



Image based Respiration Measurement using 3D ToF

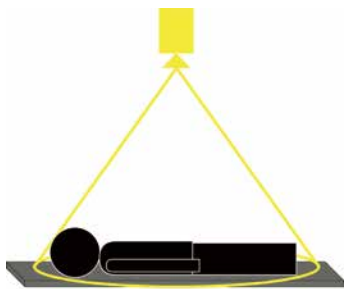


Abb. 1 Schematische Darstellung des Aufnahmesettings für die Testdaten



Abb. 2 Distanzbild einer Testaufnahme mit der Time of Flight Kamera

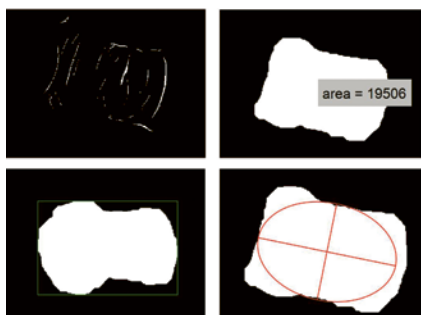


Abb. 3 Die vier verschiedenen Algorithmen zur Atmungs-erkennung: Prozentuale Amplitudenänderung, Pixel Area, Boundingbox Grösse und Ellipsen Fitting

Problemstellung

Schätzungen zufolge leiden in der Schweiz rund 150'000 Menschen an dem Schlafapnoe-Syndrom. In Folge einer Muskelerschlaffung im Rachen kommt es während dem Schlaf zu einem Verschluss, was zu krankheitsbedingten Atemstillständen von über 10 Sekunden führt. Zur Diagnose könnte ein kontaktloses Atemmonitoring viele Vorteile mit sich bringen.

Lösungskonzept

Für die Diagnose des Schlafapnoe-Syndroms ist der Einsatz einer Time of Flight Kamera untersucht worden. Anhand der Amplituden- und Distanzbilder soll es möglich sein, die Atemfrequenz und die Dauer von Atemstillständen in verschiedenen Liegepositionen zu detektieren. Dabei sind die Rücken-, Bauch- und Seitenposition relevant. Für diese Machbarkeitsstudie wurden verschiedene Testdaten erzeugt. Dabei simuliert eine Testperson Atemaussetzer. Als Ground Truth dienen Druckmessungen mit einer Atemmaske, die zeitgleich mit den Bilddaten generiert werden. Auf Basis der Testdaten sind vier Algorithmen erarbeitet worden.

Realisierung

Mit dem neuronalen Netz PoseNet von Matlab erhält man die Schulter- und Hüftgelenke der Testperson, um den Bildbereich rundum die detektierte Person einzuschränken. Ein Distanzschwellwert wird anschliessend auf das Distanzbild angewendet, um eine Binärmaske zu erstellen. Diese Maske wird mit den vier verschiedenen Bildverarbeitungs-Algorithmen auf Änderungen untersucht:

- **Prozentuale Amplitudenänderung:** Anhand der Amplitudenbilder wird ein Differenzbild erstellt, um die prozentuale Änderung in der Szene zu untersuchen
- **Pixel Area:** Die Binärmaske wird auf die Änderung der Anzahl Pixel untersucht
- **Boundingbox Grösse:** Um die Binärmaske wird eine Boundingbox gefittet und deren Flächenänderung untersucht
- **Ellipsen Fitting:** In die Binärmaske wird mit dem Mean Squares Verfahren eine Ellipse gefittet und diese auf die Flächenänderung untersucht

Ergebnisse

Die Algorithmik wurde mit zehn unabhängigen Datensettings getestet, um deren Robustheit zu prüfen. Dabei wurde unter anderem die Kameradistanz zur Liegeoberfläche, der Kamerawinkel und die Testperson variiert. In diesem Test wurde eine maximale Genauigkeit von 89.89% für die Frequenz-erkennung und 83.32% für die Atemstillstandsdauer mit dem Ellipsenfiting erreicht.

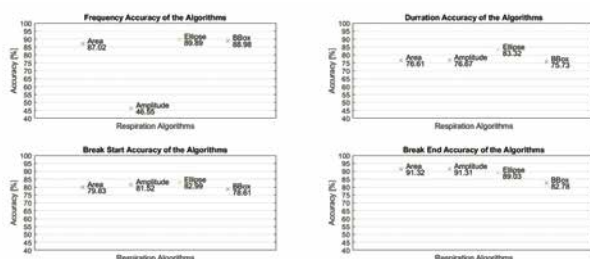


Abb. 4 Auswertung der Genauigkeit der Algorithmen mit unabhängigen Daten. Zehn Messungen mit sich ändernden Parameter (Distanz, Winkel, Person usw.)