

CPS: Praktikum 2

Neigungsschätzung mit Complimentary Filter und Kalman Filter

Version: 2025-11-02



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or write to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, CA 94105, USA.

KI-Benutzung ist erlaubt, wenn Sie Zeile für Zeile verstehen und erklären können, was die KI da programmiert. Fragen Sie die KI lieber nicht nach der kompletten Lösung, sondern nur nach Einzelschritten der Art: „Wie kann ich auf ein Video zeichnen?“

Die Neigung eines Smartphones soll durch Fusion dessen Accelerometer- und Gyroskop-Daten geschätzt werden. Das Smartphone wird aufrecht gehalten, aber um seine Hinten-Vorne-Achse gedreht und nach links und rechts bewegt. Deshalb ist nur der Drehwinkel um die Hinten-Vorne-Achse zu bestimmen.

Im Zip-Archiv zu dieser Aufgabe finden Sie Rohdaten von Accelerometer und Gyroskop als CSV-Dateien mit einer Zeitauflösung von 1/10 s. Vom Accelerometer ist die Links-Rechts-Achse interessant (die x -Achse, Daten in m/s^2 ; ggf. auch die y -Achse nutzen, um Winkel jenseits von $\pm 90^\circ$ verarbeiten zu können), vom Gyroskop ist die Hinten-Vorne-Achse interessant (die z -Achse, Daten in rad/s). Im Zip-Archiv ist ebenfalls ein Video (30 fps), das als Referenz dienen soll, um zu bewerten, wie gut die Schätzung der Neigung gelingt. Das Video startet leicht zeitversetzt.

Tipps, falls Sie selbst Testmaterial aufnehmen wollen: Ich habe Phyphox und die Kamera-App in einer geteilten Bildschirmansicht laufen lassen. In Phyphox kann man mit dem großen Plus-Knopf unten ein „einfaches Experiment“ starten und dazu mehrere Sensoren auswählen. In der Kamera-App sollte die Bildstabilisierung ausgeschaltet sein, damit das Video die Drehbewegung ungeschönt zeigt.

Entwickeln Sie ein Python-Programm, das in einem Fenster das Referenzvideo abspielt. Darein gezeichnet sieht man die mit verschiedenen Verfahren geschätzte vertikale Richtung, und zwar diesen Verfahren:

- Verwenden Sie nur die x -Achse des Accelerometers. *Bis zu diesem Punkt darf die KI gerne alles schreiben; ab hier rate ich zu Handarbeit, um zu verstehen, was passiert.*
- Verwenden Sie nur die z -Achse des Gyroskops.
- Verwenden Sie ein Complimentary Filter.
- Verwenden Sie ein Kalman Filter. Spielen Sie mit der Vorgabe der Varianzen von Modell, Accelerometer und Gyroskop, um ein Gefühl für deren Wirkung zu bekommen.