wurden jedoch nicht auf Leistung getrimmt. Die aktuelle Arbeit hat gezeigt, dass die CODESYS-Runtime aktuell nur auf einem RaspberryPi läuft, nicht aber auf Torizon. Hierfür müsste die Laufzeitumgebung als Docker-Container lauffähig gebracht werden respektive von einer Partnerfirma von Toradex bezogen werden.

Ausblick

Eine mögliche Softwareerweiterung ist eine Zwischenspeicherung der auf dem KNX-Bus gesendeten Werte. Aus Hardwaresicht wäre ein nächster Schritt, ein eigenes Carrier-Board für das Toradex-SoM zu entwickeln, welches die aktuell externe KNX-Schnittstelle enthält.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Tim Aschwanden**
Dozenten Dr. Oliver Kasten
Themengebiet Technische Informatik, PC- und SPS-Programmierung
Projektpartner Phoenix Contact

IIOT Cloud-Integration einer SPS mit OPC UA und Proficloud.io

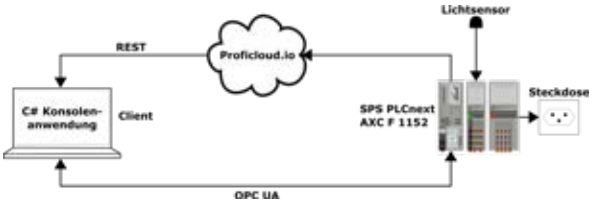


Abb. 1 Projektübersicht mit einem Computer (rechts), der SPS (links) und den beiden Kommunikations-Möglichkeiten über OPC UA und über die Proficloud

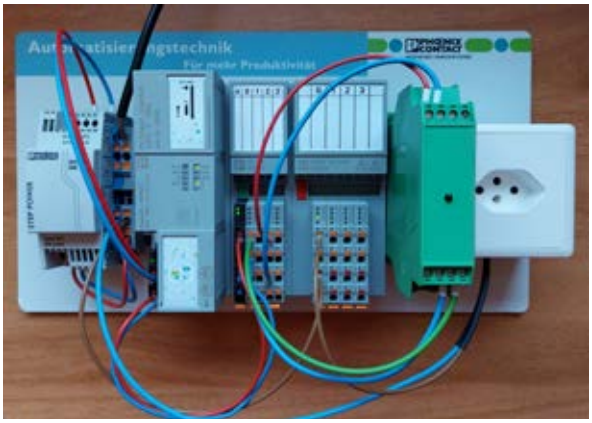


Abb. 2 Prototyp mit Phoenix Contact SPS, Klemmen, Steckdose und Lichtsensor in grünem Gehäuse

```
Connecting to Client opc.tcp://192.168.1.3:4840
Discovering endpoints of opc.tcp://192.168.1.3:4840
Selected server uses: Basic256Sha256
Creating a session with server
Connection successfully established

Name                Type
--------            --------
b_OutletState       Variable
w_LightIntensity    Variable
w_SourceSensor      Variable
MainInstance        Object
  w_HystOn          Variable
  w_HystOff         Variable


Outlet State:   True
Intensity:      14424
Soruce Diode:   32767
Upper Hyst.:    21000
Lower Hyst.:    20000
```

Abb. 3 Beispiel Konsolenausgabe des Verbindungsaufbaus, der vorhandenen Variablen und der aktuellen Werten der SPS über OPC UA

Problemstellung

Im Zuge der Digitalisierung und der stetig intensiveren Automationen in der Industrie sollen die einzelnen Maschinen und Prozesse miteinander vernetzt werden, um die Produktivität und die Effektivität zu steigern. Mit neuartigen Technologien wie Cloud-Services oder OPC UA sollen so speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) ins Industrial Internet of Things (IIoT) integriert werden. Um den Einstieg in die Implementation dieser beiden Technologien zu vereinfachen, soll in dieser Bachelor Thesis simpler, verständlicher und wiederverwendbarer Code mit ausführlicher Dokumentation erstellt werden.

Lösungskonzept

In einem ersten Schritt wurden Recherchen zum grundlegenden Aufbau und zur Funktionsweise von OPC UA und der Cloud beziehungsweise der Kommunikation mit der Cloud durchgeführt. Daraufhin wurde festgelegt, welche Aspekte dieser beiden Technologien in dieses Projekt integriert werden sollen und auch in welcher Form diese umgesetzt werden sollen. Zudem soll mit einem Prototypen die gesamte Implementierung veranschaulicht und vereinfacht werden.

Realisierung

Für die Kommunikation zwischen einem Computer und der SPS wurde für die beiden Technologien jeweils eine C# Konsolenanwendung erstellt. Bei der Kommunikation über OPC UA wurde eine eigene Client-Klasse zum Lesen, Schreiben und Überwachen von Variablen auf der SPS mit der Bibliothek der OPC Foundation implementiert. Auch bei der Kommunikation mit der Cloud Proficloud von Phoenix Contact wurde eine eigene Klasse erstellt, welche es ermöglicht, über REST API Werte der Cloud einzusehen. Der gesamte Code wurde möglichst nachvollziehbar geschrieben und ausführlich dokumentiert. Zur Veranschaulichung wurde ausserdem ein Prototyp mit einer Phoenix Contact SPS, einem Lichtsensor und einer zu schaltenden Steckdose gebaut.

Ergebnisse

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass eine ausführliche und verständliche Grundlage geschaffen wurde, um den Einstieg in die Kommunikation zu einer SPS über OPC UA oder mit einer Cloud zu vereinfachen. Jedoch sind beide diese Technologien riesig und es könnte noch viel mehr gemacht werden, als in diesem Projekt beschrieben wird.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

ETH zürich

Diplomand **Tobias Banz**
Dozenten Prof. Dr. Adrian Omlin, Prof. Erich Styger, Prof. Rolf Mettler
Themengebiet Energiesysteme, Antriebstechnik, Mechatronik, Automation und Robotik
Projektpartner ETH Zürich

Formula Student Electric

Abb. 1 Der Prototyp für das Jahr 2022: bernina

Abb. 2 Pedalbox-PCB zur Integration der Sensoren & Aktoren der Pedalbox

Abb. 3 Diverse Sensoren zur Einsicht der Fahrdynamik und als Input des Fahrers

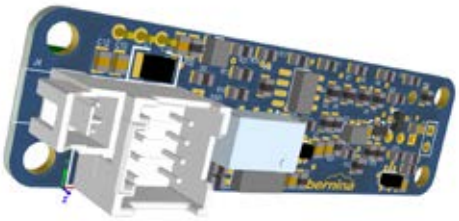


Abb. 4 Sicherheitssystem, welches Bremsdruck und Leistung überwacht

Problemstellung
Während zwei Semestern soll für die Wettbewerbe im Bereich Formula Student Electric in Zusammenarbeit der ETH ein kompetitives Fahrzeug entwickelt werden. Das Fahrzeug soll mit Fahrer und autonom fahren können. Vier Studenten der HSLU arbeiten an der Elektronik des Fahrzeuges, wobei die hierbei aufgeführten Arbeitspakete Sensoren, Aktoren, Pedalbox-PCB, Steering Actuator und BSPD sind. Dabei handelt es sich beim Pedalbox-PCB um ein selbst designtes PCB, der Steering Actuator ist ein Motor zur Lenkung beim autonomen Fahren und das BSPD ein von den Regeln vorgeschriebenes Sicherheitssystem.

Lösungskonzept
Jeder Sensor, der in Vorjahren verwendet wurde, wurde mithilfe von Feedback von letzten Jahren überdacht. Die Wahl eines neuen Gaspedalwinkelsensors vereinfacht die Montage, dank einem anderen Lenkwinkelsensor wird die Steifigkeit des Chassis erhöht und die elektromagnetische Verträglichkeit der Temperatursensoren in den Motoren wurde erhöht. Das Pedalbox-PCB soll für die Integration der autonomen Systeme erweitert werden.

Realisierung
Für die Integration der autonomen Systeme wurde eine Logik auf dem Pedalbox-PCB eingebunden, welche für die Ansteuerung eines Nothaltsystems (EBS) zuständig ist. Ebenfalls wurden auch für die Ansteuerungsmöglichkeiten der Aktoren des autonomen Systems, wie der Lenkmotor, auf diesem PCB eingebunden. Das Programm auf dem Microcontroller des Pedalbox-PCB wurde auf die neuen Sensoren und das autonome System angepasst.

Ergebnisse
Bei dem Pedalbox-PCB und BSPD wurden erfolgreiche Inbetriebnahmen durchgeführt. Die Regelkonformität des BSPD wurde mit Messungen überprüft. Die meisten Sensoren und Aktoren konnten bereits ausserhalb des Fahrzeugs am zuständigen PCB getestet werden.

Ausblick
In den kommenden Wochen kommen die ersten Events auf unser Team zu, wo unser Gesamtkonzept, jedes einzelne System und wir als Team geprüft werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Mario Beltrametti**
Dozenten Andreas Rumsch
Themengebiet Embedded Systems & Nachrichtentechnik
Projektpartner Sisag

Funktelefonie Seilbahnanlage

Abb. 1 Im Geschäft wird die Sprachqualität mit den Arbeitskollegen getestet und mit der üblichen Telefonie verglichen.

Abb. 2 Das bekannte Analogtelefon der Firma Sisag wird bei der Umsetzung der Funktelefonie verwendet. Das Telefon ist schon seit über 30 Jahren im Einsatz und ist in den meisten Bergbahnen anzutreffen.

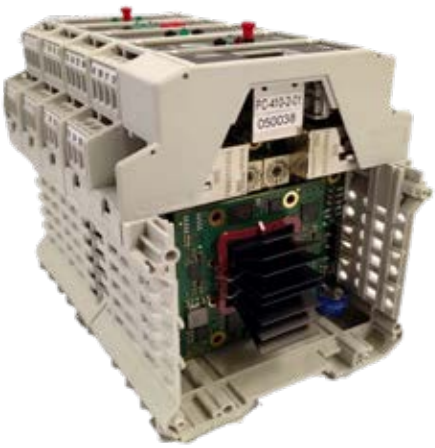


Abb. 3 Auf der Kommunikationsbox läuft ein Embedded-Linux-Betriebssystem. Auf diesem wird die Software für die Funktelefonie umgesetzt. Die Box dient als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Teilsystemen.

Problemstellung
In den meisten Seilbahnen werden die Daten leitergebunden übertragen. Dies ist in Windenbahnen aufgrund der Kurbel nicht möglich. Deshalb wird in solchen Anlagen eine Funkverbindung für die Datenkommunikation verwendet. Die vorliegende Bachelor-Thesis befasst sich mit der Entwicklung und Einbindung der Funktelefonie in solchen Anlagen. Die Telefonie wird dabei in einer bestehenden Infrastruktur umgesetzt. Ein grosser Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Kommunikation zwischen einzelnen Teil-Systemen.

Lösungskonzept
Ein Analogtelefon wird als Benutzerschnittstelle verwendet. Die Daten des Analogtelefons stehen digitalisiert zur Verfügung. Diese werden in einer von der Firma Sisag entwickelten Kommunikationsbox verarbeitet und dem Funkmodem übertragen. Das Kommunikationssystem ist zwischen einer FPGA und Prozessor-Seite unterteilt. Das FPGA ist für die Signalverarbeitung zuständig. Auf dem Prozessor läuft ein Embedded-Linux-System und die Applikationen.

Realisierung
Die für das Funksystem entwickelte Hardware validiert. Parallel zur Telefonie werden in einem zweiten Funkkanal die sicherheitsrelevanten Daten übertragen. Die Telefonie synchronisiert mit diesen, um die eigenen Kollisionsprobleme zu lösen. Als erstes wird die Telefonkommunikation im eigenen System implementiert. Danach wird ein Verbindungsaufbau- und Gesprächs-Protokoll für mehrere Teilnehmer definiert und umgesetzt. Der Hauptteil der Arbeit wird auf einem Softcore-Prozessor auf FPGA-Seite implementiert.

Ergebnisse
Die Testgespräche haben ergeben, dass man verständlich kommunizieren kann, ohne grössere hörbare Schwierigkeiten. Im System können bis zu vier Teilnehmer untereinander im selben Funkkanal kommunizieren. Sind zwei Telefone miteinander verbunden, so wird der Kanal für die restlichen Teilnehmer gesperrt.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

ETH zürich

Diplomand **Lukas Betschart**
Dozenten Prof. Dr. Adrian Omlin, Prof. Rolf Mettler, Prof. Erich Styger
Themengebiet Nachrichtentechnik/Signal Processing
Signalverarbeitung & Kommunikation
Embedded Systems & Automation
Energiesysteme & Antriebstechnik
Projektpartner ETH Zürich

Formula Student Electric

Abb. 1 15. Fahrzeug in der Geschichte des AMZ mit dem Namen *bernina*

Abb. 2 Dashboard mit 5 Zoll Farbdisplaymodul und integrierten Zustandsleuchtdioden

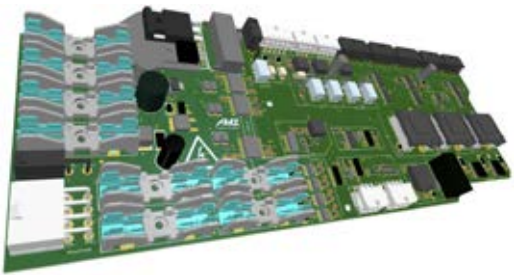


Abb. 3 High-Voltage-PCB zur Steuerung der Akkufunktionen

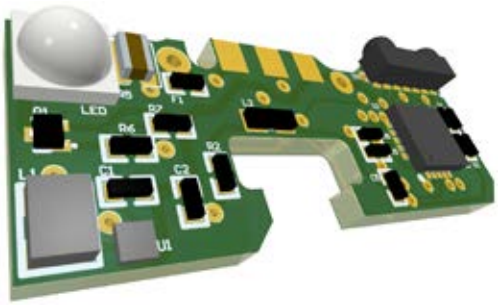


Abb. 4 Accumulator Management System zur Überwachung von 266 Akkuzellen

Problemstellung
Der Akademische Motorsportverein Zürich (AMZ) entwickelt jährlich einen Rennwagenprototypen für verschiedene «Formula Student» Events in Europa. Das 15. Fahrzeug des AMZ mit dem Namen bernina wird in dieser Saison erstmals in der Lage sein sowohl mit Fahrer als auch völlig autonom zu fahren. Im diesjährigen Team befinden sich vier Elektrotechnikstudierende der Hochschule Luzern und acht Maschinenbaustudierende der ETH Zürich.
Das Ziel ist es, an die Erfolge der vergangenen Jahre anknüpfen zu können und bei den Events ganz vorne mitzufahren.

Lösungskonzept
In dieser Arbeit werden die Optimierungen in den Arbeitspaketen Dashboard, High-Voltage-PCB und dem Accumulator-Management-System beschrieben. Bei der Ausarbeitung der Lösungskonzepte ist stets das Reglement der «Formula Student» Events einzuhalten.

Realisierung
Das Dashboard beinhaltet neu einen 5 Zoll Farbdisplay, mit welchem dem Fahrer Informationen nicht nur auf textueller, sondern auch auf visueller Ebene übertragen werden können. Für eine bessere Übersicht wurden die Zustandsleuchten näher beim Display platziert.
Das Accumulator-Management-System ist aufgrund seiner Infrarotkommunikation einzigartig in der «Formula Student» Umgebung. Die drahtlose Überwachung der insgesamt 266 Akkuzellen erfolgt sowohl galvanisch getrennt als auch mit minimiertem Gewicht.
Das High-Voltage-PCB steuert die Funktionen des Akkumulators und wurde im Layout optimiert. Dies ermöglicht ein platzsparendes Konzept und somit eine Gewichtsreduktion im Vergleich zum Vorjahr.

Ergebnisse
Die realisierten Konzepte wurden bei iterativen Funktionstests geprüft und wenn nötig angepasst oder weiter optimiert. Dabei ist ein grosser Teil ist bereits voll funktionsfähig und wird am Fahrzeug verbaut. Die weiteren Arbeitspakete werden bis zum Ende der Eventsaison im September fortlaufend verbessert.

Ausblick
In den kommenden Wochen wird das Fahrzeug erstmals aus eigener Kraft fahren können. Bei zunehmender Leistung zeigt sich dann, wie zuverlässig die komplexen Systeme miteinander agieren und funktionieren oder welche Anpassungen noch nötig sind, um die Saison erfolgreich zu absolvieren.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Loïc Bianzina**
Dozenten Prof. Dr. Thomas Graf, Dr. Armin Taghipour
Themengebiet Signal Processing
Projektpartner Sonova AG

Auralization of Static Scenarios

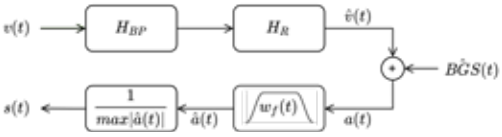


Abb. 1 The general structure of the auralization procedure: A voice signal v(*t*) passes through the bandpass filter (H_{BP}) and room filter (H_R) before BGS is added. Afterward, a fade-in and -out window ($w_f(t)$) is applied and finally, the signal $\hat{a}(t)$ is scaled to +/- one leading to the output signal s(*t*).

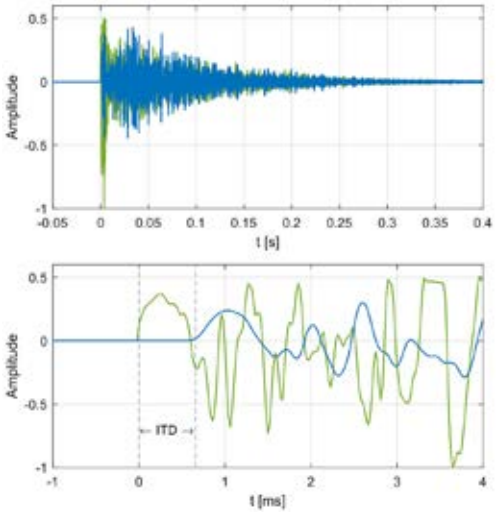


Abb. 2 Binaural RIR example (upper graph) and zoom to the beginning of it (bottom graph) with left earn channel (green) and right ear channel (blue). The interaural time difference (ITD) is the difference in the arrival time of the sound between both ears. The Amplitude difference is the interaural level difference (ILD).

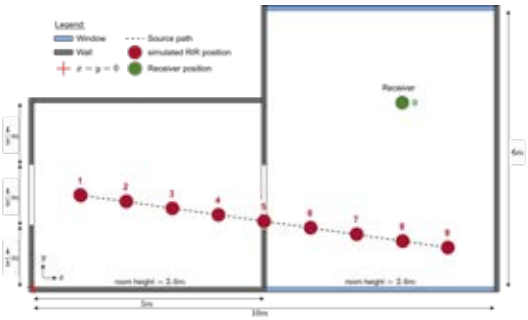


Abb. 3 Auralized moving source scenario example using nine impulse responses between the source positions one to nine and the receiver at position 0. The room is modeled with frequency-dependent and customary reflection coefficients (Graf, 2021). The speaker (source) walks at 3.6 km/h and the hearer sits (receiver).

Problem Definition and Project Goals

Hearing aids are usually tested with unrealistic and artificial scenarios. For this reason, the objective is to develop methods to test these devices in real-life scenarios. Therefore, two approaches are currently being researched: 1) Asking hearing impaired people to rate hearing aids in their daily life; 2) Virtually creating acoustical scenarios that are replayed to hearing impaired people in a lab environment. The second is what we call auralization. The goal of the present bachelor thesis is to investigate auralization techniques. We aim to recreate the feeling of being in different rooms in the presence of various background noises. Moreover, we target to auralize sound sources in different directions to synthesize more lifelike environments. Also, the objective is set to research methods for auralizations with moving sources. Finally, the quality of the established scenarios is to be studied through a psychoacoustic experiment.

Concepts and Implementation

Mono and binaural auralization approaches are presented, compared, and implemented in this work to emulate realistic scenarios. Measured impulse responses characterize different rooms. These allow us to give the hearer the impression of being in a room of choice. The mentioned room impulse responses (RIR) are obtained using non-ideal Dirac impulses generated with balloons. Then, clean voice-, conversations-, and guitar recordings filtered through rooms and added together with background sound form an auralization. Three methods are proposed for binaural background sound (BGS): 1) Adding binaural BGS recorded with a binaural microphone; 2) Adding recorded mono BGS convolved with a binaural impulse response; 3) Adding mono BGS up mixed by using a simplified version of the Head Related Transfer Function. Finally, scenarios with slow-moving sound sources (MS) are implemented using crossfading to interpolate between simulated impulse responses.

Results and Evaluation

With the aid of a psychoacoustic experiment where subjects could recognize rooms very accurately (93.8 %) and directions rather exact (70.0 %), the quality of the performed auralizations was shown.

Future Work

Substances of Future work could be: 1) Evaluate the quality of the MS Auralization 2) Enhance the MS implementation from mono to binaural; 3) Using a better approximation of the HRTF for synthesizing binaural BGS. 3) Investigate scenarios with source and receiver moving.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

DÄTWYLER

Diplomand **Lukas Böbner**
Dozenten Prof. Dr. Andrew Paice
Themengebiet Technische Informatik (Embedded Systems), Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner Dätwyler IT Infra AG

Einrichtung zur Datenerhebung zum Aufwickeln mittels KI

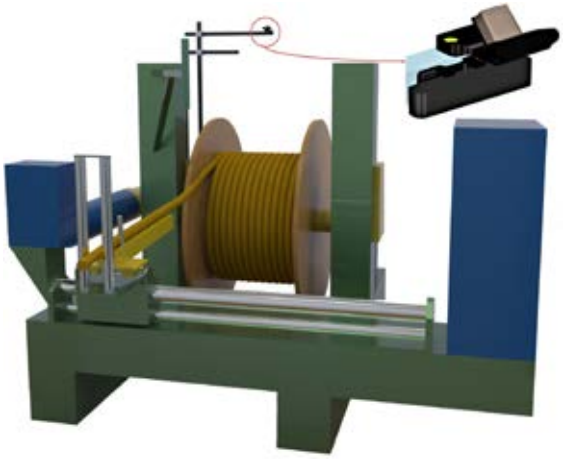


Abb. 1 CAD Zeichnung des Kabelwickler mit Detailansicht

Abb. 2 Gefahrensituation, Sicht Webcam

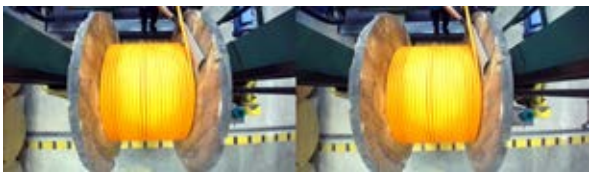


Abb. 3 Gefahrensituation, Sicht Stereokamera

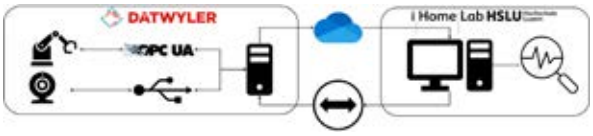


Abb. 4 Übersicht Datenverlauf und Remotezugriff

Problemstellung

Die Firma Dätwyler IT Infra AG betreibt in der Produktion zur Kabelherstellung einen Kabelwickler aus dem Jahr 1970 (Retrofit 2015). Zurzeit wird der Wickelprozess mit einem Steuersystem betrieben, welches zu Problematiken im Flanschbereich und der Lage an Lage Wicklung führt. Auf diese Weise ist es nötig für den Mitarbeitenden, dass die Maschine kontrolliert sowie im Flanschbereich manuelle Eingriffe getätigt werden müssen. Bisher konnten diese Eingriffe nicht automatisiert werden und müssen daher von Hand durch Druck auf das Kabel oder mittels einer Fernbedienung vorgenommen werden. Dieses Eingreifen birgt hierbei ein grosses Personenrisiko.

Lösungskonzept

Das Lösungskonzept beinhaltet zwei Kameras. Eine Webcam, die die Handlungen des Mitarbeitenden aufzeichnet und eine Stereokamera, welche die ganze Kabelrolle und -lage im Überblick hat. Zusätzlich werden per OPC UA Client benötigte Werte des Kabelwicklers ausgelesen. Um extern auf den Industrie-PC zugreifen und die Daten von der Hochschule Luzern abgreifen zu können, muss eine VPN Verbindung aufgebaut und ein Cloudservice hinzugefügt werden.

Realisierung

Es wurden zwei Kameras montiert: Die Webcam «Logitech C920 HD Pro» zur Handlungserkennung und die Stereokamera «ZED2» von Stereolabs für den Überblick der Kabelrolle und -lage.
Ein OPC UA Client für das Auslesen der Werte des Wicklers wurde programmiert, wobei alle Programmteile des Projekts in C# geschrieben wurden.
Für den Datenabgriff ist der Industrie-PC mit OneDrive synchronisiert worden.
Nach der Montage erfolgten diverse Tests und eine Validierung.

Ergebnis

Es konnte ein funktionierender Prototyp entwickelt und am Kabelwickler montiert werden. Der erarbeitete Prototyp «Eagle-Eye» ermöglicht mit den ausgewählten Sensoren die Erkennung der manuellen Eingriffe und das Auslesen der Daten des Wicklers. Um die manuellen Eingriffe zu erkennen, sind zwei Kameras montiert und im Programm integriert worden. Dadurch konnte der manuelle Eingriff dokumentiert werden. Zusätzlich zu den visuellen Daten wurde ein OPC UA Client erstellt, mit dem es möglich ist, die gewünschten Parameter von der Anlage auszulesen. Mit den drei Datensätzen (2D-Bild, Stereobild, CSV) kann der Eingriff nachvollzogen werden.

Ausblick

Dieser Prototyp ermöglicht, dass ein Folgeprojekt im Rahmen der Analyse der in dieser Arbeit ermöglichten Aufzeichnungen realisiert werden kann.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Benedikt Borter**
Dozenten Dr. Jonas Mühlethaler
Themengebiet Energie- und Antriebssystem, Technische Informatik
Projektpartner Sahay Solar

Fernwartesystem für PV-Inselsysteme in Äthiopien

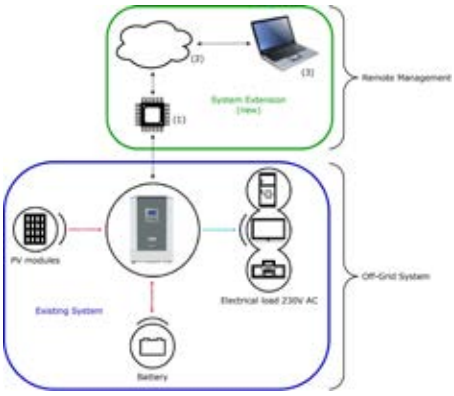


Abb. 1 Übersicht der Solaranlage mit Fernwartesystem

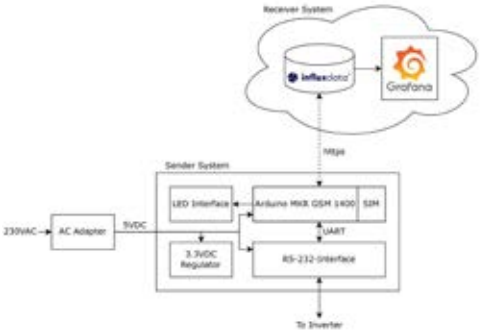


Abb. 2 Blockschaltbild des Fernwartesystems

Abb. 3 Neu entwickeltes Gerät, welches bei der Solaranlage eingesetzt wird

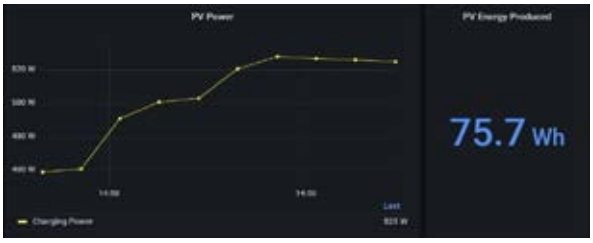


Abb. 4 Anzeige von Leistung und Energie der Solarpanels in Grafana

Problemstellung

Der Verein Sahay Solar fördert aktiv die Verbreitung von Solarenergie für Gesundheit und Entwicklung in Afrika. So führt er Solar Trainings an äthiopischen Universitäten durch und installiert PV-Inselsysteme in Gesundheitszentren und Schulen. Die Wartung der eingesetzten Solaranlagen gestaltet sich in ländlichen Gebieten aufgrund der bergigen Landschaft und grosser Entfernungen als schwierig. Deshalb soll ein Fernwarte- bzw. Monitoring-System entwickelt werden, mit dem man per Fernzugriff den Zustand der PV-Inselsysteme bestimmen und überwachen kann.

Lösungskonzept

Das Systemdesign sieht ein zusätzliches Gerät vor, welches bei der Solaranlage installiert wird. Es zeichnet Ströme und Spannungen auf und überträgt die verschiedenen Messgrössen in eine Cloud. Da am Einsatzort keine WLAN-Netze vorhanden sind, nutzt das System für den Internetzugang das Mobilfunknetz. Weil die Daten in der Cloud gespeichert werden, kann der Client unabhängig von seinem Standort darauf zugreifen und die Anlagen überwachen.

Realisierung

Das Gerät wird vom 230V-Netz des Inselsystems gespiesen und kommuniziert via RS-232 mit dem Wechselrichter Steca Solrix PLI. Durch eine Statusabfrage erhält es vom Wechselrichter aktuelle Angaben zu Strömen, Spannungen und Leistungen der Batterie, der Solarpanels und des 230V-Netzes. Die Messgrössen werden per Mobilfunknetz in die Datenbank InfluxDB gesendet.
Zur Überwachung wird Grafana benutzt, eine Open-Source-Anwendung zur Darstellung von Zeitreihen. Hier sind die verschiedenen Messgrössen graphisch dargestellt.

Ergebnisse

Verschiedene Tests zeigen, dass das System funktionsfähig ist. In den Bereichen Robustheit und Stromverbrauch wäre allerdings noch Verbesserungspotential vorhanden. Zudem gehen Daten verloren, wenn die Speisung des Gerätes ausfällt. Daher könnte dem Gerät in einem nächsten Schritt ein nichtflüchtiger Speicher hinzugefügt werden, damit die Messwerte, welche noch nicht in die Cloud versendet wurden, sicher auf dem Gerät gespeichert werden.

Ausblick

Neben den verschiedenen Verbesserungen und Optimierungen, die realisiert werden können, wird das System voraussichtlich im September 2022 in Äthiopien ein erstes Mal vor Ort getestet.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Adrian Dummermuth**
Dozenten Prof. Dr. Patric Eberle
Themengebiet Nachrichtentechnik/Signal Processing
Projektpartner FTES AG

Design, Simulation und Ausmessung von Radarantennen

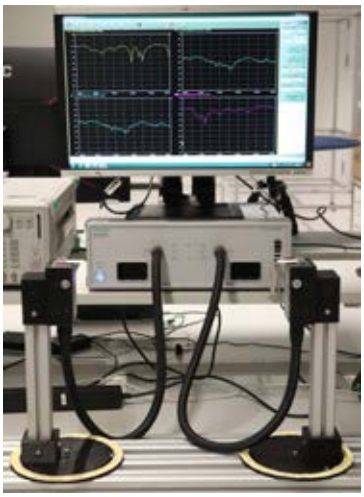


Abb. 1 Messaufbau mit dem VNA Anritsu MS46522B

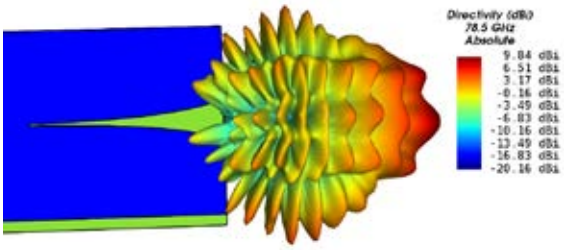


Abb. 2 Simuliertes 3D Fernfeld der Vivaldi Antenne

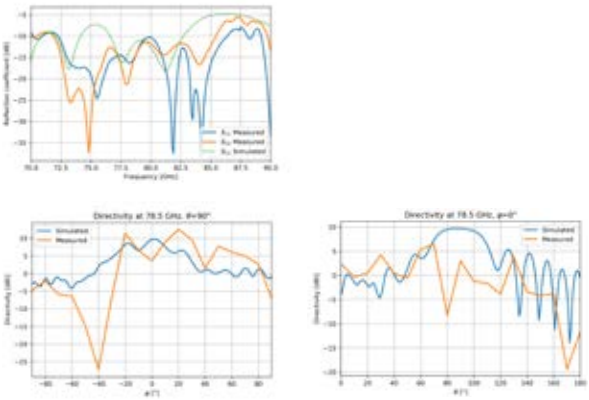


Abb. 3 Messresultate im Vergleich zu den Simulationsresultate der Vivaldi Antenne; Reflexion Koeffizient gemessen an beiden Ports (S11 und S22) und der Simulierte Reflexion Koeffizient S11; Simuliertes und gemessenes Fernfeld bei 78.5 GHz, für θ = 90° und φ = 0°

Problemstellung

Für die Fujikura Technology Europe Switzerland AG (FTES AG) sollen neue Radarantennen designt werden für den Automobilbereich. Der freigegebene Frequenzbereich für solche Applikationen liegt im EHF-Band zwischen 76.0 bis 81.0 GHz. Bestehende Antennen sollen analysiert werden und alle Antennen sollen ausgemessen werden. Die FTES AG will am Ende ein Katalog von Antennen für die Verwendung für verschiedene Projekte.

Lösungskonzept

Um neue Antennen zu designen musste das Wissen aus bestehender Fachliteratur angeeignet werden. Die Vorgehensweise soll zusammengefasst werden. Simulationen sollen mit der Hilfe von Empire XPU erstellt werden.

Realisierung

Es wurden diverse Ansätze in der Arbeit beschrieben wie eine Antenne designt werden kann. Verschieden Antennentypen wurde angeschaut und auch berechnet. Die Simulationen der Antennen hatten zu begin der Arbeit noch Fehler im Aufbau, aber durch ein genaueres Studium konnten diese im Verlauf der Arbeit behoben werden. Im ganzen konnte ein neues Antennendesign erstellt werden.

Ergebnisse

Die Simulation von den Bestehenden Antennen ergab eine Abweichung von dem was der Auftraggeber eigentlich erwartet hat. Diese Abweichungen konnten aber dann nicht voll und ganz mit Messungen bestätigt werden.
Bei dem neuen Antennendesign ergab sich eine starke Abweichung von den simulierten Werten zu den Gemessenen. Diese initialen Messungen müssten in einem zukünftigen Projekt mit einem optimierten Messaufbau, sowie verfeinerte Messungen wiederholt werden, um die Abweichungen zu bestätigen. Zusammengefast, konnte durch diese Arbeit, die Basis für den Entwurf und Entwicklung, durch die numerische Simulationen und Messungen, von Radaren fürs Automobilbereich geschaffen werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

SCHURTER
ELECTRONIC COMPONENTS

Diplomand **Jan Duss**
Dozenten Prof. Rolf Mettler
Themengebiet Signalverarbeitung & Kommunikation
Embedded Systems & Automation
Energiesysteme & Antriebstechnik
Projektpartner Schurter AG

SC-SemiconductorSwitch

Abb. 1 Bestücktes Test-PCB

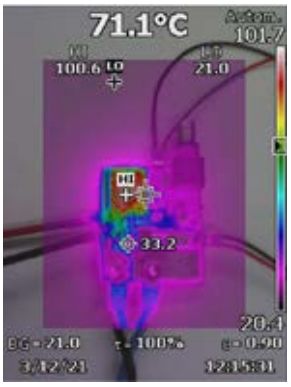


Abb. 2 Wärmebild des PCB beim Belastungstest

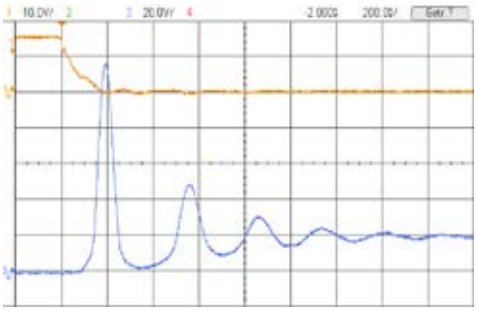


Abb. 3 Überspannung aufgrund der Parasitären Induktivitäten

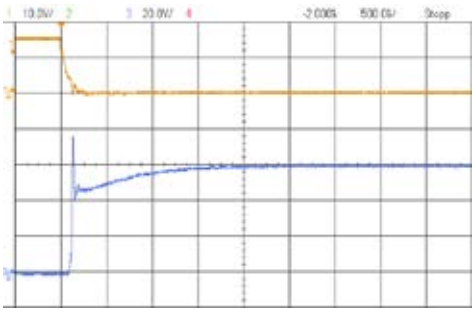


Abb. 4 Spannungsverlauf nach getroffenen Massnahmen

Problemstellung

Die Firma Schurter hat eine intelligente Gerätesicherung entwickelt. Bei dieser Sicherung wird ein Verbraucher im Fehlerfall sicher vom Netz getrennt. Dies geschieht bei der aktuellen Version mit einem Relais. In Zukunft soll die Sicherung auch bei Anwendungen mit Gleichspannung eingesetzt werden. Da bei Gleichspannung aber im Gegensatz zur Wechselspannung kein Spannungsnulldurchgang vorhanden ist, sind mechanische Schalter für solche Anwendungen eher ungeeignet. Um trotzdem hohe Lasten schalten zu können, soll deshalb das Relais durch einen Halbleiter als Schalter ersetzt werden.

Lösungskonzept

Das zentrale Element für einen solchen Schalter ist der Halbleiter. Hier stellt sich einerseits die Frage nach der Bauweise und andererseits nach dem Material. Bezüglich Bauweise ist der FET das geeignetste Bauteil, da er geringere Leitverluste als beispielsweise ein IGBT erzeugt. Bei den Halbleitermaterialien ist Siliziumkarbid dem herkömmlichen Silizium klar überlegen. Galliumnitrid weist ebenfalls sehr gute Eigenschaften auf, kommt aber bei niedrigen Schaltfrequenzen nicht an Siliziumkarbid heran. Auf dieser Grundlage wurden verschiedene Bauteile ausgesucht und getestet. Beim besten Halbleiter handelt es sich auch um einen Siliziumkarbid FET.

Realisierung

Mit dem ausgesuchten Halbleiter wurde ein PCB entworfen, welches weitere Tests ermöglicht. Auf dem PCB wurde die Ansteuerung des FET's realisiert und es konnten Tests zur Erwärmung im Betrieb aber auch bei kurzzeitiger Belastung durchgeführt werden. Weiter konnte das Schaltverhalten getestet werden, wobei hohe Spannungspulse durch parasitäre Induktivitäten festgestellt wurden.

Ergebnisse

Es konnte aufgezeigt werden, dass das Schalten von hohen Leistungen mit der entwickelten Schaltung einwandfrei funktioniert. Anhand von Simulationen mit selbst entwickelten Modellen konnte auch nachgewiesen werden, dass die Schaltung in der Lage ist, Kurzschlussströme auszuschalten. Für den Umgang mit induktiven Lasten wurden verschiedene Massnahmen erfolgreich getestet, die das Halbleiterelement vor einer Überspannung schützen.

Ausblick

In einem nächsten Schritt soll das Schaltverhalten der Schaltung bei Kurzschlüssen getestet werden. Im Anschluss kann die Schaltung in das Produkt der Schurter AG integriert werden. Ausserdem besteht die Möglichkeit, die Schaltung für Wechselstromanwendungen zu erweitern.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Manuel Friedli**
Dozenten Christian Jost
Themengebiet Technische Informatik (Embedded Systems)
Projektpartner Landis+Gyr

Embedded-Analytics in Smart-Meter Infrastruktur

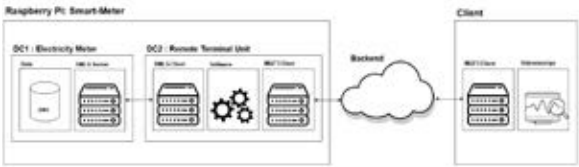


Abb. 1 Blockschaltbild der Aufgabenstellung

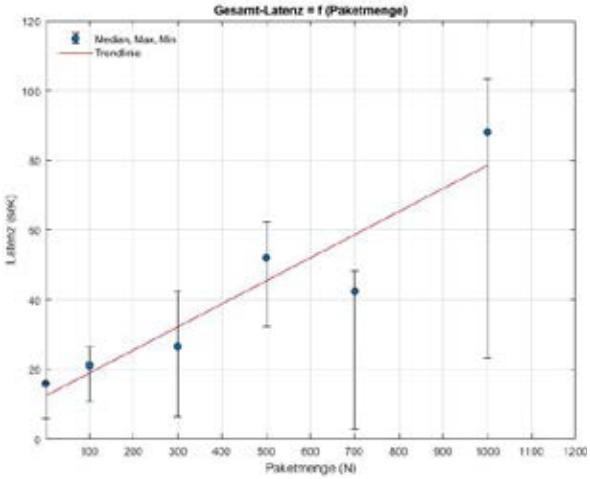


Abb. 2 Performance Graph Latenz

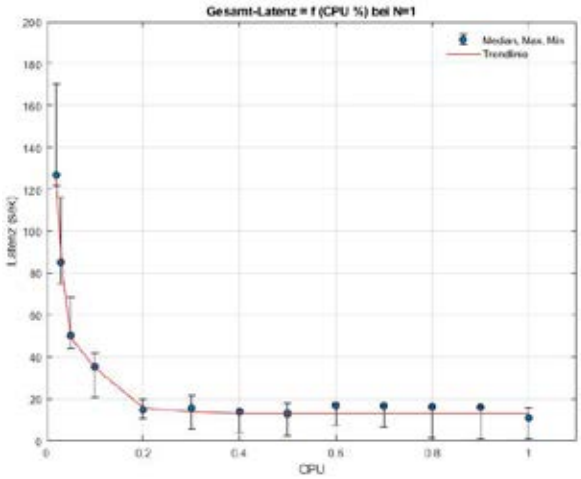


Abb. 3 Performance Graph Prozessorleistung

Problemstellung

Diese Bachelor-Thesis ist im KnowlEDGE Projekt des Industriepartner Landis+Gyr eingebettet. Ziel des KnowlEDGE Projekts von Landis+Gyr ist es, beim Endnutzer mittels der Installation von Smart-Meter Ansätze zur Datennutzung von Stromdaten zu untersuchen und Machine-Learning-Algorithmen zur Lastkurvenvorhersage zu evaluieren.

Lösungskonzept

Um die Machbarkeit und den Nutzen von diesem Projekt finanziell tragbar evaluieren zu können, soll ein virtuelles Netzwerk geschaffen werden, welches es ermöglicht das Konzept vollumfänglich zu testen. Dies beinhaltet die Emulierung des Stromzählers (DC1: Electricity Meter) und die lokale Verarbeitungseinheit (DC2: Remote Terminal Unit) in Docker Containern, sowie die Zentrale zur Datenvisualisierung (Client). Die in Container entworfene Software kann als Schwarm ausgeführt werden, ermöglicht die Evaluierung der Machine-Learning-Algorithmen und kann die Leistungsanforderungen an die Smart-Meter prüfen. In erster Linie gilt es den Kommunikationspfad zwischen den drei Prozessen herzustellen und dessen Funktionstüchtigkeit zu belegen.

Realisierung

Zu Beginn der Arbeit stand die Implementierung von DC1 und DC2 auf dem Windows-Rechner im Vordergrund. Mit Hilfe einer umfangreichen Library konnte die Kommunikation zwischen den beiden Prozessen mittels DLMS-Protokoll hergestellt werden und der Datenaustausch implementiert werden. Anschliessend wurde die Kommunikation zwischen DC2 und dem Client mittels MQTT implementiert und DC1&DC2 in Docker-Container verpackt.
Mit durchgeführten Performancemessungen konnte das Verhalten der Software bezüglich Latenz, Speicherverbrauch und benötigter Prozessorleistung analysiert und damit Anforderungen an die Smart-Meter abgeschätzt werden. Als Zusatz konnte DC2 mit projektspezifischer Software zur Lastflussberechnung (load prediciton) erweitert werden.

Ergebnisse

Es konnten alle Festanforderungen an das Projekt vollumfänglich erfüllt werden. Zusätzlich konnte die lokale Verarbeitungseinheit (DC2) mit existierende projekt-spezifische Software erweitert werden. Mit dem entworfenen System ist es damit möglich, das Konzept vom KnowlEDGE Projekt zu prüfen. Ebenfalls können durch die durchgeführten Performancemessungen Rückschlüsse auf die Anforderungen an ein Smart-Meter-System getroffen werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Marco Gasser**
Dozenten Prof. Dr. Markus Thalmann
Themengebiet Kommunikation, Embedded Systems, App
Projektpartner Hochschule Luzern

iOS Navigations App

Abb. 1 Hauptansichten (Einstellungen, Routenverwaltung, Navigation) der entwickelten iOS-App für die unterstützende Navigation.

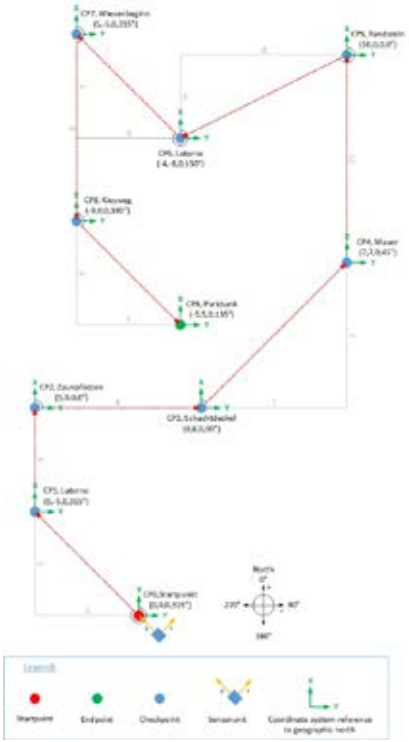


Abb. 2 Visuelle Darstellung einer erfassten und gespeicherten Route mit Positionsdaten und Ausrichtungswinkeln auf der iOS-App.

Problemstellung

Sehbehinderte Menschen kommen täglich mit herausfordernden Situationen in Kontakt. Um den Menschen mehr Selbständigkeit und Unabhängigkeit zu bieten, wird eine unterstützende Navigationshilfe entwickelt. Die Orientierungshilfe soll blinde Menschen dazu befähigen, selbstständig und ohne Zweitperson eine definierte Strecke zu überwinden. Aufgrund der hohen und notwendigen Genauigkeiten können die Positionsdaten nicht per GPS ermittelt werden. Die Positionsdaten müssen lokal mittels Sensoreinheit im Schuh gemessen und erfasst werden. Zur Interaktion mit dem Benutzer wird eine iOS-App verwendet, welche per Bluetooth mit der Sensoreinheit kommuniziert und die blinde Person von Punkt zu Punkt navigiert.

Lösungskonzept

Es ist ein Konzept zur Abstrahierung der Sensoreinheit der iOS-App entwickelt worden. So werden die Positionsdaten sowie die Ausrichtung mittels der Sensoreinheit berechnet und per Bluetooth auf die iOS-App übertragen. Dies bietet die Möglichkeit, die iOS-App unabhängig von der Positionsdatenerfassungshardware zu verwenden. Weiter ist ein Konzept zur Realisierung der App sowie ein Funktionsmuster zur Verarbeitung von Positionsdaten vorhanden.

Realisierung

Die iOS-App ist mittels der Programmiersprache «Swift» realisiert und ist gemäss Konzept in einzelne Teilbereiche unterteilt. Auf der iOS-App können neue Routen erstellt, verwaltet und gelöscht werden. Eingespeicherte Routen können für die Navigation verwendet werden. Im Navigationsmodus teilt die iOS-App dem Anwender mit, wie er zum nächsten Punkt gelangen kann, welche Distanz noch überwindet werden muss sowie ob mit der momentanen Ausrichtung der nächste Punkt erreicht werden kann. Falls dies nicht der Fall ist, wird der Anwender gewarnt und aufgefordert, eine von der iOS-App berechnete Ausrichtungskorrektur vorzunehmen.

Ergebnisse

Eine für blinde Personen mit Voiceover optimierte iOS-App ist vorhanden.
Die iOS-App kann sich mit einer Sensoreinheit per Bluetooth verbinden und die Sensoreinheit steuern sowie Positionsdaten abfragen. Die Testresultate zeigen, dass die iOS-App vollumfänglich funktionsfähig ist.

Ausblick

Die Sensoreinheit zur Positionsdatenerfassung wird im nächsten Semester mittels einer studentischen Arbeit realisiert. Erste Betatests mit blinden Personen folgen ebenfalls.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

MOSERBAER

Diplomand **Adrian Gerber**
Dozenten Prof. Erich Styger
Themengebiet Nachrichtentechnik/Signal Processing,
Technische Informatik (Embedded Systems)
Projektpartner Moser-Baer AG

NTP Messsystem

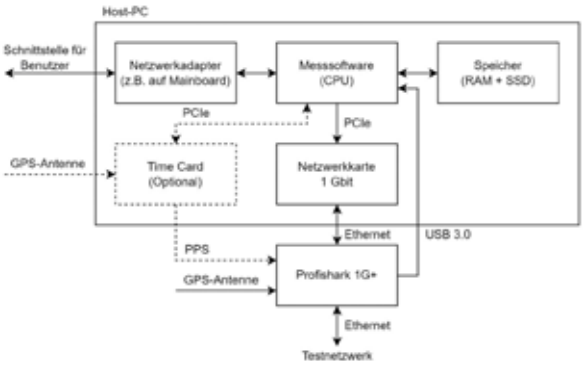


Abb. 1 Blockschaltbild des Messsystems

Abb. 2 Versuchsaufbau zum Ausmessen eines Zeitservers

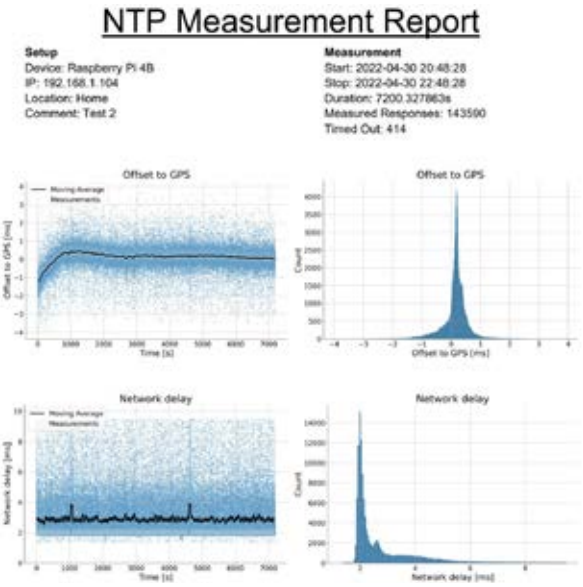


Abb. 3 Ausschnitt eines automatisch erzeugten Messberichts

Problemstellung

Beim Network Time Protocol, abgekürzt NTP, handelt es sich um ein Netzwerkprotokoll zur Verteilung von Zeitinformationen. Der Industriepartner entwickelt NTP-Zeitserver und führt Tests mit einem Messsystem durch, welches periodisch Zeitabfragen ausführt und so den Zeitfehler von Servern aufzeichnet. Dieses System basiert auf nicht mehr erhältlichen Komponenten und soll deshalb ersetzt werden. Herausfordernd ist hierbei besonders, dass sich die Verarbeitungszeiten der Software nicht auf Messungen auswirken darf und eine möglichst hohe Genauigkeit erreicht werden soll. Für das Projekt ist ein Budget von 5000 CHF einzuhalten.

Lösungskonzept

Durch eine Recherche wurden mehrere Lösungskonzepte entworfen und verglichen. Die ausgewählte Lösung verwendet einen Netzwerkanalyzer, den Profishark 1G+, um Zeitpunkt und Inhalt von Datenpaketen festzuhalten. Über den integrierten GPS-Empfänger kann eine typische Messgenauigkeit von etwa 40 Nanosekunden erreicht werden. Ein grosser Vorteil dieses Lösungsansatzes ist die hohe Flexibilität. Für das Messsystem kann ein Rechner mit Standardhardware eingesetzt werden, welcher über den Netzwerkanalyzer die eigene Netzwerkkommunikation für Messungen hochgenau aufzeichnen und auswerten kann (siehe Abb. 1).

Realisierung

Die ausgewählte Hardware wurde bestellt und in Betrieb genommen. Dabei erfolgte schrittweise die Entwicklung einer zugehörigen Messsoftware, zuerst in Form von unabhängigen Teilprogrammen. Eine dieser Anwendungen berechnet anhand aufgezeichneter Netzwerkdaten die Messwerte und speichert diese in eine Logdatei. Über ein weiteres Programm können die eigentlichen Zeitabfragen ausgesendet werden. Schlussendlich wurden diese und weitere Teilprogramme zur Umsetzung einer komfortablen Verwaltung einzelner Messungen kombiniert. Für die Auswertung der Resultate kann aus den Messwerten automatisiert ein Messbericht mit diversen Plots generiert werden (siehe Abb. 3).

Ergebnisse

Die Hard- und Software des entwickelten Messsystems konnte erfolgreich verifiziert und in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner validiert werden. Das System ermöglicht hochgenaue Messungen und unterstützt auch Server-Belastungstests mit bis zu 350’000 Anfragen pro Sekunde, ist also sehr leistungsfähig. Zukünftig ist eine Software-Ergänzung zur Messung weiterer Protokolle denkbar, beispielsweise für das Precision Time Protocol (PTP).

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

i Home Lab
HOCHSCHULE
LUZERN

Diplomand **Gabriel Gertsch**
Dozenten Prof. Dr. Andrew Paice, Dr. Patrick Huber
Themengebiet Signal Processing & Communication
Embedded Systems, Computer Engineering
Projektpartner iHomeLab

Compression of Power Grid Waveforms

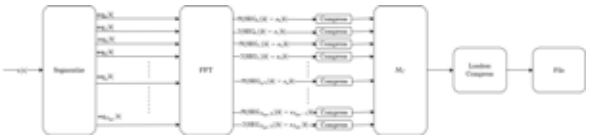


Abb. 1 Simplified schematic of Spectral Variation.

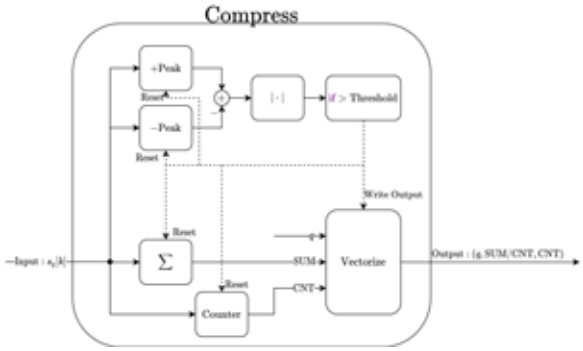


Abb. 2 Schematic of the compress block in Spectral Variation.

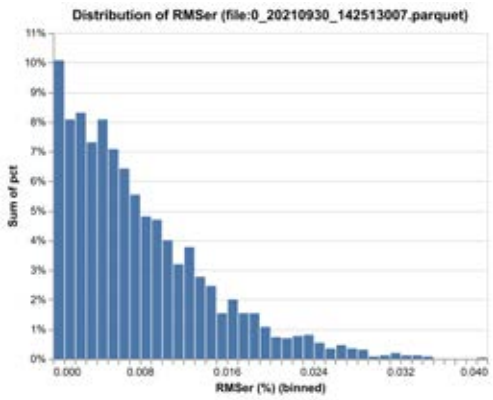


Abb. 3 Distribution of the 10 period RMS errors using Spectral Variation.

Problem

The electrical power grid is subject to non-ideal phenomena such as voltage swells and dips, transients, harmonic distortions, and unwanted phase shifts. To be able to monitor, analyze and correct these phenomena one must measure and store the grid voltages and currents. To remain independent of specific analyses the raw time domain data should be stored. Consequently, this invokes the need to store huge amounts of data. Which in turn invokes the need to sufficiently compress the data without loss of generality.

Concept

This project focuses on a summary of the tools used in data compression, it shows where one can find and create realistic test data and it gives an overview of the state of the art compression algorithms used in power grids. Furthermore, the project concludes with an implementation and comparison of two algorithms and illustrates their strengths and weaknesses.

Implementation

The project tested two algorithms: Free Lossless Audio Codec (FLAC) and an algorithm described in the paper «Spectral Variation-based Signal Compression Technique for Gapless Power Quality Waveform Recording in Smart Grids», which has a patent on it until 2024. FLAC was tested to give a comparison baseline with respect to compression ratio $\boldsymbol{CR} = \frac{\text{original size}}{\text{compressed size}}$ and computational complexity measured in floating point operations (FLOPS). A simplified schematic of Spectral Variation can be seen in figure 1 and 2.

Results

Spectral Variation is approximately 100 times better than FLAC with *CR's* in the order of 100-300. Furthermore, FLAC is approximately 70 times faster than Spectral Variation. However, one must take into account that Spectral Variation was not optimized with regard to computational complexity. Lastly, the introduced error by Spectral Variation can be kept under a certain limit by calibrating the algorithm (see figure 3).

Outlook

Seeing as the *CR* of Spectral Variation is significantly higher than FLAC, the complexity can still be optimized, the introduced error be kept under a certain threshold and that the patent expires in 2024, the suggestion is to continue with Spectral Variation.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

STETTBACHER
SIGNAL PROCESSING
beyond Limits

Diplomand **Pascal Grüter**
Dozenten Dr. Giselher Wichmann
Themengebiet Technische Informatik,
Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner Stettbacher Signal Processing AG

Kartenroboter

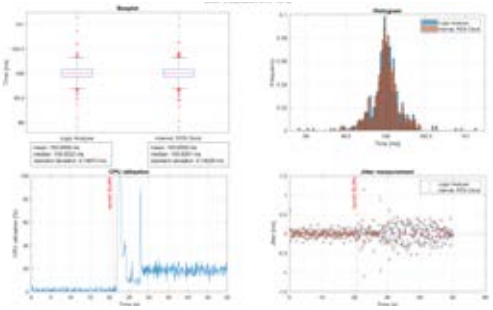


Abb. 1 Jitter Vergleichsmessung mit 10 Hz

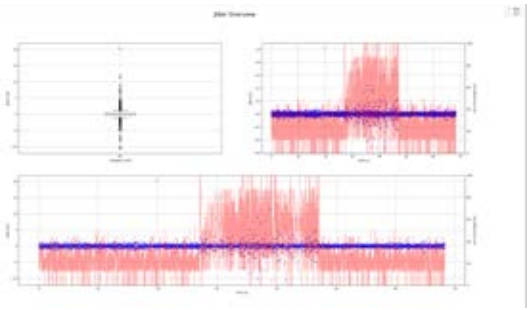


Abb. 2 Jitter Messung mit 50 Hz auf dem erstellten GUI

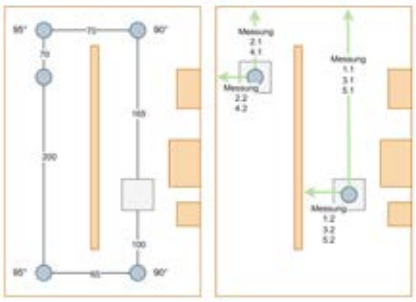


Abb. 3 Geplante Teststrecke mit eingezeichneter Route

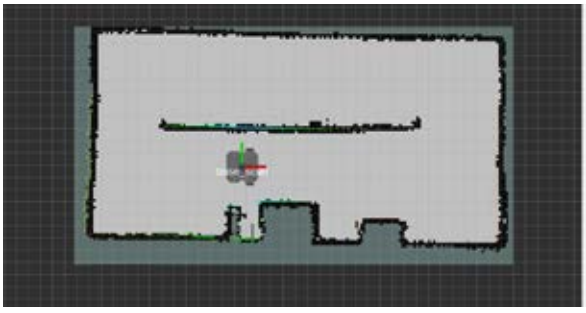


Abb. 4 Aufgezeichnete Karte

Problemstellung

Die Firma Stettbacher Signal Processing AG entwickelt Lösungen für anspruchsvolle Probleme der Robotik. Viele Systeme basieren dabei auf selbstentwickelter Software. In Zukunft werden Robotiklösungen basierend auf dem Robot Operating System (ROS) in Betracht gezogen. Das Ziel der Arbeit ist es, das Betriebssystem auf dem zur Verfügung gestellten Roboter in Betrieb zu nehmen. Anschliessend wird die Echtzeitperformance des Betriebssystems analysiert. Ein mögliches Anwendungsszenario vom ROS ist das Kartografieren einer Testumgebung. Dazu sollen verschiedene Möglichkeiten getestet und verglichen werden.

Lösungskonzept

Es wird eine Jitter Vergleichsmessung durchgeführt. Diese Messung verifiziert die Genauigkeit der Zeitmessung des Betriebssystems. Anschliessend folgt eine Messung des Jitters, um Aussagen über die Echtzeitperformance des Betriebssystems zu machen. Mit Unterschiedlichen Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Algorithmen wird eine Testumgebung kartografiert. Die Karten werden im Anschluss miteinander verglichen. Zudem erfolgt eine Driftmessung. Die Driftmessung überprüft die Genauigkeit zwischen der Position des Roboters in der realen Welt und der Position auf der erstellten Karte.

Realisierung

Um die Messungen durchzuführen, wurde der Roboter zusammengebaut und das Betriebssystem aufgesetzt. Anschliessend wurde ein Package für das Betriebssystem entwickelt, mit dem die Messungen durchgeführt werden können. Das Package liefert dem Anwender ein Graphical User Interface (GUI). Das GUI liefert die Möglichkeit die CPU zu belasten und die Belastung anzuzeigen, die Jitter-Messung durchzuführen, den Roboter im Raum zu bewegen und die erstellten Karten anzuzeigen.

Ergebnisse

Die Messung des Jitters hat gezeigt, dass bei Frequenzen von bis zu 200 Hz gewisse Echtzeitbedingungen eingehalten werden können. Das Kartografieren der Umgebung, sowie die Driftmessung, liefern bei allen getesteten Algorithmen ein ähnliches Resultat. Aus der Arbeit resultiert ein Package, welches für künftige Messungen mit dem ROS verwendet werden kann.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

synprovis
Systematisch optimieren.

Diplomand **Philipp Grüter**
Dozenten Christian Jost
Themengebiet Signalverarbeitung & Kommunikation
Embedded System, Technische Informatik
Projektpartner Synprovis GmbH

Prozesse in Webapplikation

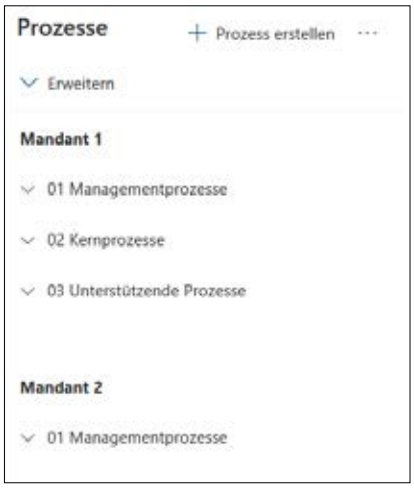


Abb. 1 Prozesshierarchie

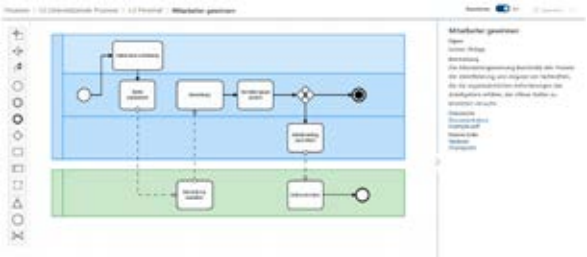


Abb. 2 Prozessdiagramm im Bearbeitungsmodus

Abb. 3 Popup-Fenster für neuer Prozess

Abb. 4 Berechtigungsmatrix

Problemstellung

Die Firma Synprovis GmbH entwickelt und vertreibt die Standardsoftware Improve, welche im Bereich des Qualitätsmanagements eingesetzt wird. Die Kunden der Synprovis GmbH sind mit Hilfe der Software in der Lage, ein firmeninternes Qualitätsmanagement-System aufzubauen und sich für die entsprechenden ISO-Standards zu zertifizieren.
Bei der Softwarelösung handelt es sich um eine Webapplikation, welche bei den einzelnen Kunden auf einem Server installiert wird und von den Anwendern über einen Web-Browser verwendet werden kann.
Mit der Umsetzung dieser Arbeit soll die Applikation mit einem neuen Modul für die Erstellung, die Anzeige und Bearbeitung von Geschäftsprozessen erweitert werden.

Lösungskonzept

Aus den Anforderungen, welche zu Beginn des Projekts erstellt wurden, ergaben sich verschiedene Arbeitspakete. Dazu gehören die Prozesshierarchie, Navigation durch die Prozesse, Hinterlegen von Metadaten, Nachverfolgbarkeit, Mehrsprachigkeit, Verknüpfungen, Umgang mit mehreren Mandanten, sowie Berechtigungen.

Realisierung

Das Softwaremodul wurde Backend mit .NET (C#) und Frontend mit React (JavaScript) entwickelt, die Daten wurden in einer Microsoft SQL-Datenbank abgelegt. Der entwickelte Quellcode wurde über Azure DevOps mittels Git-Repositorys, Arbeitselemente, Builds und Releases administriert. In der Entwicklungsumgebung Visual Studio wurden die Dateien in der Projektmappe bearbeitet und verwaltet.

Ergebnisse

Das Softwaremodul Prozesse ist mit der Fertigstellung dieser Arbeit mit vielen Funktionalitäten ausgerüstet. Es konnten alle Muss-Anforderungen erfüllt und ein Grossteil der optionalen Anforderungen umgesetzt werden.

Ausblick

Damit das Produkt den Kunden ausgeliefert werden kann, müssen noch Erweiterungen am Modul gemacht werden. Diese sind zeitnah geplant.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

FATZER®
BRUGG

Diplomand **Fabian Guggenbühl**
Dozenten Prof. Marcel Joss
Themengebiet Mikrowellenmesstechnik
Projektpartner Fatzer AG

Messverfahren für Seilspleisse mittels mm-Wellen

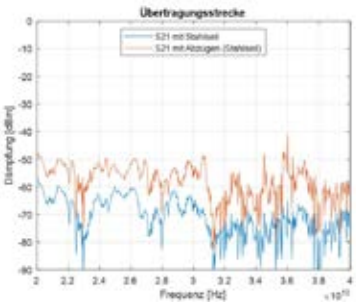


Abb. 1 Die gemessene Übertragungsstrecke (blau) und die berechnete Übertragungsstrecke mit den Abzügen (orange)

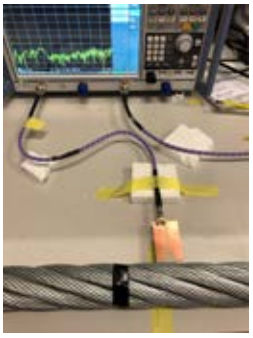


Abb. 2 Messaufbau für Messung am Stahlseil mit Messgerät

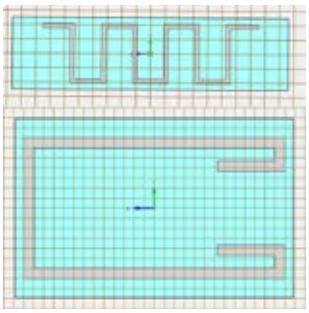


Abb. 3 Mäander (oben) und U-Form (unten) RFID–Tag (nicht Originalgrösse)

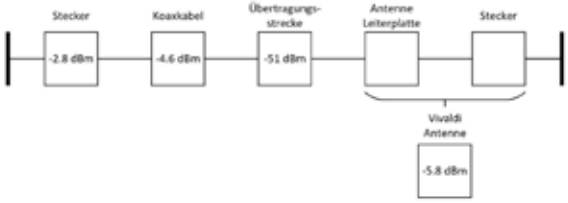


Abb. 4 Pegeldiagramm der Charakterisierten Strecke bei 24 GHz

Problemstellung

Die Firma Fatzer AG ist ein weltweit führender Hersteller von Stahlseilen für Seilbahnen. Sie stellen unter anderem „endlose“ Zug– und Förderseile für Umlaufbahnen her, welche als Einfachseil mit zwei offenen Enden hergestellt werden. Damit daraus ein Endlosseil entsteht, müssen die beiden Enden miteinander verbunden werden. Diese Verbindung nennt man Seilspleiss. Dabei werden die Litzen der Seilenden ineinander verflochten und am Schluss in das Seilinnere gesteckt, wo zwei Litzen aufeinander treffen. Da bei der Dimensionierung eines Spleisses entsprechende Veränderungen vorgenommen werden sowie dessen Herstellung sehr aufwändig ist, soll mittels eines CLRFID-Tags ein Monitoring der aufeinandertreffenden Litzenenden ermöglicht werden.

Lösungskonzept

In einem ersten Schritt soll geprüft werden, ob es überhaupt möglich ist, durch ein massives Stahlseil ein Signal in Form von elektromagnetischen Wellen zu schicken. Dies soll mittels eines Senders im Stahlseil geschehen, der ein Signal nach aussen sendet. Sofern dies gelingt, sollen im nächsten Schritt drei verschiedene Designvarianten von RFID Tags simuliert werden.

Realisierung

Für die Messung wurde von der Firma ein Teilstück eines Stahlseils zur Verfügung gestellt, in welches man seitlich eine Monopolantenne einführen konnte, welche als Sender diente. Für die Empfangsantenne wurde eine Vivaldi Antenne entworfen, die den Bereich von 20–40 GHz abdeckt, da mehrere Frequenzen interessant sein könnten.

Ergebnisse

Für das Endergebnis mussten die einzelnen Komponenten der Messung separat vermessen und charakterisiert werden, sodass am Ende die Übertragungsstrecke vom Seilkern bis zur Antenne übrig blieb. Aus diesem Ergebnis ging hervor, dass es bei der Frequenz von 24 GHz möglich ist, ein Signal nach aussen zu senden. Es befindet sich auch noch im messbaren Bereich, wenn es von Aussen nach Innen und wieder zurück muss. Die RFID Tag Simulationen sahen teilweise vielversprechend aus, jedoch sah man die erwünschten Resonanzänderungen in den Resultaten nicht. Diese müssten optimiert werden.

Ausblick

Die verschiedenen RFID Tag Varianten müssen optimiert, bzw. die Messresultate anders dargestellt werden, damit die Resonanzänderungen direkt erkennbar werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Shandro Gunanayagam**
Dozenten Dr. Jonas Mühlethaler
Themengebiet Energiesysteme & Antriebstechnik, Leistungselektronik
Projektpartner Adrian Weiss Stiftung

GaN Leistungsstufe für HF LLC Resonanzwandler

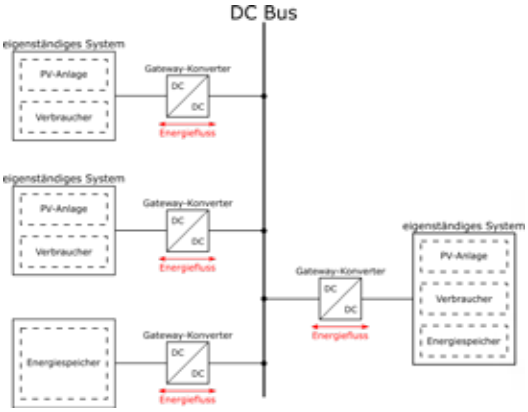


Abb. 1 Aufbau des DC Microgrids

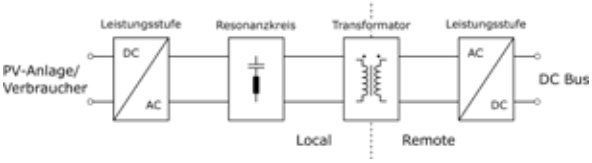


Abb. 2 Blockschaltbild des bidirektionalen LLC-Resonanzwandlers

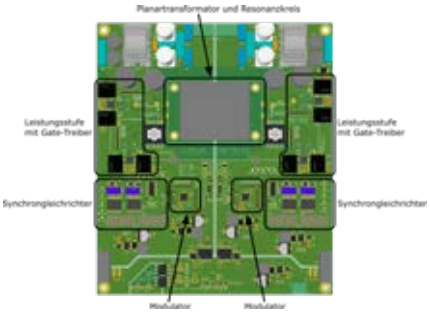


Abb. 3 3D-Modell des erstellten Funktionsmusters

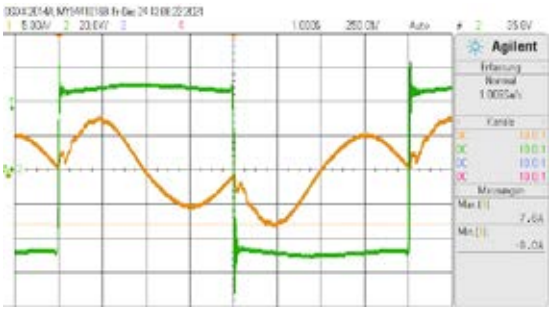


Abb. 4 Eingangsspannung und Resonanzstrom in der Einschwingphase. CH1 (gelb): Resonanzstrom, CH2 (grün): Eingangsspannung

Problemstellung

Im Auftrag eines Forschungsprojekts wird an der Hochschule Luzern an einem DC Microgrid Konzept gearbeitet. Im Hintergrund steht dabei die Ausrüstung von Dörfern, die nicht an einem Stromnetz angeschlossen sind. Das Projekt hat das Ziel, in eben diesen Dörfern ein Microgrid aufzubauen. Dabei soll das interne Stromnetz eine Gleichspannung von 48V haben. Es soll ein bidirektionaler Energietransfer möglich sein, damit sich die einzelnen Systeme gegenseitig unterstützen können. Damit dies möglich ist, wurde bereits ein erster Gateway Konverter Prototyp entwickelt. Beim Gateway Konverter handelt es sich um einen bidirektionalen 200W/48V HF LLC Resonanzwandler. In einem nächsten Schritt soll nun der Prototyp optimiert werden. Für dieses Ziel wurde eine neue Leistungsstufe entwickelt, in welcher Galliumnitrid Transistoren zum Einsatz kommen.

Lösungskonzept

Der Schwerpunkt lag bei der Auslegung einer Galliumnitrid Leistungsstufe, um die Schaltfrequenz des Wechselrichters zu erhöhen. Dazu wurde zu Beginn ein Konzept erstellt, in welchem die Erkenntnisse der Recherche einflossen. Das entwickelte Konzept, bestehend aus einer Galliumnitrid Leistungsstufe und einem Synchrongleichrichter, wurde anschliessend mithilfe eines Simulationsmodells in PLECS genauer untersucht und validiert.

Realisierung

Das erstellte Konzept wurde zu einem konkreten Funktionsmuster ausgearbeitet. Dazu wurden für jedes Teilsystem die passenden Komponenten evaluiert. Nachdem die geeigneten Bauteile bestimmt worden waren, wurde eine Leiterplatte erstellt. Als Grundlage diente dabei der erste Gateway Konverter Prototyp. Die bestehenden Komponenten wurden übernommen und durch die neu evaluierten Bauteile ergänzt.

Ergebnisse

Die Messergebnisse zeigten, dass mit der neu entwickelten Leistungsstufe die Schaltfrequenz von 500kHz erreicht wird und dass der LLC Resonanzwandler grundsätzlich funktioniert. Gemessene Diskrepanzen zur Theorie konnten in der Simulation nachgebildet und begründet werden. Für diese werden in der Arbeit konkrete Lösungsvorschläge dargelegt.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Matthias Höfflin**
Dozenten Prof. Dr. Thomas Hunziker
Themengebiet Nachrichtentechnik & Signal Processing, Mechatronik, Automation & Robotik
Projektpartner Hochschule Luzern, Institut Elektrotechnik

Modellfreie Regelung mit Reinforcement Learning

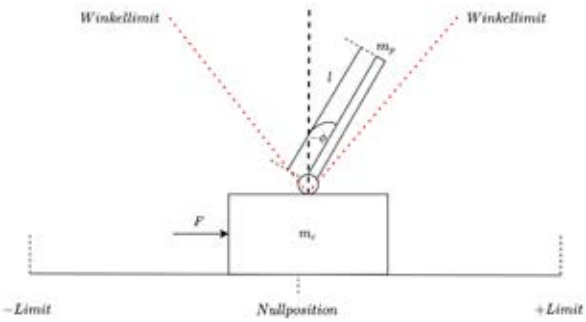


Abb. 1 Aufbau des Cartpole Versuchs

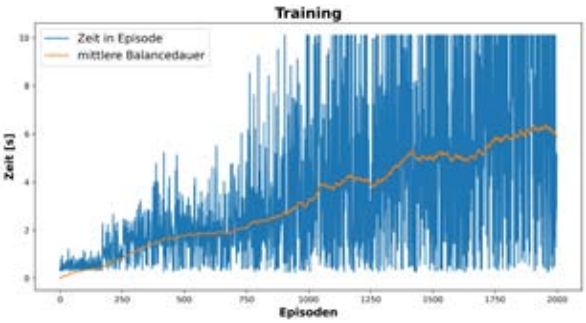


Abb. 2 Verhalten während des Trainings. Episodenabbruch bei Episodendauer > 10s oder Überschreitung der Limitierungen. Sichtbare Vergrösserung der mittleren Balancedauer.

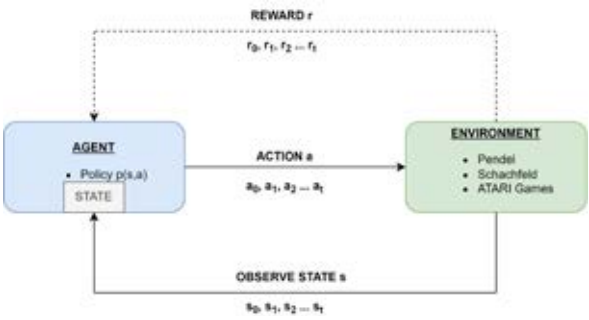


Abb. 3 Grundstruktur von Reinforcement Learning

Problemstellung

Einige Systeme aus der Regelungstechnik besitzen lediglich eine Zielfunktion, wie z.B. in Form einer Distanz vom gewünschten Zustand und keine weiteren Informationen über das Modell, welches zugrunde liegt. Reinforcement Learning soll über einen Agenten eine Policy erlernen und somit eine Umgebung meistern. Dabei kann eine explizite Modellierung der Systeme umgangen werden.

Lösungskonzept

Um eine geeignete Policy zu finden, wurde ein neuer Ansatz entwickelt. Der Ansatz wurde am Beispiel des räumlich inversen Pendels (Cartpole) untersucht und verfolgte die Grundidee, dass es zu jedem Zustand, der das Pendel einnehmen kann, eine Aktion besser ist als die andere. Ist dies der Fall, muss es möglich sein eine Entscheidungsgrenze in Form einer Hyperebene in die Zustandsdaten zu fitten, um zu jedem Zustand zu wissen, welche Aktion die geeignete ist. Die Untersuchung wurde an einem virtualisierten System des Versuchs ausgeführt.

Realisierung

Die Hyperebene wurde mithilfe von Support Vektor Maschinen (SVM) in die gesampelten Datenpunkte gefittet. Dabei wurde zusätzlich neben den vier Dimensionen des Pendels (Position des Wagens, Geschwindigkeit des Wagens, Winkel der Stange und die Winkelgeschwindigkeit) eine zusätzliche Reward-Dimension eingeführt. Der Reward beschreibt, wie gut eine Aktion war und ermöglicht somit eine Bewertung der Aktion. Diese Dimension ist notwendig, um eine Entscheidungsgrenze finden zu können. Die Entscheidungsgrenze wird in einem iterativen Sampling- und Trainingsverfahren nach und nach verbessert.

Ergebnisse

Der untersuchte Ansatz konnte durch iteratives Verbessern der Entscheidungsgrenze, mithilfe einer Support Vektor Maschine, das Pendel in den ausbalancierten Zustand bringen. Somit wurde die Grundidee bestätigt, dass es eine Tendenz in den Daten gibt, welche durch eine Hyperebene unterscheidbar ist.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Joël Hofstetter**
Dozenten Prof. Dr. Thomas Graf
Themengebiet Technische Informatik (Embedded Systems) und Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner Oertli Instrumente AG

Vision-basierte Ermittlung des Füllstands einer Infusionsflasche

Abb. 1 Selbstgebauter Messaufbau für die Datenerhebung

Abb. 2 Linke Darstellung Original Bild in Grauwerte dargestellt. Rechte Darstellung skaliertes Bild, damit die Ellipse als Kreis einfacher detektiert werden kann.

Abb. 3 Canny Kantendetektion mit den detektierten Kanten

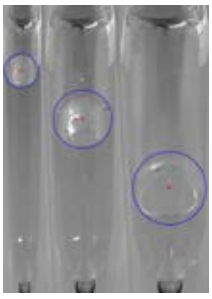


Abb. 4 Gespeicherte Bilder mit unterschiedlichen Füllständen, bei denen die Höhe erkannt wurde

Problemstellung

In der Kataraktchirurgie wird mittels einer Infusionsflasche und Schlauch Flüssigkeit direkt ins Auge injiziert. Eine zuverlässige Überwachung des Füllstands zur Verhinderung des Leerlaufs der Flasche ist nötig. Eine Kontrolle durch ein visuelles Sensor System mit geeigneter Bildbearbeitung wird überprüft.

Lösungskonzept

Drei Ansätze wurden verfolgt und untersucht.

Variante I: Ellipse Erkennen
Mit Hilfe der Technik der Objekterkennung, soll aus einer seitlich über dem Behälter bestehenden Beobachtungsposition, den Füllstand mit einer Ellipse visualisiert werden. Mit der Umwandlung der Ellipse in einen Kreis wird die Detektion vereinfacht. Diese Variante nutzt die Technik der Objekterkennung. Der Füllstand ist aus einer Beobachtungsposition von seitlich oben auf den Behälter als Ellipse erkennbar. Für die Detektion soll die Ellipse in einen Kreis gewandelt werde, dadurch wird die Erkennung vereinfacht.

Variante II: Vergleichen der Bilder
Der Füllstand soll mittels Vergleiches des Referenzbildes und des aktuellen Bildes erkannt werden. Das MATLAB Skript und die Idee für diese Variante stammt von der Webseite MathWorks.

Variante III: Absorption
Anhand des Short Wave Infrared (SWIR) Filter, soll der sichtbare Bereich (350–685 nm) herausgefiltert werden und nur der Infrarotbereich den Sensor der Kamera erreichen. Die absorbierende Eigenschaft des Wassers für kurze Infrarotwellen wird verwendet, um den Kontrast zwischen Umgebung und Flüssigkeit zu erhöhen und die Erkennung zu vereinfachen. Der Ansatz stammt von einem technischen Mitarbeiter der HSLU.

Realisierung

Mittels einer Webcam mit einem 60° Winkel von oben zum Behälter wurde eine Ellipse mit ändernder Haupt- und Nebenachse erfasst. Durch Skalierung entstand aus der Ellipse ein Kreis, welcher mit der Hough-Transformation detektiert wurde. Der Kreismittelpunkt entspricht dem Füllstand der Flasche.

Ergebnisse

Die Variante I funktioniert. Eine Verbesserung der Bedingungen für die Automation ist erforderlich. Die zweite Variante konnte nicht überprüft werden, da das Skript nicht zum Funktionieren gebracht wurde. Erste Aufnahmen mit dem Filter und IR Beleuchtung haben gezeigt, dass die Variante III Lösungspotential hat. Spezifische Überprüfung mit einer Kamera, welche den IR Wellenbereich komplett abdeckt, sind notwendig.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Mirco Hüsler**
Dozenten Dr. Jonas Mühlethaler
Themengebiet Energiesysteme & Antriebstechnik,
Signalverarbeitung & Kommunikation
Projektpartner Bächli AG

Tonfrequenzsperre für Rundsteuersignale

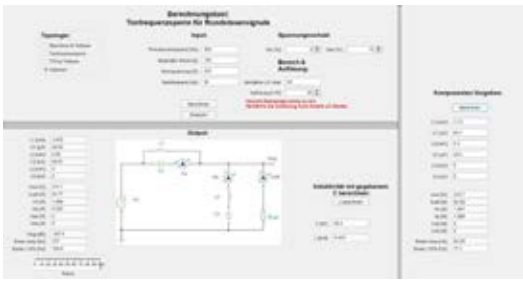


Abb. 1 Filter-Berechnungstool

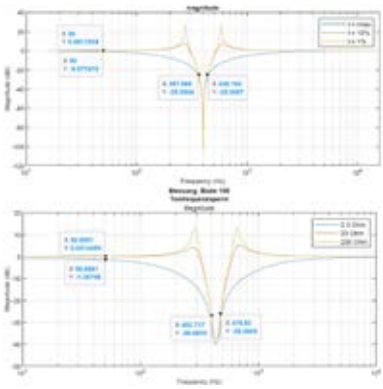


Abb. 2 Vergleich der Amplitudengänge (Berechnungstool oben, Messung unten)

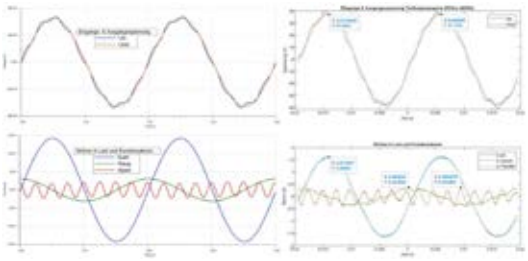


Abb. 3 Vergleich der Spannungen und Ströme (TINA Simulation links, Messung rechts)

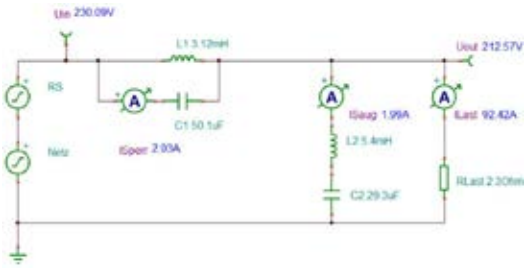


Abb. 4 TINA-Simulation

Problemstellung

Rundsteuersignale werden genutzt, um den Energieverbrauch auf die Produktion abzustimmen. Es werden damit etwa Boiler oder Wärmepumpen entsprechend ein und ausgeschalten. Nebst dem erwünschten Effekt der Fernsteuerung, lösen diese Rundsteuersignale auch Störungen in elektronischen Verbrauchern wie LED-Beleuchtungen aus. Diese beginnen zu flackern oder schalten gar komplett aus, wenn ein solches Signal empfangen wird. Diese Störungen können durch angepasste Filter behoben werden. Die Firma Bächli AG, Entwickler und Produzent von Transformatoren und Drosseln, erhält wöchentliche Anfragen solche Filter zu entwerfen. Damit nicht jedes Filter von Hand berechnet werden muss, wird mit dieser Arbeit ein Berechnungstool entwickelt.

Lösungskonzept

Ein Rundsteuersignal wird als Sinus auf alle Aussenleiter aufgeschaltet und hat eine Frequenz, welche im Bereich von 110 bis 2000 Hz liegt. Um nun diese eine Frequenz herauszufiltern, können sogenannte Tonfrequenzsperren zum Einsatz kommen.
Um das Filterverhalten, sowie die Energieeffizienz richtig zu berechnen, wird das Tool mit Simulationen und Messungen abgeglichen und entsprechend verbessert.

Realisierung

Das Tool wurde mit dem MATLAB «App Designer» erstellt. Dies hat die Vorteile, dass zum einen eine gute Übersichtlichkeit und Benutzerfreundlichkeit gewährleistet werden kann und zum anderen kann diese App als Standalone Variante exportiert werden. So kann das Tool auf einem beliebigen System ohne MATLAB Lizenz verwendet werden.

Ergebnisse

Zur Validierung des Tools, wurden Simulationen und Messungen durchgeführt. Es wurden auch andere Topologien, sowie die Einflüsse einzelner Komponenten untersucht. Da mit diesem Tool Filter berechnet werden, welche für unbekannte Lasten Einsatz finden, hat sich bestätigt, dass die Tonfrequenzsperre die beste Topologie darstellt. Somit können Filter berechnet werden, welche für ein breites Last-Spektrum funktionieren.

Ausblick

Das Berechnungstool bietet eine gute Basis, um auch Filter anderer Art zu berechnen. So kann das Tool mit weiteren Topologien und Anwendungsbereichen erweitert werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

ETH zürich

Diplomand **Yves Jacob**
Dozenten Prof. Rolf Mettler, Prof. Dr. Adrian Omlin,
Prof. Erich Styger
Themengebiet Embedded Systems & Automation
Energiesysteme & Antriebstechnik
Projektpartner ETH Zürich

Formula Student Electric

Abb. 1 AMZ bernina

Abb. 2 FDE (Feder-Dämpfer-Elemente) – PCB

Abb. 3 Montage des Kabelbaumes

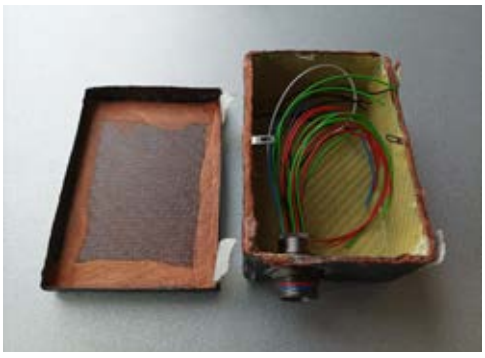


Abb. 4 Gehäuse der PCBs mit Motorsport-Lemo-Stecker

Problemstellung
Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Teil des Formula Student Projekts des Teams Akademischer Motorsportverein Zürich (AMZ). Das Team besteht aus Studierenden der Hochschule Luzern (HSLU) und der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH). Ziel des Projekts ist es, einen Rennwagen für die Formula Student Events zu konstruieren. Das Fahrzeug soll dieses Jahr erstmalig rein autonom oder mit Fahrer bewegt werden können. Die Arbeitspakete dieser Arbeit sind der Kabelbaum, EMV/Grounding, Shutdown Circuit, EMB (Energy Meter Box) und FDE (Feder-Dämpfer-Elemente) – PCB. Der Shutdown Circuit soll dabei im Fehlerfall den Akkumulator vom Antriebssystem vom Rest des Fahrzeuges trennen.

Lösungskonzept
Das Regelwerk der Formula Student Germany dient als Grundlage der Konzeptentscheide und deren Umsetzung. Für den Kabelbaum wurden ultraleichte Signalkabel und leichte Motorsport-Stecker gewählt, um das Gewicht möglichst niedrig zu halten. Damit die Systeme störungsfrei arbeiten können, wurden EMV- und Grounding-Konzepte erarbeitet und umgesetzt. Im Shutdown Circuit fliessen neue Komponenten für die Driverless-Funktionen hinzu, die ausserdem im Kabelbaum mitintegriert werden.

Realisierung
Die Schnittstellen und Signale werden des Kabelbaumes wurden in einer Excel-Netzliste aufgelistet. Anhand dieser Liste und mit Hilfe von Industriepartner sowie den Mitstudenten der HSLU konnte der Kabelbaum vorgefertigt und anschliessend im Fahrzeug montiert werden. Diverse Teile des Shutdown Circuits wurden ausserhalb des Fahrzeugs im Zusammenspiel mit den PCBs getestet, um allfällige Fehler früh zu erkennen.

Ergebnisse
Das Fahrzeug wird aktuell noch fertiggestellt und die komplette Inbetriebnahme ist ausstehend. Der Kabelbaum konnte im Fahrzeug verlegt werden und diverse Komponenten ausserhalb des Fahrzeuges getestet werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Marco Jenny**
Dozenten Dr. Oliver Kasten
Themengebiet Mechatronik, Automation, Robotik

Projektpartner Jenny Science AG

Produktionsdaten von Linearmotoren in ERP-System einbinden

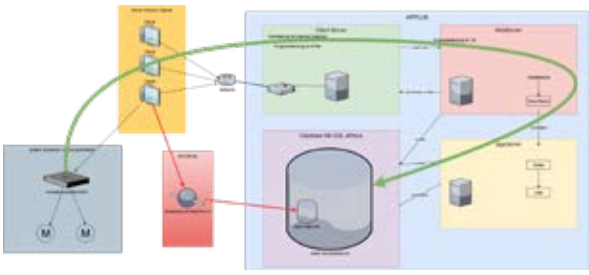


Abb. 1 Schnittstellen Überblick Testequipment zur APplus Datenbank

Abb. 2 Altes Q-Dokument vs APplus Maske Qualitätsdokument LINAX Lxc

Problemstellung

Die Jenny Science AG entwickelt und fertigt kompakte Linearmotor-Achsen für anspruchsvolle Kunden in der ganzen Welt. Die Linearmotor-Achsen werden aus einzelnen vormontierten Baugruppen gefertigt. Zu jeder Linearmotor-Achse gibt es ein Q-Dokument «Laufblatt» mit Identifikation (Seriennummer) und Qualitätsmerkmalen (z.B. Laufzeit im Belastungstest), welche vom Monteur ausgefüllt und versiert werden. Die Übertragung in das ERP-System (APplus) zur Rückverfolgbarkeit folgt von Hand.

Folgend werden die wichtigsten Probleme/Defizite im derzeitigen Zustand(IST) erläutert:

- Die vormontierten Baugruppen können nur anhand des zugehörigen «Laufblatt» identifiziert werden. Ein Verlust des Q-Dokuments bedeutet zugleich, dass die Baugruppe nochmals neu eingestellt und getestet werden muss.
- Die Linearmotor-Achse ist nur über einen Seriennummer-Kleber eindeutig identifizierbar. Dabei ist es oft so, dass im eingebauten Zustand die Seriennummer nicht mehr erkennbar ist.
- Beim Produktionstest der Linearmotor-Achsen werden die Resultate der einzelnen Tests in je ein separates Log .csv-File geschrieben. Mit grösser werdenden Datenmengen wird dies entsprechend langsamer und die jeweiligen .csv-Files enthalten viele redundante Daten.

Lösungskonzept

Zu Beginn des Projekts muss zuerst neues Fachwissen zum entsprechenden ERP-System APplus und der zugehörigen SQL Datenbank erworben werden. Mit dem Wissen soll eine Schnittstelle erstellt werden, mit welchen man direkt in die Tabellen der SQL Datenbank (siehe Abb.1, roter Pfeil) , ohne zusätzlichen ERP Lizenzen und über differente Server (siehe Abb.1, grüner Pfeil), schreiben und lesen kann. Die Schnittstelle diente dann dazu, direkt generierte Prüfdaten vom Produktionstest in die SQL-Datenbank zu schreiben. Desweiter sollen die generierten Prüfdaten in das EEPROM der Linearmotor Achse geschrieben wie auch ausgelesen werden können.

Realisierung

Für die Schnittstelle wurde in C# eine .dll Library Namens «JSCDBLibr» erstellt. Diese beinhaltet nebst den Berechtigungen und direkten Verbindungsaufbau zur SQL-Datenbank auch entsprechende Funktionen, mit welchen gezielt die Datenbanktabellen manipuliert werden können. Um die Prüfdaten auch auf dem der Linearachse zu haben, wurden diese strukturiert, mit CRC versehen und sicher in das EEPROM geschrieben.

Ergebnisse

Die Prüfdaten werden nun direkt von der Prüfstation in der SQL Datenbank geschrieben und können von einer erstellten Bildschirmmaske aus angezeigt und manipuliert werden. (siehe Abb.2) Desweiter ist es nun möglich, alle Prüfdaten direkt aus dem Motor zu lesen.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Manuel Keller**
Dozenten Prof. Dr. Jürgen Wassner
Themengebiet Signalverarbeitung & Kommunikation, Embedded Systems, FPGA Design
Projektpartner CC ISN, Hochschule Luzern T&A

Dual-Camera Video-Streaming Platform

Abb. 1 Das Ultra96-V2 Board

Abb. 2 Das Dual Camera Mezzanine Board

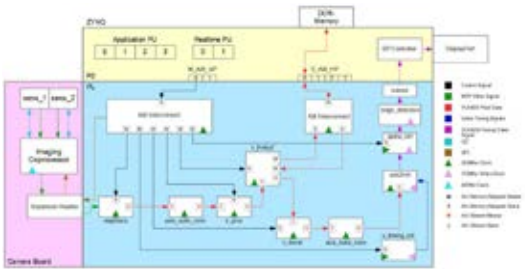


Abb. 3 Das Ultra96 Blockschaltbild

Abb. 4 Anzeige des Dual Camera Videostreams auf einem Monitor

Problemstellung

Sowohl im Unterricht der Module ADD/EBV als auch in F&E-Projekten ist es von Interesse Vision-Algorithmen in Echtzeit möglichst unkompliziert evaluieren und demonstrieren zu können. Dafür wird eine entsprechende Fast-Prototyping Plattform benötigt. In Anlehnung an ein existierendes Video-Streaming Design für das Xilinx Zynq SoC-FPGA soll eine Videostreaming-Plattform auf dem Nachfolge-Chip UltraScale + MPSoC-FPGA entworfen und auf einem Ultra96-Evalboard (siehe Abbildung 1) implementiert werden. Das Design soll Videoinputs von einem kompatiblen Dual-Camera Board (siehe Abbildung 2) einlesen und über einen Video-Buffer zum Anzeigeport weiterleiten. Der Nutzer (Entwickler) der Plattform soll auf einfache Weise Hardware-Beschleuniger für seine Vision-Algorithmen in den FPGA-Teil integrieren und so in Echtzeit evaluieren können.

Lösungskonzept

Das Ultra96 Design soll mit einem ähnlichen Prinzip wie das bisher auf dem Zynq Board verwendete implementiert werden. Dabei wird das Kamerabild in einer Capturepipeline eingelesen und über einen Framebuffer in einer Outputpipeline verarbeitet und ausgegeben. Um den Entwicklungsaufwand in Grenzen zu halten, wird auf einem Referenzprojekt des Herstellers aufgebaut. Ein weiterer Grund ist die fehlende öffentliche Verfügbarkeit des Datenblatts des Kameraboard-Prozessors, was eine baremetal Implementation der Software stark erschwert. Aufgrund der fehlenden Dokumentation wird das System zuerst analysiert und ein Blockschaltbild davon erstellt. Anschliessend wird das Hardwaredesign angepasst, die Software kompiliert und auf dem Board verifiziert.

Realisierung

Das Design wird überarbeitet, da es sich in einem veralteten, nicht funktionsfähigen Zustand befindet. Veraltete Hardwareblöcke werden aktualisiert, sowie fehlerhafte Constraints anhand des synthetisierten Hardwareschemas korrigiert. Das überarbeitete Design (siehe Abbildung 3) wird als Hardwareplattform exportiert und anhand dieser wird die PetaLinux Software kompiliert. Das generierte Image wird per SD-Karte auf dem Ultra96 Board gestartet.

Ergebnisse

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, funktioniert die Ausgabe des Videostreams. Die Evaluation von Algorithmen ist aber noch nicht möglich, da die Software den Stream direkt aus dem Framebuffer ausliest und somit die Outputpipeline mit der Videoverarbeitung überspringt. Die Software muss deshalb überarbeitet werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Adrian Kurmann**
Dozenten Prof. Rolf Mettler
Themengebiet Technische Informatik
Projektpartner Roche Diagnostics International AG

Kabelloser Datenlogger

Abb. 1 Analysemaschine cobas 6800 der Firma Roche/ Symbolbild

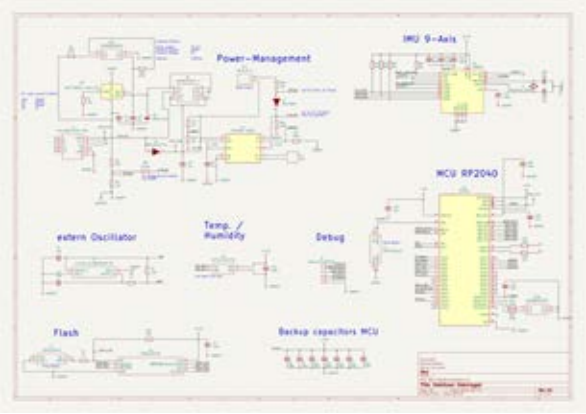


Abb. 2 Schema Datenlogger V2.2

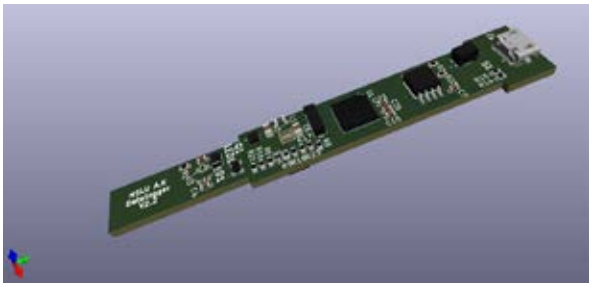


Abb. 3 3D-Model Datenlogger aus KiCad

Abb. 4 Datenlogger V2.1 im Probenreagenzröhrchen

Problemstellung
Die Firma Roche Diagnostics International AG möchte ihre Proben-Analysesysteme und Probenbewegungen überprüfen. Um dies zu erreichen, soll ein Datenlogger entwickelt werden, welcher Beschleunigungsdaten über eine bestimmte Zeit aufnehmen kann. Mit der Analyse der Daten sollen Beschleunigungsspitzen und damit Problemstellen innerhalb des Systems erkannt werden. Nach Möglichkeit sollen weitere Daten aufgezeichnet werden.

Lösungskonzept
Um die Platzverhältnisse optimal zu nutzen, müssen möglichst kleine Komponenten verwendet werden. Dafür wurden diverse Konzepte mit verschiedenen Mikrocontrollern ausgearbeitet. Aufgrund der momentanen Lieferschwierigkeiten war die Verfügbarkeit ein zentraler Punkt bei der Erstellung und Auswahl der Konzepte.

Realisierung
Für die Entwicklung des Datenloggers wird mit einer RP2040 MCU von Raspberry Pi gearbeitet. Um die MCU zu programmieren, wird mit der Entwicklungsumgebung Visual Studio Code und C Software für den Datenlogger erstellt. Als Mess-IC hat man sich für den BNO055 von Bosch entschieden.
Er kann bis auf die Luftfeuchtigkeit alle geforderten Messdaten liefern.
Für die Entwicklung von Leitplatinen wird das Open Source Programm KiCad eingesetzt.

Ergebnisse
Als Ergebnis wurde eine funktionsfähige Hardware entwickelt, welche verschiedene Messdaten aufzeichnen kann und den geforderten Platzverhältnissen genügt. Um den Datenlogger über eine FSM zu steuern, können mittels Magneten Messungen gestartet und beendet werden.

Ausblick
Aus Zeitgründen konnte die Software nur zu etwa 80 % fertiggestellt werden. Für eine Verwendung des Datenloggers muss noch mehr Zeit in die Software investiert werden. Danach steht dem Untersuch der Analysesysteme nichts mehr im Weg.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Michael Lang**
Dozenten Christian Jost
Themengebiet Testsystem, Testscenarios
Projektpartner Jenny Science AG

Firmware-Release-Test Automation

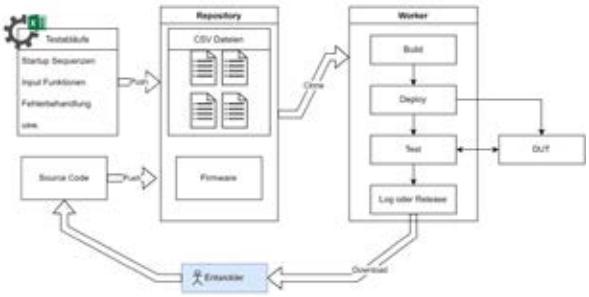


Abb. 1 Workflow der Softwareentwicklung

Abb. 2 Erfolgreich durchlaufene Testpipeline

Abb. 3 CAD Modell der Teststation

Problemstellung

Das Unternehmen Jenny Science AG stellt Linearmotoren sowie Steuerungen für diese her. Die Software, welche auf diesen Servocontrollern läuft, soll jeweils vor der Veröffentlichung gründlich geprüft werden. Da die Firmware stetig erweitert und verbessert wird, erhöht sich auch der Testaufwand.
Nun soll das Testen weitgehendst automatisiert werden. Der Industriepartner legt hierbei grossen Wert auf Modularität und eine einfache Anpassbarkeit der Testabläufe.

Lösungskonzept

Um die Firmware automatisch testen zu können, wird ein spezifischer Workflow eingesetzt (Abb. 1). Sobald ein Entwickler einen Push auf das Repository ausführt, wird die Testpipeline gestartet. Diese arbeitet sich zuerst durch die konstanten Schritte, wie beispielsweise dem Builden der Firmware aus den soeben gepushten Sourcen. Sind alle diese Schritte abgearbeitet, wird das Testing gestartet. Hierbei kommt eine speziell entwickelte Interpretersoftware zum Einsatz, welche vordefinierte Testabläufe abarbeitet. Die Testergebnisse sollen dem Entwickler, nach Beendigung der Tests, zur Verfügung gestellt werden.

Realisierung

Um dieses Konzept zu realisieren, wurde ein Server aufgesetzt, welcher ein GitLab System hostet. Auf diesem GitLab liegt das Firmwarerepository der Softwareentwickler. Innerhalb von GitLab wurde eine Pipeline aufgesetzt, welche die anstehenden Aufgaben ausführt. Die Tests, welche dabei erledigt werden, sind in Tabellen hinterlegt, welche von der Interpretationssoftware Zeile für Zeile abgearbeitet und ausgewertet werden. Die Ausführung der Tests findet auf einer Hardwareplatform statt, welche explizit für diese Tests entworfen wurde (Abb. 3).

Ergebnisse

Während dieser Arbeit entstand eine funktionstüchtige Pipeline, welche in der Lage ist über die Interpretersoftware Tests auf der Hardware auszuführen und Fehler zu erkennen. Eine fehlerfrei durchlaufene Pipeline ist in Abbildung 2 ersichtlich.
Das Ganze ist sehr modular aufgebaut und kann daher einfach erweitert und angepasst werden.

Ausblick

Um die automatischen Tests möglichst sinnbringend nutzen zu können, ist es nötig die Tests ständig zu erweitern. Daher muss auch mit jeder neuen Funktion in der Firmware, direkt ein entsprechender Test erstellt werden, damit eine möglichst hohe Testabdeckung erreicht wird.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Rinaldo Leone**
Dozenten Prof. Dr. Patric Eberle, Dr. Alberto Calatroni
Themengebiet Embedded Systems, Technische Informatik, Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner Ekteos

Entwicklung eines Roll-to-roll Prototypen für die Membranproduktion

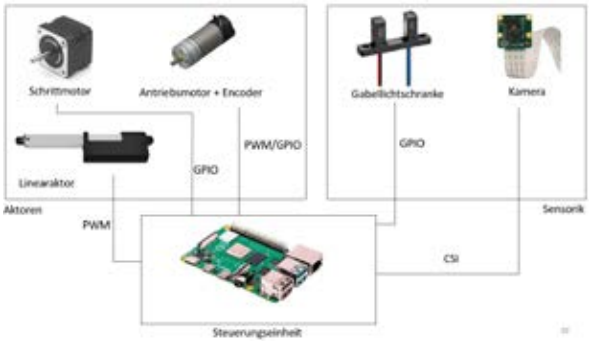


Abb. 1 Hauptkomponenten der Elektrotechnik

Abb. 2 Prototyp (nicht vollständig)

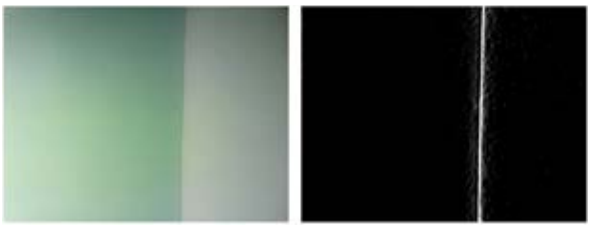


Abb. 3 Kantendetektion mit einem Sobelfilter

$$\Delta u = f_x \cdot \frac{X}{Z}$$

$$\Delta v = f_y \cdot \frac{Y}{Z}$$

Abb. 4 Hergeleitete Formeln zur Umwandlung von Pixeldistanzen in reelle Distanzen

Problemstellung

Ekteos ist ein Start up, welches Membranen aus Graphen produziert. Um die optimalen Parameter der Herstellung und deren Auswirkung auf die Qualität der Membranen zu untersuchen, soll ein Prototyp auf Roll-to-Roll Basis entwickelt werden. Die Arbeit wird interdisziplinär durchgeführt mit dem Fachbereich Maschinenbau. Der Prototyp soll es ermöglichen Membranen mit einer Lösung zu beschichten und diese dann in zwei Bäder mit verschiedenen Flüssigkeiten eintauchen zu lassen. Die Geschwindigkeit, die Menge an Lösung und die Zeiten in den Flüssigkeiten sollen dabei variabel sein. Diese Parameter sollen eingegeben werden und die Ergebnisse gespeichert werden.

Lösungskonzept

Es wurde in Team nach einer Lösung gesucht. Für den Elektrotechnik Teil wird ein Raspberry PI als Steuerung verwendet. Ein Linearktor soll die Lösung auf die Membranen auftragen. Lichtschranken sollen die Geschwindigkeit messen und die Position der Membran in der Maschine bestimmen. Ein DC Motor treibt die Maschine an. Der Encoder liefert die Drehzahl, um die Geschwindigkeit zu regeln. Die Membranen werden auf eine Folie aus Kapton befestigt. Beim Aufrollen muss garantiert werden, dass diese sich nicht zu stark verschiebt. Dazu wird die Kante der Folie mit einer Kamera erkannt und zusammen mit einem Aktor, der mit einem Schrittmotor bewegt wird, ein Regelkreis implementiert.

Realisierung

Zunächst wurden alle Teilsysteme getrennt voneinander getestet und im Betrieb genommen. Danach wurden diese nach und nach verknüpft. Ein kleines PCB wurde designt, um die Versorgung von einem Netzgerät auf alle Systeme zu verteilen. Aufgrund von Änderungen, wurde das Regelverfahren der Folienbahn gar nicht am Prototyp eingebaut. Leider konnte aber auch das meiste nicht am Prototyp eingebaut werden, da dieser nicht rechtzeitig fertig wurde.

Ergebnisse

Die Kantenerkennung und das Zusammenspiel mit dem Schrittmotor wurden separat getestet und das Funktionsprinzip validiert. Die Kante wird mit einem Sobelfilter detektiert und die Punkte interpoliert. Mit einem Kameramodell kann man Bilddistanzen in reelle Distanzen umwandeln und so eine Abweichung der Folienbahn detektieren. Alle weiteren Teilsystem haben für sich gut funktioniert. Der ganze Ablauf des Prozesses konnte mit dem DC Motor und den Lichtschranken erfolgreich simuliert werden. Der Linearaktor wurde separat und erfolgreich getestet.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Patrick Lieberherr**
Dozenten Prof. Rolf Mettler
Themengebiet Sensorik, Optik, analoge Schaltungsentwicklung
Projektpartner Sigrist Photometer AG

Photostrommessung

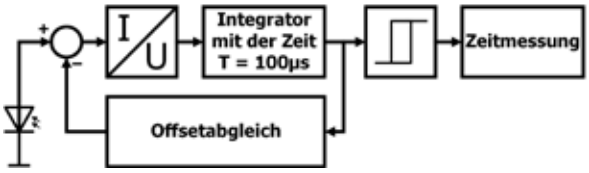


Abb. 1 Blockschaltbild der neuen Messschaltung

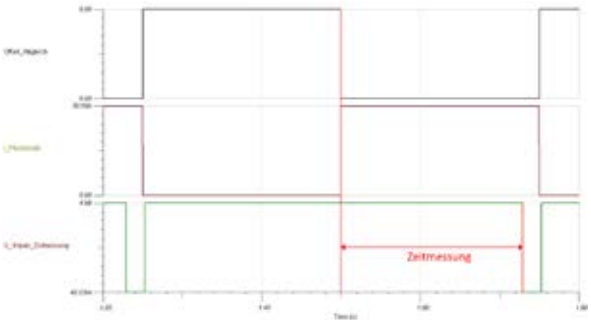


Abb. 2 Simulationsergebnisse der entwickelten Schaltung bei einer Messung von 50 pA

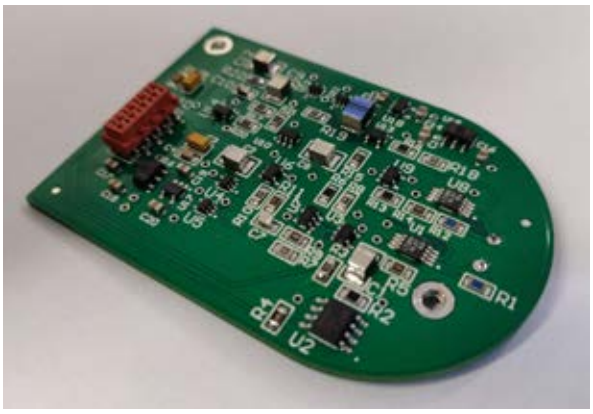


Abb. 3 Funktionsmuster der Messschaltung

Problemstellung

Die Firma Sigrist Photometer AG stellt optische Messgeräte zur Bestimmung von Substanzen in Flüssigkeiten und Gas her. Dies erfolgt mittels verschiedenen Messprinzipien wie Absorptionsmessungen, Streulichtmessung, Fluoreszenzmessung und weitere Messprinzipien mit welchem das Licht gemessen wird. Für die Messung, um die es in dieser Aufgabe geht, wird eine Flüssigkeit mit einer LED bestrahlt und durch die Schaltung wird das absorbierte Licht mittels eines Photostromes gemessen. Der zu messende Photostrom ist sehr klein, weshalb es eine genaue Schaltung braucht, welche basierend auf neueren Komponenten hergestellt werden soll.

Lösungskonzept

Die aktuell eingesetzte Schaltung soll für einen späteren Vergleich der entwickelten Schaltung genauer analysiert werden. Ziel der entwickelten Schaltung ist es, eine äquivalente oder bessere Performance der Messung zu ermöglichen. Die Messresultate sollen mit einem handelsüblichen Mikrocontroller ausgewertet werden können.

Realisierung

Zur Realisierung der Messschaltung werden mehrere Konzepte im Verlauf dieser Arbeit simuliert und getestet. Aus den daraus gewonnenen Erkenntnissen der Tests, wird das finale Konzept der Messschaltung entwickelt. Daraus wird eine Schaltung dimensioniert, welche anschliessend simuliert, produziert und auch getestet wird.

Ergebnisse

Da sich bei der Produktion der Schaltung Fehler beim Layout hinausgestellt haben, konnte leider nicht der gesamte Funktionsumfang der Messschaltung getestet werden. Mit den Simulationsergebnissen konnte aufgezeigt werden, dass die Schaltung die Anforderungen, welche an die Messschaltung gestellt werden, mehr als erfüllen. Für eine Verifikation dieser Ergebnisse, müsste die Schaltung ein weiteres Mal mit den vorgeschlagenen Anpassungen und Verbesserungen produziert werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Adrian Liechti**
Dozenten Prof. Dr. Adrian Omlin
Themengebiet Energie- und Antriebssysteme
Projektpartner Pilatus Aircraft Ltd

Aircraft EWIS

Abb. 1 PC-24 der Firma Pilatus

Abb. 2 Kabel auf dem Teststand

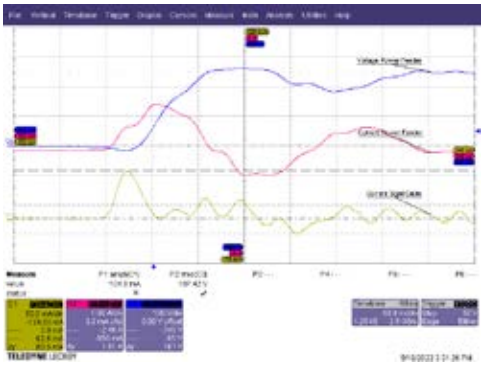


Abb. 3 Messung von Strom und Spannung bei parallel verlaufenden Leitungen

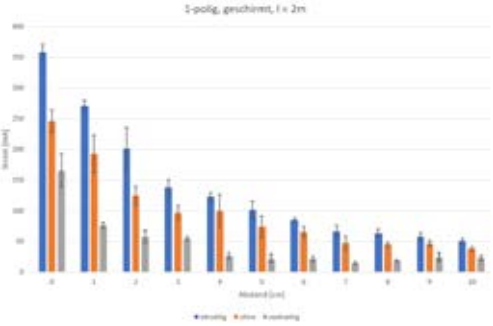


Abb. 4 Vergleich, wenn der Kabelschirm zweiseitig, einseitig oder nicht angeschlossen ist

Problemstellung

In dieser Arbeit soll eine Empfehlung für die erforderliche Trennung zwischen Hochspannungsleitungen und Niederspannung-Signalleitungen an Bord des PC-24 der Firma Pilatus Aircraft erarbeite werden.

Lösungskonzept

In einem ersten Schritt werden die entsprechenden Theorien sowie die wichtigen Normen aufgearbeitet. Diese Theorie wird anschliessend im Labor mit einem aufzubauenden Teststand untermauert. Insbesondere wird untersucht, wie sich Signalleitungen mit abgeschirmten oder verdrillen Adern parallel zu einer 270 VDC-Leitung verhalten.

Realisierung

In einer Serie von Messungen wird die Schutzwirkung von verdrillten und geschirmten Kabeln gegenüber äusseren Einflüssen aufgezeigt. Parallel zu einem Kabel das als Störquelle dient, werden Signalkabel verlegt, um das Übersprechen zu testen und zu messen. Es werden verschiedene Abstände von 0 bis 10 cm und Längen, 1 und 2 m getestet. Auch die Wirkung von verschiedenen Schirmungsarten wird miteinander verglichen.

Ergebnisse

Die aufgebaute Testbank mit der dazugehörigen Störquelle lieferten äusserst konsistente Werte. Daher lassen sich die Testergebnisse gut miteinander vergleichen. Daraus geht hervor, dass mit der korrekten Schirmung und auch mit kleinen Abständen sich Störungen gut vermeiden lassen. Auch verdrillte Kabel sind sehr effizient.

Ausblick

Alle Tests sind mit der gleichen Quelle und dem gleichen Störkabel durchgeführt worden. Die möglichen Varianten der Test lässt sich jedoch beliebend erweitern. Die Auswirkung von verschiedenen Spannungen und Strömen auf die hier getesteten Kabel ist bestimmt ein spannender Aspekt. Alle durchgeführten Tests können auch mit einem anderen Störkabel wiederholt werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

SIGRIST
PROCESS-PHOTOMETER

Diplomandin **Angela Limacher**
Dozenten Andreas Rumsch
Themengebiet IoT (Internet of Things)
Projektpartner Sigrist Photometer AG

IoT Lösung für Trübungsmessung

Abb. 1 Photometer von Sigrist Photometer AG

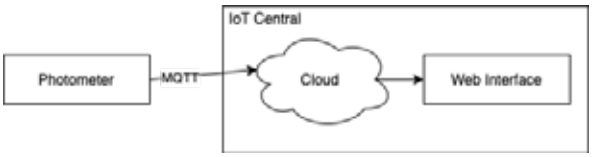


Abb. 2 Schema der IoT Lösung

Abb. 3 Dashboard von IoT Central

Abb. 4 E-Mail Alarmierung von IoT Central

Problemstellung

Die Firma «Sigrist Photometer AG» entwickelt und vertreibt Photometer, welche für Trübungsmessungen eingesetzt werden (siehe Abb. 1). Dabei wird die Trübung des Wassers gemessen. Die Photometer werden an unterschiedlichen Orten eingesetzt. Daher kann es vorkommen, dass die Photometer über weite Strecken verteilt sind. Um die Daten von allen Photometern zu erhalten, muss man zu jedem hinfahren und die Daten manuell auslesen. Dies beansprucht sehr viel Zeit. Nun soll eine IoT Lösung implementiert werden, welche alle Daten speichert, visualisiert und analysiert (siehe Abb. 2).

Lösungskonzept

Als aller erstes wird eine Recherche durchgeführt. Dabei werden diverse IoT Lösungen gesucht, welche bereits auf dem Markt erhältlich sind. Weiter wird in der Recherche die Schnittstelle OPC UA und die verschiedenen Cloud-Arten untersucht. Anschliessend werden die gefundenen IoT Lösungen analysiert. Die Analyse erfolgt nach diversen Kriterien, welche anhand der Bedürfnisse bestimmt werden. Anhand der Analyse wird eine der gefundenen IoT Lösungen für die Implementation ausgesucht. Mit einem simulierten Photometer wird die ausgewählte IoT Lösung aufgesetzt und getestet.

Realisierung

Für die Implementation wird ein simuliertes Photometer erstellt. Dieses besteht aus einem Raspberry Pi. Auf diesem Raspberry Pi ist ein Modbus Server und ein MQTT Gateway installiert. Die Implementation wird auf der Azure IoT Central Anwendung von Microsoft durchgeführt. IoT Central ist eine komplette IoT Lösung. Die Anwendung kann die Daten speichern und verfügt über ein Webinterface. Wenn das erste simulierte Photometer mit IoT Central verbunden ist und Daten überträgt, wird noch ein zweites simuliertes Photometer erstellt und mit IoT Central verbunden.

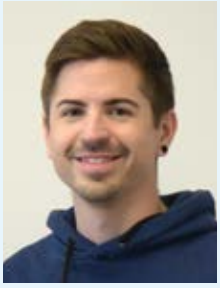
Ergebnisse

Die Azure IoT Central Anwendung von Microsoft konnte erfolgreich getestet werden. Die Daten von zwei simulierten Photometer werden übertragen und gespeichert. Auf dem Dashboard können die Daten auf verschiedene Arten visualisiert werden (siehe Abb. 3). Weiter verfügt die Anwendung über ein Analysetool und über Regeln, welche eine Alarmierung auslösen (siehe Abb. 4). Die IoT Central Anwendung ist somit eine sehr gute IoT Lösung für die Trübungsmessung.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Schindler

Diplomand **Michael Lusser**
Dozenten Kilian Schuster
Themengebiet Signalverarbeitung & Kommunikation
Embedded Systems, Technische Informatik
Projektpartner Schindler Aufzüge AG



Diagnostik – Störungen

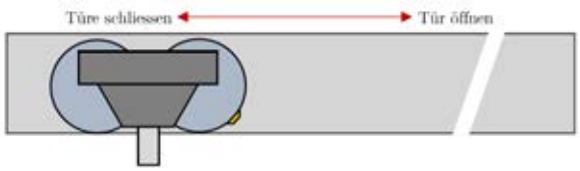


Abb. 1 Fremdobjekt (Orange) befestigt an einem Rad des Radschlittens. Bei Bewegung der Türe wird das Objekt vom Rad überfahren und so eine Störung in der Türe ausgelöst.

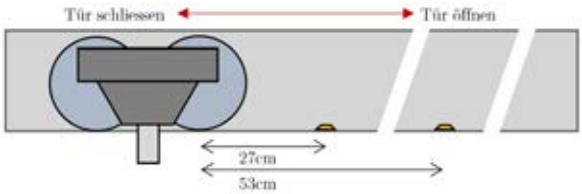


Abb. 2 Fremdobjekt (Orange) befestigt in der Führungsschiene. Bei Bewegung der Türe wird das Objekt von beiden Rädern überfahren und so eine Störung in der Türe ausgelöst.

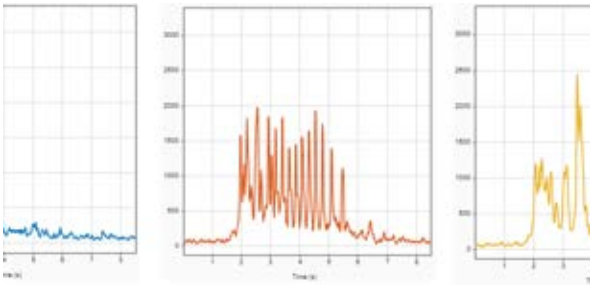


Abb. 3 Signaldaten des Beschleunigungssensors bei den gemessenen Störungen. Links: Störungsfreier Betrieb, Mitte: Störung mit Fremdobjekt an Rad, Rechts: Störung mit Fremdobjekt in Führungsschiene

Problemstellung
Die langfristige Verfügbarkeit von Türsystemen soll mittels integrierter Sensoren sichergestellt werden. Dazu sollen allfällige Störungen anhand Sensordaten erkannt werden.

Lösungskonzept
Daten exemplarischer Betriebsstörungen werden mittels Sensoren erhoben Durch eine Analyse der Daten werden Erkennungsmerkmale der Störungen gesucht und mittels neuronalen Netzwerks klassifiziert.

Realisierung
Eine Reihe von Störungen wurden an der Türe nachgebildet und mittels Sensorboards gemessen. Basierend auf den physikalischen Gegebenheiten der jeweiligen Störungen konnten klare Erkennungsmerkmale gefunden werden. Ebenfalls statistische Verfahren wurden zur Analyse der Datenreihen hinzugezogen.

Ergebnisse
Bei der Analyse der Daten konnten eindeutige Störungsmerkmale ausgearbeitet werden. Durch die involvierte physikalische Grundlage konnten Zusammenhänge von Datenreihen und Störungen klar ausgearbeitet und aufgezeigt werden. Zusammen mit einer vielfallt von statistischen Messgrössen konnten eine Reihe von Erkennungsmerkmalen für die Störungsklassifizierung gefunden und für die Zuordnung angewandt werden. Durch ein neuronales Netzwerk konnten dadurch sämtliche Störungen zu 100 % richtig zugeordnet werden und damit alle exemplarisch erhobenen Störungen anhand der Sensordaten korrekt erkannt werden.

Ausblick
Eine Ausweitung der Störungsfälle sowie eine Automatisierung der Analyse kann zukünftig die frühzeitige und vereinfachte Erkennung von Störungen ermöglichen.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Innovative
Sensor Technology
physical. chemical. biological.

Diplomand **Fabian Mathis**
Dozenten Prof. Dr. Patric Eberle
Themengebiet Energie- und Antriebssysteme
Projektpartner IST AG

Radarbasierte Messung von Flüssigkeiten und Festmaterialien

Abb. 1 Messaufbau mit Raspberry Pi und Messobjekt Waschmittel Perwoll

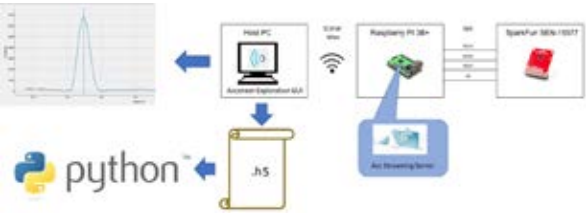


Abb. 2 Informationsfluss Messdaten

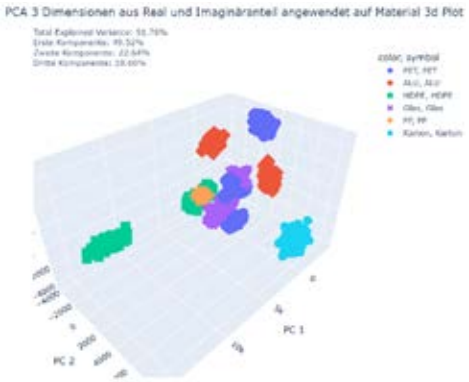


Abb. 3 PCA 3 Dimensionen Plot

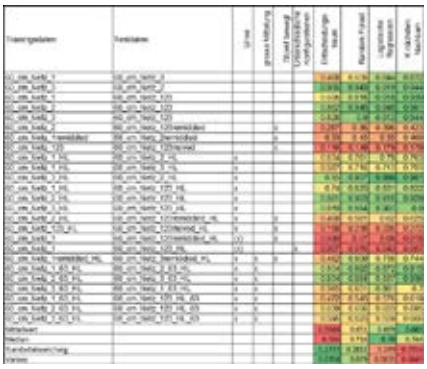


Abb. 4 Testergebnisse mit verschiedenen Algorithmen

Problemstellung

Viele einfache und repetitive Arbeiten sind in den vergangenen Dekaden automatisiert worden. Diese basieren auf Sensoren, welche die Augen und Ohren der Steuerungen sind. Ohne sie könnten keine hoch automatisierten Prozesse ausgeführt werden. Die Firma IST AG, Innovative Sensor Technology AG entwickelt solche Sensoren.
Durch die Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern möchte die Firma IST AG im Rahmen von dieser Bachelorarbeit ein Wissen im Bereich Radartechnik und Radarsensoren aufbauen.
Diese Bachelorarbeit soll untersuchen, ob mittels Radartechnologie und des Sensors A111 von Acconeer, die Reflexionen von verschiedenen Flaschen gemessen werden können. In einem zweiten Schritt sollen die Messdaten von den unterschiedlichen Flaschen separiert und klassifiziert werden. Durch die Klassifizierung könnte eine automatisierte Flaschentrennung erreicht werden und die Flaschen fachgerecht recycelt werden. Die Klassifizierung soll anhand maschineller Lernmethoden durchgeführt werden.

Lösungskonzept

Es wurde ein Messaufbau evaluiert, um die Flaschen möglichst ohne Reflexionen durch die Messoberfläche zu vermessen.
Von den Flaschen wurden mehrere Messungen durchgeführt. Diese Messungen werden durch die Radarsoftware gespeichert.

Realisierung

Mit Python Code wurden die Messdaten eingelesen, verarbeitet und visualisiert. Einen ersten differenzierten Überblick über die Messdaten wurde durch die PCA (Hauptkomponentenanalyse) erreicht. Auf die Messdaten wurden mehrere maschinelle Lernalgorithmen wie Decision Tree, Random Forest, logistische Regression und k-closest Neighbor angewendet. Diese Algorithmen wurden optimiert, damit sie die Klassifizierung vornehmen können.

Ergebnisse

Mit maschineller Lernmethoden konnten gleiche Positionierungen relativ gut erkannt werden. Sobald sich die Position des Messobjektes änderte, wurde der Sweep relativ stark verändert. Dies liegt daran, dass die Radarwellen anders reflektiert wurden und somit ein abweichendes Reflexionsbild entstand.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

ETH zürich

Diplomand **Stefan Anton Niederberger**
Dozenten Prof. Dr. Adrian Omlin, Prof. Erich Styger, Prof. Rolf Mettler
Themengebiet Signalverarbeitung & Kommunikation,
Embedded Systems, Technische Informatik,
Energiesysteme & Antriebstechnik,
Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner ETH Zürich

AMZ Formula Student Electric

Abb. 1 Diesjähriger, neu entwickelter Rennwagen bernina

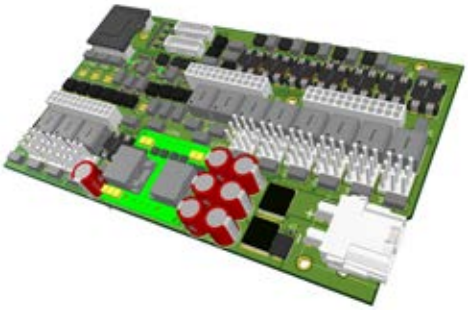


Abb. 2 Neu designtes LV-Supply PCB: Versorgung des Steuerstromkreises und «Sicherungskasten» des Rennwagens

Abb. 3 Überarbeitetes LV-AMS PCB: Überwachung des LV-Akkus

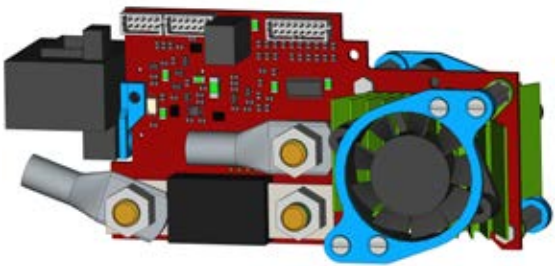


Abb. 4 Neu entwickeltes PGE-AMS PCB: Überwachung des PGE-Akkus

Problemstellung
Der Akademische Motorsportverein Zürich (AMZ) entwickelt jährlich einen Rennwagenprototypen für verschiedene «Formula Student» Events in Europa. Das 15. Fahrzeug des AMZ mit dem Namen bernina wird in dieser Saison erstmals in der Lage sein, sowohl mit Fahrer, als auch völlig autonom zu fahren. Im diesjährigen Team befinden sich 4 Elektrotechnikstudierende der Hochschule Luzern und 8 Maschinenbaustudierende der ETH Zürich. Das Ziel ist es, an die Erfolge der vergangenen Jahren anknüpfen zu können und bei den Events ganz vorne mitzufahren.

Lösungskonzept
In dieser Arbeit werden das neu designte Low Voltage (LV)-Supply, das überarbeitete LV-Akku Management System (AMS) und das neu entwickelte Powered Ground Effect (PGE)-AMS beschrieben. Bei der Ausarbeitung der Lösungskonzepte muss dabei stets das Reglement der «Formula Student» Events eingehalten werden.

Realisierung
Das LV-Supply PCB wurde von Grund auf neu designt, wobei zusätzliche Versorgungsanschlüsse für die neu dazugekommenen Systemen für das autonome Fahren mit eingeplant wurden. Zudem wurde das Layout stark optimiert, um Platz und Gewicht zu sparen. Das LV-AMS wurde überarbeitet, sodass von einer 6S (6 Zellen in Serie) auf eine 7S-Konfiguration gewechselt werden kann. Dies erhöht insgesamt die Systemspannung und steigert die Zuverlässigkeit. Das PGE-System wird in dieser Saison zum ersten Mal eingesetzt, weshalb dafür ein neues AMS entwickelt wurde, welches mit Strömen von bis zu 200A umgehen können muss.

Ergebnisse
Die realisierten Konzepte wurden bei iterativen Funktionstests geprüft und wenn nötig angepasst oder weiter optimiert. Dabei ist ein Teil davon bereits voll funktionsfähig und wird am Fahrzeug verbaut. Die weiteren Arbeitspakete werden bis zum Ende der Eventsaison im September fertiggestellt und fortlaufend verbessert.

Ausblick
In den kommenden Wochen wird das Fahrzeug erstmals aus eigener Kraft fahren können. Bei zunehmender Leistung zeigt sich dann, wie zuverlässig die komplexen Systeme miteinander agieren und funktionieren oder welche Anpassungen noch nötig sind, um die Saison erfolgreich zu absolvieren.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Jan Rohrer**
Dozenten Dr. Oliver Kasten
Themengebiet Technische Informatik, Embedded Linux, Anwendungsentwicklung mit Docker
Projektpartner Toradex AG

Containerbasierte IOT-Basiskomponenten auf Embedded Linux

Abb. 1 Toradex Imx7 Modul, auf welchem die Docker Anwendungen laufen

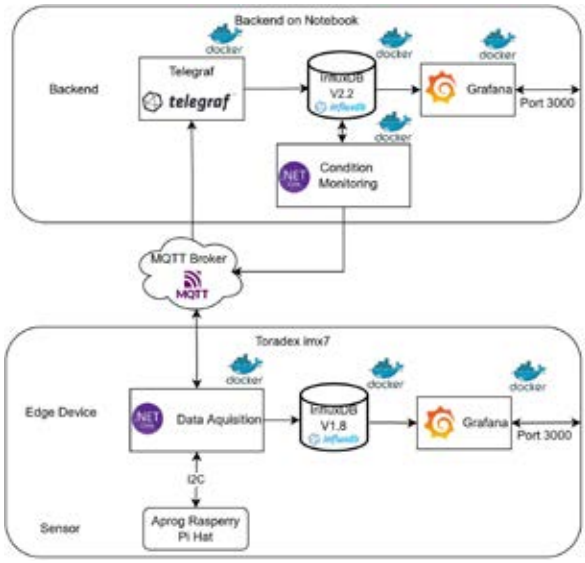


Abb. 2 IIoT Architektur mit den verschiedenen Containern

Abb. 3 Grafana Dashboard im Backend zur Darstellung der Temperatur

Problemstellung

Das Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines prototypischen IoT Systems auf Basis von Docker Containern. Dabei sollen mit dem Toradex Modul imx7 Messwerte aufgenommen und anschliessend in der Zeitreihendatenbank InfluxDB abgespeichert werden. Ein Grafana Dashboard dient zur Visualisierung dieser Messwerte. Die Ausarbeitung eines detaillierteren Anwendungsszenarios und deren Anforderungen ist ebenfalls Teil des Projekts. Anschliessend soll eine geeignete IoT Architektur evaluiert werden und als Microservices in Form von Docker Containern umgesetzt werden.

Lösungskonzept

Auf Grund der fehlenden Erfahrung mit Docker und den verschiedenen Softwarekomponenten InfluxDB und Grafana werden zu Beginn durch Recherchen die nötigen Grundlagen geschaffen. Aufbauend auf diesem Wissen können zwei Anwendungsszenarien definiert werden. Einerseits soll eine IoT Anwendung aus dem industriellen Umfeld umgesetzt werden, bei der die Daten bereits auf dem Toradex Modul abgespeichert und visualisiert werden. Als zweites Anwendungsszenario dient eine IoT Anwendung, die das Ziel verfolgt Messdaten ortsunabhängig zugänglich zu machen. Mit diesen beiden Anwendungen werden verschiedene Anforderungen an IoT Systeme abgedeckt.

Realisierung

Alle Teilkomponenten der IoT Architektur wurden als einzelne Container realisiert, die untereinander kommunizieren können. Um dies zu erreichen waren diverse Konfigurationen notwendig. Zusätzlich wurden für das Auslesen und Versenden der Messdaten eigene C# Anwendungen erstellt, die ebenfalls in Containern laufen.

Ergebnisse

Mit den erstellten Containern konnte aufgezeigt werden, dass einfache Anforderungen im industriellen IoT Bereich wie auch im klassischen IoT erfüllt werden. Dabei können Sensordaten von verschiedenen Edge Devices lokal gespeichert und zusätzlich zur zentralen Auswertung an das Backend gesendet werden. Ebenfalls ist es möglich, vom Backend aus Befehle an die Edge Devices zu senden.

Ausblick

Das Projekt ist mit dem Ende dieser Arbeit abgeschlossen. Die während der Arbeit gesammelten Erfahrungen werden jedoch in zukünftige Docker Projekte auf Embedded Linux einfliessen.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Rafael Roth**
Dozenten Prof. Dr. Thierry Prud'homme
Themengebiet Automation, Robotik, Bildverarbeitung
Projektpartner Micarna

Roboterbasierte Zelle für 3D Scanning

Abb. 1 Grafisches User Interface (GUI) mit welchem die Zelle bedient werden kann

Abb. 2 Roboterbasierte Zelle für 3D Scanning

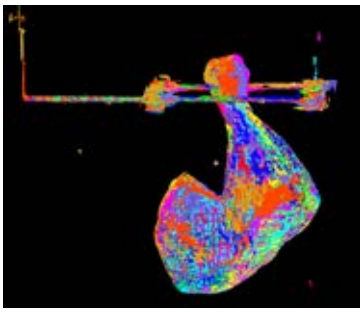


Abb. 3 3D Modell aus den aufgezeichneten Punktwolken (jede Farbe entspricht einer anderen Aufnahmeposition)

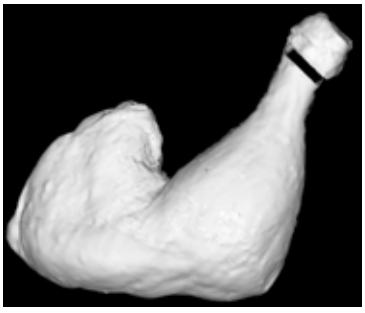


Abb. 4 3D Modell von einem gescannten Pouletschenkel

Problemstellung

Die Firma Micarna möchte untersuchen, welche Schritte in der Geflügelverarbeitung automatisiert werden können. Der Fokus dieser Arbeit liegt bei der Entwicklung einer roboterbasierten Zelle, mit welcher 3D-Modelle von Pouletschenkeln erstellt werden können. Zu einem späteren Zeitpunkt wird aus den 3D-Modellen eine Bibliothek generiert, damit ein Algorithmus entwickelt werden kann, welcher Pouletschenkel erkennt. Dieser Algorithmus wird benötigt, um Prozesse in der Geflügelverarbeitung zu automatisieren.

Lösungskonzept

Die entwickelte Zelle besteht aus einem UR5 Roboter, an welchem eine Stereokamera befestigt wird. Der Pouletschenkel wird an einer Halterung, die sich in der Zelle befindet, aufgehängt (vgl. Abbildung 2). Der Roboter fährt 35 unterschiedliche Positionen an. Von diesen Positionen aus werden Aufnahmen des Pouletschenkels gemacht.

Realisierung

Alle benötigten Funktionalitäten wurden in einer C# Applikation implementiert. Dazu gehört die Ansteuerung des Roboters und der Kamera. Weiter werden die Bilder von der C# Applikation in ein ortfestes Koordinatensystem umgerechnet (vgl. Abbildung 3). Zudem wurde ein Bildverarbeitungsalgorithmus in der C# Applikation implementiert, um diejenigen Punkte, welche zum Pouletschenkel gehören, von den restlichen Punkten zu unterscheiden.

Ergebnisse

Mithilfe eines Grafischen User Interfaces (GUI) (vgl. Abbildung 1) kann die roboterbasierte Zelle komfortabel bedient werden. Als Erstes wird der Pouletschenkel in der Zelle platziert. Danach kann der Scanvorgang per Knopfdruck gestartet werden. Ein Testobjekt, von welchem bereits ein exaktes CAD-Modell vorhanden ist, konnte so eingescannt werden, dass 90 % der aufgenommenen Punkte weniger als 0.3 mm vom CAD-Modell abweichen.

Ausblick

Die entwickelte roboterbasierte Zelle bleibt an der Hochschule Luzern und wird in einem nächsten Schritt benutzt, um eine Bibliothek mit 3D-Modellen von Pouletschenkeln (vgl. Abbildung 4) zu erstellen.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Daniel Schlapbach**
Dozenten Prof. Dr. Christoph Eck
Themengebiet Mechatronics, Automation, Robotik
Projektpartner Aeroscout GmbH

Miniature Radar Detector

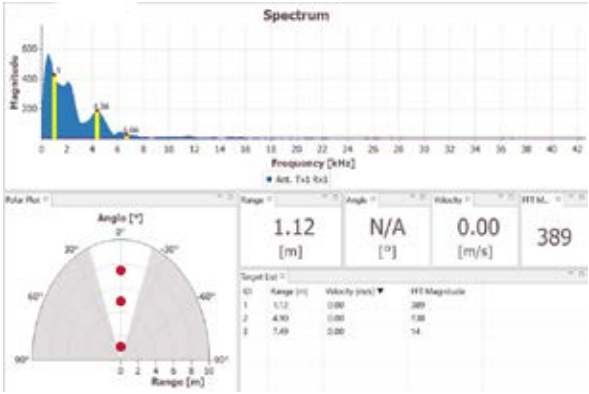


Abb. 1 Graphical User Interface to visualise the results

Abb. 2 Housing with sensor and camera

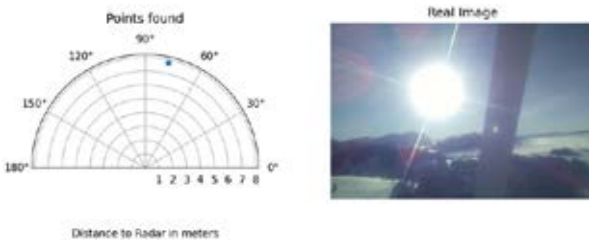


Abb. 3 Successful detection of a wind turbine blade

Problem definition

Radar systems are intended to support unmanned aerial systems in the detection of obstacles during flight. To achieve this, it must be possible to measure the distance to these obstacles. In this thesis, the evaluation of different radar modules is carried out to test their suitability for measuring distances on a UAV. The concrete use case is the detection of wind turbine blades during the maintenance of offshore turbines. The drone will be above the engine room and must not come too close to the rotor blade.

Solution

In order to fulfil the evaluation, a research has to be carried out in a first step to create an overview of the available low-cost radar systems. Subsequently, a radar system has to be found, which fulfils the conditions of the catalogue of requirements. On the basis of this requirement specification, a target is set in order to guarantee the acceptance of the development. The selected radar systems must then be put into operation and run through various test scenarios.

Implementation

Depending on the design of the radar module, additional components are procured to enable distance measurement in the respective tests. Thus, a control module is put into operation which controls the sensor, processes data or provides an communication interface. As the final test is carried out on a wind power plant, a wireless module is necessary which allows remote access to the sensor. Furthermore, the energy supply must be guaranteed during the flight tests. In order to visually display the results during the tests, a graphical user interface should also be made available. Further a housing is required to protect the modules and enable them to be attached to the drone.

Results

This work has shown that distance measurement with radar sensors is possible for the concrete use-case. The suitability as a safety feature is also possible for small distances in communication with additional software and algorithms. Furthermore, it was shown that low-cost radar systems can be quickly embedded with other systems, and several things could e measured, such asdistance, speed and angle to an object. However, due to limited time, only a small part of the possible solutions for distance measurements by radar was covered.

Outlook

Since it could be shown that radar systems are suitable as distance meters for UAVs, a concrete system can be designed for the use-case.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Antoine Schnetz**
Dozenten Prof. Dr. Thomas Graf, Dr. Armin Taghipour
Themengebiet Akustik
Projektpartner Pure Sonic GmbH

Dynamische Hüllkurvenglättung für Bassclip auf Brustkorb

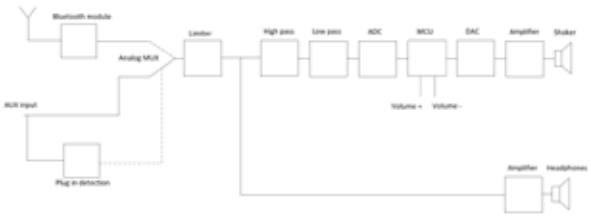


Abb. 1 Gewählte Architektur

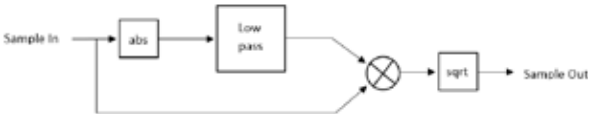


Abb. 2 Signalverarbeitung, Blockdiagram

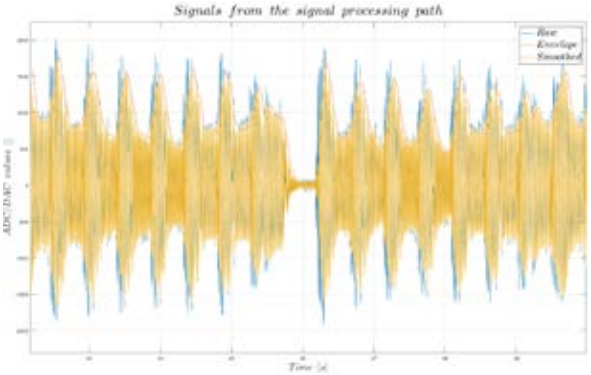


Abb. 3 Roh- und verarbeitetes Signal

Problemstellung

Wenn man Musik mit Kopfhörern hört, fehlt das Bass-Gefühl und die Benutzer neigen dazu, lauter einzustellen. Dies verbessert nichts, sondern beschädigt das Gehör.

Lösungskonzept

Um ein solches Verhalten zu vermeiden, wird dem Benutzer das Bass-Gefühl mit einem Shaker, der auf dem Brustkorb angemacht wird, gegeben. Des Weiteren implementiert das Produkt eine dynamische Hüllkurvenglättung, um Bass-Attacken, die unangenehm sein können, zu dämpfen.

Realisierung

Erstens werden drei verschiedene Architekturen vorgeschlagen und nach gewissen Kriterien ausgewertet. Der gewählte Ansatz (siehe Abbildung 1) führt die dynamische Glättung digital aus (siehe Abbildung 2). Zweitens werden zwei Algorithmen entwickelt. Drittens wird der Beste gebraucht, um ein psycho-akustisches Experiment durchzuführen. Es hat zum Ziel, den psychoakustischen Effekt dieser dynamischen Hüllkurvenglättung zu untersuchen. Damit wird herausgefunden, ob dieser Ansatz das Musik-Erlebnis tatsächlich verbessert.

Ergebnisse

Das psychoakustisches Experiment zeigte, dass die Präferenz des Benutzers zwischen dem geglätteten oder nicht-geglätteten Modus stark vom Geschlecht und vom Shakertyp abhängt. Dies weist darauf hin, dass es keine eindeutig bessere Lösung gibt. Mit diesem Resultat wird es empfohlen, die dynamische Glättung als Option zu implementieren, wodurch dem Benutzer die Auswahl zwischen den zwei Modi gegeben wird.

Ausblick

Laut der Anforderungen muss das Gerät sowohl eine AUX- als auch eine Bluetooth-Schnittstelle unterstützen. Allerdings sind die neuen Handys nicht mehr mit einem AUX-Ausgang ausgestattet. Für eine zweite Iteration könnte die AUX-Schnittstelle weggelassen werden, wodurch der Preis des Gerätes billiger würde.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Aurelio Sciarmella**
Dozenten Prof. Dr. Markus Thalmann
Themengebiet Nachrichtentechnik/Signal Processing,
Technische Informatik (Embedded Systems)
Projektpartner Vertraulich

Beladungsmessung mit Radar

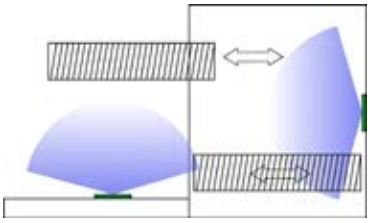


Abb. 1 Seitliche Schnittansicht der offenen Maschine. Die Sensoren sind in der Rückwand und Türe eingebaut.

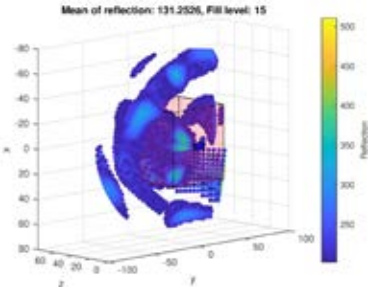


Abb. 2 4D-Darstellung der Radar-Daten. Punkte mit geringer Reflexion wurden ausgeblendet, rot eingezeichnet ist die Reinigungskammer, blau der Sensor. Beladungsgrad ist ca. 15%.

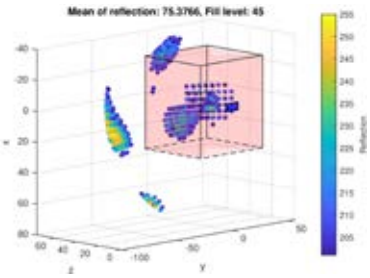


Abb. 3 4D-Darstellung der Radar-Daten. Punkte mit geringer Reflexion wurden ausgeblendet, rot eingezeichnet die Reinigungskammer, blau der Sensor. Beladungsgrad ist ca. 45%.

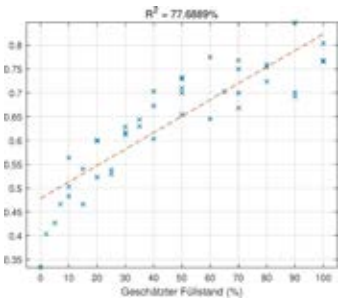


Abb. 4 Auswertung mehrerer Messdaten bei unterschiedlichem Beladungsgrad. Rot eingezeichnet die dazu ermittelte lineare Regressionsgerade.

Problemstellung

Der Projektpartner ist ein Hersteller von Reinigungsmaschinen, welche mit einer Vielzahl unterschiedlicher Gegenstände bestückt werden können. Mittels eines oder mehreren Radar-Sensoren soll der Beladungsgrad und die Materialbeschaffenheit der Beladung erkannt und ein robuster Algorithmus für die Erkennung abgeleitet werden. Durch Erkennen des Beladungsgrades und des Materials kann ein effizienter Prozess gewählt werden. So können Ressourcen gespart und der Anwenderkomfort gesteigert werden.

Lösungskonzept

Moderne Radar-Sensoren erzeugen ein vierdimensionales Bild, welches die Reflexionskoeffizienten und die Position der jeweiligen Reflexion beinhalten. Mittels dieser vierdimensionalen Punktwolken soll der Beladungsgrad ermittelt werden.

Realisierung

Die Messdaten wurden in einem ersten Schritt visuell dargestellt und interpretiert. Dieser Ansatz hat keine befriedigenden Ergebnisse hervorgebracht.
Die Positionierung der Gegenstände innerhalb der Maschine zeigte geringe bis keine Übereinstimmung mit der gemessenen Verteilung. Weitere Auswertungs-Algorithmen mit einer grösseren Anzahl an Messdaten zeigten, dass sich mit gewissen Methoden ein leicht linearer Zusammenhang zwischen Messwerten und Beladungsgrad erkennen lässt. Zusätzlich wurde ein neuronales Netzwerk mit den erfassten Messdaten trainiert, um eine Klassifizierung zu realisieren.

Ergebnisse

Die erreichte Auswertung zeigt zwar einen leichten linearen Zusammenhang zwischen Beladungsgrad und Messung, jedoch besteht eine grosse Streuung der Messdaten. Somit kann die Auswertung nicht für eine eindeutige Bestimmung genutzt werden. Eine grobe Aussage über den Beladungsgrad ist aber möglich. Das trainierte neuronale Netzwerk zeigte kein zufriedenstellendes Ergebnis. Ein Grund hierfür ist vermutlich der begrenzte Umfang der Messdaten. Ein umfassender Datensatz könnte zu besseren Ergebnissen führen.

Ausblick

Eine erweiterte Recherche hat gezeigt, dass die verwendeten Sensoren nicht ideal für die Lösung des Problems sind. Die Eigenschaften, welche ein besser für die Aufgabe geeigneter Sensor erfüllen sollte, wurden aufgezeigt. Zudem könnte mittels eines Umfangreicheren Datensatzes ein besseres und erfolgreiches neuronales Netzwerk trainiert werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

csem

Diplomand **Sandro Senn**
Dozenten Prof. Dr. Thierry Prud'homme
Themengebiet Automation, Bildverarbeitung
Projektpartner CSEM SA

Robuste Kälbererkennung im Stall

Abb. 1 Drei Kühe, welche die drei unterschiedlichen Posen einnehmen und alle mit mindestens 94% Sicherheit erkannt wurden.

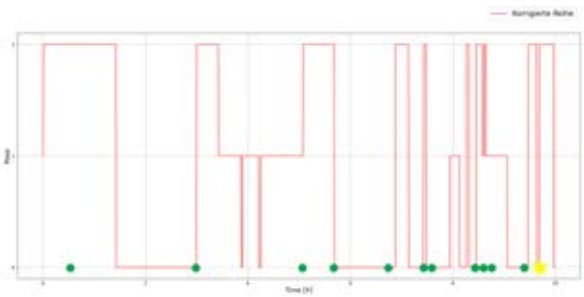


Abb. 2 Auswertung einer 10-stündigen Geburtsszene: Lie Left = 0; Lie Right = 1; Stand = 2.

Problemstellung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Vorhersage einer Geburt eines Kalbes. Ausschlaggebend war, dass Entmistungsroboter in der Landwirtschaft eine tödliche Gefahr für ein neugeborenes Kalb darstellen. Durch die Vorhersage einer Geburt soll die Problemstellung zu einem früheren Zeitpunkt gelöst werden und durch rechtzeitige Warnung des Landwirtes, kann der Mutterkuh sowie dem neugeborenen Kalb geholfen werden.

Lösungskonzept

Als erstes wurde ein geeignetes Visionssystem evaluiert, welches die Überwachung von Mutterkühen in einer Abkalbebox bei allen Tages- und Lichtverhältnissen ermöglicht. In einem zweiten Schritt wurde ein Objektidentifikationsalgorithmus evaluiert und angewendet. Dieser soll, durch das spezifische Anlernen mit vorgegebenen Bilddateien, vordefinierte Posen einer Kuh erkennen können. Denn man weiss, dass eine Kuh vor einer Kalbung ungewöhnlich oft ihre Pose ändert. Dabei wird auf eine linksliegende, rechtsliegende und stehende Pose eingegangen.

Realisierung

Das evaluierte System wurde als erstes gründlich in einer Laborumgebung getestet, indem die Detektion der Posen an einem Menschen getestet wurde. Die gewonnenen Erfahrungen ermöglichten die Hauptdurchführung in einem landwirtschaftlichen Betrieb. 2'800 Bilder mit insgesamt 7'500 Labels, von drei unterschiedlichen Kamerapositionen, wurden mit einem Deep-Learning-Verfahren für die Posen der Kühe angelernt.

Ergebnisse

Die Schlusstests zeigen, dass mehr als 90% aller Posen erkannt und bis zu drei Bilder pro Sekunde ausgewertet werden können. In der Abbildung 1 wird eine Ausgabe der Detektion gezeigt, indem die erkannten Posen mit einer grünen Boundingbox lokalisiert und durch den roten Namen und dem Score klassifiziert werden. Die Analyse einer echten Geburtsszene zeigte, in der Abbildung 2 ersichtlich, dass eine Vorhersage einer Geburt mit diesem System möglich sein kann. Der Plot zeigt die eingenommene Pose auf der Y-Achse einer Kuh über 10 h, wobei man nach ca. 7 h eine merkliche Erhöhung der Posenänderungen feststellen kann. Bei dem gelben Stern tritt dann die Geburt des Kalbes ein.

Ausblick

Die Erkennung der Posen, worauf sich die Arbeit bezieht, ist die Vorbereitung für eine nachfolgende Arbeit, in welcher ein robuster Tracking- und Korrekturalgorithmus sowie eine Schnittstelle zum Benutzer realisiert werden muss, sodass die Vorhersage in der Praxis genutzt werden kann.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Aron Spigaglia**
Dozenten Prof. Dr. Christoph Eck
Themengebiet Regelungstechnik & Automation
Projektpartner intern Elektrotechnik

Reglerentwurf Furuta Pendel

Abb. 1 Versuchsaufbau des Furuta Pendels

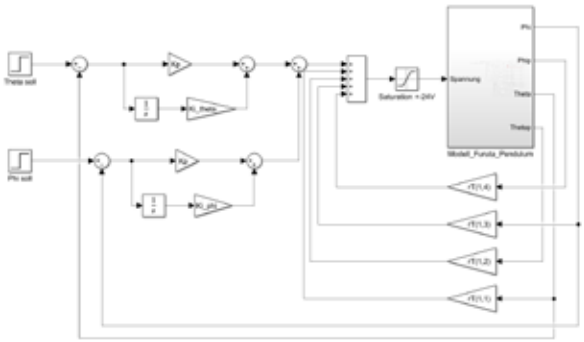


Abb. 2 Simulink Modell des PI-Zustandsreglers

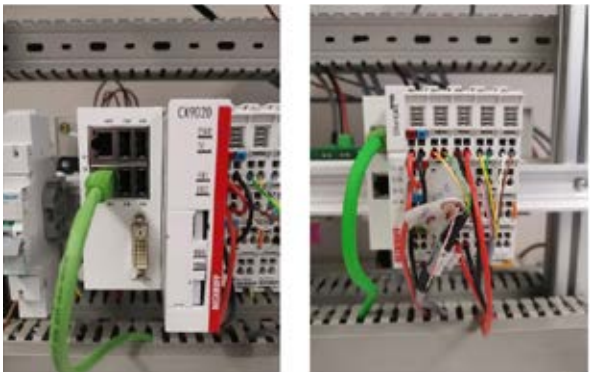


Abb. 3 SPS-Steuerung

Problemstellung

Bei zahlreichen Laborversuchen der Regelungstechnik kommen meist klassische Regler zum Einsatz, welche einen Eingang und einen Ausgang haben (SISO). Beim Furuta-Pendel (siehe Abb. 1) gibt es jedoch nur einen Eingang und zwei Ausgänge (SIMO). Dies macht es schwieriger einen geeigneten Regler zu finden. Zudem ist das System instabil. Ziel der Arbeit ist es ein Regelkonzept zu finden, welches nicht nur den Balancierwinkel, sondern auch den Orientierungswinkel regeln kann.

Lösungskonzept

Um das SIMO System zu regeln, wurde zuerst die Systembeschreibung des Furuta Pendels im Zustandsraum übertragen. Danach wurde mit Hilfe des «linear quadratic regulator» Verfahrens ein Zustandsregler entworfen. Um die stationäre Genauigkeit des Orientierungswinkels und Balancierwinkels bei äusseren Störeinflüssen zu gewährleisten, wurde der Zustandsregler mit einem I-Anteil erweitert (siehe Abb. 2).

Realisierung

Nach dem Entwurf des Reglers wurden die ersten Tests und Optimierungen mithilfe von Matlab/Simulink durchgeführt. Danach wurden die Regler am realen Aufbau getestet. Als Steuerung wurde eine SPS von der Firma Beckhoff benutzt (siehe Abb. 3) welcher mit strukturiertem Text programmiert wurde. Zusätzlich wurde ein GUI gemacht für die Bedienungsfreundlichkeit. Auf der graphischen Oberfläche hat man die Möglichkeit die diversen Regler mit den verschiedenen Parametern zu testen.

Ergebnisse

Beim Balancieren in der instabilen Lage bewegt sich der Arm zittrig um den angegebenen Orientierungswinkel. Der Grund ist ein geringes Spiel im Getriebe welches als Hysterese wirkt. Trotzdem wurde das Ziel einen SIMO-Regler zu entwickeln, welcher der Balancierwinkel und der Orientierungswinkel regeln können erreicht.

Ausblick

Zukünftig können Studierende der Regelungstechnik an einem realen Aufbau ihre Erkenntnisse machen dürfen, damit der Unterschied zwischen Theorie und Praxis nähergebracht wird.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Livio Stadelmann**
Dozenten Prof. Erich Styger
Themengebiet Technische Informatik, Energie- und Antriebssysteme
Mechatronik, Automation, Robotik
Nachrichtentechnik, Signal Processing

Moving Pixels

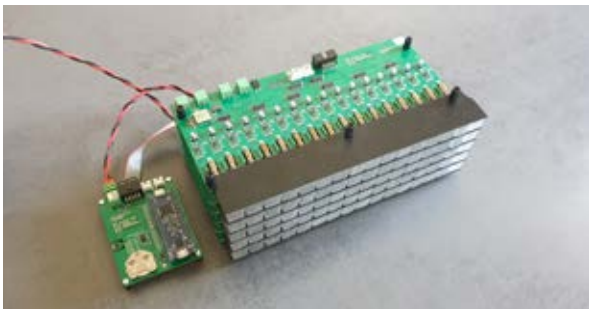


Abb. 1 Moving Pixels Funktionsmuster

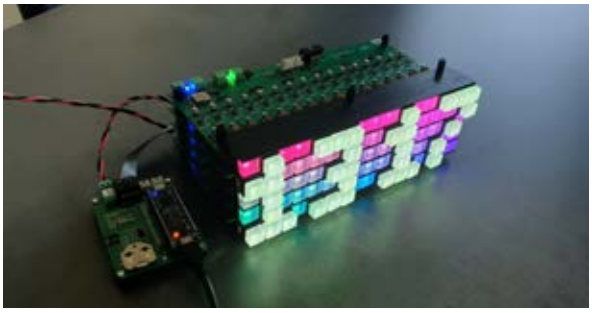


Abb. 2 Anzeigen der Uhrzeit in dreidimensionaler Form

Abb. 3 Mechanischer Aufbau der Pixel-Einheit

Abb. 4 Anzeigen von «BAT» auf dem Funktionsmuster

Problemstellung
Eine LED-Matrix soll mit Mikro-Schrittmotoren ausgestattet werden, wodurch sich die Pixel aus der bisher stets zweidimensionalen Bildebene herausbewegen können. Ziel dieser Arbeit ist ein Funktionsmuster zu entwickeln, welches die Uhrzeit auf interessante Weise darstellen kann.

Lösungskonzept
Es werden zwei PCBs entwickelt, eine Steuereinheit und eine Pixel-Einheit. Die Pixel-Einheit soll modular und erweiterbar aufgebaut sein. Um eine Matrix zu erzeugen, werden die Pixel-Einheiten vertikal übereinandergestapelt. Als «Pixel» wird ein Acrylglas-Lichtleiter verwendet, welcher über eine Halterung mit einem Linearantrieb verbunden ist.

Realisierung
Es wurden LEDs verwendet, welche über ein serielles Protokoll angesteuert werden können. Die Steuersignale der verwendeten Schrittmotorentreiber wurden mit den Ausgängen von Schieberegistern verbunden, wodurch auch die Schrittmotoren über ein serielles Protokoll angesteuert werden können. Damit die PCBs mit einem definierten Pixel-Pitch von 13.6 mm aufeinandergestapelt werden können wurde ein ComboStack-Stecker verwendet. Die Oberfläche der Lichtleiter wurde sandgestrahlt, um den optischen Effekt zu vergrössern.

Ergebnisse
Das entwickelte Funktionsmuster besteht aus fünf Pixel-Einheiten mit jeweils 16 Pixel. Diese Pixel-Einheiten sind aufeinandergestapelt, wobei die unterste Pixel-Einheit mit der Steuereinheit verbunden ist. Die «Pixels» können über eine Shell-Anwendung einzeln angesteuert werden. Auf dem verwendeten Mikrocontroller ist zudem eine Uhrzeit-Anzeige für die 5x16-Matrix implementiert.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Julian Staffelbach**
Dozenten Prof. Erich Styger
Themengebiet Nachrichtentechnik, Signal Processing, Technische Informatik
Projektpartner Institut für Elektrotechnik

tinyLoRa

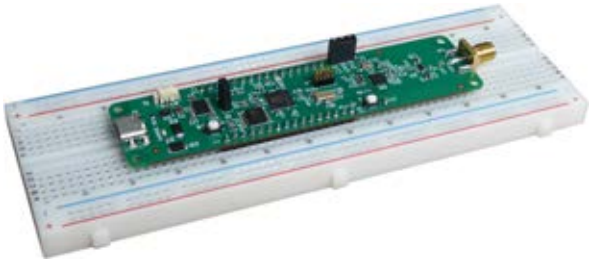


Abb. 1 Bestücktes tinyLoRa

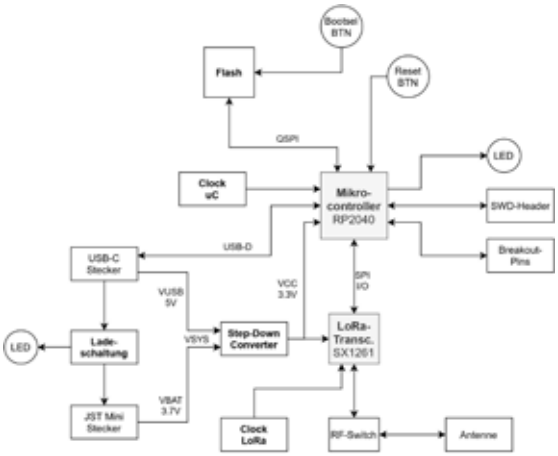


Abb. 2 Blockschaltbild der Hardware

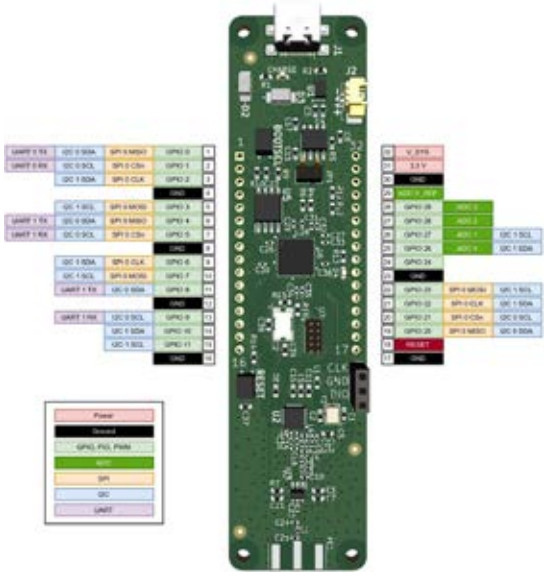


Abb. 3 Pinout-Diagramm

Problemstellung

Da in der modernen Welt alles vernetzter wird, soll es auch möglich sein, in abgelegenen Gebieten Sensordaten zu erfassen und zu versenden. Dazu bietet sich LoRa an, eine Modulationstechnik, mit der Daten über weite Strecken mit wenig Energie versendet werden können. Somit ist dies eine optimale Technologie, um batteriebetriebene Geräte für Messungen zu verwenden und die Werte zu versenden. Dazu soll an der Hochschule Luzern ein kleines Mikrocontrollerboard mit integriertem LoRa-Transceiver entwickelt werden, das Board «tinyLoRa». Das tinyLoRa soll vielseitig einsetzbar, steckbrettkompatibel und batteriebetrieben sein. Der bereits existierende LoRa-Softwarestack muss auf den verwendeten Mikrocontroller in der Sprache C portiert werden.

Lösungskonzept

Auf einem kleinen PCB wird der Mikrocontroller RP2040, sowie der Transceiver SX1261 verbaut. Diese kommunizieren über SPI miteinander. Des Weiteren werden eine USB-Buchse und ein Stecker für eine Batterie angebracht.
Auf dem PCB wird eine Batterieladeschaltung vorhanden sein, über die eine LiPo-Zelle per USB geladen werden kann. Am Ausgang des Transceivers befindet sich eine Impedanzanpassung, um so die maximale Sendeleistung der Antenne zu erreichen. Die Antenne kann über einen SMA-Anschluss an das Board geschraubt werden.

Realisierung

Die oben beschriebenen Komponenten wurden auf einem schmalen, eher längeren PCB zu einem funktionierenden System zusammengefügt. Um den Mikrocontroller zu verwenden, muss eine Toolchain und das umfangreiche SDK installiert und konfiguriert werden. Der RP2040 wird vom Softwarestack nicht unterstützt. Somit wurden alle vom Stack verwendeten Hardwarefunktionalitäten für den RP2040 implementiert.

Ergebnisse

Es konnte ein funktionstüchtiges PCB erstellt werden. Der Mikrocontroller kann vollumfänglich genutzt werden und eine Demonstrationsanwendung lässt zwei tinyLoRa's miteinander kommunizieren. Somit wurde ein funktionierendes Board erstellt.

Ausblick

Verbesserungen sind bei der Impedanzanpassung möglich, diese konnte aufgrund Zeitmangels nicht komplett fertiggestellt werden. Zudem kann der Softwarestack noch überarbeitet werden, speziell beim Zeitmanagement des Controllers besteht noch eine gewisse Fehleranfälligkeit.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

csem

Diplomand **Mario Steinger**
Dozenten Prof. Dr. Thierry Prud'homme
Themengebiet Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner CSEM

Automatisierte Handhabung von Mikrotiterplatten mit Hilfe eines kollaborativen Roboters

Abb. 1 24-Loch Mikrotiterplatte

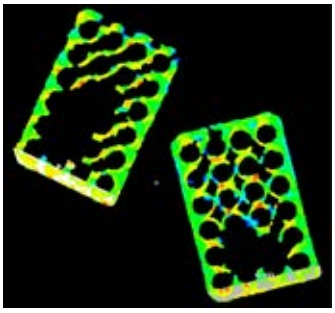


Abb. 2 3D-Bild mit korrekt gefundenen Mikrotiterplatten, ersichtlich anhand der grauen Fläche im Bild

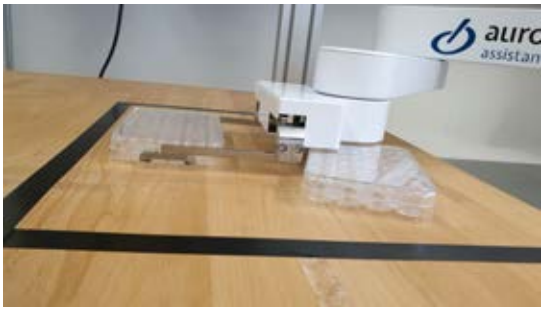


Abb. 3 Greifvorgang der Mikrotiterplatten mittels Roboter

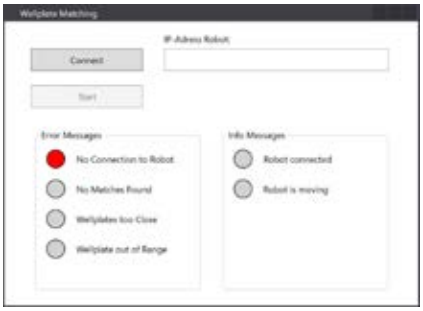


Abb. 4 Design Benutzeroberfläche

Problemstellung

Neben vielen bestehenden industriellen Systemen wurde bei der Firma CSEM in den vergangenen Jahren verschiedene Lösungen im Bereich Automatisierung erarbeitet, welche sich mit der Untersuchung von Mikrotiterplatten (vgl. Abb. 1) beschäftigen. Für eine weitere Automatisierung der Prozesse ist eine Roboterhandhabung der Mikrotiterplatten zu den jeweiligen Stationen angedacht. Das Ziel besteht darin, eine in sich geschlossene Anwendung zu realisieren, welche es ermöglicht, Mikrotiterplatten zu erkennen, zu greifen und korrekt zu platzieren. Die Anwendung muss bestimmte Anforderungen erfüllen, unteranderem sollen die Mikrotiterplatten auf einem Tisch mit willkürlicher Ausrichtung platziert werden können, wobei auch eine Stapelung möglich sein soll.

Lösungskonzept

Der zu Beginn definierte Konzeptablauf ist folgend beschrieben. Die Scene (Bild) der sich unterhalb der Kamera befindlichen Tischplatte wird generiert. Befinden sich Mikrotiterplatten auf dem Tisch, werden diese mittels Bilderkennung lokalisiert. Die entsprechende Position der erkannten Objekte werden in das Roboterkoordinatensystem überführt und dem Roboter übermittelt. Nach dem Übermitteln der Daten wird das Objekt gegriffen und an einem bestimmten Ort mit der korrekten Ausrichtung wieder abgesetzt.

Realisierung

Für die Realisierung der Teilbereiche wurden verschiedene Programmiersprachen angewendet. Der Bilderkennungsteil, die Greiflogik sowie der Teil des maschinellen Sehens wurde in Halcon entwickelt und für die Endanwendung zu C# konvertiert. Das Roboterprogramm mit den Bewegungsabläufen und der Roboter-Schnittstelle wurde mit der robotereigenen Programmiersprache realisiert. Für die PC-Schnittstellen und die Benutzeroberfläche wurde C# verwendet.

Ergebnisse

Trotz Schwierigkeiten seitens Stereokamera ein robustes Tiefenbild von der Mikrotiterplatte zu erzeugen, konnte eine zufriedenstellende Bilderkennung mit hoher Erkennungswahrscheinlichkeit realisiert werden. Mittels Stereokamera und Bilderkennung können die Well-Plates unabhängig ihrer Ausrichtung erkannt werden (vgl. Abb. 2). Dank dem maschinellen Sehen, dem erstellten Roboterprogramm und der realisierten Schnittstelle ist mit dem SCARA-Roboter ein flüssiger Greiff- und Platziervorgang möglich. Über eine Konsolenanwendung (vgl. Abb. 4) wird mit dem Benutzer interagiert, wobei die Handhabung der Mikrotiterplatten gestartet werden kann und über den momentanen Programmstatus informiert wird.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Michael Thalmann**
Dozenten Prof. Dr. Markus Thalmann
Themengebiet Diebstahlschutz, GPS, Programmieren
Projektpartner HSLU T&A, Severin Nowak

GPS-Diebstahlschutz für E-Bike

Abb. 1 Montageort des Trackers

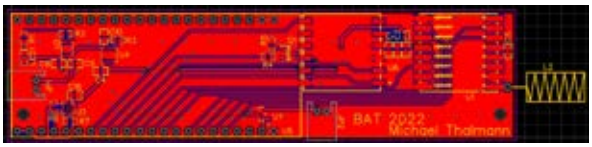


Abb. 2 PCB Design

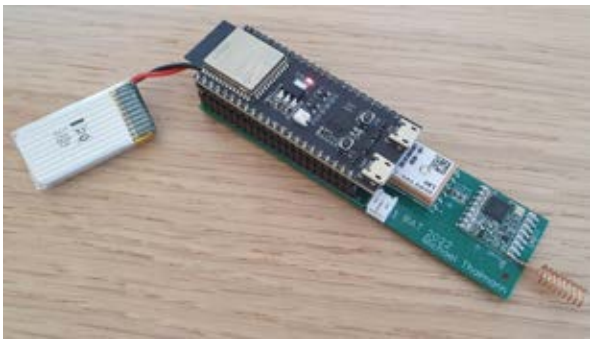


Abb. 3 Versuchsaufbau

Problemstellung
Die HSLU T&A stellt den Mitarbeitenden und Studierenden eine E-Bike-Flotte zum Ausleih zur Verfügung. In der Vergangenheit ist es zu Diebstählen von E-Bikes gekommen. Um die E-Bikes im Falle eines Diebstahls überwachen zu können, geht es in diesem Projekt darum, ein Diebstahlschutz-System zu entwickeln.

Lösungskonzept
Mit Hilfe eines Mikrokontrollers, eines GPS- und einem GSM- oder LoRa-Modul soll ein Tracker entwickelt werden. Dieser soll die Speisung vom Akku des E-Bikes haben, aber trotzdem noch einen kleinen eigenen Akku haben, um mindestens 24 Stunden autonom zu arbeiten. Der Tracker soll an einem möglichst unauffälligen Ort eingebaut werden. Die GPS-Daten sollen in einem gewissen Intervall an einen Computer oder Server gesendet werden für die Weiterverarbeitung.

Realisierung
Als Versuchsaufbau wurde ein PCB designt auf dem ein GPS-Modul, LoRa-Modul und ein Beschleunigungssensor darauf verbaut sind. Als Mikrokontroller wurde ein ESP32-DevKit gewählt, welcher auf das PCB darauf gesteckt wurde. Ein weiteres PCB-Design wurde gemacht damit der Tracker nicht zu gross ist, um ihn im Rücklicht vom E-Bike zu verstecken.

Ergebnisse
Nach dem das PCB bestückt und gelötet war konnte es in Betrieb genommen werden. Der Tracker funktionierte mit dem eigenen Akku und wenn eine weitere Spannungsquelle angeschlossen wird, wird der Akku geladen. Mit der Programmierung gab es Schwierigkeiten und es konnte bis zur Abgabe noch nicht alles getestet werden.

Ausblick
Da der ESP32-Mikrokontroller mit Bluetooth und Wi-Fi integriert kommt, könnte man das E-Bike noch smarter machen und z.B. ein elektronisches Schloss anbringen, dass man öffnen kann, wenn man sich darauf verbindet.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Matthias Vogel**
Dozenten Prof. Dr. Christoph Eck
Themengebiet Automatisierung, Robotik, Machine Learning
Projektpartner Bühler AG, Uzwil

Automatisierte Getreidereinigung

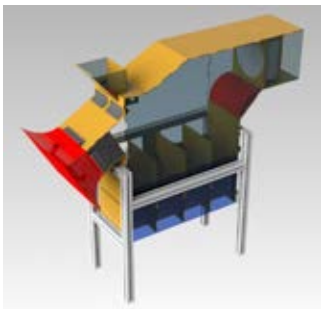


Abb. 1 3D-Ansicht des vorhandenen Prototyps

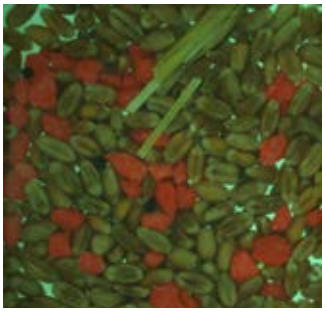


Abb. 2 Originalaufnahme der Mischung

Abb. 3 Resultat der Bildverarbeitung – 126 Weizen detektiert

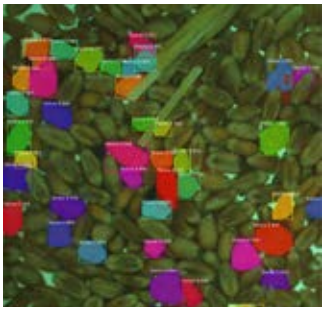


Abb. 4 Resultat der Bildverarbeitung – 42 Steine detektiert

Problemstellung
Die von der Hochschule Luzern – Technik & Architektur, spezifisch von der Firma Bühler AG gestellte Aufgabe, bestand darin, für den bestehenden Prototypen (Abb. 1), welcher über einen Luftstrom sowie verschiedenen Klappen das Getreide reinigt, eine Automatisierungslösung auszuarbeiten.

Lösungskonzept
In den verschiedenen Abwurfbehältern werden über eine Kamera die vorhandenen Elemente (Abb. 2) erfasst. Durch eine gezielte Erkennung der verschiedenen Objekte kann der Verschmutzungsgrad/Reinheitsgrad der Mischung definiert werden. Anhand diesem Verschmutzungsgrad können über einen weiteren Algorithmus die nötigen Sollwerte für die verschiedenen Aktoren berechnet werden. Wird dies in einem Kreislauf ausgeführt, so kann eine autonome Einstellung und Optimierung der Klappenstellungen sowie der Lüfterdrehzahl erreicht werden.

Realisierung
Damit dieser Kreislauf funktionieren kann, muss in einem ersten Schritt die Erfassung des Reinheitsgrades in den Behälter möglich sein. Um dies über die Bildverarbeitung zu erreichen, wurden als Erstes mögliche Algorithmen recherchiert und dokumentiert. Danach wurde eine erste Applikation, basierend auf klassischen Bildverarbeitungsalgorithmen, entwickelt. Diese Applikation wies bestimmte Grenzen in Bezug auf die Erkennung von ähnlichen Bestandteilen und jenen im Haufwerk auf. Aus diesem Grund wurden weitere Möglichkeiten, in Richtung der Bildverarbeitung mit künstlicher Intelligenz, recherchiert und ausgearbeitet.

Ergebnisse
Nach verschiedenen Versuchen konnte mit einer auf einem Mask R-CNN (künstliches, neuronales Netz) aufbauenden Möglichkeit die Mischungszusammensetzung mit hoher Präzision erkannt werden (Abb. 3 und Abb. 4). Im Haufwerk befanden sich Weizen, Steine, Stroh und Raps.

Ausblick
In einem nächsten Schritt kann nun der Prototyp so umgebaut werden, dass eine Bildaufnahme in den verschiedenen Abwurfbehältern möglich wird. Anhand der vorliegenden Möglichkeit kann dann der Reinheitsgrad berechnet werden und damit ein Algorithmus entwickelt werden, welcher die bestmöglichen Sollwerte der Klappenpositionen sowie der Lüfterdrehzahl berechnet.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

elektroPLAN
BUCHS & GROSSEN AG

Diplomand **Patrick Wigger**
Dozenten Dr. Jonas Mühlethaler
Themengebiet Energie- und Antriebssystem, Technische Informatik
Projektpartner Elektroplan Buchs & Grossen AG

Smart Metering

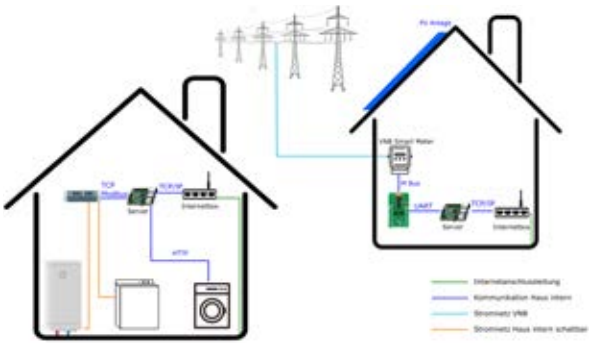


Abb. 1 Aufbau Prüfstand

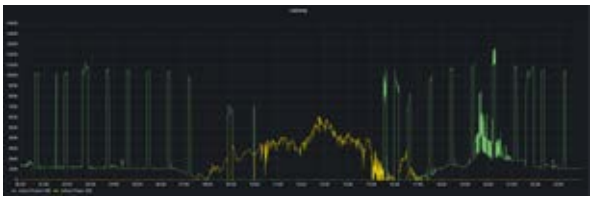


Abb. 2 Messwerte aus Smart Meter

Problemstellung

Durch den beschlossenen Ausstieg aus der Atomenergie werden in der Schweiz erneuerbare Energien verstärkt gefördert und vermehrt Photovoltaikanlagen gebaut. Die überschüssige Energie, welche im Gebäude nicht verbraucht wird, wird ins Netz zurückgespiesen. Sinnvoll wäre jedoch, wenn diese Energie einem oder mehreren Gebäuden in der Umgebung verkauft werden könnte und diese Gebäude dementsprechend ihre elektrischen Verbraucher schalten würden.

Lösungskonzept

Für ein solches Konstrukt sind aktuelle Messwerte vom Stromverbrauch, eine Kommunikation zwischen den Häuser, ein Algorithmus für das Verteilen des Überschusses und die Ansteuerung von Lasten und Lastmanagementsystemen notwendig. Für jeden Zusammenschluss braucht es einen Master, welcher die überschüssige Energie durch den Algorithmus sinnvoll an die Teilnehmer verteilt. Pro Gebäude gibt es einen zentralen Server. Dieser Server soll Messwerte aus dem Smart Meter des Verteilnetzbetreibers auslesen. Er soll mit den anderen Gebäuden, sowie mit einem Lastmanagementsystem kommunizieren und Lasten direkt schalten können.

Realisierung

Ein Prüfstand mit zwei Gebäuden wurde aufgebaut. Als Übertragungsmedium wird eine VPN-Verbindung über Ethernet eingesetzt. Ein Protokoll für die Kommunikation zwischen mehreren Häuser wurde erarbeitet. Das Protokoll wurde an den Algorithmus angepasst. Der Algorithmus sieht vor, dass die Teilnehmer nach dem möglichen Energieverbrauch für eine bestimmte Last angefragt werden. Der Algorithmus verteilt anschliessend die Energie je nach Priorität.

Ergebnisse

Die Kommunikation wurde am Prüfstand getestet und funktioniert gut.
Der Algorithmus verteilt die Energie je nach Priorität. Entscheidend für den Algorithmus ist, dass der Zustand der Verbraucher abgefragt werden kann.
Es ist nur sinnvoll, dass Verbraucher eingesetzt werden, welche einen konstanten Strom aufnehmen oder bei dem die Stromaufnahme manuell angepasst werden kann. Das Auslesen des Smart Meters des Verteilnetzbetreibers ist durch Übertragungsfehler teilweise noch fehlerbehaftet.

Ausblick

Damit dieses Konstrukt überhaupt erlaubt ist, muss zuerst der Mantelerlass «Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien» angenommen werden. Dieser Mantelerlass ist im Moment in der Vernehmlassung.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Sandro Williner**
Dozenten Dr. Oliver Kasten
Themengebiet Technische Informatik, Embedded Linux
Projektpartner Toradex

Node-RED für Toradex Embedded-Linux-Module

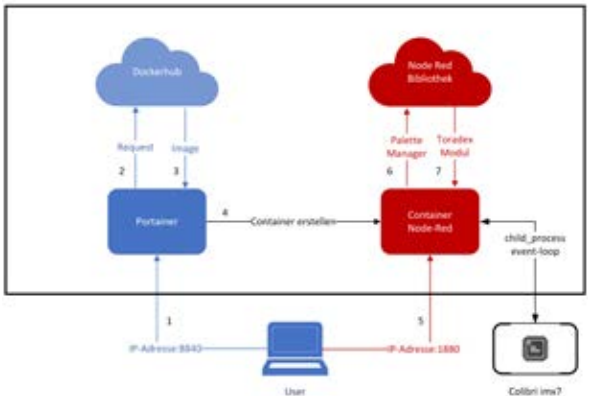


Abb. 1 Systemübersicht und Zusammenspiel der Teilkomponenten

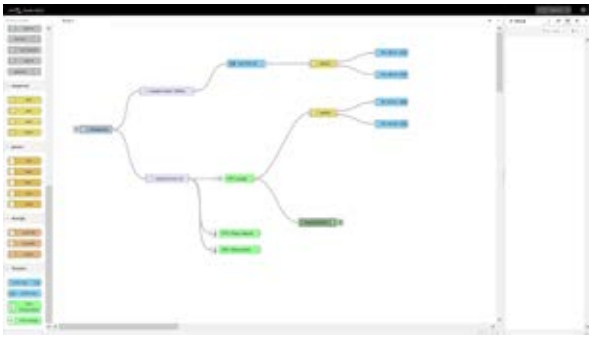


Abb. 2 Node-RED Oberfläche mit erstelltem Flow

Problemstellung

Toradex beliefert über 3000 Kunden mit Hardware. Mittels Node-RED soll für ein SOM (System on Module) einen vereinfachter Hardwarezugang ermöglicht werden. Dafür sind Bausteine für das Auslesen von CPU Informationen und GPIO Bausteine zur Ansteuerung von Hardware zu realisieren. Node-RED wird dabei in einem Container ausgeführt.

Lösungskonzept

Zur Erstellung benutzerfreundlicher Node-RED Baustein, wird ein erster GPIO Baustein erstellt und mit Usern getestet. Die Resultate aus diesen ermöglichen einen Baustein im Gusto des Benutzers zu erstellen. Die weiteren werden auf dieser Grundlage codiert. Durch die frühe Testphase konnte bereits zu Beginn die Benutzeranforderung evaluiert werden.

Realisierung

Es wurden Node-RED Bausteine für das Auslesen der CPU Temperatur, CPU Auslastung und zur Ansteuerung von GPIO erstellt. Die Oberfläche ist dabei in HTML Code beschrieben und die Funktionen in einem hinterlegten Java Script, welches ermöglicht auf Benutzereingaben zu interagieren. Für die Container Anwendung wird ein Image online zur Verfügung gestellt. Dadurch ist es dem User möglich mittels Portainer visuell einen geeigneten Container zu erstellen. Der Hardwarezugriff erfolgt über einen event-loop.

Ergebnisse

Die Bausteine entsprechen den Wünschen des Users. Durch die visuellen Merkmale lassen sich diese gut unterscheiden und steigern die Benutzerfreundlichkeit. Das Zurverfügungstellen eines Images auf Dockerhub ermöglicht jedem Nutzer ein einfaches Aufsetzen der Umgebung. Der Hardwarezugriff wurde mittels event-loop sichergestellt.

Ausblick

Die Marktfähigkeit des Produktes kann durch weitere Bausteine gesteigert werden. Die Nachfrage, mit über 1000 Downloads innerhalb einer Woche, scheint vorhanden zu sein.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Swisens

Diplomandin **Julia Wiss**
Dozenten Prof. Dr. Klaus Zahn
Themengebiet Signalverarbeitung & Kommunikation
Image Processing, Holography, Machine Learning
Projektpartner Swisens AG

Particle localization using Machine Learning

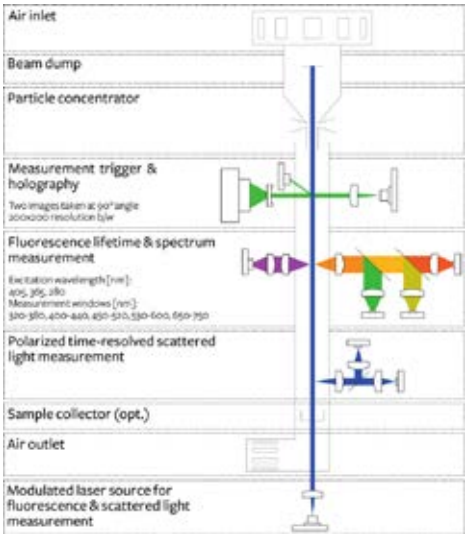


Abb. 1 Measurement principle of the Swisens Poleno

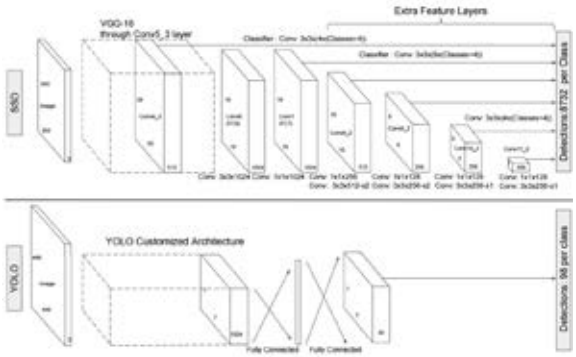


Abb. 2 SSD (top) vs. YOLO (bottom)

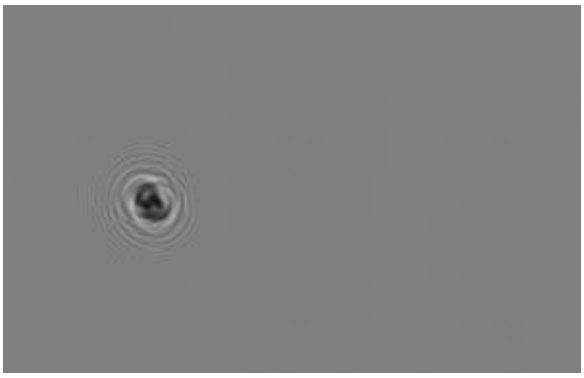


Abb. 3 Example image of an aerosol particle

Task description

Swisens AG, a spin-off of the Lucerne University of Applied Sciences and Arts founded in 2016, develops and produces innovative, high-precision measurement systems for real-time measurement and monitoring of aerosol particles. Various measurement principles are used in the identification of aerosol particles (see Abb. 1), including digital holography. The subsequent reconstruction requires a precise localization of the particles on the image. Swisens AG uses the Hough Circle Transformation for this purpose. In this work, it should be investigated whether an improvement of the localization results is possible with a Machine Learning method.

Concept

Due to the need for a real-time solution, two one-stage detectors were investigated. Both YOLO (You Only Look Once) and SSD (Single Shot Multibox Detector) are state-of-the-art object detectors (see Abb. 2) that are unique in their own way and have their own advantages and disadvantages. To achieve a good balance between accuracy and speed, a combination of the two detectors was used.

Realization

To significantly reduce the time, data and computer resources required to train the new model, the approach of transfer learning was applied, in which a pre-trained neural network is used to solve new problems. For this purpose, the data provided were processed, the algorithms were subsequently trained on them, and then evaluated and analyzed. Additionally, a program for particle localization was written to present the result of the algorithms. The entire implementation was done in MATLAB.

Results

Localization using Machine Learning methods was able to outperform the existing method. This work shows the great potential of Machine Learning in image processing and provides a solid basis for implementation at Swisens.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

FATZER
BRUGG

Diplomand **Patrick Ziegler**
Dozenten Prof. Marcel Joss
Themengebiet Signalverarbeitung & Kommunikation
Projektpartner Fatzer AG

Seilspleiss-Monitoring

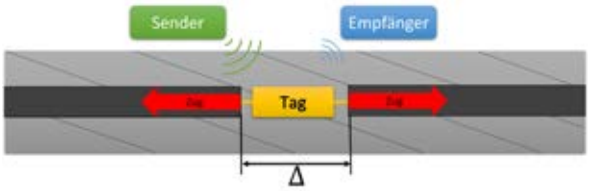


Abb. 1 Prinzipschema des Projektes. Durch Verformung des Tags ändert das rückgestreute Signal.

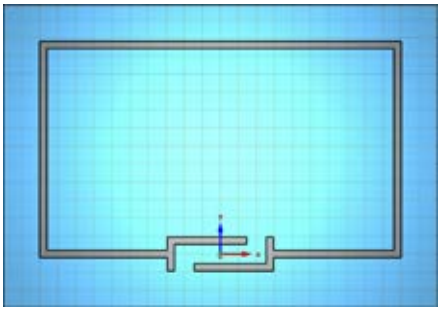


Abb. 2 Prototyp eines geeigneten chipless RFID Tag

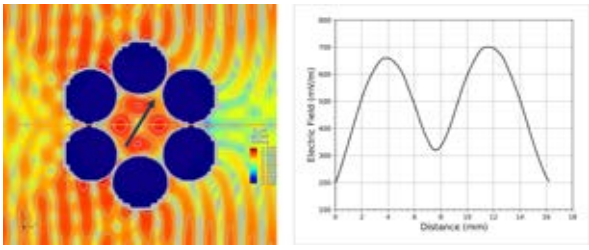


Abb. 3 Ausschnitt aus Simulation mit Ergebnissen. Von aussen ins Seil hinein.

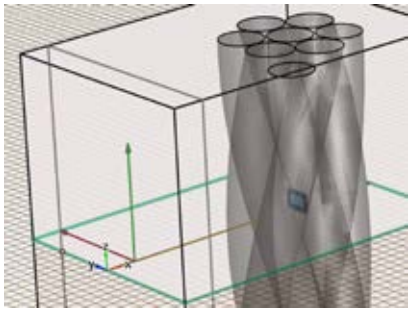


Abb. 4 Simulationsaufbau mit Tag im Seilinnern

Problemstellung

Zur Herstellung von «endlosen» Förder- oder Zugseilen von Seilbahnen werden die beiden Enden des Seils durch einen Spleiss miteinander verbunden. Zur Zustandsbeurteilung des Seilspleisses möchte die Fatzer AG die Relativbewegung der Einstecklitzen im inneren des Seiles periodisch messen. Im Rahmen dieser Arbeit soll die Eignung von Chipless RFID Tags für die Realisierung eines Messverfahrens abgeklärt werden, mit dem es möglich ist, bei der Stationsdurchfahrt einen Messwert aus dem Innern des Seils auszulesen. Die Schwierigkeit dabei liegt darin, dass das Stahlseil stark abschirmend wirkt.

Lösungskonzept

Mithilfe einer EM-Simulationssoftware sollte überprüft werden, ob ein Signal von aussen ins Seilinnere dringen, dort einen chipless RFID Tag anregen und dessen rückgestreutes Signal wieder aus dem Seil ausdringen kann. Für den Tag sollte dazu ein geeignetes Layout evaluiert werden.

Realisierung

Es wurde in der Simulationssoftware ein möglichst Originalgetreues Seilmodell konstruiert. Mit diesem wurden verschiedene Testszenarien mit unterschiedlichen Frequenzen durchsimuliert. Anhand der Resultate wurden Rückschlüsse auf die Machbarkeit des Vorhabens gezogen. Gleichzeitig wurde anhand von bereits existierenden Tagformen für ähnliche Anwendungen eine geeignete Form evaluiert und berechnet. Zuerst wurde jeder Schritt im Signalverlauf einzeln untersucht, anschliessend das Gesamtsystem.

Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren auf den Simulationen. Dabei stellte sich heraus, dass bei einer Frequenz von 24GHz tatsächlich ein Signal ins Seil eindringen kann. Die gewünschte Funktion des Tags konnte ebenfalls verifiziert werden. Der Signalfluss vom Seilinneren nach aussen entpuppte sich als Schwachpunkt im System. Trotzdem zeigten die Simulationen, dass das die Signaldämpfung vom Ausstrahlen des Signals bis zum wiederaustritt aus dem Seil um ca. 40dB gedämpft wird, was für die Machbarkeit des Projektes spricht.

Ausblick

Diese Arbeit dient als Grundlagenstudie für eine Weiterentwicklung. In einer Folgearbeit sollen unter anderem Testversuche am realen Seil durchgeführt werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

i|Home|Lab HSLU Hochschule Luzern

Diplomand **Dario Ziswiler**
Dozenten Prof. Dr. Patric Eberle
Themengebiet Nachrichtentechnik, Signal Processing, Technische Informatik (Embedded System)
Projektpartner iHomeLab

Image based Embedded Respiration Measurement using 3D ToF

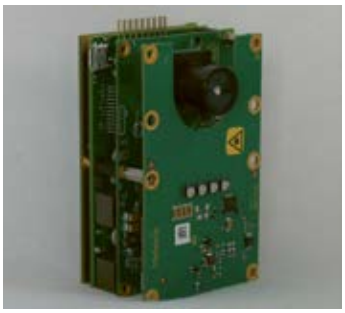


Abb. 1 3D-ToF-Kamera ohne Gehäuse

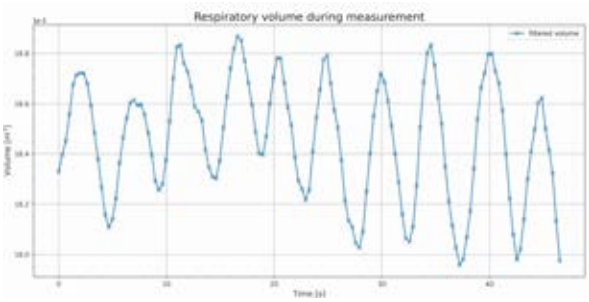


Abb. 2 Volumenkurve für 10 Atemzüge

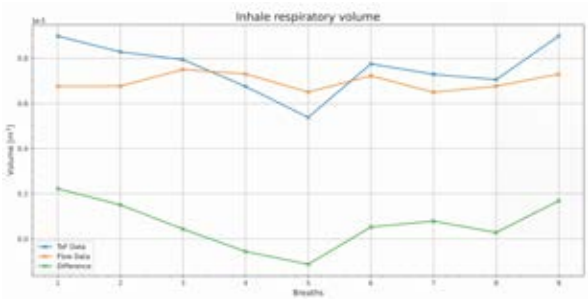


Abb. 3 Vergleich des Atemvolumens zwischen ToF-Berechnungen und Referenzmessung

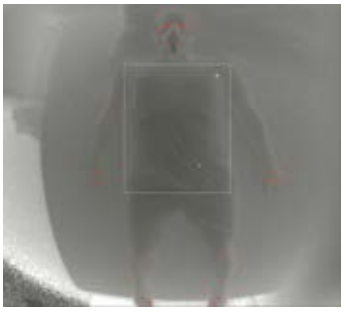


Abb. 4 Person auf dem Bett mit eingezeichneten Körperpunkten

Problemstellung
Schlafapnoe ist eine Schlafstörung, welche sich durch schnaubende und schnarchende Geräusche und bis zu 10 s langen Atemaussetzern bemerkbar macht. Die Detektion der Krankheit findet in einem Schlaflabor statt. Die vielen eingesetzten Elektroden und dessen Kabel sind störend und können sich negativ auf den Schlaf des Patienten auswirken. Deswegen soll ein System entwickelt werden, welches Schlafapnoe berührungslos detektiert und zu Hause in gewohnter Umgebung eingesetzt werden kann.

Lösungskonzept
Als Messsystem kommt eine 3D-ToF-Kamera zum Einsatz, welche die Volumenänderungen des Brust- und Bauchbereichs des Patienten untersucht. Aus den Volumenänderungen lassen sich die drei für Schlafapnoe relevanten Parameter Atemvolumen, Atemfrequenz und Atemaussetzer berechnen. Die Berechnungen finden in den Liegepositionen Rücken-, Bauch- und Seitenlage statt. Des Weiteren soll untersucht werden, was mit den Atemalgorithmen passiert, wenn eine Decke verwendet wird. Zusätzlich soll der Code so präpariert werden, dass Messungen für einer Nacht durchgeführt werden können.

Realisierung
Die Berechnungen wurden in Python programmiert. Das Volumen des Brust– und Bauchbereichs lässt sich aus der Integration der einzelnen Pixelvolumen berechnen. Es fanden verschieden Messungen statt.

Ergebnisse
Die Atemvolumen konnten in Rückenlage mit einem durchschnittlichen relativen Fehler zum Referenzsystem von 2.63 % für das Einatmen und 0.46 % für das Ausatmen berechnet werden. Die durchschnittliche Atemfrequenz und verschiedene Atemaussetzer konnten ebenfalls berechnet werden.
In Seitenlage konnten ähnliche Ergebnisse wie in der Rückenlage erzielt werden. In Bauchlage war der Fehler für das Atemvolumen etwas grösser. Wurde für die Messungen eine Decke verwendet, konnte evaluiert werden, dass die Pose Estimation gut funktioniert, wenn die Schultern, Ellbogen und Hände nicht überdeckt sind. Ist der Patient vollständig überdeckt, kann keine korrekte Pose Estimation mehr durchgeführt werden. Bei Experimenten mit verschiedenen Decken konnten mit einer braunen Polyester-Decke die besten Ergebnisse erzielt werden. Der Code wurde für eine Nachtmessung vorbereitet.

Ausblick
Da die Atemalgorithmen gut funktionieren, kann der Code auf ein Embedded System portiert und so ein funktionierende Gesamtsystem präsentiert werden.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Dominik Ziswiler**
Dozenten Prof. Marcel Joss
Themengebiet Mechatronik, Automation, Robotik
Projektpartner HSLU intern

Antriebssystem für Antennenmontierung

Abb. 1 Umlaufbahn der Satelliten

Abb. 2 Parabolspiegel Antenne mit X-Y Antennemechanismus

Abb. 3 Hardwarekonzept

Abb. 4 Ablaufdiagramm Tracking nach TLE Strecke

Projekt CHESS

Das Projekt CHESS ist eine Weltraummission, welche im vierten Quartal 2023 zwei Nanosatelliten starten wird. Das Projekt ist eine Kooperation von verschiedenen Schweizer Universitäten. Involviert sind dabei die ETH Zürich, die Universität Bern, die Hochschule Luzern, die HES-SO und der HE-ARC. Das Projekt wird vom Spacecraft Team der EPFL geleitet. Die Hochschule Luzern wird für dieses Projekt die Bodenstation für die Kommunikation mit den Satelliten betreiben.

Aufgabenstellung

Die Parabolspiegel Antenne mit Azimut-Elevation Antriebsmechanismus, welche momentan in Betrieb ist, genügt den hohen Anforderungen nicht mehr. Für ein neues Antriebssystem mit X-Y Antriebsmechanismus (Abb. 2) soll die Antennenkontrolleinheit ausgelegt werden. Dabei soll bereits entwickelte Software in das Konzept integriert werden.

Auslegung

Die Auslegung der Antennenkontrolleinheit wird auf Basis der vorhandenen Hardware und den zu integrierenden Bausteinen realisiert. (siehe Abb. 3) Für die Antriebe werden Servoantriebe der Firma Harmonic Drive verwendet, welche mit einem Drehmoment von bis zu 1800Nm und einer hohen Genauigkeit überzeugen. Die Antennenkontrolleinheit wird in einen Computer und eine SPS aufgeteilt. Das Tracking nach einer vorgegebene Strecke wird mit dem Ablaufdiagramm (Abb. 4) dargestellt.

Ausblick

In den kommenden Monaten werden die Antriebskomponenten bestellt und zusammen mit dem Institut für Maschinentechnik zusammengebaut. Danach kann das System programmiert und getestet werden, damit im Sommer 2023 die Parabolspiegel Antenne betriebsbereit ist.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Marcel Ziswiler**
Dozenten Prof. Dr. Andrew Paice
Themengebiet Computer Vision
Projektpartner vertraulich

Messung der Korngrössenverteilung beim Kaffeemahlgut

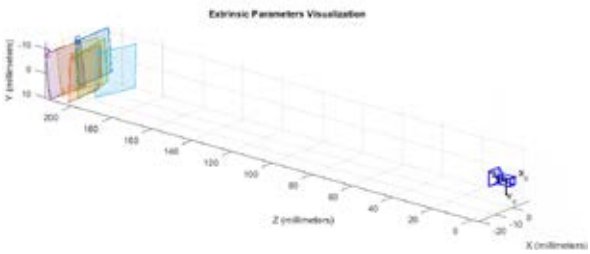


Abb. 1 Geometrische Kalibration der monochromatischen Kamera

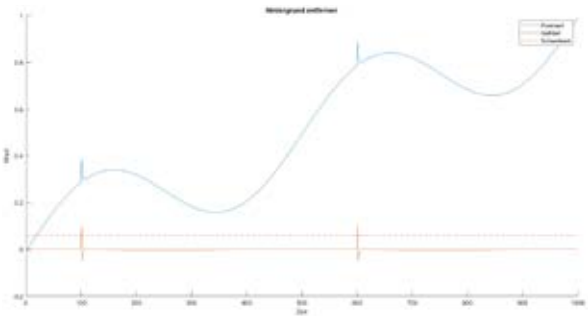


Abb. 2 Laufendes anpassen des Hintergrundes

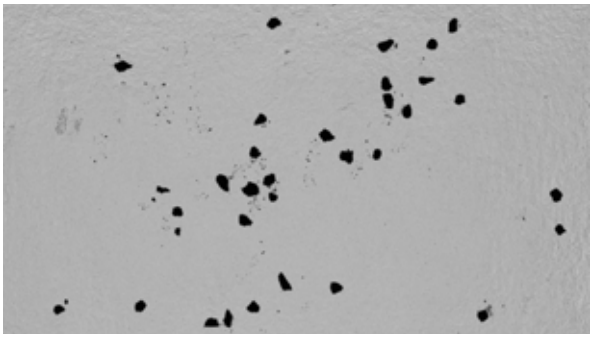


Abb. 3 Aufgenommenes Bild mit korrigiertem Vignettingfehler

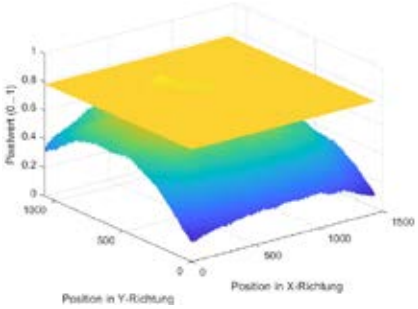


Abb. 4 Grafische Darstellung des Vignettingfehlers

Problemstellung

Ein wichtiger Faktor für den Geschmack von Kaffee ist die Korngrössenverteilung des gemahlenen Kaffees. Eine Messung der Korngrössenverteilung ist jedoch nur mit kostenintensivem Equipment möglich. Mit dieser Bachelorarbeit soll eine kostenoptimierte Alternative entwickelt werden.

Lösungskonzept

Nachdem die Anforderungen festgelegt sind, sollen mögliche Messverfahren recherchiert und anschliessend einander gegenübergestellt werden. Für das geeignetste Messverfahren wird ein Prototyp erstellt und einer Messreihe unterzogen, um die Genauigkeit der Messung zu bestimmen.

Realisierung

Mit einer vibrierenden Rinne werden die Kaffeepartikel zum Blickfeld der Kamera befördert. Es wurde eine geeignete Kamera gesucht, um Kaffeepartikel im Flug erfassen zu können. Für kontrastreiche Aufnahmen wurde eine Beleuchtung ausgelegt. Alle Einzelkomponenten werden mit einem Gehäuse aus Edelstahlblech verbunden. Ein Matlabskript startet und verarbeitet die Aufnahmen. In einem ersten Schritt wendet das Matlabskript eine geometrische Korrektur an. Anschliessend wird eine Vignettingkorrektur durchgeführt und der Hintergrund entfernt. Nach einem Schwellwertfilter werden die Bildregionen charakterisiert. Dies beinhaltet unterschiedliche Durchmesser, Positionswerte und weitere Parameter. Aus den gewonnenen Informationen wird die Korngrössenverteilung der Messung berechnet.

Ergebnisse

Die Anforderungen bezüglich Messgenauigkeit an das Messsystem konnten mit einer Messreihe bestätigt werden. Die Messung der Korngrössenverteilung mit der Kamera liefert neben dem Durchmesser weitere Parameter betreffend Kaffeepartikel, welche durch andere Verfahren nicht bestimmbar wären.

Ausblick

Neben dem erfolgreich realisierten Messprinzip stehen zwei weitere mögliche Messverfahren, welche genauer auf ihre Tauglichkeit untersucht werden können.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Diplomand **Nico Zuber**
Dozenten Kilian Schuster
Themengebiet Technische Informatik
Projektpartner Schindler Aufzüge AG

Sensorkit Schiebetür

Abb. 1 Türsystem von Schindler

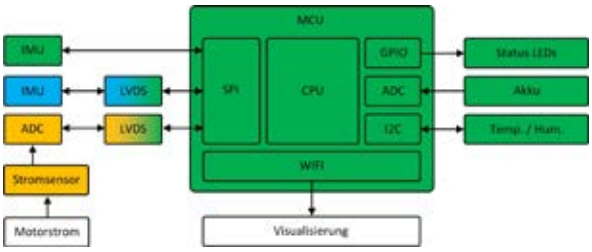


Abb. 2 Blockdiagramm des Systemkonzepts

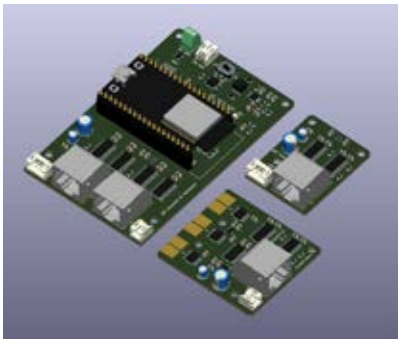


Abb. 3 3D-Ansicht der bestückten PCBs

Abb. 4 Auslastung des SPI Buses

Problemstellung

Eine neuartige, automatische Schiebetüre der Firma Schindler Aufzüge AG soll für die Überwachung, Fehlererkennung und Wartungsvorhersage mit Sensoren ausgestattet werden. Dazu soll der Strom des 3-Phasen-Antriebsmotors, die Vibrationen der Türe selbst (an zwei Positionen) und die Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Feuchtigkeit erfasst werden. Die gemessenen Sensordaten sollen über WLAN an einen Server für die Weiterverarbeitung und Visualisierung weitergeleitet werden. Die Weiterverarbeitung, Abspeicherung und Visualisierung der Daten sind nicht Teil dieser Arbeit.

Lösungskonzept

Die Lösung besteht aus der Entwicklung eines zentralen «Mainboards», welches einen Mikrocontroller, einen Beschleunigungssensor und je einen Temperatur- und Feuchtigkeitssensor enthält. Auf zwei weiteren Boards werden die anderen Sensoren (Strommessung und zweiter Beschleunigungssensor) untergebracht.

Realisierung

Das Mainboard mit einem ESP32 kommuniziert über SPI mit den Sensoren. Die SPI-Signale der beiden externen Sensoren werden über Ethernet-Kabel und differentielle Signale angeschlossen, um Störungen zu minimieren. Die Sensordaten werden in einen doppelten Datenbuffer geschrieben, um gleichzeitig neue Daten einzulesen und via MQTT an den Server zu versenden.

Ergebnisse

Das entwickelte System kann alle geforderten Sensoren auslesen. Jedoch musste aufgrund der zeitlichen Beanspruchung (ca. 75 % Auslastung) und der grossen Datenmenge der Sensoren die Abtastfrequenzen (auf 1 kHz bei der Strommessung (3-phasig) und auf 3.3 kHz der Beschleunigungssensoren (6 Achsen)) gesenkt werden.

Ausblick

Das aktuelle System soll in einem weiterführenden Projekt, in einer überarbeiteten Revision, in mehreren Stückzahlen (ca. 5 Stk.) hergestellt und auf dem Türsystem verbaut werden.

Hochschule Luzern | Technik & Architektur | Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnologie
Technikumstrasse 21 | CH-6048 Horw | Telefon +41 41 349 33 11
eit@hslu.ch | instagram.com/hslu_eit | hslu.ch