

就寝時刻のばらつきを抑える機器制御シナリオの実装と評価

閑念 蒼大[†] 野原 健太[†] 宇田 悠佑^{†2} 渡部 智樹^{†3} 一色 正男[†]

神奈川県立 創造工学部 ホームエレクトロニクス開発学科[†]

神奈川県立 創造工学部 大学院博士前期課程電気電子工学専攻^{†2}

日本電信電話株式会社 NTT 人間情報研究所^{†3}

1. はじめに

厚生労働省の「国民健康・栄養調査」^[1]の報告では、1日の平均睡眠時間は6時間以上7時間未満の割合が最も高く、男性32.7%、女性36.2%である。また6時間未満の者の割合は、男性37.5%、女性40.6%である。睡眠の確保の妨げとして「就寝前に携帯電話、メール、ゲームに集中していること」、「仕事」、「育児」が挙げられている。アメリカ国立衛生研究所が発行する雑誌論文^[2]では良質な睡眠のために、様々な項目が挙げられており、その中でも我々は「毎日同じ時間に就寝し、同じ時間に起床すること」に着目した。本研究では、就寝時刻のばらつきを抑える事を目的とし、住宅内にある機器を制御することで、ユーザーに最適な時刻に就寝するといった行動変容を促す機器制御シナリオの実装と評価を行う。

2. 行動変容を促す機器制御シナリオ

就寝時刻のばらつきを抑える為にIoT機器によって、気づきや快/不快の刺激を与え、適切な睡眠への行動変容を促す。機器制御シナリオとは3W1H (When, What, Where, How) 方式で記述した機器の制御順序を示したものである (Fig. 1 参照)。例えば、就寝時刻が近くなると、寝室の照明を自動で点灯して就寝を促すもの、AIスピーカーが発話して就寝を促すといったものである。

WHEN (時刻)	WHAT (機器)	WHERE (設置)	HOW (動作)
23:00	AIスピーカー	寝室	ON
23:00	照明	寝室	OFF
23:30	AIスピーカー	寝室	ON
23:30	照明	寝室	ON
23:45	AIスピーカー	寝室	ON
23:45	照明	寝室	OFF
24:00	AIスピーカー	寝室	ON
24:00	照明	寝室	OFF

Fig. 1 3W1H方式による機器の制御順序

3. 機器制御シナリオの評価

3.1 2つの実験シナリオ

機器制御シナリオの有効性を評価するために、2つのシナリオを作成した。

・シナリオ① 照明 (Hue) の活用

機器制御シナリオの内容として、就寝場所を照らす間接照明 (アンビエント照明) を用いた行動変容を考えた。目標の就寝時刻、起床時刻を被験者それぞれに決めてもらい、目標の就寝時刻30分前になるとHueがオレンジ色に点灯して、5分ごとにHueが暗くなっていき、就寝時刻になるとHueが消灯する。朝になり、目標の起床時刻になると、Hueが点灯して目覚めの手助けをさせる。

・シナリオ② 照明 (Hue) に加え AI スピーカーを活用

シナリオ①の制御に加えて、AIスピーカーから就寝を促す発話により睡眠を促す行動変容を考えた。目標の就寝時刻1時間前になるとAIスピーカーが1時間前の時報を伝える。30分前になると、就寝前の準備を促す発話、15分前になると起床に入るように発話、就寝時刻になるとスマートフォンを触らないように発話させて、就寝を促す。朝起床の目標時刻になると、Hueに加えてAIスピーカーが発話して、起床を促す。

この2つのシナリオ実現イメージをFig. 2に示す。

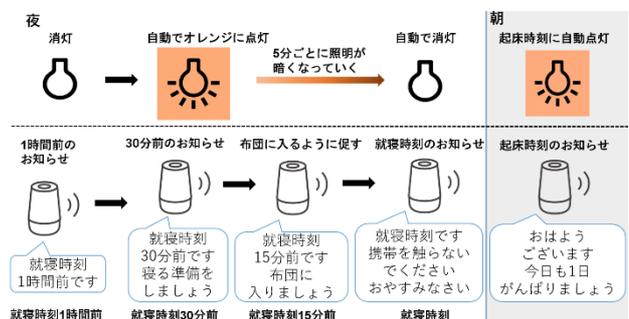


Fig. 2 シナリオの実現イメージ

3.2 実験内容

シナリオ実行前後の睡眠データを比較して、就寝時刻のばらつきが抑えられているかを確認する。そのため、被験者5名に2つの機器制御シナリオを各家庭で動作を行った。

Research on “behavior change promoting systems”

[†], ^{†2} Kanagawa Institute of Technology, Kanagawa 243-0292

^{†3} NTT Human Informatics Laboratories, NTT Corporation, Kanagawa239-0847

間接照明は PHILIPS 社製の Hue を使用した. Hue の制御には「Node-RED」を使用し JSON 形式で ON/OFF の制御を行った. AI スピーカーの制御には「Node-RED」を使用し, AI スピーカーで任意の言葉を発言させるノード「Cast」を使用した.

就寝時刻等の睡眠状態を把握するため Fitbit を活用し, シナリオ実行前を含め, 2021 年 5 月から 12 月末まで延べ 1225 日分のデータを記録した.

3.3 睡眠スコアによる機器制御シナリオの評価

機器制御シナリオを評価する為、平均就寝時刻からの前後 30 分のばらつき率, 平均就寝時刻, 平均睡眠時間の 3 つの 1 週間の睡眠データを用いた睡眠スコアの算出方法を検討した.

- **ばらつき率[S]** : 1 週間分のうちに平均就寝時刻から前後 30 分以内に含まれている日数を 7 で割った値
- **就寝指数[T]** : 1 週間の平均就寝時刻が, 良い睡眠とされる 22~24 時^[3]を最大値 1 とし, その前後を Table 1 のように定めた値
- **睡眠指数[H]** : 1 週間の平均睡眠時間が, 良い睡眠とされる 7~8 時間^[4]を最大値 1 とし, その前後を Table 2 のように定めた値

Table. 1 平均就寝時刻指数

平均就寝時刻	指数[T]
~22:00	0.8
22:00~24:00	1
24:00~26:00	0.6
26:00	0.4

Table. 2 平均睡眠時間指数

平均睡眠時間	指数[H]
3 時間未満	0
4 時間未満	0.2
5 時間未満	0.4
6 時間未満	0.6
7 時間未満	0.8
8 時間未満	1
8 時間以上	0.8

上記 3 つの値を用いて睡眠スコアを算出する. 点数配分について今回は, ばらつき率 60 点, 平均就寝時刻 20 点, 平均睡眠時間 20 点の 100 点満点とした. その睡眠スコアの計算式を下記に示す.

$$\begin{aligned} \text{睡眠スコア} = & \text{ばらつき率[S]} \times 60 \text{点} \\ & + \text{就寝指数[T]} \times 20 \text{点} \\ & + \text{睡眠指数[H]} \times 20 \text{点} \end{aligned}$$

3.4 実験結果

5 章の睡眠スコアを使用し, シナリオを実行し

ていない期間 (シナリオ 0), 3.1 項で述べた Hue のみのシナリオ (シナリオ 1), 3.2 項で述べた Hue と AI スピーカーを用いたシナリオ (シナリオ 2) の評価を行った.

シナリオごとの睡眠スコアの結果を Fig. 3 に示す. シナリオ 0 の場合とシナリオ 1 の場合では大きな差はなく, 行動変容を促すことはできなかった. しかしシナリオ 2 では, 点数向上が見られ, 就寝時刻のばらつきを抑えられた. またばらつき率[S], 就寝指数[H], 睡眠指数[T]について. H と T はシナリオ 0, シナリオ 1, シナリオ 2 全てのシナリオで大きな差はなく, 行動変容を促すことはできなかった. しかし S では, シナリオ 0 の場合とシナリオ 1 の場合では 21 点と比べシナリオ 2 の場合 32 点とばらつき率のみ 10 点以上の点数向上が見られ, 就寝時刻のばらつきを抑えられた.

シナリオ	ばらつき率[S]	就寝指数[T]	睡眠指数[H]	平均スコア
0	22(0.37)	8(0.40)	10(0.50)	40
1	21(0.35)	8(0.40)	9(0.45)	38
2	32(0.53)	8(0.40)	12(0.60)	51

Fig. 3 睡眠スコア結果

4. まとめと今後の課題

良質な睡眠の為に「毎日同じ時間に就寝, 起床」させることに着目して, 住宅内にある機器を制御し行動変容を促すことで就寝時刻のばらつきを抑えることとした. 行動変容を促す機器制御シナリオの有効性を評価するため, 2 つのシナリオを作成し, 睡眠データを活用した評価手法を検討した. この評価手法を用いて, 評価したところ, 個人差はあるが, シナリオを実行していないときや Hue のみのシナリオに比べ, Hue と AI スピーカーを用いたシナリオはばらつき率の点数の向上が見られ, 就寝時刻のばらつきを抑えられた.

今回は機器制御シナリオの有効性を評価するために, 2 つのシナリオを考えたが, 機器を増やして様々なシナリオを考えたい. 例えば照明と AI スピーカーの他に様々な家電機器の組み合わせによって行動変容をさらに促す. 一方, 睡眠スコアについては, 配点について再度検討したい. また被験者 5 名分のデータでは不十分なので, 被験者をさらに増やしてシナリオの評価を進めたい.

文 献

- [1] 厚生労働省, “令和元年国民健康・栄養調査結果の概要”, p27-28, 2019
- [2] National Heart, Lung, and Blood Institute, Sueño Saludable , NIH Publication No. 13-7426S August 2013
- [3] “より健康的な睡眠を確保するための生活術”, p70-71
- [4] “睡眠がメンタルヘルスに与える影響に関する研究動向と今後の展望”, p23-24, 2019