

イーサネット制御を用いた知的照明システム

小野 景子[†] 三木 光範^{††} 吉見 真聡^{††}[†]同志社大学研究開発推進機構 ^{††}同志社大学理工学部

1 はじめに

日本におけるオフィス空間では、照明は机上面照度 750(lx) で昼白色 5000(K) の均一照度・色温度が一般的であるが、海外では個別の照度コントロールが知的生産性をあげ、消費電力を削減するという報告がある [1, 2]。このような背景のもと、ワーカーに選好照度および色温度を個別に提供する「知的照明システム」の開発を行っている [3]。このシステムは複数の調光可能な照明器具と移動可能な照度センサおよび電力計をネットワークに接続することで構成される。ネットワーク上の各データを人工知能を搭載した制御器に集め、最適化を行い、任意の場所に任意の照度を実現させる。しかしながら現在、アナログの照明制御データと照度計データを別系統で伝送しており、コンセプトである同一系統でのネットワーク化が行えていない。

一方、ビルのネットワークシステムにおいては LON や BACnet に代表されるように、インターネットに対応したオープンアーキテクチャが普及してきている。このような中、知的照明システムイーサネット上で構成することで、導入時のコストの軽減や配線の簡素化が図れる。また、同一系統での制御が可能となり、着脱など大規模化に対応しやすくなる。TCP/IP 制御することで、デジタル制御が可能となるばかりでなく利点は大きい。そこで、本研究では TCP/IP 制御による知的照明システムの構築を行う。

TCP/IP 対応の照明器具は各社において研究、開発されているが [4]、ON、OFF の制御のみのものが多い。また、TCP/IP 対応の照度センサは普及していないなど、光度および照度情報のリアルタイム伝送が必要である知的照明には不十分であり、新たなシステムを構築する必要がある。そこで、本研究ではイーサネット搭載の H8 マイコンを蛍光灯および照度センサに搭載させることで TCP/IP 制御の知的照明システムの構築を行う。

知的照明システムでは、センサから取得する照度

情報と人工知能により求めた次状態の調光に必要な PWM 信号値を 1 秒間に 1 回程度の頻度で通信を行う。H8 マイコンを使用した場合、この要件に耐えるか検証も合わせて行う。

2 TCP/IP 制御による知的照明システムの構成

TCP/IP 制御による知的照明システムは、複数の照明器具と照度センサをネットワークに接続し、制御 PC に組み込まれた最適化アルゴリズムによって、ワーカーの要求する照度を任意の場所に提供するシステムである。以下に構成要素および特徴を述べる。

2.1 システムの構成要素

TCP/IP 制御による知的照明システムは、複数の TCP/IP 制御可能な照明器具と照度センサをネットワークに接続されることで構成される。照明器具および照度センサを TCP/IP 制御するために、それぞれの機器にマイコンを搭載させる。本研究ではルネサステクノロジーの H8 シリーズである 3069F を使用した。図 1 にシステムの構成を示す。

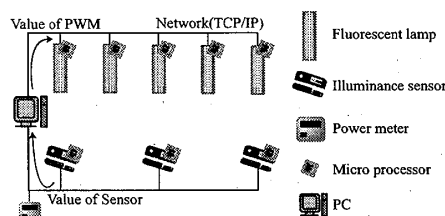


図 1: システムの構成

マイクロプロセッサには Linux や MES[5] などの組み込み OS を使えば、OS のプロトコルスタックで簡単に TCP/IP 通信が可能となる。今回は MES を利用する。

2.2 システムの特徴

知的照明システムをマイコンを用いた TCP/IP 制御にした場合の利点や特徴を以下に示す。

2.2.1 大規模化に対応可能

現在、照明の制御信号を送信には RS232 のシリアル通信を用いている。イーサネットを用いることで高速化が図れ、同時性は確保できないが 1Floor 数百台規模の照明制御に対応することが可能となる。

2.2.2 モジュールの小型化

H8 マイコンには PWM 出力や AD コンバータが内蔵されているため、それらの制御器が不要となり、小

[†] Keiko ONO(kono@mikilab.doshisha.ac.jp)

^{††} Mitsunori MIKI(mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

^{††} Masato YOSHIMI(myoshimi@mail.doshisha.ac.jp)

Research Center for Energy-Saving Lighting Systems,
Doshisha University (†)

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

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

型なマイコンのみで構成することができる。導入コストを大幅に軽減できるため、利点は大きいといえる。

2.2.3 自律分散制御の実現

今回は制御 PC で最適化を行ったが、照明 1 灯毎にマイクロプロセッサを搭載している。マイコンに人工知能を組み込むことで、照明が自律的に調光を行う自律分散制御が可能になる。その場合、分散制御が可能であり、照明や照度センサの追加・削減に対するコストが不要となる。

3 動作実験

3.1 データ取得実験

知的照明システムでは、照度値および調光信号を 1 分間に 1 回程度の頻度でセンサ、照明および制御器の間で通信を行っている。H8 マイコンを用いた場合に、十分な頻度での通信が行えるか予備実験により確認を行う。実験は、マイコンと制御器の間で照度情報を模した 3 バイトのデータを 1000 回送るために必要な時間を計測することで、要求に合う通信頻度が実現できるか計測を行った。用いたマイクロプロセッサの仕様を表 1 に示す。

表 1: マイコンの仕様

CPU	H8/3069F
ROM	512KB
RAM	16KB
外部メモリ	16 MB DRAM
ネットワークコントローラ	RTL8019AS

3.2 実験結果

表 2 に実験結果を示す。結果より、1 回の送受信に 1.8(msec) であることが分かる。導入しているシステムでは照明は 50 台程度であるため、このマイコンを用いた場合、要求する通信頻度を実現できることが確認出来た。

表 2: 通信速度

送信データ	3(byte)
送信数/受信数	1000/1000
経過時間	1.8(sec)
1 回の送信に必要な時間	1.8(msec)

3.3 収束実験

調光可能な 2 台の蛍光灯器具と 2 台の照度センサ、4 台のマイコン、1 台の制御 PC を用いて実験を行った。照度センサは各蛍光灯の真下に配置し、照度データは各センサから制御 PC にイーサネットでデータ送信を行う。目標とする照度値を 2 灯とも 400[lx] とした場合、500[lx] と 300[lx] にした場合の照度値の収束状況を確認する。

3.4 実験結果

実験は 20 回行い、ほとんど同様の結果が得られたため、典型的な結果をここで示す。各照度センサの照度履歴を図 2 および 3 に示す。図の横軸は時間を縦軸

は照度を示している。なお、照度センサの性能を考え、照明の光度を変える間隔を 1 秒と設定し実験を行った。図 2 より、実験開始 10 分程度で目標照度に 2 つのセンサが同時に収束していることが分かる。また、図 3 より、目標照度が異なった場合においても同様の結果が得られた。このことから、知的照明の制御を現在のアナログの照明制御と照度計データを 2 系統で伝送する仕組みと同様の照度収束が行え、同様の性能を発揮することが分かった。

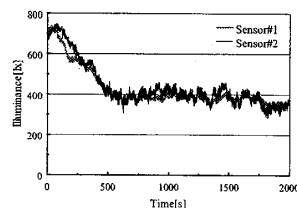


図 2: 収束履歴 (目標照度: 400[lx], 400[lx])

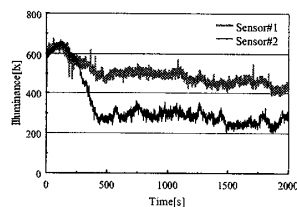


図 3: 収束履歴 (目標照度: 500[lx], 300[lx])

4 まとめ

本研究では、知的照明にマイクロプロセッサを搭載し TCP/IP 制御で稼働するシステムの構築、および性能評価として照度収束実験を行った。動作実験の結果、目標とする照度への収束および要求する頻度での通信が可能であることを確認した。システムの小型化やイーサネットを用いることの利便性の向上や分散処理処理への拡張など、本研究が与える利点は多いといえる。今後の課題としては、大規模な環境における性能評価、各照明に搭載したマイクロプロセッサに人工知能を搭載し、自律的に照明が光度を制御するシステムに発展させる必要があるといえる。

参考文献

- [1] Peter R. Boyce, Neil H. Eklund, and S. Noel Simpson: Individual Lighting Control: Task Performance, Mood and Illuminance, Journal of the Illuminating Engineering Society, pp131-142(2000)
- [2] R. Embrechts, C. Van Bellegem, Increased Energy Savings by Individual Light Control, in: Proceedings of Right Light 4, Copenhagen, pp179-182,(1997)
- [3] 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, pp.399~410(2007)
- [4] 藤原憲明・高添智樹: インターネット接続ミドルウェア「EMIT」と IPv6 による照明制御, 松下電工技報, pp.4-9(2003)
- [5] MES(Micro Embedded System) <http://mes.sourceforge.jp/mes/index.html>