

太陽による明暗サイクルに準じた 時差ボケ対策のための IoT 照明デバイスの提案

木川信款^{†1} 栗原渉^{†2} 韓旭^{†2} 阪口紗季^{†2} 串山久美子^{†2}

概要: 時差ボケの対策として、「現地の時刻（明暗サイクル）に合わせるように、生活リズムを調節する」という方法がある。これまで、時差を考慮した生活を支援するアプリケーションが配信されてきたが、情報の提示は画面上のみに留まり、ユーザがその都度画面を確認する必要がある。そこで本研究では、日常の中で遠隔地の状況を伝えるデバイスの研究を参考にしながら、日常の中で時差に関する情報を提示できるシステムを検討する。その上で、地球上における位置の把握に優れた地球儀をインタフェースとして採用し、地球儀を回転させて任意に地点を指定する操作に対して、その地点の太陽による明暗サイクルを生活の指標として提示する、地球儀型の IoT 照明デバイスを提案する。

1. はじめに

海外渡航につきものである時差ボケは不眠や倦怠感、頭痛などのさまざまな症状を引き起こし、海外渡航において支障をきたす可能性がある。時差ボケは航空機などによる高速移動によって、体内時計と現地の時刻（明暗サイクル）とが急激にずれることによって発症する。そのため、生活リズムとともに自身の体内時計を事前に調節し、そのずれを抑えておくことで、時差ボケの影響を軽減できると考えられている[1]。ただし、現地の時刻（明暗サイクル）に合わせるように生活リズムを調節するためには、日常の中で現地との時差を考慮しながら生活する必要がある。

これまで、時差を考慮した生活を支援するアプリケーションはいくつか配信されてきた。しかし、情報の提示は画面上のみに留まり、情報を取得するためにはユーザが自発的に、あるいは通知に対してその都度画面を確認する必要がある。そこで本研究では、日常の中で遠隔地の状況を伝えるデバイスの研究[2][3]を参考にしながら、日常の中でより自然に情報を提示できるシステムを検討する。このシステムを用いて時差に関する情報を提示することが可能になれば、ユーザの生活行動を阻害することなく、日常の中で時差を意識させることができる。

また、本研究では、インタフェースとして地球儀に着目した。地球儀は平面の地図に比べ、地球上における位置の認識において優れている。そのため、マウスやキーボードといった入力デバイスを操作するのではなく、地球儀を手で直接回転させ、現在地からの移動距離や移動方向を認識しながら操作することで、「どの程度時差が発生し、生活リズムが早まる/遅れるのか」といった、時差に関する認識の向上が期待される。これを踏まえ、本研究では、地球儀を回転させて任意に地点を指定する操作に対して、その地点の太陽による明暗サイクルを生活の指標として提示する、

地球儀型の IoT 照明デバイスを提案する。

2. 関連研究・先行事例

2.1 日常の中で遠隔地の状況を伝えるデバイス

これまで、日常の中で遠隔地の状況を伝えるデバイスがいくつか提案されてきた。川原らは、遠隔地に設置された照明に対して、時差の分タイミングをずらして明るさを同期させる AsyncLamp を提案した[2]。この研究では、遠隔地に設置された家具の使用状況を伝達することで、そこに暮らす相手の存在や状態をさりげなく知らせることを目的としている。また、Haines らは、富士山頂の気温と噴火警戒レベルをインターネットから取得し、それらを光と音によって提示する Fuji-chan を提案した[3]。この研究では、Fuji-chan の制作を通して、日常の中でより自然に災害情報を取得できる仕組みづくりを目指している。

本研究では、これらのデバイスが照明や置物といった生活に溶け込む形で存在しながら、遠隔地の状況を伝えている点を参考にする。その上で、日常の中でより自然に時差に関する情報を提示できるシステムの実現を目指す。

2.2 日時に応じた自然光を再現する照明

太陽による明暗サイクルは、生物学において体内時計と深い関わりを持つだけでなく、「もう外が明るいから洗濯物を干そう」「暗くなる前に家に帰ってきなさい」など、人々の生活行動の指標として用いられてきた。そこで、生活リズムの調節を目的に、日時に応じた自然光を再現する照明がいくつか提案されている。Sunlight Inside[4] や Dyson Lightcycle Morph[5]は、現在地の日時に応じた自然光を再現し、1日のさまざまな生活シーンに対して適切な光を提示することで、生活リズムの調節を支援している。

ただし、これらの照明が想定しているのは現在地における自然光及び明暗サイクルの提示である。本研究では、ユ

^{†1} 東京都立大学システムデザイン学部

^{†2} 東京都立大学大学院システムデザイン研究科

ユーザが任意に地点を指定する操作に対して、遠隔地も含めた地点の太陽による明暗サイクルをインタラクティブに提示するシステムを検討する。

2.3 身近な実物体を利用したインタフェース

石井らは、テーブル上に置かれたボトルの蓋を開けることで、それぞれのボトルに応じた音が鳴り、テーブル表面の色が変化する musicBottles を提案した[6]。この研究では、身近な実物体であるボトルと、「ボトルの蓋を開ける」という慣れ親しんだ操作を用いることで、生活に溶け込むインタフェースの実現を目指している。また、李らは身近な実物体である風船に着目し、風船を手で叩いたり押ししたりすることで、風船の位置に応じた音楽が演奏される Fuuwa を提案した[7]。このシステムでは、実物体の風船をインタフェースに採用し、「風船を浮き沈みさせる」操作を用いることで、体感的な音楽演奏を可能にしている。

そこで本研究では、実物体の地球儀をインタフェースに採用し、「地球儀を回転させる」操作を用いることで、地球儀が地球上における位置の認識に優れている点を活用できるインタフェースの実装を目指す。

3. 提案デバイス

本研究では、ユーザが任意に指定した地点の太陽による明暗サイクルを提示する、地球儀型の IoT 照明デバイスを提案する。時差ボケ対策として生活リズムをずらす際には、1日1時間程度が目安とされている。また、時差ボケは4、5時間以上の時差がある場合に発症しやすいと考えられている[8]。そのため、現地の時刻と自身の生活リズムとのずれが4、5時間を下回るまでの日数分、渡航前に本デバイスを用いて1時間ずつ生活リズムをずらしていくのが望ましい。そこで、就寝前又は起床後に地球儀を現地に向けて15度程度ずらし、生活の指標とするための、太陽による明暗サイクルの参照地点が真上に位置するように台座に置くことを使用方法とした。また、設置場所については、ユーザの生活シーンに合わせて本デバイスをリビングや自室などに持ち運び、設置することを想定している。その際には、提示する光の視認性の観点から、日当たりの良い窓辺や他の照明付近は避けるのが望ましい。

4. 実装

4.1 デバイス概要

本研究では、ユーザの生活シーンに合わせて柔軟に設置場所を変更できるように、持ち運びが可能な照明デバイスとして試作を行った。本試作では、マイコンにかかる負荷を軽減するために処理を分担させ、太陽に関する情報と現在時刻の取得、及び照度の計算にはマイコンボード(ESP32-DevkitC)を用いた。また、経緯度の取得及びLED

の制御にはマイコンモジュール(M5StickC)を用いた。地球儀には、富加順実業株式会社のFUN GLOBE(PC-811HS3)を加工して用いた。本システムでは、マイコンモジュールが内蔵された地球儀を回転させ、台座に置くことで真上にあたる地点の経緯度が取得される。そして、マイコンボードがその経緯度を受け取ると、各種情報の取得と照度の計算を行い、結果をマイコンモジュールに返す。その後、指定された照度や現在時刻などをもとに、マイコンモジュールを取り囲むように設置されたLEDを制御し、指定された地点の太陽による明暗サイクルを提示する。デバイスの外観を図1に、デバイス内部の部品を図2に示す。また、デバイス概要図を図3に、システム構成図を図4に示す。

4.2 経緯度の取得

経緯度(姿勢角)の算出には、加速度と角速度の両方の値を用いるのが望ましい。そのため、加速度センサとジャイロセンサが一体化した、マイコンモジュール内の6軸センサ(MPU6886)を用いた。センサが地球儀の回転を検知した後、再び回転が静止した際に地球儀の真上にあたる地点を現在の経緯度として取得する。そして、前回の経緯度との差が一定以上の場合、その経緯度を採用し、Bluetoothによるシリアル無線通信を用いてマイコンボードに送信する。また、LEDの制御に用いる情報を更新するために、地球儀が静止したままの状態であっても、10分間隔でその地点の経緯度をマイコンボードに送信する。



図1 デバイスの外観

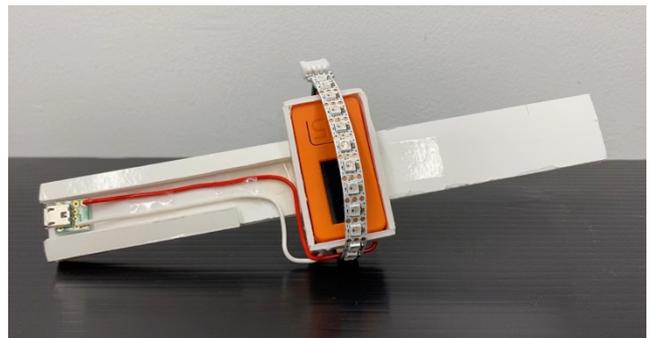


図2 デバイス内部の部品

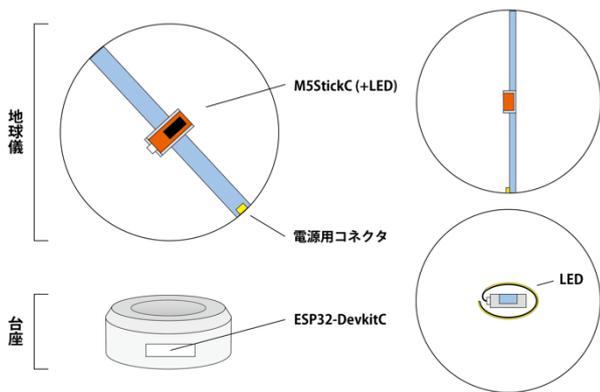


図 3 デバイス概要図

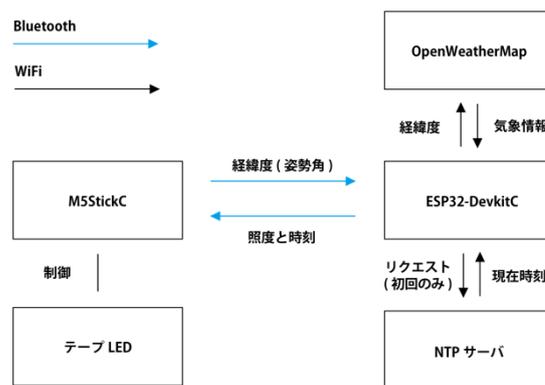


図 4 システム構成図



図 5 LED の変化の様子

4.3 照度の計算

太陽による照度は日射量から求められ、太陽高度と正の相関を持つ[9]。そのため、本システムでは太陽高度の値をLEDの明るさに変換している。マイコンボードが経緯度のデータを受け取ると、OpenWeatherMap[10]にリクエストを送り、その地点の太陽に関する情報を取得する。また、同時にNTPサーバから現在時刻を取得する。その後、太陽赤緯と緯度を用いて正中高度を計算し、LEDの最大照度を設定する。さらに、太陽の正中時刻を最大照度として、日の出・日の入り時刻と現在時刻の比較から現在の照度を設定する。計算処理を終えると、マイコンモジュールに日の出時刻・日の入り時刻・現在時刻・現在の照度を送信する。

4.4 LEDの制御

マイコンモジュールが各種データを受け取ると、それらをもとにLEDの色と明るさを制御し、指定された地点の現時点における太陽の様子を光で提示する。一例として、東京の午前0時にロンドン（時差：約9時間）を指定した場合は、ロンドンにおける午後3時時点の太陽の様子が提示される。本システムでは、日の出時刻にLEDが赤橙色に点灯し、橙色や黄色などを経て、白色に向けて色が徐々に変化する。そして、日中は受信した照度データをもとに明るさが変化し、日の入りの際には日の出と逆の順番でLEDの

色が変わる。LEDの変化の様子を図5に示す。

5. おわりに

本研究では、時差を考慮した生活の指標として、指定された地点の太陽による明暗サイクルを提示する、地球儀型のIoT照明デバイスを提案した。本研究で制作した試作では、地球儀の真上にあたる位置を指定する地点としているが、この方法では現在指定している地点がやや曖昧である。そのため、台座にスコープを取り付けるなど、現在指定している地点をユーザが正確に認識できる仕組みを実装する必要がある。また、LEDの照度の設定について、本システムでは最初に最大照度を設定した後、日の出から日の入りまでの時間経過に対して照度をマッピングする形で現在の照度を簡易的に設定している。そこで、今後は1日における太陽高度の変化を照度の計算に組み込み、太陽による明暗サイクルのより正確な表現を目指す。その上で、ユーザによる評価実験を行い、本システムが提示した光から遠隔地の時間帯を推測できるか検証する予定である。

参考文献

[1] Kori, H., Yamaguchi, Y., Okamura, H.. Accelerating recovery

from jet lag: prediction from a multi-oscillator model and its experimental confirmation in model animals. *Scientific Reports*, 2017, vol. 7, 46702.

- [2] 川原夕季, 辻田眸, 塚田浩二, 椎尾一郎. AsyncDecor: 時差を考慮した遠隔コミュニケーション支援システム. *インタラクシオン 2011 論文集*, 2011, vol. 2011, no. 3, pp. 707-710.
- [3] Haimes, P., Baba, T., Sudo, H., Kushiyama, K.. Fuji-chan: A unique IoT ambient display for monitoring Mount Fuji's conditions. *MMSys'17: Proceedings of the 8th ACM on Multimedia Systems Conference*, 2017, pp. 246-249.
- [4] "Sunlight Inside: Sunlight Lamp - Natural Light Lamp for Better Health". <https://www.sunlightinside.com>, (参照 2022-12-6).
- [5] "Dyson Lightcycle Morph | Dyson Light". <https://www.dyson.co.jp/lighting/lightcycle-morph.aspx>, (参照 2022-12-6).
- [6] Ishii, H., Mazalek, A., Lee, J.. Bottles as a minimal interface to access digital information. *CHI '01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2001, pp. 187-188.
- [7] 李林媛, 串山久美子. Fuuwa:浮遊型風船を用いた動きに再現性のある音楽演奏タンジブルユーザインタフェースの提案. *インタラクシオン 2020 論文集*, 2020, 2A-09, pp. 539-542.
- [8] 佐々木三男, 遠藤四郎, 高橋敏治, 大滝紀宏, 森温理. 時差による睡眠障害の時間生物学的研究. *日本生気象学会雑誌*, 1984, vol. 21, no. 1, pp. 43-51.
- [9] 小宮英孝. 光環境の総合研究: 太陽光の有効活用を目的とした野外照度・日射量の測定と模型実験. *大林組技術研究所報 (大林組)*, 1980, no. 21, pp. 135-139.
- [10] "Current weather and forecast - OpenWeatherMap". <https://openweathermap.org>, (参照 2022-12-6).