

Physical Computing




Hausarbeit

Prof. Wolter—Smart Environments

Abgabefrist 31.3.2021

Wichtige Hinweise

Im Rahmen der Hausarbeit haben Sie *Wahlmöglichkeit*, welches der beiden nachfolgend beschriebenen Themen Sie bearbeiten möchten. Ihr gewähltes Thema ist *individuell* zu bearbeiten. Es gibt keine Einschränkung hinsichtlich erlaubter Hilfsmittel, eine Benennung von Quellen ist in jedem Fall notwendig. Als Hardware können sie Ihren Arduino, PC sowie sämtliche zur Verfügung gestellte Sensoren verwenden. Eine Verwendung anderer Sensoren und Bauteile ist nicht gestattet. Stellen Sie sicher, dass entwickelter Programmcode überprüft werden kann (keine systemspezifische oder proprietäre Programmierumgebung verwenden).

-  Achtung, Arbeiten an elektronischen Stromkreisen sind gefährlich. Lassen Sie Sorgfalt walten und beachten Sie die Instruktionen.
-  Alle Arbeiten werden ausschließlich mit Niederspannung (5 Volt aus USB-Anschluss) durchgeführt. Stellen Sie niemals eine leitende Verbindung zu anderen Spannungsquellen her, insbesondere zur Netzspannung!
-  Die Spezifikation eines USB-Ports sieht Schutzmechanismen gegen z.B. Kurzschlüsse vor, vermeiden Sie dennoch Kurzschlüsse. Führen Sie Änderungen an der Schaltung nur durch, wenn der Arduino nicht eingesteckt ist.

Abzugebende Unterlagen

Die Hausarbeit ist in Form einer **schriftlichen Ausarbeitung als PDF-Datei** zusammen mit dem entwickelten **Quellcode** per Email an diedrich.wolter@uni-bamberg.de fristgerecht bis 31.3.2021 abzugeben. Eine Verlängerung der Bearbeitungsfrist ist in wichtigen, nicht selbst verschuldeten Umständen (z.B. Krankheit) rechtzeitig zu beantragen. Bei verspäteter Abgabe wird pro Tag Verspätung die verbuchte Leistung um eine volle Note gegenüber der erzielten Bewertung verringert, Abgaben ab dem 4. 4. 2021 können nicht mehr zum Bestehen führen.

Anforderungen und Bewertung

Beide Teile der Hausarbeit, die schriftliche Ausarbeitung und der entwickelte Programmcode werden bewertet. Die erzielten **Teilnoten werden 2:1 gewertet**, die Endnote ist die nächste Note im Notenschema.

Beispiel Der Programmcode sei mit 2,3 bewertet worden, die schriftliche Arbeit mit 2,0. Daraus ergibt sich $\frac{2}{3} \cdot 2 + \frac{1}{3} \cdot 2,3 = 2,1$, die Endnote ist 2,0, da 2,1 näher an 2,0 liegt als an 2,3.

Programmcode

Der Programmcode wird bewertet nach folgenden Kriterien:

- Anspruch, Korrektheit und Zweckmäßigkeit (70%)
- Qualität der programmiersprachlichen Umsetzung (30%)

Anspruch, Korrektheit und Zweckmäßigkeit Ein *ausreichendes* Programm ist die Implementation einer einfachen Mess- und Auswertemethode und liefert Ergebnisse, die in den meisten Fällen nicht grob fehlerhaft sind. Es wird erwartet, dass ein im Kurs behandeltes Verfahren umgesetzt wird. Es wird empfohlen, die Programmierung des Arduinos auf die Erfassung von Sensordaten zu beschränken, die dann per serieller Schnittstelle dem PC zugefügt werden. Die Interpretation der Daten erfolgt dann auf dem PC, in einer gewohnten Programmierumgebung. Die Programmierung des Arduino hat in der Programmiersprache C zu erfolgen; auf dem PC implementierte Auswert- und Analysefunktionen können in einer beliebigen, auf allen Systemen frei verfügbaren Programmiersprache implementiert werden (insb. Python, Java, C) und weitere Standardwerkzeuge verwenden. *Bessere* Programme implementieren anspruchsvollere Methoden und Algorithmen, wenn es zweckmäßig ist. Dies können Methoden zur Kalibrierung und zum Abgleich sein, eine umfassendere Interpretation der Sensordaten, Auswertung und Darstellung der Ergebnisse, sowie insb. die Ausnutzung der Mikrocontroller-Hardware zur Erfassung von Messdaten (z.B. genaue Zeitmessung mit Zählern).

Qualität der programmiersprachlichen Umsetzung Eine *ausreichende* Umsetzung ist ein Programm, das sich kompilieren bzw. ausführen lässt und hinsichtlich des geforderten Berechnung mindestens ausreichend ist. Es wird erwartet, dass Programme adäquat strukturiert und kommentiert sind. *Bessere* Programme sind modular aufgebaut, dokumentiert und getestet. *Sehr gute* Programme wissen seitens des Arduinos die Möglichkeiten den Mikrocontrollers auszunutzen und sind PC-seitig elegant verfasst.

Schriftliche Ausarbeitung

Die schriftliche Ausarbeitung wird nach folgenden Kriterien bewertet:

- Inhaltliche Tiefe und Korrektheit (80%)
- schriftliche Form (Ausdruck inkl. angemessener Verwendung von Fachbegriffen, technische Präzision, Satzbild, Abbildungen, Referenzen) (20%)

Eine *ausreichende* Arbeit stellt in angemessener schriftlicher Form einen einfachen Lösungsansatz vor und berichtet über erzielte Ergebnisse. Es wird erwartet, dass die Arbeit mögliche Lösungsansätze diskutiert und gegenüberstellt; Kenntnis über die im Rahmen des Kurses behandelten Verfahren hinaus wird nicht erwartet. Eine *bessere* Arbeit stellt einen anspruchsvollen Lösungsansatz dar und diskutiert Alternativen. Ebenfalls werden die erzielten Ergebnisse adäquat dargestellt, kritisch diskutiert und die experimentelle Evaluation ist umfangreich. Es ist wichtiger, Grenzen und mögliche Schwachstellen zu erkennen und zu analysieren, als diese oberflächlich im Lösungsansatz anzugehen. Eine *herausragende* Arbeit beschreibt die Umsetzung einer pfiffigen, originären Idee oder wendet ein Standardverfahren mustergültig an. Techniken zur Sensorinterpretation, die über die Kursinhalte hinausgehen, müssen nicht betrachtet werden. Es ist nicht Ziel, ein möglichst aufwendiges Verfahren auszuwählen und umzusetzen, sondern eines, dass für die gewählte Aufgabe adäquat ist.

Es gibt keine Längenanforderungen für die Ausarbeitung, mehr heißt nicht besser. Orientieren Sie sich an einer Seminararbeit, setzen den Schwerpunkt jedoch auf Darstellung des Lösungsansatzes sowie auf die Experimente. Eine hervorragende Arbeit kann mit wenigen Seiten auskommen. Sie können im Rahmen der Bearbeitung einen **Besprechungstermin wahrnehmen**; dieser sollte auf Basis einer Skizze Ihres Lösungsansatzes erfolgen, besser auf Basis erster Ergebnisse. Bitte nehmen Sie Kontakt per Mail auf.

Gutes Gelingen und viel Erfolg!

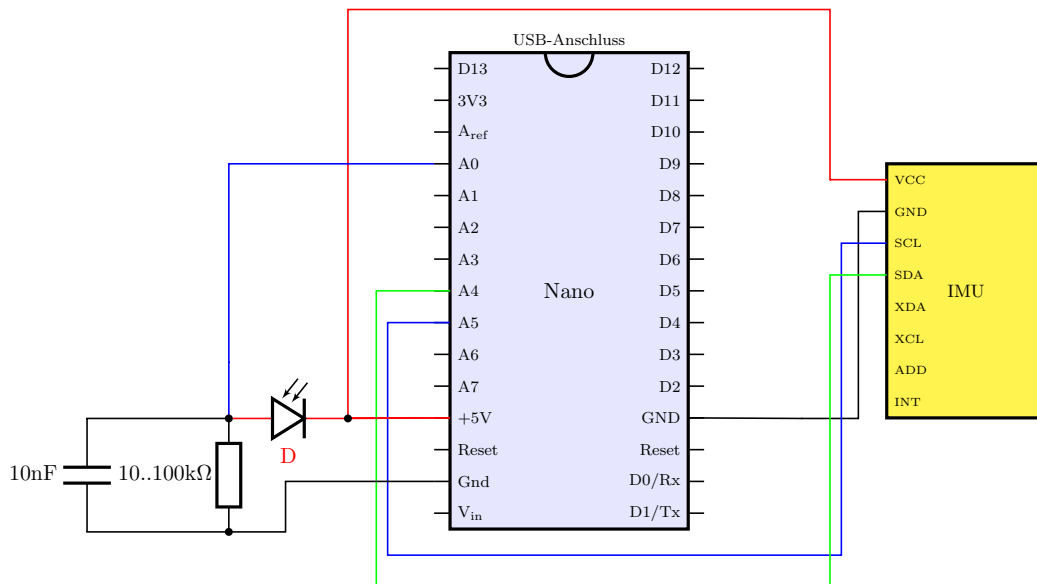


Abbildung 1: Grundlegende Schaltung für die Hausarbeit; die IMU muss mit den Anschlüssen SDA und SCL wie dargestellt angeschlossen werden. Weitere Sensoren dürfen hinzugefügt werden.

Umgebungslichtsensor

Der Umgebungslichtsensor ALS-PDIC144-6C ist ein lichtempfindlicher Halbleiter, der einen Stromfluss in Abhängigkeit der einfallenden Lichtstärke verursacht (siehe Datenblatt im VC). Um die einfallende Lichtstärke zu messen, wird der verursachte Stromfluss durch einen Widerstand geleitet und die darüber abfallende Spannung mit dem A/D-Wandler gemessen (vgl. das im Semester veröffentlichte Übungsblatt im VC).

Trägheitssensor (IMU)

Der Trägheitssensor basiert auf der integrierten Schaltung MPU-6050 (Datenblatt im VC), die über eine I²C-Schnittstelle angesprochen wird. Dieser Sensor verfügt über einen 3-achsigen Beschleunigungssensor und ein 3-achsiges Gyroskop in MEMS-Technologie. Über das Protokoll der I²C-Schnittstelle können Register des MPU-6050 beschrieben und gelesen werden, ähnlich zum Lesen und Schreiben von Registern der Peripherie eines Mikrocontrollers.

Da die Implementation einer I²C-Schnittstelle fehleranfällig ist, finden Sie dazu im VC ein Beispielprogramm, das Sie übernehmen können.

Wahlthema 1: Luftstift

Entwickeln Sie ein Programm, welches sensorbasiert die Bewegung des Arduinos vor dem Bildschirm oder einem Blatt Papier möglichst genau bestimmt und die Bewegung als (polygonale) Kurve $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ ausgibt. Gehen Sie davon aus, dass der Umgebungslichtsensor auf den Bildschirm bzw. das Papier zeigt.

Gute Lösungsansätze zeichnen sich dadurch aus, dass die Bewegung möglichst exakt wiedergegeben wird und möglichst wenig Annahmen über die Art der Bewegung wie etwa Geschwindigkeit getroffen werden.

Hinweis: Stellen Sie auf dem Bildschirm oder Papier ein Hell-Dunkel-Muster dar, damit Sie aus dem Umgebungslichtsensor Hinweise zur absoluten Position des Luftstiftes ableiten können. Der am besten geeignete Widerstandswert hängt davon ab, wie hell der Bildschirm leuchtet ($10\text{k}\Omega$) bzw. ob Sie Lichtreflexion von Papier einfangen ($100\text{k}\Omega$). Bitte probieren Sie verschiedene Werte und siehe das im Semester veröffentlichte Übungsblatt zum Erkennen der Widerstandswerte.

Wahlthema 2: Fitnesszähler

Schreiben Sie ein Programm, welches sensorbasiert zwei verschiedene Sportübungen (z.B. Kniebeugen, Sit-Ups, etc.) erkennen und ihre Häufigkeit zählen kann! Der Arduino soll dazu in einer Hand gehalten werden, d.h. ähnlich wie am Handgelenk getragene Smart-Watches.

Gute Lösungsansätze zeichnen sich dadurch aus, dass sie möglichst robust die jeweiligen Übungen erkennen, nicht auf eine genaue Ausrichtung des Arduinos angewiesen sind und sich leicht auf andere Personen übertragen lassen.

Hinweis: Für diese Aufgabe ist nur die IMU als Sensor notwendig.