

紙への着色を UI に用いた色光・照度制御手法の検討

大黒 智貴
Tomoki OKURO

1 はじめに

近年, LED 照明技術の急速な発展に伴い色光を制御可能なフルカラー LED 照明が登場した¹⁾. 色光を適切に制御することでユーザの作業効率向上やリラックス効果を得ることができる²⁾. また, LED 照明は蛍光灯と比べ, 省電力, 長寿命, 小型化が容易であるといった特徴を持つ. これらの理由から, 現在オフィスや家庭での利用が進んでおり, 今後 LED 照明の普及とともに色光照明が照明光として用いられることが予想される. しかし, LED 照明の色光制御の際, 外光や他の照明などの外乱が存在する. 外乱の影響を受けると, ユーザが想定する色光と実際の照明環境の色光が異なるため, 直感的な調色が容易ではない. また, LED 照明の制御には情報機器の操作が必要であり, 情報機器の操作に不慣れなユーザでも照明の調色が行えるよう, 直感的な制御手法の提案が求められる.

外乱の影響を抑え, LED 照明の色光を直感的に制御する手法として, 照明制御の UI として紙への着色を用いた研究が存在する³⁾. しかし, LED 照明の光度が変更できないため, ユーザが求めている照度を提供することが出来ない. そこで, 本研究では色光と照度を直感的に制御する手法として, 紙への着色を UI に用いた色光・照度制御システム (Color-lighting and Illuminance Control System using Colored Paper User Interface: CICS/CPUI) を構築し, 照明環境の照度変化について検証を行う.

2 紙への着色を用いた色光・照度制御システム

2.1 システムの概要

CICS/CPUI は着色を行った紙を UI としてビジョンセンサでセンシングすることにより, ユーザの要求する色光・照度を実現する. CICS/CPUI の構成図を Fig.1 に示す.



Fig.1 CICS/CPUI のシステム構成図

CICS/CPUI はビジョンセンサ, LED 照明, および制御用コンピュータを同一ネットワーク上に接続して使用する. UI として用いる紙はビジョンセンサの認識範囲内に設置して使用する.

2.2 UI とそのセンシング手法

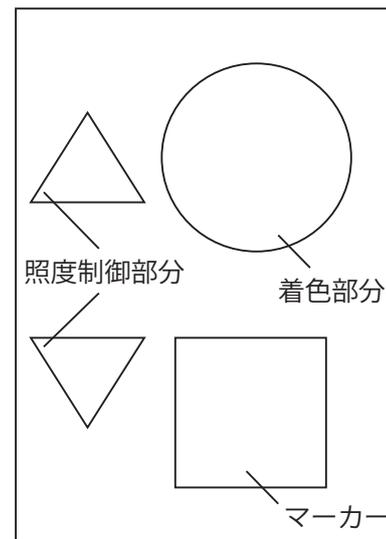


Fig.2 CICS/CPUI の UI

CICS/CPUI の UI を Fig.2 に示す. UI には着色部分とマーカーおよび照度制御部分がある. 調色制御の際は, 着色部分にユーザが要求する色を着色する. 着色部分内の色情報をビジョンセンサでセンシングすることにより, ユーザが要求する色を認識する. また, マーカーの色情報をビジョンセンサでセンシングすることにより, 現在の色光環境を認識することができる. 得られた2つの色情報を用いてフィードバック制御を行う. また, 照度制御部分に手をかざすことにより, 照度の制御を行うことができる.

2.3 制御アルゴリズム

CICS/CPUI の制御は, ビジョンセンサを用いて定期的に UI をセンシングし, 制御用コンピュータへ画像を送信した後, 送信された画像を解析することで行う.

色光の制御手法は, UI の着色部分の色情報とマーカーの色情報を元にしたフィードバック制御である. フィードバック制御を繰り返し行うことで目標の色光環境を提供する. CICS/CPUI で目標の色光探索を行うために用いた目的関数を式 (1) に示す.

$$f_i = \sqrt{(L^* - L'^*)^2 + (a^* - a'^*)^2 + (b^* - b'^*)^2} \quad (1)$$

L^*, a^*, b^* : 目標の色光の色情報

L'^*, a'^*, b'^* : 現在の色光の色情報

CICS/CPUI は式 (1) で形式化した目的関数を最小化するように制御を行うことで、目標の色光を実現する。

次に、CICS/CPUI における色光・照度制御の流れを示す。色光制御を行う際、ユーザが UI 上の照度制御部分に手を触れることで、照度制御のプロセスが動作する。

- (1) LED の色光を白色光にして点灯
- (2) ユーザが目標とする色を UI に着色
- (3) ビジョンセンサが取得した UI 画像を解析し、ユーザが要求する色の色光情報を取得
- (4) 色光情報を元に照明を調光
- (5) ビジョンセンサが取得した UI 画像を解析し、現在の色の色光情報を取得
- (6) (5) の色情報を元に目的関数を算出
- (7) 色光を任意の閾値内でランダムに変化
- (8) ユーザが照度制御部分に手を触れたと認識した場合、照度を上げる（下げる）
- (9) ビジョンセンサが取得した UI 画像を解析し、現在の色の色光情報を取得
- (10) 目的関数を算出し、評価値が改善している場合は (5) へ
- (11) 評価値が悪化した場合は前の色光に戻し (5) へ

これを繰り返し行うことで、ユーザの要求する色光・照度環境を提供することができる。

3 評価

3.1 実験概要

CICS/CPUI を用いた場合における照明環境の照度制御の実現について検証する。検証実験は CICS/CPUI を用いて LED 照明の光度を変化させ、LED 照明直下の机上面の照度値を評価値に用いて、照明環境の照度の制御が実現できているかを評価する。使用機器は、Philips 製フルカラー LED 照明 Hue1 台、ビジョンセンサ 1 台および制御用コンピュータ 1 台である。また、着色画材にはサクラクレパス クレパス太巻 16 色を使用した。実験時間はそれぞれの色につき 5 分間であり、開始後 1 分間は照度制御を行わず、次の 1 分間で照度を最大まで上げ、1 分間待ち時間を設けた後、次の 1 分間で照度を最小まで下げ、さらに 1 分間待ち時間を設けた。

3.2 実験結果

使用した色の中で、UI に描く色を黄色とした場合の照度・色差の履歴を Fig.3 に示す。また、UI に描く色を緑とした場合の照度・色差の履歴を Fig.4 に示す。

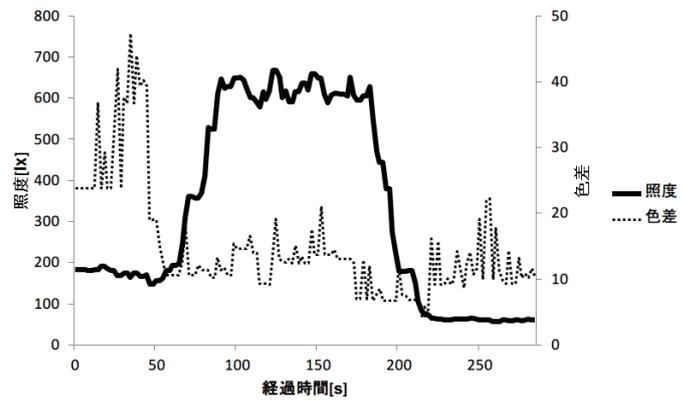


Fig.3 着色画材に黄色を用いた場合の照度・色差の履歴

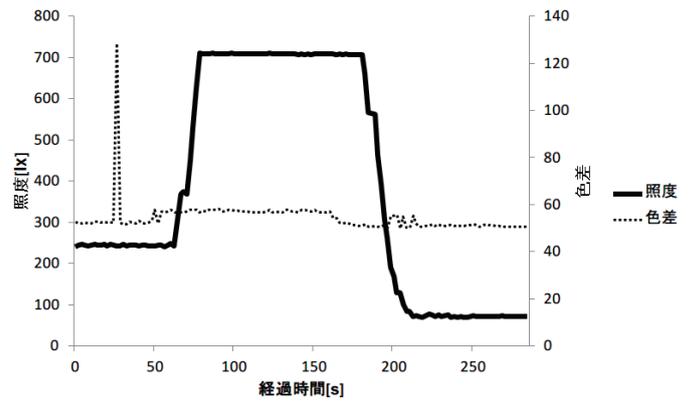


Fig.4 着色画材に緑色を用いた場合の照度・色差の履歴

3.3 考察

Fig.3, Fig.4 から実験概要で述べた照度値の制御が実現できていることがわかる。また、それぞれの場合における色差の履歴から、要求された色光環境を提供しながら照度変化を実現することができた。

4 結論と今後の展望

提案手法を用い、フルカラー LED 照明の色光・照度の制御を実現した。

今後は、色光・照度の制御が行える UI を複数考案し、被験者実験を行う。実用性や利便性を検証することでより直感的に LED 照明の制御が実現できると考えている。

参考文献

- 1) Hue. <http://meethue.com>.
- 2) 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, “オフィスワークのプロダクティビティ改善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論文集, pp.151-156 (2006).
- 3) 富吉佑季, 間博人, 奥西亮賀, 本谷陽, 三木光範, “紙を UI としたアルゴリズム体感可能な色光制御システム”, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI-159), pp.1-6 (2014).