

体動検知を用いた睡眠深度測定による 睡眠の質向上インタフェースの提案

長塚 麻美^{†1} 串山 久美子^{†1} 馬場 哲晃^{†1}

概要: 近年睡眠への関心は高まっている。本研究は睡眠深度によって適した刺激を与えることにより睡眠の質を向上させるインタフェースを提案することが目的である。本稿では睡眠時のユーザの体動をスマートフォンで計測し睡眠深度を測定した結果を報告する。測定したデータを PC に送信して Arduino を制御し、睡眠深度に即した光や音の刺激を与える抱き枕型デバイスを提案する。

The Interface to Improve the Quality of Sleep by the Sleep Depth Determination Using the Motion Detection

ASAMI NAGATSUKA^{†1} KUMIKO KUSHIYAMA^{†1}
TETSUAKI BABA^{†1}

Abstract: Recently, interest in sleep has increased. The purpose of this study is proposing an interface to improve the quality of sleep by stimulating suitable by the sleep depth. In this paper, we report the result of measuring the sleep depth using the motion detection by smartphone. We send the measured data to the PC, and control the Arduino. Then we propose a body pillow type device that gives the stimulus of lights and sounds that is suited to the sleep depth.

1. はじめに

睡眠は人生の約三分の一を占める。最近では睡眠に関するアプリやグッズが多く公開され、厚生労働省からは「健康づくりのための睡眠指針 2014」が出されるなど、睡眠への関心はますます高まってきていると言える。また、「不眠はうつ病の前駆症状として考えられてきたが、近年うつ病発症のリスクの有意な要因としても重要視されている。」⁽¹⁾とあるように睡眠不足によって身体だけでなく精神面にも影響が出るということは科学的にも証明されてきている。その他に睡眠には光や音が大きく関係していることもわかってきている。

現在既に公開されている睡眠に関するグッズやアプリは端末等の加速度センサから体動を検知し、睡眠の記録・管理、起床時の目覚めやすいタイミングでのアラーム鳴動などの機能を備えたものである。このように現存するグッズやアプリは体動から睡眠深度を測定するものの、その深度を利用して刺激などを与えるのは起床時のみである。

そこで本研究では、体動検知から測定された睡眠深度を起床時だけでなく入眠前や睡眠中にも利用することに焦点をあてた。睡眠と光や音との関係性を活用し睡眠深度に即した刺激を与える抱き枕型のインタフェースを提案する。

このインタフェースによりユーザの睡眠全体の質を向上させることを目的とする。

本稿では睡眠時のユーザの体動をスマートフォンで計測した際の予備実験結果を主に報告する。

2. 関連製品

すでに体動検知を利用したアプリケーションや製品は多く発表されている。一方でこれらの体動検知手法のほとんどは公開されておらず、その技術再現や効果を検証することは第三者にとって困難である。そこで本研究では加速度データを複数取得し、それらデータを既存製品のグラフと比較する必要がある。以下に既存製品に関して述べる。

(1) ねむり時間計

オムロン社製のねむり時間計は睡眠を計測・記録等をするものである。ねむり時間計本体を枕元に置き、寝返りなどによる寝具の動きを検知して睡眠の状態を測定する。アラームを設定するとその設定時刻に近い時刻の眠りの浅いタイミングでアラームを鳴らす。Android スマートフォン、iPhone 用アプリ「ねむり体内時計」と連携して測定記録の管理・チェックを行うこともできる。

(2) Sleep Meister - 睡眠サイクルアラーム Lite

睡眠サイクルの記録機能を備えた iPhone 用アラームアプリである。iPhone の加速度センサなどを利用し睡眠の状態を測定して記録すると共に眠りの浅いタイミングでアラ

^{†1} 首都大学東京システムデザイン学部
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

ームを鳴らす。寝言の録音機能や SNS への投稿機能なども備えている。

3. システムの概要

本研究は iOS アプリケーションと刺激を与える抱き枕との二つで構成される。本稿では iOS アプリケーションのシステムの概要と予備として行った既存製品との比較実験について述べ、今後の展望として刺激を与える抱き枕について提案する。

(1) 体動検知アプリケーションのシステムの概要

まず Xcode 上で openframeworks ライブラリを利用して、iPhone の加速度センサを利用した体動検知アプリケーションを制作した。睡眠時に枕の横に iPhone を置いておき、体動(寝返り)による寝具の動きを検知して加速度を測定する。256 フレーム(約 8.5 秒)毎に得られた加速度の平均値を出し、その数値を csv データとして保存する。この数値とその継続時間によって睡眠深度を定める。その睡眠深度を openframeworks の addon, ofxOSC によりパソコンに送信し arduino を制御する。

(2) 既存の睡眠アプリとの比較実験

加速度の数値を記録した csv データを利用して、既存の睡眠深度を記録できるアプリ (Sleep Meister - 睡眠サイクルアラーム Lite) との比較実験を行った。既存のアプリは睡眠深度がグラフで表されるため、本研究の体動検知アプリケーションでの加速度の数値もグラフ化した。

◆ 実験方法

1.) 被験者

20 代女性 1 名

2.) 実験日時

実験は以下の 3 回行った。

- ・ 11 月 13 日から 14 日にかけて
- ・ 11 月 15 日から 16 日にかけて
- ・ 11 月 16 日から 17 日にかけて

3.) 実験装置

以下の 2 点を充電をしながら枕から 10 cm 程離れた所に画面を下に向けて置いた。

- ・ iPhone4s
本研究の体動検知アプリケーションを起動させた。
- ・ iPhone5s
既存のアプリ、Sleep Meister - 睡眠サイクルアラーム Lite を起動させた。

4.) 実験手順

ほぼ同時に計測を開始し、普段通りの睡眠をとった。起床した後にほぼ同時に計測を終了させた。

5.) 分析方法

既存の睡眠アプリは計測を終了させると以下図 2 のような睡眠深度のグラフと、その他入眠時刻などの睡眠データが表示される。

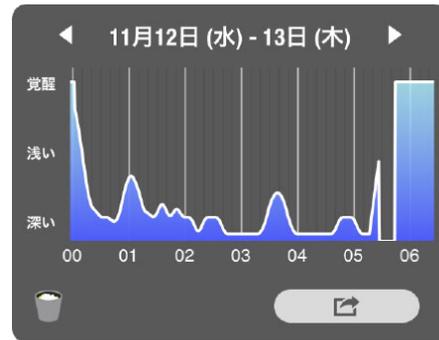


図 2 Sleep Meister - 睡眠サイクルアラーム Lite のグラフ

Figure2 Graph of Sleep Meister

このグラフのパスをとり、本研究の体動検知アプリケーションで計測された加速度の数値をグラフ化したものと重ねて比較・分析する。

◆ 実験結果

以下図 3~5 に示す。

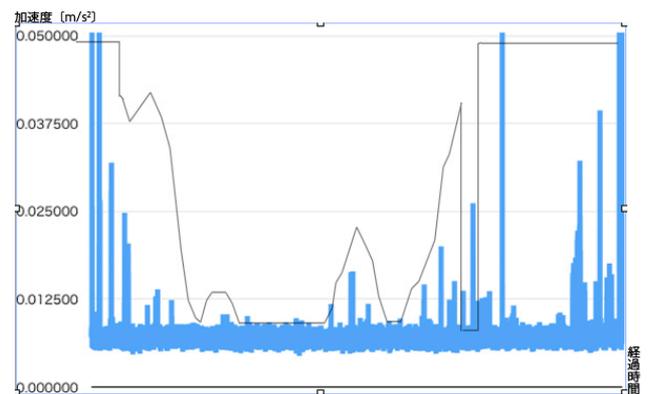


図 3 11 月 13 日から 14 日にかけて

Figure 3 11/13 - 14

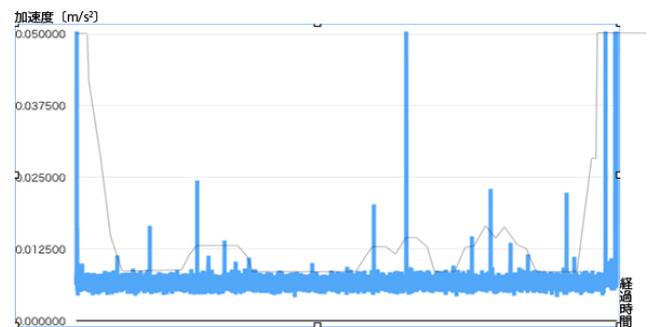


図 4 11 月 15 日から 16 日にかけて

Figure 4 11/15 - 16

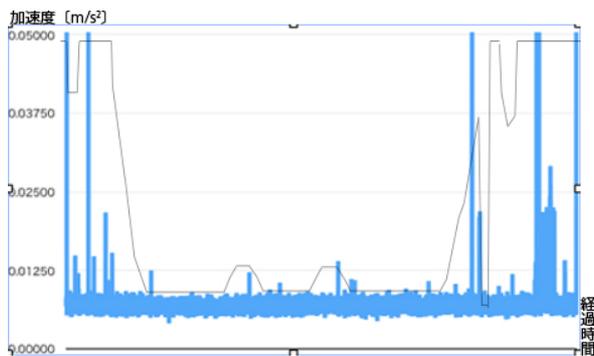


図 5 11 月 16 日から 17 日にかけて

Figure 5 11/16 - 17

太い線が本研究の体動検知アプリでのグラフで、薄い細い線が既存の睡眠アプリのグラフである。どの回も多少のずれはあるものの、動きが極端にない部分、大きく盛り上がっている部分などは一致していると言えよう。既存のアプリのグラフは睡眠深度を表すものであるため、本研究での加速度の数値をそのまま睡眠深度を測定するのに活用することができるということがわかる。

4. 今後の展望

本システムを利用して睡眠全体の質を向上させるインタフェースとして光・音の刺激を与える抱き枕を提案する。体験イメージを図 6 に示す。

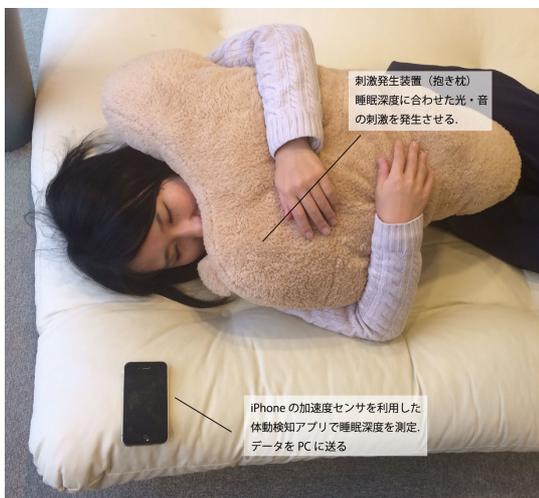


図 6 体験イメージ

Figure6 Image of experience

openframeworks の firmata を用いて arduino と連携し、その時の睡眠深度に合った光・音の刺激を発生させる。光は赤、緑、青、白などの LED を使用し、音はスピーカーでヒーリングミュージックやアラーム音を再生する。これらの装置を抱き枕に組み込むことで視覚的に安心感、くつろぎ感も与える。

1.) 入眠導入段階

寝付きを良くするために以下のような光、音の刺激を与える。

光 - 30lx, 赤に近い黄色の光を点灯させる

音 - 波の音を再生する

2.) 入眠直後～レム睡眠中

眠りを妨げないために以下のようにする。

光 - 0.3~11lx, 黄に近い赤色の光を点灯させる

音 - 停止する

3.) ノンレム睡眠中(深い眠り)

光を 0.3lx 以下に抑え、刺激は最小限にする。

4.) 起床前

起床予定時刻を設定しておき、その 30 分前から光の照度・色温度を徐々に上げていく。照度は 1000lx, 色温度は 5000k (蛍光灯に近い白色) まで上げる。音は設定した時刻の 30 分前から小さくアラーム音を鳴らし始め、測定された睡眠深度の浅いタイミングで最大音量にさせる。

5. 更なる展望・課題

本研究では光と音に焦点を当てて刺激を発生させる装置を提案したが、睡眠は他にも数多くの刺激と関係性がある。例えば温度や湿度、振動(タッピング)などは睡眠の良し悪しに大きく影響を与える。今後の展望としてこれらの刺激も与えられるようになれば、より睡眠の質を向上させることができると思われる。

また今回刺激発生装置として抱き枕を提案したが、抱き枕であると使用者の寝相によっては寝ている間にベッドから落ちてしまうなどの可能性も考えられる。したがってそこまでひどい寝相でない限り動かないと思われる枕や敷き布団、掛け布団などで刺激を発生させることができればより高い効果を期待できる。

睡眠は人間の生活から切り離せるものではなく、覚醒時の行動や受ける刺激なども睡眠と関係してくる。故に睡眠時にとどまらず覚醒時にも刺激を与えるウェアラブルな装置も睡眠の質向上インタフェースとして考えることもできる。

参考文献

- 1) 駒田陽子ら (2006) 「睡眠障害の社会生活に及ぼす影響」, 第 47 回日本心身医学会総会 (東京), シンポジウム:心身機能と睡眠障害
- 2) 北堂真子 (2005) 「良質な睡眠のための環境づくり」, 『バイオメカニズム学会誌』 Vol. 29, No. 4, 松下電工株式会社 電器事業本部 電器 R&D センター 健康科学研究所
- 3) 松井琴世ら (2003) 「音楽刺激による生体反応に関する生理・心理学的研究」, 『臨床教育心理学研究』, 2003. 3, Vol. 29, No. 1
- 4) 河野貴美子 (いつ) 「ヒーリングミュージック聴取時の脳波等生理指標変化」, 日本医科大学情報科学センター (東京)