

DIY Optische ToF Distanzmessung

CAS Sensorik und Sensor Signal Conditioning

Matthias Schär, Timon Burkard
OST – Ostschweizer Fachhochschule

18. Dezember 2024



CAS Sensorik und Sensor Signal Conditioning an der OST – Ostschweizer Fachhochschule

Titel	DIY Optische ToF Distanzmessung
Diplomandin/Diplomand	Matthias Schär, Timon Burkard
Studiengang	CAS Sensorik und Sensor Signal Conditioning
Semester	HS24
Dozentin/Dozent	Prof. Guido Keel

Abstract

Die vorliegende Projektarbeit befasst sich mit der Entwicklung eines...

Ort, Datum Rapperswil, 18. Dezember 2024
© Matthias Schär, Timon Burkard, OST – Ostschweizer Fachhochschule

Alle Rechte vorbehalten. Die Arbeit oder Teile davon dürfen ohne schriftliche Genehmigung der Rechteinhaber weder in irgendeiner Form reproduziert noch elektronisch gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Sofern die Arbeit auf der Website der Ostschweizer Fachhochschule online veröffentlicht wird, können abweichende Nutzungsbedingungen unter Creative-Commons-Lizenzen gelten. Massgebend ist in diesem Fall die auf der Website angezeigte Creative-Commons-Lizenz.

Inhaltsverzeichnis

1	Ein paar erste Beispiele	9
1.1	Abkürzungen	9
1.2	Kapitelverweis	9
1.2.1	Aufzählung	9
1.2.2	Fussbote	9
2	Bilder	10
2.1	Bilder Nebeneinander	10
2.2	Vektorgrafiken	10
2.2.1	SVG Files	10
2.2.2	EPS Files	11
2.2.3	draw.io Files	11
3	Formeln	12
4	Tabelle	12
5	Code	13
6	Anhang	13
6.1	Aufgabenstellung	14

Abkürzungsverzeichnis

PCB Printed Circuit Board. 9

Abbildungsverzeichnis

1	Erstes Beispielbild	10
2	Zweites Beispielbild	10
3	Drittes Beispielbild	10
4	SVG Beispielbild	11
5	EPS Beispielbild	11
6	draw.io Beispielbild	12

Formelverzeichnis

1	Formel allgemeiner Dopplereffekt	12
2	Formel zur Berechnung der dft	12

Tabellenverzeichnis

1	Beispieltabelle	12
---	---------------------------	----

Codeverzeichnis

1	Matlab-Beispiel	13
---	---------------------------	----

1 Ein paar erste Beispiele

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. (Lipsum, 2022)

1.1 Abkürzungen

Wir verwenden den Begriff Printed Circuit Board (PCB) für eine Leiterplatte. Als Abkürzung verwenden wir PCB. Wenn man will kann man es aber auch als Printed Circuit Board ausschreiben.

1.2 Kapitelverweis

Es kann auf Kapitel verwiesen werden: Siehe Kapitel 1.2.1.

1.2.1 Aufzählung

Nachfolgend wird eine einfache Aufzählung gezeigt:

- Erstes Element
- Zweites Element
 - Unterelement

1.2.2 Fussbote

Es können an beliebigen Stellen Fussnoten¹ eingefügt werden.

Das ist ein Paragraph

Nach der subsection kommt der paragraph. Dieser ist nicht mehr nummeriert.

Das ist ein Subparagraph

Für spezielle Fälle kann auch ein subparagraph verwendet werden.

¹ Eine Fussnote ist eine Anmerkung, welche zuunterst auf der Seite aufgeführt wird.

2 Bilder

In diesem Kapitel geht es um verschiedene Arten von Bildern. In Abbildung 1 ist ein einzelnes Bild dargestellt.

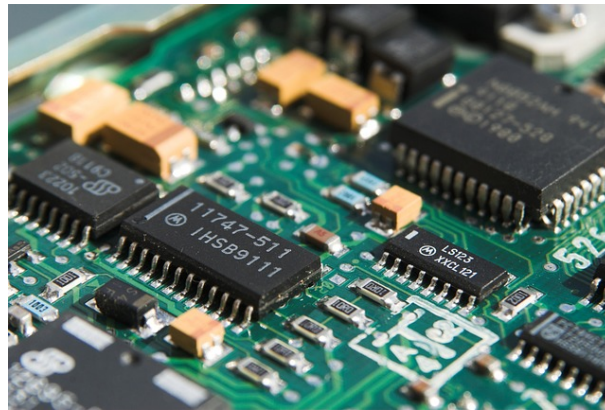


Abbildung 1: Erstes Beispielbild (Pixabay, 2017)

2.1 Bilder Nebeneinander

Es können auch Bilder nebeneinander platziert werden, wie in Abbildung 2 und 3 dargestellt.



Abbildung 2: Zweites Beispielbild



Abbildung 3: Drittes Beispielbild

2.2 Vektorgrafiken

Es gibt drei Möglichkeiten, um Vektorgrafiken zu inkludieren.

2.2.1 SVG Files

Es können SVG Files verwendet werden, wie in Abbildung 4 gezeigt.



Abbildung 4: SVG Beispielbild

2.2.2 EPS Files

Es können EPS Files verwendet werden, wie in Abbildung 5 gezeigt.

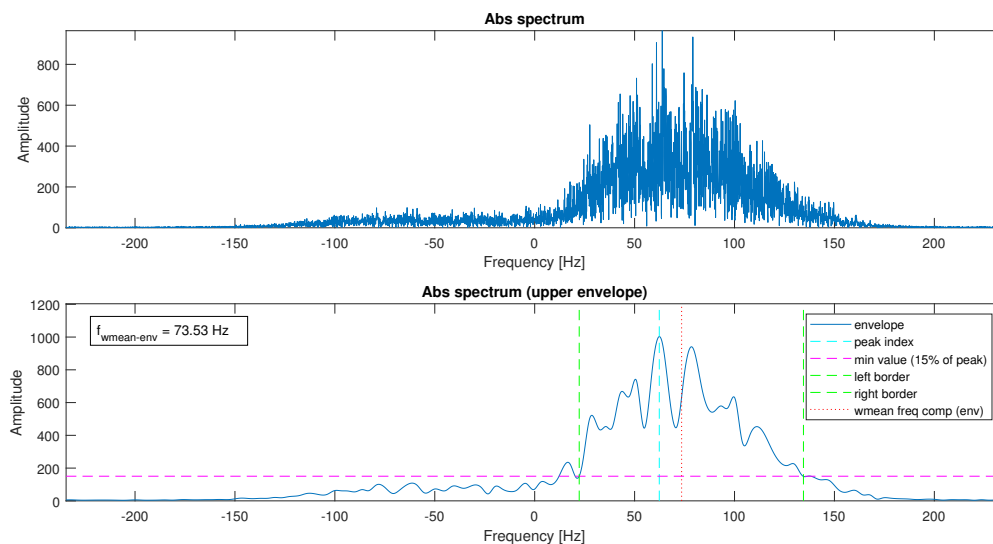


Abbildung 5: EPS Beispielbild

2.2.3 draw.io Files

Alternativ können auch draw.io Files verwendet werden, wie in Abbildung 6 gezeigt. Dies müssen im diagrams/ Verzeichnis sein und werden automatisch in ein PDF konvertiert.

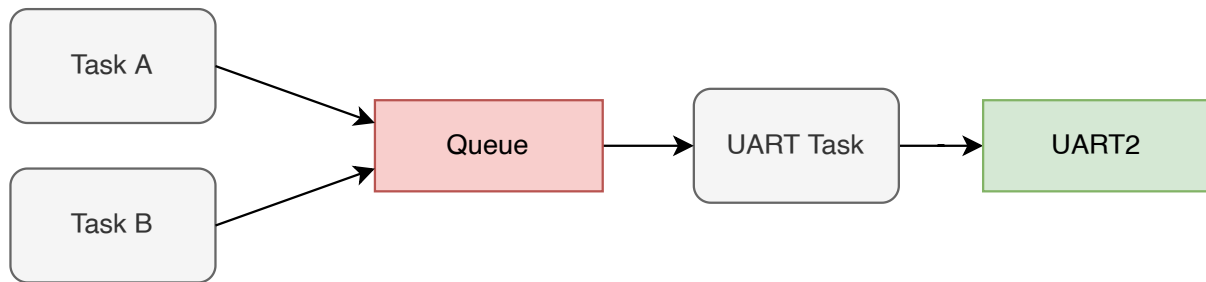


Abbildung 6: draw.io Beispielbild

3 Formeln

In Formel 1 (Wikipedia, 2021) ist der Dopplereffekt gezeigt.

$$f = \frac{c \pm v_r}{c \pm v_s} \cdot f_0 \quad (1)$$

Die Berechnung der DFT eines Signales $x[n]$ ist in Formel 2 gegeben.

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-j2\pi n \frac{k}{N}}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (2)$$

$X[k]$ ist das berechnete Frequenzspektrum, welches durch k indexiert wird. N ist die Anzahl Sample des Signals und somit auch die Anzahl Frequenzkomponenten im Spektrum.

4 Tabelle

In Tabelle 1 ist eine Tabelle via CSV File gezeigt. Alternativ könnten Tabellen auch direkt im TEX File definiert werden.

Nr.	Frequenzkomponente [Hz]	Fliessgeschwindigkeit [m/s]
1	215.42	1.9
2	149.99	1.32
3	88.94	0.79
4	67.59	0.6
5	56.43	0.5
6	52.74	0.47
8	21.46	0.2
9	32	0.28
10	22.05	0.19
11	17.7	0.16

Tabelle 1: Beispieltabelle

5 Code

In Code 1 ist ein Beispiel-Code in Matlab gezeigt.

```
1 % calculate the median frequency component
2 % by splitting the area under the spectrum envelope ROI in two equal parts
3 medianIdx = 0;
4 for i=1:length(spectrum_env_roi)
5     if sum(spectrum_env_roi(1:i)) > meanVal * length(spectrum_env_roi) / 2
6         medianIdx = i;
7         break;
8     end
9 end
10
11 f_median = (medianIdx+leftIdx - N/2) * fs/N;
```

Code 1: Matlab-Beispiel

6 Anhang

Es können auch ganze PDF-Seiten eingefügt werden. Siehe dazu die nachfolgenden zwei Seiten.

6.1 Aufgabenstellung

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**

Technik & Architektur

Horw, 22. Februar 2021
Seite 1/2

Bachelor Thesis im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnologie

Aufgabe für Herrn Timon Burkard

Radarbasierte Messung von Flüssigkeiten und Schüttgut

Fachliche Schwerpunkte

Radarsensor, Signalverarbeitung, Embedded Systems, Simulation

Einleitung

Innovative Sensor Technology IST AG ist ein namhafter Hersteller von mikrosystemtechnischen Sensoren für unterschiedliche Anwendungen. Das Ziel des Projektes ist die Forschung und Entwicklung für einen radarbasierenden Sensor zur Messung verschiedener Grössen bei Flüssigkeiten und Schüttgut in der Automationsindustrie. Eine Vorarbeit wurde im HS20 durchgeführt und der Stand der Forschung und Entwicklung soll mit dieser Arbeit weiter vorangetrieben werden.

Aufgabenstellung

- Einarbeitung in radarbasierende Abstandsmessung, insbesondere A111 Chip von Aconeer
- Analyse des Stands der Technik und der Wissenschaft
- Mögliche Themen:
 - Entwicklung Messverfahren für Durchflussmessung bei Flüssigkeiten
 - Entwicklung Messverfahren für Materialcharakterisierung bei Flüssigkeiten und Schüttgut
 - Entwicklung Messverfahren für Verunreinigungen in Flüssigkeiten
- FE Simulation steht unterstützend zur Verfügung
- Dokumentation in einem Bericht
- Die genauen Aufgaben werden zu Beginn des Projekts besprochen

Termine

Start der Arbeit:	Montag 22.2.2021
Zwischenpräsentation:	Zu vereinbaren im Zeitraum 12.4. – 7.5.2021
Abgabe Schlussbericht:	Freitag 11. Juni 2021, vor 16:00 im D311
Abgabe Digitale Doku:	Gemäss separater Anweisung der Studiengangleitung
Abschlusspräsentation:	Zu vereinbaren im Zeitraum 14.6. – 2.7.2021
Diplomausstellung:	Freitag 9. Juli 2021 (Teilnahme obligatorisch!)

FH Zentralschweiz

Horw, 22.2.2021
Seite 2/2
Diplomarbeit im Fachbereich
Elektrotechnik und Informationstechnologie

Dokumentation

Der gebundene Schlussbericht enthält keine Selbständigkeitserklärung und ist in einfacher Ausführung zu erstellen. Er enthält zudem zwingend

- einen sehr kurzen, englischen Abstract.
- Ein Titelblatt, gleich hinter dem Deckblatt, gemäss Weisungen der Studiengangleitung
- Eine SD-Hülle, innen, auf der Rückseite des Berichtes für den Betreuer

Alle Exemplare des Schlussberichtes müssen komplett und termingerecht gemäss Angaben der Studiengangleitung abgegeben werden. Zusätzlich muss eine SD-Speicherkarte mit dem Bericht (inkl. Anhänge), dem Poster und den Präsentationen, Messdaten, Programmen, Auswertungen, usw. unmittelbar nach der Präsentation abgegeben werden.

Die gesamte Dokumentation ist zudem gemäss Anweisungen der Studiengangleitung elektronisch auf einen Server zu laden. Sämtliche abzugebende Teile der Dokumentation sind Bestandteile der Beurteilung.

Fachliteratur/Web-Links/Hilfsmittel

M. Amgarten, Radar sensor project – *Bachelor thesis work*, HSLU-T&A, Horw, 2021

Geheimhaltungsstufe: Vertraulich

Verantwortlicher Dozent/Betreuungsteam, Industriepartner

Dozent Prof. Dr. Patric Eberle patric.eberle@hslu.ch

Industriepartner IST AG
Steggrütstrasse 14
9642 Ebnat Kappel

Dr. Florian Krogmann
florian.krogmann@ist-ag.com +41 71 992 01 06

Experte

Hr. Reto Jäggi
reto.jaeggi@ch.mullermartini.com Tel. +41 62 745 44 89

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Prof. Dr. Patric Eberle

Quellenverzeichnis

- Lipsum. (2022). *Lorem Ipsum*. Zugriff auf <https://www.lipsum.com/> (aufgerufen am 23.12.2022)
- Pixabay. (2017). *Printed Circuit Board*. Zugriff auf <https://pixabay.com/photos/cyber-security-network-internet-2377718/> (aufgerufen am 23.12.2022)
- Wikipedia. (2021). *Doppler effect*. Zugriff auf https://en.wikipedia.org/wiki/Doppler_effect (aufgerufen am 13.05.2021)