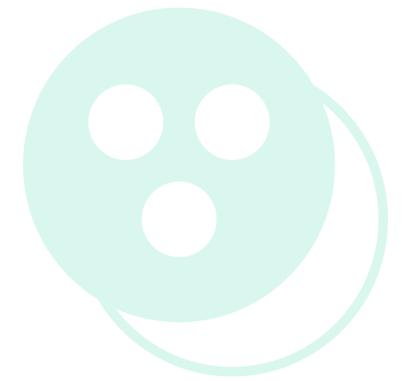


# GUIDE-WALK 2.0

Autonomes Blindenführersystem mit KI

von Tamas Nemes

(Q11, Gymnasium der Regensburger Domspatzen)



## Was ist GUIDE-Walk?

Der **GUIDE-Walk** ist ein autonomes Assistenzsystem, welches Blinde und Sehbehinderte bei der Orientierung im Straßenverkehr unterstützen und deren Sicherheit verbessern soll. Mithilfe einer Kamera, eines Bewegungssensors und eines LiDARs nimmt das Gerät Bilder und Informationen der Umgebung auf und verarbeitet diese. Die integrierte KI lernt, Hindernisse und Gefahren wie Autos, Passanten, Fahrräder und Ampeln zu erkennen und über den Kopfhörer den blinden Träger zu warnen.

Der GUIDE-Walk ist der Nachfolger zu einem Prototyp, welches letztes Jahr ebenfalls im Rahmen einer Jugend Forscht-Projektarbeit entstanden ist. Hauptziel war es, die Funktionen des Geräts zu vervollständigen und möglichst alltagstauglich und benutzerfreundlich zu gestalten.

## Bestandteile



### KAMERAMODUL

Die **RaspberryPi-Kamera v2.1** ist dafür zuständig, Bilder von der unmittelbaren Umgebung des Trägers aufzunehmen, die von der KI analysiert werden.



### ENTFERNUNGSSENSOR

Der **LiDAR-Sensor LiDAR Lite v3** sendet Laserstrahlen aus, um die Entfernung zu potenziellen Hindernissen wie Masten oder Wänden zu messen. Er zeichnet sich vor allem durch hohe Präzision und Schnelligkeit aus.



### BEWEGUNGSSENSOR

Der **Sensor EM7180-USFS** erfasst die Bewegungen des Trägers mit einer Quaternion, Accelerometer und Gyroskop und kann zudem Temperatur, Luftdruck und Magnetfeldstärke messen.



### JETSON NANO

Der **Single-Board-Computer Jetson Nano** von Nvidia ist der Zentralcomputer des Blindenführersystems. Er ist speziell für die Anwendung von künstlicher Intelligenz konzipiert worden und kann mit seiner verhältnismäßig großen Rechenleistung mehrere KI-Algorithmen parallel laufen lassen.

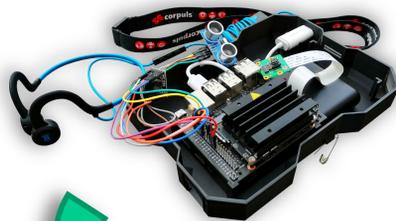


### HÜLLE

Die Hülle beinhaltet alle Komponenten und kann mit einer Schlaufe um den Hals getragen werden. Sie misst 12,9 x 12 x 6,4 cm und wurde mit einem 3D-Drucker gedruckt.



Der GUIDE-Walk-Prototyp (2020)



Der GUIDE-Walk 2.0 in voller Ausstattung



## Bilder



Tragweise des GUIDE-Walk



Prototyp im Einsatz beim Jugend forscht Regionalwettbewerb 2020



Offenes GUIDE-Walk mit allen Komponenten

## Funktionen und Features

- Warnung vor **Hindernissen** (Passanten, Autos, Fahrräder, Busse...)
- Erkennung von **Stühlen, Bänken und Müllern**
- **Fußgängerampel**-Erkennung und -Navigation
- Durchsage von **Uhrzeit** und **Wetterdaten**
- **Sturzerkennung**
- Intuitive **Gestensteuerung**
- **Standby-Modus** für längere Akkulaufzeit
- Fortlaufende **Distanzurückmeldung**
- **Eigenoptimierung** mit Bewegungsdaten

### Features der tragbaren Box:

- Kompakte Größe
- Robuster und leicht bedienbarer Magnetverschluss
- Stabilisierung durch Sicherheitsnadeln
- Markierung aller relevanten Stellen mit Blindenschrift oder anderen tastbaren Zeichen
- Einfache Demontage und Reparatur durch Befestigung der Komponenten mit Schrauben

## Die KI

Die Kernkomponente des GUIDE-Walk ist die künstliche Intelligenz zur Objekterkennung, die auf dem modernen Netzwerk **MobileNet V2** basiert und eine spezielle SSD-Architektur nutzt, um Objekte schnell und effizient zu erkennen.

Dafür werden auf den Bildern der Kamera Musterabgleichungen durchgeführt, um die daraus entstandene Matrix in Raster einzuteilen und erkannte Objekte mit Begrenzungsboxen, sogenannten **Bounding Boxes** zu markieren.



INPUT

OUTPUT

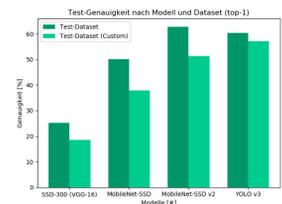
## Experimente und Optimierungen

Es wurden mehrere Tests und Experimente zu einzelnen Teilaspekten und dem gesamten System durchgeführt, um die Leistung zu optimieren.

### 1. Die künstliche Intelligenz

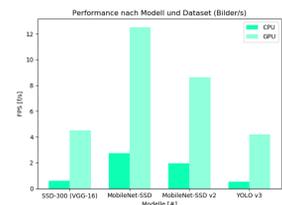
#### Messung der Genauigkeit:

Verschiedene KI-Modelle wurden auf frei verfügbare und eigene Datensätze angewendet, um ihre Genauigkeit zu ermitteln.



#### Messung der Performance:

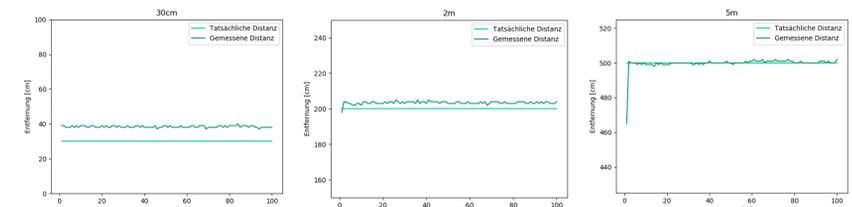
Eigens trainierte Instanzen verschiedener KI-Modelle wurden auf ein Testvideo angewendet und die durchschnittliche FPS (Durchläufe pro Sekunde) mit und ohne GPU-Beschleunigung gemessen



### 2. Der Entfernungssensor

#### Ermittlung der Messgenauigkeit:

Der LiDAR-Sensor wurde in einem Abstand von 30cm vor eine Wand befestigt und 10 Sekunden lang 10-mal pro Sekunde die Entfernung gemessen. Dasselbe wurde mit einem Abstand von 2m sowie 5m wiederholt.

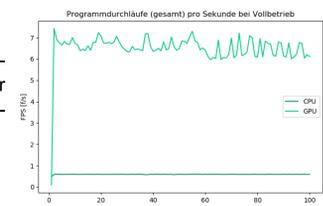


### 3. Das ganze Gerät:

#### Messung der Performance:

Mithilfe eines FPS-Counters wurden die Durchläufe pro Sekunde des Gesamtprogramms über Zeit mit und ohne GPU-Beschleunigung gemessen.

- ⇒ Nur CPU: **Ø 0,6 FPS**
- ⇒ Mit GPU-Beschleunigung: **Ø 6,5 FPS**



**Reaktionszeit: ca.  $\frac{1}{6,5} s = 0,15s$**

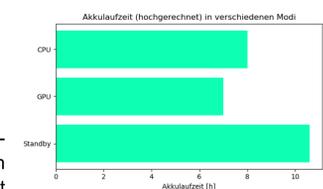
#### Messung der Akkulaufzeit:

Rechnerische Bestimmung:

$$t_{\text{Akk}} = \frac{U \cdot Q}{P} = \frac{5V \cdot 8,3Ah}{10W} = 4,15h$$

Das Gerät wurde für eine experimentelle Bestimmung in verschiedenen Betriebsmodi laufen gelassen, der Ladestand des Akkus über Zeit gemessen und hochgerechnet.

- ⇒ Nur CPU: **~ 8 h**
- ⇒ Mit GPU-Beschleunigung: **~ 7 h**
- ⇒ Standby-Modus: **~ 10,6 h**



## Weitere Infos

Du möchtest mehr erfahren? Dann schau dich im bereitliegenden, virtuellen Infomaterial um! In der **schriftlichen Arbeit** sind alle Vorgänge, Verfahren und Grafiken nochmal detailliert ausgeführt und erklärt. Auch findest du **Bilder** und **Präsentationsvideos**. Für Fragen stehe ich natürlich jederzeit gerne zur Verfügung! Frohes Stöbern!



## Sponsoren



## Unterstützer



OSTBAYERISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE REGENSBURG