

## **Übungsblatt 1 zur Veranstaltung „ISS – Intelligente Sensorsysteme“**

### **1. Einfache (intelligente) Sensoren**

In der Übung 1 geht es um die Eigenschaften eines einfachen, gerade noch nicht intelligenten Sensors, sowie eine erste Sensordatenverarbeitung mittels Mikrocontroller. **Zur Bearbeitung der Übungsaufgaben:** Bearbeiten Sie auf jeden Fall *alle* Übungsaufgaben. Ausgenommen hiervon sind lediglich die mit „optional“ gekennzeichneten Textstellen. Lesen Sie sich die Aufgaben gut durch. Sollten Sie eine Aufgabe nicht lösen können, so beschreiben Sie zumindest, wie weit Sie gekommen sind und auf welche Weise Sie vorgegangen sind. Die Aufgaben sind direkt im Protokoll (IPython-/Jupyter-Notebook) zu beantworten. Als Lösung der Aufgaben ist alternativ Programmcode abzugeben (kommentiert) oder ein kurzer Text.

#### **1.1. Vorbereitungsaufgaben**

**Fallbeschreibung:** Ein Forschungsroboter soll zur besseren Kollisionsvermeidung den Abstand zu Objekten in der Umgebung erfassen. Für die Abstandsmessung soll ein Sensorknoten entwickelt werden, der den Abstand optisch ermittelt und die Entfernung über serielle Schnittstelle in Zentimeter [cm] ausgibt. Die Übertragung erfolgt im Klartext als Gleitkommazahl. Jeder Messwert wird durch Zeilenumbruch von dem vorherigen Messwert getrennt. Es muss eine Messrate von mindestens 4 Hz erreicht werden.

Für einen ersten Prototyp wurde der Sensor Sharp GP2Y0A21 ausgesucht. Als Mikrocontrollersystem steht ein Development-Kit Nucleo64-F411RE bzw. Nucleo64-F429ZI der Firma ST Microelectronics zur Verfügung.

Entwickeln Sie einen ersten Prototypen für das Sensorsystem auf Basis des Sensors und des Mikrocontrollersystems. Beurteilen Sie dabei die Qualität des Sensorsystems.

##### **1.1.1. Vorbereitung auf das Labor**

1. Lesen Sie sich die Aufgaben, welche im Labor durchgeführt werden sollen durch.

Erstellen Sie, wenn noch nicht vorhanden einen github-Account um Zugang zu der bereitgestellten Software für das ITS-BRD zu bekommen. Teilen Sie den Namen ihres github-Accounts über die entsprechende Buchungsliste mit (siehe Teams-Raum).

Legen Sie ein neues Projekt mit Hilfe der Batch-Datei newProgramADC.bat aus dem Submodul ITS\_BRD\_Sensorik an. Versuchen Sie dieses Projekt zu öffnen und zu kompilieren.

Sammeln Sie alle Fragen und Probleme auf die Sie dabei stoßen.

### 1.1.2. Sensor-/Systeminformationen

1. Beschaffen Sie sich Datenblätter und ggf. weiteres Informationsmaterial zu dem ITS-Mikrocontroller-Board mit dem Nucleo144-F429ZI-Board. Was für ein Mikrocontroller ist darauf verbaut? Welche Informationen in den Datenblättern sind für die Bearbeitung der Praktikumsaufgabe relevant (auflisten)? *(Antwort im IPython-Notebook)*
2. Es soll der Sensor vom Typ Sharp GP2Y0A21 verwendet werden. Beschaffen Sie sich das entsprechende Datenblatt. Welche Quellen für Datenblätter gibt es? Welche haben Sie warum gewählt? *(Antwort im IPython-Notebook)*
3. Schauen Sie sich das Datenblatt einmal grob an. Welche Abschnitte gibt es? Welche Informationen in dem Datenblatt sind für die Bearbeitung der Praktikumsaufgabe relevant (auflisten)? *(Antwort im IPython-Notebook)*
4. Um was für eine Art von Sensor handelt es sich? Beschreiben Sie kurz das Funktionsprinzip des Sensors und die wichtigsten technischen Parameter! *(Antwort im IPython-Notebook)*
5. **Optional:** Bereiten Sie die Verwendung eines Tools zur Generierung von Plots vor, z.B. gnuplot, Matlab oder (wenn Sie Erfahrungen mit Python haben) die Matplotlib in Python. (Installation, "Hello World")

## 1.2. Praktikumsaufgaben

### 1.2.1. Entfernungsmesser (analoge Auswertung)

1. Nehmen Sie den Sensor Sharp GP2Y0A21 *in Absprache mit dem Tutor* mit Labornetzteil und Oszilloskop in Betrieb Skizzieren Sie vorab einen Schaltplan, sprechen diesen mit dem Tutor ab und bauen Sie dann die Verdrahtung auf. Fügen Sie die Skizze in das Notebook ein.
2. Untersuchen Sie das Verhalten des Sensors. Was beobachten Sie? *(Antwort im IPython-Notebook)*

(weitere Aufgaben siehe Notebook)

## A. Hinweise: Einfache Sensoren und Messtechnik

### A.1. Formeln

Messunsicherheit  $\delta u = F + v = F + t \cdot \bar{\sigma}$

(die statische Messabweichung besteht aus zwei Komponenten: 1.  $F$  absolute systematische Messabweichung) und 2. zufällige Messabweichungen)

Schätzwert  $\bar{x}$  entspricht nur noch ungefähr dem Mittelwert  $\mu$ :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$$

(“ $t$ -Verteilung”)

Hier wichtig: welches Vertrauensintervall  $\pm \nu$  und welche stat. Sicherheit  $S$  hat der Schätzwert? Standardabweichung des Schätzwertes muss mit Korrekturfaktor multipliziert werden ( $t$ -Faktor)

Vertrauensintervall/Vertrauensgrenze  $\nu = \pm t \cdot \bar{\sigma}$

$$\bar{\sigma} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}{n \cdot (n - 1)}}$$

Tabelle 1.1 Auszug aus der  $t$ -Verteilung nach DIN 1319

Zahl der Einzel- Messwerte	$S = 68,3\%$	$S = 95\%$	$S = 99,73\%$
	$t$	$t$	$t$
3	1,32	4,31	19,10
6	1,11	2,60	5,50
10	1,06	2,30	4,10
20	1,30	2,10	3,40
50	1,10	2,00	3,20
100	1,00	1,96	3,10

#### A.1.1. Optionale Aufgabe: Untersuchung des Aliasing-Effektes

1. **Optional:** Nehmen Sie Funktionsgenerator und Oszilloskop in Betrieb und schließen Sie sie wie vom Tutor beschrieben an. Machen Sie sich mit beiden Geräten vertraut.
2. **Optional:** Stellen Sie den Funktionsgenerator so ein, dass ein Sinussignal mit  $\pm 4$  V Amplitude (8 V Spitze-Spitze, kein DC-Anteil) und der Frequenz 1 MHz erzeugt wird.
3. **Optional:** Schließen Sie einen Kanal des Oszilloskops an den Signalausgang des Funktionsgenerators an. Drücken Sie die “Autoset”-Taste und halten Sie dann die Messung an (“Single”-Betrieb).

4. **Optional:** Stellen Sie das Oszilloskop nun ein auf eine horizontale Auflösung von 200 ms/div und führen Sie eine einzelne Messung durch.
5. **Optional:** Erhöhen Sie langsam die horizontale Auflösung (100 ms/div, 50 ms/div, ... ) **ohne jeweils neue Messungen durchzuführen!** und beobachten Sie das jeweils angezeigte Signal. Erkennen Sie dort eine Sinusschwingung? Welche Frequenz hat diese? Verwenden Sie auch die Frequenzmessfunktion des Oszilloskops. Wiederholen Sie den Versuch mindestens drei mal. Ändern Sie ggf. die Einstellungen von Funktionsgenerator und Oszilloskop und untersuchen Sie die Ergebnisse.
6. **Optional:** Wieviele Perioden haben Sie erkennen können? Welcher Frequenz entspricht dies? Welche Erklärung haben Sie für Ihre Beobachtung? Diskutieren Sie kurz, welches Problem sich hier zeigt. Beachten Sie insbesondere, dass Sie in der Regel nicht die Parameter einer Signalerzeugung kennen (also hier die Einstellungen des Funktionsgenerators)! Übertragen Sie das Problem auf das Setup „Intelligenter Sensor mit ADC“.