

# Untersuchung und Beurteilung der motorischen Symptome der Parkinson-Erkrankung mittels eines am Handgelenk getragenen Sensors und eines Bewegungserfassungssystems

#070

Daniel Pichler<sup>1,5</sup>, Muriel Lang<sup>2</sup>, Franz Pfister<sup>1,3</sup>, Terry Um<sup>4</sup>, Gunnar König<sup>3</sup>, Satoshi Endo<sup>2</sup>, Kian Abedinpour<sup>1,5</sup>, Andrés Ceballos-Baumann<sup>1,5</sup>, Dana Kulić<sup>4</sup>, Sandra Hirche<sup>2</sup>, Urban Fietzek<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Schön Klinik München Schwabing, Abt. Neurol. und klin. Neurophysiol., München <sup>4</sup>University of Waterloo, Dept. of Electrical & Comp. Engineering, Waterloo, Canada  
<sup>2</sup>TUM München, Lehrstuhl für Informationstechnische Regelung, München <sup>5</sup>Technische Universität München, Abteilung für Neurologie, München  
<sup>3</sup>LMU, Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik, München

## Ziele

- Vergleich der Datenqualität des Armbands Microsoft Band 2 (MSB2) mit dem Motion Tracking Verfahren Qualisys Track Manager (QTM)
- Co-Erfassung von Langzeit-Sensordaten und der klinischen Bewertung von motorischen Fluktuationen mittels standardisiertem Verfahren
- Analyse und Validierung der akzelerometrischen Sensordaten mittels eines überwachten (supervised) maschinellen Lernansatzes, hier Neuronales Netz

## Schlussfolgerungen

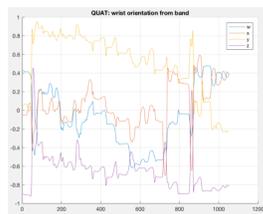
- Das MS Band 2 erfasst quantitativ vergleichbare Daten wie ein wesentlich komplexeres Motion Tracking Verfahren, hier QTM
- Die Co-Erfassung von Sensor-Daten und klinischen Daten über lange Zeiträume liefert große Datenmengen, hier >13.000 min, die klinisch validiert sind
- Neuronale Netze ermöglichen die Klassifikation 1-minütiger Sensor-Datenpakete mit einem F1 Maß von 0,61 bis 0,92 in Abhängigkeit des Umfanges des Preprocessing und der Anzahl der betrachteten Klassen
- Die Kombination von gelabelten Sensordaten mit Methoden maschinellen Lernens bietet somit eine neue Möglichkeit zur objektiven Diagnostik und Monitoring von Bewegungsstörungen

## Hintergrund

- Motorische Fluktuationen mit Phasen von Brady-Hypokinesie und Dyskinesie bestimmen wichtige Therapieentscheidungen beim idiopathischem Parkinson Syndrom (IPS) wie DBS und Pumpentherapie
- Idealerweise werden Fluktuationen mit objektiven Messungen im Alltag der Patienten erfasst (Sanchez-Ferro et al. 2016)



Abb. 1: Live-Monitoring mit Smartwatch und dazugehörigem Sensor-Output



- Inertialsensoren können als Armbandgerät komfortabel über längere Zeiträume getragen werden und erfassen somit objektive Langzeitdaten (Del Din et al. 2016)
- Bisherige Ansätze mit dieser Technologie fokussieren auf die Extraktion von Bewegungscharakteristika, hiermit wurden bislang nur unzureichende klinische Ergebnisse erzielt (Horne et al. 2015; Griffiths et al. 2012; Ossig et al. 2015)
- Methoden des maschinellen Lernens eignen sich womöglich zur Klassifikation dieser Langzeitdaten (Kubota et al. 2016)

## Methoden

- **Setting**  
Positives Votum der Ethik-Kommission der TUM (Az. 234/16 S); explorative proof-of-concept Studie; Auswertung der Daten als Kooperationsprojekt der o.g. Partner
- **Technik & Datenprozesse**  
Microsoft Band 2 an motorisch stärker betroffener Körperseite samplet 3D-Akzelerometrie & 3D-Gyroskop mit 62,5 Hz; Daten via Bluetooth mit Datencollector App auf Smartphone und anschließend PC zur offline Analyse



Abb. 2: Sensor-Orientierung des MSB2



Abb. 3: Smartphone mit Datenerfassungssapp MS band data collector

- **Klinische Parameter**  
Für die klinische Validierung wurden MDS-UPDRS Items (MDS-UPDRS III.14), sowie AIMS Items für die obere Extremität durch einen zertifizierten Rater in 1-minütigen Intervallen erfasst; diese klinischen Daten wurden in einen Lernalgorithmus eingespeist, der anhand der Bewegungsdaten und dazugehörigen klinischen Infos lernte, unbekannte Bewegungsdaten zu klassifizieren
- **Validierung**  
Die aufbereiteten Bewegungsdaten wurden zur Qualitätssicherung mit QTM-Testaufnahmen (Tremor- und Dyskinesiedaten unterschiedlichen Schweregrads) validiert, hierbei wurde die graphische Übereinstimmung zwischen Handgelenksrotationskurven von MSB2 und QTM untersucht
- **Algorithmische Auswertungen**  
Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe von maschinellem Lernen, hier gezeigte Ergebnisse zeigen Daten aus sitzender Position  
**Long Short-Term Memory Networks (LSTM)**  
→ 3 Klassen Klassifikation  
**Convolutional Neural Networks (CNNs)**  
→ 2 Klassen Klassifikation mit Daten-Augmentation  
Das **Reliabilitätsmaß F1** beschreibt Genauigkeit (=precision) und Trefferquote (=recall)



- Activities: standing, walking, sitting, lying
- Symptoms: dyskinesia 1-4, tremor 1-4
- Extra: bradykinesia and typical symptom combinations

Abb. 4: Erfassung der Körperbewegung mit QTM bei Aktivitäten und IPS-Symptomen



## Ergebnisse

### Patienten (N=30)

- Alter [J] 67 ± 10 (MW ± SD)
- Hoehn & Yahr 3; 3,75 (MD; IQR)
- Dauer der Erkr. [J] 11 ± 5
- Dauer Messung / Pat (h) 7,5 ± 3,9
- BMI 25 ± 5
- Geschlecht 20 M; 10 W
- Es wurden 225 h (=13.500 min) Daten klinisch und per Sensor erfasst

| sit     | walk    | lay     | stand  | eat    | others | noname |
|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 5119    | 1442    | 1368    | 480    | 216    | 270    | 441    |
| (55.0%) | (15.5%) | (14.7%) | (5.2%) | (2.3%) | (2.9%) | (4.7%) |

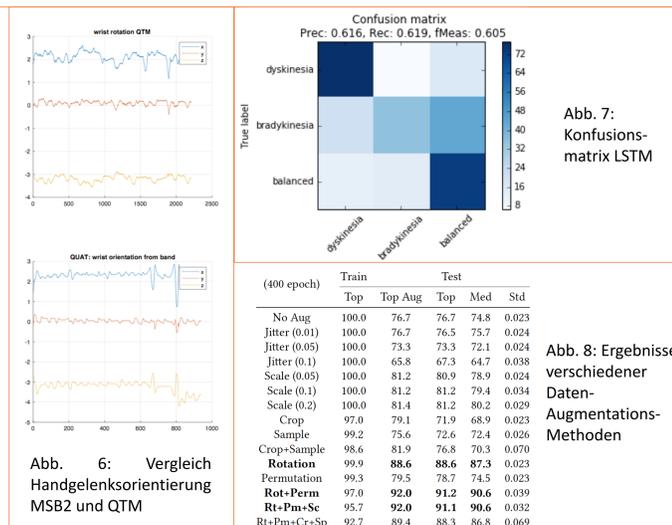
Abb. 5: In jeder Minute wurden die Aktivitäten und IPS-Symptome des Patienten erfasst: 5119 Minuten der 13.500 Minuten befand sich der Patient sitzend; da dies der größte Datensatz ist, erfolgte die erste Auswertung nur mit dieser Aktivität

### QTM-Validierung

Die Überprüfung der MSB2-Daten und zeitgleich aufgenommener QTM-Daten zeigt eine graphische Übereinstimmung → Abb. 6

### Ergebnisse des maschinellen Lernens

- **LSTM** F1 bis 61% → Abb. 7
  - **CNN & Augmentation** F1 bis 92% → Abb. 8
- Die inhärente Ungenauigkeit des klinischen Labels in Kombination mit der relativ geringen Stichprobengröße führt zu Overfitting des Modells und erschwert die Generalisierbarkeit. Durch die computationale Vergrößerung der Datenmenge (*data augmentation*) kann F1 auf 92% gesteigert werden (Um et al. 2017).



### Interessenerklärung

Autoren deklarieren keine Interessenkonflikte