



BACHELORARBEIT

Herr
Ziheng Xu

**Entwicklung und Umsetzung eines Systems (GUI)
zur Ausgabe von Live-Daten auf der Basis von
Ultraschallsensoren**

Mittweida, 2022

BACHELORARBEIT

**Entwicklung und Umsetzung eines Systems (GUI)
zur Ausgabe von Live-Daten auf der Basis von
Ultraschallsensoren**

Autor:

Herr Xu, Ziheng

Studiengang:

Elektro- und Informationstechnik

Seminargruppe:

EI18wA-BC

Erstprüfer:

Prof. Dr. -Ing. Michael Kuh

Zweitprüfer:

M. Sc. Kevin Blümel

Einreichung:

Mittweida, 12.07.2022

Verteidigung/Bewertung:

Mittweida, 2022

Faculty of Engineering

BACHELORTHESIS

**Development and implementation of a system to
output real-time data based on ultrasonic sensors**

author:

Mr. Xu, Ziheng

course of studies:

Electro- and Informationtechnology

seminar group:

EI18wA-BC

first examiner:

Prof. Dr. -Ing. Michael Kuh

second examiner:

M. Sc. Kevin Blümel

submission:

Mittweida, 12.07.2022

defence/ evaluation:

Mittweida, 2022

Bibliografische Beschreibung:

Xu, Ziheng:

Entwicklung und Umsetzung eines Systems (GUI) zur Ausgabe von Live-Daten auf der Basis von Ultraschallsensoren. – 2022.

Development and implementation of a system to output real-time data based on ultrasonic sensors. – 2022

Referat:

Ziel der Arbeit ist die prototypische Aufbau eines Systems, welches Daten von Ultraschall - Sensoren, die über einen Mikrocontroller (μC) aufbereitet werden, als Live-Werte dargestellt werden können.

Die Bachelorarbeit entstand in der Zeit der Corona-Pandemie hauptsächlich im Home-Office.

Inhalt

Inhalt	5
Abbildungsverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung.....	10
1.1 Eigenschaft	11
1.2 Ästhetik	11
1.3 Praktikabilität	12
2 Aufgabenstellung	12
3 Stand der Technik	13
3.1 Ultraschallsensor.....	13
3.2 Prinzip der Abstandsmessung mit Ultraschallsensoren (Time of Flight, Abk.TOF)	14
3.2.1 Einzelschallkopf-Pulsecho	15
3.2.2 Sensorabtastfrequenz und Betriebsfrequenz.....	15
3.2.3 I/Q Data	16
3.3 STM32.....	17
3.4 Hterm	18
3.5 Baudrate	18
3.6 A-Scan	19
4 These.....	19
5 Konzept des Systementwurfs.....	20
5.1 Gesamtkonzept	20
5.2 Modul Comport	21
5.3 Daten übernehmen	21
5.3.1 Übertragungsregeln	22
5.4 Visualisierung Grafik Tabelle.....	25
5.5 Andere Funktionen	26
6 Versuchsaufbau	26

6.1 Project 1	26
6.1.1 Threshold.....	28
6.1.2 Programmablaufplan des Project1.....	30
6.1.3 Test 1.....	31
6.2 Projekt 2	33
6.2.1 Programmablaufplan des Project2.....	35
6.2.2 Test 2.....	35
7. Zusammenfassung.....	36
Literaturverzeichnis	37
Anlagen.....	38
Selbstständigkeitserklärung	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:Ultraschallsensor[1]	14
Abbildung 2:CH201 Ultraschallsensor	15
Abbildung 3:STM32 Familie[3]	17
Abbildung 4:STM32L053C8T6-Mikrocontroller[4]	18
Abbildung 5:Hterm	18
Abbildung 6:Flussdiagramm des Gesamtkonzepts.....	20
Abbildung 7:Verschiedene Tool-Plug-Ins für Visual Studio.....	21
Abbildung 8:Ultraschallsensor mit STM32	22
Abbildung 9:Übertragungsregeln über CH201[6]	22
Abbildung 10:PB12,PB13,PB14	23
Abbildung 11:Modul 1(Keine Jumper).....	23
Abbildung 12:Modul 2(PB12 mit PB13)	24
Abbildung 13:Modul 3(PB13 mit PB14)	24
Abbildung 14:Verschlüsselungsgesetze für Modus 3.....	24
Abbildung 15:Anordnung der Fenster	26
Abbildung 16:Standort der Sensoren.....	27
Abbildung 17:Angezeigte Bilder	28
Abbildung 18:neue Button für Threshold	28
Abbildung 19:GUI-Schnittstelle für die Einstellung von Threshold	29
Abbildung 20:Kurven mit Threshold.....	29
Abbildung 21:Beziehung zwischen m n und Threshold.....	30
Abbildung 22:Programmablaufplan des Project 1	30
Abbildung 23:Initialisierung	31
Abbildung 24:Daten erhalten	31
Abbildung 25:m und n finden.....	31
Abbildung 26:Vorderansicht.....	32
Abbildung 27:Seitenansicht.....	32

Abbildung 28:Test 1.....	32
Abbildung 29:gesetzte Threshold	33
Abbildung 30:Schnittstelle für Projekt 2	34
Abbildung 31:Programmablaufplan des Project2.....	35
Abbildung 32:gezeigte Daten von Test 2	36

Abkürzungsverzeichnis

GUI-----Graphical User Interface

PC-----Personal Computer

TOF-----Time of Flight

UART-----Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

PMUT-----Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer

1 Einleitung

Grafische Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, Abkürzung GUI) ist eine Benutzerschnittstelle für Computeroperationen, die in einem grafischen Format angezeigt wird.

Eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) ist ein Anzeigeformat für die Kommunikation zwischen Mensch und Computer, das es dem Benutzer ermöglicht, mit Hilfe von Eingabegeräten wie der Maus Symbole oder Menüoptionen auf dem Bildschirm zu bedienen, um Befehle auszuwählen, Dateien aufzurufen, Programme zu starten oder andere Routineaufgaben zu erledigen. Eine grafische Benutzeroberfläche hat viele Vorteile gegenüber einer Zeichenschnittstelle, bei der Routineaufgaben durch Eingabe von Text oder Zeichenbefehlen über die Tastatur ausgeführt werden. Die grafische Benutzeroberfläche besteht aus Fenstern, Dropdown-Menüs, Dialogfeldern und den entsprechenden Steuerelementen, die durch einfaches Anklicken der Symbole mit der Maus bedient werden können.

Dies führte zu einer neuen Ära im Computerdesign, von Zeichenschnittstellen zu grafischen Schnittstellen. Seitdem sind Betriebssysteme wie Windows und MAC OS aufgetaucht, und das Oberflächendesign hat sich weiter verbessert. Die ständigen Änderungen der Betriebssysteme haben auch das GUI-Design in eine neue Ära geführt. Eine grafische Benutzeroberfläche ist ein Medium zum Informationsaustausch, das grafisch dargestellt wird. Der Benutzer gibt dem Computer und anderen elektronischen Geräten über grafische Objekte wie Fenster, Tasten und Menüs Anweisungen, und nachdem er die Anweisungen erhalten hat, gibt er mit Hilfe von Grafiken eine Rückmeldung über die Ergebnisse der Operation. Die Entwicklung von Wissenschaft und Technik hat zur Schaffung verschiedener Kommunikations- und Elektronikprodukte geführt, und auch in elektronischen Informationsprodukten mit Informationsaustausch-, Speicher- und Verarbeitungsfunktionen, wie z. B. Smartphones und Haushaltsgeräten, finden GUIs breite Anwendung.

1.1 Eigenschaft

Interaktivität zwischen Mensch und Computer

Die Hauptfunktion einer GUI besteht darin, die Interaktion zwischen Mensch und Computer mit elektronischen Geräten wie Computern zu ermöglichen. Es handelt sich um ein Werkzeug für die Datenübertragung und interaktive Manipulation zwischen dem Benutzer und dem Betriebssystem, das es dem Benutzer ermöglicht, das elektronische Gerät durch bestimmte Operationen zu steuern, während das elektronische Gerät über das Display Rückmeldung über die Ergebnisse der Operationen des Benutzers gibt. Als wesentlicher Bestandteil der Nutzung elektronischer Informationsprodukte ermöglicht die grafische Benutzeroberfläche die Interaktion von Informationen zwischen Mensch und Software. Diese Interaktion zwischen Mensch und Computer erleichtert dem Benutzer die Bedienung.

1.2 Ästhetik

Die grafische Benutzeroberfläche spielt in der sich ständig verändernden Welt der Elektronik eine immer wichtigere Rolle. Ein schönes, benutzerfreundliches Oberflächendesign ist für Kunden oft attraktiver und der Schlüssel zum Wettbewerbsvorteil eines Unternehmens. Grafische Benutzeroberflächen vereinen Wissen aus vielen Disziplinen wie Ergonomie, Kognitionspsychologie, Designkunst, Linguistik, Soziologie und Kommunikation und haben sich inzwischen zu einer eigenständigen Disziplin entwickelt. Mit der rasanten Entwicklung und Reife der elektronischen Technologie unterscheiden sich Leistung und Funktionalität elektronischer Produkte heute nicht mehr wesentlich, und die Entwickler beginnen, der Ästhetik ihrer Produkte mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Ein stimmungsvolles Erscheinungsbild, ein minimalistischer Designstil und gute visuelle Effekte werden zunehmend zu Schlüsselfaktoren, die das Nutzererlebnis beeinflussen.

1.3 Praktikabilität

Der Zweck einer grafischen Benutzeroberfläche ist es, die Interaktion zwischen Mensch und Computer zu ermöglichen. Die Entwickler erforschen und entwerfen spezielle Benutzeroberflächen, die undurchsichtige Computersprache in einfache, leicht verständliche Grafiken verpacken, die der Benutzer erkennen kann, um zu verstehen, was sich hinter der komplexen Computersprache verbirgt. Der grafische Ansatz ist äußerst praktisch, benutzerfreundlich und effizient. Diese kreative Umgestaltung macht kalte elektronische Produkte zugänglich und bringt sie aus dem Labor in das Leben von Millionen von Haushalten. Durch die kontinuierliche Optimierung der grafischen Benutzeroberfläche haben die Entwickler die Übertragung von Informationen und Daten effizienter und die Bedienung und Rückmeldung von Ergebnissen komfortabler und präziser gestaltet, was zu einer guten Benutzererfahrung und einem hohen Grad an Praktikabilität führt.[7]

2 Aufgabenstellung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die prototypische Aufbau eines Systems, welches Daten von Ultraschall - Sensoren, die über einen Mikrocontroller (μ C) aufbereitet werden, als Live-Werte dargestellt werden können.

Hierzu sollen Messungen von einem μ C übernommen und sofort an einem PC / über ein grafisches User Interface ausgegeben werden. Die Einstellung der Parameter an das Board kann über eine Software auf einem PC und die serielle Schnittstelle stattfinden.

Eine Visualisierung der Werte über eine Ausgabe am μ C und PC ist wünschenswert.

- Begriffsbestimmung und Definitionen (Glossar, Schlüsselworte)
- Einarbeitung in die Thematik
- Erarbeitung eines Systemkonzeptes (Hardware, Software, realer Aufbau)

unter Nutzung eines vorgegebenen Mikrokontrollers, ggf. Übergabe der Parameter über einen PC

- Entwurf und Umsetzung der Schaltung inklusive eigener Leiterplatte
- Durchführung und Auswertung von Basisversuchen
- Bewertung, Darstellung und Dokumentation der Projektergebnisse

3 Stand der Technik

3.1 Ultraschallsensor

Ultraschall ist Teil der Schallwellen, ist unhörbar für das menschliche Ohr, die Frequenz ist höher als 20KHZ Schallwellen, es und Schallwellen haben etwas gemeinsam, das heißt, werden durch die Schwingung der Materie erzeugt, und kann nur im Medium verbreitet werden; zur gleichen Zeit, es gibt auch weit in der Natur, viele Tiere können senden und empfangen Ultraschall, die am stärksten in der Fledermaus ist, kann es die schwache Ultraschall-Echo in der Dunkelheit zu fliegen und fangen Nahrung. Aber Ultraschall hat auch seine eigenen besonderen Eigenschaften, z. B. eine hohe Frequenz und eine kurze Wellenlänge, so dass er auch Ähnlichkeiten mit Lichtwellen hat, die eine sehr kurze Wellenlänge haben.

Ultraschallsensoren sind Sensoren, die Ultraschallsignale in andere (meist elektrische) Energiesignale umwandeln. Ultraschall ist eine mechanische Welle, die mit Frequenzen über 20 kHz schwingt. Es hat eine hohe Frequenz, kurze Wellenlänge, um das Phänomen der kleinen, vor allem die Richtung der guten, kann ein Strahl und direktionale Ausbreitung und andere Eigenschaften werden. Ultraschallwelle auf die Flüssigkeit, feste Penetration Fähigkeit ist sehr groß, vor allem in der Sonne undurchsichtig fest. Ultraschallwellen, die auf Verunreinigungen oder Grenzflächen treffen, werden stark reflektiert und bilden ein reflektiertes Echo. Ultraschallsensoren sind in der Industrie, der Landesverteidigung, der Biomedizin und anderen Bereichen weit verbreitet.



Abbildung 1:Ultraschallsensor^[1]

3.2 Prinzip der Abstandsmessung mit Ultraschallsensoren (Time of Flight, Abk.TOF)

Die meisten von uns haben die Erfahrung gemacht, bei einem Gewitter einige Sekunden lang Blitze zu sehen, bevor sie den Donner hören. Da sich sowohl Licht als auch Schall mit bekannter Geschwindigkeit durch die Luft bewegen und Licht so schnell ist, dass wir es ignorieren können, können wir die Zeitmessung in dem Moment beginnen, in dem wir den Blitz sehen, die Zeitmessung in dem Moment beenden, in dem wir den Donner hören, und dies mit der Schallgeschwindigkeit multiplizieren, um unsere ungefähre Entfernung vom Blitz zu ermitteln. Der Ultraschallsensor CH201 verwendet dieselbe Methode, um die Zeit zu messen, die der Schall benötigt, um nach einem bekannten Ereignis anzukommen, und um die Entfernung mit hoher Genauigkeit in einem viel näheren Bereich zu bestimmen. Diese verstrichene Zeit wird als "Flugzeit" bezeichnet.

In meinem Projekt wurde der Ultraschallwandler CH201 von TDK (Tokyo-Denki-Kagaku) verwendet. Das CHx01-Gerät kann allein oder in Kombination mit einem oder mehreren anderen Sensoren verwendet werden. In meinem Fall wird nur ein Sensor verwendet, der einzelne Sensor arbeitet immer im "Puls-Echo"-Modus, bei dem er sowohl Ultraschallimpulse sendet als auch empfängt. Mehrere Sensoren können im Sende- und Empfangsmodus arbeiten, wobei ein Sensor einen Ultraschallimpuls sendet und ein oder mehrere Sensoren diesen empfangen.



Abbildung 2:CH201 Ultraschallsensor

3.2.1 Einzelschallkopf-Pulsecho

Bei dieser Anordnung sendet und empfängt der Schallkopf Ultraschallwellen, um die Messung durchzuführen, das Gerät hört das Echo seines eigenen Ultraschallsignals ab und berechnet die ToF des empfangenen Echos, was oft als "Impulsecho"-Verfahren bezeichnet wird.

3.2.2 Sensorabtastfrequenz und Betriebsfrequenz

Bei der Überprüfung des Abtastzeitpunkts des CHx01 müssen zwei verschiedene Zeitbasen berücksichtigt werden, wobei die erste langsamere Zeitbasis die Rate ist, mit der der Sensor einen neuen Messzyklus beginnt (z. B. 10 Messungen/Sekunde, 30 Messungen/Sekunde usw.). Dies ist die Abtastrate, die normalerweise für Sensoranwendungen wichtig ist. Die empfangenen Ultraschallwellen werden zunächst von der Ultraschall-Sendefrequenz in das Basisband demoduliert, und jeder Messzyklus besteht aus einer Reihe von Einzelabtastungen des demodulierten Basisbandsignals. Der Zeitpunkt dieser internen Basisbandabtastung hängt von der Betriebsfrequenz des Sensors ab, und im normalen Entfernungsmessungsmodus ist die Basisbandabtastrate f_s gleich der Ultraschall-Betriebsfrequenz des Sensors f_{op} geteilt durch 8. $f_s = f_{op}/8$

Die Flugzeit (t_{TOF}) und das Abtastintervall (t_s) sind in Sekunden angegeben, die Betriebsfrequenz (f_{op}) ist in Hertz angegeben und die Abtastung (n) ist ohne Einheit. Beachten Sie, dass diese TOF die Zeit der akustischen Hin- und Rückfahrt einschließt. Um eine einfache Entfernung zu erhalten, muss die Zeit durch 2 geteilt werden.

3.2.3 I/Q Data

Der CHx01-Wandler besteht aus einem piezoelektrischen mikromechanischen Ultraschallwandler (PMUT) und einem ASIC-Mikrocontroller, die sich beide im selben Gehäuse befinden.

Ein piezoelektrischer mikromechanischer Ultraschallwandler (Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer, Abk. PMUT) ist eine Klasse von MEMS-Bauteilen, die Ultraschallsignale aussenden oder empfangen, indem sie einen piezoelektrischen Film durch den vorwärts- und rückwärtsgerichteten piezoelektrischen Effekt eines piezoelektrischen Materials in Schwingung versetzen. Eine Besonderheit des PMUT ist, dass er sowohl als Aktor (Aussendung von Schallwellen) als auch als Wandler (Empfang von Schallwellen) fungieren kann. Das bedeutet, dass in handelsüblichen Produkten ein und dasselbe PMUT-Gerät zwei gegensätzliche Funktionen übernehmen kann, z. B. ein Ultraschall-Rückfahrradar für ein Auto, unabhängig davon, ob ein PMUT Ultraschall sendet und empfängt oder zwei identische PMUTs Ultraschall senden und empfangen, die beide genau das gleiche Gerät mit genau den gleichen Spezifikationen verwenden. Dies führt zu einer erheblichen Senkung der Kosten für PMUT-Geräte vom Entwurf bis zur Produktion, Verpackung, Prüfung und Systemisierung.[2]

Der PMUT wandelt die empfangene akustische Welle in ein analoges Spannungssignal um, das dann durch den internen ADC des ASIC digitalisiert wird. Die Speicherung und Bearbeitung der Rohausgabe des ADC ist beim CHx01 ineffizient und zeitaufwändig, daher wird die ADC-Ausgabe direkt an den Demodulator und den Filter angeschlossen. Der Demodulator teilt das Ausgangssignal in eine In-Phase- (I)

und eine Quadraturkomponente (Q) auf, die dann gefiltert und als ein Paar vorzeichenbehafteter 16-Bit-Ganzzahlen im internen Speicher des CHx01 gespeichert werden. Diese gefilterten I/Q-Basisbanddaten enthalten immer noch die Amplitude und Phase des ursprünglichen Signals und sind hinsichtlich des Speicherplatz- und Verarbeitungszeitbedarfs wesentlich effizienter als die Bearbeitung der Ultraschall-Rohdaten. Der Messwertaufnehmer verwendet die I/Q-Daten intern zur Messung des Bereichs, oder die I/Q-Daten können zur weiteren Verarbeitung an den Host-Computer ausgelesen werden.

3.3 STM32

STM32 ist ein Mikrocontroller, der von STMicroelectronics hergestellt wird. ST ist die Abkürzung für STMicroelectronics, M ist der erste Buchstabe von MCU und 32 ist die 32-Bit-CPU, die mit der ARM Cortex-M-Familie von Kernen entwickelt wurde.



Abbildung 3:STM32 Familie[3]

STM32 hat (1) eine hohe Leistung

(2) eine niedrige Spannung

(3) einen niedrigen Stromverbrauch

(4) innovative Kerne und Peripheriegeräte

und andere Merkmale

Der in meinem Projekt verwendete STM32L053C8T6-Mikrocontroller verfügt über 68kb Flash und 8kb RAM, einen USB-Mini-B-Anschluss und einen NFC-Erweiterungsanschluss für das PLUG-CR95HF-Board, wobei der USB-Mini-B-Anschluss in späteren Experimenten verwendet wird.



Abbildung 4: STM32L053C8T6-Mikrocontroller[4]

3.4 Hterm

Hterm ist ein Terminalprogramm für die serielle Schnittstelle RS232. hterm ist kein Terminalprogramm im üblichen Sinne eines Terminals. In der grafischen Oberfläche können Sie den Port (z.B. COM 1), die Baudrate und die Parität für Senden und Empfangen festlegen. Darüber hinaus verfügt die Schnittstelle über Ein- und Ausgaben für Dezimal-, Hexadezimal- und Binärzahlen sowie ASCII, wobei die Hexadezimal-, Binär-, Dezimal- und ASCII-Darstellungen Hterm zu einem Debugging- und Editierwerkzeug machen. Darüber hinaus können verschiedene Zeilenumbruchcodes und Schriftgrößen ausgewählt werden.



Abbildung 5:Hterm

3.5 Baudrate

Im Bereich der elektronischen Kommunikation ist Baud (Baud) oder Modulationsrate die Einheit der Symbol- oder Modulationsrate im Sinne der Anzahl von Symbolen pro Sekunde oder der Anzahl von Impulsen pro Sekunde. Sie ist die Anzahl der verschiedenen Symbolwechsel (Signalisierungsereignisse) pro Sekunde im digitalen Modulationssignal oder bd rate line code zum Übertragungsmedium.[5]

Die Baudrate ist die Anzahl der pro Zeiteinheit übertragenen Symbole. Sie ist ein Maß für die Geschwindigkeit der Symbolübertragung und wird durch die Anzahl der Änderungen des Trägermodulationszustands pro Zeiteinheit ausgedrückt.

3.6 A-Scan

A-Scan leitet sich vom englischen Wort Amplitude ab, was soviel wie Amplitude bedeutet, d.h. die horizontale Koordinate der Anzeige ist die Laufzeit oder Entfernung der Ultraschallwellen im zu prüfenden Material und die vertikale Koordinate ist die Amplitude der reflektierten Wellen.

4 These

Annahme: Der Abstand zwischen dem Objekt und dem Ultraschallsensor wird durch die Zeit des Ultraschall-Rundlaufs und somit durch die Gleichung $s = vt$ berechnet

5 Konzept des Systementwurfs

5.1 Gesamtkonzept

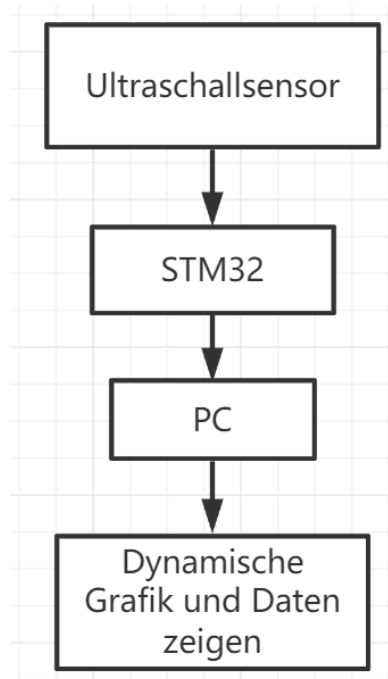


Abbildung 6: Flussdiagramm des Gesamtkonzepts

Die obige Abbildung zeigt ein Flussdiagramm des Gesamtkonzepts. Visual Studio 2022 wurde verwendet, um ein GUI-Fenster zu erstellen und die Ultraschallsensordaten zu programmieren, indem der Ultraschallsensor und die STM32-Übertragungsmethode verstanden wurden.

Visual Studio 2022 ist eine leistungsstarke Software, die die Anforderungen meines Projekts erfüllt. Visual Studio hat viele Werkzeuge für schnelles und einfaches Drag & Drop im Winform-Design (z.B. Button, Label, TextBox, etc.). Meine Aufgabe ist es, diese Werkzeuge zu einer Benutzeroberfläche zu kombinieren, die auf Mausklicks auf den entsprechenden Bereich reagiert.

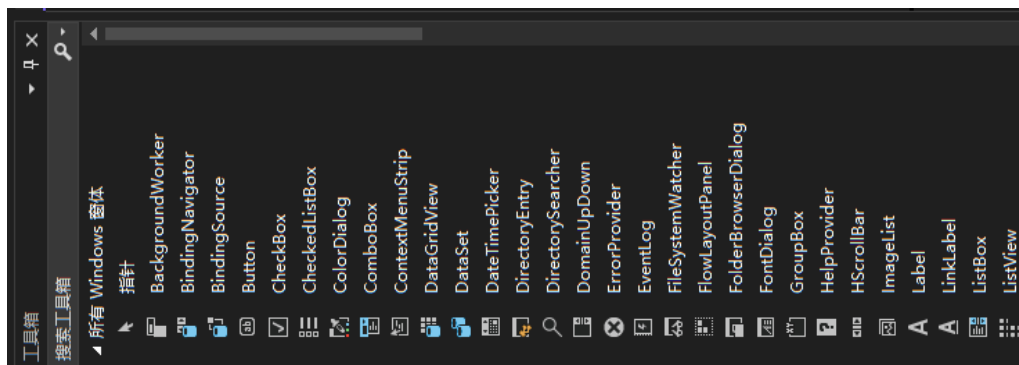


Abbildung 7: Verschiedene Tool-Plug-Ins für Visual Studio

5.2 Modul Comport

In meiner Benutzeroberfläche muss das System in der Lage sein, den richtigen seriellen Anschluss zu erkennen. Wird die Schaltfläche "Refresh" mit der Maus angeklickt, prüft das System, ob die entsprechende serielle Schnittstelle angeschlossen ist und zeigt den Comport-Namen com1, com2 oder com3 in einer ComboBox an. Es erscheint ein Meldungsfenster mit der Meldung "Error".

5.3 Daten übernehmen

Das Gerät für mein Projekt besteht aus einem Ultraschallsensor und einem STM32, die wie in der Abbildung unten dargestellt miteinander verbunden sind. Die beiden Geräte sind bereits programmiert und müssen nur noch die Daten von der Karte auf dem PC empfangen. UART ist ein serielles, asynchrones Vollduplex-Kommunikationsprotokoll, bei dem jedes Binärbit der Daten nacheinander übertragen wird.

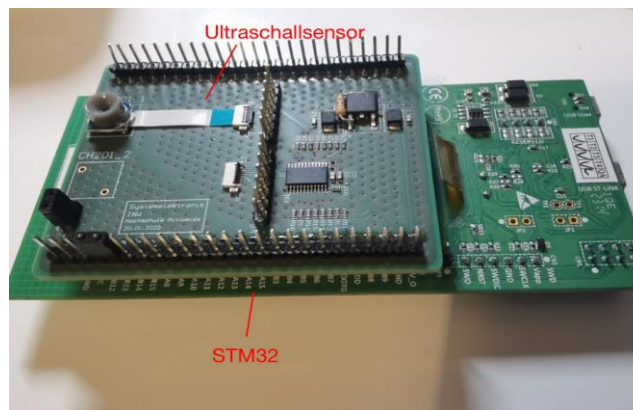


Abbildung 8:Ultraschallsensor mit STM32

5.3.1 Übertragungsregeln

Software – Timings Ultraschall ToF in ms mit Evalboard, Uart Baudrate 1 Mio. B/s,

Sensor - Mode:	1 Sensor (TX/RX)	2 Sensoren (TX/RX, TX/RX)
Prog.-Abschnitt		
Initialisierung:	238	289
Sensordaten Measure + Read:	39	78
Sensor – Send UART:	2	4
Sensordaten Read IQ:	24	24
Sensor – Send UART IQ Klartext:	102	204
Sensor – Send UART IQ crypted:	59	120

Ablauf: sample-rate 500 ms

Init -> Sensordaten Read -> Send uart – kein jumper pb12, pb13, pb14

Oder

Init -> Sensordaten Read IQ -> Sensor – Send UART IQ Klartext – jumper pb12 mit pb13

Oder

Init -> Sensordaten Read IQ -> Sensor – Send UART IQ crypted – jumper pb13 mit pb14

Sampling-Freq. = Operation-Freq./8

Abbildung 9:Übertragungsregeln über CH201[6]

Dies ist das detaillierte Menü für den Betrieb des Ultraschallsensors. Wie in Abbildung 9 zu sehen ist, sollten wir die Baudrate auf eine Million Bits pro Sekunde einstellen,

wenn wir Daten empfangen und der Ultraschallsensor hat drei Modi, die durch die verschiedenen Anschlusspins (PB12, PB13, PB14) erzeugt werden.

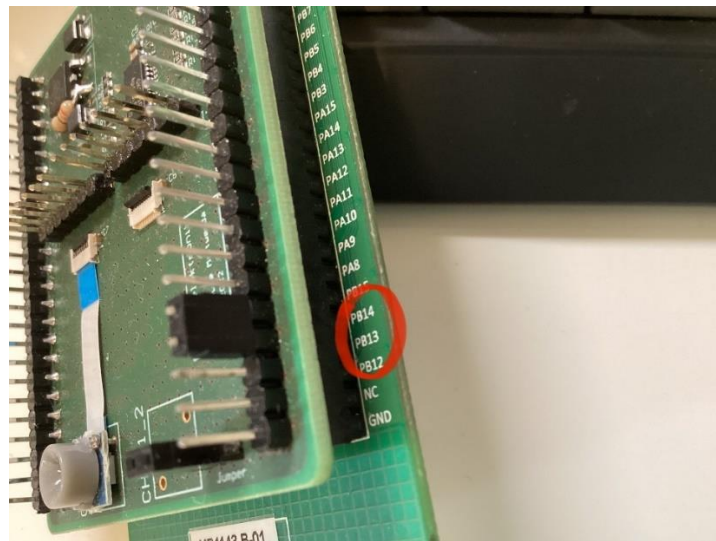


Abbildung 10:PB12,PB13,PB14

Um die Form der Datenübertragung zu visualisieren, wird eine Software namens Hterm empfohlen. Im ersten Modus (kein Jumper pb12, pb13, pb14) empfängt der Computer die in Abbildung 11 dargestellten Daten.

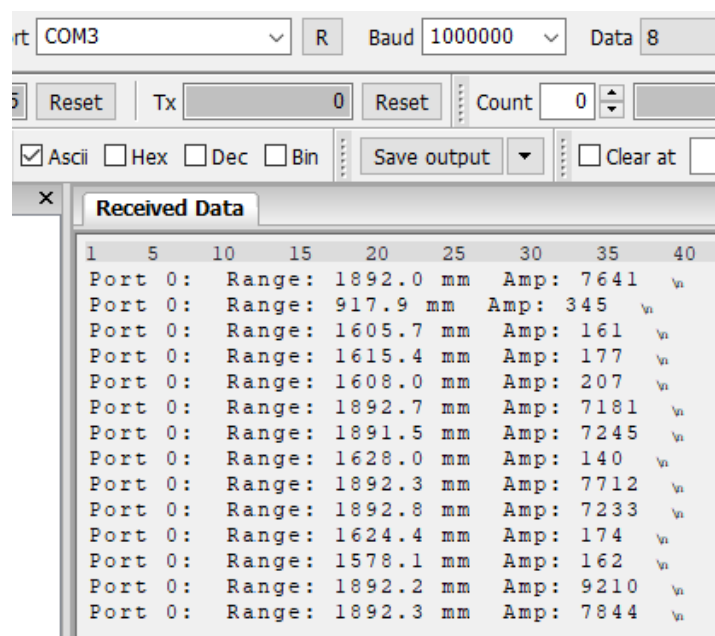


Abbildung 11:Modul 1(Keine Jumper)

Das System empfängt Daten, die Entfernung und Amplitude in Ascii-Code angeben.

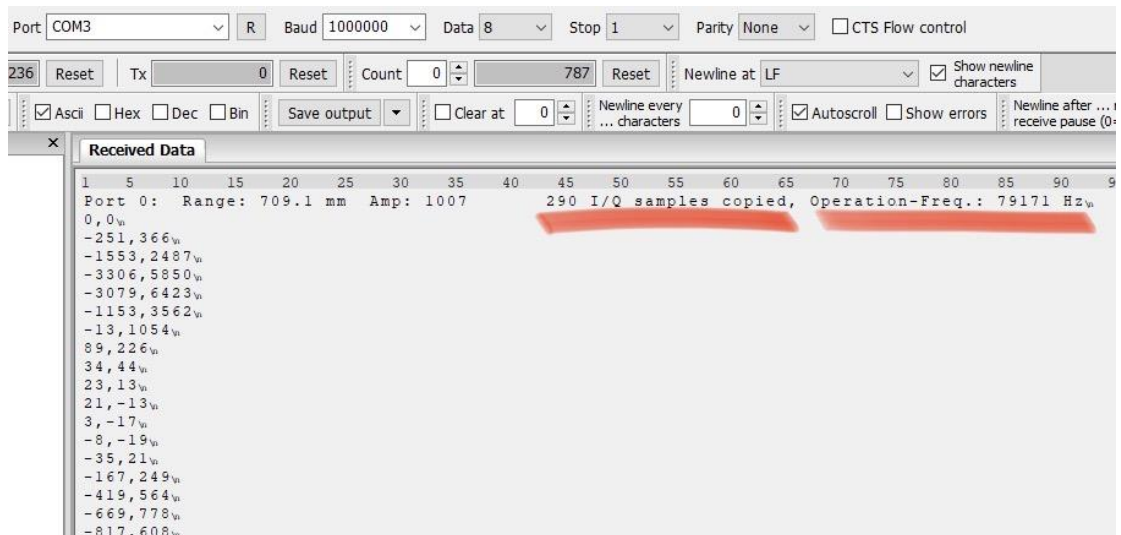


Abbildung 12: Modul 2 (PB12 mit PB13)

Im Modus 2 zeigt sie die Anzahl der Abtastungen und die Betriebsfrequenz für einen Zyklus an, wobei jede der nächsten Zeilen ein Paar Q und I darstellt.

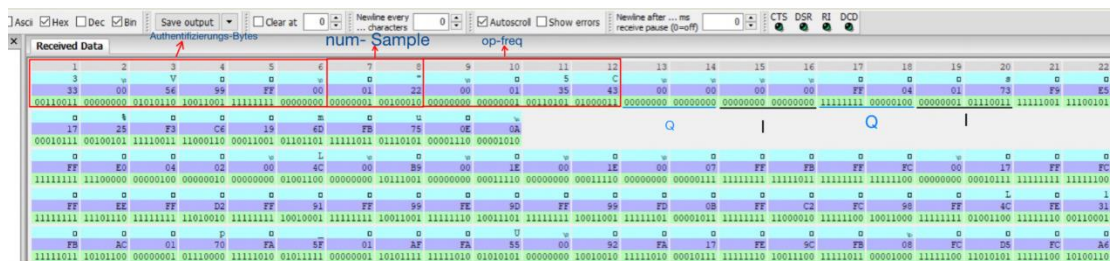


Abbildung 13: Modul 3 (PB13 mit PB14)

Sensor0:

Authentifizierungs-Bytes: „0x33, 0x00, 0x56, 0x99, 0xFF, 0x00“, gefolgt von:

Operation-Bytes: „num-samples bit 15-8, num-samples bit 7-0, op-freq bit 31-24, op-freq bit 23-16, op-freq bit 15-8, op-freq bit 7-0“ (16 bit unsigned num-samples und 32 bit unsigned op-freq), gefolgt von:

IQ-Data: „Q bit 15-8, Q bit 7-0, I bit 15-8, I bit 7-0“ (16 bit signed Q Data und 16 bit signed I Data, von Sample 1 bis num-samples)

Abbildung 14: Verschlüsselungsgesetze für Modus 3

Wie in Abbildung 14 dargestellt, gibt es im Modus 3 ein Authentifizierungsbyte, was bedeutet, dass der Ultraschallsensor nach der Verarbeitung durch den STM32 erst dann mit dem Empfang von Daten beginnt, wenn der Computer das Authentifizierungsbyte erkennt, und keine Daten vor dem Authentifizierungsbyte empfangen werden. Wenn das Authentifizierungsbyte empfangen wird, sind die

nächsten beiden empfangenen Bytes die 15-8 Bits und 7-0 Bits der Probennummer, z. B. zeigt Abbildung 13 "0000 0001 0010 0010", was binär ist, nach der Umwandlung von binär in dezimal wird es "Das bedeutet, dass es in diesem Zyklus 290 Proben gibt. In ähnlicher Weise wird die nächste Betriebsfrequenz "0000 0000 0000 0001 0011 0101 0100 0011" in die Dezimalzahl "79171" umgewandelt, und die Betriebsfrequenz dieses Ultraschallsensors beträgt 79171HZ. Bei diesen beiden Werten handelt es sich um Zahlen ohne Vorzeichen, so dass das Vorzeichenbit nicht berücksichtigt werden muss. Die nächsten erhaltenen Q und I sind jedoch Zahlen mit Vorzeichen, d. h. sie sind positiv und negativ, wobei eine 1 in der 15. Stelle eine negative Zahl und eine 0 in der 15. Stelle eine positive Zahl darstellt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der gesamte Prozess des Datenempfangs vom Ultraschallsensor im Modus 3 wie folgt abläuft: Zuerst wird das Authentifizierungsbyte erkannt, nach der Erkennung des Authentifizierungsbytes werden die Daten empfangen, die ersten Daten sind die Anzahl der Abtastungen, die zweiten Daten sind die Betriebsfrequenz, dann folgen die 290 Sätze von Q- und I-Daten, wenn alle diese 290 Sätze von Q und I empfangen sind, beginnt ein neuer Zyklus, zuerst wird das Authentifizierungsbyte erkannt usw.

5.4 Visualisierung Grafik Tabelle

Es wird ein Bild des A-Scans erwartet, d. h. die horizontale Koordinate ist der Abstand und die vertikale Koordinate die Amplitude. Das Bild ist eine Kurve, die sich in Echtzeit verändert. Nach dem Anklicken des Startschalters werden die empfangenen Daten (Abtastfrequenz, Betriebsfrequenz und Anzahl der Abtastungen) auf der linken Seite des Fensters angezeigt. Da es in einer Abtastperiode 290 Sätze von Q und I gibt, wäre die Datenmenge sehr groß, wenn sie ebenfalls angezeigt würden, was zu einer verzögerten und langsamen Änderung des Echtzeitbildes führen würde. Auf der rechten Seite des Fensters wird ein dynamisches Echtzeitdiagramm von Abstand und Amplitude angezeigt.

5.5 Andere Funktionen

Es gibt noch einige andere kleine Funktionen, die verbessert werden müssen, wie z. B. die Funktion zum Löschen von Daten, die Funktion zum Anhalten und Fortsetzen usw.

Die ungefähre Anordnung der Fenster ist in der Abbildung dargestellt.

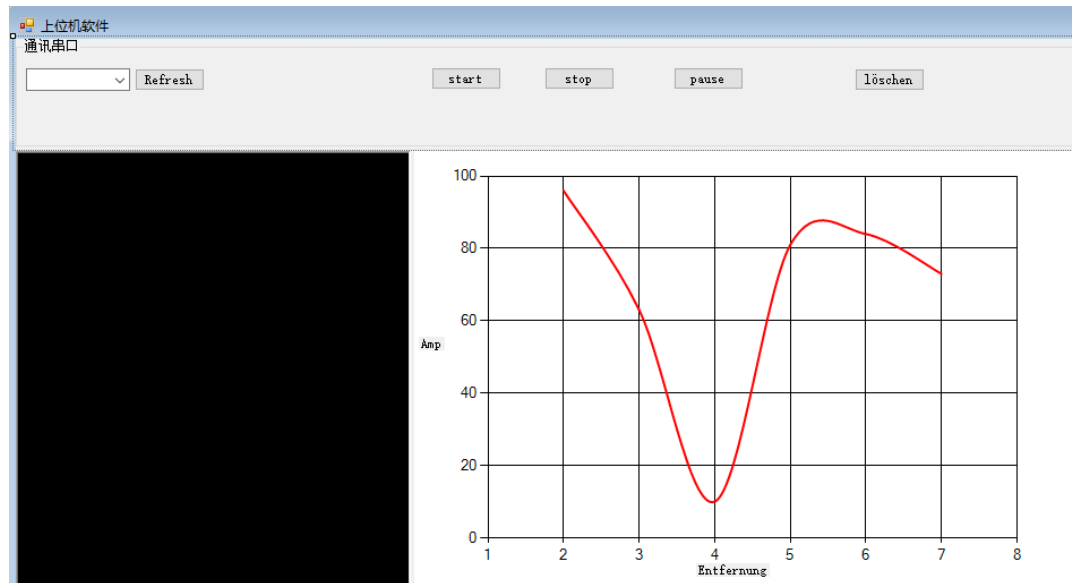


Abbildung 15: Anordnung der Fenster

6 Versuchsaufbau

6.1 Project 1

Die linke Seite zeigt die Daten und die rechte Seite zeigt ein Live-Bild der Kurve. Aber für mein Projekt musste ich auch ein paar Textfelder hinzufügen, um das Entfernungskonzept anzuzeigen. Da es sich um ein GUI-System für die Abstandsmessung mit Ultraschallsensoren handelt, würde es ohne die Abstandsanzeige seine Kernkomponente verlieren. Man sollte in der Lage sein, den Abstand zum Objekt vor dem Sensor sofort nach dem Anklicken der Starttaste mit der Maus anzuzeigen.

Zunächst habe ich mich dafür entschieden, in den Eigenschaften des Diagramm-Plugins ein Mausklick-Ereignis zu programmieren, das es ermöglicht, die Entfernung durch einen Mausklick auf das Diagramm anzuzeigen, um die horizontalen Koordinaten der angeklickten Position anzuzeigen. Aber dann gibt es ein Problem: Die Grafik ändert sich ständig, und wir wissen, dass jede Welle auf dem Bild ein Objekt darstellt, und die Position der Welle ändert sich ständig, was dazu führt, dass das System, das das Mausklick-Ereignis verwendet, die Leute dazu zwingt, weiter auf das Bild zu klicken, um die horizontale Koordinate (Entfernung) zu erhalten. Dies ist für eine grafische Benutzeroberfläche sehr mühsam, und wir wissen, dass der Zweck einer grafischen Benutzeroberfläche darin besteht, mühsame Operationen zu vermeiden und das gewünschte Ziel mit ein paar Mausklicks oder einer einfachen alphanumerischen Eingabe über die Tastatur zu erreichen. Das Mausklick-Ereignis wird also außer Kraft gesetzt.

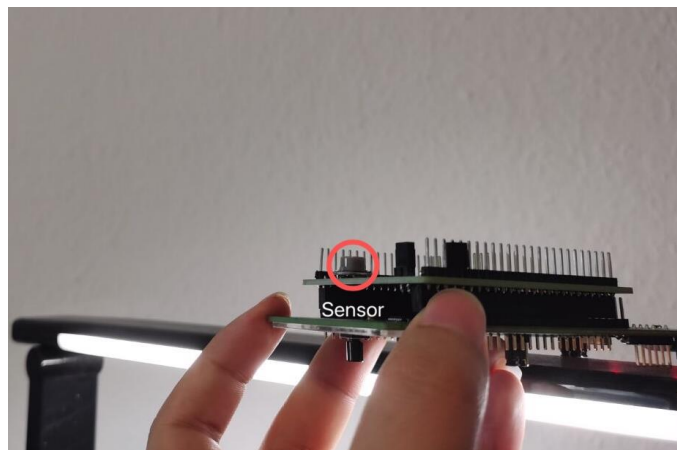


Abbildung 16: Standort der Sensoren

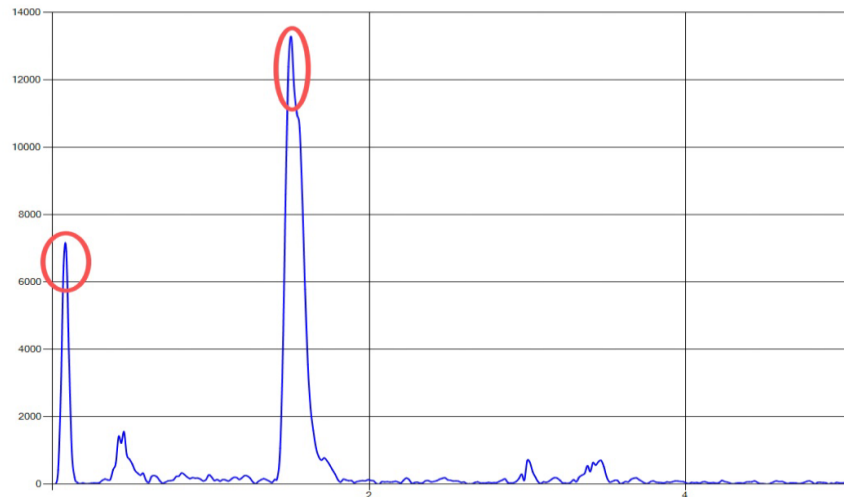


Abbildung 17:Angezeigte Bilder

Nach mehreren Tests (die Position des Ultraschallsensors ist in Abb. 16 dargestellt) wird das Bild in Abb. 17 angezeigt.

Aus der Abbildung 17 ist ersichtlich, dass in dem rot eingekreisten Bereich zwei Objekte erkannt werden. Aus der Position des Sensors ist bekannt, dass es sich bei dem weiter rechts liegenden Objekt wahrscheinlich um eine Wand handelt, aber das näher liegende Objekt ist unbekannt und taucht bei jeder Messung immer wieder auf, so dass es auf Faktoren innerhalb des Sensors zurückgeführt werden kann.

6.1.1 Threshold

Aus dem obigen Diagramm können wir die ungefähre Position der horizontalen Koordinaten jedes Gipfels ansehen, aber das gilt nur für Menschen, die es mit ihren Augen sehen und darüber nachdenken können, aber für den Computer weiß er noch nicht, was oder wo die horizontalen Koordinaten sind, und er muss mit spezifischen Anweisungen programmiert werden. Es muss so programmiert werden, dass es die Position des Objekts erkennt. An dieser Stelle wird eine neue Variable eingeführt – Threshold

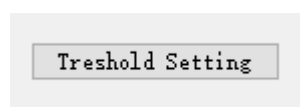


Abbildung 18:neue Button für Threshold

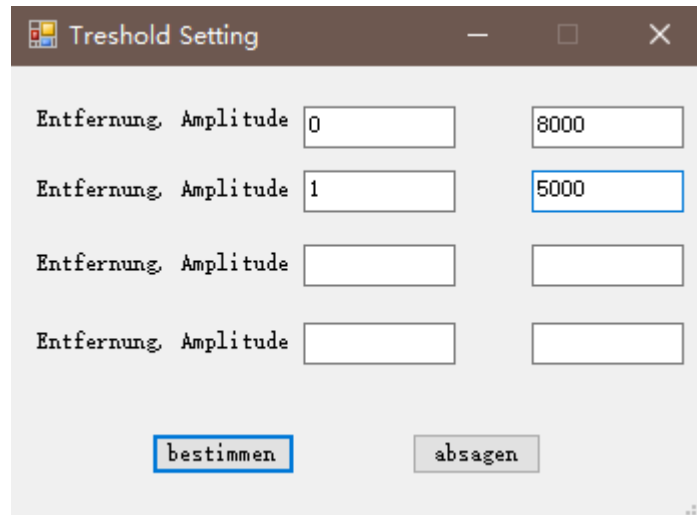


Abbildung 19: GUI-Schnittstelle für die Einstellung von Threshold

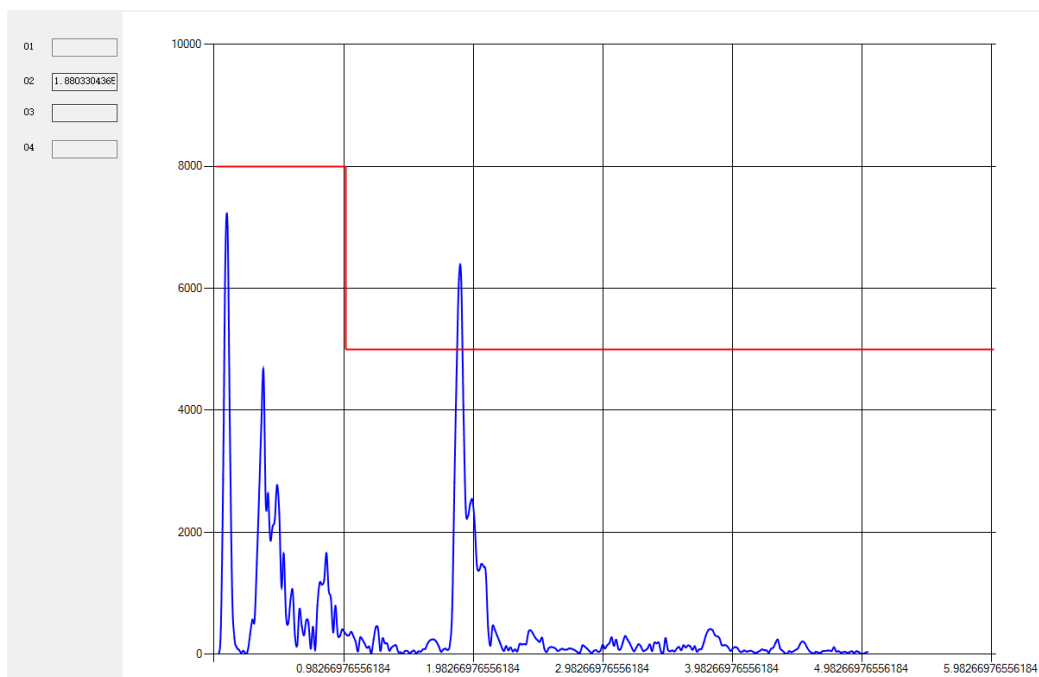


Abbildung 20: Kurven mit Threshold

Ich habe eine neue Schaltfläche "Schwellenwerteinstellung" eingerichtet, und wenn ich darauf drückte, öffnete sich ein neues Fenster, in dem ich die Größe der verschiedenen Schwellenwerte einstellen konnte, beginnend und endend mit dem Wert. Wie in Abbildung 20 zu sehen ist, liegt die vorherige Amplitude des Ultraschallsensors selbst unter dem von mir eingestellten Schwellenwert von 8000 und wird daher einfach ignoriert, während die Amplitude der Wand auf der rechten Seite aufgezeichnet und im Textfeld auf der linken Seite des Bildes angezeigt wird. Die

Entfernung des gemessenen Objekts wird berechnet, indem die horizontalen Koordinaten von m und n addiert und durch 2 geteilt werden. Da ein Peak normalerweise achsensymmetrisch ist, entspricht er ungefähr der Entfernung des gemessenen Objekts.

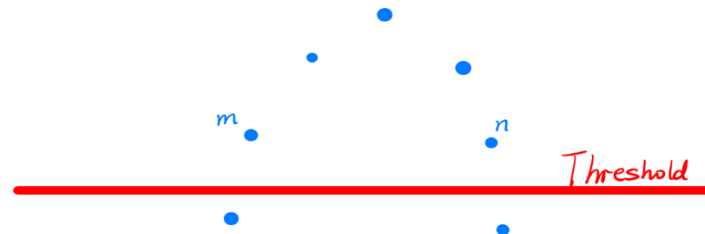


Abbildung 21: Beziehung zwischen m n und Threshold

6.1.2 Programmablaufplan des Project1

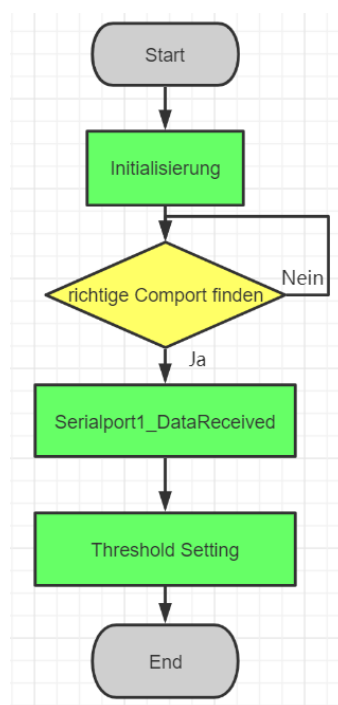


Abbildung 22: Programmablaufplan des Project 1

Eine allgemeine Vorschau auf das Programmablaufplan für Projekt 1 ist in Abbildung 22 zu sehen. Die wichtigeren Details über ihn sind im Programmablaufplan unten dargestellt.

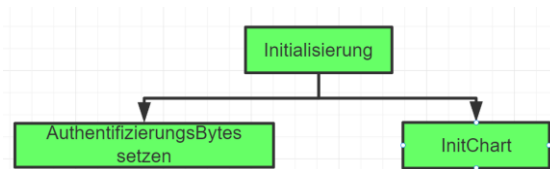


Abbildung 23:Initialisierung

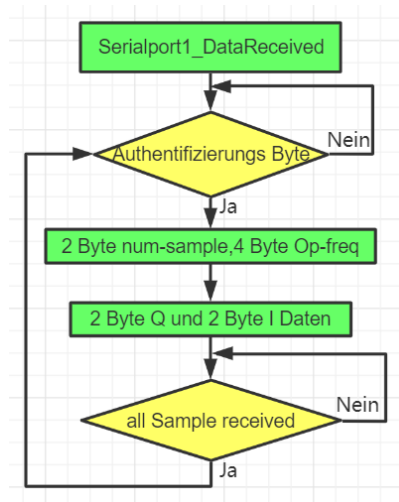


Abbildung 24:Daten erhalten

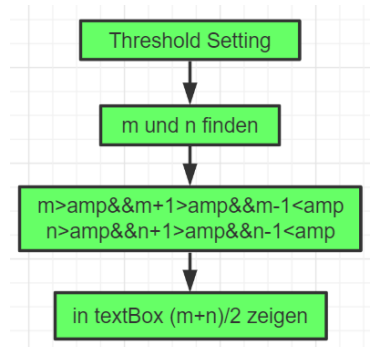


Abbildung 25:m und n finden

6.1.3 Test 1

Wenn sich zwei Objekte vor dem Ultraschallsensor befinden, wie in Abbildung 26 27 dargestellt, und diese beiden Objekte sich nicht überlappen und etwas voneinander entfernt sind, sieht das in der GUI-Schnittstelle in Abbildung 28 dargestellte Bild wie folgt aus. Wie bereits erläutert, handelt es sich bei dem Peak ganz links im Bild um einen Faktor aus dem Inneren des Ultraschallsensors, der nicht benötigt wird. Daher habe ich eine höhere Amplitude als diesen Peak eingestellt, um ihn herauszufiltern,

und die offensichtlichste Fluktuation im dynamischen Bild ist dort, wo sich die Objekte befinden. Dies ergibt $(m+n)/2$.



Abbildung 26:Vorderansicht



Abbildung 27:Seitenansicht

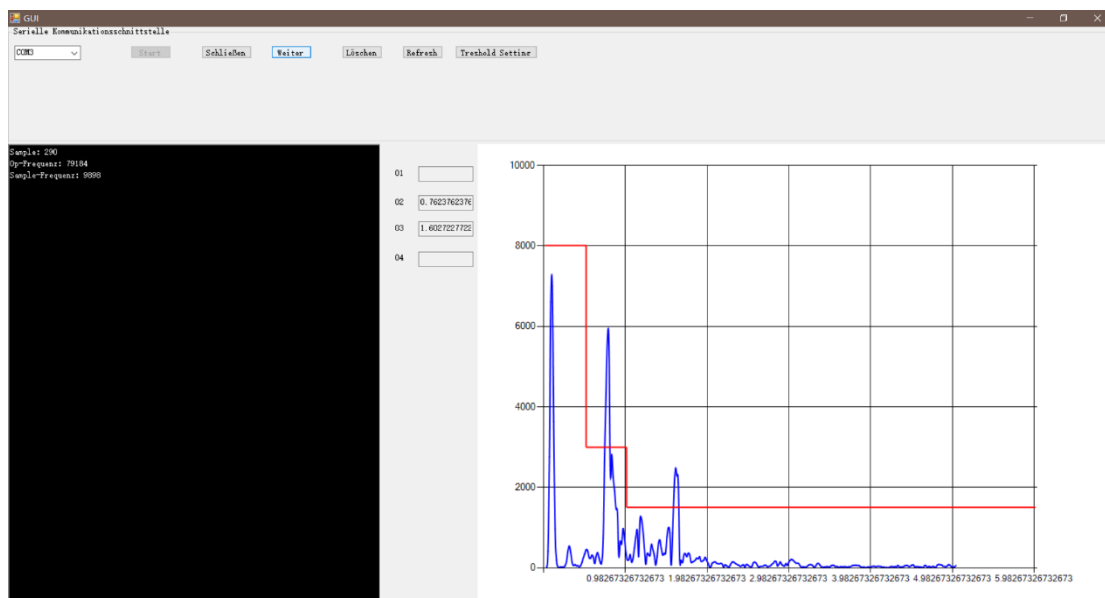


Abbildung 28:Test 1

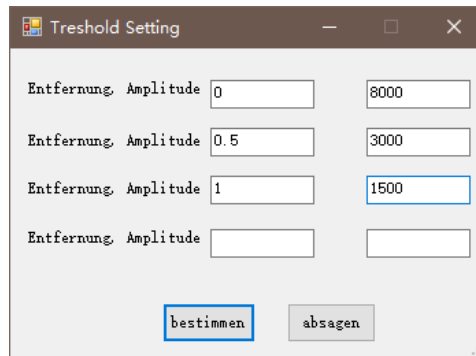


Abbildung 29: gesetzte Threshold

6.2 Projekt 2

Dieses Konzept der Schwellenwertbildung wurde in dem obigen Projekt erwähnt, aber für ein sich in Echtzeit veränderndes Kurvenbild müssen die Schwellenwerteinstellungen ständig geändert werden. Ich benötige beispielsweise einen Schwellenwert von 0 bis 1 Meter für die Entfernung und 8000 bis 5000 für die Amplitude, aber wenn sich die Position meines Sensors oder Objekts ändert, muss mein Schwellenwert geändert werden, da der soeben eingestellte Wert alle an der aktuellen Position gemessenen Werte ignoriert, so dass die Entfernung nicht gemessen wird, so dass der Schwellenwert häufig geändert wird. Damit sind wir wieder bei dem ursprünglichen Zweck der grafischen Benutzeroberfläche - schnell und einfach zu sein. Das Vorhandensein von Schwellenwerten macht es mühsam, für jede neue Messung neue Schwellenwerte zu ermitteln und festzulegen. Daher wird ein alternativer Algorithmus benötigt, der ohne Schwellenwerte auskommt, um die bisherige Mühsal zu vermeiden.

Die Oberfläche der GUI ohne Schwellenwerte ist in Abbildung 30 dargestellt.

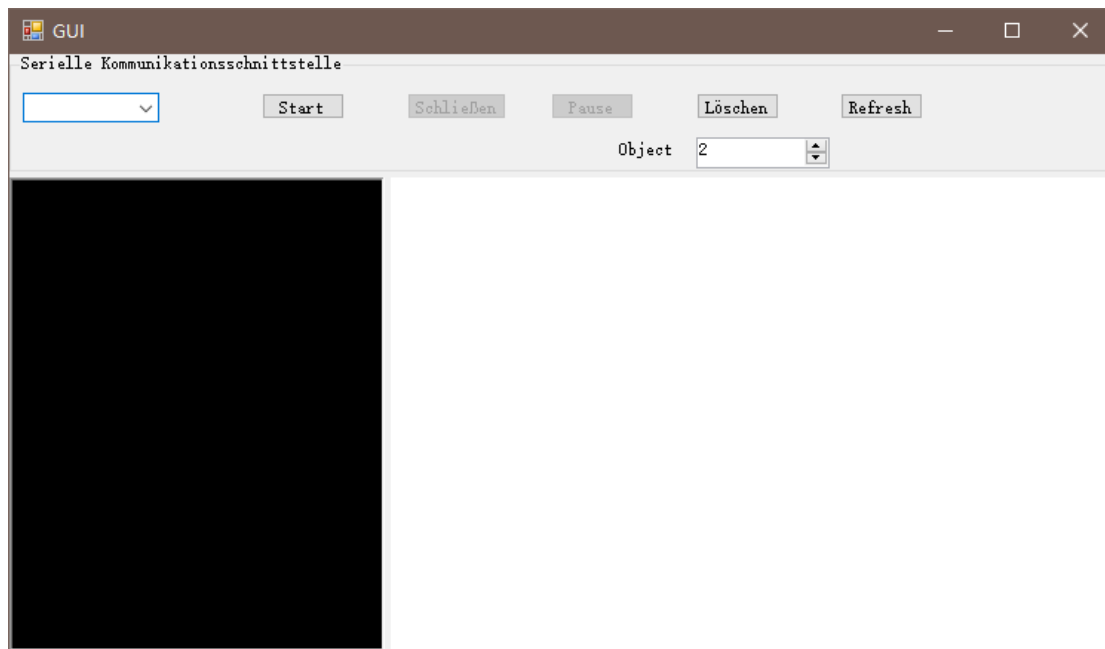


Abbildung 30: Schnittstelle für Projekt 2

Die grafische Benutzeroberfläche ohne Schwellenwerte muss das Vorhandensein eines Peaks erkennen, und wenn ein Peak erkannt wird, muss sie die vertikalen Koordinaten der Scheitelpunkte ausgeben und sie in der RichTextbox auf der linken Seite in absteigender Reihenfolge anzeigen. Wenn Sie die horizontalen Koordinaten mehrerer Peaks anzeigen möchten, addieren oder subtrahieren Sie einfach die Anzahl der Objekte (normalerweise werden 6 Objekte angezeigt, um den gewünschten Abstand zu erhalten). Der für Projekt 2 verwendete Algorithmus besteht darin, die Ordnungszahl der Marker jeder Probe zu nehmen, dann den Wert der vertikalen Koordinate der Probe $n+1$ vom Wert der vertikalen Koordinate der Probe n zu subtrahieren, den Wert der vertikalen Koordinate der Probe $n+2$ vom Wert der vertikalen Koordinate der Probe $n+1$ zu subtrahieren usw. (dies ist eine Schleife), wobei eine 1 ausgegeben wird, wenn die Differenz positiv ist, eine -1, wenn die Interpolation negativ ist, und eine Null, wenn die Interpolation Null ist (was aber selten vorkommt), und dann das Ergebnis zu addieren. Wenn die Differenz -2 ist, liegt ein Peak vor. Auf diese Weise werden alle Peaks gefunden und in der Reihenfolge vom kleinsten zum größten angezeigt.

6.2.1 Programmablaufplan des Project2

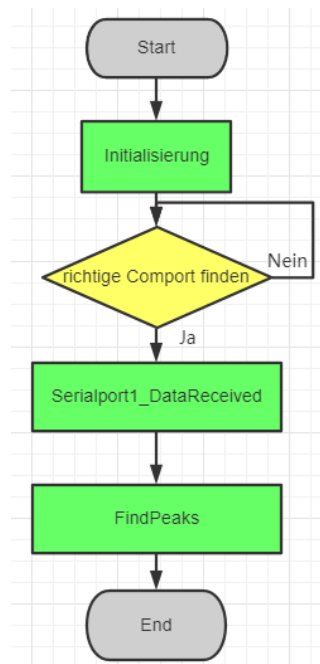


Abbildung 31: Programmablaufplan des Project2

6.2.2 Test 2

In der gleichen Form wie bei Versuch eins befinden sich der Ultraschallsensor, Objekt eins und Objekt zwei unverändert an ihren ursprünglichen Positionen. Ich verwendete jedoch eine andere grafische Benutzeroberfläche ohne Schwellenwerte, so dass er das in Abbildung 32 gezeigte Bild anzeigte.

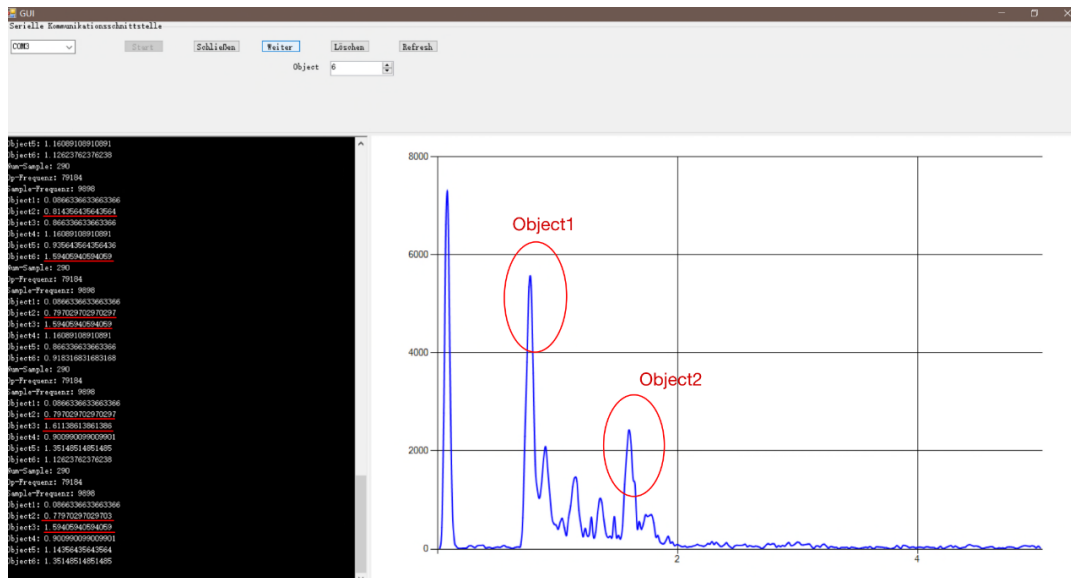


Abbildung 32:gezeigte Daten von Test 2

Diesmal können wir es nicht vermeiden, den Blick vom internen Faktor des Ultraschallsensors zu zeigen, aber wie Sie aus dem Datenfeld auf der linken Seite sehen können, gibt es immer zwei Objekte, deren Abstände ungefähr 0,8 m und 1,6 m betragen, und das ist der Abstand, den wir zwischen Objekt 1 und Objekt 2 und dem Ultraschallsensor wollen.

7. Zusammenfassung

Im ersten Projekt lernten wir, dass der Schwellenwert-Parameter zum Filtern und Berechnen von Bildwerten verwendet werden kann, und während unserer Experimente lernten wir, wie die grafische Benutzeroberfläche funktioniert, und stellten fest, dass Projekt 1 für die grafische Benutzeroberfläche noch etwas umständlich war. Aufgrund der vielen Faktoren, die sich auf die Amplitude des Ultraschalls auswirken (Temperatur, Feuchtigkeit, Oberflächenmaterial des Objekts während der Reflexion), sind die beiden gemessenen Objekte jedoch nicht unbedingt die ersten und zweithöchsten Amplituden auf dem gesamten Bild. Die entsprechende Entfernung. Dies ist einer der Mängel dieses Projekts. Kurz gesagt: GUIs sollen die Arbeit erleichtern und nicht verkomplizieren.

Literaturverzeichnis

Bild

[1] URL: <https://baike.baidu.com/pic/%E8%B6%85%E5%A3%B0%E6%B3%A2%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8/243327/1/1e30e924b899a9014c085a81cddd1d7b02087bf45f79?fr=lemma&ct=single>

[3] URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:STM32H7B0.jpg>

[4] [URL:https://www.st.com/en/evaluation-tools/32l0538discovery.html?rt=db&id=DB2356#](https://www.st.com/en/evaluation-tools/32l0538discovery.html?rt=db&id=DB2356#)

[7] <https://baike.baidu.com/item/GUI/479966?fr=aladdin>

Internet

[2] "PMUT"

URL: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/375961726>

[5] "Baudrate"

URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Baud>

[6] "Übertragungsregeln über CH201"

URL: [dokumentation_kommunikationch201ueberuart.pdf](#)

Anlagen

Anlagen, Ultraschallsensor

Anlagen, STM32

Anlagen,PC

Anlagen, Vollständiger Software-Code(in der Disc)

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den 24. Januar 2022

Ziheng Xu

Ort, Datum

Vorname Nachname