

## 勉強に適した明るさに自動制御する家庭用電動ブラインドシステムの検討

金子 佐代<sup>†</sup> 酒井 貴洋<sup>†</sup> 熊倉 悠介<sup>†</sup> 相原 和維<sup>†</sup> 堀 優樹<sup>‡</sup> 三栖 貴行<sup>†</sup> 一色 正男<sup>†</sup>神奈川工科大学<sup>†</sup>株式会社ニチベイ<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

太陽光を屋内に取り入れ、積極的に浴びることにより生活リズムの調整や知的生産性の向上の報告が挙げられている<sup>(1)</sup>。一般の住宅に普及している手動型ブラインドはスラット角度等自動には変化しない。太陽高度に応じてブラインドのスラット角度を自動で変化させることで屋内環境への採光量の制御が可能となる。しかし太陽光は季節や場所により地上への入射角が変化するために建築構造のみでの採光、及び住宅で新たな照明環境を構築することは困難と考えられる。そこで、電動ブラインドや一般照明を用いた家庭用電動ブラインドシステムの研究・開発が行われている<sup>(2)</sup>。

本稿では住宅への導入を容易にするため、HEMSの国際規格ECHONET Liteを用いてiPadから電動ブラインドにコマンドを送信及び制御が可能な自動制御プログラムを開発した。電動ブラインドで勉強に適した机上面照度に自動制御するために3方向を同時に測定可能な照度実験室でシステムの有効性を確認したので報告する。

## 2. 家庭用電動ブラインド制御システムの概要

Fig. 1に家庭用電動ブラインド制御システムの概要を示す。Node-REDとはAPIやオンラインサービス、デバイスなどの機能を繋げてアプリケーションを作成していくプラットフォームである。イベント化された入出力を扱うJavaScript環境のNode.js内で動作する。ノードと呼ばれる組み合わせ可能なブロックをパレットに配置、接続しながらフロー定義しプログラムの処理を実行できる<sup>(3)</sup>。

Node-RED内の制御プログラムをRaspberry Piに格納し、iPadから電動ブラインドと通信した。

## 3. Node-REDにおける家庭用電動ブラインド制御プログラム

Fig. 2にNode-REDで作成した自動制御プログラムの概要を示す。現在時刻、県庁所在地から

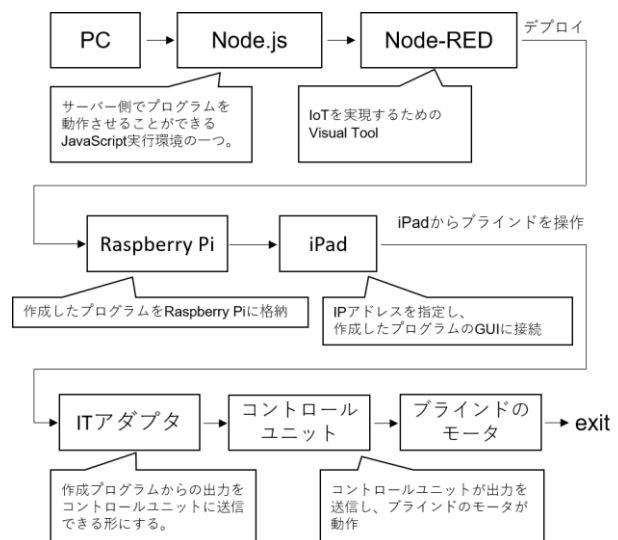


Fig. 1 家庭用電動ブラインド制御システムの概要

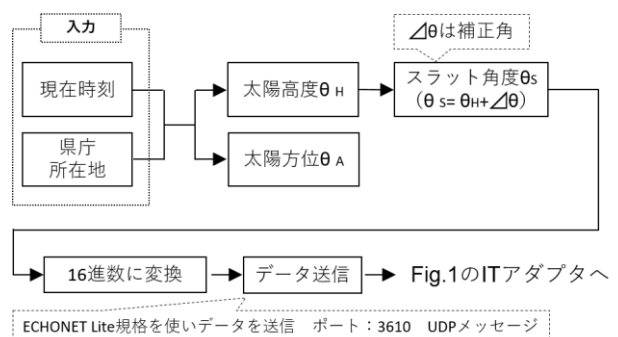


Fig. 2 Node-REDで作成した自動制御プログラムの概要

リアルタイムに太陽高度  $\theta_H$  と太陽方位  $\theta_A$  を算出している。スラット角度  $\theta_s$  は太陽高度  $\theta_H$  に補正角  $\angle\theta$  を加えた  $\theta_s = \theta_H + \angle\theta$  と定義する。

## 4. 制御プログラムの実証実験

## 4.1 実験方法

家庭用電動ブラインドの制御プログラムの検証のために照度実験室を製作した。Fig. 3に照度実験室のレイアウトを示す。照度実験室は内法寸法：縦 1365×横 1365×高さ 1200mm で、1 部屋を 4.5 畳としたときの 1/2 スケールで製作した<sup>(4)</sup>。太陽光が当たる東、南、西の三方向の側面に窓

Consideration of brightness automatic control system for household motorized blinds especially for studying.

Kanagawa Institute of Technology<sup>†</sup>

Nichibeï<sup>‡</sup>

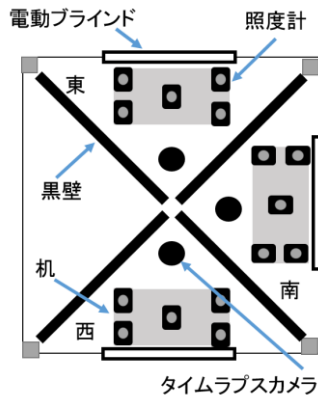


Fig. 3 照度実験室のレイアウト

を設け、透過率が窓ガラスと同じアクリル板を使用した。学習機の 1/2 スケールの机を製作し、各窓の正面に配置した。各机上面照度の測定は 5 点法とした。照度実験室は他の窓からの太陽光の干渉を避けるために、黒色の壁で 4 つの空間に区切った。本実験では一般家庭での勉強に適した机上面照度を 1500lx とする<sup>5)</sup>。

ブラインドを降ろした後、Node.js からの制御信号はルーター経由で電動ブラインドに送信し 1 分毎にスラット角度  $\theta_S$  を設定した。その後机上面照度を測定し、システムの有効性を確認した。

#### 4.2 実験結果および考察

1500lx 以上の照度が出ている太陽高度  $\theta_H$ 、太陽方位  $\theta_A$  を知るために 2019 年 1 月 9 日の晴天にブラインドを開放し照度を測定した。Table 1 にブラインド開放における目標値以上の照度が得られる時刻 T と太陽高度  $\theta_H$ ・太陽方位  $\theta_A$  を示す。太陽が東側（太陽方位  $\theta_A=0\sim 180$  度の間）に存在しても一定の太陽高度  $\theta_H$  がなければ、1500lx に満たなかった。

Fig. 4 に補正角  $\angle\theta$  による東窓の机上面平均照度  $Y_{east}$  の相違を示す。2018 年 12 月 29 日と 2019 年 1 月 5 日の晴天時に補正角  $\angle\theta=0$  と  $\angle\theta=10$  で測定した。Table 1 から時刻 T が 7:45~11:00 のとき目標照度以上に到達する。太陽高度  $\theta_H$  のみの制御における測定時間内の最大机上面照度  $Y_{east}$  は時刻 T が 8:30~8:45 のとき目標照度の 68%(1026lx) に到達し、太陽高度  $\theta_H+10^\circ$  では時刻 T が 9:15 のとき目標照度の 93%(1401lx) に到達した。

勉強に適した机上面照度の実現には太陽方位  $\theta_A$  毎に補正角  $\angle\theta$  は変動すると思われる。また、Table 1 から窓の方角、太陽高度  $\theta_H$  の値によっても机上面照度は変化するため、太陽方位  $\theta_A$  だけでなく電動ブラインド設置窓の方角と太陽高度  $\theta_H$  の値によっても  $\angle\theta$  は変動する。よって今後も照度実験を行い、目標値の到達だけでなく到達時間帯を増加させるための検討を行っていく。

Table 1 ブラインド開放時に目標値以上の照度が得られる時間帯と太陽高度  $\theta_H$ ・太陽方位  $\theta_A$

時刻 T	照度 [lx]	太陽高度 $\theta_H$ [°]	太陽方位 $\theta_A$ [°]
7:45	1956	9	125
8:15	11477	13	130
8:45	16726	18	136
9:15	23717	22	142
9:45	6715	25	148
10:15	4896	28	155
10:45	3975	31	163
11:00	1515	31	167

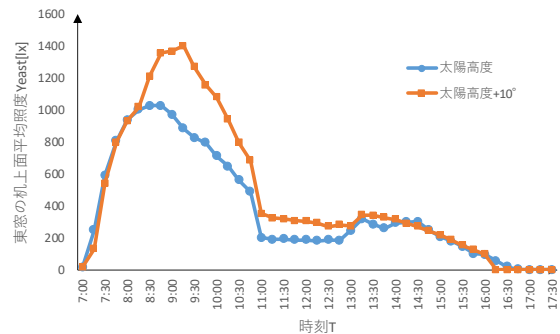


Fig. 4 補正角による東窓の机上面平均照度の相違

#### 5. 結論

勉強に適した明るさに自動制御する家庭用電動ブラインドシステムの検討を行い、以下の結果が得られた。

- 1) 電動ブラインドで勉強に適した机上面照度に自動制御するために 3 方向を同時に測定可能な照度実験室を製作した。
- 2) Node-RED と ECHONET Lite を用いた家庭用電動ブラインド制御システムを構築した。
- 3) 太陽高度  $\theta_H$  のみで目標照度の 68%(1026lx) となり、補正角  $\angle\theta$  を入れた太陽高度  $\theta_H+10^\circ$  では目標照度の 93%(1401lx) に到達できたことから補正角  $\angle\theta$  の有効性を確認できた。

#### 参考文献

- (1) Y. Sato, T. Ikaga, K. Harimoto, K. Ochiai, M. Ichihara, T. Tawada, E. HANTANI, “午前中の昼光照明が知的生産性に与える影響の被験者実験,” 日本建築学会関東支部研究報告集 80(II), pp.9-12, (2010)
- (2) T. Taniguchi, T. Iwata, and D. Ito, “Method of Automated Blind Control Based on PGSV Taking Account of Surrounding Objects,” *Illum. Engng. Inst. Jpn.*, Vol. 98 No. 5, pp. 215-217. (2014)
- (3) Node-RED ホームページ <https://nodered.org/>
- (4) [http://www.rftc.jp/kiyak/pdf/231111DK\\_LDK.pdf](http://www.rftc.jp/kiyak/pdf/231111DK_LDK.pdf) 不動産公正取引協議会連合会 DK・LDK の広さ(畳数)の目安となる指導基準
- (5) 三栖貴行, 坂本優大, 杉村博, 一色正男, 堀優樹, 今吉秀幸, “電動ブラインドのスラット色の変更による室内明るさ感への影響,” 平成 29 年度光源・照明システム分科会論文集, LS-17-02, pp.6-9, (2017)