

スマートフォンの照度センサを用いた知的照明システムの基本的検証

東 陽平
Yohei AZUMA

1 はじめに

我々はオフィス環境において知的生産性と消費エネルギー性の向上を目的とした知的照明システムの研究を行っている¹⁾。知的照明システムでは、各オフィスワークが要求する明るさ(照度)を実現するために照度センサを用いている。知的照明システムで用いている照度センサは有線式や無線式のものなど様々な形式が存在する。

一方、近年では高性能な携帯電話としてスマートフォンが普及している。スマートフォンには様々なセンサが搭載されており、照度センサも内蔵されている。そこで、知的照明システムの照度センサとしてスマートフォンを用いることを考える。これにより、スマートフォンに内蔵された様々なセンサを用いた新たな制御方式の提案、容易な機能追加、また照度センサの導入台数削減によるコストの低下が可能となる。本研究では、知的照明システムにおいてスマートフォンに内蔵されている照度センサを用いた照度制御が可能であるか基本的な検証を行う。

2 知的照明システム

知的照明システムは、照明、照明制御装置、照度センサおよび電力センサから構成されており、これらのハードウェアをネットワークで接続している。ネットワーク化により、照度センサおよび電力センサからの情報を取得することができる。制御アルゴリズムには山登り法を基盤とした適応的の近傍アルゴリズム(Adaptive Neighborhood Algorithm with Regression Coefficient: ANA/RC)を用いている^{2, 3)}。

3 スマートフォンを用いた知的照明システム

現在、知的照明システムでは専用の照度センサを用いて制御を行なっている。これらの照度センサには有線式のほか ZigBee 無線通信規格を用いた無線式のものがある。一方、近年では様々なセンサが内蔵されているスマートフォンが普及している。スマートフォンには照度センサも内蔵されており、知的照明システムの制御に用いる照度センサの選択肢の一つと考えられる。照度センサとしてスマートフォンを用いることで、無線式照度センサと同様にケーブルレスな環境を実現できる。内蔵されているその他のセンサを用いた付加的制御や容易なソフトウェアの改修・機能追加など機能性・保守性にも優れる。また、照度センサの導入台数削減に伴う導入コストの低下などの利点が挙げられる。そこで、本研究ではスマートフォンを照度センサとして用いる知的照明システムを構築し、その性能検証を行った。なお、システム構築には複数台の調達の容易性からタブレットを用いた。

4 検証実験

4.1 照度収束実験

構築システムにおいて、各タブレットに目標の照度を設定し照度が収束するか実験を行った。実験では、Panasonic 社製 LED 9 灯および Android タブレットの XOOM (MOTOROLA 社製)を用いた。実験環境および実験器具の配置を Fig. 1 に示す。3 パターンの目標照度を与え照度収束実験を行った。なお、各照明の初期点灯光度は 100% に設定し、各タブレットに対する影響度を既に学習しているものとする。各パターンにおける目標照度の設定値および照度収束後のタブレットでの計測照度を Table 1 に示す。また、照度収束後、タブレットで計測された照度に正確性があるか検証するため照度計を用いてタブレット設置点の照度を計測した。計測に用いた照度計は東京光電製の ANA-F11 (一般型 A 級照度計: JIS C 1609-2 に準ずる)である。照度計で計測した照度についても Table 1 に示す。

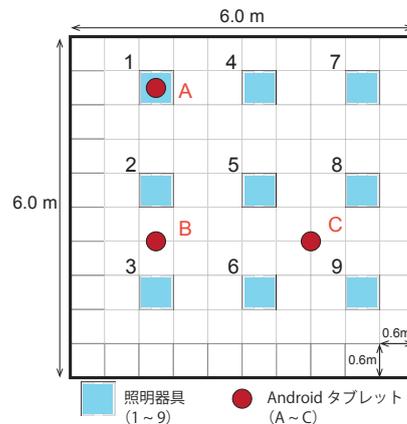


Fig.1 実験環境 (平面図)

Table1 目標照度の設定と照度収束後の計測照度

		A [lx]	B [lx]	C [lx]
試行 1	目標照度	300	500	700
	XOOM 計測値	315	504	704
	ANA-F11 計測値	248	502	420
試行 2	目標照度	500	700	300
	XOOM 計測値	504	504	315
	ANA-F11 計測値	291	491	226
試行 3	目標照度	700	300	500
	XOOM 計測値	704	315	504
	ANA-F11 計測値	323	321	308

Table 1 より、試行 2 のタブレット B を除いて、計測された照度が目標照度を満たしていることが確認できた。試行 2 のタブレット B の照度が目標照度を満たさなかった。

た要因として、タブレット B とタブレット C に設定された目標照度に大きな差があること、影響度の観点からタブレット C の目標照度を優先的に満たそうと動作する照明が多いということが考えられる。

Table 1 の試行 1 に関して、各タブレットの照度履歴を Fig. 2 に示す。なお、Fig. 2 における縦軸は照度 [lx]、横軸は経過ステップ数を示しており、1 ステップがおよそ 2 秒に該当する。Fig. 2 より、制御開始からおよそ 50 ステップ後に各タブレットの計測照度が目標照度の ± 50 lx 以内に収まっていることが確認でき、各タブレットに関して目標照度が満たされていると考えられる。また、目標照度収束後も目標照度から ± 50 lx 以内で安定していることが確認できた。

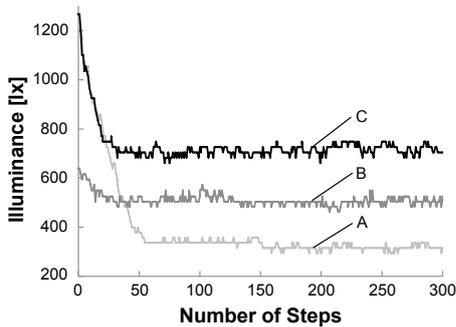


Fig.2 各タブレットの取得照度の履歴

次に、Table 1 の各試行において XOOM および ANA-F11 で計測された照度に大きな差があることも確認できた。つまり、タブレットを用いて制御を行った際、目標照度へ収束した場合でも適切な照度を実現できていないことを示している。

4.2 照明点灯パターンの再現性に関する検証

前述のとおり、タブレットの計測照度に正確性がないことが確認できた。しかしながら、オフィスワークが段階的に目標照度を変更することで計測地点の照度が変化する。その結果として、実際の照度は確認できないがオフィスワークの要求する照度を実現できる。したがって、タブレットを用いた場合の照明点灯パターンを既存の照度センサを用いた際でも再現可能であれば、従来と同様に任意の照度を実現できると考えられる。そこでタブレットを用いた場合の点灯パターンを再現できるか検証するため、照度計を用いた照度収束実験を行った。

実験では、照度計として ANA-F11 を用い、Table 1 に示した ANA-F11 の計測照度を目標照度とした。各試行における照度収束後の照明点灯パターンを Fig. 3, 4 および 5 に示す。各図の (a) は Table 1 で観測された点灯パターンであり、(b) は本実験で観測された点灯パターンである。なお、各照明の光度を円の大きさを用いて表しており、最大点灯光度を 100% としたときの点灯光度を表示している。また、各点灯パターンにおける消費電力量を Table 2 に示す。

Fig. 3, 4 および 5 より、照明点灯パターンが酷似していること、また Table 2 より、消費電力量に大きな差が無

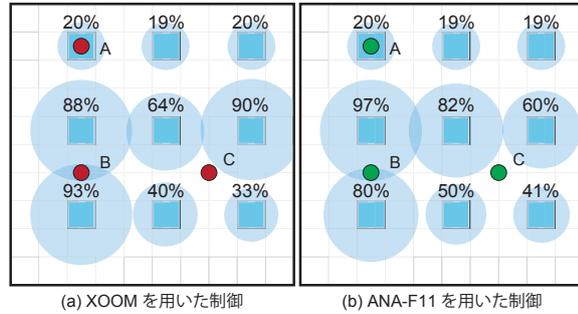


Fig.3 試行 1 における点灯パターン

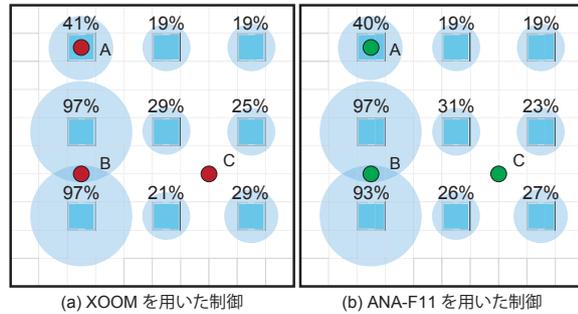


Fig.4 試行 2 における点灯パターン

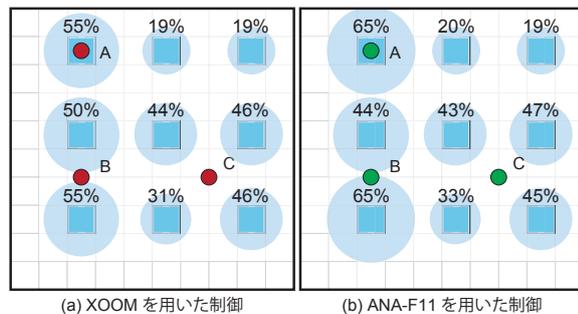


Fig.5 試行 3 における点灯パターン

Table2 各照明点灯パターンにおける消費電力量

	XOOM による制御 [W]	ANA-F11 による制御 [W]
試行 1	178.9	178.3
試行 2	145.9	145.6
試行 3	136.4	142.8

いことが確認できた。以上により、タブレットを用いた際の照明点灯パターンを照度計を用いた際でも再現可能であるといえる。これまでの知的照明システムでは目標照度を数値で指定していたが、スマートフォンあるいはタブレットを用いる際は目標照度を不可視にする、つまり現在より低照度かあるいは高照度かといった選択のみに制限することで、任意の照度を実現することができる。

参考文献

- 1) 三木光範, 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム, 人工知能学会誌, Vol.22, No.3, pp.399-410, 2007.
- 2) S.Tanaka, M.Miki, T.Hiroyasu, M.Yoshikata, An Evolutional Optimization Algorithm to Provide Individual Illuminance in Workplaces, Proc IEEE Int Conf Syst Man Cybern, Vol.2, pp.941-947, 2009.
- 3) 小野景子, 三木光範, 米澤基, 知的照明システムのための自律分散最適化アルゴリズム, 電気学会論文誌, Vol.130, No.5, pp.750-757, 2010.