

5K-3 可視光通信による知的照明システムの収束性の改善

三木 光範[†] 朝山 絵美^{††} 廣安 知之[†]

[†]同志社大学工学部 ^{††}同志社大学大学院

1 はじめに

近年、情報処理技術の発展に伴い、使用者や環境に合わせて自身のシステムの動作や管理を自律的に制御し、人間の負荷を軽減する様々な知的なシステム [1] の開発が行われている。しかし、我々の生活に不可欠な照明システムにおいてはあまり知的化が進んでいない。

著者らは、次世代型の照明システムとして、知的照明システム [2] と呼ばれる照明システムの研究開発を行っている。知的照明システムは、任意な場所に適切な照度を自律分散的な制御によって提供するものである。知的照明システムの制御アルゴリズムとして、相関係数を用いた適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Correlation Coefficient: ANA/CC) をすでに提案した [3]。この制御アルゴリズムによって、照明と照度センサの位置関係が相関を用いて把握でき、目標照度を満たしかつ省電力な状態へと 1 分程度で収束できる。

本研究では、知的照明システムに可視光通信技術 (Visible Light Communication: VLC) [4] を導入し、位置関係をダイレクトに把握することで収束性のさらなる改善を行う。また、システムを制御するアルゴリズムの開発および有効性の検証を行う。

2 蛍光灯による可視光通信技術を導入した知的照明システム

2.1 提案システムの概要

本研究では、蛍光灯による可視光通信技術を導入した知的照明システムを提案する。図 1 に本システムの構成を示す。

本システムでは、各照明に照明を識別するための照明 ID をデジタル情報として与え、可視光通信により照明と照度センサが直接通信を行う。それにより、照明 ID の取得の有無で各々の照明と照度センサの位置関係を瞬時に把握することができる。従来のシステ

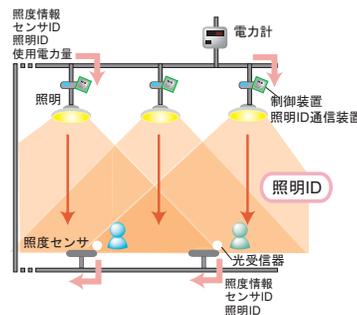


図 1: 提案システムの構成

ムに比べ、位置関係の把握に時間を要さないため目標照度への収束が早くなると考えられる。

本システムにおける制御アルゴリズムは、ANA/CC を基として、可視光通信での ID 情報を用いて、照明と照度センサとの位置関係を把握する。以後、この提案アルゴリズムを相関係数および可視光通信を用いた適応的近傍アルゴリズム (ANA/CC and VLC: ANA/CC/VLC) と呼ぶ。

2.2 目的関数および近傍の決定方法

知的照明システムでは、照度を目標照度に近付ける部分と電力量の最小化を行う部分から構成される目的関数を最小化する。設計変数は照明の光度とする。

本アルゴリズムは、確率的山登り法 (Stochastic Hill Climbing: SHC) を基礎としており、次光度生成に用いる近傍、すなわち光度の変更量は 3 種類存在する。減光を重視した近傍 A、上下均等な幅で次光度を生成する近傍 B、および増光を重視した近傍 C である。これらの 3 つの近傍の中から、表 1 に示す近傍の選択基準に従って適切な近傍を決定する。

表 1: 近傍の選択基準

近傍	相関係数	ID 取得	現在の照度
A	低い	×	-
B	高い		\geq 目標照度
C	高い		$<$ 目標照度

3 数値実験による ANA/CC/VLC の有効性の検証

3.1 実験概要

本実験では、実空間を計算機上に模倣し以下に示す 2 つの実験環境にて ANA/CC/VLC による数値実験を行う。また、従来のアルゴリズムである ANA/CC との性能比較をし、提案アルゴリズムの有効性の検証を行う。

Improvement of the Convergence in Intelligent Lighting System using Visible-Light Communication

[†] Mitsunori MIKI (mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

^{††} Emi ASAYAMA (asayama@mikilab.doshisha.ac.jp)

[†] Tomoyuki HIROYASU (tomo@is.doshisha.ac.jp)

Department of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University ([†])

Graduated School of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University (^{††})

1-3 Miyakodani, Tatara, Kyotanabe, Kyoto 610-0321, Japan

実験環境を図 2 に示す . 実験に用いた ANA/CC/VLC および ANA/CC のパラメータは表 2 の通りである .

実験 1 : 環境に変化がない場合

設置する照度センサ 1, 2, および 3 の目標照度は, それぞれ 750, 650, および 550[lx] とする .

実験 2 : 照度センサが移動した場合

実験 1 の定常状態から照度センサ 3 を照明 1 の直下へ移動させる .

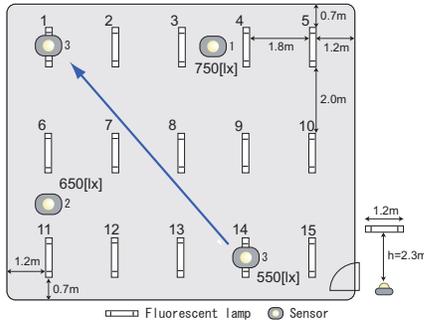


図 2: 実験環境

表 2: パラメータ

Kind of illuminant	fluorescent lamp
Number of fluorescent lamps	15
Number of illuminance sensors	3
Target illuminance[lx]	750,650,550
Maximum luminous[cd(%)]	1700(100)
Minimum luminous[cd(%)]	510(30)
Initial luminous[cd(%)]	1700(100)
FOV of a terminal[deg.]	70.0
Weight : w	10.0
Maximum threshold value	0.5
Minimum threshold value	0.3
Number of data	50

可視光通信技術は, 光の届く範囲にしか情報を伝送できないため, 様々な可視光通信範囲を設定し実験を行った . ここでは, 通信範囲を最小点灯光度においても近くの照度センサが照明 ID を取得できる範囲に設定した場合の実験結果のみを記述する .

3.2 ANA/CC/VLC の実験結果と考察

3.2.1 実験 1

実験 1 における照度センサの照度および総電力量の履歴を図 3 および図 4 に示す . また, 比較のため ANA/CC による実験結果も示す .

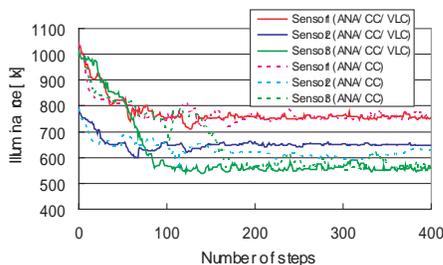


図 3: 実験 1 における照度履歴

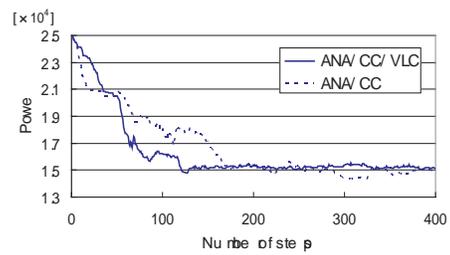


図 4: 実験 1 における電力量の履歴

図 3 より, ANA/CC/VLC では探索回数約 90 回で各照度センサ 1, 2, および 3 の照度は 751, 652, 558[lx] となり, 目標照度に収束している . ANA/CC と比べると少し早い段階で収束していることが確認できる . また図 4 より, ANA/CC/VLC は探索が進むにつれ電力の最小化が行われており, ANA/CC とほぼ同等の結果が得られていることがわかる .

3.2.2 実験 2

実験 2 における各センサの照度履歴を図 5 に示す .

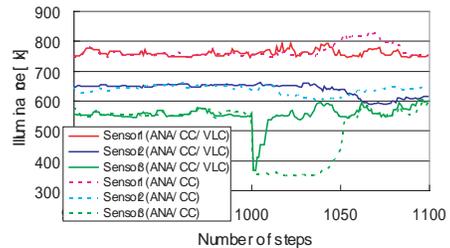


図 5: 実験 2 における照度履歴

図 5 より, 照度センサ 3 を移動させた時にセンサ 3 の照度が目標照度を大きく下回るが, その後急激に上昇し, 探索回数約 12 回 (10 秒程度) で目標照度に達することがわかる . ANA/CC に比べ約 4 倍の速さで収束する .

参考文献

- [1] M.Miki, T.Kawaoka, Design of Intelligent Artifacts: A Fundamental Aspects, Proc. JSME International Symposium on Optimization and Innovative Design(OPID97), 1997-9.
- [2] Miki M, Hiroyasu T, Imazato K, Proposal for an Intelligent Lighting System and Verification of Control Method Effectiveness, Proc IEEE CIS, pp520-525, 2004.
- [3] Miki M, Hiroyasu T, Imazato K, Yonezawa M, Intelligent Lighting Control using Correlation Coefficient between Luminance and Illuminance, Proc IASTED Intelligent Systems and Control, Vol.497, No.078, pp31-36, 2005.
- [4] Toshihiko Komine, Masao Nakagawa, Integrated System of White LED Visible-Light Communication and Power-Line Communication, IEEE, pp71-79, 2003.