

Barometrischer Höhenmesser kombiniert mit Machine Learning

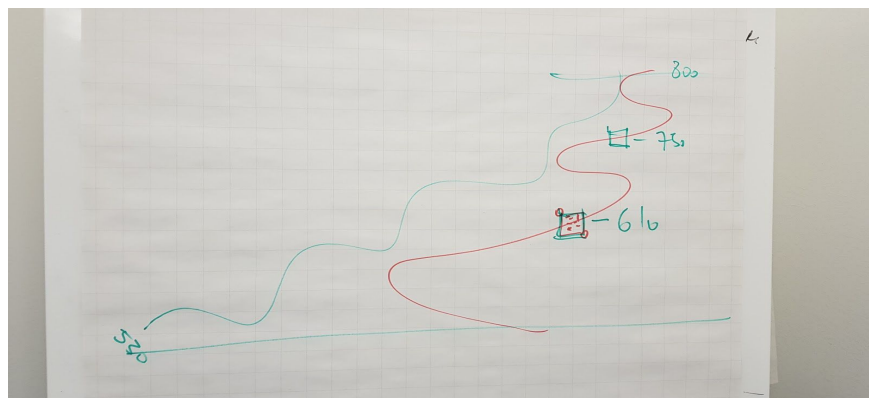
10. Februar 2019

Übersicht

In dem Praktikum an der SBB werde ich ein barometrisches, low-cost Höhenmessgerät bauen, das in erster Linie durch die Verwendung einer geeigneten barometrischen Höhenformel und einem anfänglichen Höhenabgleich die Höhe mit einer Genauigkeit von ± 5 m bestimmt - unter der Voraussetzung, dass die meteorologischen Bedingungen während der Messung stabil bleiben. In zweiter Linie soll das System in der Lage sein, Ortschaften (auf einer Referenzstrecke) zu erkennen und zu markieren mit Hilfe der gemessenen Höhe und dem GPS.

Das GPS hat insbesondere die Funktion, den barometrischen Höhenmesser zu kalibrieren. Dabei werde ich mich auf das sog. Map-Matching Problem beziehen und für dies eine geeignete Lösung erarbeiten. Die Idee dafür ist - grob - wie folgt:

Wie bereits erwähnt werde ich meine Tests auf einer Referenzstrecke absolvieren, bei welcher ich verschiedene Punkte mit bekannter Höhe auswähle. Diese werden dann wie im Bild in einem definierten Bereich (Bsp. 10x10m) gekennzeichnet. Der Höhenmesser ist dann in der Lage - mit Hilfe des GPS Shield - während ich die Referenzstrecke entlang laufe/fahre, solche Bereiche zu erkennen und in diesem Sektor neu zu kalibrieren. Ziel ist es, dass sich das System so weit verbessert, dass die oben erwähnte ± 5 m Genauigkeit erreicht wird.



Das Ganze weist natürlich auch Fragen auf, nämlich:

1. Mit welcher Methode und Anwendung werden die definierten Bereiche ausgewählt und eingegrenzt? Welche Faktoren spielen eine Rolle? Wie gross müsste so ein Feld sein?
2. Welche Strecke nehme ich als Referenz?
3. Wie viele Satelliten sind für die Ortung notwendig für mein System? Wie gross ist der Unterschied der Genauigkeit zwischen dem Minimum und dem Maximum, welches das System an Satelliten empfangen kann?
4. Welche Daten benötige ich grundsätzlich, die mir das GPS zur Verfügung stellt? Wie kriege ich diese Daten - die teilweise von rauschen beeinflusst sind und auch z.T. dürftig sind - möglichst akkurat?

Als mögliche Lösung könnte man den Kalman-Filter verwenden. Dies wäre auch mit der analytischen Geometrie oder der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu lösen.

Nebst diesen Fragen, die hauptsächlich auf der Basis des Map-Matching gestellt sind, ergeben sich für mich weitere Aspekte :

1. Wie speichere und verarbeite ich die gesammelten Daten (Höhe, GPS, Druck, Feuchtigkeit, Temperatur), in einem verwendbaren "Dataset" ? Also auf eine Art wie das Python Modul "pandas" das gemacht hat.
2. Welche barometrische Höhenformel verwende ich? Eine mit oder eine ohne kompensierendem Verhalten der Umgebungstemperatur? Eine unter einbezug der Luftfeuchtigkeit (Berücksichtigung des Dampfdruckes des Wasserdampfanteils)? Oder eine mit Kombination aus mehreren Ansätzen miteinander?

Ich setze voraus, dass mein System alle diese unterschiedlichen barometrischen Höhenformel bearbeiten und vergleichen kann.

Zusammensetzung barometrischer Höhenmesser

Der barometrischer Höhenmesser besteht aus einem Arduino MEGA 2560, ergänzt mit einem BMP280 Sensor (Luftdruck und -feuchtigkeit sowie Temperatur Messung möglich), einem Display (LCD), einem GPS-Shield (Adafruit GPS Shield oder u-blox M8 GNSS-Evaluation-Kit mit TCXO), einigen Tasten zur Bedienung und einem genügend leistungsfähigen Akku.

Modulares Vorgehen (während des BP)

1. Referenzstrecke festlegen
2. Kalibrierungspunkte definieren (wie vor der Abb. beschrieben)
3. Aufbau des barometrischen Höhenmesser mit Sensor
4. Programm, welches die Daten des Sensor liest; Test-Phase-1
5. LCD-Display integrieren und Tasten zur Bedienung
6. Integrierung der unterschiedlichen Höhenformel
7. Test-Phase-2 auf Referenzstrecke => erste Höhenmessungen
8. GNSS Sensor in System einbinden
9. Umsetzung der Idee zum Map-Matching
10. Test-Phase-3 Kalibrierung

Vorgehen nach BP

1. Verbesserungen des Systems
2. Speicherung der Daten in geeigneter Form (gehört eher zum "Vorgehen während des BP"), so dass es verwendbar ist für Machine Learning Projekte.
3. Test Programm, welches die Verwendung dieses "Dataset" testet
4. Ende des praktischen Teil
5. Beginn mit der Analyse des MA

Motivation MA-Projekt

Die grosse Motivation für mich dieses Projekt zu bewerkstelligen, ist es, ein brauchbares Höhenmessgerät zu bauen, welches wichtige Daten und bekannte Ortschaften (Map-Matching) so abspeichert, dass es für andere autonome Systeme (Auto, Roboter, Flugzeug etc.) verwendet werden kann.

Ziele

1. **Voll funktionsfähiger Höhenmessgerät; Genauigkeit: +/- 5 m; Kalibrierung durch Map-Matching; Speicherung der Daten**
2. **Erkennung der Ortschaften auf der Referenzstrecke**
3. **Kleine Zusatzaufgabe: Höhenmesser soll ein ANN mit den gesammelten Daten füttern, so dass es ein Weg herausfindet die Höhe zu bestimmen.**