

## 知的照明システムにおける照度センサの多機能化

町田 啓悟<sup>†</sup> 三木 光範<sup>††</sup> 松下 昌平<sup>†</sup> 間 博人<sup>††</sup>同志社大学大学院工学研究科<sup>†</sup> 同志社大学理工学部<sup>††</sup>

## 1 はじめに

我々はオフィスの照明環境に注目し、執務に最適な明るさ（照度）を個別に提供することが可能な知的照明システムを提案している [1]。知的照明システムは都内数箇所の実オフィスで実証実験を行なっている。

導入システムでは、在席/離席の切り替えならびに目標照度の変更に関し、web のユーザインタフェースを通して行う必要がある。しかしながら、web ユーザインタフェースを介した変更には手間がかかり、ユーザのストレスとなっていた。

一方、大規模なオフィスに導入する際、照度センサの数が増加し配線が複雑になることから、我々は照度センサのデジタル化の研究を行なっている [2]。照度センサのデジタル化に伴い、イーサネットを用いてパケット通信を行うことで、照度情報以外の情報伝達が可能になった。そこで、我々はデジタル通信を行う照度センサに在離席変更ボタンならびに目標照度の変更ボタンを搭載した照度センサを試作した。また、2014 年の 4 月には多機能照度センサを新丸の内ビルディングに導入、実証実験を行っている。

本稿では、照度センサのデジタル化による配線の簡易性ならびに、多機能化による、在離席管理の操作容易性の向上を報告する。

## 2 知的照明システム

## 2.1 知的照明システム概要

知的照明システムは、制御装置、照明器具、照度センサ、及び電力系を 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。知的照明システムでは、執務者一人に一つの照度センサを配置する。また、執務者はウェブのユーザインタフェースを用いて照度センサに目標の明るさ（照度）を設定する。この目標照度に関し、従来、ユーザは web のユーザインタフェースを用いて自らの照度センサに目標照度を設定していた。しかしながら、在離席のたびに、ユーザインタフェースを立ち上げることは手間がかかり、ユーザのストレスとなるという問題があった。



図 1: 多機能照度センサ

この問題を解決するために、照度センサに在離席変更ボタンならびに目標照度の変更ボタンを搭載した照度センサ（以後、多機能照度センサと呼ぶ）を試作した。

## 3 多機能照度センサ

## 3.1 知的照明システムにおける照度センサ

従来、知的照明システムで用いている照度センサの出力はアナログ信号であり、照度情報を取得するため、A/D 変換器を用いデジタル信号に変換している。以後、アナログ通信を行う照度センサをアナログ照度センサと呼ぶ。アナログ照度センサは 1 つの集線装置に配線を集め管理することで、ユーザインタフェースとの関連付けをしている。

また、我々は以前に、アナログ照度センサにおける配線の複雑性を解決するため、内部に A/D 変換器を組み込み Ethernet 接続可能なデジタル照度センサ [2] を提案している。デジタル照度センサは Ethernet 接続を用いるためパケットの中身を変更することで、照度情報以外の相互通信が可能になる。

本研究における多機能照度センサは照度情報以外の在離席ならびに目標照度情報の相互通信を行うため、デジタル照度センサをベースとしている。本研究で用いている多機能照度センサは株式会社セコニックに制作を依頼した。試作した多機能照度センサを図 1 に示す。

## 3.2 アナログ照度センサとの比較

アナログ照度センサと多機能照度センサにおける初期設定、電源設備、ハブ等の機器の設置・設定に関する比較を示す。

## 初期設定

アナログ照度センサは初期設定が不要である。一方、多機能照度センサでは固有の IP アドレス、ネットマスクなどネットワーク設定が必要となる。

## 電源設備

Multi-functionalization of an Illuminance Sensors in the Intelligent Lighting System

<sup>†</sup> Keigo MACHIDA(kmachida@mikilab.doshisha.ac.jp)<sup>††</sup> Mitsunori MIKI<sup>†</sup> Shohei MATSUSHITA<sup>††</sup> Hiroto AIDAGraduate School of Science and Technology, Doshisha University (<sup>†</sup>)Doshisha University (<sup>††</sup>)

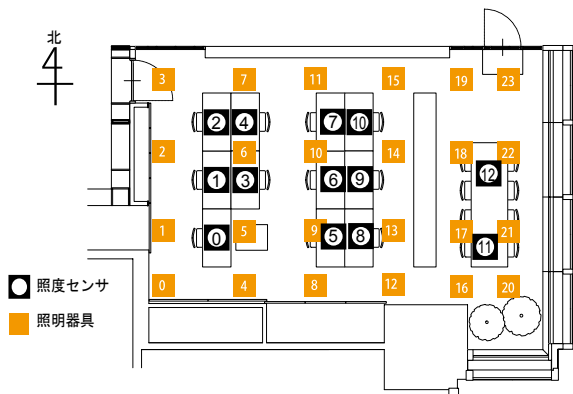


図 2: エコツェリアの照明および照度センサ環境

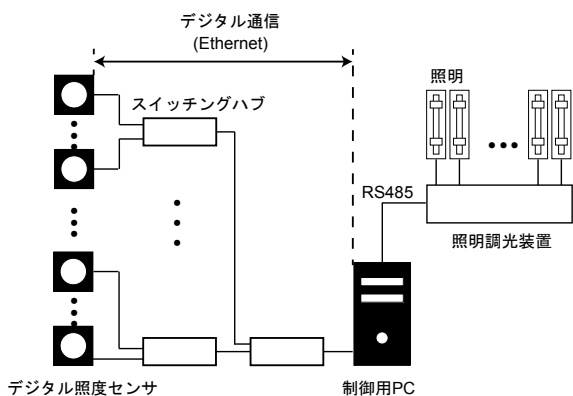


図 3: エコツェリアにおける配線

アナログ照度センサでは、集線装置から電源を供給することが可能である。一方、多機能照度センサは PoE 対応のハブから電源を救急することが可能である。  
機器の設定・設置

アナログ照度センサでは、集線装置において知的照明システムのプログラムに応じた配線が必要となる。これは、ユーザは UI を通して目標照度を設定することから、照度センサを識別する必要があるためである。一方、デジタル照度センサは IP アドレスによって照度センサを識別できること、ハブに接続するだけで照度を取得できることから、照度センサの配置が容易である。

#### 4 新丸の内ビルにおける実証実験

##### 4.1 実験環境

2 に照明および照度センサの位置関係を示す。今回の実験では、24 灯の LED 照明と 13 台の照度センサを用いる。従来のアナログ照度センサは机上面、多機能照度センサはパーティションにひっかける形で設置した。

また、多機能照度センサは配線を図 3 に示すように 2 台のハブに分散して配置した。これにより、従来 1 つの集線装置に配線を集める必要があったアナログ照度センサよりも配線の容易性が高いことを確認することができた。

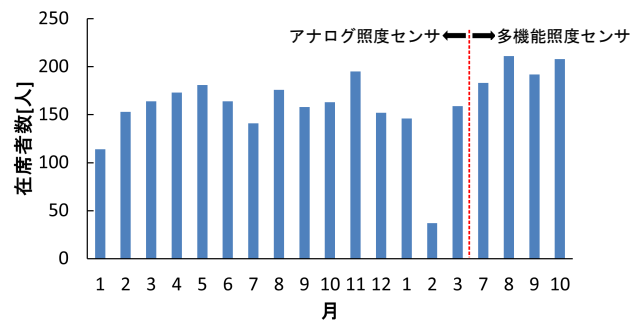


図 4: 在席人数に関する解析結果

##### 4.2 実験内容

新丸の内ビルエコツェリアに 2014 年 4 月に多機能照度センサを導入した。

導入前後における知的照明システムのログデータを基に、多機能照度センサを用いることによるユーザビリティの向上を検証する。検証内容は、1 日の内 1 度でも在席状態になった人の数とする。これによって知的照明システムの使用ユーザ数を検証することができる。

また、本研究に用いた計測期間は以下の通りである。

- アナログ照度センサ：2013 1 月～2014 3 月
- 多機能照度センサ：2014 7 月～2014 10 月

##### 4.3 実験結果

1 日の在席人数に関するログ解析結果を図 4 に示す。結果より、月ごとの平均在席者人数は以下の通りである。

アナログ照度センサ：151.7 人/月

多機能照度センサ：203.6 人/月

また、1ヶ月の就業日数を 22 日として 1 日ごとの平均在席者を計算によって求める。

アナログ照度センサ：6.89 人

多機能照度センサ：9.25 人

上記の結果より、アナログ照度センサを用いた場合と比較し、多機能照度センサ導入後は、配線の容易性が向上したことに加え、平均在席者数が 34 %増加した事が分かる。これは多機能照度センサの在席ボタンが従来の Web ユーザインタフェースと比較し、操作が容易になったためだと考えられる。

##### 参考文献

[1] M.Miki, T.Hiroyasu, and K.Imazato. Proposal for an intelligent lighting system, and verification of control method effectiveness. *Proc IEEE CIS*, pp. 520–525, 2004.

[2] 三木光範, 吉田健太, 平野祐也. 分散制御照明システムにおけるデジタル照度センサの試作. 情報処理学会第 74 回全国大会講演論文集, Vol. 96, No. 10, pp. 2398–2405, 2013.