

# ReSleep: ウェアラブルデバイスを用いた 睡眠習慣改善システムの提案と評価

國師 誠也<sup>†</sup>      角田 博保<sup>†</sup>      赤池 英夫<sup>†</sup>  
電気通信大学 情報理工学部 情報・通信工学科<sup>†</sup>

## 1 はじめに

睡眠は、我々の日常生活において重要な役割を担っている。しかし、アメリカ国立衛生研究所<sup>1</sup>によると、アメリカでは4000万人以上もの人々が睡眠障害と診断されている。

臨床医は睡眠に不満を持つ人に対する手始めの治療として、睡眠衛生 (sleep hygiene)<sup>2</sup> を利用して睡眠習慣の改善を提案する機会が多い [1]。これは、睡眠習慣を整えることで、投薬やセラピー、手術を行わずして多くの睡眠問題を解決できる機会が多いためである。そこで、本研究では、ウェアラブルデバイスを用いてユーザの状況を把握し、それを基にユーザに提案、助言を行うことで、正しい睡眠衛生を認識させ、睡眠習慣改善を補助するシステム、ReSleep を提案する。

## 2 関連研究

Jared S.B. らは、健康的な睡眠習慣を促す特定の活動に対する認識を高めるためのシステムとして ShutEye を開発した [2]。カフェイン摂取や飲酒等の睡眠に影響を与える行動を行っても良いか否かを線の太さでタイムライン (横にスクロールする線) 上に表現している。ShutEye は、ユーザの状況によって線の長さが変化することはないため、同じタイムラインが時間とともに移動表示される。実験結果より、ShutEye の使用によって、ユーザ自身が睡眠習慣を改善するように意識し、行動出来るようになることが分かっているが、ShutEye はユーザの状況を反映しないため、ユーザの状況に合わせた応答ができない点が問題である。本研究ではウェアラブルデバイスを用いユーザの状況を取得することで、この問題を解決する。

## 3 提案手法

本研究の目的を達成するために、装着した各種センサからの測定データを利用することにより、以下の4つの機能を実現した。

- (1) 睡眠に影響を与える要因の視覚化
- (2) ユーザの状況の取得
- (3) 視覚化したタイムラインの動的変化
- (4) ユーザの状況に対する警告や助言

本研究では睡眠に影響を与える主な要因として、運動、食事、入浴、カフェイン摂取、飲酒、喫煙、仮眠を使用した。

### 3.1 睡眠に影響を与える要因の視覚化

睡眠に影響を与える要因の許容時間が一目で分かるよう、図1で示すインタフェースを作成した。中央の赤い縦の線が現在時刻を示しており、時間が経つにつれてこの線は右へと遷移していく。範囲横棒グラフは、色別に各要因の許容時間を示しており、赤い線が許容時間内に入っていれば、各要因を行っても良い。各要因の許容時間は睡眠衛生により提案されている時間を基にし、睡眠時間は初期値として、National Sleep Foundation<sup>3</sup> が定める推奨時間に設定した。

### 3.2 ユーザの状況の取得

ユーザの状況に応じた警告や助言を提示するためには、ユーザの状況に関するデータ収集が必要不可欠である。そこで、ウェアラブルデバイスを用いて、ユーザの心拍数と皮膚温度、エネルギー消費量を常に測定し、そのデータを分析して得られた特徴からユーザの状況を取得しようと考えた。

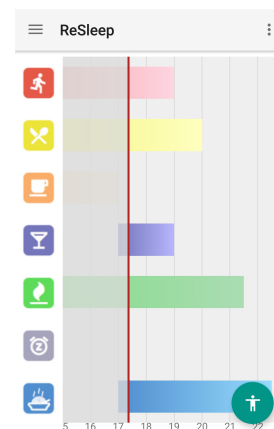


図1: ReSleep のシステム画面

ReSleep: A system for improving sleep practices with a wearable device and its evaluation

<sup>†</sup>Seiya Kokushi

<sup>†</sup>Hiroyasu Kakuda

<sup>†</sup>Hideo Akaike

<sup>†</sup>Department of Communication Engineering and Informatics, The University of Electro-Communications

<sup>1</sup>アメリカ国立衛生研究所

[www.ninds.nih.gov/disorders/brain\\_basics/understanding\\_sleep.html](http://www.ninds.nih.gov/disorders/brain_basics/understanding_sleep.html)

<sup>2</sup>睡眠衛生: 良い質の睡眠を促すとされている習慣

<sup>3</sup>National Sleep Foundation <https://sleepfoundation.org>

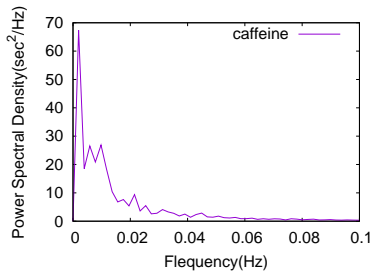


図2: カフェイン摂取時の心拍数パワースペクトル密度



図3: 検知行動決定の流れ

### 3.2.1 予備実験

ユーザの状況を取得するためには、システムがユーザの行動を認識できなくてはならない。そこで、本研究で用いた睡眠に影響を与える要因を行った際の心拍数と皮膚温度を各行動ごとに測定し、ユーザの行動を認識するためのモデルを作成した。

予備実験用に歩き、自転車、運動、食事、入浴、睡眠、アルコール摂取、カフェイン摂取、喫煙の9つの行動を開始してから終了するまでの間の心拍数と皮膚温度を測定するシステムを作成した。被験者7人に Microsoft Band<sup>4</sup> を着用させ、予備実験用システムを一週間以上使用させた。被験者は、男性5人、女性2人、年齢の中央値は23歳であった。測定によって得られた心拍数と皮膚温度から高速フーリエ変換を用いて、パワースペクトル密度を算出した。その結果、図2で示す各周波数におけるパワースペクトル密度の平均が得られた。

図2から、低周波数域でパワースペクトル密度が大きなピークを示すことがわかり、ピークのパワースペクトル密度を比較することで、行動を特定できないかと考えた。実際に、図2以外の行動に関しても低周波数域におけるピークのパワースペクトル密度がそれぞれ特徴的な大きさを示した。

### 3.3 視覚化したタイムラインの動的変化

人間は毎日必ず同じ行動を同程度に行うとは限らないため、ユーザの状況に応じて、行動の許容時間を変化させた。

運動に関しては、睡眠衛生で定められた運動の許容開始時刻を  $t_{start}$ 、許容終了時刻を  $t_{end}$ 、任意の時刻  $t$  におけるその日の運動量の推移を線形回帰により求めた関数を  $f(t) = at + b$ 、ユーザの運動量の平均値を  $\bar{e}$  とした時、その日の運動量が  $\bar{e}$  となるであろう ( $f(t) = \bar{e}$ ) 時刻  $t_{achieve}$  は、 $t_{achieve} = (\bar{e} - b)/a$  である。この時、 $t_{achieve} \geq t_{end}$  であれば、 $t_{end}$  は初期値のまま変化させない。しかし、 $t_{achieve} < t_{end}$  であれば、新しい許容終了時刻  $t_{newend} = t_{achieve}$  として、運動の許容時

間を縮める。これにより、ユーザに対して運動を控えることを視覚的に訴える。

食事、カフェイン摂取、アルコール、喫煙、仮眠に関しては、図3の流れで予備実験で作成したモデルとの比較により、ユーザが各行動を行ったことを検知した場合にのみ、各許容時間の長さを考慮し、妥当な時間幅を減らす。入浴に関してのみ、許容時間内での入浴が自然な入眠に効果的であることから、タイムラインを変化させないこととした。

### 3.4 ユーザの状況に対する警告や助言

ユーザの状況に対する応答として、警告や助言を行うこととした。例えば、前日の睡眠時間が推奨睡眠時間よりも短ければ、その日は早く寝よう助言し、許容時間外に特定の行動が検知されれば、警告を出してユーザに行動をやめさせ、各ユーザのデータベースと検知した行動によって、応答を形成する。

## 4 システムの実装

心拍数、エネルギー消費量、皮膚温度の測定には、データを簡単に測定でき、大掛かりな装置を必要としない腕時計型のウェアラブルデバイスを用いる。測定には、上記のデータを測定できる Microsoft Band を使用した。Android 端末上で ReSleep を実装した。

## 5 評価方法

実験として、被験者に ReSleep を使用させ二週間生活させる。そして、ReSleep の使用前後のエプワース睡眠尺度<sup>5</sup> やアテネ不眠尺度<sup>6</sup>、ピッツバーグ睡眠質問票<sup>7</sup> の値を比較し客観的評価を得て、睡眠習慣が改善できたか評価する。また、使用後にアンケートを行い、主観的評価を得ることで、ReSleep の有用性を評価する。

## 6 現状と今後

現在、ReSleep を用いて実験中であるため、評価については検討中である。実験終了後に先で述べた評価方法により、睡眠習慣が改善されたかと、ReSleep の有用性を評価する。

## 参考文献

- [1] Stepanski, E.J. & Wyatt, J.K.: Use of sleep hygiene in the treatment of insomnia, *Sleep medicine reviews*, Vol. 7, No. 3, pp.215-225 (2003).
- [2] Jared S.B., et al.: ShutEye: Encouraging Awareness of Healthy Sleep Recommendations with a Mobile, Peripheral Display, *CHI '12*, pp.1401-1410 (2012).

<sup>5</sup>主観的な日中の眠気を測定し、自己評価測定できる尺度。

<sup>6</sup>世界保健機関を中心として設立されたプロジェクトで作成された世界共通の不眠症判定法。

<sup>7</sup>ピッツバーグ大学精神科学教授 Kupfer らによって開発された睡眠に関する自記式質問票。

<sup>4</sup>Microsoft Band <http://www.microsoft.com/microsoft-band/>