

Videobasierte Atemfrequenzerkennung im Fahrzeug



Bachelorarbeit

Proposal

vorgelegt am

**Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
der Technischen Universität Braunschweig
und der Medizinischen Hochschule Hannover**

von Alexander Picker

Betreuer: Prof. Dr. Thomas M. Deserno

Betreuende Assistentin: Joana M. Warnecke

1 Hintergrund

Aus Angaben der WHO geht hervor, dass jährlich ca. 4 Millionen Menschen aufgrund von Atemwegserkrankungen sterben [1]. Das bedeutet, dass in jeder Minute rund 8 Menschen aufgrund einer solchen Erkrankung ums Leben kommen. Durch präventive Verfahren, können Symptome früher erkannt und die Ergebnisse einer Behandlung verbessert werden [2]. Die häufigsten Symptome von Atemwegserkrankungen sind Husten und Atemnot, welche eine Veränderung unserer Atemfrequenz zur Folge haben [3]. Zum Beispiel treten diese bei Asthma und chronischer Bronchitis auf [4]. Auch bei anderen Erkrankungen ist häufig eine erhöhte Atemfrequenz festzustellen [5]. Um demnach eine Krankheit zu erkennen und eine Diagnose treffen zu können, ist es wichtig, die Atemfrequenz zu überwachen. Die gängige Messmethode der Atemfrequenz ist meist das Anlegen eines Brustgurtes zur Messung der Veränderung des Brustumfangs. Diese Verfahren setzen einen direkten Kontakt des Menschen zum Messinstrument voraus. Der Messaufnehmer muss vor der Messaufnahme angebracht werden und dieser Aufwand erfordert zusätzliche Zeit. Eine kommerziell günstige und für jeden verfügbare Methode sind videobasierte Verfahren, wobei mit einer einfachen RGB-Kamera ein Farbvideo aufgenommen und mittels Prozessor verarbeitet wird, um ein schnelles Ergebnis in Echtzeit zu bekommen [7]. Mit der *Eulerian Video Magnification* (EVM) kann eine Vorverarbeitung Video-Inputs durchgeführt werden [8]. Wobei man die Farbänderung eines Pixels in seinem RGB-Wert verstärkt. Vergleichbare Resultate können mit einem Mikrophon erzielt werden, welches zum Beispiel die Atemgeräusche unterhalb der Nase aufzeichnet [9]. Dazu kann nicht nur die Gesundheit des Menschen beurteilt werden, sondern auch seine momentane Verfassung und sein Bewusstseinszustand, denn beispielsweise beim Schlafen oder bei Erregung verändert sich unsere Atmung ebenfalls. Dies spielt zudem eine wichtige Rolle bei der Entwicklung autonom fahrender Autos. Hierbei ist es zur Klärung des Verantwortungsverhältnisses zwischen Fahrer und Fahrzeug wichtig, dass beide über den Zustand des Anderen in Kenntnis gesetzt sind, wobei eine videobasierte Auskunft des Autos über die Vitalfunktion des Fahrer maßgeblich ist [10]. Zurzeit gibt es keine veröffentlichten Paper zur Atemfrequenzerkennung in einem Fahrzeug.

2 Problematik

Zur Implementierung eines videobasierten Verfahrens zur Atemfrequenzerkennung muss zuerst die entsprechende Region of Interest (ROI) aus dem Inputvideo bestimmt werden. Aufgrund von Bewegung der Kamera oder des Menschen kann sich diese im Verlauf des Videos verändern und muss sich daher zur Laufzeit automatisch anpassen. Die zu verwendende Methode ist die Photoplethysmographie, bei der der Rot-, Grün- oder Blaukanal der ROI in einem Farbvideo analysiert wird. Dabei wird über einen bestimmten Zeitraum aufgezeichnet und anschließend im Frequenzspektrum die markanteste Frequenz ermittelt, die die Atemfrequenz beschreibt [11]. Ein Problem das im Fahrzeug auftritt, ist die ständige Veränderung des Lichtverhältnisses. In der Kurvenfahrt verändert sich die Einstrahlung der Sonne, unter Bäumen bewegt man sich durch Schatten und in Tunneln ist nur künstliche Beleuchtung. Auch kann durch unebene Straßenverhältnisse eine Vibration des Fahrzeuges und somit der Kamera entstehen. Diese Faktoren ändern die qualitative Bildgewinnung der Kamera ständig [12] und können so die Atemfrequenzerkennung beeinträchtigen.

3 Zielsetzung

Demnach ist es das Ziel dieser Arbeit diese Methode auf ihre Anwendbarkeit zur Erkennung der Atemfrequenz zu überprüfen. Dazu wird eine Versuchsreihe im Fahrsimulator als Datensatz aufgezeichnet, wobei der Proband in einem Fahrzeug sitzt und ihn eine RGB-Kamera aufzeichnet sowie ein getragener Brustgurt die entsprechenden Referenzdaten seiner Atmung misst. Die Methode der Analyse des Farbkanals der ROI eines Bildlaufes wird implementiert, sodass aus einem Video eine lineare Funktion gewonnen werden kann, die die Atemfunktion beschreibt. Dies wird erreicht, indem jedes einzelne RGB-Bild in die 3 Farbkanäle aufgeteilt und anschließend eine Fast Fourier Transformation (FFT) über jeden Kanal durchgeführt wird. Mittels dieser FFT erhält man nun ein Frequenzspektrum für jeden Kanal und ließt dann im Bereich von 0,1 Hz bis 0,75 Hz [13] das Maximum heraus, welches die Atemfrequenz beschreiben soll. Der resultierende Algorithmus wird hinsichtlich der ROI und der

Frames per Second (FPS) des Video-Inputs variiert und optimiert sowie die Farbkanäle verglichen und nach dem besten Ergebnis ausgewählt. Die EVM dient dabei testweise als Vorverstärkung. Daraus ergeben sich die folgenden Forschungsfragen:

1. Mit welchem Farbkanal (Rot, Grün und Blau) lässt sich die Atemfrequenz qualitativ am genauesten bestimmen?
2. Welche ROI im Gesicht ist die beste Wahl für eine Atemfrequenzerkennung?
3. Inwiefern verändern die FPS eines Videos qualitativ die Atemfrequenzerkennung?

4 Aufgaben und Zeitplan

Nachfolgend werden die Meilensteine definiert:

1. Aufzeichnen der Atemfrequenz mit Probanden durch Kamera und Brustgurt.
2. Implementieren eines Algorithmus, der die Atemfrequenz mit einem Video als Input bestimmt.
3. Vergleichen verschiedener ROIs nach Gebiet, welches die besten Ergebnisse mit dem Algorithmus liefert.
4. Vergleichen der 3 Farbkanäle und Ermittlung des repräsentativsten Kanals für die Atemfrequenz.
5. Veränderung und Beobachtung der FPS des Videos aus dem die Atemfrequenz ermittelt wird.
6. Abschließende Evaluation der Methode.

Die Datenaufnahme wird mit 5 Probanden durchgeführt. Jeder Proband wird dabei 11 Minuten lang mit einem Brustgurt und einer RGB-Kamera überwacht während jeder Proband in einem Fahrzeug jeweils einmal bei laufendem Motor und einmal bei

ausgeschaltetem Motor sitzt.

Die Meilensteine werden in den folgenden Tabellen genauer aufgeschlüsselt und zeitlich eingeordnet:

Tabelle 1: Aufzeichnen der Atemfrequenz mit Probanden durch Kamera und Brustgurt.

Aufgabe	Geschätzte Dauer[Tage]	Zu erreichen bis
Einrichten der Messinstrumente im Simulator	3	
Aufzeichnen der Daten	4	

Tabelle 2: Implementieren eines Algorithmus, der die Atemfrequenz mit einem Video als Input bestimmt.

Aufgabe	Geschätzte Dauer[Tage]	Zu erreichen bis
Hintergrundinformationen zur verwendeten Methode zusammentragen		erledigt
Implementieren der ausgewählten Methode	30	
Testen und Debugging mit vorher aufgezeichnetem Datensatz	10	

Tabelle 3: Vergleichen verschiedener ROIs nach Gebiet welches die besten Ergebnisse mit dem Algorithmus liefert.

Aufgabe	Geschätzte Dauer[Tage]	Zu erreichen bis
Definieren der ROIs	1	
Testen und Auswerten der ROIs	4	

Tabelle 4: Vergleichen der 3 Farbkanäle und Ermittlung des repräsentativsten Kanals für die Atemfrequenz.

Aufgabe	Geschätzte Dauer[Tage]	Zu erreichen bis
Testen und Auswerten der 3 Kanäle	5	

Tabelle 5: Veränderung und Beobachtung der FPS des Videos aus dem die Atemfrequenz ermittelt wird.

Aufgabe	Geschätzte Dauer[Tage]	Zu erreichen bis
FPS variieren und Beobachten	5	

Tabelle 6: **Abschließende Evaluation der Methode.**

Aufgabe	Geschätzte Dauer[Tage]	Zu erreichen bis
Literaturrecherche zu anderen Verfahren	7	
Auswertung der Ergebnisse	14	

Literatur

- [1] World Health Organization. Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases [Internet]. 2007 August 25 [cited 2020 October 1]; [about 5 page]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/global-surveillance-prevention-and-control-of-chronic-respiratory-diseases>.
- [2] Ferstenfeld J E, Schlueter D P, Rytel M W, Molloy R P. Recognition and treatment of adult respiratory distress syndrome secondary to viral interstitial pneumonia. *Amer J Med*. 1978 Mai;58(5):709-718.
- [3] Quirgst H. Atemwegserkrankung [Internet]. 2015 Februar [cited 2020 October 29]. Available from: <https://www.netdokter.at/krankheit/atemwegserkrankung-7269>.
- [4] ODHPHP. Respiratory diseases [Internet]. 2020 [cited 2020 October 28]. Available from: <https://www.healthypeople.gov/2020/topics-objectives/topic/respiratory-diseases>.
- [5] Negishi T, Abe S, Matsui T, Liu H, Kurosawa M, Kirimoto T, Sun G. Contactless vital signs measurement system using rgb-thermal image sensors and its clinical screening test on patients with seasonal influenza. *Sensors*. 2020 Aug;20:2171.
- [6] DocMedicus Verlag. Atemfrequenzmessung [Internet]. 2020 [cited 2020 October 29]. Available from: <http://www.gesundheitslexikon.com/Medizingeraetediagnostik/Lunge/Atemfrequenzmessung.html>.
- [7] Tan K S, Saatchi R, Elphick H, Burke D. Real-time vision based respiration monitoring system. *Conf Proc IEEE Symp Com Sys*. 2010 Jul;2010:770-774.
- [8] Wu H, Rubinstein M, Shih E, Gutttag J, Durand F, Freeman W. Eulerian video magnification for revealing subtle changes in the world. *Conf Proc ACM Transact Graph*. 2012 Jul;21(4).

- [9] Nam Y, Reyes B A, Chon K H. Estimation of respiratory rates using the built-in microphone of a smartphone or headset. *IEEE J Biomed Health Infor.* 2016 Sept;20(6):1493-1501.
- [10] Hamidur R, Shahina B, Mobyen A. Driver monitoring in the context of autonomous vehicle. *SCAI.* 2015 Nov 5:108-117.
- [11] Kamshilin A, Nippolainen E, Sidorov I. et al. A new look at the essence of the imaging photoplethysmography. *Sci Rep* 5. 2015 May:10494.
- [12] Mustafa N. Face detection and the effect of contrast and brightness. *J Nex Gen Inform Tech.* 2014 Jan;5:1-8.
- [13] Habben M. Atemfrequenz [Internet]. 2018 November [cited 2020 December 7]. Available from: <https://flexikon.doccheck.com/de/Atemfrequenz>.