

Untersuchung des Elektrokardiogramms bezüglich eines Zusammenhanges zwischen Herzaktivität und Schlaf

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Zusammenhang und der Interaktion zwischen zwei wesentlichen Aspekten des menschlichen Daseins: dem Schlaf und der Herzaktivität. Der menschliche Schlaf ist gekennzeichnet durch eine ausgeprägte Dynamik. Diese Dynamik wirkt sich insbesondere durch den Verlauf in sogenannten Stadien aus. Fünf Stadien werden unterschieden: die Stadien 1 bis 4 und das REM-Stadium (*Rapid Eye Movement*). Die Herzaktivität wird über das Elektrokardiogramm (EKG) aufgezeichnet. Über Elektroden auf der Körperoberfläche wird die elektrische Aktivität des Herzes gemessen. An der Analyse des EKGs setzt diese Arbeit an.

Folgende zwei Fragestellungen liegen dieser Arbeit zugrunde: Steht die Herzaktivität in einer wechselseitigen Beziehung zum Schlaf und kann diese näher beschrieben werden? Kann man das EKG zur Klassifikation des Schlafes nach Stadien nutzen?

Die in dieser Arbeit vorgestellte Untersuchung des EKGs teilt sich in zwei grundsätzliche Analysestränge: die Analyse der aus dem EKG extrahierten RR-Folge, welche schließlich in einer Herzratenvariabilitätsanalyse mündet, und die Analyse der EKG-Morphologie. Zur Analyse der RR-Folge werden vier Methoden vorgestellt. Diese Methoden bedienen sich der DFT, der AR-Modellierung, der Wavelet-Analyse und der *Detrended Fluctuation Analysis*. Ein über alle Methoden wesentliches Ergebnis ist, dass die Herzratenvariabilität unterschiedliche Eigenschaften während der verschiedenen Schlafstadien aufweist. Eine aufgrund dieser Unterschiede motivierte Klassifikation anhand von Parametern, die bei den jeweiligen Ansätzen extrahiert und bestimmt werden, liefert Ergebnisse, die bezüglich der Zuverlässigkeit stark variieren, aber klar über dem Ergebnis liegen, die bei einer zufälligen Annotation des Schlafes nach Stadien zustande käme.

Zur Analyse der EKG-Morphologie werden insgesamt vier Methoden vorgestellt. Die erste Methode beinhaltet die Beschreibung der EKG-Morphologie anhand von Parametern, die charakteristische Amplituden, Abstände und Gradienten innerhalb des EKGs beschreiben. Diese Parameter werden einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen. Die Hauptkomponenten werden schließlich durch gewichtete Linearkombination zu einem Gesamtmorphologieparameter zusammengefasst. Die zweite vorgestellte Methode schätzt das EKG mit Gauß-Mixturen ab, wodurch eine Parameterisierung des EKGs erfolgt. Die dritte Methode bedient sich der Wavelet-Analyse in der Filterbankumsetzung. In den verschiedenen Detailstufen der Wavelet-Analyse werden charakteristische Punkte detektiert und analysiert. Mit der vierten Methode wird die Korrelationsanalyse zwischen EKG-Abschnitten, die einen Herzschlag repräsentieren, eingeführt. Der Korrelationskoeffizient wird als Maß für die Ähnlichkeit von EKG-Abschnitten während der unterschiedlichen Schlafstadien herangezogen. Die EKG-Morphologie zeigt eine höhere Spezifität bezüglich der Schlafstadien als die Herzrate. Dementsprechend liegen die Ergebnisse der Klassifikation der Schlafstadien anhand von Parametern der Morphologieanalyse höher als die der Klassifikation anhand von Parametern der Herzratenanalyse.

Abschließend wird ein Ansatz vorgestellt, wie die einzelnen Methoden kombiniert werden können.

Fazit: Mit den Ergebnissen dieser Arbeit können die oben aufgeführten Fragestellungen positiv beantwortet werden.