

知的照明システムにおけるディスプレイの輝度を考慮した照明制御手法の検討

松田 杏奈
Anna MATSUDA

1 はじめに

近年、オフィス環境を改善することにより、執務者の知的生産性、創造性、およびストレスの軽減などが期待されている¹⁾。その中でも我々は光環境に着目し、各執務者が要求した明るさを実現する知的照明システムの研究を行っている²⁾。

光環境を構成する要素には照度や輝度などがあり、それらを考慮することで執務者の快適性が向上する³⁾。特に、人の目に入ってくる光の量を表す輝度は、ディスプレイの出力内容により大きく変化する⁴⁾。そのため、快適に執務を行うには、作業内容に合わせ、輝度を制御する必要がある。

そこで、輝度を計測できる輝度計やカメラを用い、執務者の視野内輝度分布を評価することにより、快適な光環境を提供する知的照明システムが提案された⁵⁾。しかし、輝度計測器やカメラを用いる場合は、調達および設置に手間がかかるため、実オフィスへの導入において現実的ではない。そこで、本研究ではこれらの先行研究を踏まえ、実オフィス導入の際に必要な輝度計測を、輝度計を用いずに行う手法を検討する。

2 知的照明システム

知的照明システムは、任意の場所に必要な明るさを実現する照明システムである。Fig. 2 に示すように、照明器具、照明制御装置、照度センサおよび電力計を繋ぐネットワークから構成される。執務者が目標照度を設定すると、照明は人に感知されない範囲でランダムに光度を変化させ、適切な照度を実現することができる。

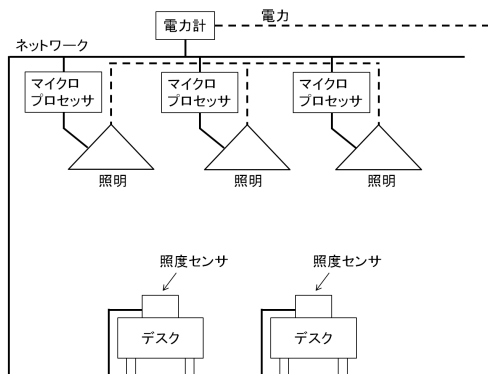


Fig.1 知的照明システムの構成

3 輝度を考慮した照明制御システムの構築

3.1 提案手法の概要

本手法では、バックライトの明るさを用いて、PC画面の輝度を計算する。あらかじめバックライトの明るさと輝度の対応付けを行い、バックライトの明るさから輝度値を算出する。また、画面輝度と選好照度の関係を明らかにする。

3.2 バックライトの明るさと輝度値の対応付け

本実験では、明るさを0%から100%までの21段階で調節可能なノートPCを用いた。ディスプレイには白色の画面を表示し、PC画面の輝度値を計測した。Fig. 2 に輝度計測実験で使用したPCのバックライトと輝度の関係を示す。

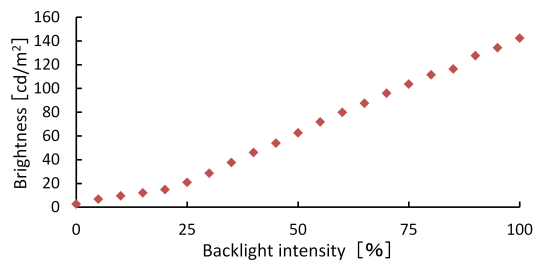


Fig.2 デ스플레이のバックライトと輝度の関係

3.3 画面輝度と選好照度の関係

執務者が最も快適にPC作業を行うことができる照度(選好照度)を求める。調光可能な白色蛍光灯15灯を用いて、机上面に300 lxから1000 lxまで提供できる実験環境を構築した。被験者は、ディスプレイを見ながら照明の明るさを調光し、選好照度を選択する。実験風景をFig. 3 示す。



Fig.3 実験風景

なお、ディスプレイのバックライトの明るさは0%、25%、50%、75%、100%の5つの段階で行なった。Fig. 4 に選好照度計測実験の結果を示す。

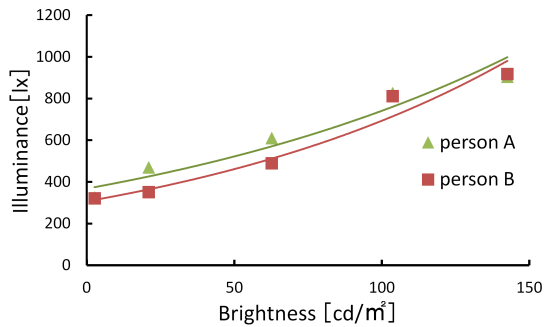


Fig.4 選好照度と近似曲線

次に、現在のディスプレイの輝度から、選好照度を算出するための回帰曲線の式を Fig. 4 から求める。選好照度算出式の一般式と、被験者 A の式を式 (1)、式 (2) に示す。

$$B_t = x \times L_d^y \quad (1)$$

$$B_t = 307.08 \times L_d^{0.0081} \quad (2)$$

B_t : 選好照度, L_d : ディスプレイの輝度

3.4 制御の流れ

バックライトの明るさから輝度値を算出し、その時の選好する照度を目標照度として知的照明システムに与えることで、快適な光環境を実現する。3.2 節、3.3 節の結果を用い、輝度を考慮した知的照明システムの流れを以下に示す。

まず、現在のバックライトの段階を PC 側から取得し、Fig. 2 に示した対応関係をもとにディスプレイの輝度を算出する。次に選好照度計測実験で求めた回帰曲線を基に、ディスプレイの輝度から選好照度を求める。そして、求めた選好照度を知的照明システムにおける目標照度とし、執務者に適切な照度を提供できるよう制御する。

4 動作実験

4.1 実験概要

本提案手法を用いて動作実験を行なった。バックライトの明るさから輝度値を算出し、その時の選好する照度を目標照度として知的照明システムに与えることで、快適な光環境を実現する。

調光可能な照明 15 灯と照度計測が可能な照度センサ 1 台を、Fig. 5 のように実験環境を構築した。

初期設定として、ディスプレイのバックライトは 50% とし、システムを実行してから 200 ステップ後に、バックライトの明るさを 15% に下げた。なお、1 ステップは 2 秒である。

4.2 実験結果

照度履歴を Fig. 6 に示す。Fig. 6 より、ディスプレイの輝度変更された時に目標照度変更され、現在照度が選好照度に収束したことが確認できた。この結果から、ディスプレイの輝度が変動した場合でも、執務者の選好する照度を提供することができた。

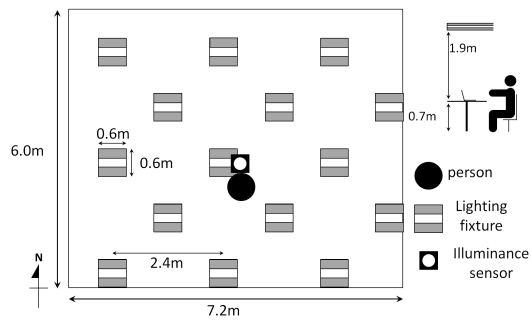


Fig.5 実験環境

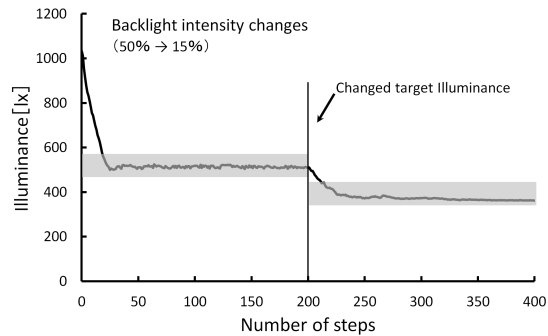


Fig.6 照度履歴

5 今後の展望

輝度は色によって変化するため、今後はディスプレイの輝度を算出する際に画面の色を考慮する必要がある。今回の実験では、PC 画面を白色とし、その輝度から目標照度を決定した。しかし、執務者が作業を行う際、必ずしも白い画面を見ているとは限らず、バックライトの段階が同じであっても画面の色によって輝度は変化してしまう。よって、執務者が見ているディスプレイの色も考慮して制御を行う必要がある。

現時点で検討しているディスプレイの色取得方法は、まずバックライトの明るさと PC 画面のスクリーンショットからディスプレイの平均輝度を算出する。算出した輝度値から、執務者の好む照度を実現するような照度制御手法を検討していく。

参考文献

- 1) 大林史明, 富田和宏, 服部瑠子, 河内美佐, 下田宏, 石井裕剛, 寺野真明, 吉川榮和. オフィスワークの生産性向上のための環境制御法の研究 - 照明制御法の開発と実験的評価. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, 2006.
- 2) 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.
- 3) 三木光範, 谷口由佳. 照度・色温度可変型照明システムの構築と執務における最適な照度および色温度. 情報科学技術フォーラム講演論文集 9(3), 523-524, 2010.
- 4) 松下進. よくわかる最新照明の基本と仕組み. 秀和システム, 2008.
- 5) 三木光範, 池上久典. 執務者の視野内輝度分布を考慮した知的照明システム.