

# 知的照明システムにおける TCP/IP 通信を用いたセンサネットワーク

## Illuminance sensor network based on TCP/IP communication for the Intelligent Lighting Systems

三木 光範\* 廣安 知之† 吉見 真聡\* 下村 浩史‡ 笠原 佳浩§  
Mitsunori Miki Tomoyuki Hiroyasu Masato Yoshimi Hiroshi Shimomura Yoshihiro Kasahara

### 1. はじめに

近年、オフィスではオフィスワークの仕事の個別分散や処理の高速化を図るため、さらなる創造性向上やストレス軽減などを目的とするオフィス環境の創造が求められている。このような背景から、オフィス環境の改善を目的とした知的照明システムの研究を行っている [1]。この知的照明システムでは、現在照度センサと A/D コンバータは独立しており、ケーブルによって接続されているため、A/D コンバータ周辺の配線の複雑さが問題である。

そこで本報告では、従来のケーブルの問題を解消するため、デジタル方式照度センサを用いた場合について述べる。

### 2. 知的照明システム

知的照明システムとは、複数の照明器具、照度センサ、および電力計を 1 つのネットワークに接続し、各照明の明るさを制御するシステムである。知的照明システムは、照明器具、照度センサ、A/D コンバータ、および制御用 PC は独立しており、それぞれをケーブルでつなぐことで、ネットワークを構築している。このように照度センサと A/D コンバータが独立している照度センサをアナログ方式照度センサと呼ぶ。

現在の知的照明システムでは、照度センサから得られた照度情報はケーブルによって 1 つの A/D コンバータに送られている。このため、全ての照度センサのケーブルが 1 つの A/D コンバータに集中してしまい、A/D コンバータ周辺の配線が複雑になってしまう。現在の知的照明システムを導入している六本木ヒルズのオフィスの床下に配置する前の配線状況を図 1 に示す。そこで、照度センサと A/D コンバータをひとまとまりとして照度センサとみなすことで、A/D コンバータ周辺の配線の複雑化を解消する方法を述べる。



図 1: 知的照明システムの配線状況 (実際は床下に配置)

### 3. デジタル方式照度センサの開発

本報告では、照度センサに Web サーバを積載した A/D コンバータを接続する。これらをひとまとまりとして、デジタル方式照度センサと呼ぶ。デジタル方式照度センサと制御用 PC は Ethernet により通信を行っているため、ハブを中継させることで照度センサの数の増加に対応できる。また、この A/D コンバータは SNMP Agent としての機能も備えているため、大規模監視・制御を行うことができる。アナログ方式照度センサとデジタル方式照度センサの違いを図 2 および図 3 に示す。

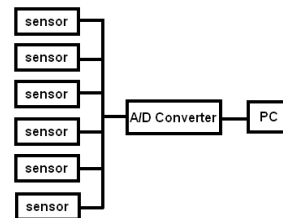


図 2: アナログ方式

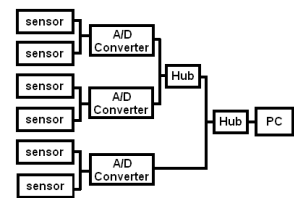


図 3: デジタル方式

データの取得にはアイピースクエア社の SNMP マネージャを使用する。SNMP マネージャは MIB と呼ばれる SNMP で用いられる情報管理データベースによって情報を管理する。アイピースクエア社が用意している MIB をインポートすることで、SNMP によりセンサー・ステーションの情報を得ることができる。本報告では、アイピースクエア社の SNMP マネージャを用いるため、MIB を意識することなくセンサー・ステーションの情報を取得することができる。アイピースクエア社の SNMP マネージャは自動でセンサー・ステーションの情報を 1 秒間に 1 回取得できる。

A/D コンバータはアイピースクエア社のセンサー・ステーションを用いる。このセンサー・ステーションは、SNMP Agent の機能を持っているため、SNMP マネージャによって大規模管理や制御を行うことが可能である。また、センサー・ステーションは Web サーバも搭載しており、遠隔からの監視、制御を行うことも可能である。これらの機能によって、照度センサの数が増加した場合にも対応できる。

デルタオーム社の照度センサの性能、およびセンサー・ステーションのアナログ入力に関する性能をそれぞれ表 1 および表 2 に示す。

\*同志社大学理工学部

†同志社大学生命医科学部

‡同志社大学工学部

§同志社大学大学院

表 1: デルタオーム社の照度センサの性能

項目	範囲
入力電圧	16 ~ 40 V
取得可能照度	20 ~ 2000 lx
出力電圧	0 ~ 10 V

表 2: センサー・ステーションのアナログ入力性能

項目	範囲
アナログチャンネル数	1 ~ 4 ch
入力電圧	0 ~ 2.5 V
分解能	24 bit

照度センサは減圧回路を用いて出力電圧を 1/2 に減圧している。これは、デルタオーム社の出力電圧のレンジとセンサー・ステーションの入力電圧のレンジをそろえるためである。照度センサが得た照度と出力電圧の関係を式 (1) に、センサー・ステーションが受け取る電圧と出力データの関係を式 (2) に示す。式 (1) と式 (2) よりデルタオーム社の照度センサの照度情報とセンサー・ステーションの出力データである 24 bit の数値の関係は式 (3) のようになる。

図 4 はアナログ方式照度センサとデジタル方式照度センサの照度の相関を表した図である。最大誤差は 600 lx のとき 1.8 % である。

$$V = A_1 * I_a + B_1 \quad (1)$$

$$D = A_2 * V + B_2 \quad (2)$$

$$I_d = (D - B_3) / A_3 \quad (3)$$

$A_i$ : キャリブレーションカーブの傾き  $\{i=1,2,3\}$

$B_j$ : キャリブレーションカーブの切片  $\{j=1,2,3\}$

$V$ : 電圧  $D$ : 出力データ (24bit の数値)

$I_a$ : アナログ方式の照度  $I_d$ : デジタル方式の照度

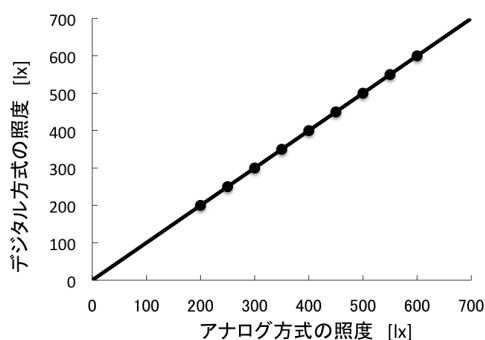


図 4: アナログ方式とデジタル方式の照度関係

## 4. デジタル方式照度センサを用いた照度収束実験

### 4.1 実験概要

従来の照度センサに代わって、デジタル方式照度センサに組み替えた場合にも、問題なく照度収束実験が行えるかの確認を行う。本実験では、照明器具 3 台および照度センサ 2 台を用いて照度収束実験を行った。実験環境を図 5 に示す。

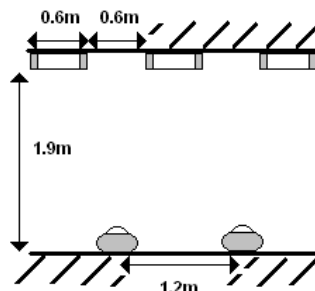


図 5: 実験環境

### 4.2 実験結果

実験結果を図 6 に示す。センサ 1 の目標照度を 300 lx、センサ 2 の目標照度を 250 lx としたときの照度収束を表している。デジタル方式の照度センサでも問題なく収束できていることがわかる。アルゴリズムには適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Correlation Coefficient: ANA/CC) を採用した [1]。今後は回帰分析を用いた適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient: ANA/RC) を用いた方がより高速に照度収束を行うことができると考えられ、今後の検討課題である [2]。

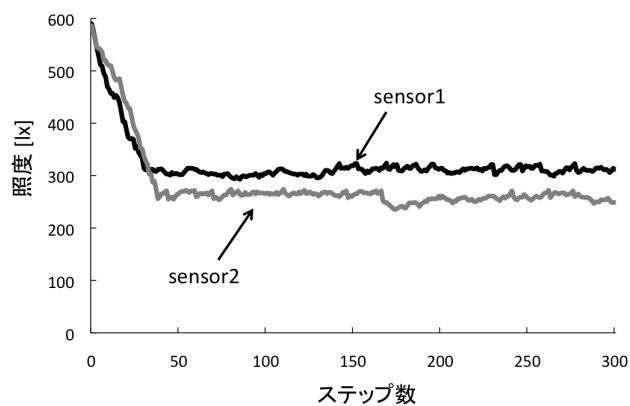


図 6: 実験結果

## 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] 後藤 和宏, 知的照明システムのための回帰係数を用いた自律分散最適化アルゴリズム, 照明学会全国大会講演論文集, Vol.40, pp.123-124, 2007