

Seminararbeit

Routentracker für Schweizmobil

Adrian Schmid - schmiad1@students.zhaw.ch

Zürich, 04.06.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Ziele der Arbeit	2
1.3	Aufgabenstellung	2
1.4	Erwartete Resultate	3
2	Grundlagen	4
2.1	Grundlagen der Erdvermessung	4
2.2	Georeferenzierung	4
2.3	World Geodetic System 1984	5
2.4	Global Positioning System	6
2.5	Distanzberechnung zwischen GPS Koordinaten	6
2.6	Das GPX Datenformat	6
3	Umsetzung	8
3.1	Android App	8
3.2	Distanzberechnung	8
3.3	Akkumessung	8
3.4	GPS XML	8
4	Analyse	9
4.1	Genauigkeit der Daten	9
4.2	Akkuverbrauch	9
4.3	Verwendbarkeit der Daten	9
5	Fazit	10

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Als begeisterter Velofahrer habe ich vor einiger Zeit die Tools (Website & Smartphone App) der Stiftung Schweizmobil für mich entdeckt. Diese Plattform bietet den Benutzern offizielle Swisstopo Karten auf welchen alle offiziellen Velo-, Mountainbike-, Wander-, Inlineskate- und Kanurouten eingeblendet werden können. Zusätzlich kann man als registrierter Benutzer auf der Website eigene Routen zeichnen. So gezeichnete Routen können ausgedruckt, geteilt oder auf die Schweizmobil App übertragen werden. Was die Tools nicht bieten ist eine «Where have I been»-Tracker Funktion um gefahrene Routen direkt aufzuzeichnen.

Ich habe die Stiftung Schweizmobil bezüglich des geplanten Projekts und einer Schnittstelle zum automatischen Übermitteln von GPS Daten angefragt. Aktuell gibt es die Möglichkeit Tracks aus Files im GPX Format als Routen zu importieren. Schweizmobil habe bei der Implementierung seiner App einen «Where have I been»-Tracker angedacht jedoch aufgrund Zweifel bezüglich Genauigkeit und Batterielebensdauer wieder verworfen. Sie seien an den Ergebnissen meiner potentiellen Arbeit interessiert.

1.2 Ziele der Arbeit

Im dieser Arbeit geht es in einem ersten Schritt um das erstellen eines sehr technischen «Where have I been»-Trackers welcher unter anderem einen Export von gefahrenen Routen ins GPX Format beherrscht. Mit diesem Tracker werden dann in einem zweiten Schritt Experimente durchgeführt um eine möglichst hohe Genauigkeit bei möglichst geringem Akkuverbrauch zu erreichen.

1.3 Aufgabenstellung

- Einarbeitung in das Thema GPS, GPS Tracking, GPX Format und Dokumentation des Erarbeiteten
- Implementierung eines technischen «Where have I been»-Trackers zu versuchszwecken
- Implementierung des Datenexports ins GPX Format
- Durchführen verschiedener Tests bezüglich Akkuverbrauch und Genauigkeit
- Präsentation der Arbeit

1.4 Erwartete Resultate

- Dokumentation der Einführung (GPS, GPS Tracking, GPX Format)
- Implementation des «Where have I been»-Trackers inklusive Dokumentation
- Implementation des GPX Datenexports inklusive Dokumentation
- Dokumentation der Tests und Auswertung der Resultate
- Präsentation

2 Grundlagen

2.1 Grundlagen der Erdvermessung

Um Karten oder Modelle der Erde zu erstellen, braucht es ein Vermessungssystem welches adäquat die Grösse und Form der Erde widerspiegelt. Wichtig beim Arbeiten mit einem solchen Modell ist, dass man sich bewusst ist, welche Annahmen getroffen wurden und welche Abweichungen aus sowohl der Messmethode als auch dem Modell entstehen. In diesem Kapitel geht es um die Klärung der Grundlagen die zum Verständnis der Funktionsweise des GPS notwendig sind. [5]

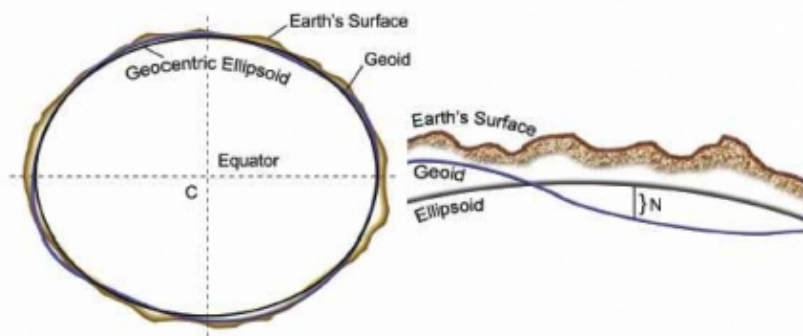


Abbildung 1: Verhältnis zwischen der Erdoberfläche, dem Geoiden und einem Referenzellipsoiden. [5]

Die Wissenschaft der Erdvermessung - auch Geodäsie - beschäftigt sich mit dem Studium von Grösse und Form der Erde, des Erdgravitationsfeldes und den Veränderungen des eben genannten. Zu den Grundlagen der Geodäsie gehört die Unterscheidung zwischen der physikalischen Erde, dem Geoid und dem Referenzellipsoid. Die physikalische Erde ist die Erde an sich. Der Geoid hat die Form, welche eine von Ozeanen bedeckte Erde, nur unter Einfluss von Gravitation und Rotation annehmen würde. Der Referenzellipsoid ist eine einfache, mathematische Form welche dem Geoid so gut als möglich entspricht. [5]

2.2 Georeferenzierung

Die Fähigkeit geografische Positionen genau zu beschreiben ist essentiell für sowohl Karten als auch geografische Informationssysteme. Diesen Prozess nennt man Georeferenzierung.

Eine geografische Position mithilfe von Längen- und Breitengraden auf dem Referenzellipsoiden zu beschreiben ist eine Möglichkeit der Georeferenzierung. Weitere Möglichkeiten wäre zum Beispiel die Verwendung von planaren oder kartesischen Koordinatensystemen. Im Umgang mit GPS werden ausschliesslich Längen- und Breitengrade verwendet, weshalb die weiteren Möglichkeiten im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter erläutert werden.

Die Längen- und Breitengrade sind Winkelmessungen zwischen dem Zentrum des entsprechenden Ellipsoiden und einem Punkt auf der Oberfläche. Breitengrade (in Englisch latitude) messen dabei den Winkel in Nord-Süd Richtung, Längengrade (in Englisch longitude) den Ost-West Winkel. [1]

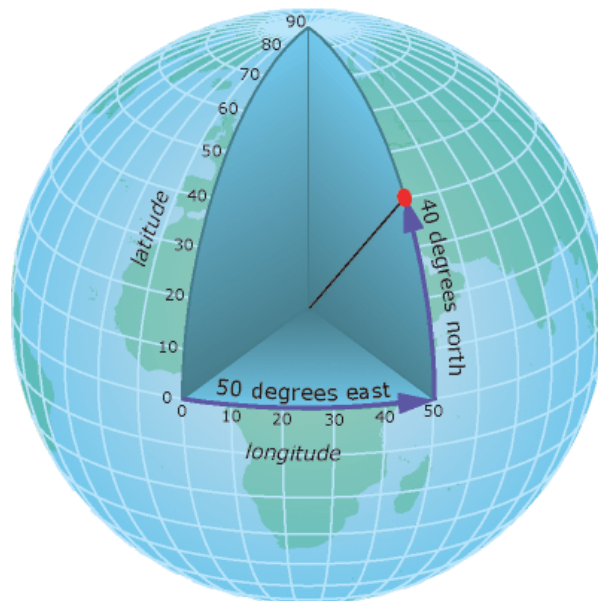


Abbildung 2: Lesen von Längen- und Breitengraden [1]

2.3 World Geodetic System 1984

Das World Geodetic System 1984 ist das geodätische Referenzsystem welches für GPS Positionsangaben verwendet wird. Als Koordinatenursprung dieses Systems dient das Massenzentrum der Erde.

Dieses System besteht aus:

- einem Referenzellipsoid für Ortsangaben nach geographischer Länge und Breite
- einem Geoid

- einem Satz dreidimensionaler Koordinaten der zwölf über die Erde verteilten Fundamentalstationen für die Verankerung der zuvor genannten Modelle in der Erdkruste [4]

2.4 Global Positioning System

TODO: Grobe Zusammenfassung der Funktionsweise von GPS. Ggf auf Basis von [2]

2.5 Distanzberechnung zwischen GPS Koordinaten

Zur Berechnung der Distanz zwischen zwei GPS Koordinaten wurde in dieser Arbeit die Haversine Formel verwendet: [6]

Definitionen:

$$\begin{aligned}
 \varphi_1, \varphi_2 &= \text{Breitengrade} \\
 \lambda_1, \lambda_2 &= \text{Längengrade} \\
 \Delta\varphi &= \text{Differenz zwischen den Breitengraden} \\
 \Delta\lambda &= \text{Differenz zwischen den Längengraden} \\
 R &= \text{Radius der Erde}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Berechnung:

$$\begin{aligned}
 a &= \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \\
 c &= 2 \cdot \operatorname{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \\
 d &= R \cdot c
 \end{aligned} \tag{2}$$

Diese Formel verwendet anstelle des Ellipsoiden eine Kugel was bei grossen Distanzen zu Fehlern führen kann. Bei den Distanzen zwischen Messpunkten von Velotouren oder Wanderungen ist dieser Fehler nicht signifikant. Die Vorteile dieser Formel liegen in der einfachen Implementierbarkeit und der guten Performanz dieser Implementationen.

2.6 Das GPX Datenformat

Das GPX oder GPS Exchange Format ist ein XML Schema zur Darstellung von GPS Daten. Es kann verwendet werden um «Waypoints», «Tracks»und «Routes»darzustellen.

Eine Ansammlung von «Waypoints» kann verwendet werden um eine Menge von Punkten darzustellen die in keinem sequenziellen Zusammenhang zueinander stehen. «Routes» und «Tracks» beinhalten sequenziell angeordnete «Waypoints». Der Unterschied zwischen den Beiden ist, dass bei einer «route» nur Wegpunkte bei Richtungsänderungen abgebildet sind, den Rest muss sich das System daraus berechnen. Ein «Track» beinhaltet alle aufgezeichneten Punkte. Im Rahmen dieses Projektes werden «Tracks» aufgezeichnet. [3] [7]

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
2
3 <gpx xmlns="http://www.topografix.com/GPX/1/1" xmlns:gpxx="http://www.
   garmin.com/xmlschemas/GpxExtensions/v3" xmlns:gpxtpx="http://www.garmin
   .com/xmlschemas/TrackPointExtension/v1" creator="Oregon 400t" version="
   1.1" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xsi:schemaLocation="http://www.topografix.com/GPX/1/1 http://www.
   topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd http://www.garmin.com/xmlschemas/
   GpxExtensions/v3 http://www.garmin.com/xmlschemas/GpxExtensionsv3.xsd
   http://www.garmin.com/xmlschemas/TrackPointExtension/v1 http://www.
   garmin.com/xmlschemas/TrackPointExtensionv1.xsd">
4   <metadata>
5     <link href="http://www.garmin.com">
6       <text>Garmin International</text>
7     </link>
8     <time>2009-10-17T22:58:43Z</time>
9   </metadata>
10  <trk>
11    <name>Example GPX Document</name>
12    <trkseg>
13      <trkpt lat="47.644548" lon="-122.326897">
14        <ele>4.46</ele>
15        <time>2009-10-17T18:37:26Z</time>
16      </trkpt>
17    </trkseg>
18  </trk>
19 </gpx>

```

Listing 1: GPX Beispielfile

3 Umsetzung

3.1 Android App

3.2 Distanzberechnung

3.3 Akkumessung

3.4 GPS XML

4 Analyse

4.1 Genauigkeit der Daten

4.2 Akkuverbrauch

4.3 Verwendbarkeit der Daten

5 Fazit

Abbildungsverzeichnis

1	Erde, Geoid und Referenzellipsoid	4
2	Längen- und Breitengrade	5

Tabellenverzeichnis

Listings

1	GPX Beispielfile	7
---	----------------------------	---

Literatur

- [1] ArcGIS 9.2. Georeferencing and coordinate systems. http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Georeferencing_and_coordinate_systems.
- [2] Leica Geosystems AG. *Einführung in die GPS Vermessung (Global Positioning System)*.
- [3] Wikimedia Foundation. Gps exchange format. http://en.wikipedia.org/wiki/GPS_Exchange_Format.
- [4] Wikimedia Foundation. World geodetic system 1984. http://en.wikipedia.org/wiki/World_Geodetic_System_1984.
- [5] Penstate College of Earth and Mineral Sciences. Geodesy, datums, and coordinate systems. https://www.e-education.psu.edu/lidar/l3_p3.html.
- [6] R. W. Sinnott. Virtues of the Haversine. *Sky and Telescope*, 68(2):159+, 1984.
- [7] Topografix. Gpx 1.1 schema documentation. <http://www.topografix.com/GPX/1/1/>.