

# **Live-Abschnittserkennung des TUG-Tests mit Hilfe von IMU-Daten und maschinellem Lernen**

---

Christian Steger, Julius Möller und Hilko Wiards

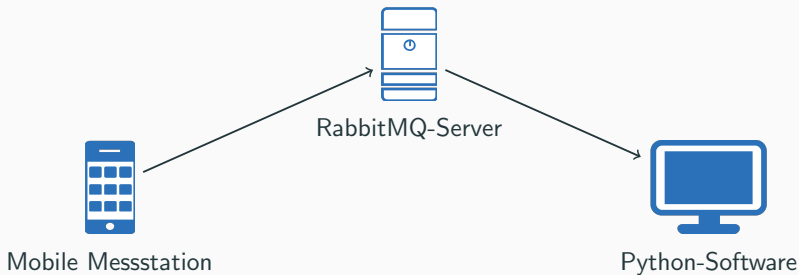
30. Januar 2019

# Zielsetzung und Aufbau

Zielsetzung:

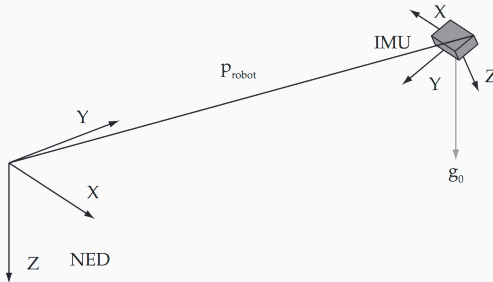
Entwicklung einer Live-Applikation zur Echtzeitauswertung des TUG-Tests.

- Erkennung der Aktivitätsphasen
- Sitzen, Aufstehen, Laufen, Umdrehen, Hinsetzen



- **3-Achsen Accelerometer, 3-Achsen Gyroskop, 3-Achsen Magnetometer**
- Aufzeichnung der IMU-Daten mit 17 Hz, max. 100 Hz möglich
- Problem: IMU-Daten beziehen sich auf Smartphone-internes Koordinatenreferenzsystem

⇒ Transformiere Sensordaten in das NED-Referenzsystem



**Figure 2.** Gravity vector projection (represented in relation to the NED frame) over the IMU axes with three orthogonal accelerometers.

- Beschleunigung
  - unveränderte Z-Beschleunigung (Down-Richtung)
  - Betrachte Beschleunigung auf der XY-Ebene (Nord-Ost-Ebene) richtungsunabhängig

$$\rightarrow acc_{xy} = \sqrt{acc_x^2 + acc_y^2}$$

- Rotation
  - Betragsmäßig integrierte Z-Rotation

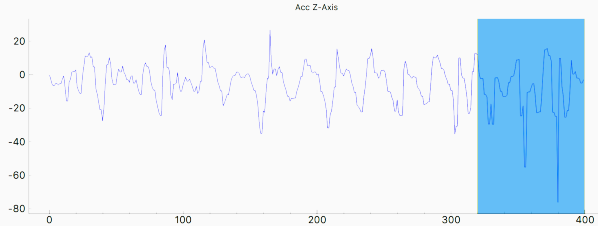
$$\int |rot_z(t)| dt$$

- Integrierte richtungsunabhängige Rotation auf der der XY-Ebene

$$\int \sqrt{rot_x(t)^2 + rot_y(t)^2} dt$$

# Machine Learning Setup

- Live Datenverarbeitung durch Sliding-Window-Ansatz



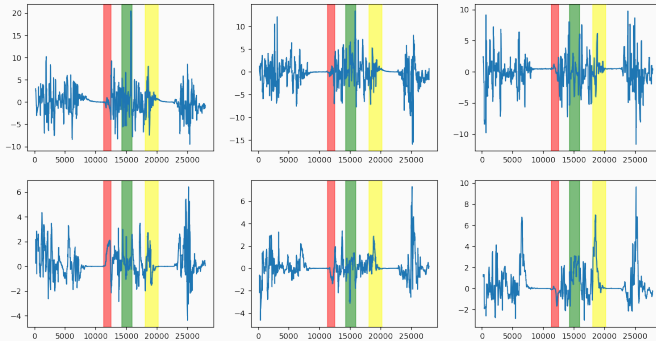
Windowlength	80 ( $\approx 4s$ )
Stepsize	1
Overlap	98,75%
Features	4
Shape of input vector	$80 \times 4$

**Tabelle 1:** Parameter für Live-Verarbeitung

- Live-Aufnahme der Daten mittels Python-Script
  - Speicherung der Rohdaten als .csv-Datei
  - `TIMESTAMP; [VALUES]; LABEL`
- Labelling der Aktion während der Durchführung
  - Jeder Messpunkt erhält eine Aktivitätsinformation  $\{0, 1, 2, 3, 4\}$

Labelling jedes Messpunktes ermöglicht nachträgliche Reduktion der Genauigkeit

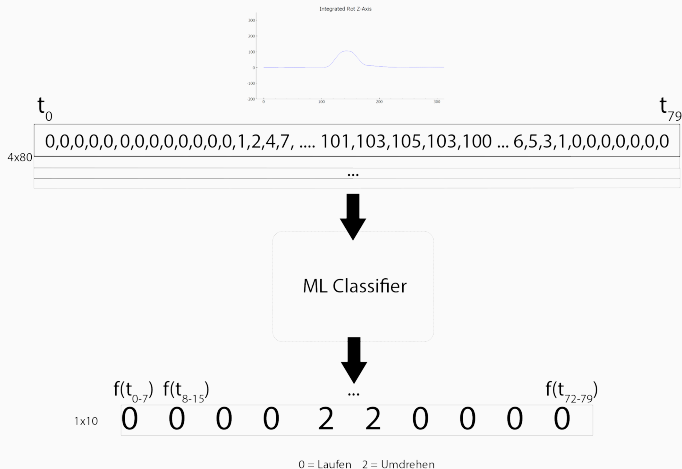
- 40 TUG-Tests
- Ein Proband mit Nexus 5-Smartphone
- Separate Aufnahmen von Sitzen



**Abbildung 1:** Labelvisualisierung auf Rohdaten eines TUG-Tests

# Labeling II - Multilabeling

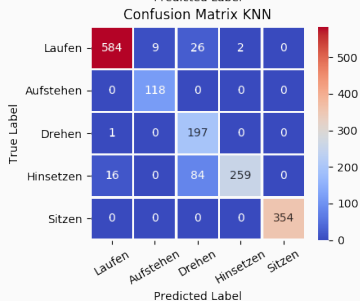
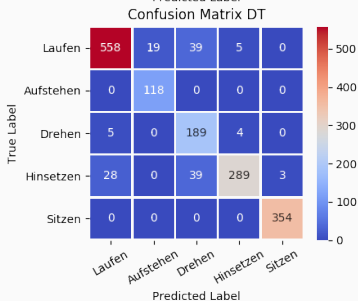
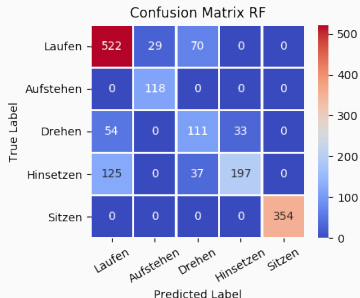
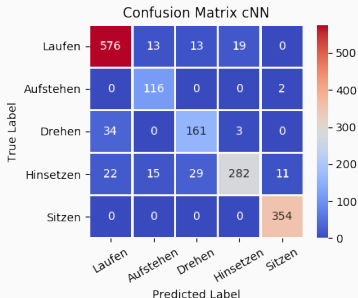
- Aufteilung eines Frames in 10 Unterabschnitte: Jeder Unterabschnitt erhält eigenes Aktivitätslabel







- Sliding Window mit Stepsize von 1
- 31494 Frames mit jeweils 320 Messwerten
- Verschiedene ML-Ansätze:
  - cNN
  - Decision Tree
  - Random Forest
  - kNN



**LIVE - Demo**

---

- direktes Feedback
- Keine Professionelle Aufsicht nötig
- unkompliziertes Setup durch gängige Technologien
- Keine große Investition nötig

- Mehr Trainingsdaten
  - von verschiedenen Personen
  - mit unterschiedlichem Gesundheitszustand
- Höhere Zahl unterschiedlicher Telefone
- Optimierung der Datenverarbeitung

