

NearBee - Simply Easier

Finn Lenz

Hochschule Flensburg
Flensburg, Deutschland
finn.lenz2@stud.hs-flensburg.de

Marie Fock

Hochschule Flensburg
Flensburg, Deutschland
marie.fock@stud.hs-flensburg.de

Timo Kramer

Hochschule Flensburg
Flensburg, Deutschland
timo.kramer@stud.hs-flensburg.de

Yannik Petersen

Hochschule Flensburg
Flensburg, Deutschland
yannik.petersen@stud.hs-flensburg.de

ABSTRACT

UPDATED – 3 Oktober 2020. In diesem Paper dokumentieren wir die Entwicklungsschritte des NearBee Prototyps. Dieser soll die Abstandseinhaltung unter Pandemiebedingungen, wie sie derzeit bspw. durch COVID-19 [1] existieren, einfacher gestalten. Dabei wird der Nutzer dieser tragbaren Technologie durch haptische Signale frühzeitig benachrichtigt, sobald die notwendigen Abstände unterschritten werden.

Author Keywords

Distance maintenance; Wearable; Computing; Clothing.

EINLEITUNG

Das Einhalten von Abständen zu anderen Menschen ist unter Pandemiebedingungen, wie sie derzeit durch COVID-19 [1] hervorgerufen werden, besonders essenziell. Jedoch wird nur sehr selten auf die notwendigen Abstände geachtet. Dies konnte auch in einer Umfrage, die im Rahmen dieses Projekts durchgeführt wurde, bestätigt werden. Es ergab sich, dass die Befragten für eine innovative Lösung aufgeschlossen wären. Aus diesem Grund hat ein Team von Entwicklern einen Prototyp entwickelt, der dazu beitragen soll, eben diese Abstände im Alltag leichter einzuhalten. In diesem Zuge wurde ein tragbares Modul, welches in Form einer Sweatjacke getragen werden kann, entwickelt.

ENTWICKLUNG

Für die Herstellung des Prototyps wurden drei identische Sensormodule und zwei identische Vibrationsmodule entwickelt. Über ein zentrales Mainboard werden die Sensordaten ausgewertet und für ein Feedback an die Vibrationsmodule gesendet.

Bevor der im Folgenden vorgestellte Prototyp entwickelt wurde, wurde zuvor eine Vorabversion des Prototypen mit einem T-Shirt als Träger-Textil entworfen. Hierbei kam es allerdings aufgrund des sehr dünn ausfallenden T-Shirt Stoffes früh zu Problemen, weshalb in der späteren Version zu einer robusteren Sweatjacke gewechselt wurde. Ein weiterer Beweggrund für den Wechsel zu einer Sweatjacke war das einfachere An- und Ausziehen beim Testen zwischen verschiedenen Probanden.

Board

An dem Board wurden Druckknöpfe auf die für das Projekt benötigten Ports gelötet. An die Rückseite wurde eine mit Stoff ummantelte Pappe mit Musterbeutelklammern, zur Verbesserung des Tragekomforts und zum Schutz der darunter befindlichen Technik, befestigt.



Abbildung 1 - Adafruit-Mainboard [2] mit schützender Stoffplatte auf der Rückseite

Sensoren



Abbildung 2 - Erste Verkabelung eines Sensormoduls HC-SR04 [3]

Die an die Sensoren gelöteten Kabelenden wurden mithilfe von Schrumpfschläuchen isoliert, damit bei der Verwendung kein Kurzschluss entsteht. Daraufhin wurde der Sensor auf einer eigens dafür zugeschnittenen Naturfaserplatte montiert, mit deren Hilfe die Kabel auf die Rückseite zu den jeweiligen Kontaktstellen geleitet wurden. Durch diesen Aufbau konnte die Gefahr von etwaigen Kabelbrüchen oder das Lösen von gelöteten Stellen vermieden werden. Bei der Verlegung dieser Kabel wurde darauf geachtet, dass diese möglichst weit voneinander getrennt verlaufen und jedes Kabelende zu einer der vier Ecken der Platte verläuft. Dadurch wird vermieden, dass sich bei der Verwendung zwei dieser Enden berühren und ein Kurzschluss erzeugt wird.

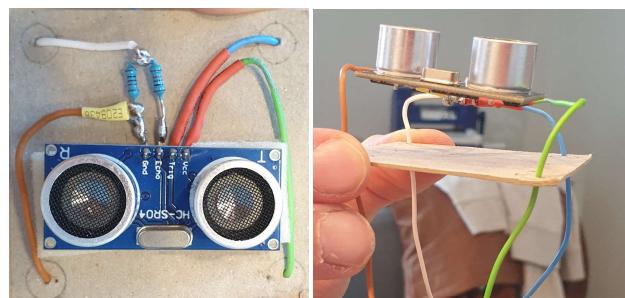


Abbildung 3 - Montage des Sensors auf Naturfaserplatte

Um den Sensor vor äußerer Einflüssen zu schützen und den Tragekomfort zu erhöhen, wurde der Sensor mit einer Schicht Schaumstoff ummantelt. Für den Trigger und Receiver wurden Aussparungen in die Ummantelung geschnitten. Die letzte und damit äußere Schicht des Sensors besteht aus Stoff, der mit Heißklebe auf der Rückseite des Sensormoduls befestigt wurde. Die abisolierten Enden der jeweiligen Kabel wurden zu Spiralen geformt. Somit bieten diese eine möglichst große Auflagefläche für das Lötzinn, mit dem die strom-leitenden Druckknöpfe befestigt wurden.

Um die Verbindung der Druckknöpfe mit dem Sensormodul weiter zu festigen, wurden diese an das Modul genäht. Somit wird auch bei Belastungen durch das Ab- und Anmontieren der Sensoren ein sicherer Halt der Druckknöpfe gewährleistet.



Abbildung 4 - Anbringung der leitenden Druckknöpfe zur einfacheren An- und Abmontage der Sensormodule

Vibrationsmodule

Die Vibrationsmodule wurden ebenfalls auf einer Platte aus Naturfaser geklebt, damit diese nicht bei der Verwendung verrutschen. Daraufhin wurden diese in eine kleine Stofftasche eingenäht. Die abisolierenden Enden der Drähte wurden, wie auch bei den Sensoren, spiralförmig geformt, sodass anschließend die leitenden Druckknöpfe mit Lötzinn befestigt werden konnten. Auch in diesem Fall wurden die Knöpfe zusätzlich durch Nähte an der Tasche befestigt, um die Lötstelle zu entlasten.



Abbildung 5 - Vibrationsmodule (Vorder- und Rückseite)

Verkabelung

Je zwei Drähte wurden zunächst verdrillt, um Platz zu sparen und die Verkabelung kompakter zu gestalten. Diese Kabelstränge wurden anschließend in das Innenfutter der Jacke genäht. Als Naht wurde eine Zickzacknaht verwendet, in der die zwei verdrillten Kabel zwischen den Nadelstichen verlaufen.

Um den Tragekomfort zu erhöhen und das Aussehen der Jacke durch zusätzliche Nähte möglichst wenig zu verändern, wurden diese möglichst nah oder auf bereits existierenden Nähten angebracht.



Abbildung 6 - Verkabelung innerhalb der Jacke

Stromquelle

Für die Verwendung einer externen Stromquelle wurde eine eigens für diesen Zweck entworfene Tasche in die Innenseite des Pullovers genäht, damit ein entsprechend kompatibler Akku bequem und sicher verstaut werden kann. Wenn ein kompatibler Akku in der Vorrichtung liegt, kann das Kabel des Akkus ohne große Probleme zu dem Mainboard gelegt werden.

Alternativ kann das System auch über die Mikro-USB Schnittstelle von jeder anderen Stromquelle, wie einer Power-Bank oder einem Handy, versorgt werden.

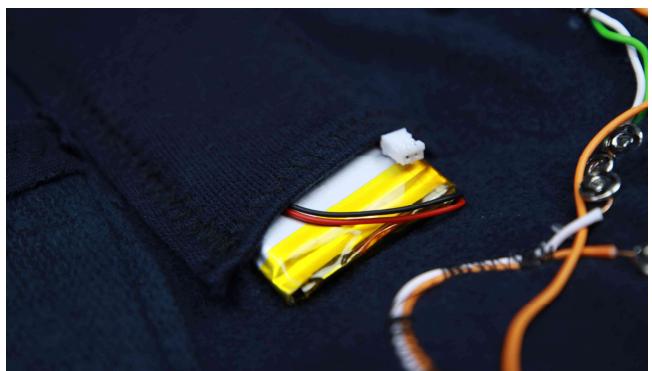


Abbildung 7 - Tasche für externe Energiequelle

Tragekomfort

Um den Tragekomfort zu verbessern, wurden besondere Stellen mit angenähten Stoffelementen überdeckt. Diese wurden am Rücken in der Nähe des Mainboards angebracht und überdecken die Kabel und deren Knotenpunkte. Dadurch werden die sensiblen Lötstellen geschützt und ein möglicher Kontakt zur Haut des Trägers wird vermieden.

Aus demselben Grund wurde über dem Mainboard ein Stoffelement angebracht, welches mithilfe von einfachen Druckknöpfen befestigt wurde. Dieses kann vom Nutzer entfernt werden, um das Board zu demontieren, auszutauschen oder auch die Batterie zu wechseln.



Abbildung 8 - Verdrahtung des Adafruit-Mainboards [2]

ARCHITEKTUR

Das Produkt wurde in seiner Gesamtheit so modular gestaltet, dass das Adafruit-Flora-Board, das Herzstück des gesamten Systems, alle drei Sensoren, sowie die beiden Vibrationsmodule an den Armen für einen Waschgang oder den Transport demontiert werden können. Die Verbindung zwischen diesen Komponenten wird mithilfe von herkömmlichen, verdrillten Kupferkabeln realisiert. Damit sich das Ab- und Anmontieren der einzelnen Modulbausteine möglichst leicht gestaltet, wurden an den jeweiligen Kontaktpunkten leitende Druckknöpfe verbaut.

Board

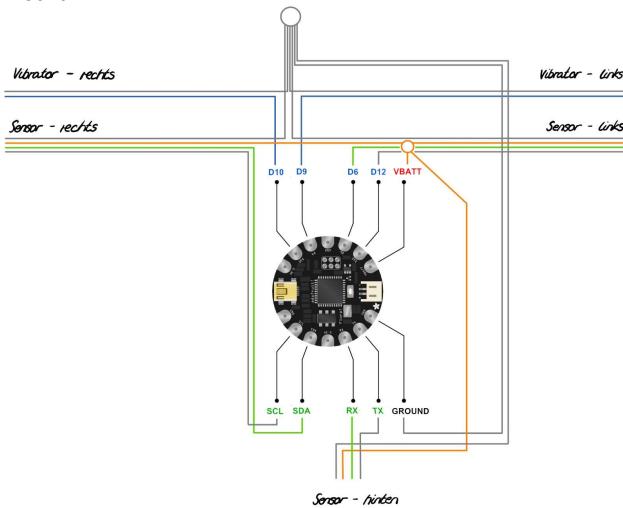


Abbildung 9 - Schaltplan des Adafruit [2] Mainboards (Zeichnung Adafruit [4])

Das Board, ein Adafruit-Flora-Board, stellt das Herzstück des Produkts dar, auf dem der Software-Code und damit die gesamte Logik des Systems ausgeführt wird. Eingehende

Signale der drei Sensoren werden von dem Board verarbeitet und ausgelesen. Je nachdem welche Daten die Sensoren liefern, werden entsprechende Befehle an die Output-Schnittstellen und damit an die an beiden Ärmeln angebrachten Vibrationsmodule gesendet.

Das Board wird von einer 3.7V Batterie mit 2000mAh betrieben. Über die Schnittstelle VBAT werden alle angeschlossenen Peripheriegeräte, in diesem Fall die Sensoren, ebenfalls mit der notwendigen Stromspannung versorgt. Um eine Überspannung zu verhindern und den Stromkreislauf zu schließen, werden alle Geräte an den GND des Boards angeschlossen.

Die Sensoren verfügen neben den VBAT- und GND-Anschlüssen auch RX- und TX-Anschlüsse (*Receive* und *Transfer*), über die Daten übertragen und empfangen werden. Die Vibrationsmodule hingegen verfügen über keine separate konstante Stromversorgung, sondern werden nur über die beiden Outputs des Boards betrieben (*D10* und *D9*). Das Board befindet sich in der Innenseite der Jacke am Rücken.

Sensoren

Die in diesem Projekt eingesetzten Sensoren verfügen über vier Ports. Die Signale werden an die entsprechenden Schnittstellen weitergeleitet. Daraus ergibt sich folgendes Schema:

Vcc = Stromversorgung durch VBAT
 Gnd = Erdung
 Trg = Trigger → eingehende Befehle (*TX*)
 Echo = Antwort des Sensors (*RX*)

Die Sensoren verwenden zur Abstandserkennung Ultraschall. Bevor das Echo-Signal des Sensors zurück an das Board gesendet wird, wird dieses über einen $10\text{k}\Omega$ Widerstand gefiltert und schließlich über das weiße Kabel zurück an das Board geleitet. Dies ist erforderlich, da der Sensor mit einer Spannung von 5V arbeitet, das Board jedoch nur für 3.3V ausgelegt ist. Um auch eine Überspannung des Boards zu verhindern, wird das Signal über einen weiteren Widerstand auf die Erdung (*braun*) geleitet. Es befindet sich jeweils ein Sensor am Oberarm, sowie einer an der Rückseite der Jacke, unterhalb der Kapuze. Bei den in diesem Projekt verwendeten Ultraschallsensoren handelt es sich um *HC-SR04 Distanzsensoren*^[3].

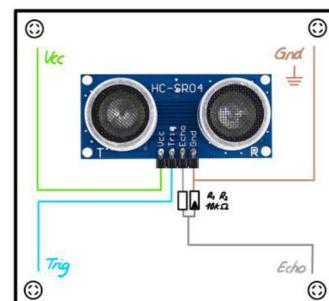


Abbildung 10 - Schaltplan des Sensormoduls HC-SR04 [3]

Vibrationsmodule

Die Vibrationsmodule, die rudimentärsten Komponenten im System, verfügen über keine separate Stromversorgung, sondern werden lediglich in einem Stromkreislauf mit Plus- und Minuspol betrieben, über den auch die Intensität der Vibration durch Impulse gesteuert wird. Es wird generell zwischen drei verschiedenen Modi der Vibrationsstärke unterschieden:

Entfernung	Art der Vibration
$> 2m$	Keine Vibration
$2m \geq x > 1.5m$	Schwache Vibration
$\leq 1.5m$	Starke Vibration



Abbildung 11 – Adafruit Vibrationsmodul [5]

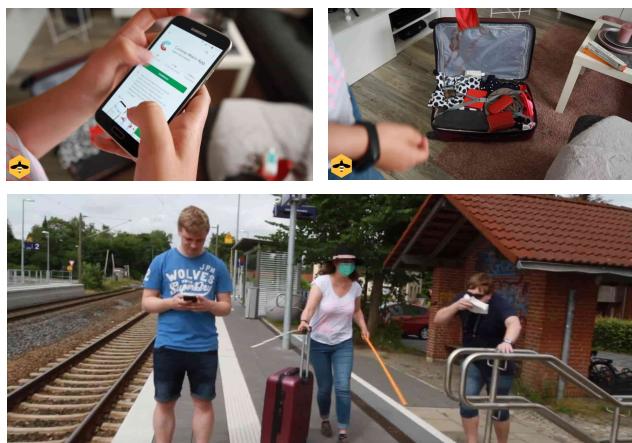


Abbildung 12 - Rückseite der Jacke mit den drei verteilten Sensoren

TESTING

Da aufgrund der COVID-19 [1] Pandemie während des Testzeitraums das physische Testen erschwert wurde, haben wir zum Testen zusätzlich einen Werbespot für unser Produkt entworfen, welches dieses vorstellt. Somit konnten wir verschiedenste Personen auch virtuell zu unserem Produkt befragen, ohne diese direkt zu treffen.

Im Werbespot sieht man zunächst eine alltägliche Situation, in der eine junge Frau in der COVID-19 [1] Pandemie ihren Koffer für eine Reise packt und zum Bahnhof fährt. Um am Bahnhof die Abstände zu anderen Menschen richtig einschätzen zu können, nimmt die im Video gezeigte Frau Zollstöcke mit, um von anderen Personen mindestens 1,5m Abstand halten zu können. Da dies sehr umständlich ist, wird zurück auf die Anfangssituation, das Kofferpacken, zurückgespult. Dieses Mal zieht die Frau die NearBee-Jacke an und hat, dank der verbauten Vibrationsmodule und den Sensoren in der Jacke, keine Probleme mehr die Abstände zu anderen Menschen richtig einzuschätzen und einzuhalten. Daraufhin werden die einzelnen Komponenten der Jacke, wie die Sensoren und die Vibrationsmodule, im Einzelnen vorgestellt und genauer beschrieben.



Da die Vibrationsintensität selbst nicht gesteuert werden kann, wird die Stromzufuhr bei der schwachen Vibration sekündlich unterbrochen, wodurch die Stärke der Vibration i.d.R. nie seinen Maximalwert erreicht.

Die Vibratoren befinden sich jeweils am rechten und linken Ärmelende. Sie werden von den Sensoren oberhalb am Arm aktiviert, wobei der Sensor am Rücken beide Seiten aktiviert.

FUNKTIONALITÄT

Zur Verwendung der Jacke müssen zunächst die drei Sensoren, die beiden Vibrationsmodule und das Mainboard an den dafür vorgesehenen Druckknöpfen befestigt werden. Als Stromquelle muss entweder ein Akku in die dafür vorgesehene Tasche eingesetzt und an das Board angeschlossen werden, oder die Stromzufuhr wird alternativ über ein Micro-USB Kabel bereitgestellt.

Die Jacke kann mit der angebrachten Elektronik wie ein normales Kleidungsstück getragen werden. Die Vibration am Handgelenk gibt dem Nutzer darüber Auskunft, ob die Sicherheitsabstände eingehalten werden. Der Nutzer kann dann selbst auf die Warnungen reagieren, um die Einhaltung des Sicherheitsabstandes weiterhin zu gewährleisten.

Wartung

Der Prototyp wurde modular entworfen, um die Wartung für den Nutzer zu erleichtern. Zu der Wartung gehört auch das Waschen des Textils, was durch die abnehmbare Elektronik ermöglicht wird. Zum Waschen müssen die Sensoren, die Vibrationsmodule, das Board und der Akku entnommen werden. Der Prototyp kann bei Bedarf nur von Hand gewaschen werden, um die Kabel und die Verbindungen zu den Druckknöpfen durch Waschgang in einer Waschmaschine nicht zu beschädigen. Die einzelnen Module sind frei von jeglicher Wartung und können nach dem Trocknen der Jacke wieder angebracht werden.

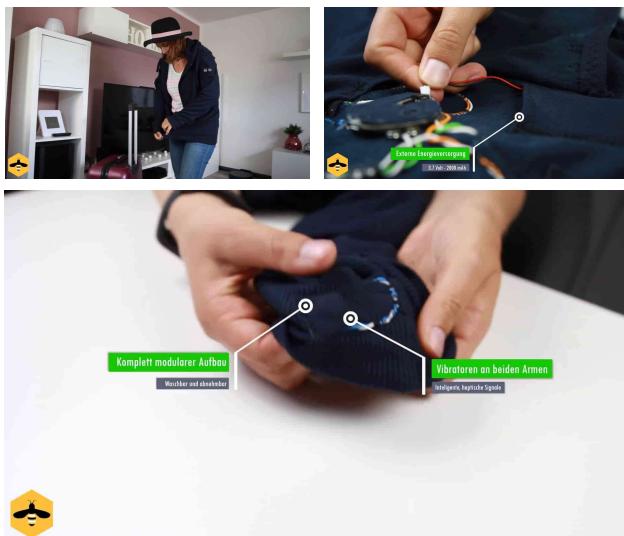


Abbildung 13 - Ausschnitte aus dem Werbespot

Um dennoch reale Testergebnisse zu erhalten, haben wir uns als Gruppe für die Ausführung eines physischen Tragetests ausschließlich mit Familienangehörigen und Bekannten entschlossen. Bei diesem sind wir wie folgt vorgegangen: Wir haben den Testern die Aufgabe gegeben sich die Jacke anzuziehen und sich anschließend etwas mit der Jacke zu bewegen. Nach ca. sieben bis zehn Minuten, sollten Sie die Jacke ausziehen und einmal selbst das Abnehmen der modularen Komponenten testen. Anschließend ließen wir die Tester einen Online-Fragebogen ausfüllen, um unvoreingenommen und vor allem anonym Kritik äußern zu können.

ERGEBNISSE

Werbepot

Der Werbespot wurde im Durchschnittlich sehr positiv mit acht von zehn Punkten bewertet. Die Befragten bewerteten vor allem den allgegenwärtigen Humor, die professionelle Kameraführung und das Voice-Over sowie die Länge des Spots positiv. Negativ bewertet wurde, dass nicht ersichtlich wurde, wie die Batterie entfernt werden kann, wie das Produkt trotz der ganzen Technik weiterhin waschbar bleibt und auf welche Entfernung sich die Vibratoren aktivieren. Auffällig war, dass das Vibrationsfeedback in der Evaluation des Werbespots deutlich schlechter bewertet wurde als bei den Tragetests.

Insgesamt würden vier von insgesamt 24 Befragten die Jacke für einen Preis von 20 bis 50 Euro erwerben. Bei der Frage, wie lange sie das besagte Produkt unter der Woche tragen würden, kam eine Zeitspanne von zwei bis vier Tagen heraus, an denen die Befragten die Jacke in alltäglichen Situationen, wie z.B. beim Einkaufen oder im ÖPNV, tatsächlich nutzen würden. Hier könnte ebenfalls der Stil des Produkts eine wichtige Rolle gespielt haben, da die Mehrheit der Befragten der Kleidungsstil der Jacke persönlich nicht zugesagt hat; dies müsste in einem späteren Evaluation-Schritt ggf. überprüft werden.

Der Name der Jacke „NearBee“ wurde allerdings mit vier von fünf Punkten als sehr positiv empfunden. Ein weiterer Kritikpunkt und zugleich Verbesserungsvorschlag, der auch zu einer späteren Version des Werbespots umgesetzt werden könnte, stellt die „Bahnhofsszene“ dar, da hier den Befragten nicht ganz deutlich gemacht wurde, von welchen Maßeinheiten bzgl. der Abstandseinhaltung die Rede ist. Für eine spätere NearBee-Version wurde angemerkt, dass andere Jacken-Modelle sowie saisonbedingte Versionen positiv wären.

Ebenfalls angemerkt von einigen wenigen Befragten wurde die sehr geringe ausfallende Akkulaufzeit von fünf Stunden, an der zukünftig gearbeitet werden könnte.

Tragetests

Bei den Tragetests wurde der Tragekomfort durchschnittlich mit sechs von zehn Punkten bewertet. Auch die Komfortabilität des Abnehmens bzw. des Anbringens der Sensoren wurde durchschnittlich mit sechs von zehn Punkten bewertet. Jedoch entsprach die Jacke eher weniger dem Kleidungsstil der Tester (5/10 Punkten) und auch die Passform wurde nur durchschnittlich mit fünf von zehn Punkten bewertet. Auch das Feedback wurde mit sechs von zehn Punkten bewertet, dabei wurde das Feedback allgemein als gut empfunden, wobei jedoch ein auditives Dauersignal vorgeschlagen wurde, solange man sich innerhalb des kritischen Bereichs befindet. Außerdem wurde angemerkt, dass das Vibrationsmodul direkten Körperkontakt benötigt, damit die Vibration deutlich erkennbar zu spüren ist.

Die Auswertung der Fragebögen der Tragetester ergab, dass die Tester die Jacke eher weniger, also mit vier von zehn Punkten, im Alltag tragen würden und wenn dann nur draußen und an Orten des öffentlichen Lebens. Zusätzlich würden sie die NearBee-Jacke, ähnlich wie die Tester, die das Produkt mithilfe des Werbespots bewertet haben, nur an zwei bis vier Tagen in der Woche tragen und durchschnittlich 20 bis 50 Euro für diese ausgeben.

Allgemein wurde die Jacke als grundsätzlich bequem beschrieben, wobei jedoch die Kabel beim Anziehen gestört haben sollen und dadurch die Bewegungen leicht beeinträchtigt wurden. Das leichte Entnehmen der Sensoren, und der Umstand, dass diese beim Tragen nicht stören, wurde positiv angemerkt.

Ein Verbesserungsvorschlag der Tester für die NearBee-Jacke wäre eine verbesserte Kabelverarbeitung, z.B. durch verdeckte Drähte.

REFLEKTION

Wir haben die Ergebnisse anschließend als Gruppe analysiert und haben mehrere Punkte festgelegt, die für spätere Versionen und zur besseren Funktionalität optimiert werden müssten.

Ein Punkt ist die Zuverlässigkeit der Vibrationsmodule. Zum einen ist die Vibration sehr schwach und somit meist nur zu spüren, wenn das Modul direkten Hautkontakt hat, zum anderen ist die Staffelung der Vibration (Schwache bzw. Starke Vibration) nur schwer zu erkennen.

Auch der Tragekomfort müsste für spätere Versionen optimiert werden, da die Drähte beim Tragen spürbar sind und auch die Bewegung einschränken. Zusätzlich kann durch die eingenähten Drähte das Produkt nur per Hand gewaschen werden, was bei einer Jacke umständlich und nicht besonders nutzerfreundlich ist.

Dabei müsste auch darauf geachtet werden, dass das Entfernen der Module vereinfacht wird, da beim Abnehmen bzw. beim Öffnen der Druckknöpfe bei dem Prototyp die Lötstellen sich lösen können und somit das Produkt beschädigt würde.

Auch die Abdeckung der drei Sensoren sollte verbessert werden, da diese nur linear in eine Richtung den Abstand zum nächsten Objekt überprüfen. Für eine optimalere Erkennung müssten die einzelnen Module eine kegelförmige Abdeckung unterstützen, um somit eine Rundumabdeckung zu schaffen.

Außerdem sollte es eine Unterscheidung zwischen Menschen und Objekten, wie z. B. Wänden oder Bäumen geben. Aktuell messen die Sensoren den Abstand zu allen Objekten, was zu Falschmeldungen durch naheliegende Objekte führen kann und den Nutzer ggf. irritiert, da während der COVID-19^[1] Pandemie nur der Abstand zu anderen Personen, besonders zu unbekannten Personen, gewahrt werden muss.

FAZIT

Generell hat die Evaluation ergeben, dass das Konzept von potenziellen Nutzern akzeptiert wurde und vor allem in Pandemizeiten zukunftsträchtig ist. Die Verarbeitung und auch die Funktionalität ist für einen Prototypen ausreichen gewesen, jedoch müssten für die wirkliche Vermarktung und die Produktion die in den Tests erwähnten Punkte optimiert und erneut evaluiert werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Wikipedia, „Wikipedia,“ 17 06 2020. [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/COVID-19>.
- [2] Adafruit, „FLORA - Wearable electronic platform: Arduino-compatible - v3,“ Adafruit, [Online]. Available: <https://www.adafruit.com/product/659>. [Zugriff am 27 05 2020].
- [3] Elecfreaks, „Ultrasonic Ranging Module HC - SR04,“ Elecfreaks, [Online]. Available: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>. [Zugriff am 12 05 2020].
- [4] B. Stern, 2012. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/assets/2845>. [Zugriff am 07 05 2020].
- [5] Adafruit, „Vibrating Mini Motor Disc“ [Online]. Available: <https://www.adafruit.com/product/1201> [Zugriff am 18 06 2020]