

Besprechung der Übung am 04.06.2024

---

### Aufgabe 1 (6 Punkte)

---

In ILIAS finden Sie neue Datensätze zur Übung. In der Datei `INav-Uebung03-A1-IMU.csv` finden Sie Beschleunigungs- und Drehratenmessungen einer inertialen Messplattform (IMU) mit sechs Freiheitsgraden, die zu einer simulierten Flugtrajektorie gehören. Die Messdaten sind **nicht** schwerefeldfrei, sondern verwenden das Somigliana Modell mit Höhenkorrektur. In der Datei `INav-Uebung03-A1-REF.csv` finden Sie die Referenztrajektorie, welche nur für die Startwerte und Plots, jedoch nicht zur Berechnung verwendet werden soll.

- i) Integrieren Sie die Daten mithilfe des Heun Verfahren im n-System
- ii) Integrieren Sie die Daten mithilfe des Heun Verfahren im e-System
- iii) Plotten Sie sowohl die Lösungen und die Referenz.
  - 2D Plot mit Y-ECEF als x-Achse und Z-ECEF als y-Achse
  - Höhe über der Zeit
- iv) Gibt es Unterschiede in der Lösung, wenn ja, erklären Sie.

Hinweise:

- Somigliana Modell:  $g = g_0 \cdot k$

$$g_0 = 9.780\,325\,335\,9 \cdot \frac{1 + 1.931\,853 \times 10^{-3} \cdot \sin^2(\phi)}{1 - e^2 \sin^2(\phi)}$$

$$k = 1 - 2\frac{h}{a} \cdot \left(1 + f + \frac{b}{\mu}(\omega_{ie} \cdot a)^2\right) + 3\left(\frac{h}{a}\right)^2$$

- $a, b, f, \mu$  sind WGS84 parameter,  $\omega_{ie}$  die Erdrotation
- $\phi$  ist die Geographische Breite,  $h$  die Höhe über dem Ellipsoid

---

**Aufgabe 2 (4 Punkte)**

---

In der Datei `INav-Uebung03-A2-IMU.csv` finden Sie Beschleunigungs- und Drehratenmessungen einer inertialen Messplattform (IMU) mit sechs Freiheitsgraden, die zu einer simulierten Flugtrajektorie gehören. Die Messdaten sind **nicht** schwerefeldfrei, sondern verwenden das Somigliana Modell mit Höhenkorrektur. In der Datei `INav-Uebung03-A2-GNSS.csv` finden Sie GNSS Beobachtungen der Position und Geschwindigkeit. Die Datei `INav-Uebung03-A2-REF.csv` dient Ihnen als Referenz und zur Bestimmung der Startwerte, soll aber nicht zur Berechnung herangezogen werden.

Anmerkungen zu den Daten:

- Jede Datei enthält eine Header-Zeile mit Beschreibung der Daten und Einheiten.
- Die IMU Messwerte sind im Platform System, welches mit dem Body System übereinstimmt.

Analysieren Sie die Messdaten.

- i) Untersuchen Sie die aufgezeichneten Beschleunigungen und Drehraten der IMU, sowie die Positions- und Geschwindigkeitsdaten, und ermitteln Sie das Messrauschen.
- ii) Stellen Sie die Daten grafisch als Zeitreihe dar und berechnen jeweils die Standardabweichung.
- iii) Diskutieren Sie die Ergebnisse.