

BERÜHRUNGSLOSE MESSUNG DER ATEMFREQUENZ DURCH VIBROMETRIE

Kristian Kroschel †, Jürgen Metzler ‡

† Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

‡ Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB)

e-mail: kristian.kroschel@kit.edu, juergen.metzler@iosb.fraunhofer.de

Kurzfassung:

Die Atmung ist nicht nur die Voraussetzung dafür, den Organismus mit Sauerstoff zu versorgen oder eine sprachliche Artikulation zu erzeugen, sondern sagt auch viel über den physiologischen Zustand des Menschen aus. So haben emotionale Erregung, physische Belastung oder auch Herzkrankheiten Einfluss auf die Atmung.

Es gibt verschiedene klassische Verfahren, um die Atmung zu messen, die alle den direkten Kontakt zum Körper erfordern. Dieser Kontakt kann z.B. durch Aufregung die Atmung beeinflussen oder durch Unzugänglichkeit - eingeklemmtes Unfallopfer - unmöglich sein, so dass man berührungslose Verfahren benötigt. Ein mögliches Verfahren beruht auf der Vibrometrie mit einem Laser-Vibrometer im Infrarotbereich.

Die Atmungsfrequenz liegt bei Erwachsenen im Bereich von 0,13 Hz bis 0,58 Hz bzw. 8/min bis 35/min im Normalfall oder üblicher physischer Belastung. Deswegen wird dieser Bereich mit Hilfe eines Tiefpasses aus dem Vibrometersignal herausgefiltert, wobei der Messort in der Brustregion oder auch am Hals liegen kann. Da es einer gewissen Messdauer bedarf, um z.B. Artefakte durch Körperbewegungen zu unterdrücken und ein zuverlässiges Messsignal zu erhalten, wird das gefilterte Vibrometersignal blockweise verarbeitet. Als brauchbare Blocklänge hat sich $\Delta t = 20$ s ergeben, wobei die Blöcke sich um $t = 19$ s überlappen, so dass alle $t = 1$ s ein neuer Messwert zur Verfügung steht.

Neben dem Monitoring des aktuellen Atmungsverlaufs wird die aktuelle Atmungsfrequenz aus dem Messsignal ermittelt. Dazu kann man die schnelle Fourier-Transformation oder FFT, die Messung an Hand der Autokorrelationsfunktion oder die lokalen Nulldurchgänge des Atmungssignals verwenden.

Beim Nulldurchgangsverfahren wird das Messsignal durch die Signum-Funktion ersetzt und die Zahl der Amplitudensprünge immerhalb des Datenblcks sowie die Zeitpunkte des ersten und letzten Nulldurchgangs ermittelt. Aus diesen Daten wird die aktuelle Atmungsfrequenz im Datenblock durch Mittelung bestimmt.

Der Vergleich der drei Verfahren zeigt die Überlegenheit des Nulldurchgangsverfahrens, da hier Artefakte unterdrückt werden. Zur Bestimmung eines geeigneten Messorts ist dieses Verfahren dagegen nicht geeignet. Hier bietet sich das Korrelationsverfahren an, bei dem das Verhältnis von erstem Nebenmaximum zum Hauptmaximum als Qualitätsmass verwendet wird. Erreicht dieses Verhältnis den Wert $r = 0,6$, kann man von einem geeigneten Messpunkt ausgehen.

Gegenwärtig wird in Kooperation mit einer Klinik untersucht, ob sich die vorgestellte Methode bei der Erkennung nächtlicher Apnoe und zur Vermeidung des plötzlichen Kindstodes einsetzen lässt.