

執務者が BLE ビーコンを携帯するビーコン携帯型知的照明システム

山下 俊樹
Toshiki YAMASHITA

1 はじめに

現在の知的照明システムにおいて、執務者が知的照明システムを利用するには、照度センサの在席ボタンを押すか、Web UI から在席操作を行い、執務者が一時的に席を離れる際や退社する際には同様に照度センサや、Web UI から離席操作を行う。そして、執務者の在離席操作に応じて、知的照明システムは執務者付近の照明の減光または消灯を行う。そのため、執務者が一時的に席を離れる際や退社時に離席操作を行わない場合、執務者がいない場所の照明が余分に点灯し続けることになり、省エネルギー性が低下する。

2 実際のオフィスにおける離席操作忘れ

本章では、六本木ヒルズの森ビル株式会社本社フロアの一部で行った知的照明システムの実証実験の結果について述べる。実証実験の結果、執務者が在離席操作を手間と感じたり、操作自体を忘れるため、適切に在離席操作を行っていないことが判明した。

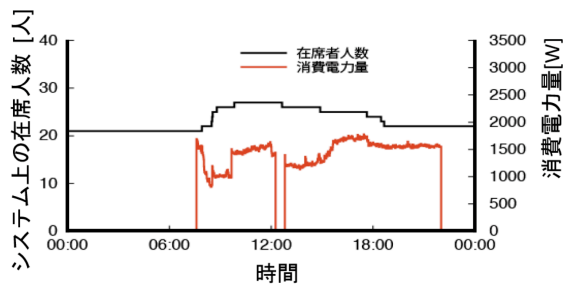


Fig.1 システム上の在席人数と消費電力

Fig.1 に、六本木ヒルズ森ビル株式会社本社で行った実証実験のうち、システム上で在席と扱われている執務者の数と消費電力のある 1 日のデータを示す。Fig.1 に示すように、22 時ごろに消費電力が 0 W になっているため、最後の執務者が退勤し、照明のスイッチを切ったことがわかる。しかしながら、システム上の在席人数を見ると、在席状態である執務者が依然多くいることから、離席操作を行わずに退社した執務者が多数いることがわかる。離席操作を適切に行わない場合、実際には執務者が離席しているにもかかわらず、周囲の照明が減光または消灯せず、執務者が居ない場所に希望照度を提供し続けるため、知的照明システムの省エネルギー性が低下する。

3 ビーコン携帯型知的照明システム

ビーコン携帯型知的照明システムは、執務者が携帯するビーコンと、オフィスに設置するビーコン電波の受信機を用いることで在離席操作を自動化し、離席操作忘れを防止

する知的照明システムである。ビーコン携帯型知的照明システムの構成を Fig.2 に示す。

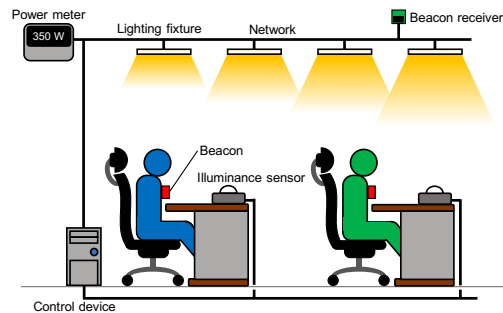


Fig.2 ビーコン携帯型知的照明システムの構成

ビーコン型知的照明システムは、制御 PC、調光可能な照明、電力計、およびビーコン電波の受信機を 1 つのネットワークに接続し、執務者が各自 1 台のビーコンを携帯することで構成する。ビーコンを携帯した執務者が部屋に入室すると、部屋に設置した受信機は執務者のビーコン電波を検知し、制御 PC は執務者の在席処理を行う。また、執務者が退社した際は受信機がビーコンの電波を受信できなくなったことを検知して、執務者の離席処理を行う。これにより、現在の知的照明システムにおいて執務者が手動で行っていた在離席操作を自動化し、離席操作忘れを防止する。多くのオフィスでは勤務中の執務者は社員証を常に首から下げる必要があるため、社員証に取付可能な小型のビーコンを用いることで、置き忘れによって適切に在離席操作を行えない課題を解決できると考えられる。また、受信機を複数設置することで、執務者のエリア検知を行うことも可能である¹⁾。

4 RSSI 計測実験

本実験では、実際の利用環境を想定し、実験室の中央に設置した 1 台の受信機で、部屋内の任意の位置にある執務者が首から下げたビーコンの電波を受信可能であるかの検証を行った。実験には前節と同じ実験室を用いた。ビーコンは Aplix 社の MyBeacon 汎用型 MB004 Ac を 1 台使用し、出力は最大値の 0 dBm とした。また、ビーコンは執務者が社員証に取り付けて携帯する場面を想定し、実験者の首からストラップで吊り下げた。受信機は Raspberry Pi 3 を 1 台使用し、照明の発光面間のプレート裏面に設置した。実験室を 1.0 m 四方のグリッドに分割し、各グリッドの中心で RSSI の測定を行った。計測はビーコンを携帯する執務者の向きを 4 方向に変え、各地点につきそれぞれ 1 秒間隔で 5 回ずつ行った。実験結果を Fig.3 に示す。

Fig.3 のように、実験室の多くのグリッドで -60 dBm 以

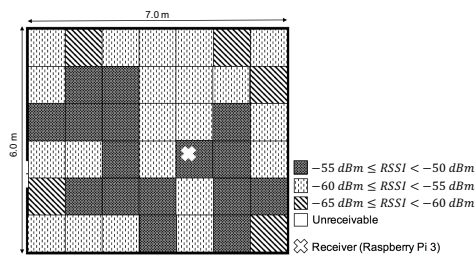


Fig.3 各グリッドにおける平均 RSSI

上の平均 RSSI を得られている。受信機から比較的遠い部屋の端部では、他のグリッドに比べて平均 RSSI が低いグリッドがあるが、全てのグリッドで-65 dBm 以上の平均 RSSI を得られたため、本実験室の環境において、ビーコンを携帯した執務者が実験室内のいずれの位置にいても、そのビーコンの電波を 1 台の受信機で受信可能であることがわかった。

5 在離席検知実験

ビーコン携帯型知的照明システムを実際に構築し、在離席検知実験を行った。実験の目的は、執務者の在離席を正しく検知できるかの検証である。本実験には、小規模なオフィスを想定した実験室を用いた。執務者が携帯するビーコンの個体差を考慮し、10 台のビーコンで 10 回ずつ、計 100 回の在離席を行った。ビーコンは Aplix 社の MyBeacon 汎用型 MB004 Ac を 10 台使用し、ビーコン電波の受信機は Raspberry Pi 3 を 1 台使用した。なお、ビーコンは執務者がストラップで首から下げ、出力は最大値の 0 dBm とした。受信機は、部屋の中央付近の照明の発光面間のプレート裏面に設置した。

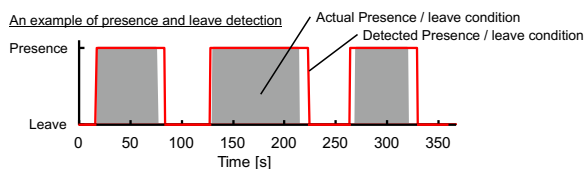


Fig.4 在離席履歴

計 100 回行った在離席のうち、提案手法は全ての在離席を正しく検知できた。Fig.4 に、実際の在離席と検知された在離席の履歴の一例を示す。ビーコンを携帯した執務者が実験室の扉の前に近づくと、その時点でビーコンの電波が検知されるため、オフィスの扉を開けて入室する少し前に在席検知が行われていることがわかる。また、離席後は、誤検知防止のために設けた 10 秒の離席検知待ち時間の後に離席検知されていることがわかる。実験結果より、提案手法によって執務者の在離席を正しく検知できることを示した。

6 提案手法で削減可能な消費電力量

本章では、執務者の 1 日の平均在席率を 90, 60, 30 % と変更した場合における、ビーコン携帯型知的照明システムの有無による平均消費電力の比較を行い、提案手法が省エ

ネルギー性を向上できることを確認する。本実験では、照明 30 灯、執務者 33 名のオフィスを想定する。執務者の目標照度は、20 % の執務者が 300 lx, 60 % の執務者が 500 lx, 20 % の執務者が 700 lx を選択するものとする。各執務者のスケジュールは、9 時始業、18 時終業のオフィスの 1 日を想定する。1 日に 2 回の 30 分休憩、1 時間の会議および退勤を想定し、各イベントで離席操作を行う。離席操作を正しく行う割合は、実際のオフィスでの実証実験結果より 20 % で固定とした。それぞれの場合について、30 回ずつ消費電力を算出する。

省エネルギー性の検証実験を行ったシミュレーション環境の平面図を Fig.5 に、実験結果を Table 1 に示す。Table 1 には、離席操作を正しく行う割合が 20 % であるオフィスにおいて、ビーコン携帯型知的照明システムを用い、離席操作を正しく 100 % の割合で行うことで削減可能な消費電力の割合を執務者の平均在席率ごとに示す。なお、消費電力の割合は本実験環境と同環境のオフィスにおいて、最低 750 lx を満たすように一様点灯した一般的なオフィスの 1 日の消費電力を 100 % とした割合で表している。

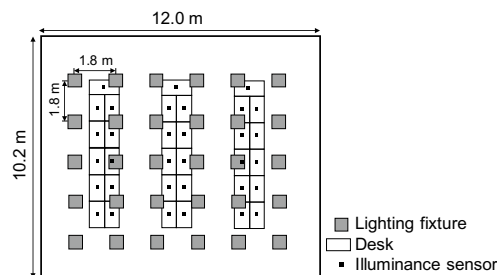


Fig.5 実験環境の平面図

Table1 消費電力の比較

平均在席率 [%]	消費電力の割合 [%]		
	離席操作を行う割合 [%]	100	削減可能な割合 [%]
90	62	55	7
60	57	49	8
30	45	36	9

各平均在席率において、提案手法を用いることで、消費電力が減少し、省エネルギー性が向上していることがわかる。その結果、提案手法を用いてシステムの省エネルギー性を向上可能であるといえる。

7 むすび

本稿では、執務者が携帯するビーコンと、オフィスに設置する受信機を用いて、各執務者がオフィス内にいるかを検知することで、執務者の在離席操作を自動化するビーコン携帯型知的照明システムを提案した。そして、提案手法が執務者の在離席を正しく検知すること、および省エネルギー性を向上可能であることを確認した。

参考文献

- 1) パナソニック ソリューションテクノロジー株式会社: たった 5g のビーコンで始まる所在管理・動線分析の威力”, <https://intrawave.jp/wp/wp-content/uploads/2015/12/40382df30dcf35ddb9a2c7299503df15.pdf>