

家電製品遠隔制御を用いた複合起床支援システムの開発 Development of Wakeup Support System by Using Various Home Appliances

金子 将之[†]
Masayuki Kaneko

有馬 一貴[†]
Kazuki Arima

村上 隆史[†]
Takashi Murakami

杉村 博[‡]
Hiroshi Sugimura

一色 正男^{†‡}
Masao Isshiki

1. はじめに

我々は人生の 3 分の 1 を眠ると言われており、睡眠は心身の健康を維持する上で、欠かすことのできない重要な行動の 1 つと言われている[1]。しかし、ライフスタイルの変化に伴い、日本人の睡眠時間は年々減少の傾向にあり、起床時の不快感や起床困難に悩む人が増加している[2][3]。起床状況の改善方法として、起床時刻に合わせて徐々に光を照射する、起床後に覚醒作用のあるアロマを嗅ぐ、室温を起床に適した温度に調整するといった方法があり、徐々に光を照射する起床前漸増光照射の起床改善効果に関しては、数多くの研究報告がある[4][5][6]。

光やアロマ、温度の効果を家庭で得るためには、タイマー機能を搭載した照明・アロマディフューザ・エアコンなどの家電製品を用いるといった方法がある。しかし、通常の日覚ましを設定する操作に加えて、個別に起床時刻を設定する操作が必要であり、就寝前のユーザにとって煩雑な操作が増えてしまうといった問題がある。また、エアコン以外の家電製品には、睡眠時の利用を想定していない機種が多いため、睡眠時間に合わせた時間設定をすることが困難である。これらの問題は目覚まし本体に照明やアロマディフューザなど複数の機能を搭載することで解決が可能である。しかし、多種多様な家電製品に搭載されている赤外線リモコンやネットワークを介した制御が可能なインターネット家電の普及など、他の端末から遠隔制御することが可能な家電製品が増加している今日において、時間設定機能が搭載されている家電を個別に用意する必要はない。1 つの機器が持つ起床時刻を基に、複数の家電製品が連携して動作することによって、ユーザは 1 度の時刻設定だけで様々な家電製品を起床改善のための機能として取り込むことが可能になると考える。

文献[7]では、複数のメディアを組み合わせたアラームを使用することで、快適な目覚めや確実な目覚めを提供する起床支援インターフェース MediAlarm の提案を行っている。MediAlarm は、本体にスピーカ、照明、振動モータが内蔵されており、一度の時刻設定だけで照明と振動の機能を使用することが可能である。また、家電製品を制御する連携機能を有しているため、様々な機能を目覚ましに取り込むことが可能である。しかし、本体に内蔵されている照明は目覚ましの前面部分に固定されているため、ベッドで寝転んでいるユーザの顔に十分な光を当てることは難しい。本体とコードで繋がっている振動モータは、寝返りによる目覚まし転倒の可能性が高い。また、連携機能は対象の家電製品を ON/OFF する機能しか持たないため、細かな制御を行うことができない。

本研究では、目覚ましに家電製品を自動的に遠隔制御

[†] 神奈川工科大学大学院, Graduate School of Engineering, Kanagawa Institute of Technology.

[‡] 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology.

する機能を追加することによって、目覚ましに設定された起床時刻を基に、複数の家電製品が連携して動作する複合起床支援システムを開発し、プロトタイプシステムを用いた評価実験を行うことで、システムの有用性を考察する。

2. 複合起床支援システムの構成

本システムは、目覚ましに対して家電製品を自動的に遠隔制御する機能を搭載し、ユーザが設定した起床時刻を基に、複数の家電製品が連携して動作する。

家電製品の遠隔制御方法は、ECHONET Lite (以下 EL) と赤外線リモコン (以下 IR) を用いる。EL は、経済産業省がスマートハウスにおける標準インターフェースとして推奨している通信プロトコルで、Ethernet や Wi-Fi の IP 接続環境を利用しているため、一般家庭のネットワーク環境をそのまま利用することができ、特別な配線を必要としない。IR は、多種多様な家電製品に普及している遠隔制御方法で、赤外線の送受信によって家電製品を制御する。本システムが要求する仕様は以下の 3 つである。

- (1) 目覚まし機能を提供する。
- (2) 時間管理機能を提供する。
- (3) 目覚ましと連携して、家電製品を遠隔制御する。

要求 1 では、起床時刻の設定や目覚ましの停止といった基本的な操作機能をユーザに提供する。要求 2 では、ユーザが設定した起床時刻を管理し、各種イベントを生成する機能を提供する。要求 3 では、目覚ましに設定された起床時刻を基に、複数の家電製品を自動的に遠隔制御する機能を提供する。図 1 に、これらの要求仕様を満たす複合起床支援システムの構成を示す。本システムは、目覚まし機能の操作画面を提供する Alarm Application、各モジュールへの命令や起床時刻の管理を行う Controller、EL 対応家電製品を制御する EL Commander、IR 対応家電製品を制御する IR Commander、家電製品の制御情報を管理する HP DB の 5 つのモジュールから構成する。要求 1 は Alarm Application と Web ブラウザ、要求 2 は Controller、要求 3 は各 Commander と HP DB、そして各家電製品が満たす。

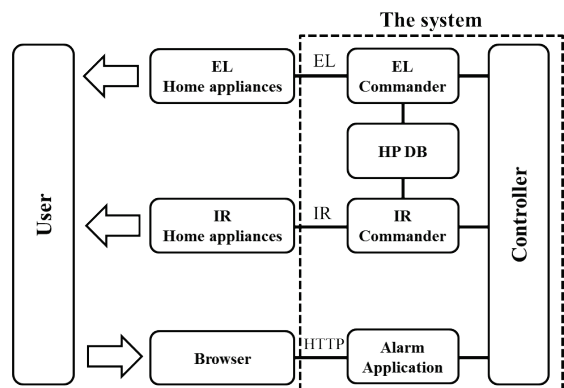


図 1 システムの構成図

起床時刻を設定し、システムがアラームを提示するまでの処理の流れを図 2 に示す。ユーザは、Alarm Application が提供する操作画面に起床時刻を入力する。Alarm Application は、起床時刻を Controller に送信する。Controller は、起床時刻を基に起床イベントを生成し、Commander や Alarm Application に送信する。起床イベントを受け取った Commander は、HP DB に家電製品の制御に必要な情報を要求する。HP DB は、要求内容から EL 又は IR の制御情報を Commander に返す。Commander は、受け取った制御情報を基に、対象家電製品を制御する。起床イベントを受け取った Alarm Application は、操作画面を表示している Web ブラウザの端末からアラーム音を鳴らす。

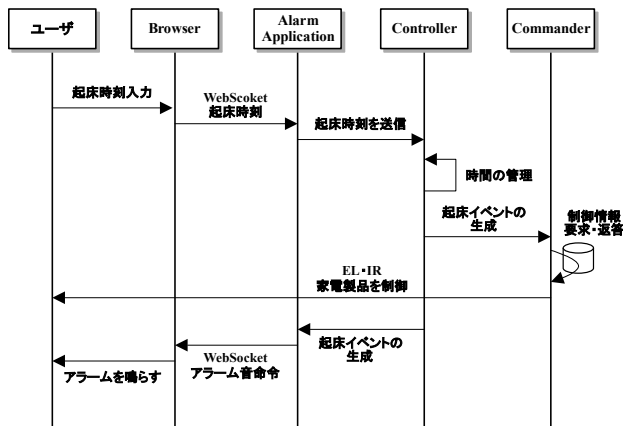


図 2 各モジュールの処理シーケンス

3. 実装

本実装ではシングルボードコンピュータの Raspberry Pi[8]を使用した。サーバサイド JavaScript の Node.js (Ver.0.10.25) で作成したサーバを Raspberry Pi 上で動かす。操作画面の提供や家電製品の制御を行う。評価実験ではスタンド照明に hue[9]の電球を取り付けた器具、市販されているアロマディフューザの基板に Arduino Ethernet R3[10]を接続し、EL の命令で動作するようにプログラムした器具を使用する。図 3 に実装したプロトタイプシステムを示す。

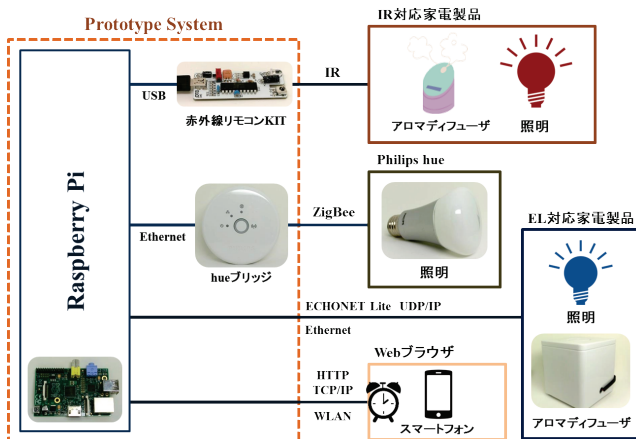


図 3 実装したプロトタイプシステム

3.1 Alarm Application

スマートフォンの Web ブラウザから Raspberry Pi にアクセスすることで、ホーム画面が表示される。ホーム画面には、Alarm Clock ボタンと Controller ボタンの 2 種類のボタンがある。Alarm Clock ボタンを選択することで目覚ましの操作画面に移動し、目覚ましの有無や起床時刻の設定、アラーム音の提示といった機能を利用することが可能となる。Controller ボタンを選択することで、家電製品の操作画面に移動し、家電製品の動作確認、通常使用におけるマルチリモコン、アラーム音の音量設定を利用することが可能となる。

3.2 Controller

Controller では起床イベントを生成するため、ユーザが設定した起床時刻と現在時刻の比較を行う。起床前 30 分になると最初の起床イベントを生成し、照明とアロマディフューザの制御命令を送信する。照明に関しては、起床時刻に合わせて複数の起床イベントを生成し、照度を段階的に変化させる。

3.3 EL Commander

EL の通信は主に UDP/IP を用いるため、EL Commander モジュールでは Node.js の UDP/Datagram Sockets を利用する。HP DB から取得した機器オブジェクト情報を EL の電文として送信用の変数に格納し、対象の家電製品に UDP/IP で送信する。

3.4 IR Commander

IR による制御は赤外線リモコンキットを Raspberry Pi に USB 接続して行う。Raspberry Pi のターミナル上でコマンドを実行することで IR コードの送受信を行う。赤外線リモコンキットの制御用コマンドと HP DB から取得した IR コードをターミナル上のコマンドとして実行し、IR コードを赤外線リモコンキットから送信する。

3.5 HP DB

HP DB では EL 機器オブジェクト情報と IR コード情報を管理する。データの管理には、軽量なデータベースとして知られる SQLite を用いた。EL 又は IR Commander の要求に対して、対象の家電製品の制御情報を返す。

3.6 HUE Commander

プロトタイプシステムでは、ECHONET Lite や IR にとられず、連携可能な家電製品の増加を目的に、ネットワークを利用した遠隔制御や様々な色や明るさを表現できる照明器具 hue を制御する機能を追加した。hue はブリッジと電球で構成されており、ブリッジから ZigBee 通信で電球を操作する。HTTP の API を提供しているため、HUE Commander からブリッジのアドレスに GET することで、hue の現在の状態を取得することができ、API で定義されている値を PUT することで hue の ON/OFF や照度の制御などが行える。本実装の HUE Commander では、宅内ネットワークに Ethernet で接続された hue と通信し、ON/OFF や 255 段階の照度制御を可能とする。

3.7 起床時刻に対する機器の動作

目覚ましに設定した起床時刻に対する各機器の動作を図4に示す。例として、起床時刻を7:00に設定した場合は、起床時刻の30分前にアロマディフューザが起動し、照明は一番弱い明るさで点灯する。起床時刻まで、段階的に照明の明るさを強くし、起床時刻にアラーム音を提示する。

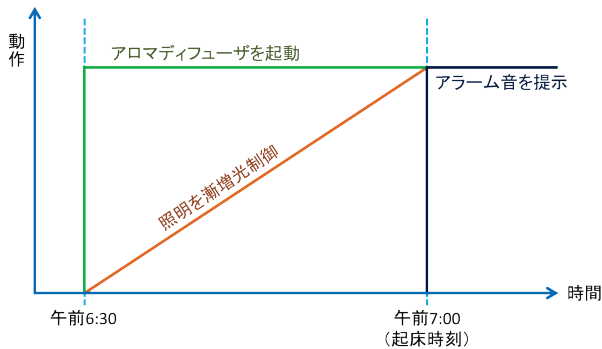


図4 起床時刻に対する機器の動作の例

4. 評価実験

実装したプロトタイプシステムが起床状況を改善可能かについて、通常の日覚ましを用いた起床状況とシステムを用いた起床状況の2種類のアンケートを実施した。アンケートの結果を比較し、システムの有用性を考察する。10月中旬から翌年の1月中旬まで評価実験を行い、8人の被験者からシステム無し40日間、システム有り40日間、計80日間のアンケートを集計した。

開発したシステムを被験者の自室にセットして実験を行い、アンケートを実施する。被験者間で、制御する家電製品を統一するため、制御対象の照明とアロマディフューザは同じ機器を被験者に貸し出す。照明は被験者の枕元に設置し、顔に光が当たるように調整する。アロマディフューザは寝床の近くに設置し、リフレッシュ効果があるレモンのアロマ液を使用する。被験者1人につき、システム無し5日間、システム有り5日間の計10日間のデータを集計する。

アンケート内容は、被験者のパーソナルデータ、就寝時刻、設定した起床時刻、起床時刻に起床できたか、ベッドから出た時刻、眠気と気分の4段階評価(起床直後、支度中、日中)、システム有りでは最終日に感想とシステムの有用性評価、改善点を追加で回答してもらう。

5. 結果と考察

5.1 設定した起床時刻に対する起床率

図5に設定した起床時刻に起床できたかの質問に対する起床率の割合を示す。システム無しでは、「はい」の回答数の割合が47.5%と半数程度が目覚ましで起床できなかったと回答した。システム有りでは、「はい」の割合が85.0%とシステム無しと比較して、「はい」の割合が倍近く増加した。「いいえ」と回答した理由について、システム無しでは「二度寝した」が12件、「気付かなかっ

た」が6件であるのに対して、システム有りでは「二度寝した」が3件、「気付かなかった」が0件であった。「二度寝した」と「気付かなかった」の件数が減少したことから、「起床困難」を改善する効果があると考えられる。

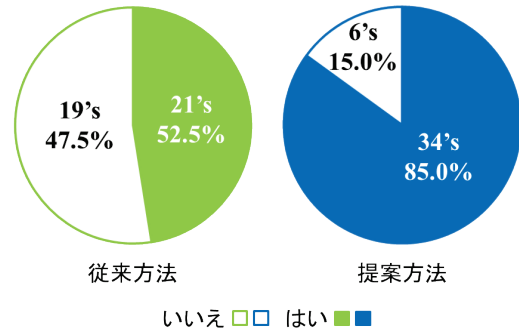


図5 起床時刻に対する起床率の割合

5.2 設定した起床時刻とベッドから出た時刻の差

表1に設定した起床時刻とベッドから出た時刻の差を示す。時間差の全体平均は、システム無しが52分、システム有りが30分24秒で、システム有りの方が20分程度短い。システムを使用することで、ベッドで無駄に消費してしまう時間を短縮する効果があると考えられる。

表1 設定した起床時刻とベッドから出た時刻の差

被験者	起床時刻とベッドから出た時刻の差[平均]	
	従来方法[h:m:s]	提案方法[h:m:s]
A	0:15:00	0:06:12
B	0:13:00	0:16:00
C	1:12:00	0:17:00
D	1:04:12	0:28:24
E	1:50:00	0:20:00
F	0:12:36	0:10:36
G	1:03:12	0:57:00
H	1:06:00	1:28:00

ベッドから出た時間が遅かった主な理由として、システム無しでは「眠かった」が22件、「寒かった」が19件、「目覚ましに気付かなかった」が8件であるのに対して、システム有りでは「眠かった」が13件、「寒かった」が22件、「目覚ましに気付かなかった」が0件、「予定がないためゆっくりしていた」が6件であった。

起床時刻とベッドから出た時刻の時間差が短縮していること、「眠かった」の件数が減少していること、「目覚ましに気付かなかった」と回答した被験者が0件であることから、意識が覚醒するまでの時間を短縮する効果があると考えられる。

「寒かった」の回答数が全体的に多いことから、設定した起床時刻に合わせて暖房器具を制御することで、ベッドから出るまでの時間が短縮し、二度寝防止に繋がると考える。

5.3 起床後の眠気

図6に起床後の眠気に対する4段階評価を平均したグラフを示す。システム有りの方が低い値を示していることから、「起床困難」を改善して朝をスッキリと目覚める効果があると考えられる。日中の眠気が他の項目と比べても大きく改善されている理由として、システムを使用したことで体内リズムが整い、結果として日中の眠気にも影響が表れたのではないかと考える。

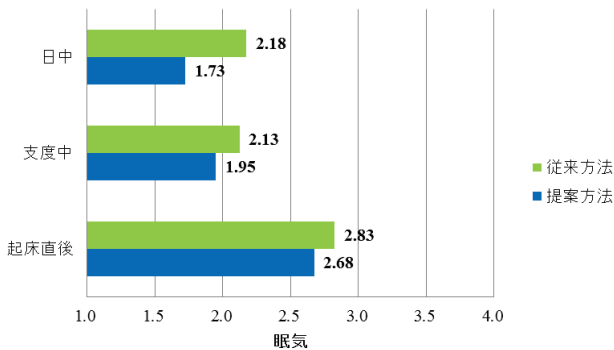


図6 起床後の眠気に対する4段階評価

5.4 起床後の気分

図7に、起床後の気分に対する4段階評価を平均したグラフを示す。システム有りの方が高い値を示していることから、「起床時の不快感」を改善して気持ちよく目覚められる効果があると考えられる。

前述の眠気と比較して、システム有り無しの差が全体的に大きく表れていることから、起床時の気持ち良さの改善に関しては、眠気改善以上の効果が期待できる。

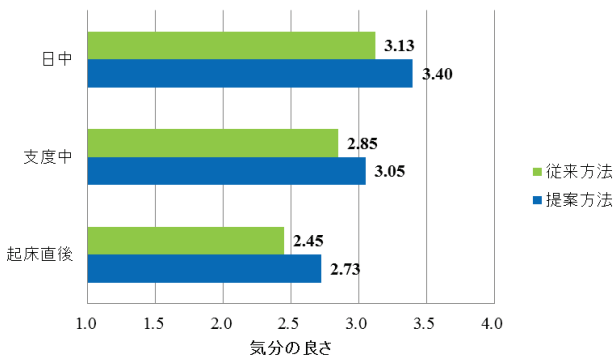


図7 起床後の気分に対する4段階評価

5.5 システムの有用性

図8に目覚ましシステムに有用性を感じたかに対する4段階評価の割合を示す。評価別の人数は4と回答した人が2人、3と回答した人が5人、2と回答した人が1人、1と回答した人が0人であった。4と回答した被験者の感想として、「予想以上に朝をスッキリ起床できた」、「もう少し利用してみたい」、「使用する前と比べて寝過ごしや二度寝が少ないと感じた」と回答があり、音だけで起こす従来型の目覚ましより、起床効果を実感していることが確認できる。3と回答した被験者の感想として、「目

に入る照明の光が頭の覚醒に役立った」、「いつもより起床時の気分が良い気がした」、「アラーム音より照明の光に意識が向き、目がサッパリした」、「アロマの匂いが弱かった」、「週末は疲労があり、システムを使用しても起床直後は眠かった」と回答がある。照明の起床効果を実感した被験者は多数いるが、アロマの起床効果を実感した被験者が少ない。理由として、実験に使用したアロマディフューザの散布力が弱い、照明と比べてベッドまでの距離が遠いなどの理由が考えられる。2と回答した被験者の感想として、「そこまで気持ちよく起きることができなかった」と回答がある。被験者Dのアンケート結果は、全項目が低い値を示しているわけではなく、目覚ましで起床できたかの項目と起床時刻とベッドから出た時刻の差の項目に関しては、起床状況の改善が確認できる。

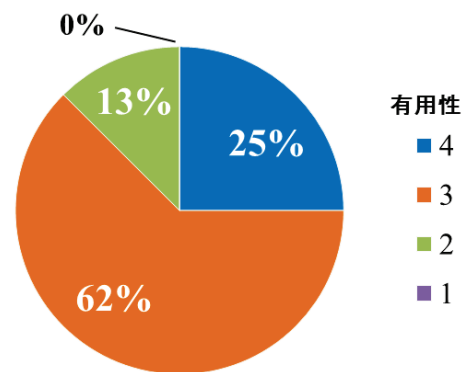


図8 システムに対する有用性の評価

6. おわりに

本研究では目覚ましに家電製品を遠隔制御するサーバ機能を追加することで、目覚ましに設定された起床時刻を基に複数の家電製品が連携して動作する複合起床支援システムを開発し、プロトタイプシステムを用いた評価実験からシステムに起床改善効果があることを示した。今後の課題としては、制御可能な家電製品の種類増加が挙げられる。

参考文献

- [1] Charles A. Czeisler, "Duration, timing and quality of sleep are each vital for health, performance and safety", *Sleep Health: Journal of the National Sleep Foundation*, Vol.1, Issue 1, pp.5-8 (2015).
- [2] 日本睡眠学会, "睡眠学", 朝倉書店 (2009).
- [3] 厚生労働省, "平成26年厚生労働白書" (2014).
- [4] 野口公喜, 他, "起床前の漸増光照射による目覚め感の改善", *松下電工技報*, Vol.53, No.3, pp.32-38 (2008).
- [5] 神川康, 他, "起床前漸増光が児童の睡眠と生活の質に与える影響", *富山大学人間発達科学部紀要*, Vol.8, No.1, pp.129-135 (2013).
- [6] 湯浅友典, 他, "擬似夜明け療法のための効果的照明方法の検討と装置開発", *室蘭工業大学紀要*, Vol.63, pp.111-115 (2014).
- [7] 沖真帆, 他, "MediAlarm: 多様な目覚めを支援する起床支援インタフェース", *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol.13, No.4, pp.323-334 (2011).
- [8] Raspberry Pi, <http://www.raspberrypi.org/> (2014).
- [9] Meet hue, <http://www2.meethue.com/ja-jp/> (2014).
- [10] Arduino Ethernet, <https://www.arduino.cc/> (2014).