

理工学専攻修士論文要旨

提出年度：2017年度
提出日：2018年1月30日
専修コース：知能情報コース
学生番号：35616144
学生氏名：岡村 昂幸
研究指導教員：ロペズ ギョーム

(論文題目)

体動と心拍変動を用いた入眠および覚醒タイミングの推定手法に関する研究

(内容の要旨)

現在、日本の成人の5人に1人が何らかの睡眠障害を抱えていると言われている。睡眠障害には入眠障害や中途覚醒といったものが挙げられる。しかし、それらを本人が気付くことは難しく、睡眠状態の改善のために睡眠を解析し、入眠と覚醒のタイミングを評価することが重要である。近年では手軽に利用できる睡眠計が開発されているが、これらは入眠と覚醒のタイミング推定に、主に体動のみを用いた睡眠状態推定であるため、十分な精度で入眠および覚醒のタイミングが把握できない。

そこで本研究では、小型ウェアラブル心拍計と加速度計を使用することで、人の内部状態が観察できる心拍間隔と体動を計測、解析し、入眠および覚醒のタイミングを既存のデバイスよりも精度良く推定することを目的とする。

心拍変動や体動から睡眠状態を推定する研究は数多く存在する。しかし、睡眠段階の推定や睡眠状態間の比較の研究がほとんどであり、状態の移行のタイミングを推定する研究は少ない。その理由として、心拍変動の解析は周波数解析がほとんどだからである。これは、周波数解析は短時間のデータ解析には不向きであるため、心拍変動解析は同一の睡眠段階が連続して出現する区間に限定して行われることが多いためである。また、データのサンプリング間隔が等間隔である必要があるため、補間処理が必要になる。これらのデメリットを解消ために、心拍間隔の周期性成分に着目した、最小自乗余弦スペクトル解析を用いた入眠と覚醒タイミングの推定方法を提案する。

睡眠中の心拍間隔の周期性と加速度の変動に着目し、被験者11名の入眠および覚醒タイミングの推定を行った結果、入眠と覚醒の平均推定誤差がそれぞれ213秒、192秒となった。2つの既存デバイス(Fitbit Charge2, Sleep Meister)の平均推定誤差が、入眠で512秒と528秒、覚醒で357秒と546秒であるため、大きな精度向上となった。また、それぞれの推定誤差に差があるかを調べるため、ノンパラメトリック検定におけるウィルコクソンの符号付順位和検定を行った結果、本手法における入眠推定誤差が2つの既存デバイスよりも有意に低いことが分かった($p < .01$)。

本手法は、補間処理が不要かつ少ないデータ数で、心拍数の周期性と体動で容易かつ正確に入眠および覚醒タイミングを推定できた。今後の展望として、腹巻やアイマスクなどに脈波センサと加速度を装着することで、より実用的な形にし、本手法と同様な結果が得られるかを検証する。