

Klassifikation von respiratorischen Ereignissen mit Earables und maschinellem Lernen

Bachelor Thesis
von

David Laubenstein

Chair of Pervasive Computing Systems/TECO
Institute of Telematics
Department of Informatics

First Reviewer:
Second Reviewer:
Supervisor:

Prof. Dr. Michael Beigl
Franziska Mathis-Ullrich
Tobias Röddiger

Project Period: 01/11/2019 – 01/02/2020

Contents

1	Introduction	1
2	Basics & Related Work	3
2.1	Respiratorische Ereignisse	3
2.2	Alternativen zur Aufzeichnung und Klassifizierung	3
2.3	Forschung von Klassifikation anhand von IMU-Daten	3
3	Schlafanalyse	5
3.1	Earable Plattform	5
3.1.1	Datenexport	5
3.2	Polysomnographie-Systeme	5
3.2.1	Datenexport	6
3.3	Datensynchronisation	6
3.4	Zusatzinformationen der Nutzer	6
3.5	Maschinelle Lernverfahren	6
3.5.1	Datenaufbreitung für Klassifikation	6
4	Design	7
4.1	Studienablauf	7
4.1.1	Ablauf der Studie	7
5	Implementierung	9
5.1	App	9
5.1.1	Plattform	9
5.1.2	Messungsaufbau	9
5.2	Anbindung an Auswertungspipeline	9
5.2.1	Synchronisation der Daten	9
5.3	Verarbeitungspipeline zur Klassifikation	9
6	Evaluation	11
6.1	Vergleich verschiedener Klassifikationsverfahren	11
6.2	Gibt es passende Features?	11
6.3	Was kann bei respiratorischen Ereignissen klassifiziert werden, was nicht?	11
7	Zusammenfassung und Future Work	13

1. Introduction

Heutige Methoden, um respiratorische Ereignisse klassifizieren zu können, sind aufwendig und kostspielig. Zum Beispiel sind Schlafstörungen wie Schlafapnoe zu 85% undiagnostiziert.

2. Basics & Related Work

2.1 Respiratorische Ereignisse

Welche respiratorischen Ereignisse gibt es & wie unterscheiden sie sich (Apnoe, Hypopnoe, Hyperventilation, ...)?

2.2 Alternativen zur Aufzeichnung und Klassifizierung

Welche Alternativen gibt es zur Aufzeichnung und Klassifikation?

2.3 Forschung von Klassifikation anhand von IMU-Daten

Welche Forschung gibt es zur Klassifikation von respiratorischen Ereignissen mit IMUs

3. Schlafanalyse

3.1 Earable Plattform

Zur Erfassung der Daten werden eSense-Earpods der Firma “Nokia Bell Labs Cambridge” verwendet. Es ist ein Mikrofon und Lautsprecher verbaut, welche beide über Bluetooth angebunden werden können. Das für diese Bachelorarbeit interessanteste Element ist eine 6-Achsen IMU (Inertial Motion Unit), welche Teil dieses Kopfhörers ist. Eine IMU ist eine inertielle Messeinheit, womit Gyroskop- und Beschleunigungsdaten aufgezeichnet und mittels BLE (Bluetooth Low Energy) auf das Smartphone übertragen werden können. Es handelt sich um einen 3-Achsen Beschleunigungssensor, sowie einen 3-Achsen Gyroskop. Die Messrate dieser Sensoren ist variabel einstellbar, wurde im folgenden auf 50Hz festgelegt.

TODO: Beschreibe noch die Filter, die auf die Daten angewandt werden per Default... steht in der Doku des eSense Kopfhörers

TODO: import picture of esense earpods

TODO: soll ich hier schreiben, dass die Kopfhörer noch nicht im Handel sind?

TODO: Welche Vor-/Nachteile gibt es diese zu nutzen? Was soll aufgenommen werden?

3.1.1 Datenexport

App -> Link to app section (csv + m4a -> zip) -> Airdrop -> in folder verschoben

3.2 Polysomnographie-Systeme

Als Referenz zu den eSense-Earpods wird ein Polysomnographie-System (PSG-System) verwendet. Ein solches System zeichnet Messungen für physiologische Funktionen des Körpers während des Schlafs auf und kann somit mögliche Schlafstörungen diagnostizieren. Es werden kontinuierlich verschiedene Körperfunktionen überwacht, wodurch nach einer Messung ein umfangreiches und individuelles Schlafprofil erstellt werden kann.

TODO: Beschreibe, welche Sensoren alles existieren, was für ein PSG-System verwendet wird und welche Sensoren bei mir aufgezeichnet werden.

Das PSG-System dient in dieser Bachelorarbeit dazu, die vom Kopfhörer gemessenen Werte zu bestätigen, ist also der Ground-Truth der Nutzerstudie.

3.2.1 Datenexport

TODO: beschreibe, wie die daten verfügbar sind und wie die schlussendlich dann persistiert werden von mir

- Wie funktionieren Polysomnographie Systeme?
- Wie lassen sich die Daten aufzeichnen und welche Formate werden bereitgestellt?
- Welche Abstraten werden verwendet? Welche Sensoren werden appliziert?
- Wie können die Sensordaten synchronisiert werden (Earables/PSG)?

3.3 Datensynchronisation

TODO: Beschreibe, wie die Daten synchron abgestimmt wurden

3.4 Zusatzinformationen der Nutzer

- Welche Faktoren sollen im Rahmen der Nutzerstudie erfasst werden, um Aussagen treffen zu können?
- z.B. Alter, Gewicht, Fitness, Schlafrhythmus
- Wie werden die Earables getragen (verschiedene Aufsätze, vermessen/filmendes Ohr, etc.)?

TODO: Beschreibe, welche Daten aufgezeichnet wurden, jedoch mit beschreiben, dass sie nur da sind, falls was erkannt und bestätigt werden sollte, wie z.B. dass jmd krasser geatmet hat weil er dick ist, oder so...

3.5 Maschinelle Lernverfahren

- Welche maschinellen Lernverfahren kommen in Frage?
- Welche Vor- und Nachteile können diese Verfahren bieten?
- Wie müssen Daten aufbereitet werden?

Klassifikation der Daten

- Random Forest
- SVM

3.5.1 Datenaufbereitung für Klassifikation

5 sec zeitschlitze, welche immer um 1 sec verschoben sind

feature extractor tsfresh auf 5 sec zeitintervall angewandt...

4. Design

4.1 Studienablauf

Personen wurden ausgewählt: 10 Bauch Rücken Seite verschoben immer, damit die Daten nicht verfälscht werden durch irgendwas.

Wie bekommt der Nutzer Anweisungen? alles über Ton

4.1.1 Ablauf der Studie

3 Runden, Bauch Rücken Seite mit vordefinierter Reihenfolge 7 Minuten, Tabelle mit Ablauf

Anweisungen kommen über die App per Ton aus den eSense-Earpods.

- wie viele Personen wurden ausgewählt
- wie ist der Ablauf der Studie
 - was bekommt der Nutzer für Anweisungen

5. Implementierung

5.1 App

5.1.1 Plattform

iOS - swift frameworks: ... following

5.1.2 Messungsaufbau

App Implementierung zur messung von esense daten wie gemacht?

manuelle ble connection, daten werden manuell herausgezogen, in Datenbank persistiert...

TODO: extend with diagrams like class-diagram

TODO: screenshots of app

5.2 Anbindung an Auswertungspipeline

Wie werden Daten ausgelesen und in richtige Form gebracht

von app exportiert als zip, danach verarbeitung erklaren

-

5.2.1 Synchronisation der Daten

wie wird sichergestellt, dass die Zeitmessung synchron ist von eSense zu PSG

5.3 Verarbeitungspipeline zur Klassifikation

Wie werden Daten aufgeteilt, wie wird trainiert?

6. Evaluation

- 6.1 Vergleich verschiedener Klassifikationsverfahren
- 6.2 Gibt es passende Features?
- 6.3 Was kann bei respiratorischen Ereignissen klassifiziert werden, was nicht?

7. Zusammenfassung und Future Work

